Sborník přednášek k 2. části kurzu

Solární tepelné soustavy

11. – 12. 11. 2009

Třeboňské inovační centrum
Dukelská 145
Třeboň

Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2009 – část A – Program EFEKT

Program 2. části kurzu - Solární tepelné soustavy

Třeboňské inovační centrum
Dukelská 145, Třeboň

11.11.2009 Středa Projektování solárních soustav, prvky

Čas	Přednášející	Téma	Délka
9:00-10:00	Matuška	Stagnační chování solárních soustav, zohlednění stagnace při návrhu potrubí, izolace, pojistného ventilu, expanzní nádoby	60 min
10:00-10:15		Přestávka	15 min
10:15-11:00	Šourek	Návrh výměníků tepla a oběhových čerpadel	45 min
11:00-11:45	Broum	Regulace solárních soustav, základní a pokročilá regulace, řízení oběhových čerpadel	45 min
11:45-12:45		Oběd	60 min
12:45-14:00	Jirka	Exkurze do experimentálního skleníku v Třeboni	75 min
14:00-15:00	Kramoliš	Specifika projektování velkoplošných solárních soustav, ukázky z realizací	60 min
15:00-15:15		Přestávka	15 min
15:15-16:45	Kalina	Ukázka návrhu solární soustavy pro bytový dům od A do Z	90 min

12.11.2009 Čtvrtek Realizace a provoz solárních soustav

Čas	Přednášející	Téma	Délka
9:00-10:00	Beneš	Energetika a OZE v souvislostech	60 min
10:00-10:15		Přestávka	15 min
10:15-11:00	Peterka	Solární kolektory a soustavy v ČR, historie a současnost	45 min
11:00-11:45	Gottas	Certifikace kolektorů, Solar Keymark, Modrý anděl	45 min
11:45-12:45		Oběd	60 min
12:45-13:30	Jirka	Aplikace koncentračních kolektorů s Fresnellovou čočkou - kombinace aktivních a pasivních prvků	45 min
13:30-14:30	Peterka	Provoz a instalace solárních soustav, nejčastější problémy	60 min
14:30-14:45		Přestávka	15 min
14:45-15:45	Gottas	Realizace solárních soustav v průmyslu a centralizovaném zásobování teplem	60 min
15:45-16:45	Matuška	Provozní hodnocení solárních soustav, čidla, vyhodnocení, zapojení, zkušenosti z měření, ukončení kurzu	60 min

Stagnační chování solárních soustav a vliv na návrh jejich prvků

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

ČVUT v Praze

Stagnace

- **stav bez odběru tepla z kolektoru v době příjmu slunečního záření**
- **příčiny:**
  - zásobník (spotřebič tepla) dosáhne požadované teploty, regulátor zastaví oběhové čerpadlo
  - výpadek elektrické energie
  - neoprávněný zásah do soustavy (uzavření větve)
- **důsledky**
  - v kolektoru se zvyšuje teplota
  - nastává rovnovážný stav: příjem energie = tepelná ztráta
  - kolektor dosahuje maximální teploty při daných podmínkách
  - var teplonosné látky, tvorba páry a její pronikání do rozvodů

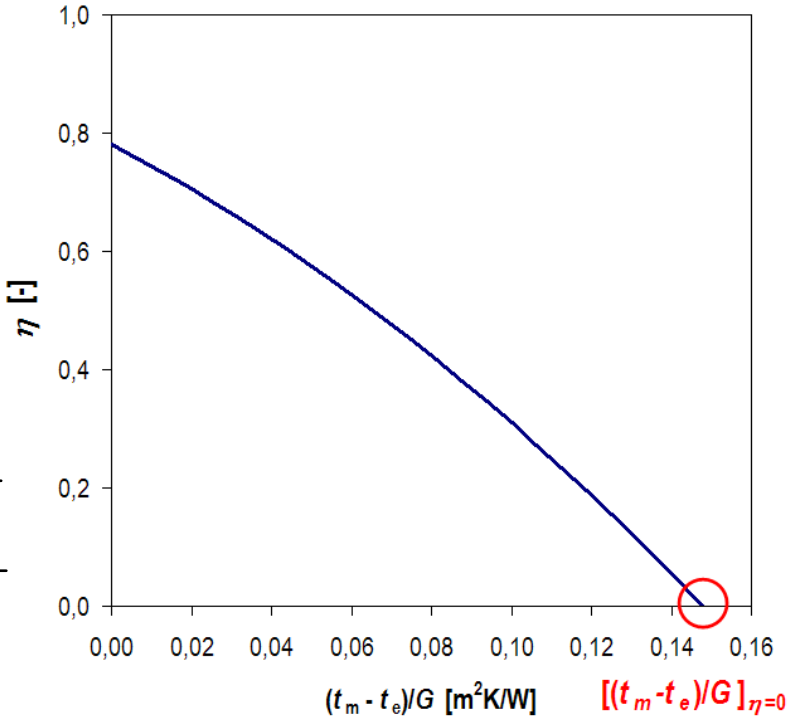
Stagnační teplota

- **záleží na okrajových podmínkách**
  - smluvní extrém: G = 1000 W/m^2, t_e = 30 °C, stanoví se
  - z průsečíku křivky účinnosti s osou redukovaného teplotního spádu

$$t_{stg} = 30 + 1000 \cdot \left(\frac{t_m - t_e}{G} \right)_{\eta=0}$$

  - z kladného kořene paraboly křivky účinnosti

$$\left(\frac{t_m - t_e}{G} \right)_{\eta=0} = \frac{a_1 - \sqrt{a_1^2 + 4 \cdot \eta_0 \cdot a_2 \cdot G}}{-2 \cdot a_2 \cdot G}$$



Stagnační teplota

typ kolektoru	t_{stg} [°C]
nezasklený kolektor	50 - 65
zasklený neselektivní kolektor	90 – 110
zasklený selektivní kolektor	150 – 180
trubkový vakuový kolektor	250 - 300

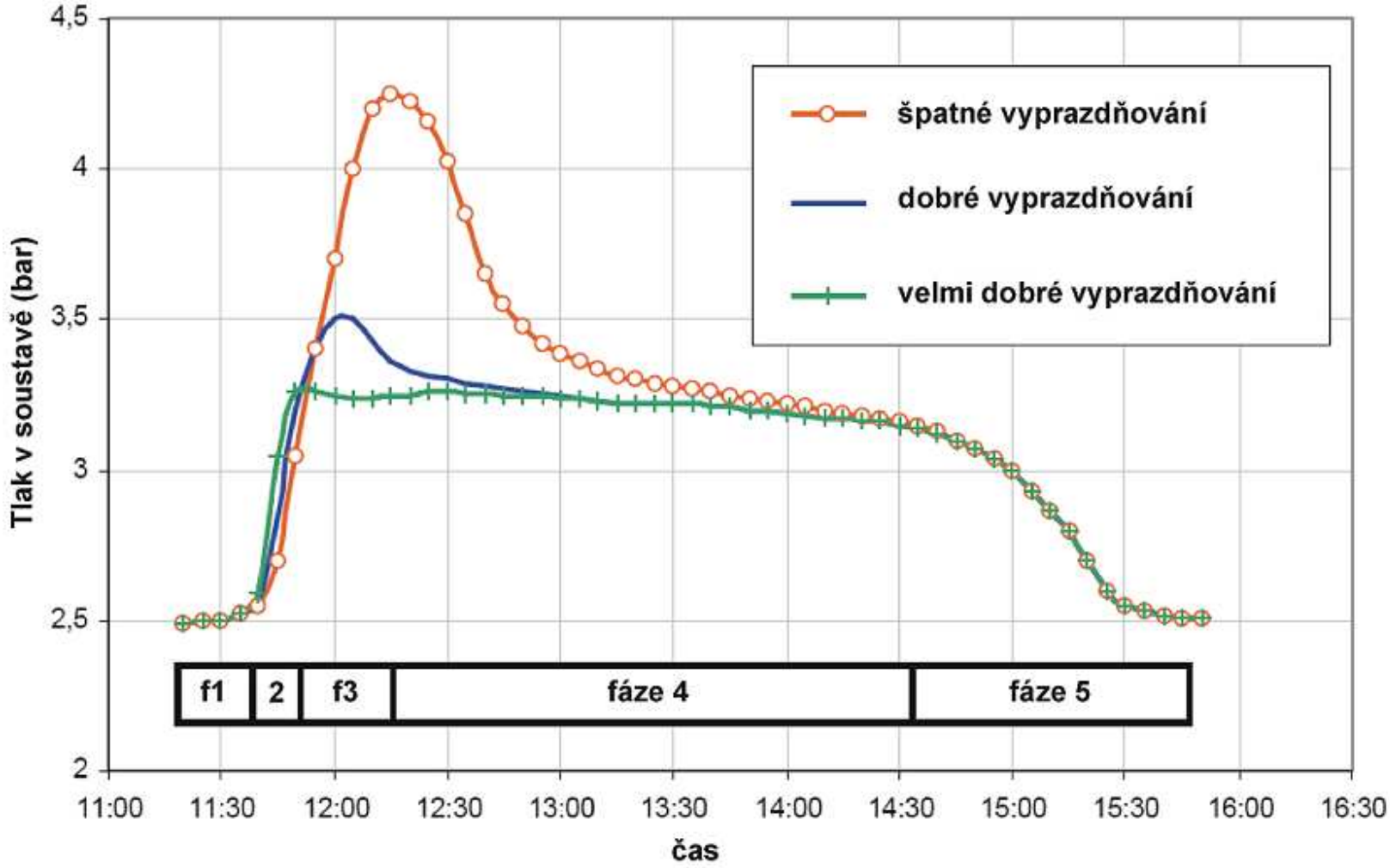
na stagnační (nejvyšší) teploty by kolektor měl být navrhován z hlediska spolehlivosti = neměly by mu vadit

v provozu se teploty při stagnaci pohybují níž v závislosti na klimatických podmínkách (nižší hladiny ozáření, nižší teploty)

Stagnační chování

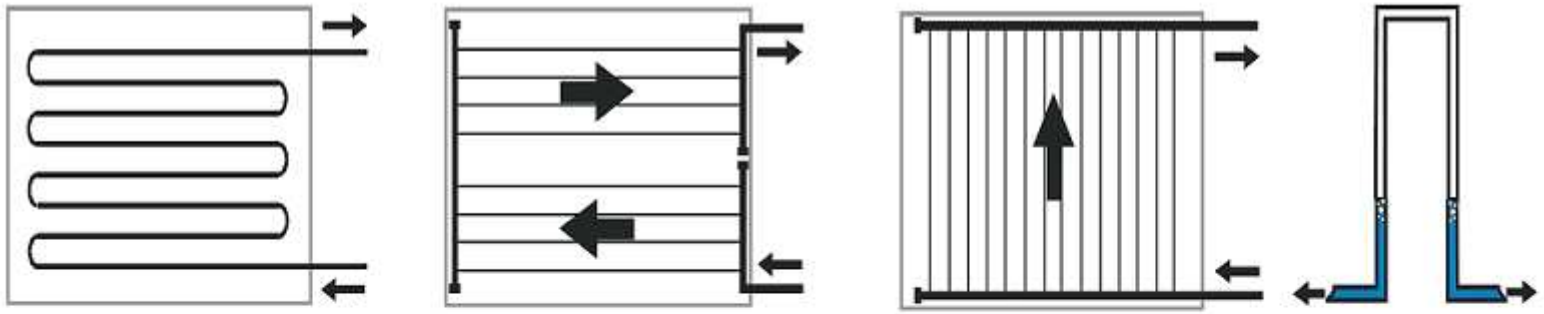
- **kapalina se roztahuje**
- **dosahuje bodu varu (při daném tlaku), začíná var**
  - objevují se bublinky, sytá pára, vytlačování kapaliny z kolektorů
- **zbylá kapalina v kolektoru se odpařuje**
  - vyplňování objemu kolektoru sytou párou, vysoký odvod tepla
- **pára v kolektoru se přehřívá**
  - po vyprázdnění kolektoru stabilní stav za trvajícího sl. záření
- **pokles teploty kolektoru při poklesu slunečního záření**
  - kondenzace, kapalina vyplňuje kolektor

Stagnační chování

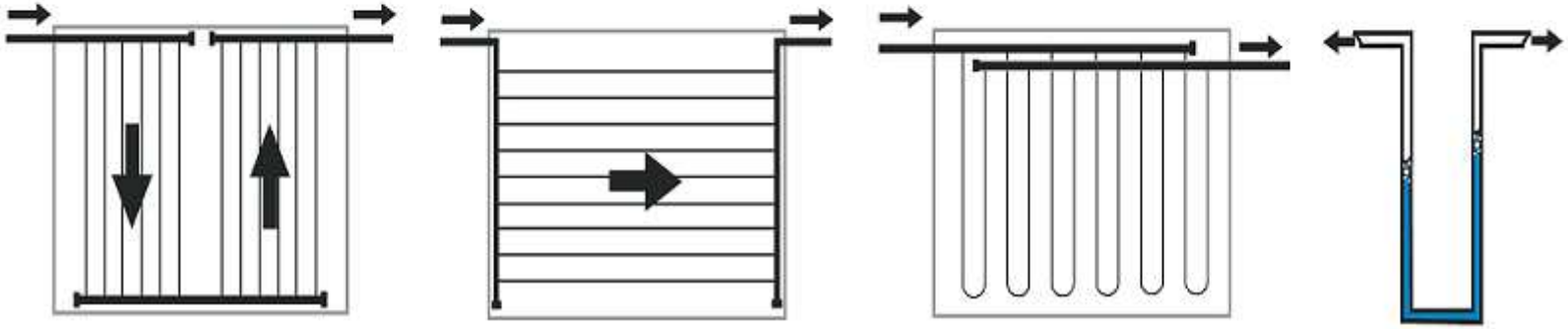


Vyprazdňování kolektorů

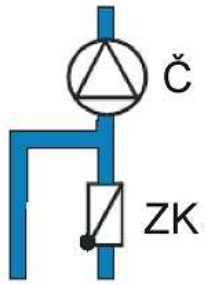
dobré



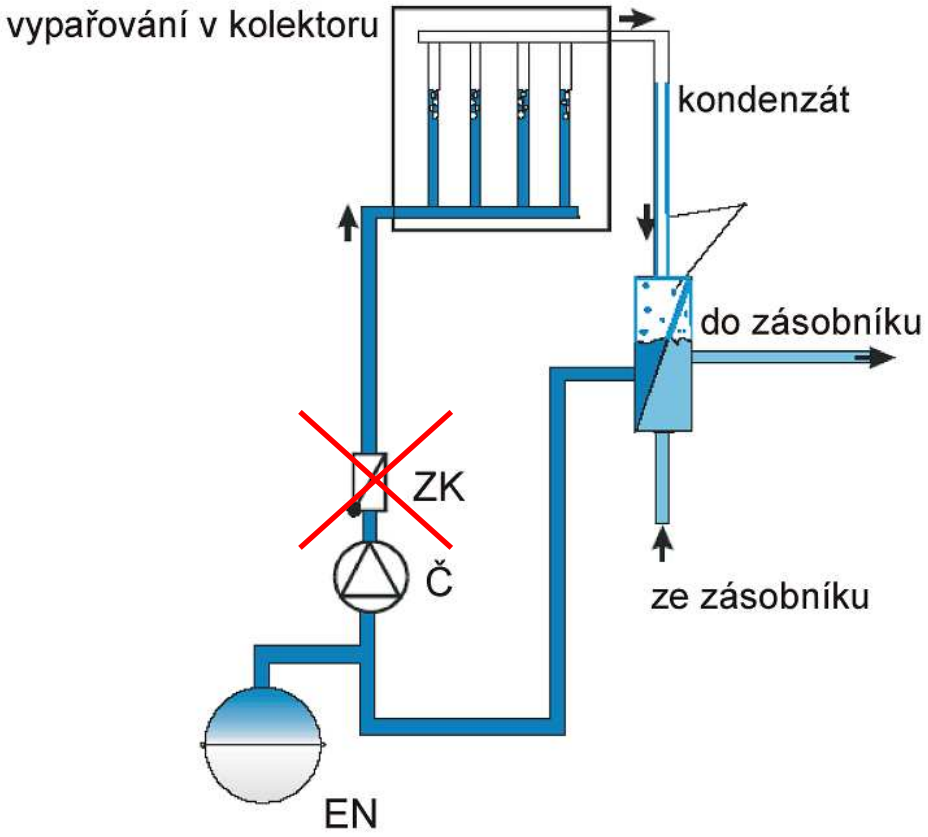
špatné



Zpětná klapka



správně



špatně

Teplonosná látka

- **odolná vůči cyklickým změnám skupenství**
  - provoz při nižším tlaku (200 – 300 kPa)
  - nižší bod varu (120 – 140 °C)
  - vhodné pro kolektory s dobrým vyprazdňováním
  - zpětná rozpustnost inhibitorů koroze

ovlivněn pouze zlomek objemu kolektoru

- **odolná vůči tepelné degradaci**
  - provoz při vyšším tlaku (500 – 1000 kPa)
  - vysoký bod varu (nedochází k vypařování)
  - vhodné pro kolektory se špatným vyprazdňováním

ovlivněn celý objem kolektoru

Ochrana proti problémům

- **kolektory** s dobrou vyprazdňovací schopností
- správné umístění **zpětné klapky**
- volba **teplonosné kapaliny**
- správný návrh **expanzní nádoby** – respektování tvorby páry
- správné dimenzování **potrubí** – funkce zásobníku kapaliny zpomalující průnik páry
- teplotní odolnost všech prvků solární soustavy (potrubí, izolace, ...)
- **sklon** kolektorů – fasádní kolektory výrazně omezují letní špičky
- drain back soustavy – samovolné vyprázdnění kapaliny kolektorů v době mimo provoz oběhového čerpadla

Teplonosné kapaliny pro solární soustavy

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

ČVUT v Praze

Požadavky

- **nízký bod tuhnutí, vysoký bod varu**
  - celoroční provoz (-25 až -30 °C)
  - stagnace (ploché až 200 °C, trubkové až 300 °C)
- **vhodné tepelně-fyzikální vlastnosti**
  - vysoká tepelná kapacita, vysoká tepelná vodivost (přenos tepla)
  - nízká viskozita (tlakové třecí ztráty)
- **teplotní odolnost a dlouhodobá stabilita vlastností**
  - vysoké teploty (stagnace)
  - omezení vylučování aditiv, snižování pH

Požadavky

- **ochrana proti korozi**
  - antikorozní aditiva (skupiny inhibitorů), životnost soustavy
- **kompatibilita s ostatními materiály**
  - těsnění, potrubí
- **bezpečnost**
  - nehořlavé, nevýbušné, netoxické, biologicky odbouratelné
- **nízká cena**

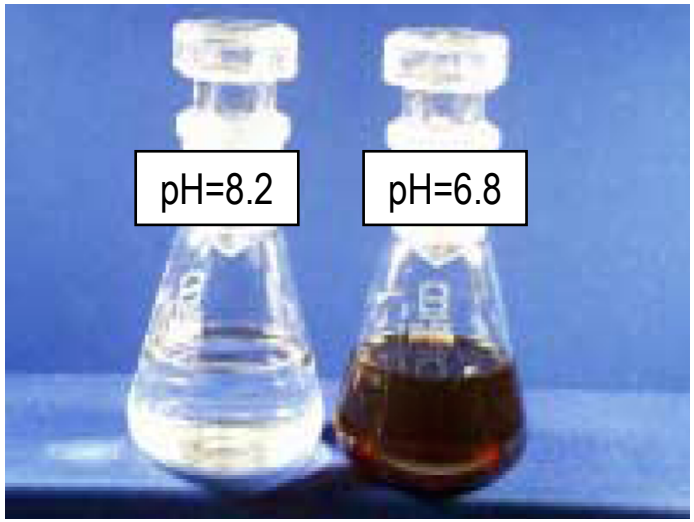
Typy solárních kapalin

- **voda**
  - netoxická, nehořlavá, levná, vysoká tepelná kapacita, nízká viskozita
  - omezený teplotní rozsah použití (sezónní soustavy), může způsobovat korozi či vylučování minerálních látek
- **etylenglykol**
  - nemrznoucí směs s vodou, jedovatý, relativně nízká viskozita
- **propylenglykol**
  - nemrznoucí směs s vodou, vysoká viskozita závislá na teplotě, nízká tepelná kapacita (o cca 20 % nižší než u vody), nutnost inhibitorů koroze, stabilizátorů a dalších přísad

Stagnace x propylenglykol

- **cyklická změna skupenství**
  - vylučování inhibitorů na vnitřních stěnách registru absorbéru
  - nutná zpětná rozpustnost inhibitorů koroze
  - kapalné inhibitory
  - degradace, zvýšení kyselosti (klesá pH), pevné usazeniny
- **teplotní zátěž**
  - tepelný rozklad směsi při vysokých teplotách
  - oxidační reakce, tvorba organických kyselin, pokles pH
  - neutralizace zvýšenou zásaditostí původní kapaliny

Stagnace x propylenglykol



pravidelné zkoušení pH

běžné solární kapaliny

ploché kolektory 150 °C

trubkové kolektory 300 °C

Vlastnosti

teplota tuhnutí T_F

$$\frac{T_F}{273{,}15} = A_0 + A_1\xi + A_2\xi^2$$

ξ ... hmotnostní podíl glykolu ve směsi s vodou

hustota, tepelná vodivost, měrná tepelná kapacita

$$P_x = A_1 + A_2\xi + A_3\frac{273{,}15}{T} + A_4\xi\frac{273{,}15}{T} + A_5\left(\frac{273{,}15}{T}\right)^2$$

dynamická viskozita, Prandtlovo číslo

$$\ln(P_x) = A_1 + A_2\xi + A_3\frac{273{,}15}{T} + A_4\xi\frac{273{,}15}{T} + A_5\left(\frac{273{,}15}{T}\right)^2$$

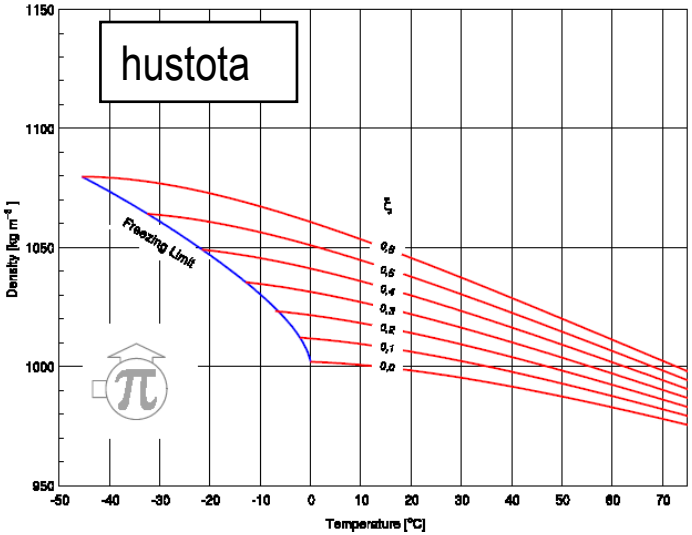
zdroj: Conde, M.: Thermophysical properties of brines – Models, Conde Engineering, http://www.mrc-eng.com, Zurich 2002.

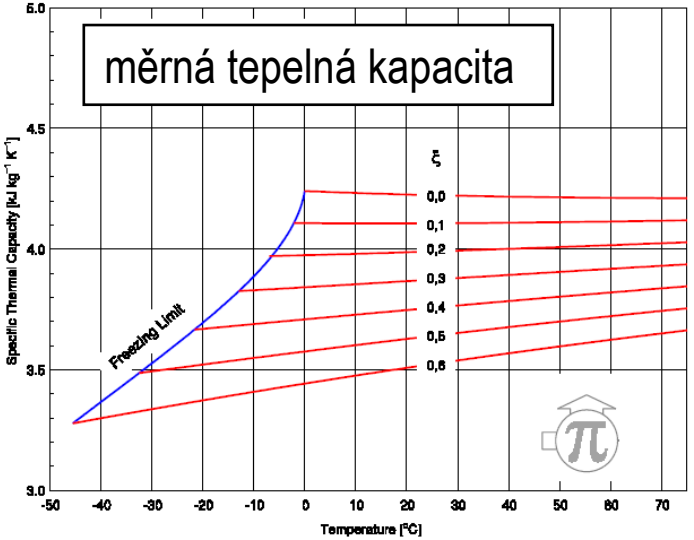
Vlastnosti propylenglykol

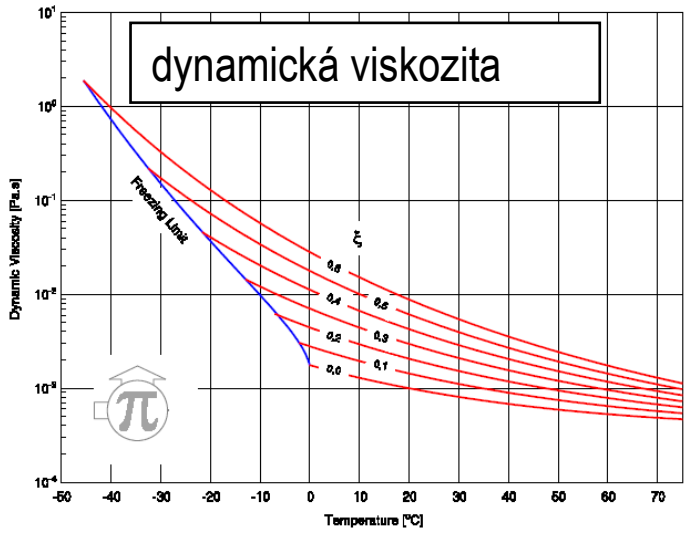
Parametr *A*	ρ [kg/m^3]	c_p [kJ/kg.K]	λ [W/m.K]	μ [Pa.s]	Pr [-]	T_F [K]
0	-	-	-	-	-	1,0
1	508,41109	4,47642	1,18886	-1,02798	6,66139	-0,03736
2	-182,40820	0,60863	-1,49110	-10,03298	-6,99440	-0,40050
3	965,76507	-0,71497	-0,69682	-19,93497	-18,55114	-
4	280,29104	-1,93855	1,13633	14,65802	12,04640	-
5	-472,22510	0,47873	0,06735	14,62050	14,47735	-

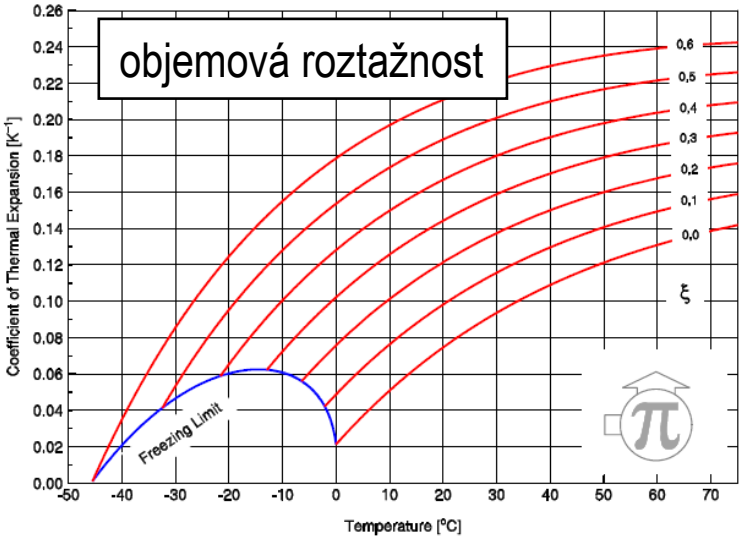
zdroj: Conde, M.: Thermophysical properties of brines – Models, Conde Engineering, http://www.mrc-eng.com, Zurich 2002.

Vlastnosti propylenglykol



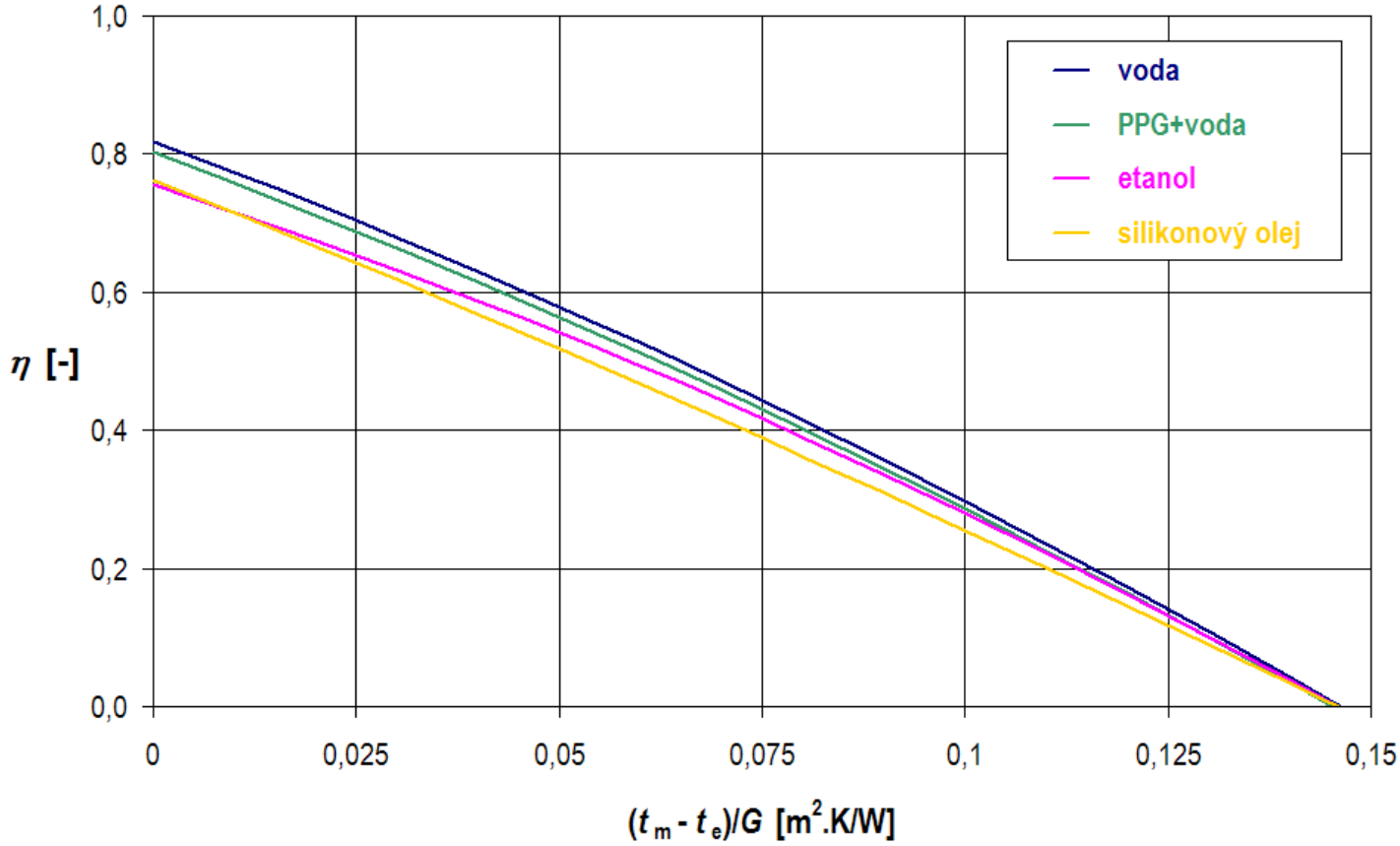






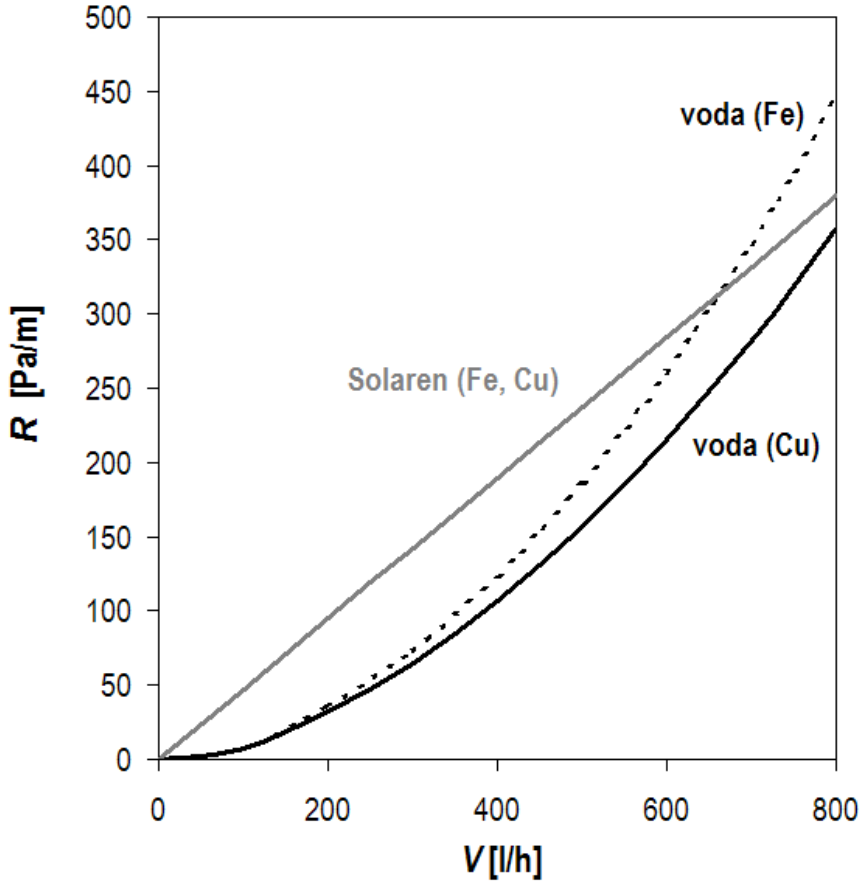
Vliv vlastností propylenglykolu

- **na účinnost kolektoru**
  - změna není příliš výrazná (1 %) oproti vodě (zkušebna)

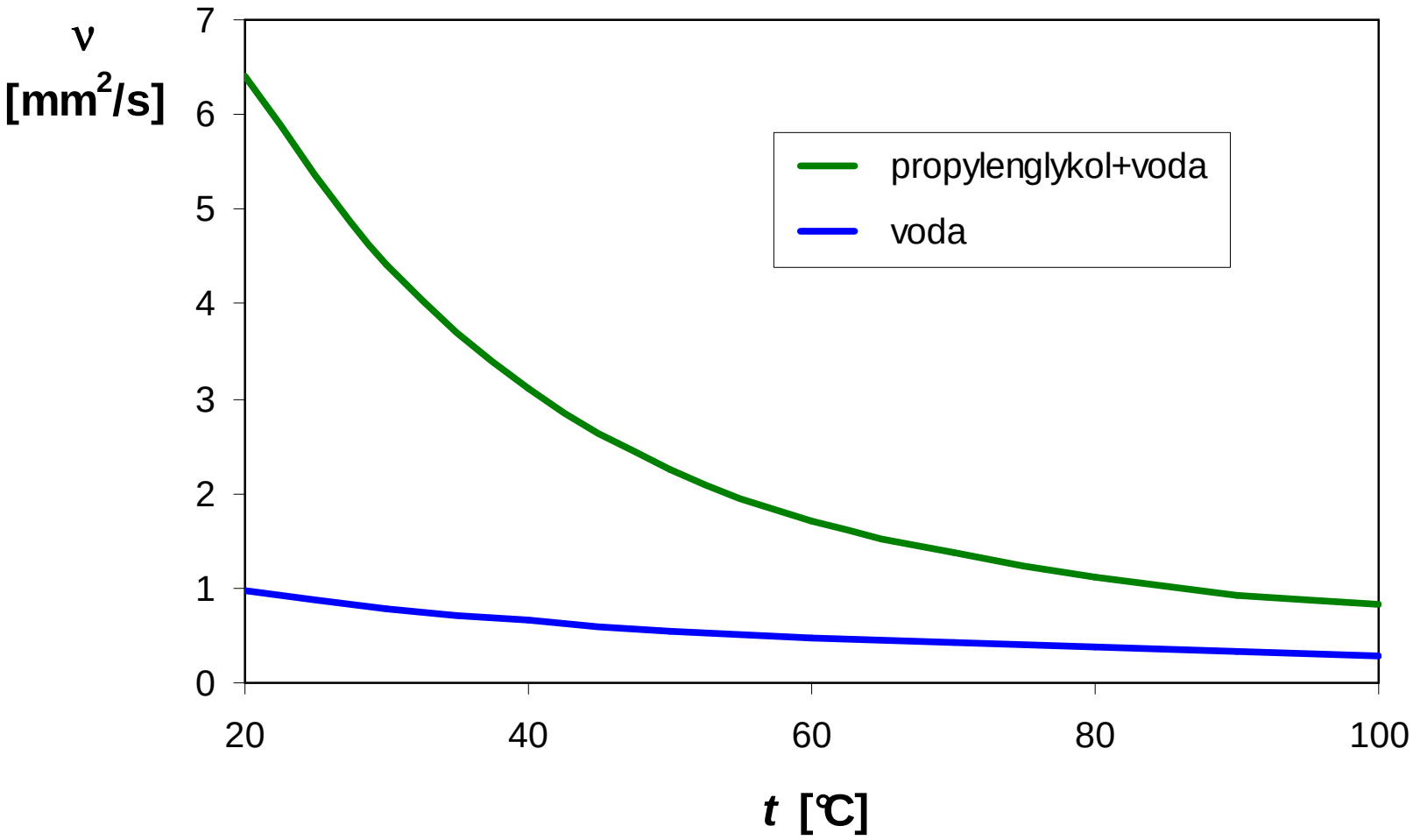


Vliv vlastností propylenglykolu

- **na hydrauliku solární soustavy**
  - vyšší viskozita, laminární proudění (třecí ztráty, místní ztráty)
  - výrazná závislost viskozity na teplotě, změna hydraulického chování soustavy při zahřátí (posun pracovního bodu)



Kinematická viskozita



Vliv teplonosné látky

- **na přenášený výkon, výměníky tepla**
  - nižší tepelná kapacita, laminární proudění = nižší výkon u výměníků tepla
- **na účinnost oběhového čerpadla**
  - hydraulická charakteristika se nezmění (oproti vodě)
  - pokles účinnosti čerpadla vlivem vyšších třecích ztrát v těle čerpadla
- **na velikost expanzní nádoby**
  - objemová roztažnost propylenglykolu (50/50) je vyšší než u vody

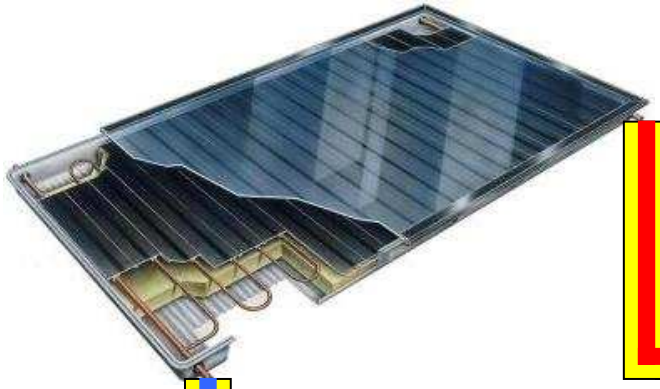
Potrubí a izolace pro solární soustavy

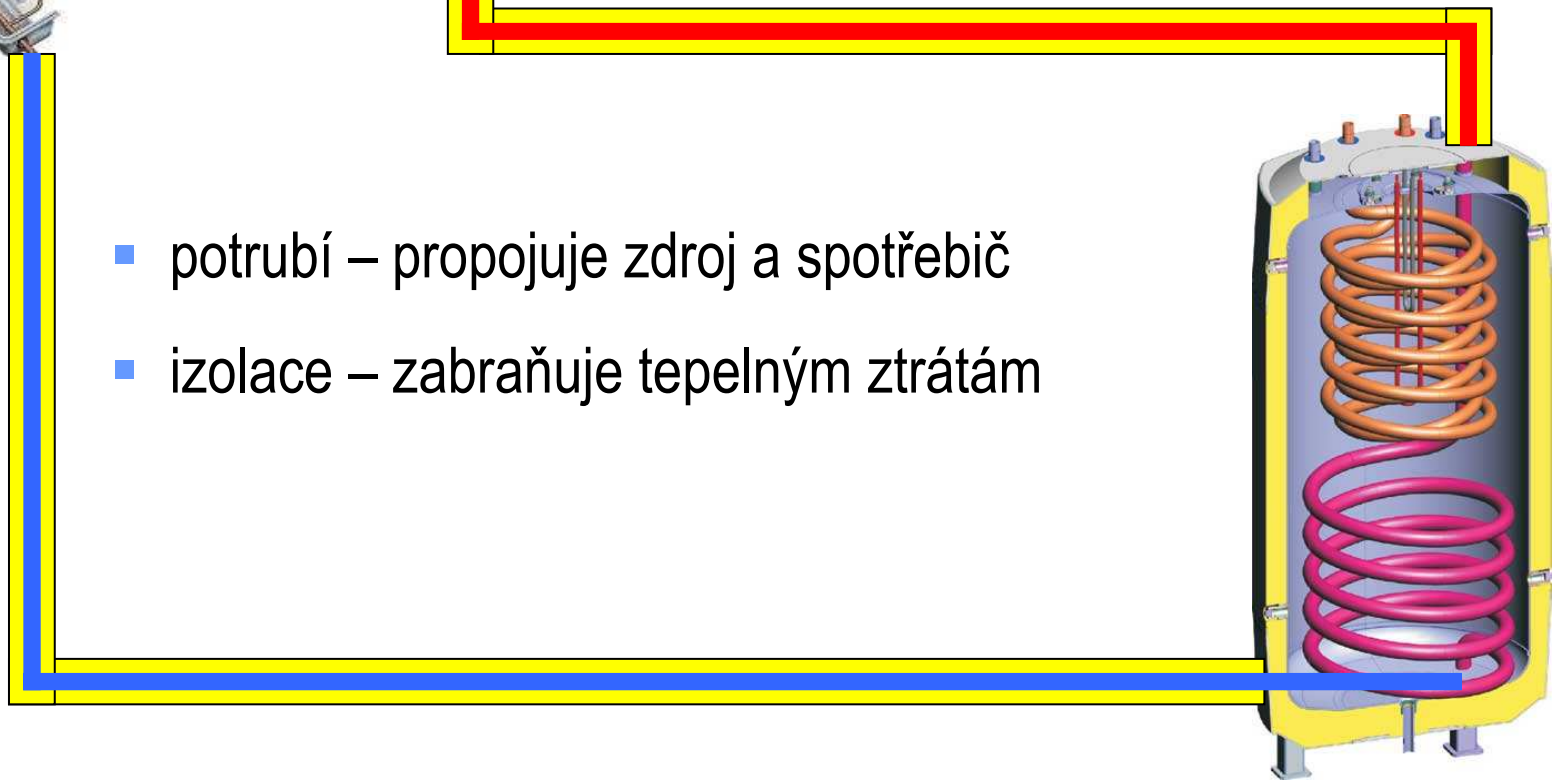
Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

ČVUT v Praze

Potrubí a izolace





- potrubí – propojuje zdroj a spotřebič
- izolace – zabraňuje tepelným ztrátám

Obecné požadavky

- **funkčnost**
  - musí odpovídat typu a použití soustavy
- **životnost**
  - odolnost vůči tlakům a teplotám, stárnutí, atmosférickým vlivům
- **energetická náročnost**
  - potrubí – nízké třecí ztráty (drsnost), vliv na spotřebu čerpací práce a el. energie pro pohon čerpadel
  - tepelná izolace – nízké tepelné ztráty, vliv na účinnost a zisky soustavy, potřebu záložní energie

Potrubí - materiály

- **plastové (EPDM)**
  - pouze bazénové aplikace
  - EPDM, polypropylen, polyester, polyetylen
  - s ochranou proti UV záření

Potrubí - materiály

- **měděné potrubí**
  - nízká drsnost (k = 0,001 mm), neovlivňuje zpravidla součinitel třecí tlakové ztráty (laminární proudění)
  - (+) jednoduché spojování (pájení, lisované spoje)
  - (+) stejný materiál jako kolektory, nulový el.-chem. potenciál
  - (–) cena, zvláště při *d* > 28 mm

Potrubí - materiály

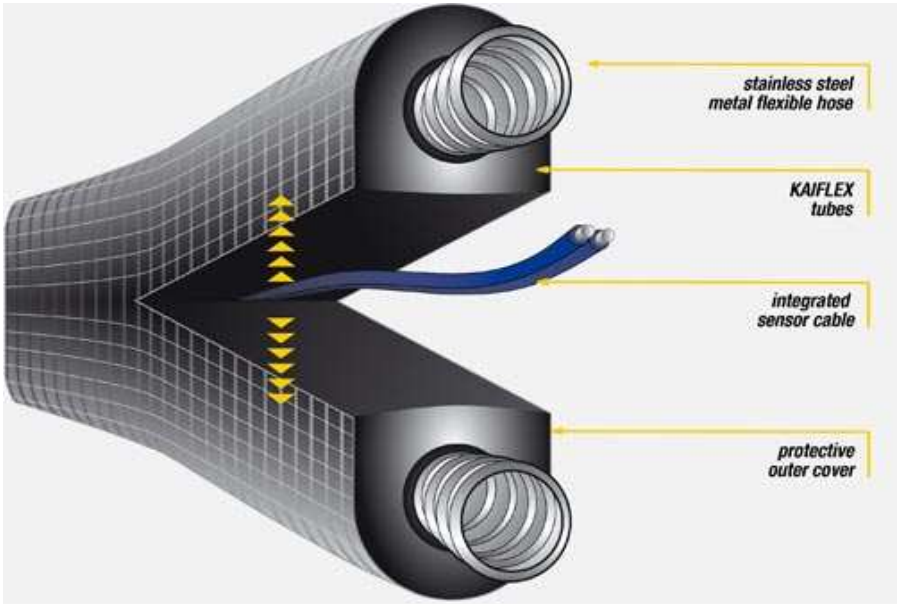
- **ocelové bezešvé**
  - vyšší drsnost (k = 0,02 mm), neovlivňuje zpravidla součinitel třecí tlakové ztráty (laminární proudění)
  - (–) svařování, závity
  - (– – –) pozinkované chemické reakce zinek-glykol
  - (+) cena, zvláště při větších světlostech

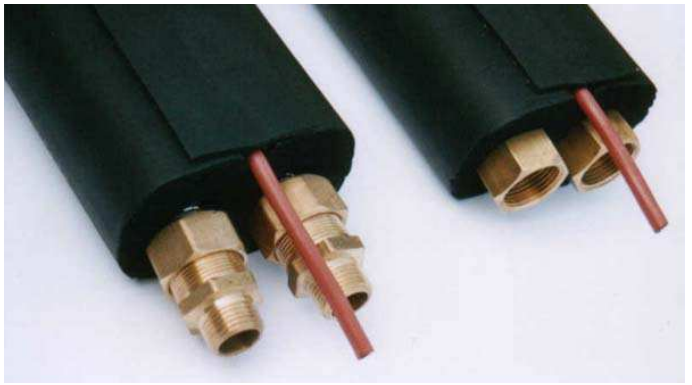
Potrubí - materiály

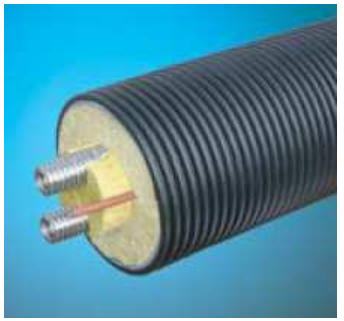
- **nerez ocel (vlnovec)**
  - (–) vyšší tlakové ztráty
  - (–) cena
  - (+) hygienický atest pro pitnou vodu
  - (+) ohebné (r_o = 2D), tvarovatelné (kombiflex)
  - (+) rychlá a jednoduchá montáž

Potrubí - materiály

- **kompaktní potrubní systémy**
  - flexi nebo Cu potrubí
    minerální nebo kaučuková izolace
    kabel čidla
  - ochranná vrstva

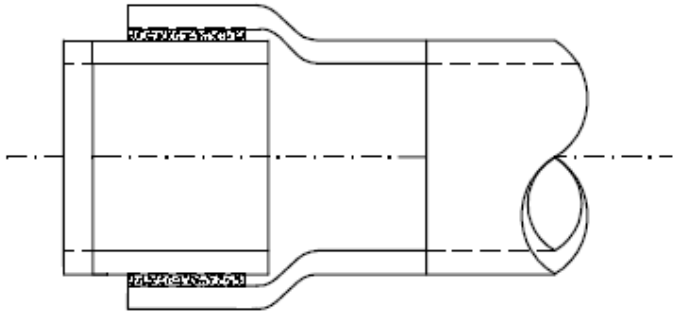


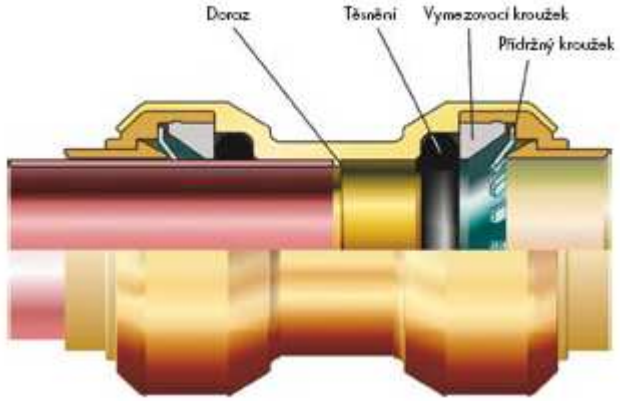




Potrubí – spoje nerozebíratelné

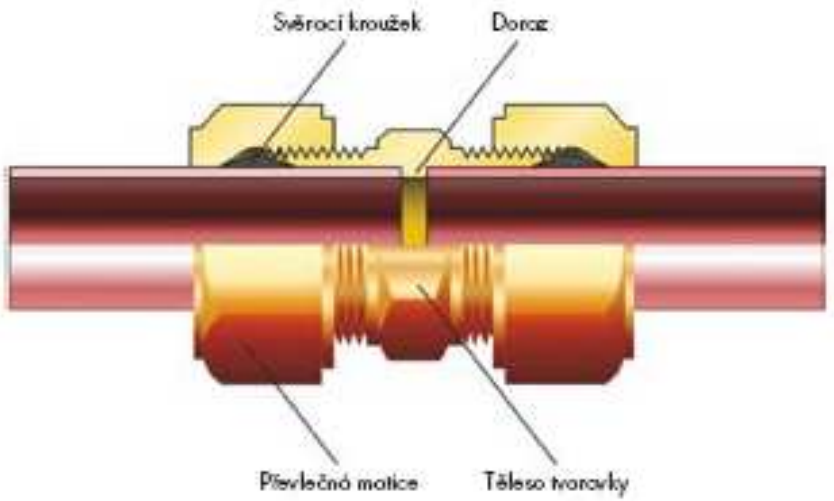
- **měkké pájení (Cu)**
  - kapilární pájení (< 270 °C)
- **tvrdé pájení (Cu)**
  - kapilární pájení (> 450 °C)
- **lisované spoje (Cu)**
  - lisovací kleště, tvarovky
- **svařované spoje (Fe)**
  - pro větší průměry
- **samosvorné tvarovky (Cu)**





Potrubí – spoje rozebíratelné

- **závitové spoje (Fe, nerez)**
  - pracné řezání závitů
  - riziko netěsnosti
- **svěrné spoje (Cu)**
  - svěrací kroužek
  - vysoké teploty
- **přírubové spoje (Cu, Fe)**
  - rovné těsnicí plochy



Potrubí – elektrochemická řada

zlato	Au	+ 1,50 V
platina	Pt	+ 0,87 V
stříbro	Ag	+ 0,80 V
měď	Cu	+ 0,34 V
vodík	H	0 V
olovo	Pb	- 0,13 V
cín	Sn	- 0,14 V
nikl	Ni	- 0,23 V
železo	Fe	- 0,43 V
zinek	Zn	- 0,73 V
hliník	Al	- 1,67 V

- **voda s obsahem kyslíku**
  - elektrolyt
  - galvanický článek
- **měděné ionty**
  - ve směru proudění korodují ostatní materiály níže v el-chem. řadě
- **plastové vsuvky**
  - omezení galvanického článku

Vedení potrubí

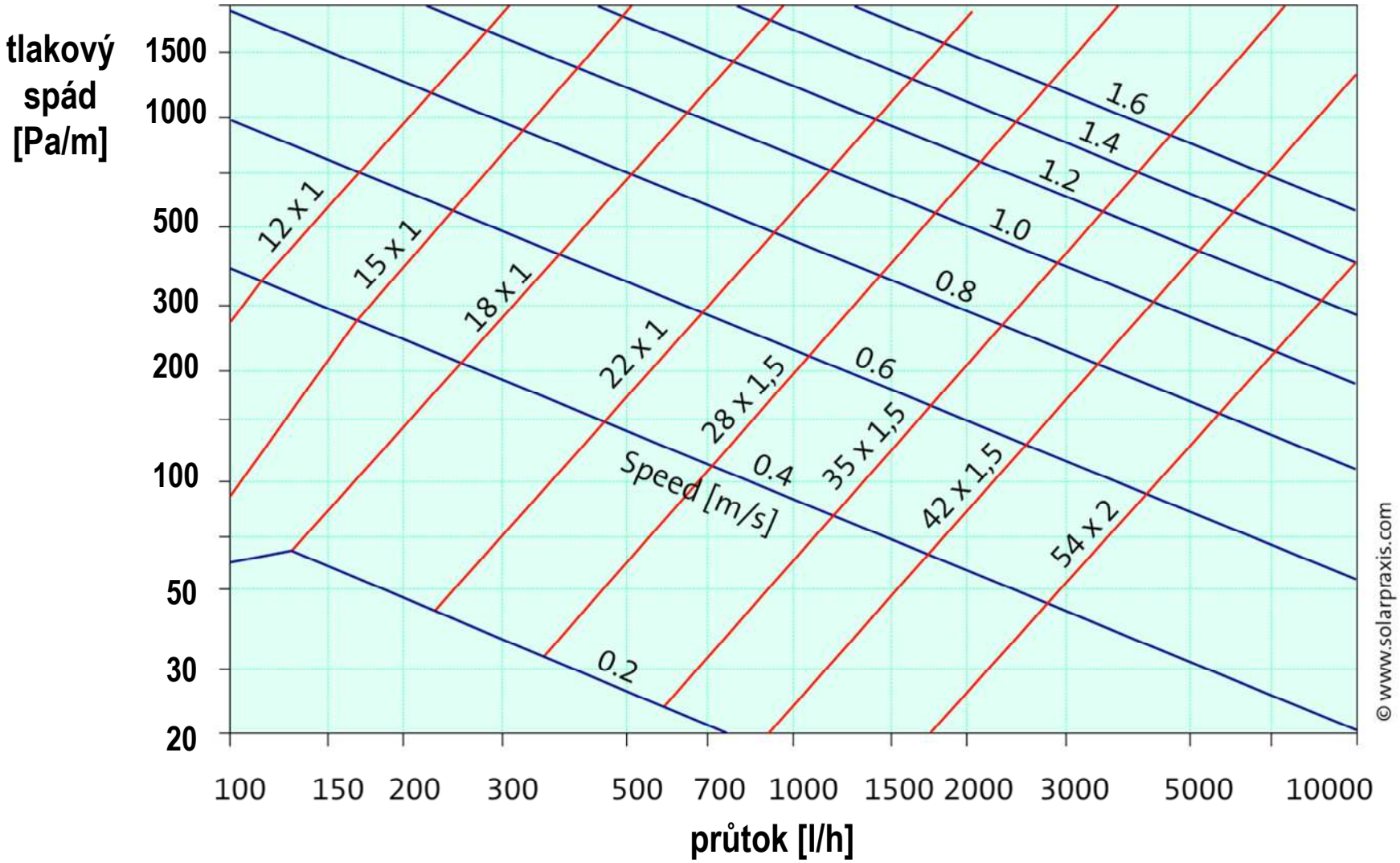
- **vedení potrubí**
  - výstupní potrubí vést co nekratší cestou (tepelné ztráty)
  - Tichelmannův rozvod na vstupním potrubí do kolektoru
  - co nejméně potrubí ve venkovním prostředí (odolná izolace)
  - potrubí nevést v nejvyšším místě (korozní potenciál)
  - řádné odvzdušnění soustavy

- **délková dilatace – tepelná roztažnost**
  - pevné body x dilatační prvky (U smyčky, ohyby, kompenzátory)
  - zpravidla každých 10 až 15 m

Návrh světlosti potrubí

- **požadovaný průtok kolektorovým polem**
  - soustavy s nízkým průtokem (**low-flow**): 10 až 20 l/h.m^2
    vysoké ΔT na kolektorech 25 až 40 K
  - soustavy s vysokým průtokem (**high-flow**): 50 až 100 l/h.m^2
    nízké ΔT na kolektorech 5 až 10 K
  - ekonomická rychlost, ekonomický tlakový spád
  - rychlost v potrubí 0,2 až 0,6 m/s (analogicky jako u otopných soustav)

Návrh světlosti potrubí



Návrh světlosti potrubí

Návrhové tabulky (tlakový spád, rychlost, průtok, světlost)

voda:
Laboutka, K., Suchánek, T.: *Výpočtové tabulky pro vytápění (Sešit projektanta č. 9)*. Společnost pro techniku prostředí, Praha 2001.

propylenglykol-voda (Solaren):
Kramoliš, P., Vrtek, M.: *Tabulky pro stanovení hydraulické ztráty třením v kruhovém potrubí a hydraulické ztráty místními odpory při proudění teplonosné kapaliny Solaren*. Technické vydavatelství Praha, 2004.
ISBN 80-803261-1-0

analytické vztahy (etylenglykol, propylenglykol):
Matuška, T.: Solární tepelné soustavy. Sešit projektanta č. 1. STP 2009.

Návrh světlosti potrubí

- **provozní energetická náročnost**
  - malolo … ůtok 400 l/h.m^2 délka …
  - roční t … 600 kWh/rok
  - doba běhu soustavy (oběhového čerpadla): 2000 h/rok

správný návrh:

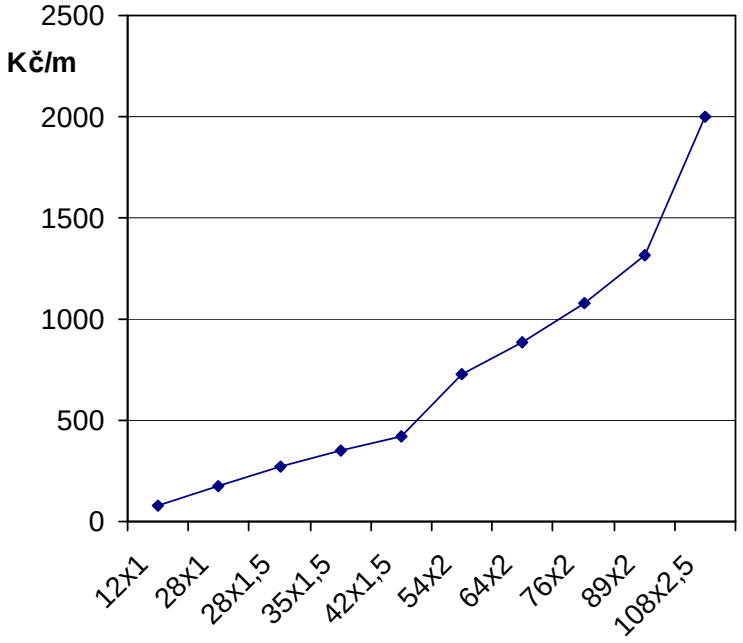
podíl provozní spotřeby el. energie **< 3 %**

optimálně < 1 %

světlost potrubí ***d* x *t***	rychlost v potrubí ***w* [m/s]**	tlaková ztráta **Δp [kPa]**	příkon čerpadla **$P_č$ [W]**	spotřeba el. energie **E_e [kWh$_e$/rok]**	podíl na solárním zisku **p_{el} [%]**
18x1	0,55	23,7	42	84	5
22x1	0,35	11,8	32	64	4
28x1	0,21	6,4	20	40	2,5

Návrh světlosti potrubí

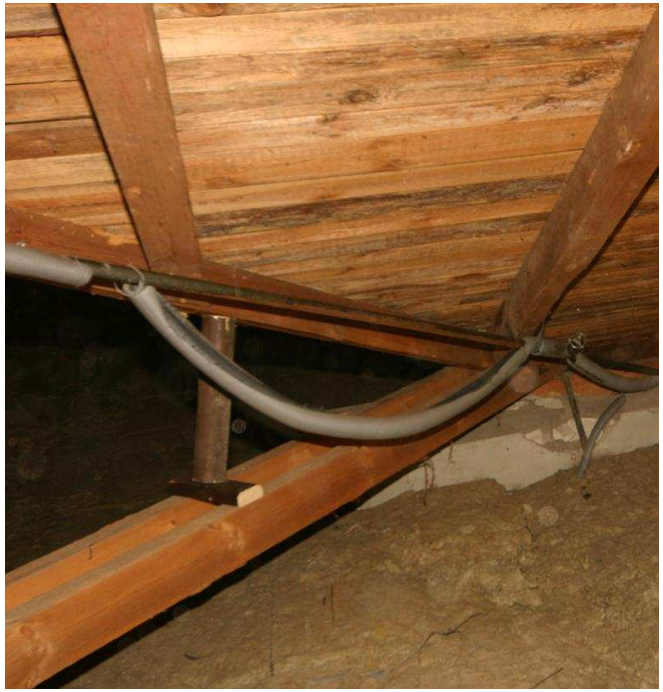
- **požadovaná max. světlost potrubí**
  - světlosti Cu potrubí > 28 x 1.5 mm velmi drahé
  - dělení primárního okruhu do větví



- **požadovaný objem potrubí**
  - objem potrubí jako ochrana expanzní nádoby proti pronikání páry při stagnaci
  - V_p = (0,5 až 1,0)V_k; $V_p = V_{EN}/2$

Tepelná izolace - požadavky

- **odolnost vůči max. teplotám**
  - v blízkosti kolektoru: stagnační teploty min. 170 °C
  - vzdálenější místa: min. 120 °C



Tepelná izolace - požadavky

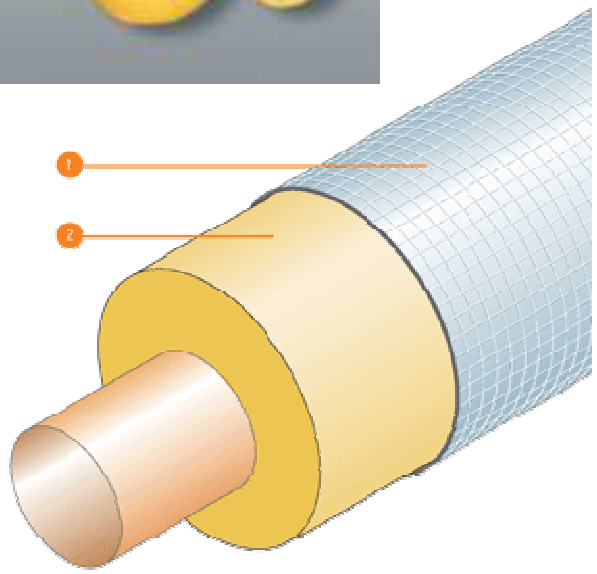
- **odolnost vůči venkovnímu prostředí**
  - vlhkost
    zvýšení tepelných ztrát
    degradace izolace
    nenasákavá izolace
  - UV záření
    (–) kaučukové izolace
  - ptáci, hlodavci
    vyzobávání, vykusování
    (–) kaučukové izolace

Tepelná izolace – materiály

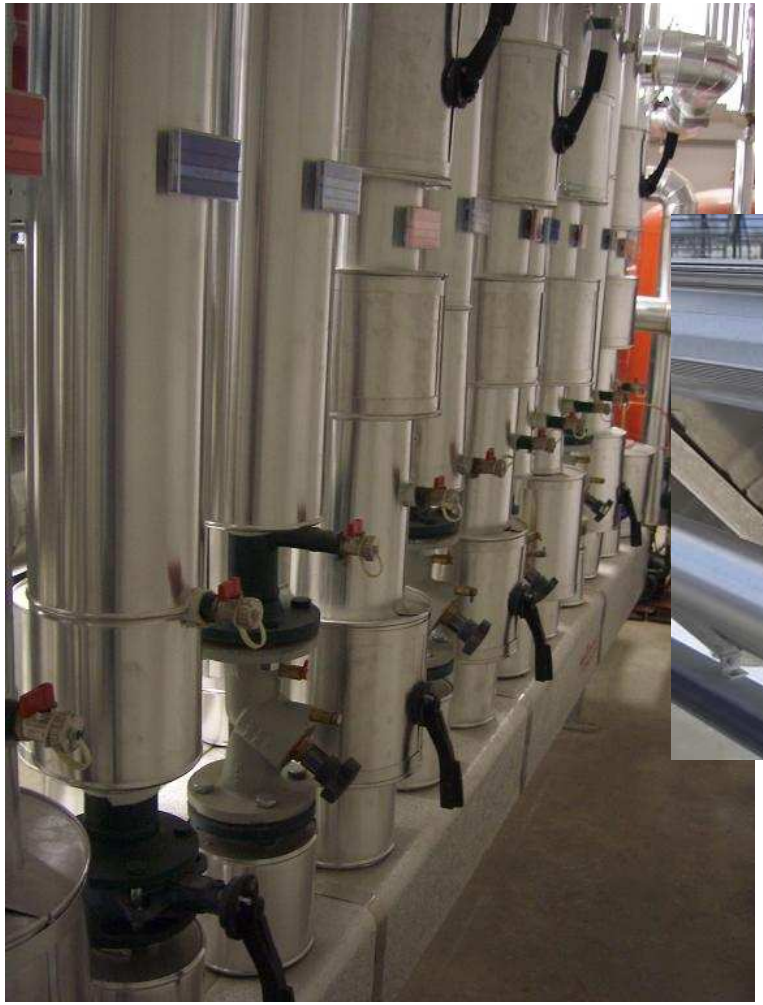
- **EPDM pěny, syntetický kaučuk**
  - (+) nízká tepelná vodivost
  - (+) nenasákavost
    uzavřená struktura
  - (+) UV ochrana
  - (–) potrava pro ptáky
  - teplotní odolnost:
    170 °C krátkodobě
    130 °C dlouhodobě

Tepelná izolace – skelná vlna

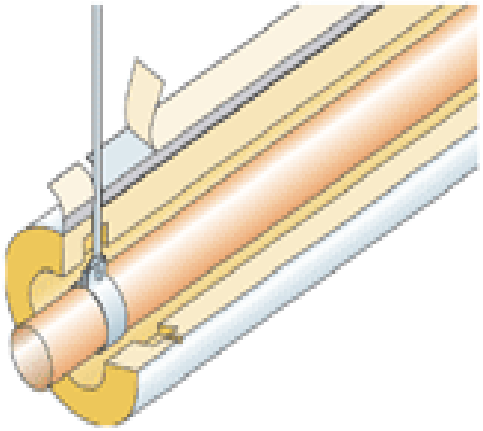
- **skelná a minerální vlna**
  - (+) odolnost vůči UV záření
  - (–) otevřená struktura nutnost uzavírat do krytu, hliníková folie, oplechování
  - (+) dlouhodobá odolnost do 280 °C

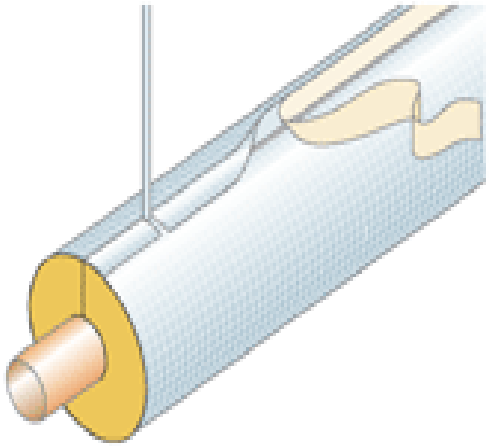


Tepelná izolace – oplechování



Tepelná izolace – tepelné mosty





úchyty, objímky

armatury

čerpadla

výměníky tepla

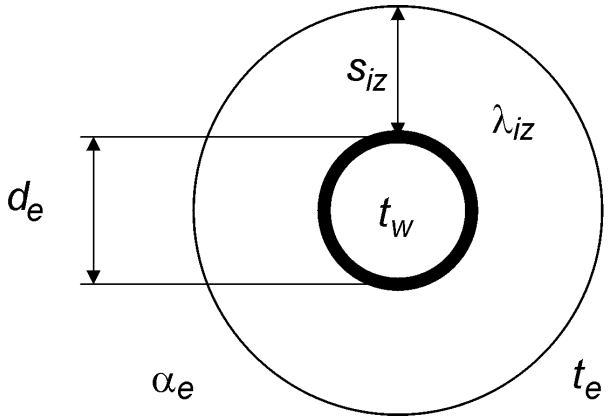
Tepelná izolace – tepelné mosty

Návrh tloušťky izolace

- **legislativa pro tepelné soustavy**
  - vyhláška 193/2007 Sb.
  - požadavek na minimální součinitel prostupu tepla *U* [W/m.K]

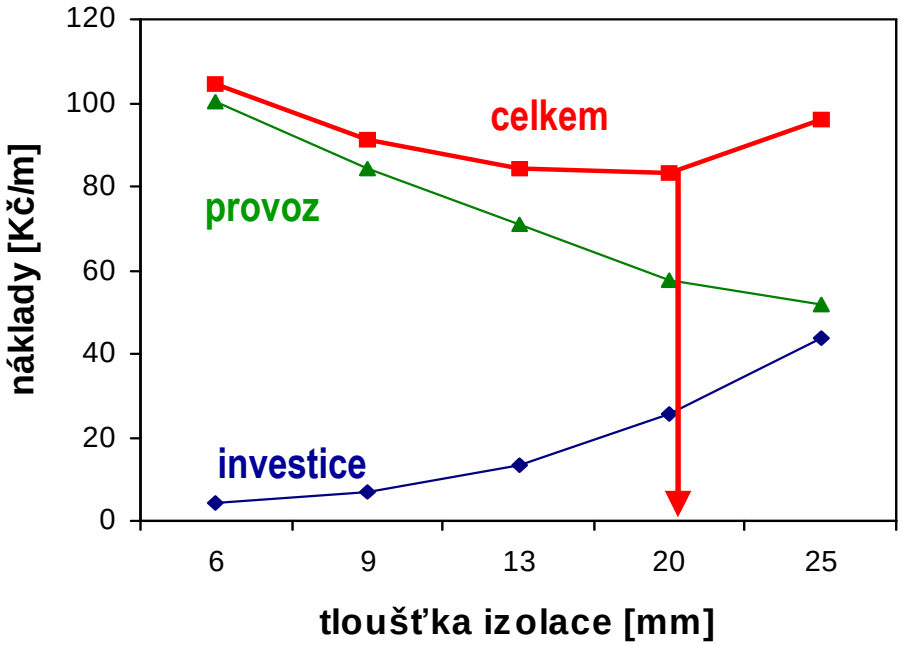
$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_{iz}} \ln\left(\frac{d_e + 2 \cdot s_{iz}}{d_e}\right) + \frac{1}{\alpha_e} \cdot \frac{1}{(d_e + 2 \cdot s_{iz})}}$$

Cu d_e [mm]	požadavek U_N [W/m².K]	0,035 s_{iz} [mm]	0,040 s_{iz} [mm]
18	0,15	25	34
22	0,15	32	43
28	0,18	29	38
35	0,18	38	48
42	0,18	46	59



Návrh tloušťky izolace

- **optimalizační výpočet**
  (vyhláška 193/2007, § 2, odst. 3)
  - cena izolace
  - cena solárního tepla
  - hospodárná tloušťka izolace



- **typické hodnoty**
  - tloušťka izolace = světlost potrubí

d_e [mm]	s_{iz} [mm] *
< 22	20
28 až 42	30
> 42	$s_{iz} = d_e$

* ČSN EN 12976-2: Tepelné solární soustavy a součásti - Soustavy průmyslově vyráběné. Kapitola 12. ČNI 2006

Návrh tloušťky izolace

- **provozní energetická náročnost**
  - maloplošná soustava pro TV, 3 kolektory = 6 m^2, potrubí 22x1 mm
    1. potrubí 30 m vedeno vnitřním prostředím (z toho 1 m vnějším)
    2. potrubí 15 m vedeno vnitřním, 15 m vnějším prostředím
  - izolace **9 mm** (*U* = 0,32 W/m.K), izolace **30 mm** (*U* = 0,18 W/m.K)

Tloušťka	Rozvod vnitřním prostředím			Rozvod vnitřním / venkovním prostředím		
	$Q_z / Q_{p,TV}$ [%]	*f* [%]	t_b [h]	$Q_z / Q_{p,TV}$ [%]	*f* [%]	t_b [h]
9 mm	13,4	**56,9**	2027	15,4	**55,8**	2042
30 mm	9,9	**58,0**	1984	10,9	**57,4**	1994

Pojistná a zabezpečovací zařízení

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

ČVUT v Praze

Pojistná a zabezpečovací zařízení

- **pojistný ventil**
  - chrání primární okruh solární soustavy proti nedovolenému tlaku

- **expanzní nádoba**
  - umožňuje změny objemu teplonosné kapaliny vlivem tepelné objemové roztažnosti bez nedovoleného zvýšení tlaku a zbytečných ztrát kapaliny způsobených otevřením pojistného ventilu a to ani v případě stagnace

neexistují zvláštní normy pro jejich návrh v solárních soustavách, analogie s klasickými topenářskými, úprava vzhledem k odlišnostem

(Pře)Tlaky v solární soustavě

otevírací tlak pojistného ventilu p_{PV}

maximální provozní tlak p_e

$$p_e = p_{PV} - 20\,\text{kPa} \quad \text{pro} \quad p_{PV} \leq 300\,\text{kPa}$$

$$p_e = 0{,}9 \cdot p_{PV} \quad \text{pro} \quad p_{PV} > 300\,\text{kPa}$$

rozsah provozních tlaků soustavy
ovlivňuje návrh expanzní nádoby

$$p_0 = h_s \cdot \rho \cdot g + p_d$$

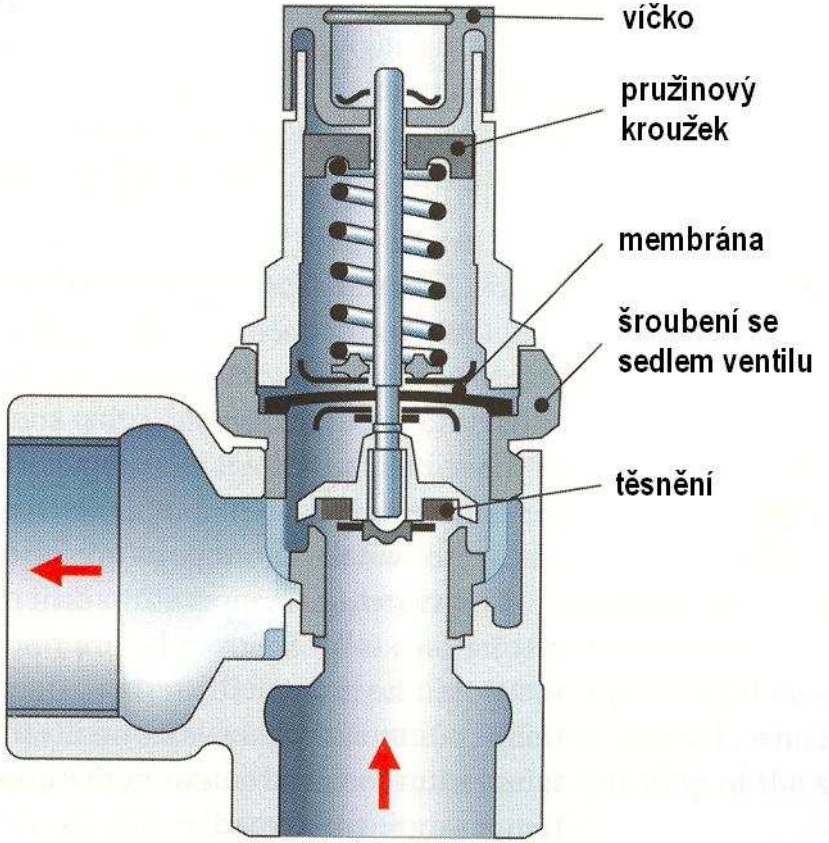
minimální provozní tlak v nejvyšším místě
p_d = 20 kPa až ... kPa

plnicí tlak p_0

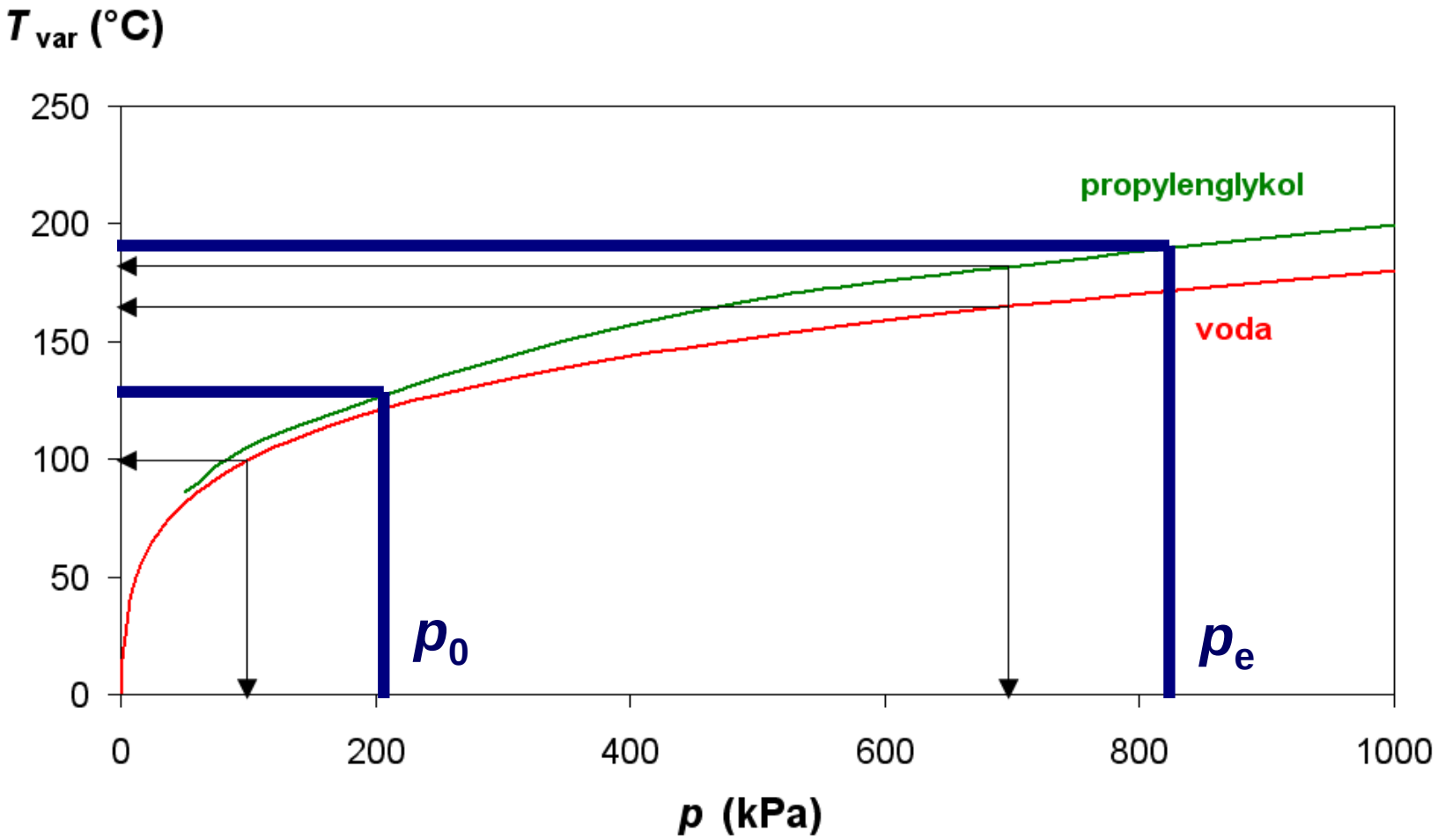
hydrostatický tlak p_h

Pojistný ventil

- **volba pojistného tlaku**
  - musí respektovat tlakovou odolnost prvků soustavy
  - ovlivňuje velikost expanzní nádoby
  - musí odpovídat volbě strategie potlačení nepříznivých účinků stagnace
    - s změnou skupenství
    - beze změny skupenství



Teplota varu



Pojistný ventil

- **stanovení průřezu**
  - použije se klasický topenářský návrh pro výpočet průtočného průřezu sedla ventilu

$$S_o \geq \frac{\dot{Q}_p}{\alpha_v \cdot K} \qquad \text{mm}^2$$

α_v výtokový součinitel

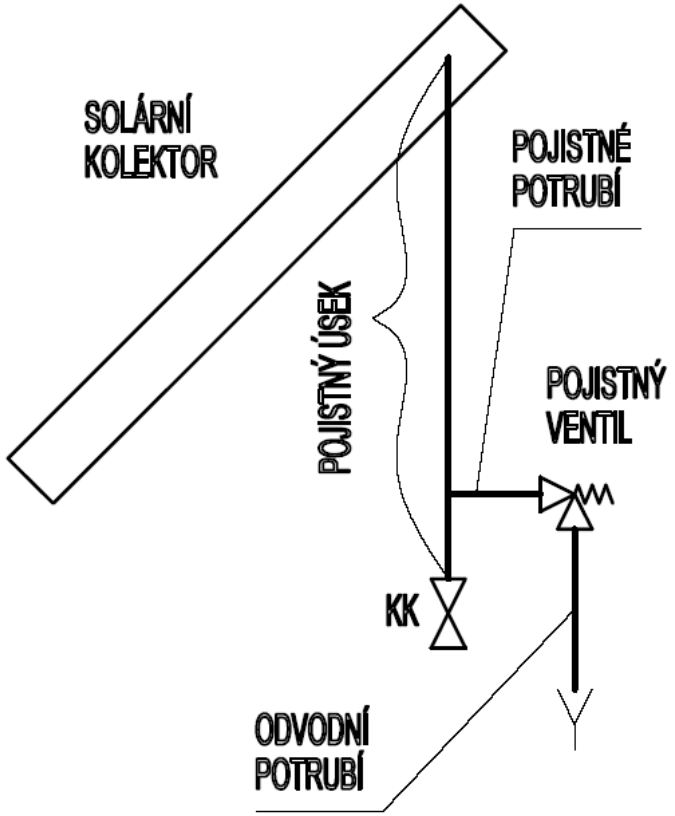
K konstanta (k dispozici pro sytou vodní páru)

Q_p jmenovitý výkon (kolektorů)

G = 1000 W/m^2, t_e = 10 až 20 °C, t_m = 20 až 50 °C

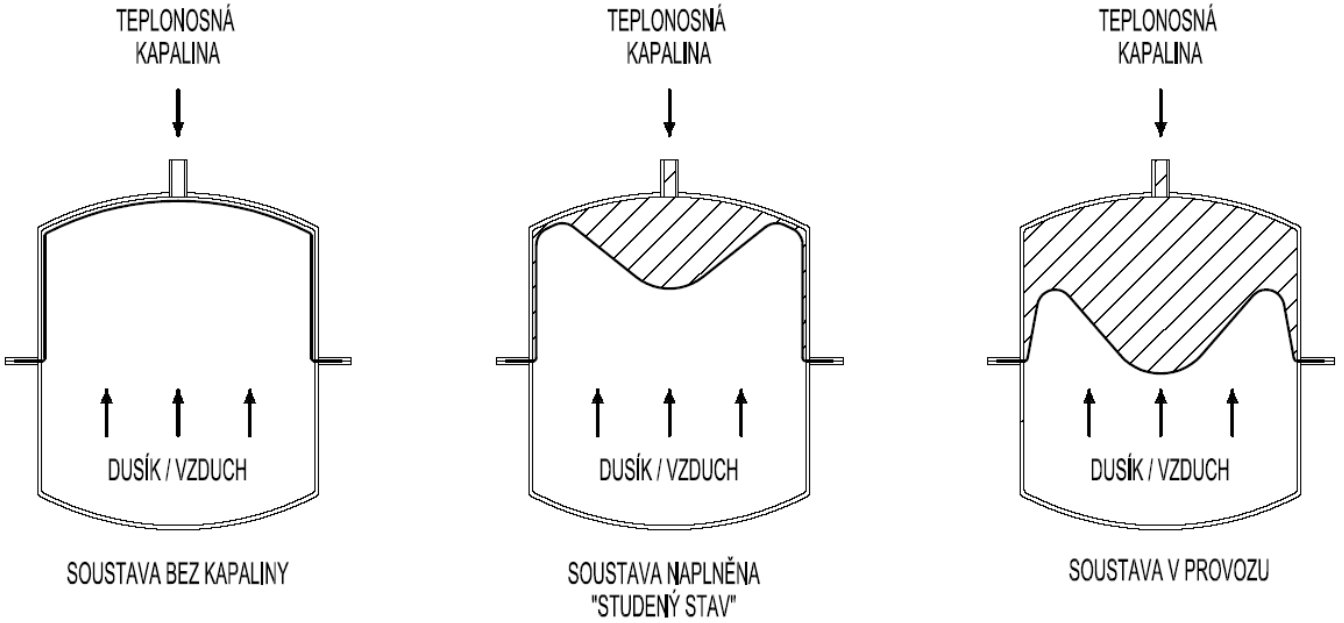
Umístění pojistného ventilu

- pojistný ventil musí být umístěn **v pojistném úseku**
- zajištěn volný odtok, bez akumulace nečistot
- musí být **pravidelně kontrolován**
- **česká norma**
  - v pojistném úseku **nesmí být uzávěr**
  - pojistný úsek **20 x *d***
  - zahraniční normy omezení délky pojistného úseku neznají (**!**)



Expanzní nádoba

- **otevřené soustavy (drain-back)**
  - zvýšení hladiny v otevřeném zásobníku
- **uzavřené soustavy**
  - tlaková expanzní nádoba s membránou



Návrh expanzní nádoby

- **minimální objem expanzní nádoby**
  - min. objem kapaliny v EN ve studeném stavu $\boldsymbol{V_s}$
    - 1 – 10 % objemu solární soustavy, min. 2 litry
  - změna objemu kapaliny v solární soustavě $\boldsymbol{V}$ objemovou roztažností β z teploty t_0 = 10 °C na t_{max} = 90 až 130 °C
  - pohlcení objemu kolektorů $\boldsymbol{V_k}$ vytlačeného při stagnaci (případně i přívodních potrubí – změna v parní skupenství)

$$V_{EN,min} = V_s + V \cdot \beta + V_k$$

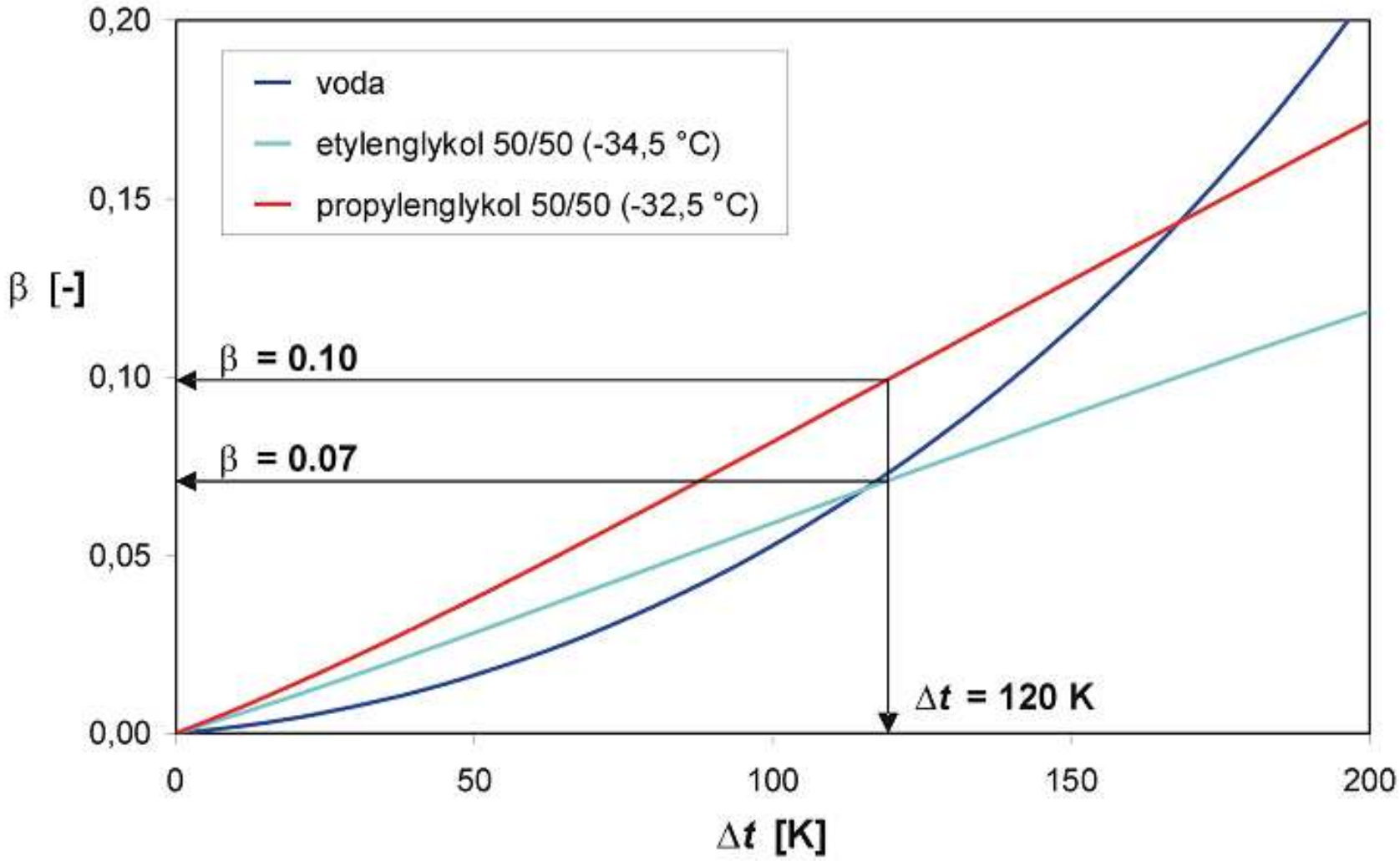
Součinitel objemové roztažnosti

$$\beta = \frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right) = -\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial \rho}{\partial T}\right)$$

$$\beta = \frac{v(t_{max}) - v(t_0)}{v(t_0)} = \frac{\rho(t_0)}{\rho(t_{max})} - 1$$

$\rho(t)$	hustota teplonosné kapaliny při teplotě t	[kg/m^3]
t_0	teplota plnění soustavy (10 °C)	
t_{max}	maximální teplota v solární soustavě (90 až 130 °C)	

Součinitel objemové roztažnosti



Návrh expanzní nádoby

- **stupeň využití expanzní nádoby**

$$\eta = \frac{p_e - p_0}{p_e + p_b}$$

p_e maximální tlak v solární soustavě

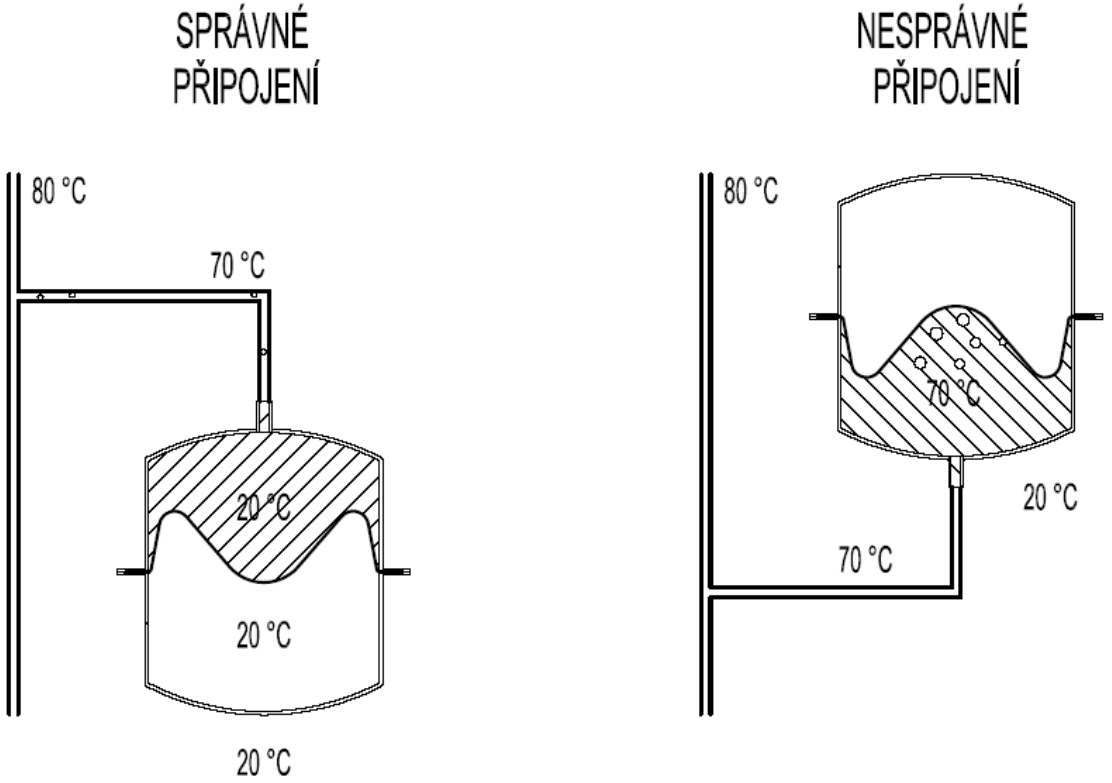
p_0 minimální tlak v solární soustavě

p_b atmosférický tlak (100 kPa)

$$V_{EN} = \left(V_s + V \cdot \beta + V_k\right) \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_0}$$

výběr EN s nejbližším vyšším objemem z řady

Připojení expanzní nádoby



nastavení předtlaku v EN: $p_v = p_0 - 30$ kPa

Děkuji za pozornost

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí

Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Technická 4, 166 07 Praha 6

tomas.matuska@fs.cvut.cz

solab.fs.cvut.cz

Návrh výměníků tepla a oběhových čerpadel

Bořivoj Šourek
Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní
ČVUT v Praze

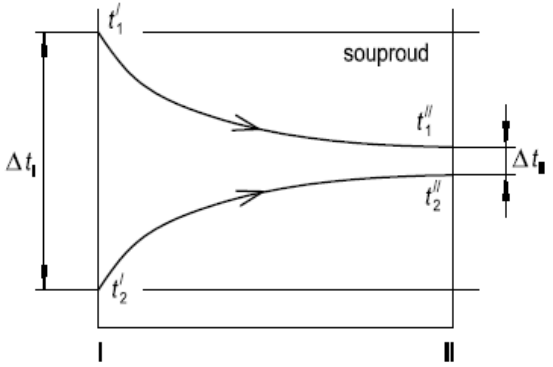
Návrh výměníků tepla

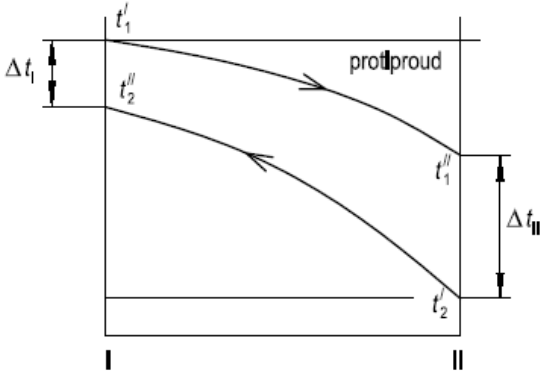
- ruční výpočet pouze v „nouzi“ a/nebo u vestavěných výměníků

$$\dot{Q} = \dot{M}_1 c_1 \left(t_1' - t_1''\right) = \dot{M}_2 c_2 \left(t_2'' - t_2'\right)$$

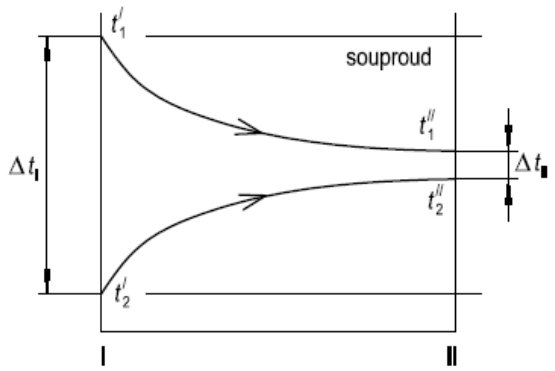
$$\dot{Q} = U \cdot A \cdot \Delta t_m$$

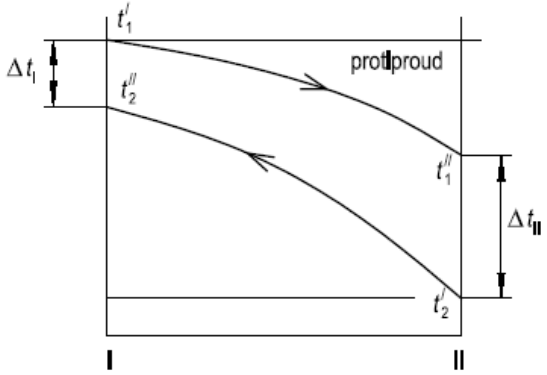
$$\Delta t_m = \frac{\Delta t_I - \Delta t_{II}}{\ln \frac{\Delta t_I}{\Delta t_{II}}}$$

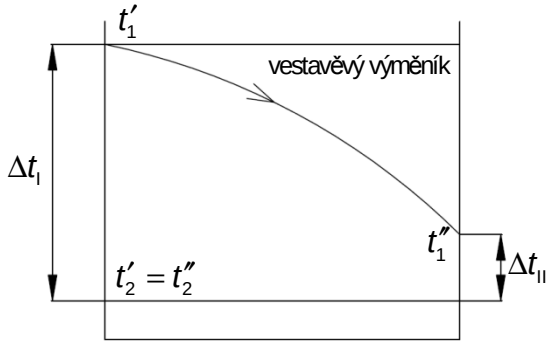




Termická účinnost výměníků



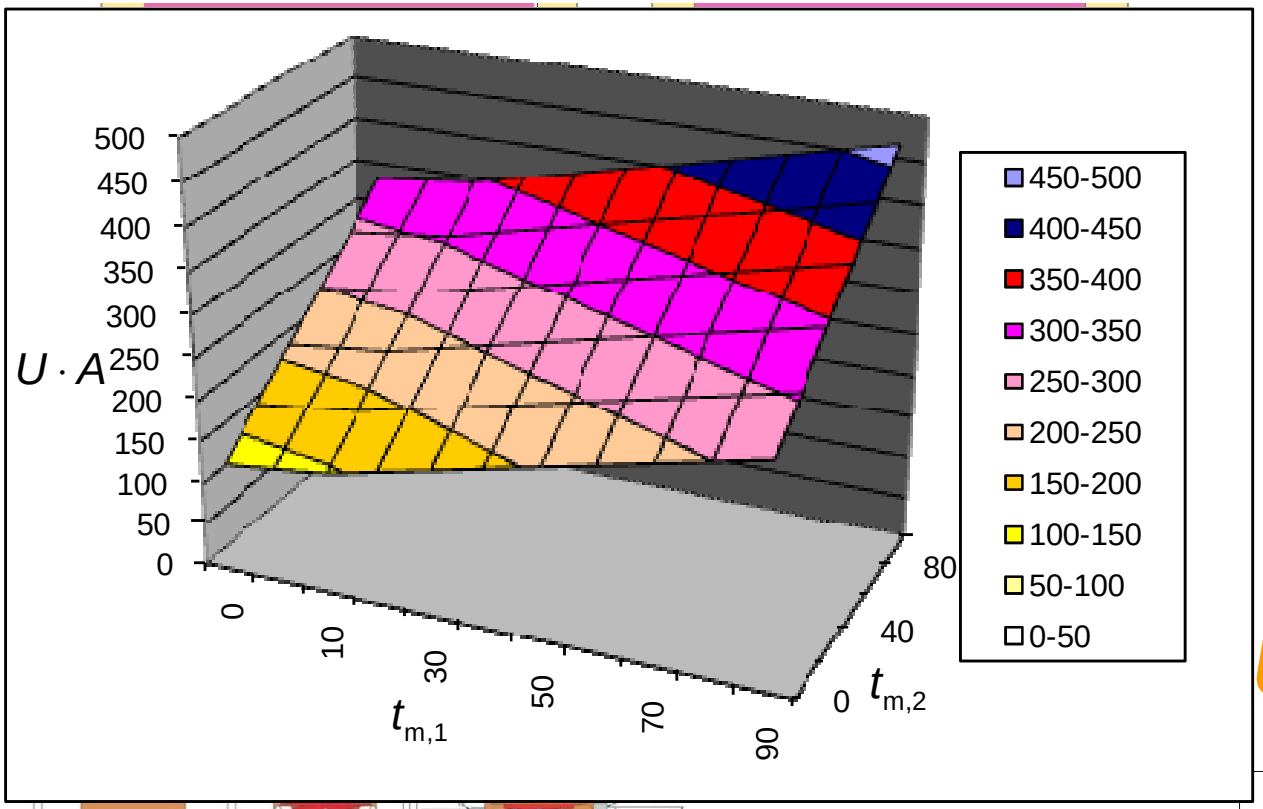




$$\eta = \frac{\Delta t}{\Delta t_{max}} \qquad \eta_1 = \frac{t_1^{/} - t_1^{//}}{t_1^{/} - t_2^{/}} \qquad \eta_2 = \frac{t_2^{//} - t_2^{/}}{t_1^{/} - t_2^{/}}$$

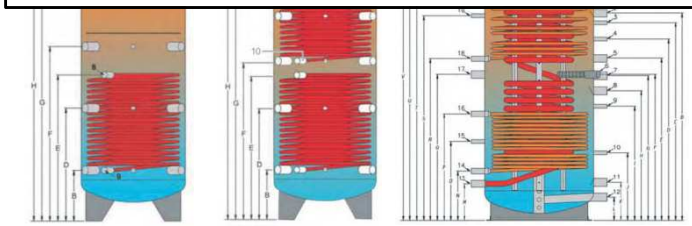
- tepelná účinnost > 75%
- střední logaritmický teplotní rozdíl < 8 K

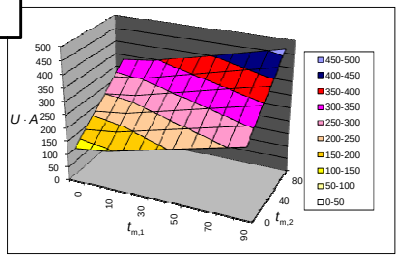
Vnitřní výměníky tepla



300 W/(m²K)

$U.A = f(t_1; t_2)$





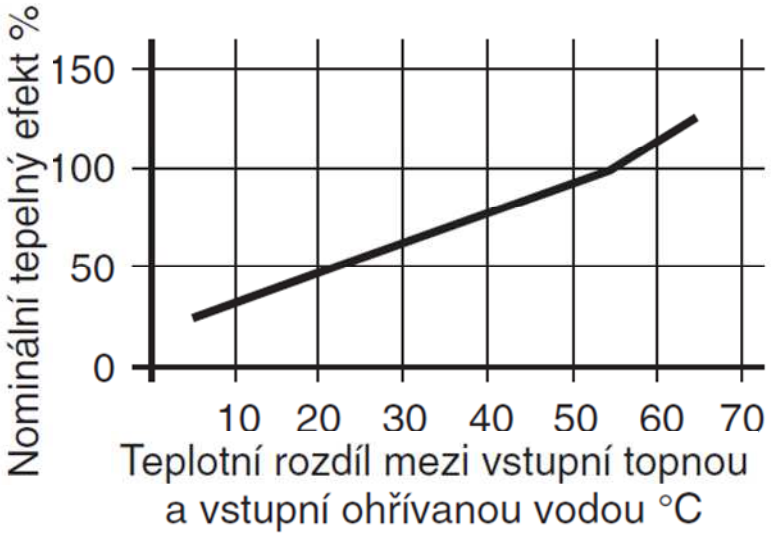
zdroj: IVAR

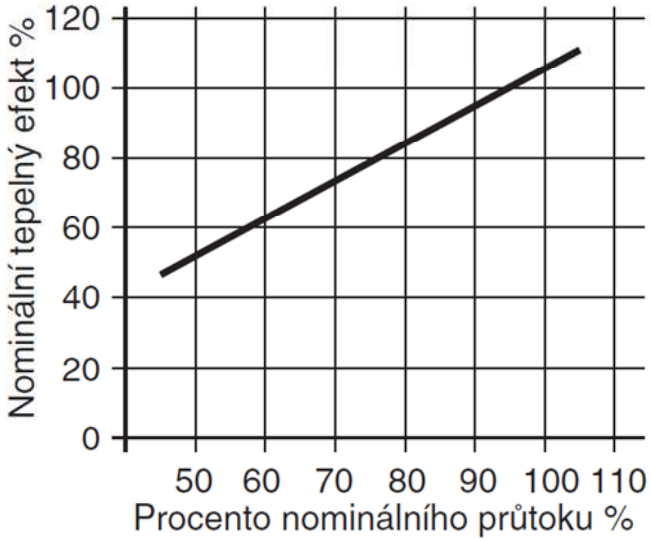
Měření žebrovaného vnitřního výměníku – *U.A*

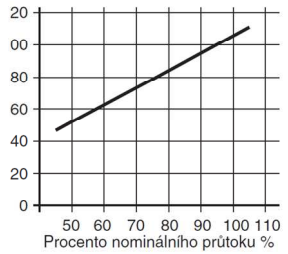
Teplota v akumulační nádobě	Požadovaná teplota TV	Průtok teplé vody	Průměrný přenášený výkon	*U.A*	Množství teplé vody	Množství teplé vody (*t* = 35℃)
(℃)	(℃)	(l/min)	(kW)	(W/K)	(litry)	(litry)
55	45	~ 10	20.0	1205	297	573
55	45	~ 20	40.9	1989	177	437
55	55	~ 10	22.7	1627	0	543
55	55	~ 20	52.7	1336	0	562
75	45	~ 10	21.7	3274	855	1066
75	45	~ 20	43.7	1261	678	930
75	55	~10	27.0	1028	503	865
75	55	~ 20	50.7	2919	321	777
90	45	~ 10	22.2	529	1274	1436
90	45	~ 20	42.2	947	1074	1308
90	55	~ 10	33.3	908	874	1299
90	55	~ 20	52.7	1336	668	1042

Vnější výměníky tepla

- trubkové nebo deskové
  - pájené nebo šroubované
- součinitel přestupu tepla U = 500 až 3500 W/(m^2.K)
- vyšší tlakové ztráty





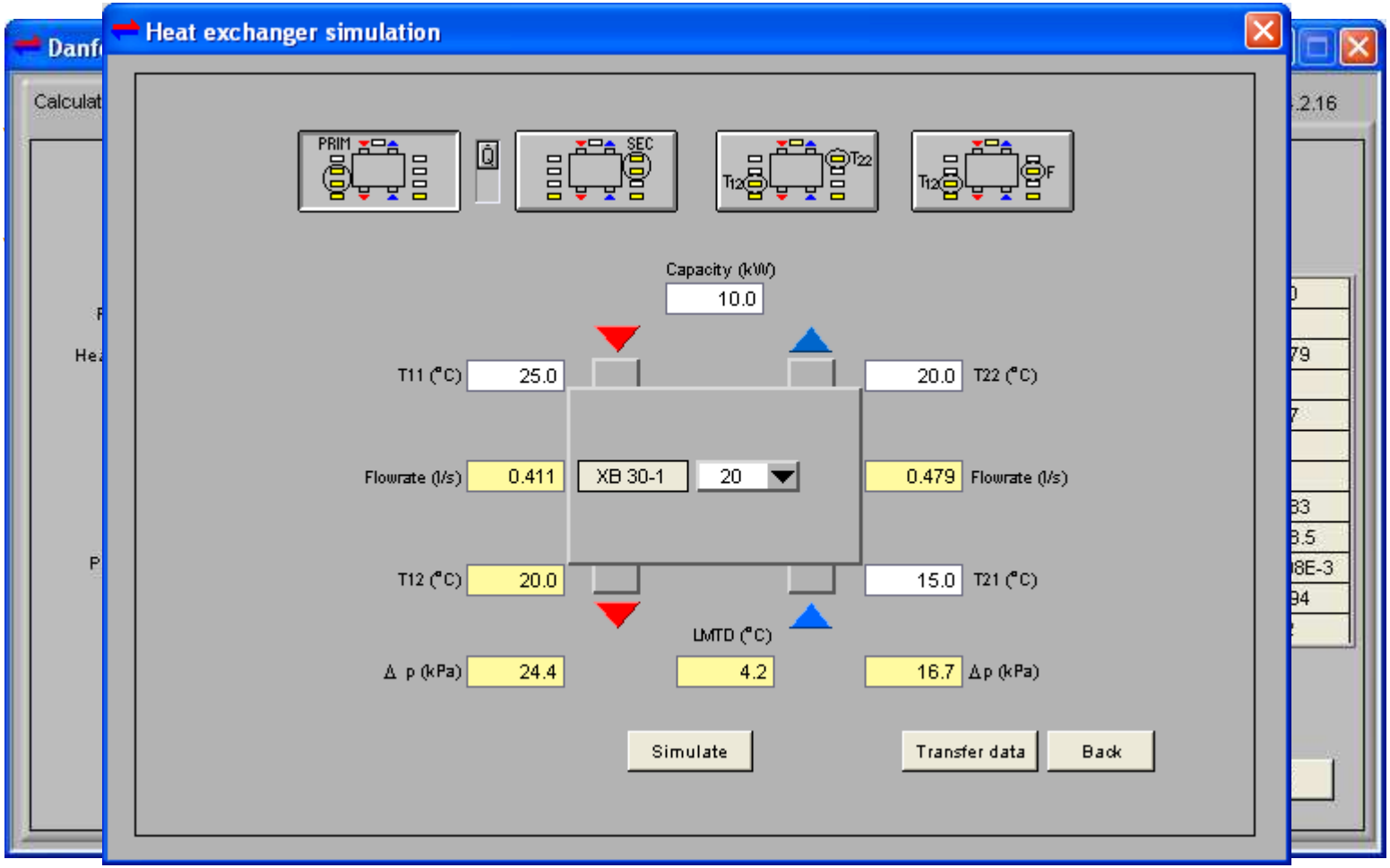


zdroj: Secespol

Provoz vnějších výměníků

- změna tlakových ztrát vlivem znečištění
- snížení výkonu solární soustavy

Návrh výměníků tepla



Rozdělení tlakových ztrát

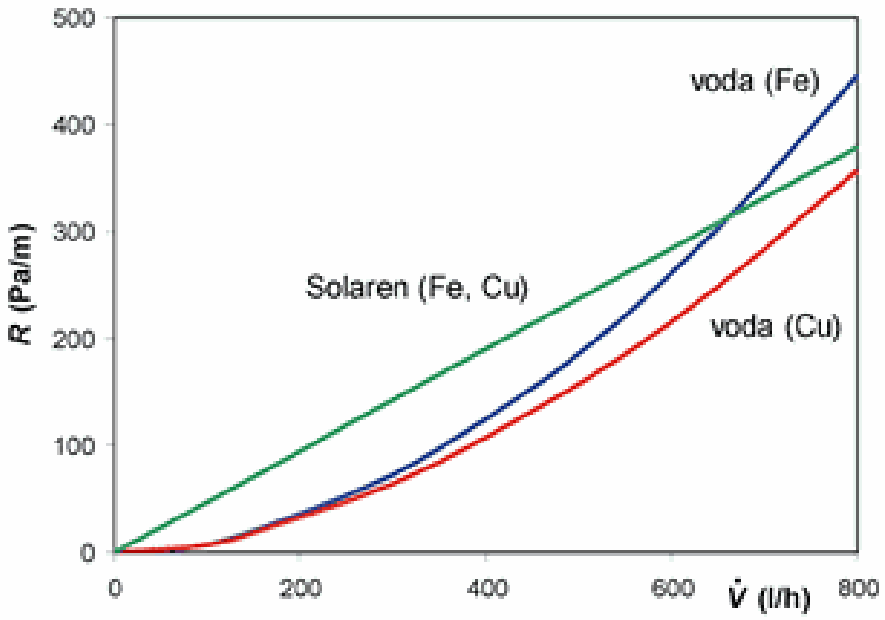
- tlakové ztráty délkové
  - přímé úseky potrubí
  - přímé úseky v kolektorech

$$\Delta p_\lambda = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2} \rho$$

- tlakové ztráty místní
  - veškeré tvarovky, dělení (spojení), armatury, změny průřezů, výměníky apod.

$$\Delta p_\xi = \sum \xi \cdot \frac{w}{2} \rho$$

Délkové tlakové ztráty



Měrné ztráty *R* [Pa/m]

$$\mathrm{Re} = \frac{w \cdot d}{\nu}$$

- laminární proudění

$$\lambda = \frac{64}{\mathrm{Re}}$$

- přechodová oblast

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \cdot \log\left(\frac{2{,}51}{\mathrm{Re} \cdot \sqrt{\lambda}} + \frac{k}{3{,}72 \cdot d}\right)$$

$$\lambda \approx \frac{1{,}42}{\left(\log \mathrm{Re}\frac{d}{\varepsilon}\right)^2} = \frac{1{,}42}{\left(\log \mathrm{Re}\frac{d}{k}\right)^2}$$

- turbulentní oblast $\mathrm{Re_M} \cong 445 \cdot \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{k}}$

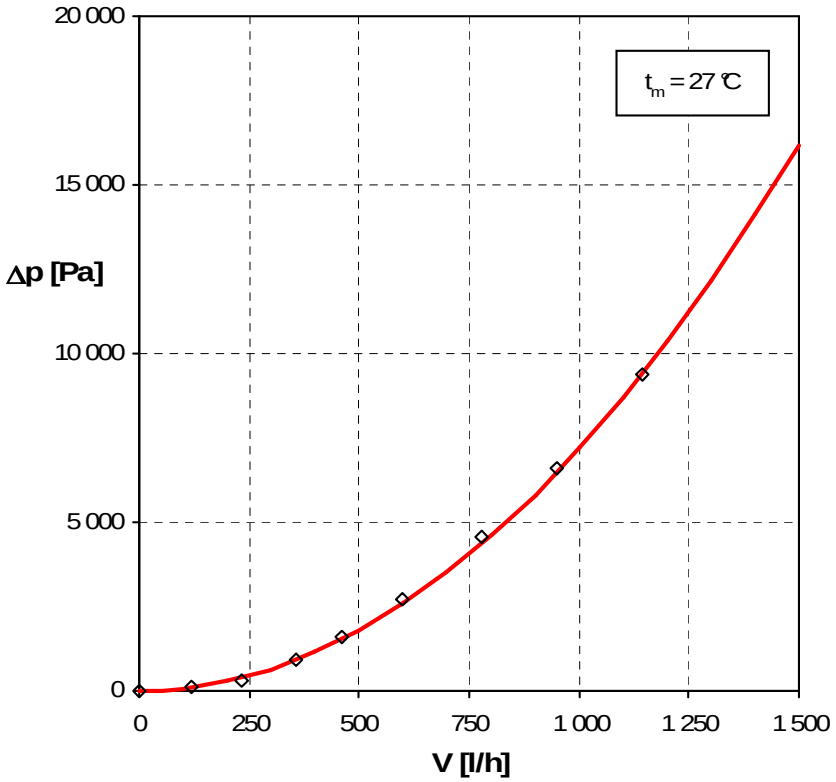
$$\lambda = \frac{1}{\left(1{,}14 + 2\log\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{k}}\right)^2}$$

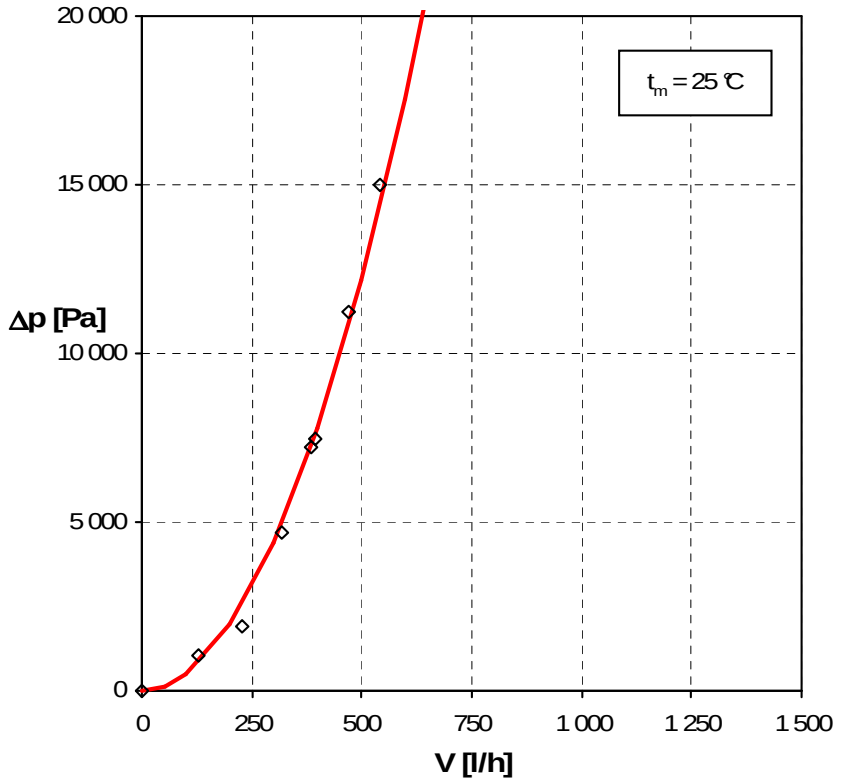
Místní tlakové ztráty

$$\Delta p_\xi = \sum \xi \cdot \frac{w}{2} \cdot \rho$$

Hodnoty místních součinitelů tlakových ztrát lze nalézt tabelárně zpracované i pro nemrznoucí směsi

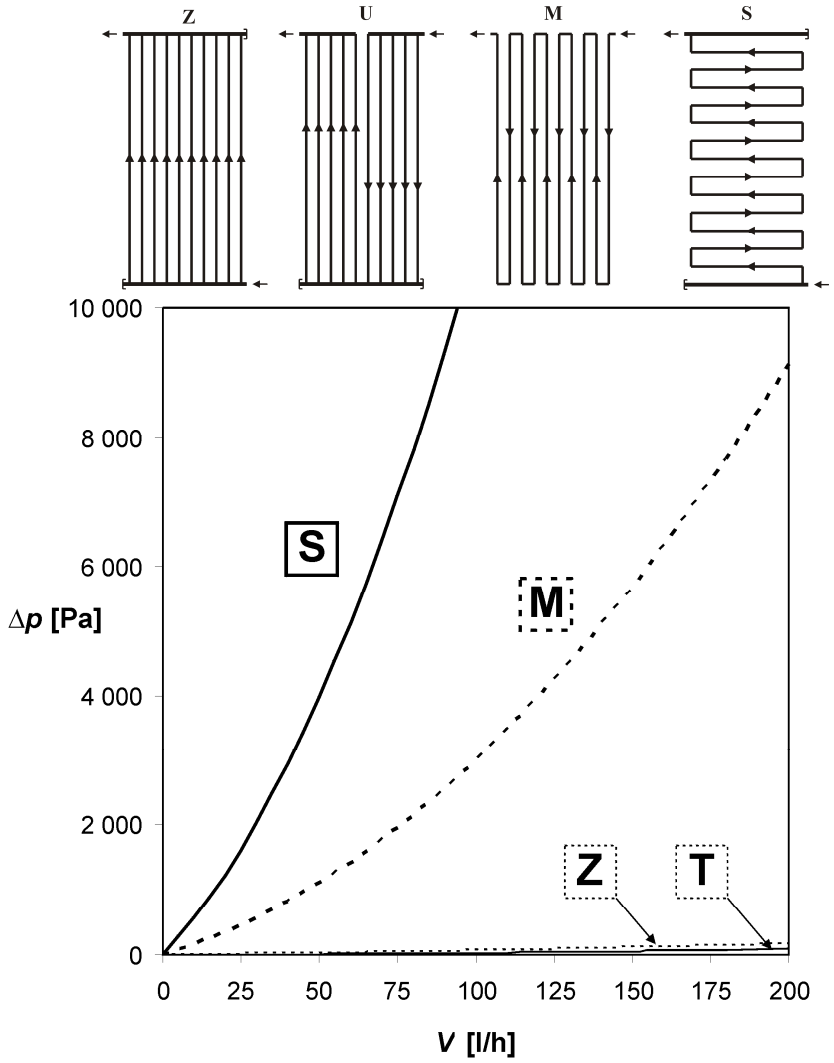
Měření žebrovaného vnitřního výměníku – tlakové ztráty





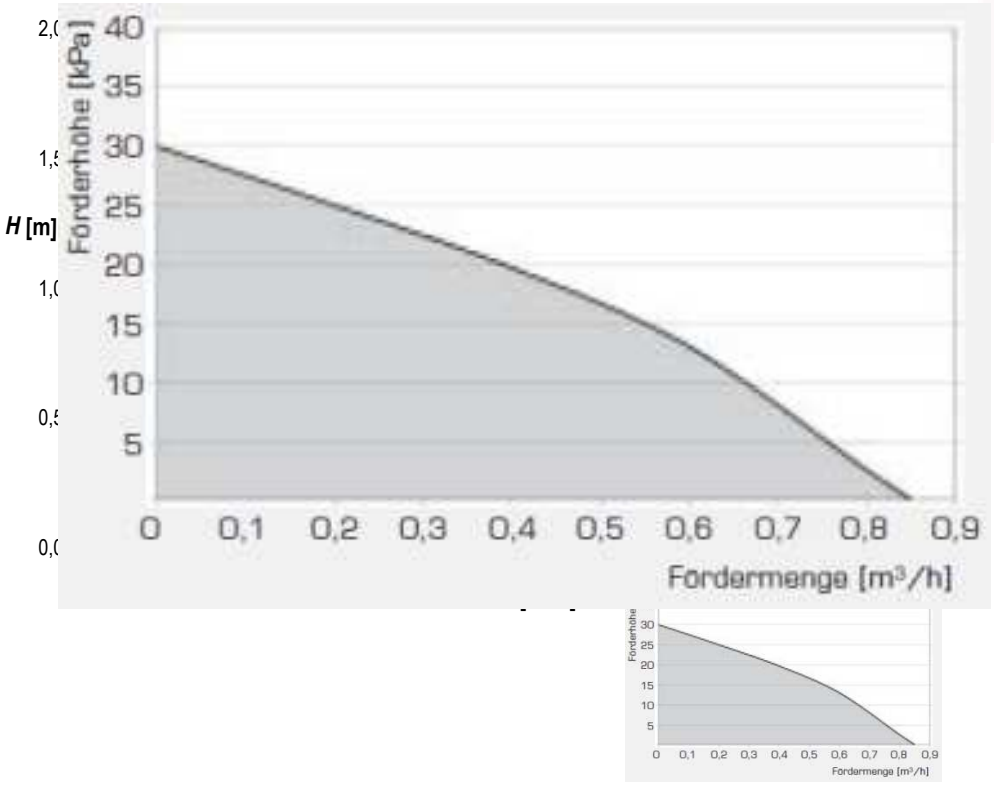
Tlakové ztráty kolektorů

- soustava délkových a místních tlakových ztrát
- protichůdné požadavky z hlediska tlakových ztrát a předání tepelného výkonu



Oběhová čerpadla

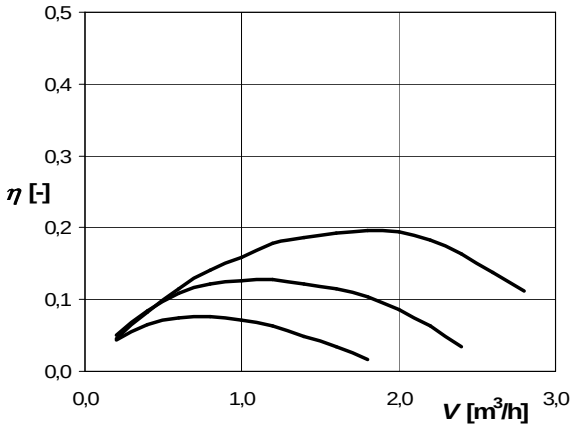
- hydrostatická
- hydrodynamická

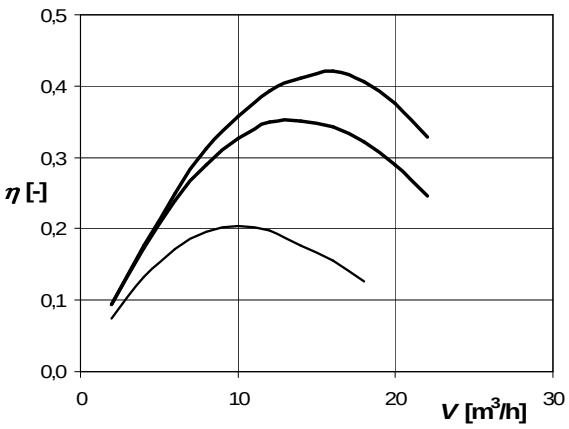


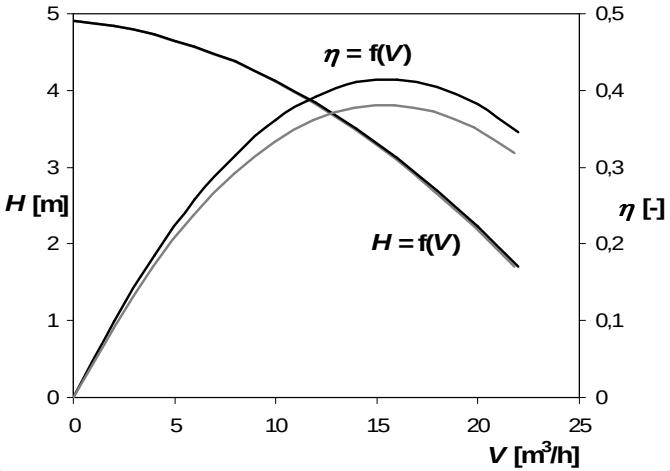
Oběhová čerpadla

$$\eta = \frac{P_{\check{c}}}{P_e} = \frac{\Delta Y \cdot \rho \cdot \dot{V}}{P_e} = \frac{\Delta p \cdot \dot{V}}{P_e}$$

Dimenze potrubí	*w* (m/s)	Δp (kPa)	P_{el} (W_e)	Q_{el} (kWh_e/rok)	Podíl (%)
18x1 mm	0.58	25.7	47	110	5.0
22x1 mm	0.37	11.8	31	72	4.0
28x1 mm	0.22	6.1	20	47	2.0







Regulace solárních soustav

Ing. Michal Broum
Regulus s.r.o., Do Koutů 1897/3, 143 00 Praha 4
michal.broum@regulus.cz

Regulace solárních soustav

2 základní postupy regulace:

- ***podle rozdílu teplot mezi kolektorem a spotřebičem***

(označováno diferenciální regulace nebo delta T)

- ***regulace na požadovanou výstupní teplotu z kolektoru***

(rychlost čerpadla solárního systému je řízena tak, aby byla udržována konstantní výstupní teplota z kolektoru) v běžné praxi se tento typ regulace prakticky nepoužívá, zřídka se využívá u solárních systému pro výrobu technologického tepla, kdy je požadována konstantní teplota a není možné toto řešit dohřevem a směšováním

Regulus®

Regulace solárních soustav

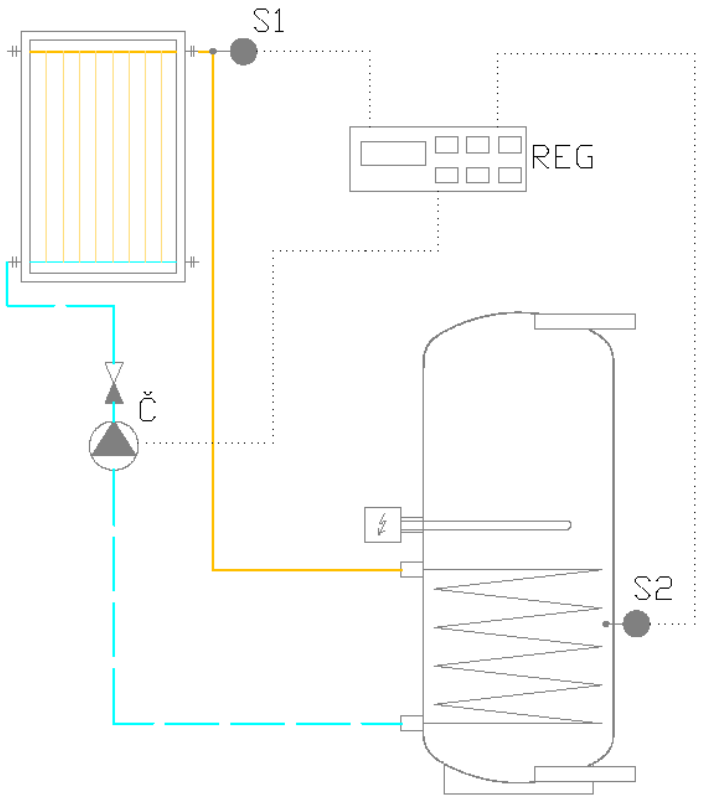
diferenciální regulace - přehled

- jednoduchá, používá se téměř ve všech solárních aplikacích
- pokud je teplota v kolektoru vyšší než ve spotřebiči o nastavený rozdíl (spínací diference), oběhové čerpadlo se spíná, pokud je teplotní rozdíl nižší (vypínací diference), čerpadlo se vypíná
- jsou vždy nutná minimálně 2 teplotní čidla (v kolektoru a ve spotřebiči
- spínací a vypínací diference je nutné vždy upravit na konkrétní systém, neexistují univerzální hodnoty na všechny systémy

Regulus®

Regulace solárních soustav

diferenciální regulace - schéma



S1>S2 o sp.dif. – Č sep

S1>S2 o vyp.dif. – Č vyp

běžné hodnoty:

spínací dif. : 6 – 10 K

vypínací dif. :4 – 8 K

Znamená, že aby bylo čerpadlo v provozu, musí mít kolektor teplotu minimálně o 4 K vyšší než spotřebič.

Regulus®

Regulace solárních soustav

diferenciální regulace – volba diferencí

Vypínací diference musí být voleny vždy tak, aby za každého stavu solárního systému nemohlo dojít k nechtěnému vychlazování spotřebiče. Spínací diference je vždy o cca 4-6K vyšší než vypínací – ovlivňuje cyklování čerpadla .

co rozhoduje:

- **vzdálenost mezi kolektorem a spotřebičem (čím delší, tím vyšší budou diference)**
  příklad: do 20m: 4-6 K do 40m: 6-8 K do 60m: 8-10 K
- **kvalita izolace potrubí (čím menší tloušťka, tím vyšší budou diference)**
- **průměrné provozní teploty solárního rozvodu (čím vyšší se předpokládají teploty, tím vyšší budou diference)**

Regulus®

Regulace solárních soustav

diferenciální regulace – chyby při instalaci

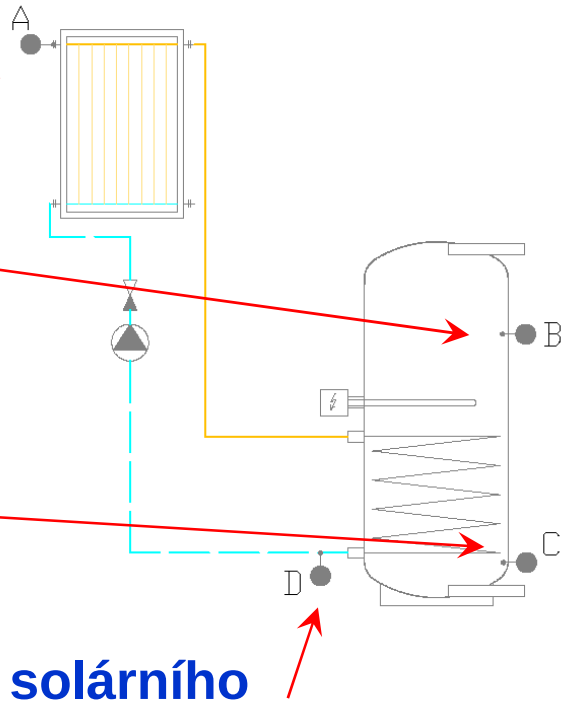
Chybné umístění čidel

A – čidlo kolektoru není na výstupu kapaliny z kolektoru a teplota se neodečítá přesně

B – čidlo spotřebiče je umístěno nad dohřevem a měří zbytečně vysokou teplotu – nutí solární systém pracovat ve vyšších teplotách a snižuje tak účinnost kolektorů

C – čidlo spotřebiče je umístěno pod solárním výměníkem a nikdy nebude ovlivněno solárním systémem – *nepřípustná varianta*

D – čidlo spotřebiče je umístěno na výstupu ze solárního výměníku a měří vyšší teplotu než je ve spotřebiči, vede k cyklování a snížení účinnosti systému – *nepřípustná varianta*



Regulus®

Regulace solárních soustav

speciální funkce solárních regulátorů

Řízení otáček čerpadla solárního systému

Většina solárních regulátorů umožňuje řízení otáček čerpadla (tedy průtoku) solárního systému. Princip je jednoduchý, pokud je teplotní rozdíl mezi kolektorem a spotřebičem malý, otáčky čerpadla se sníží, pokud se rozdíl zvyšuje, zvyšují se i otáčky čerpadla

Výhody :

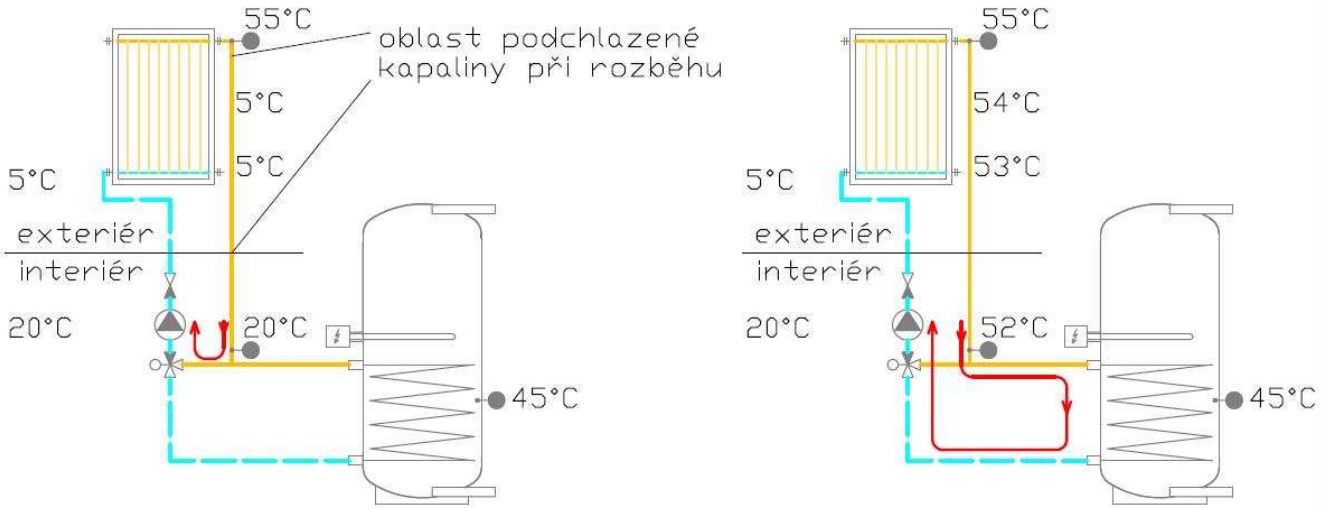
solární systém může být trvale v provozu i při nižším slunečním svitu, nedochází k zapínání a vypínání čerpadla (cyklování) a solární kapalina zbytečně v potrubí nechladne

Regulus®

Regulace solárních soustav

speciální funkce solárních regulátorů

Obchvat spotřebiče – solární by-pass



Používá se u větších solárních systémů kdy hrozí, že větší objem podchlazené kapaliny bude při startu systému zbytečně vychlazovat spotřebič. Ventil obchvatu přepíná kapalinu zpět do kolektoru, dokud se čidlo před ventilem neohřeje na vyšší teplotu než spotřebič.

Regulus®

Regulace solárních soustav

speciální funkce solárních regulátorů

Ochrana kolektoru

Pokud dojde k překročení maximální teploty kolektoru, dojde k sepnutí oběhového čerpadla solárního systému, aby se kolektor ochladil. Zároveň však může dojít ke zvýšení teploty v zásobníku, proto se doporučuje tuto funkci používat pouze s termostatickým směšovacím ventilem.

Regulus®

Regulace solárních soustav

speciální funkce solárních regulátorů

Noční vychlazování

Na konci slunného dne může teplota v zásobníku dosáhnout vysokých hodnot. Aby se zabránilo případnému dalšímu vzrůstu teploty následující den, je možné přebytečnou energii při zatažené obloze nebo po západu slunce vydat přes kolektory do okolního vzduchu.

Pokud teplota zásobníku překročí teplotu nastavenou pro noční vychlazení a kolektor je alespoň o 20 ℃ chladnější než zásobník, pak se zapne solární čerpadlo. Zásobník se tak vychlazuje až na teplotu nastavenou pro noční vychlazení.

Regulus®

Regulace solárních soustav

speciální funkce solárních regulátorů

Ochrana prvků solárních soustav

Pokud dojde k překročení kritické teploty kolektoru, dojde k vypnutí oběhového čerpadlo solárního systému, aby se ochránily jednotlivé komponenty solární soustavy. K tomuto může dojít například po výpadku elektrické energie za slunného dne.

Regulus®

Regulace solárních soustav

speciální funkce solárních regulátorů

Měření získaného tepla

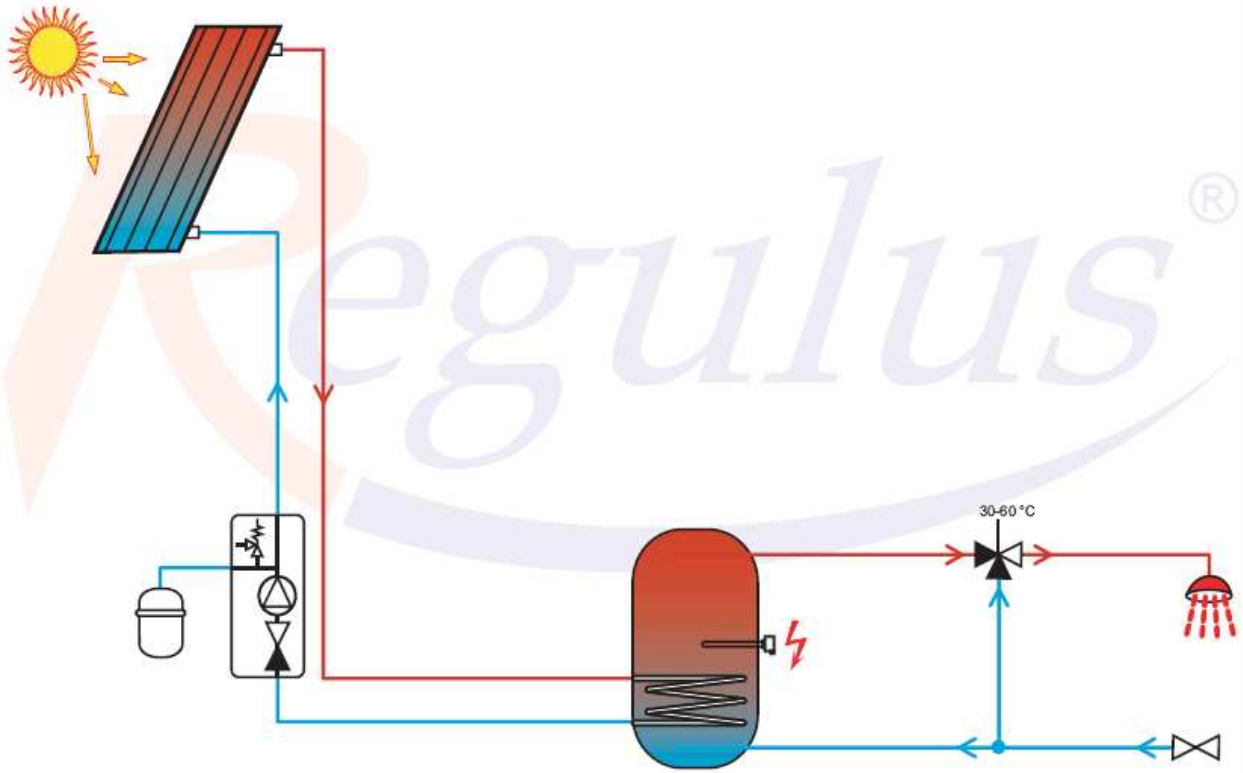
1) **Nepřesné – v regulátoru se ručně nastaví průtok solární soustavou**
2) **Přesné – do solární soustavy se osadí průtokoměr komunikující s regulátorem**

Regulátor musí mít možnost nastavit druh nemrznoucí kapaliny, jinak je opět měření nepřesné -> nelze nahradit běžně dostupnými kalorimetry, které počítají s údaji pro vodu.

Regulus®

Regulace solárních soustav

příklad zapojení s jedním polem kolektorů a jedním spotřebičem



Regulace solárních soustav

regulátor pro jedno pole kolektorů a jeden spotřebič

Analogový regulátor
TUV SR 1.1

- automatický a manuální provoz
- 2 vstupy pro teplotní čidla
- 1 výstupní relé
- funkce nočního vychlazování

Regulus®

Regulace solárních soustav

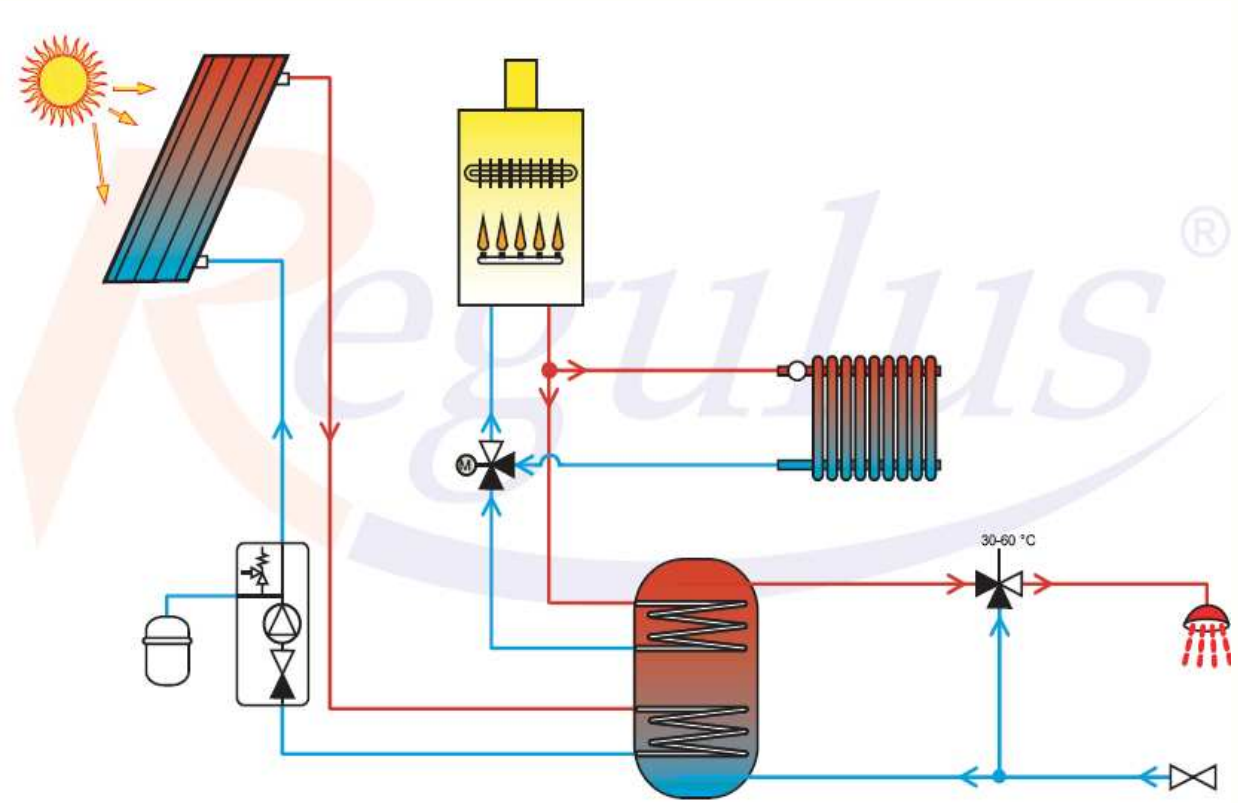
regulátor pro jedno pole kolektorů a jeden spotřebič

- rozsáhlé menu v češtině s interaktivním popisem jednotlivých položek
- sledování a analýza chování systému i v grafickém režimu
- 8 přednastavených aplikací
- 1 výstupní relé
- 3 vstupy pro teplotní čidla

Regulus®

Regulace solárních soustav

příklad zapojení s jedním polem kolektorů, jedním spotřebičem a dohřevem



Regulus®

Regulace solárních soustav

regulátor pro jedno pole kolektorů, jeden spotřebič a dohřev

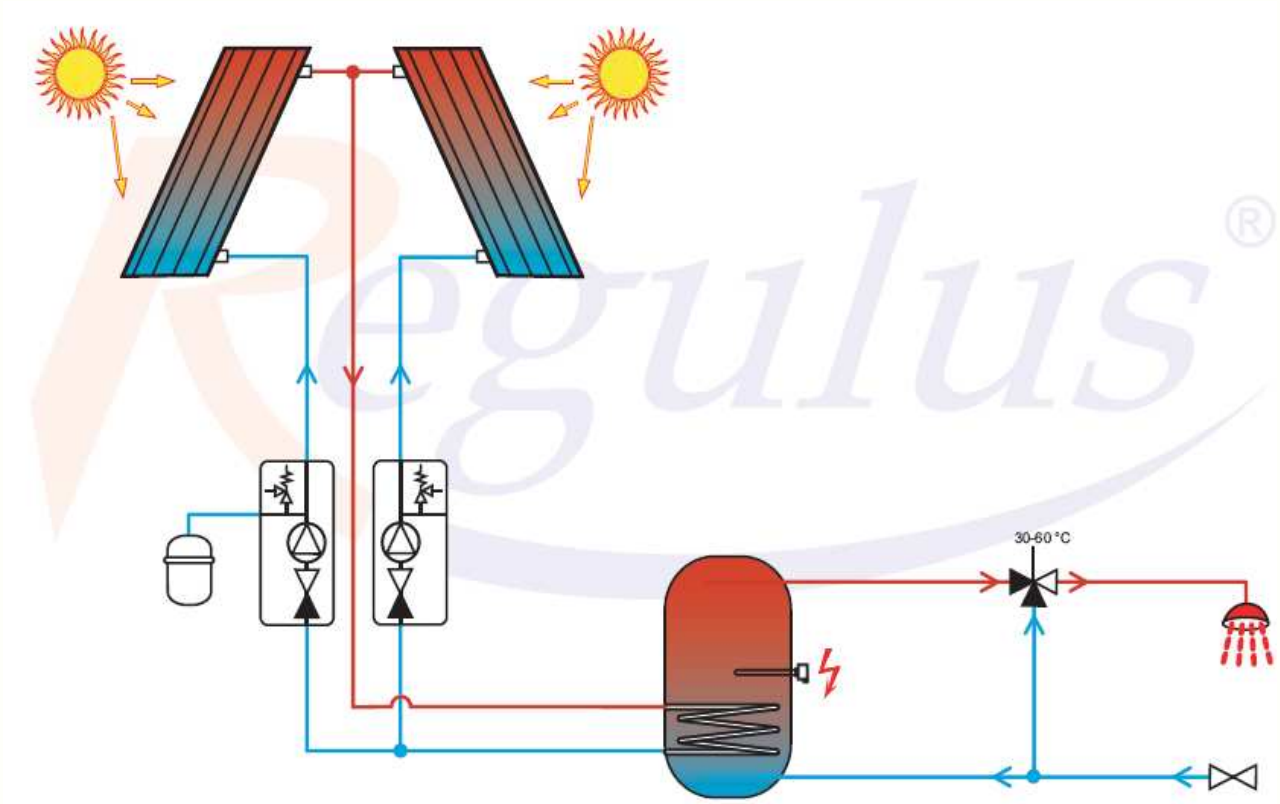
Digitální regulátor DeltaSol BS/3

- **Podsvětlený displej monitorující systém**
- **4 vstupy pro teplotní čidla PT1000**
- **2 výstupní relé**
- **2 přednastavené aplikace**
- **měření získaného tepla**

Regulus®

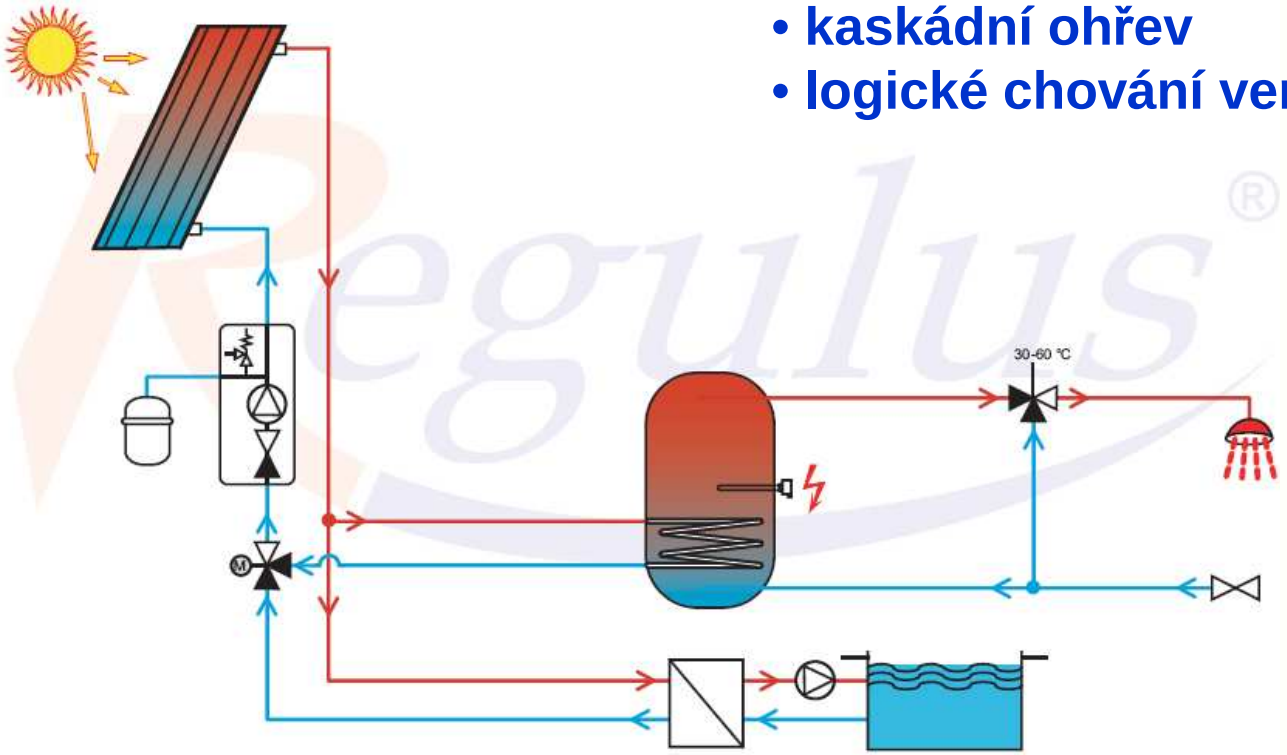
Regulace solárních soustav

příklad zapojení systému východ/západ



Regulace solárních soustav

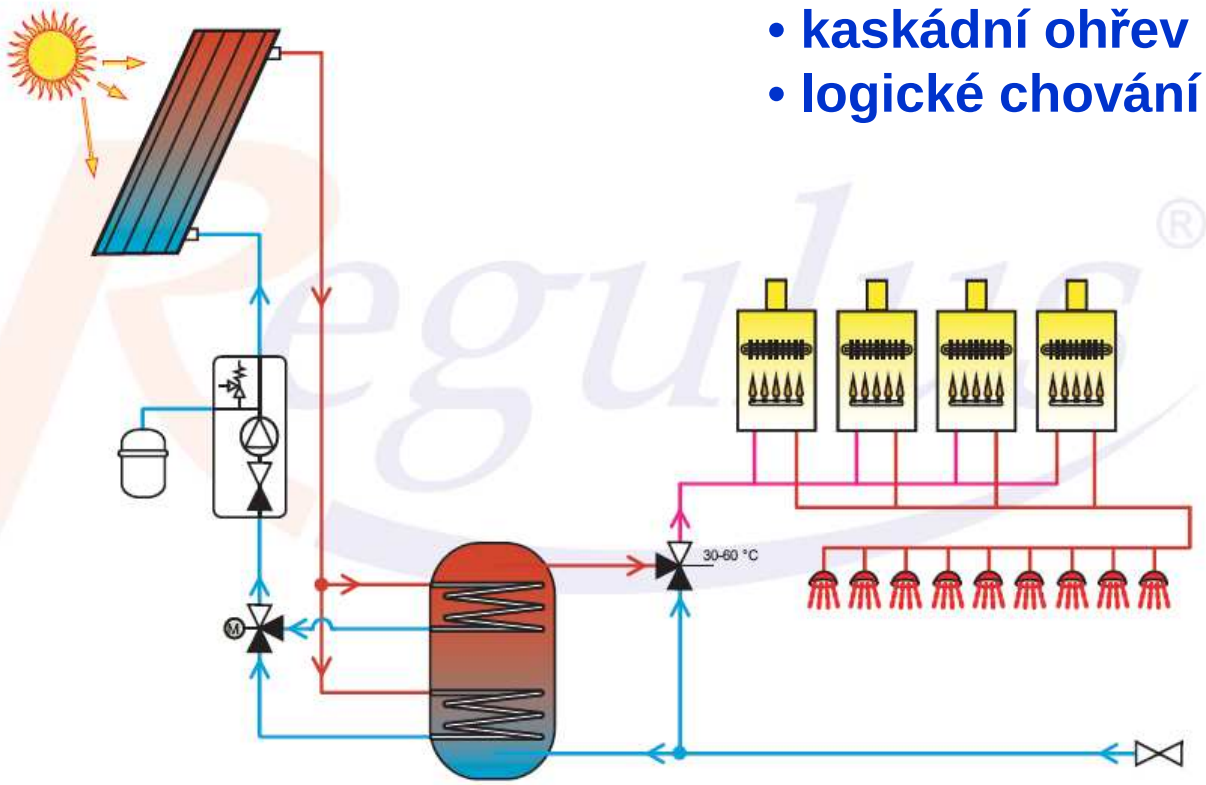
příklad zapojení systému se dvěma spotřebiči



- kaskádní ohřev
- logické chování ventilu

Regulace solárních soustav

příklad zapojení systému se dvěma spotřebiči

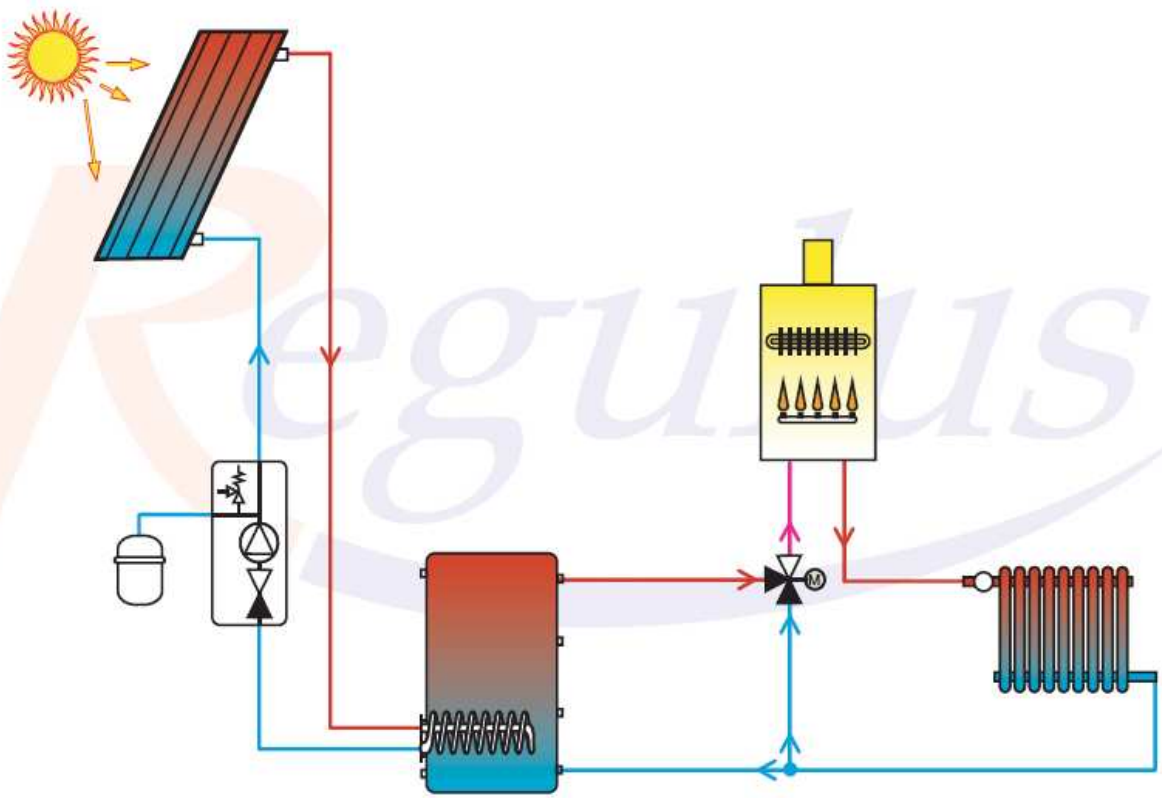


- kaskádní ohřev
- logické chování ventilu

Regulus®

Regulace solárních soustav

příklad zapojení systému s přitápěním



Regulace solárních soustav

regulátor pro dvě solární pole kolektorů, nebo dva spotřebiče

- rozsáhlé menu v češtině s interaktivním popisem jednotlivých položek
- sledování a analýza chování systému i v grafickém režimu
- 13 přednastavených aplikací
- 2 výstupní relé
- 3 vstupy pro teplotní čidla

Regulus®

Regulace solárních soustav

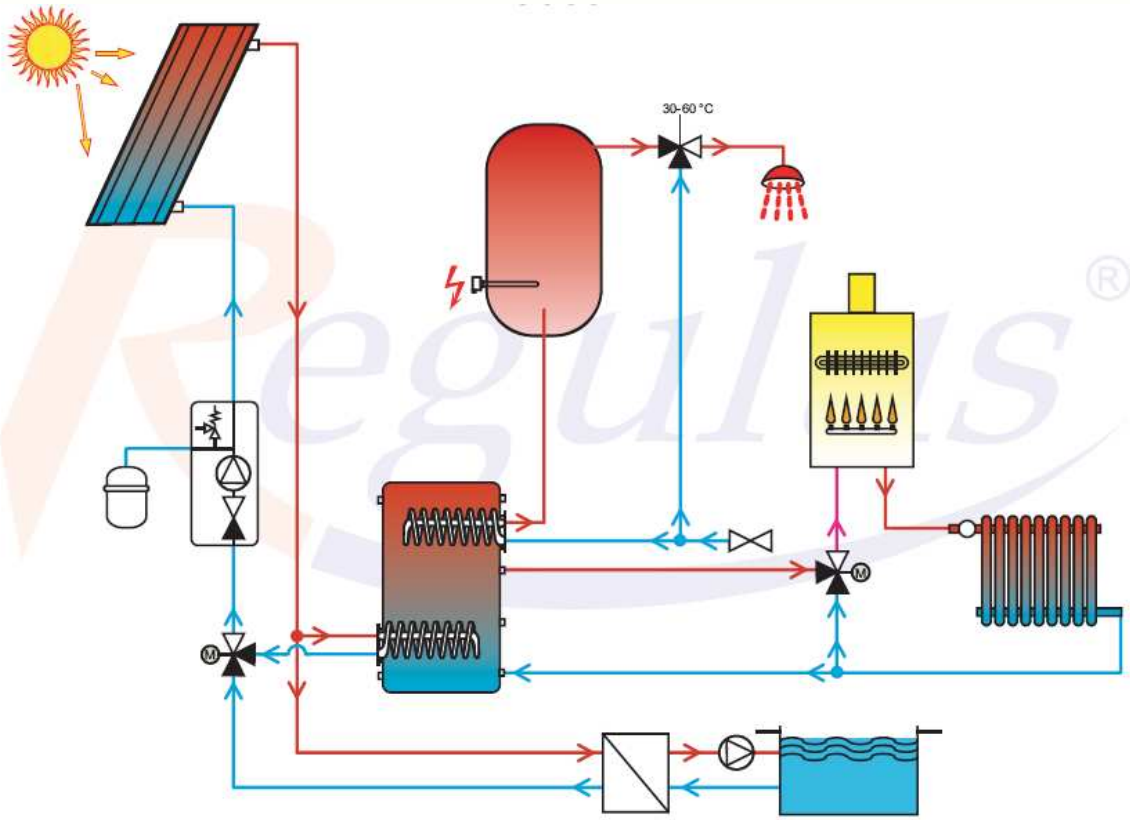
Integrace regulátorů do čerpadlových skupin

- solární čerpadlo WILO ST25/6
- teploměry a manometr
- solární pojistný ventil 6 bar
- kulový a zpětný ventil
- napouštěcí a vypouštěcí ventily
- uzavírací kulový ventil
- zpětná klapka
- regulátor průtoku s průtokoměrem
- propojení s expanzní nádobou včetně automatického zpětného ventilu
- tepelná izolace
- separátor vzduchu

Regulus®

Regulace solárních soustav

příklad zapojení systému se dvěma spotřebiči a přitápěním



Regulace solárních soustav

regulátor pro složité solární systémy

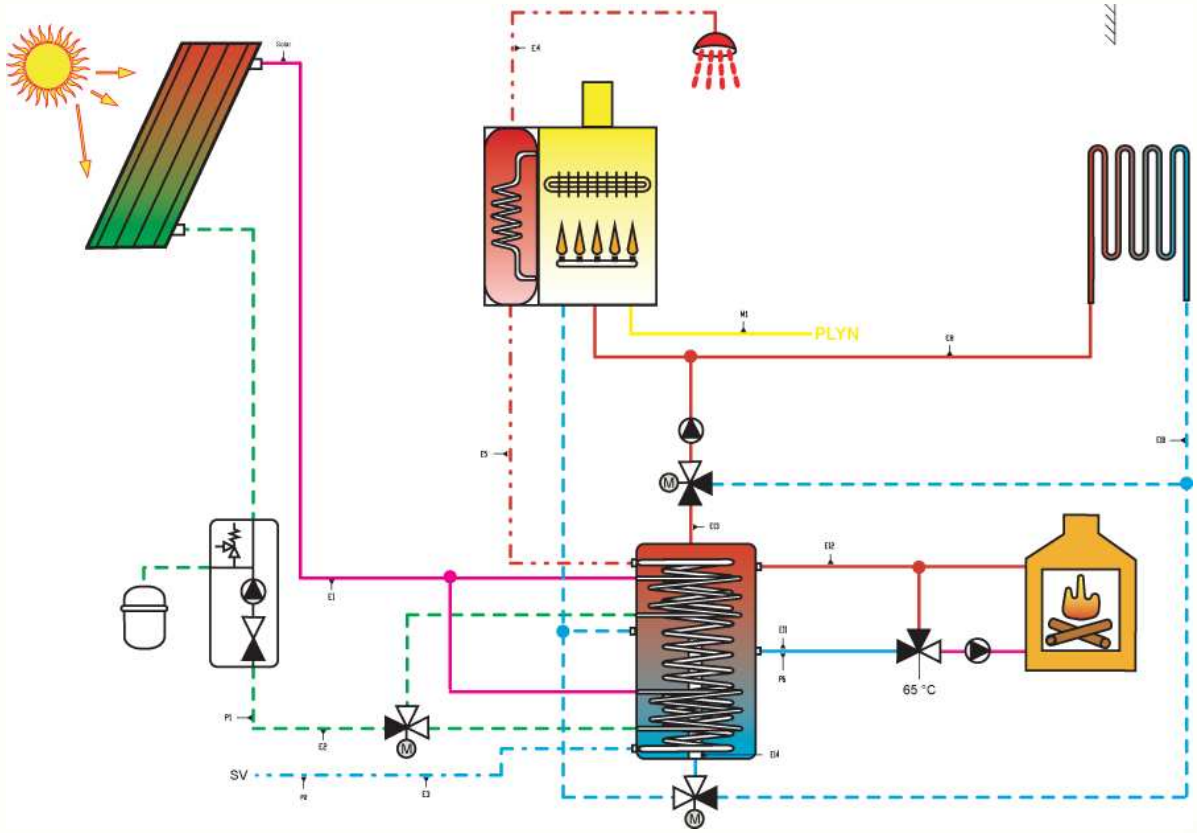
Regulátor pro systémy
s přitápěním
DeltaSol ES

- **podsvětlený displej monitorující systém**
- **10 vstupů pro teplotní čidla PT100**
- **6 výstupních relé**
- **30 přednastavených aplikací**
- **měření získaného tepla**

Regulus®

Regulace solárních soustav

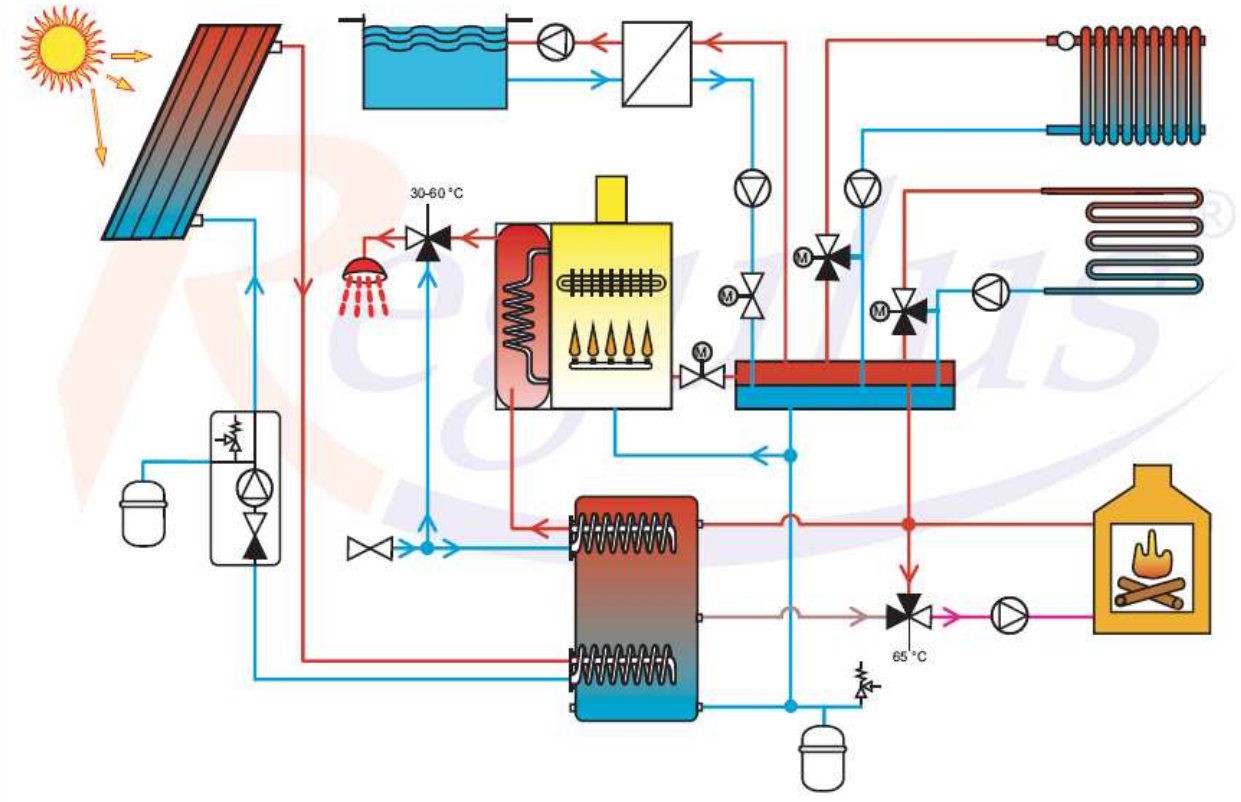
příklad zapojení systému se stratifikačním zásobníkem a směšovaným okruhem topení



Regulus®

Regulace solárních soustav

příklad zapojení systému s akumulačním zásobníkem a směšovaným okruhem topení



Regulus®

Regulace solárních soustav

regulátor pro složité solární systémy

Regulátor pro více spotřebičů a regulaci vytápění
DeltaSol M

- podsvětlený displej monitorující systém
- 12 vstupů pro teplotní čidla
- 9 výstupních relé
- 2 impulsní vstupy
- ekvitermní řízení až dvou okruhů
- programování výstupů

Regulus®

Regulace solárních soustav

regulátor pro složité solární systémy

- PLC automaty
- systém inteligentního domu
- řízení pomocí PC
- atd. atd.

Regulus®

Děkuji za pozornost

Ing. Michal Broum

Tel.: 244 016 918, 724 225 694

michal.broum@regulus.cz

SPECIFIKA PROJEKTOVÁNÍ VELKOPLOŠNÝCH SOLÁRNÍCH SOUSTAV, UKÁZKY Z REALIZACÍ

1

Petr Kramoliš, Projekce OZE, Slavíkova 6143,708 00 Ostrava – Poruba
tel: 596 927 121, 603 704 483, kramolis@mybox.cz

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

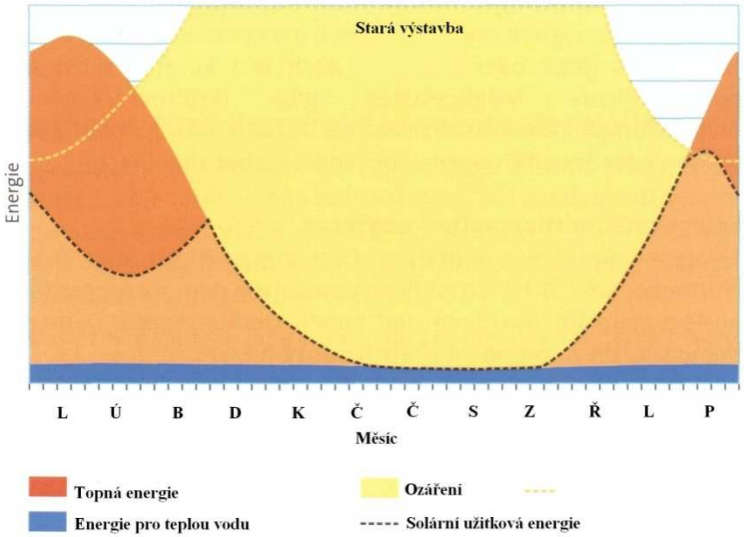
Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

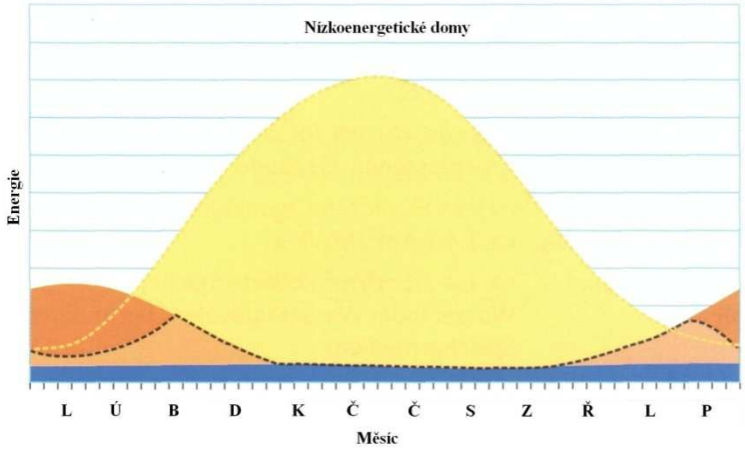
Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

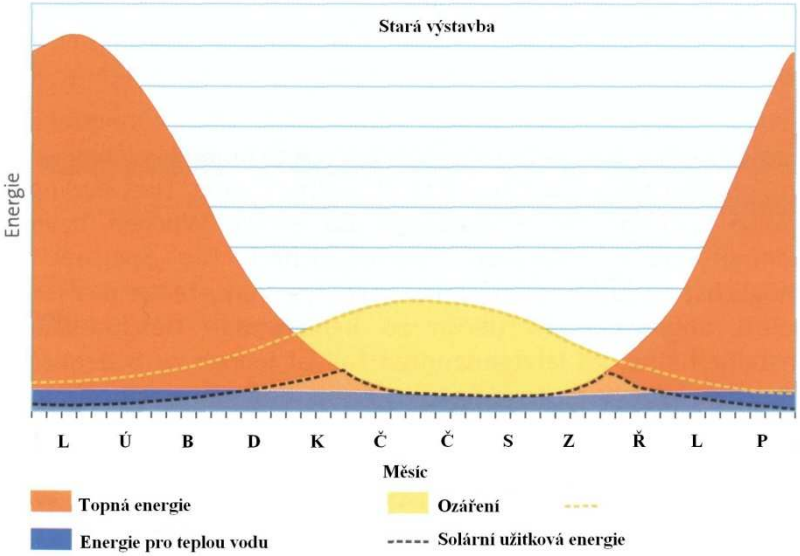
Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

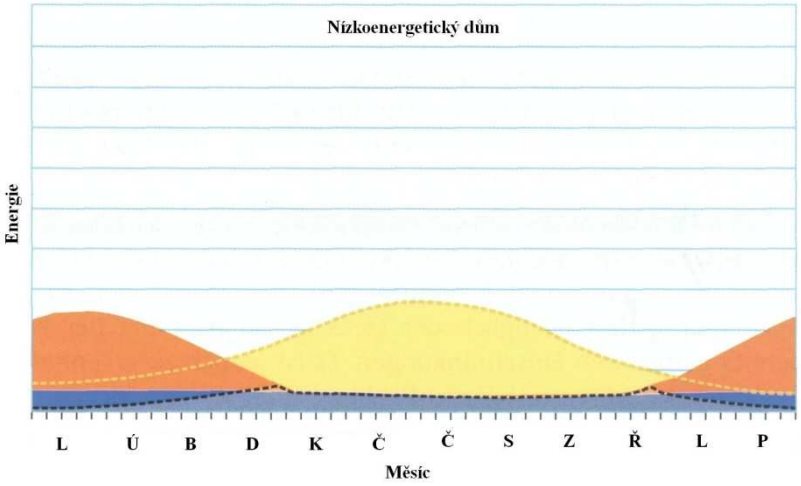
Koncepce velkých solárních soustav

Kurz solární tepelné soustavy
Třeboň 11.11.2009

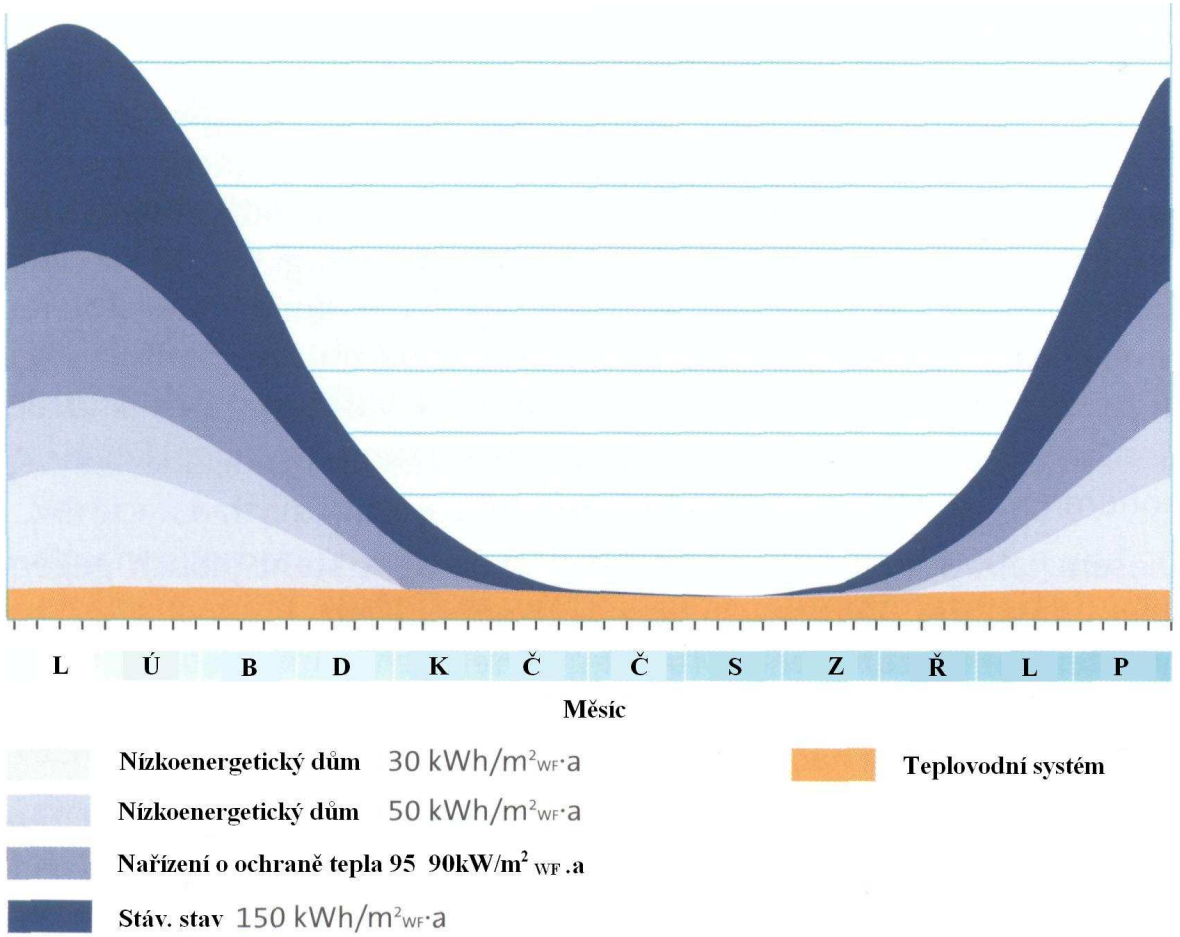




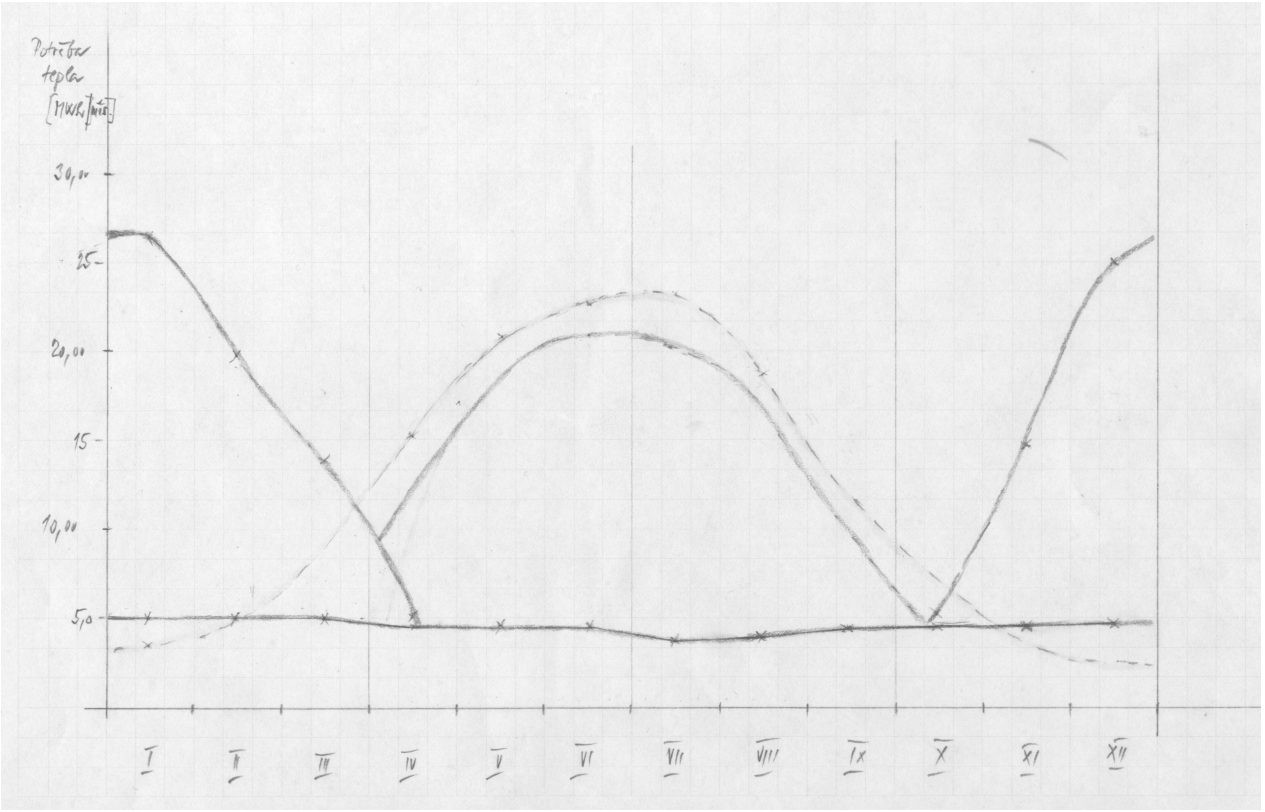


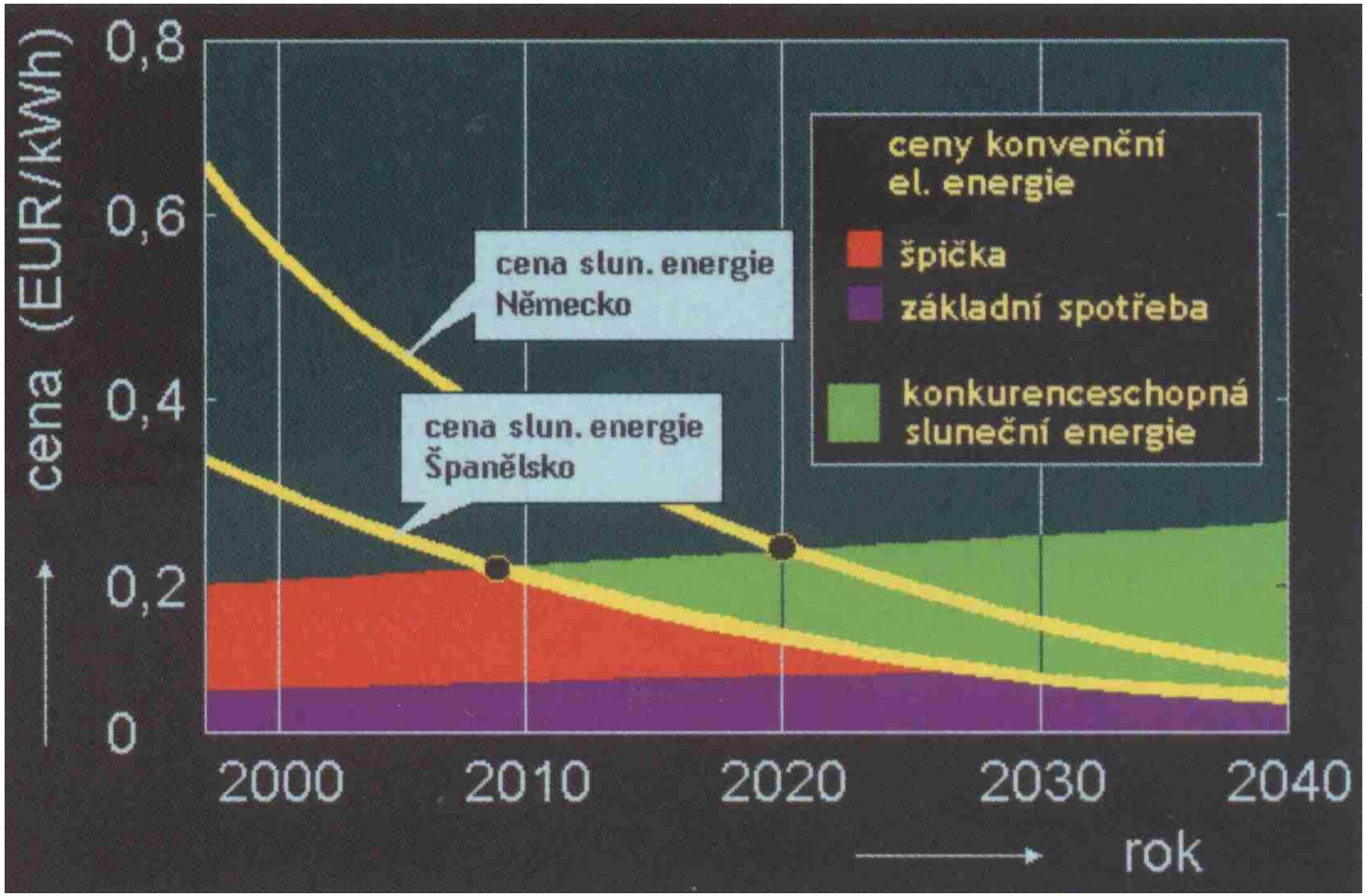


Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009


L
Ú
B
D
K
Č
Č
S
Z
Ř
L
P
Měsíc
Nízkoenergetický dům 30 kWh/m²WF·a
Nízkoenergetický dům 50 kWh/m²WF·a
Nařízení o ochraně tepla 95 90kW/m² WF .a
Stáv. stav 150 kWh/m²WF·a
Teplovodní systém

Průběh potřeb tepla a solárních zisků EKOPARKU Odolená Voda



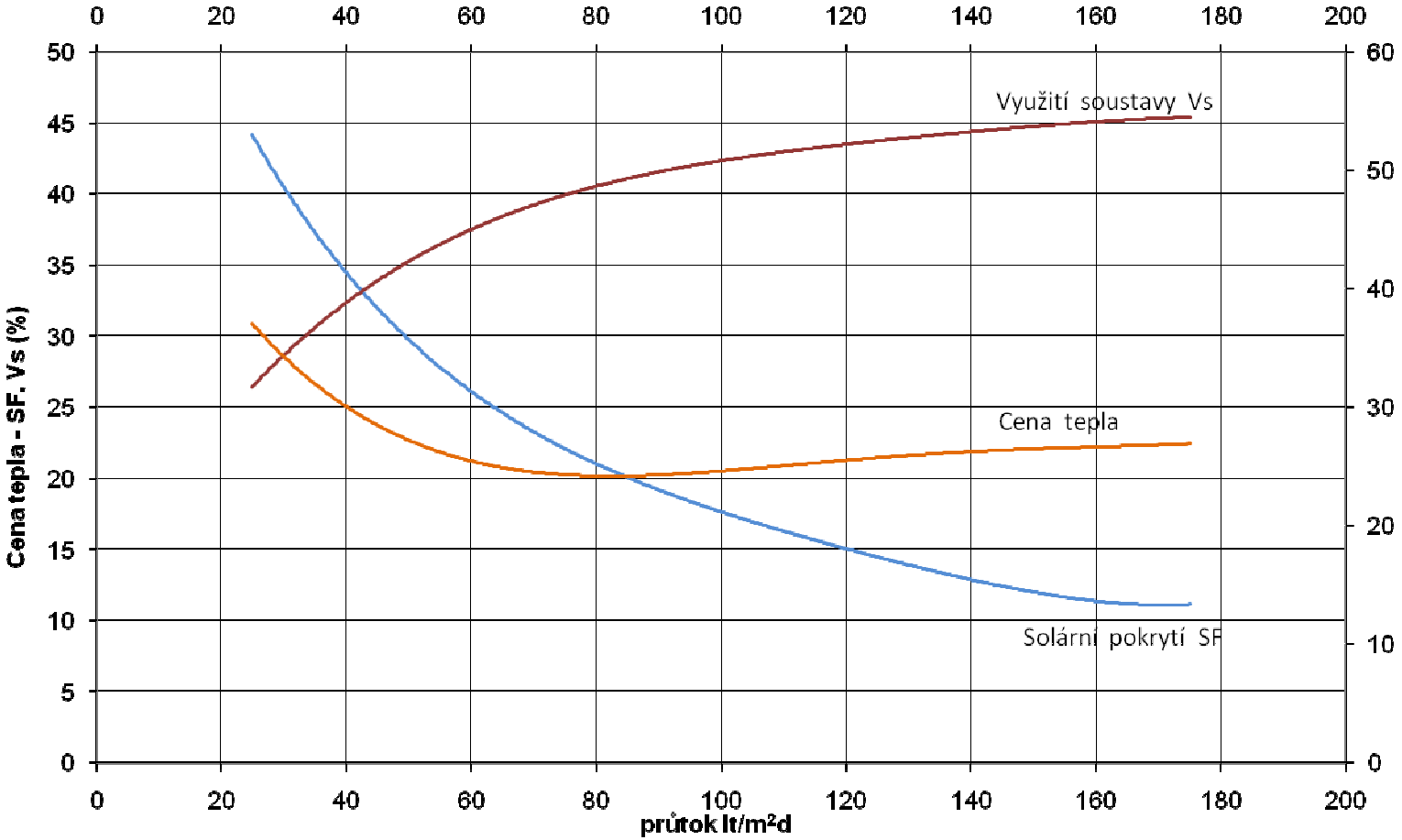

cena (EUR/kWh)
0,8
0,6
0,4
0,2
0
2000
2010
2020
2030
2040
rok
ceny konvenční el. energie
špička
základní spotřeba
konkurenceschopná sluneční energie
cena slun. energie Německo
cena slun. energie Španělsko

Různé strategie dimenzování solárních soustav s rozsahem solárního pokrytí

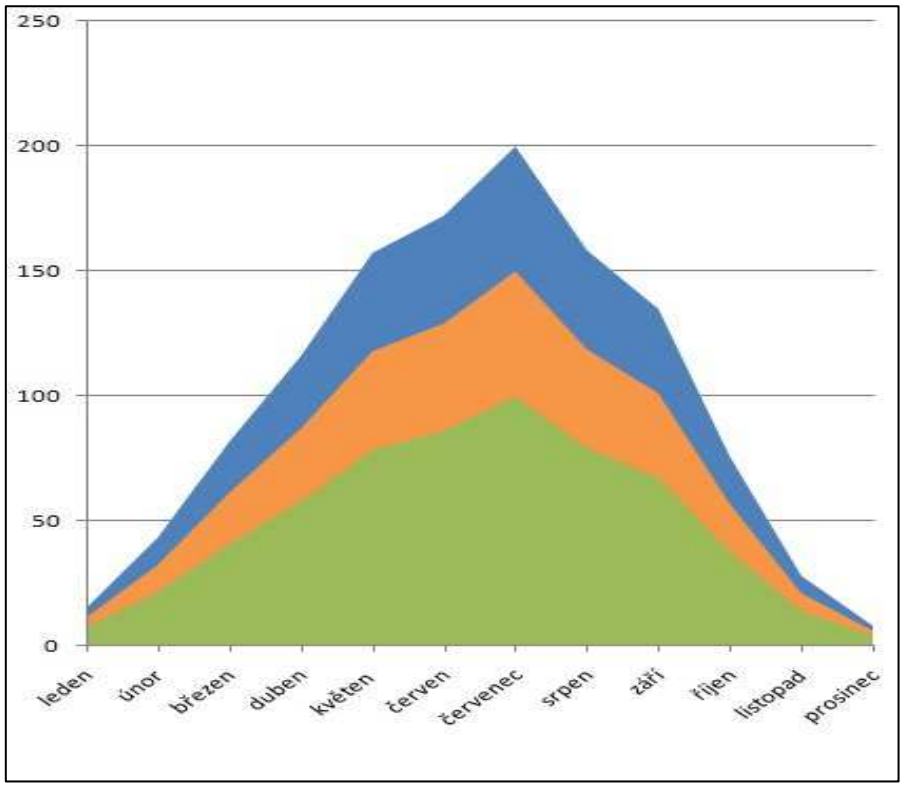
	strategie	solár. krytí	charakteristika
a	Vysoké solární pokrytí potřeby tepla	SF > 60%	vysoká náhrada fosilní energie, snížení CO_2 – nyní cíl podle Solární tepelné vize 2030
b	Maximální využití soustavy	SF 10 – 40%	nízká cena tepla, předehřívací soustavy, malá náhrada fosilního paliva
c	Optimální návrh	SF 40 – 60%	výhodný poměr solár. pokrytí (zisk je tu kompromis mezi stávající a) – b)

Souvislost mezi solárním pokrytím stupně využití a cenou tepla v závislosti na velikosti soustav a celkové potřeby TV

(11 m^3/d, 60 ^oC bez cirkulace)



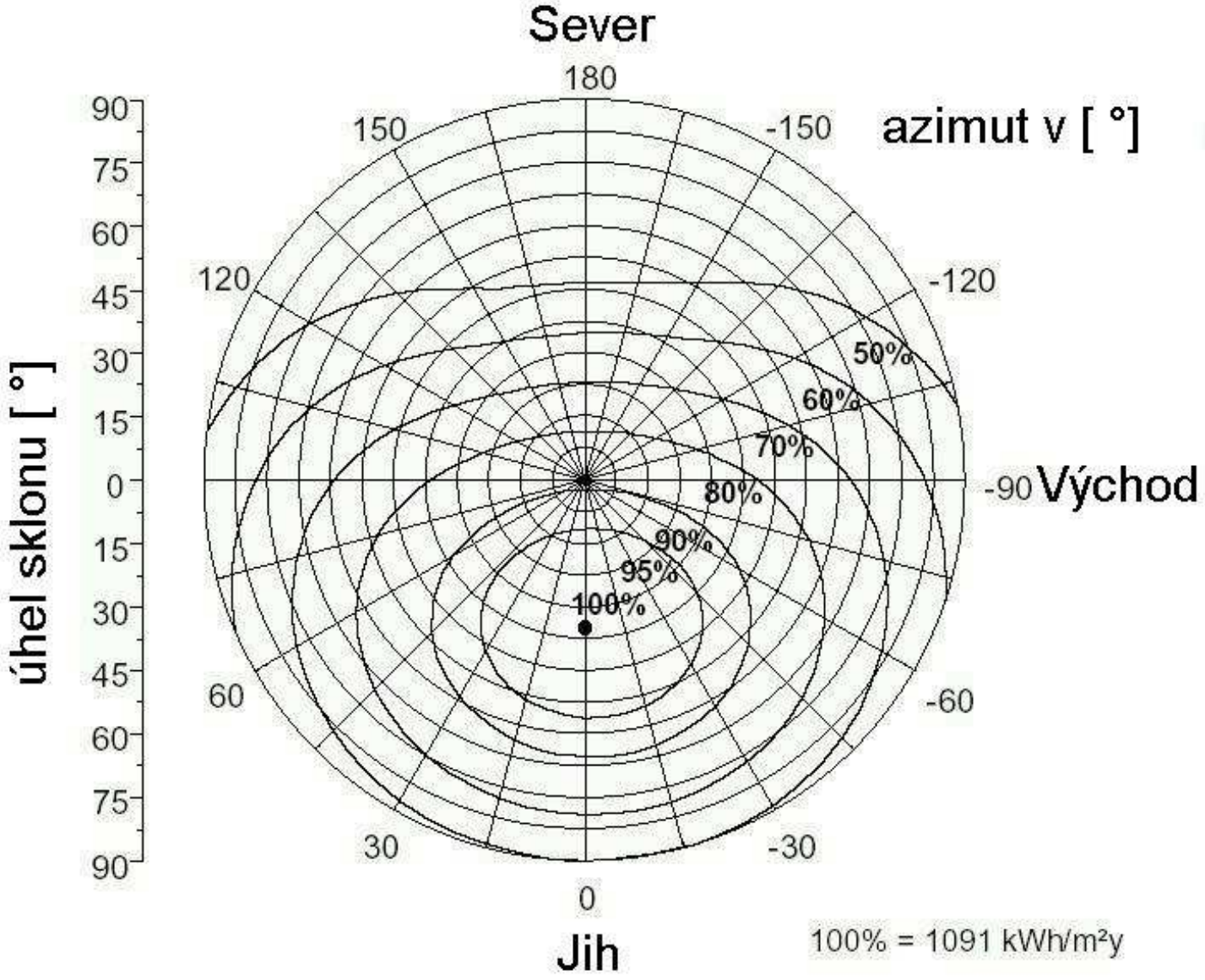
Porovnání plochy kolektorů při různých strategiích návrhu
(ohřev s konstantní potřebou během roku).



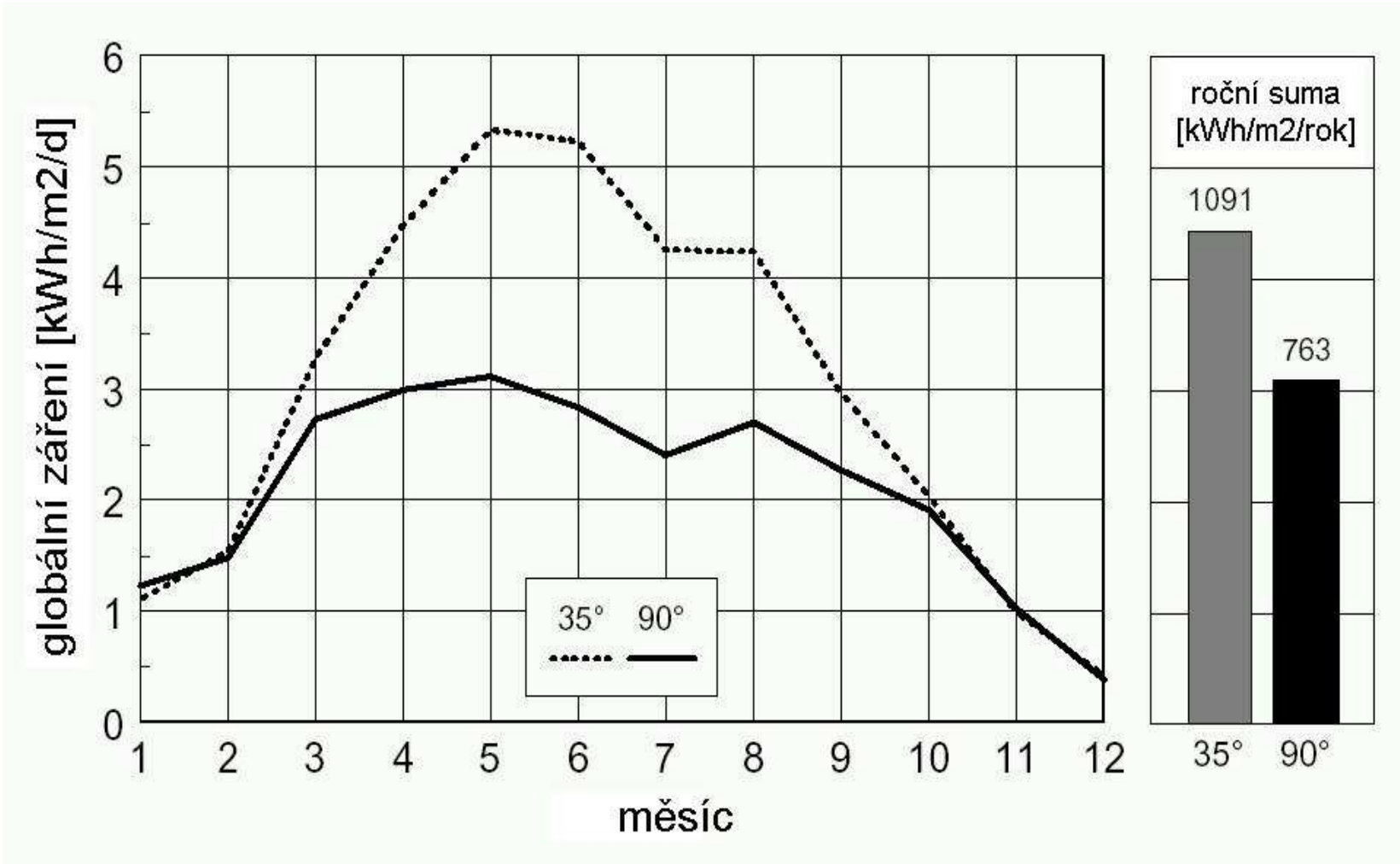
Navýšení výkonu - F_{kol}	1,0	1,5	2,0
potřeba tepla	100%	100%	100%
plocha kolektorů	100%	150%	200%
čistý zisk	51%	65%	72%
solární pokrytí SF	0,51%	0,65%	0,72%
náklady na soustavu	100%	148%	192%

Realizace velkoplošných soustav

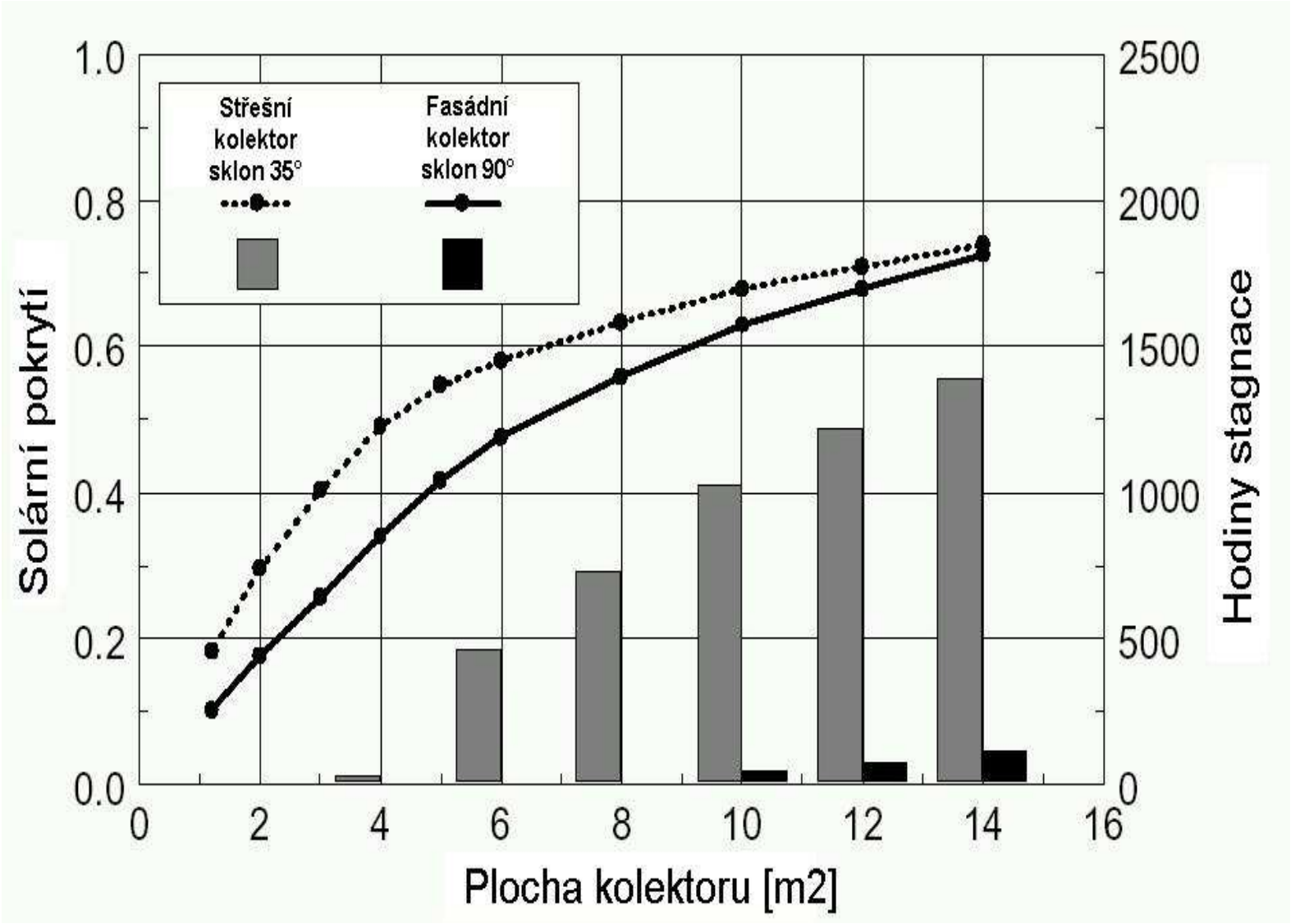
Výhody	Nevýhody
nižší měrný invest. náklad	umístění kolektorů
nižší provozní náklady	prostor pro akumulaci
řízené otáčky čerpadla	montáž jeřábem
optimalizace solár. zisku	
beztlaká akumulace	
rychlá montáž	



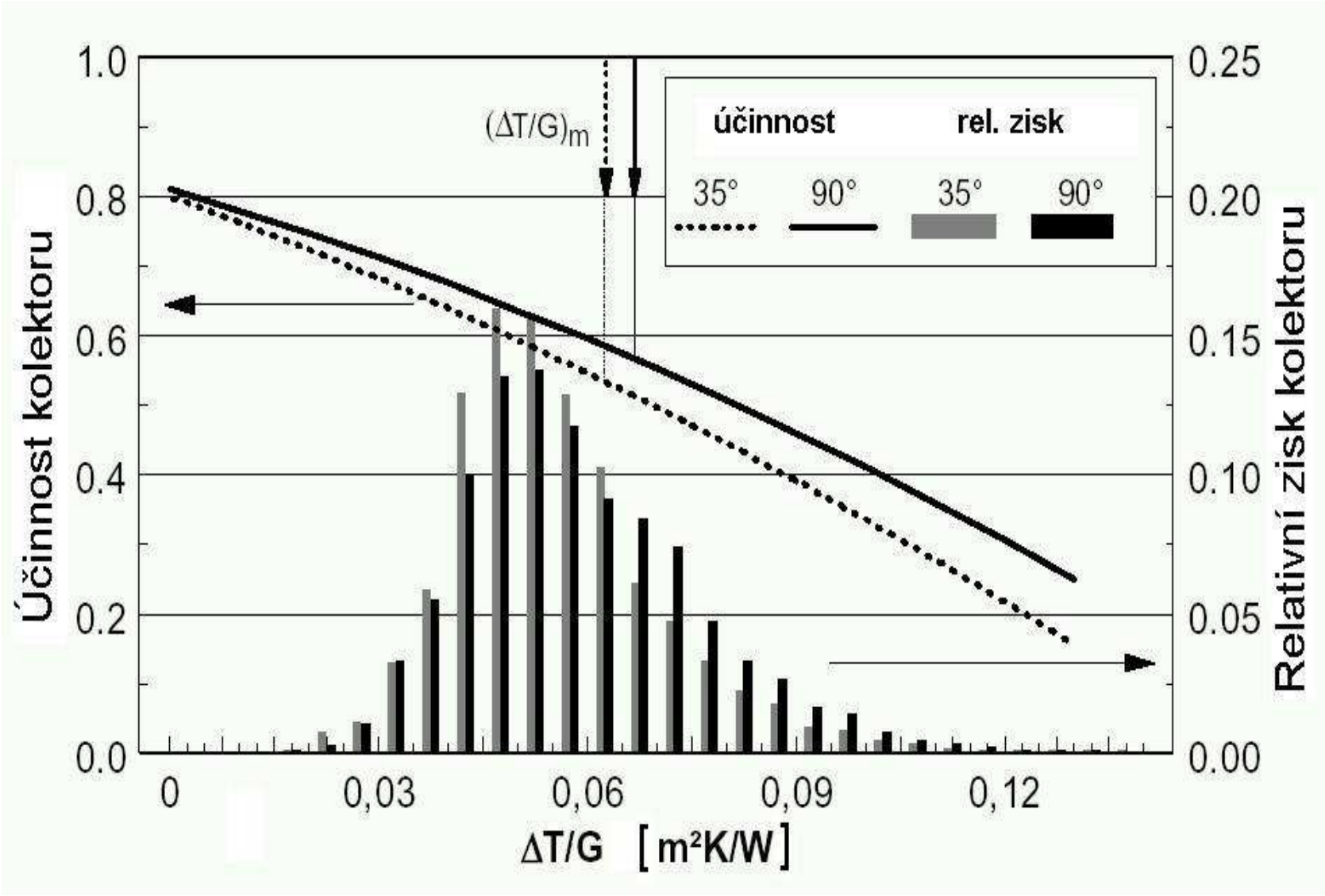
Graf : Pólový graf



Graf : Roční profil globálního denního záření

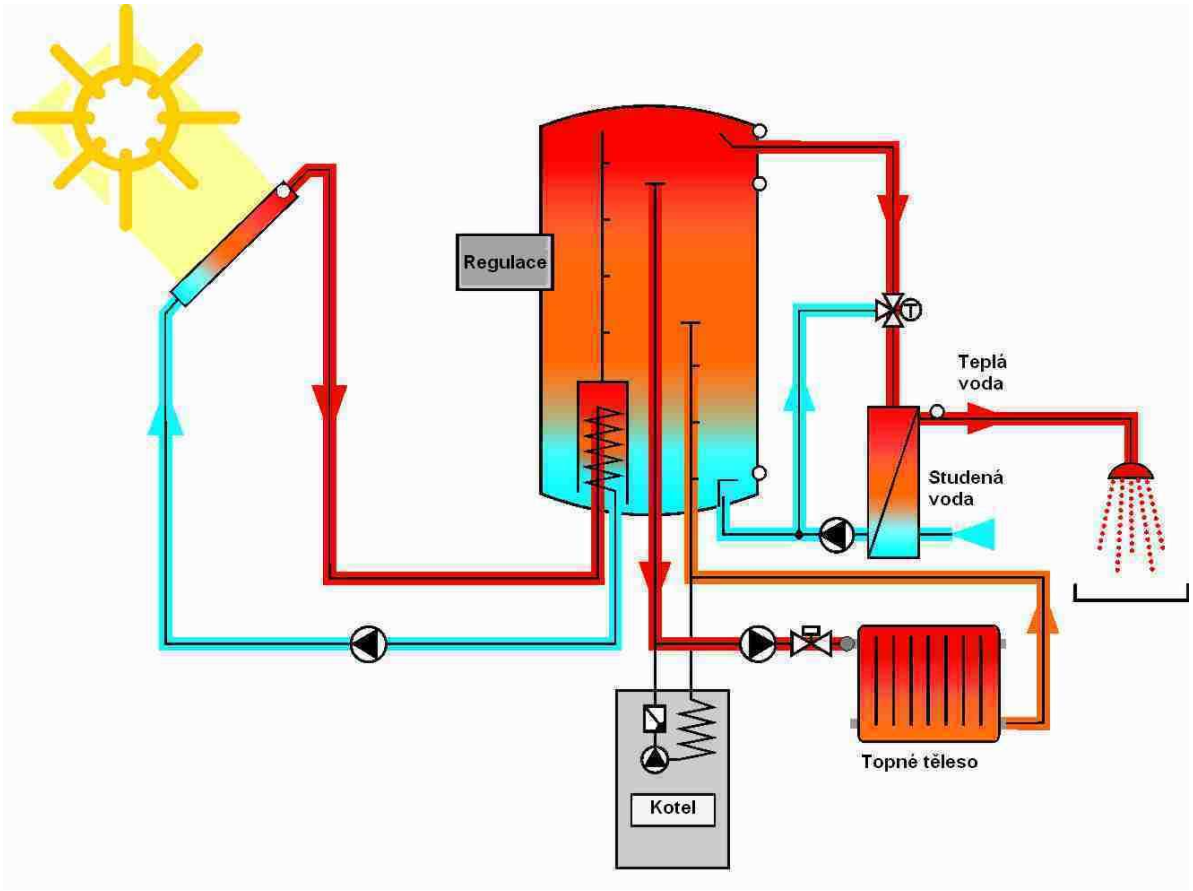


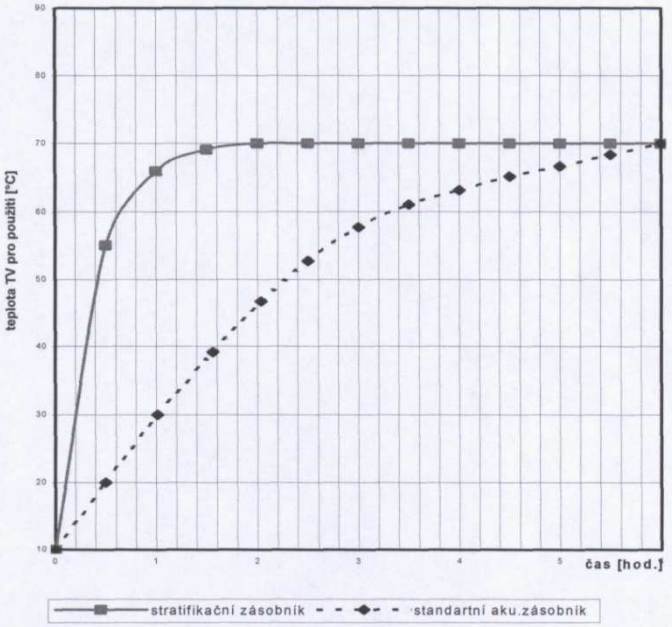
Graf : solární pokrytí a hodiny stagnace



Graf : Účinnost kolektoru a relativní zisk

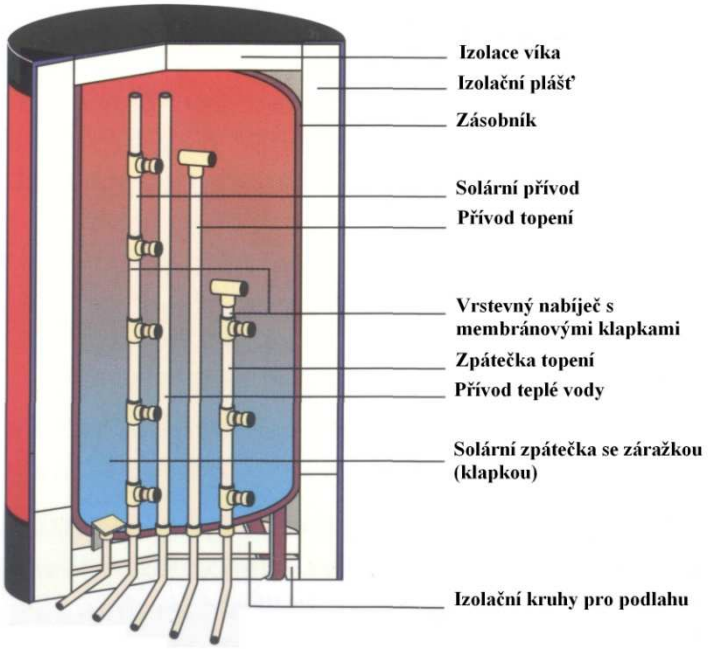
Ukládání tepla

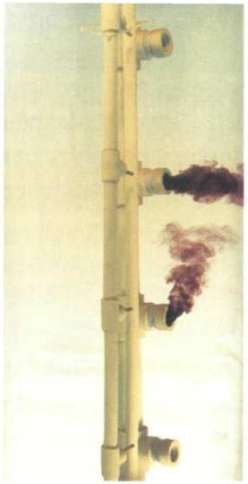


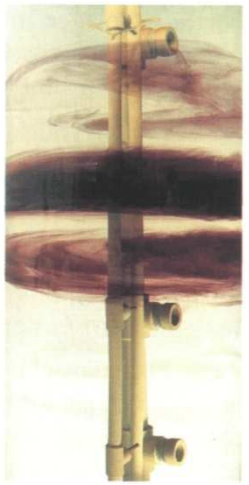


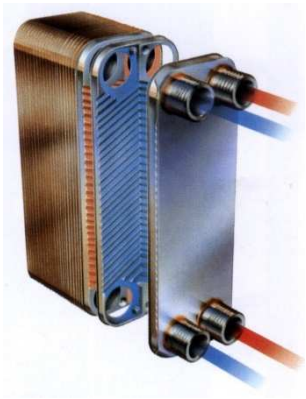
Graf 3 Nabíjení zásobníku v závislosti na čase

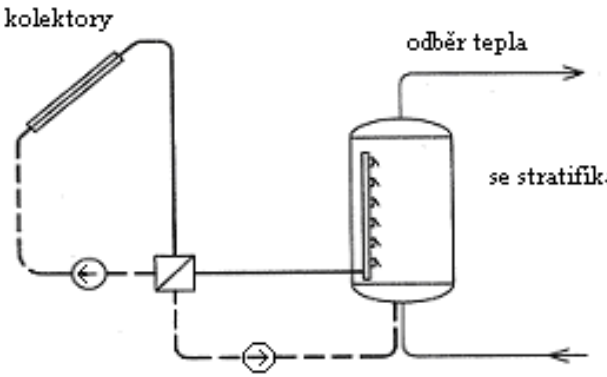
Pozn. U stratifikačního zásobníku se jedná pouze o horní vrstvu, u standart. zásobníků o veškerý objem.

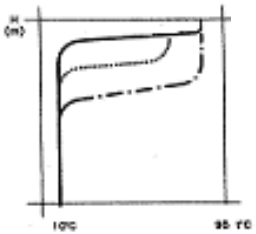


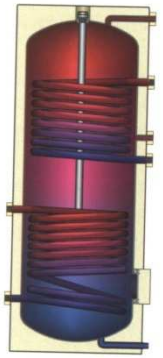


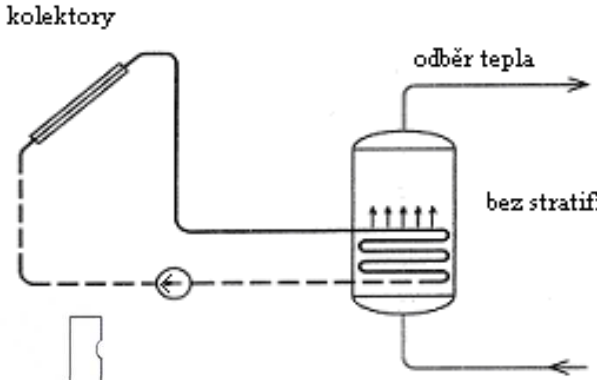


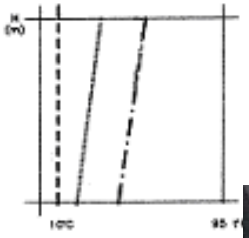



kolektory
odběr tepla
se stratifikací

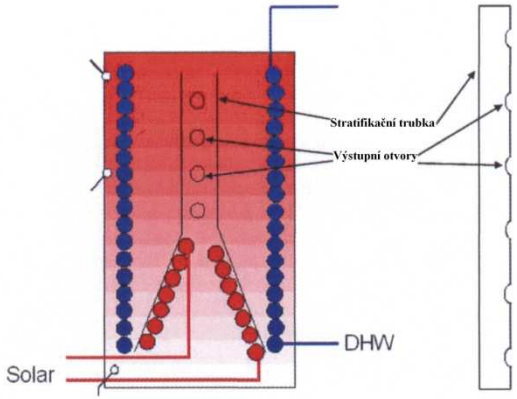


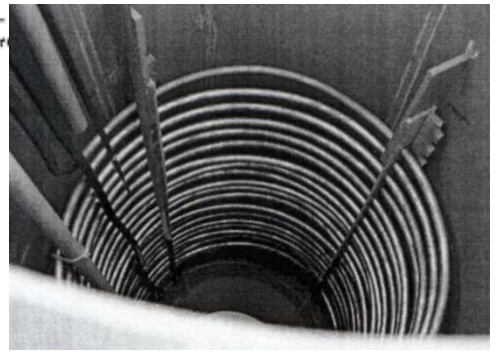



kolektory
odběr tepla
bez stratifikace

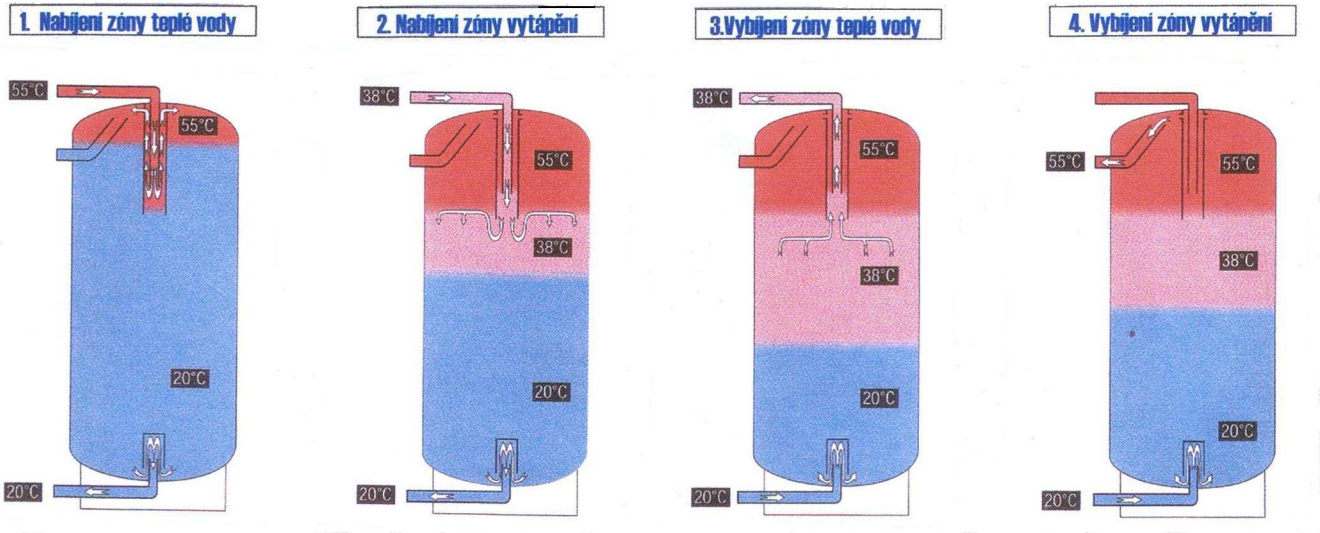


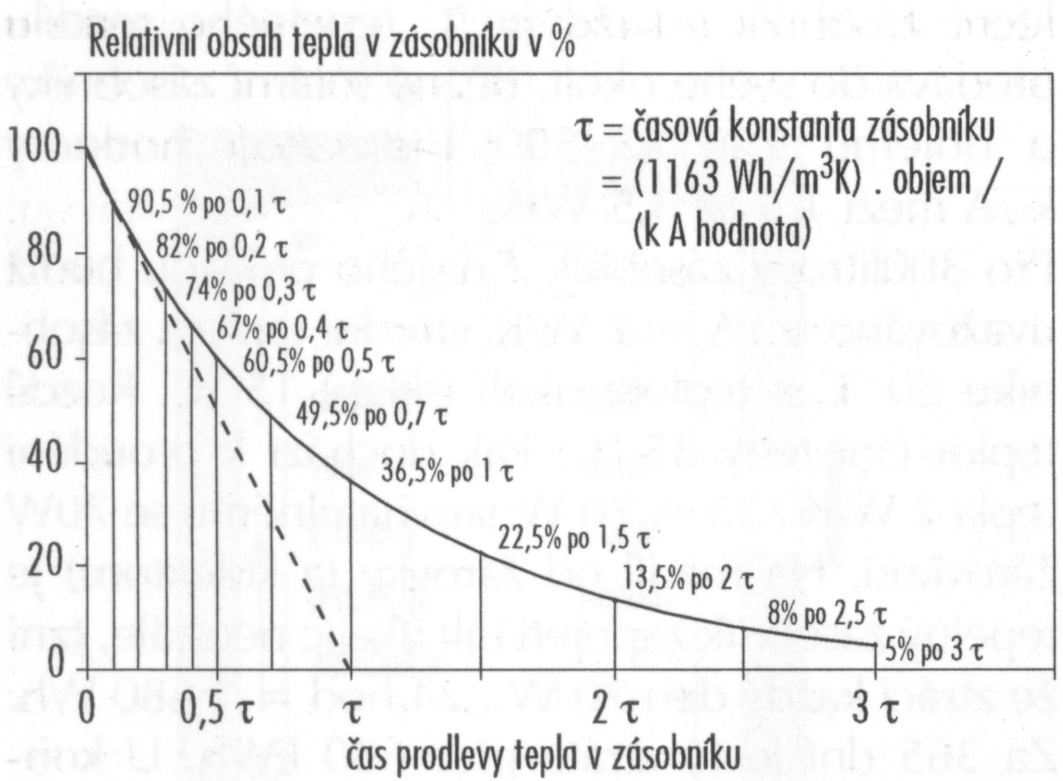
obr. 1


Stratifikační trubka
Výstupní otvory
DHW
Solar



Stratifikační nabíjení zásobníku tepla





Chladnutí zásobníku bez průtoku je funkcí doby zdržení vody v zásobníku.

Souvislosti mezi velikostí zásobníku a jeho časovou konstantou

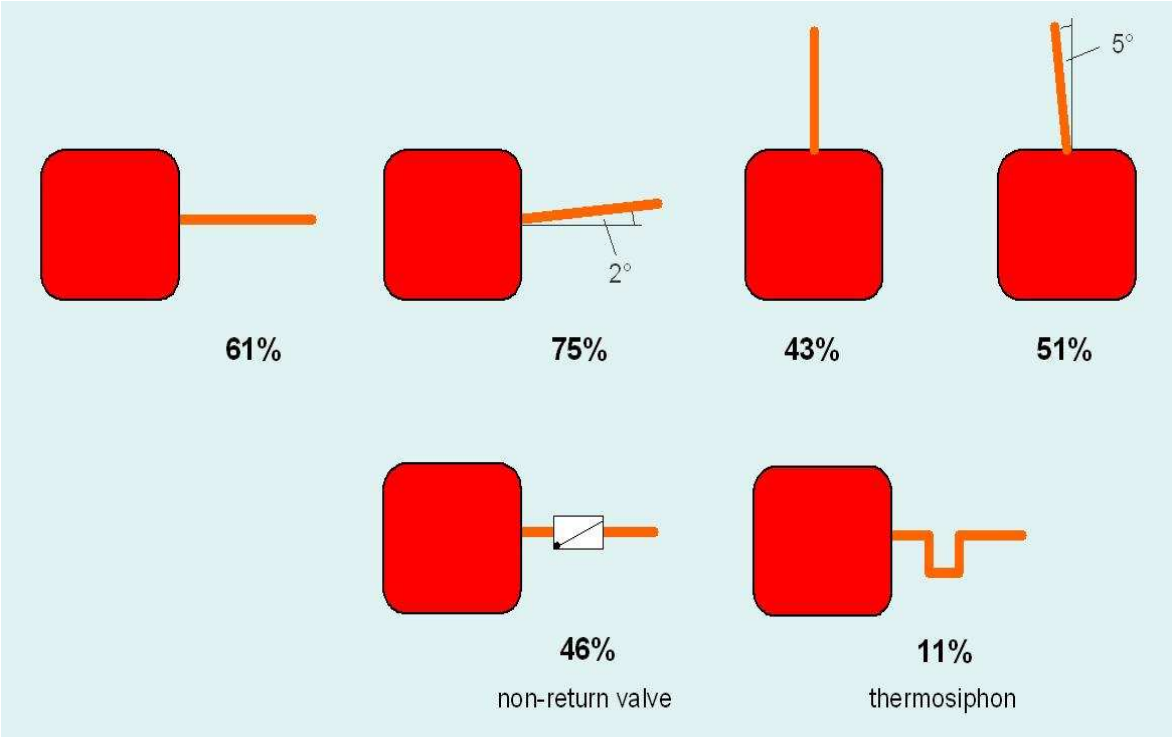
Zásobník	Objem (m^3)	Plocha povrchu (m^2)	Objem/plocha (m)	Časová konstanta zásobníku
250 l ocelová válcová nádrž ϕ = 0,5 m; 1,3 m vysoká	0,25	2,4	0,104	241 h = 10 d
500 l ocelová válcová nádrž, ϕ = 0,6 m; 1,6 m vysoká	0,50	4,4	0,113	262 h = 11 d
1000 l ocelová válcová nádrž, ϕ = 0,8 m; 2 m vysoká	1,00	6,1	0,164	380 h = 16 d
5 m^3 krychlová ocelová nádrž 1,7×1,7×1,7 m	5,0	17,6	0,284	659 h = 27 d
20 m^3 krychlová nádrž 2×2,5×4 m	20	46	0,435	1009 h = 42 d
1000 m^3 válcová nádrž, ϕ = 11 m, 10 m vysoká	1000	554	1,8	4176 h = 174 d

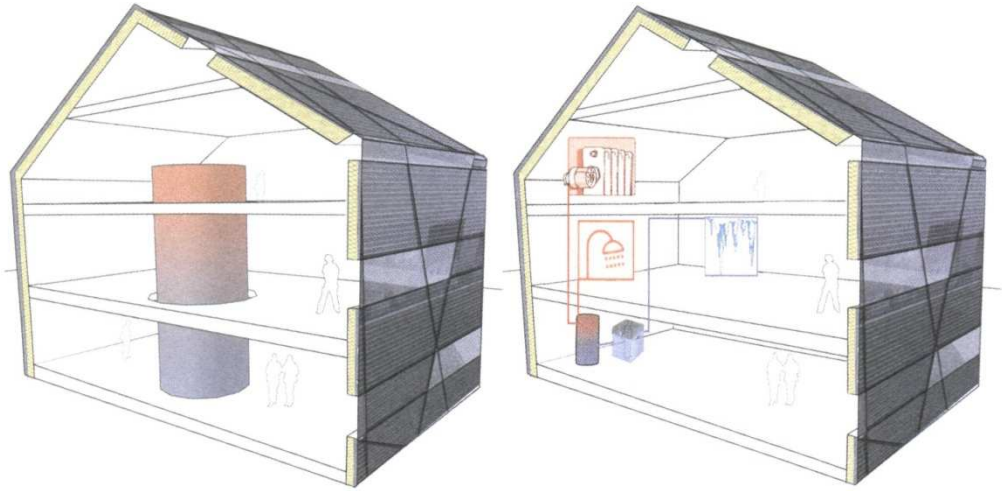
Časová konstanta je doba, za kterou poklesne obsah energie zásobníku bez odběru na 37 % původní hodnoty.
Jmenované hodnoty se pohybují v teoretické oblasti, v praxi jsou z pravidla méně příznivé.

Časová konstanta = objem. specifické teplo/povrch. k-hodnota.

Specifické teplo (vody) = 1,16 kWh/m^3K, k (izolace) = 0,5 W/m^2 K.

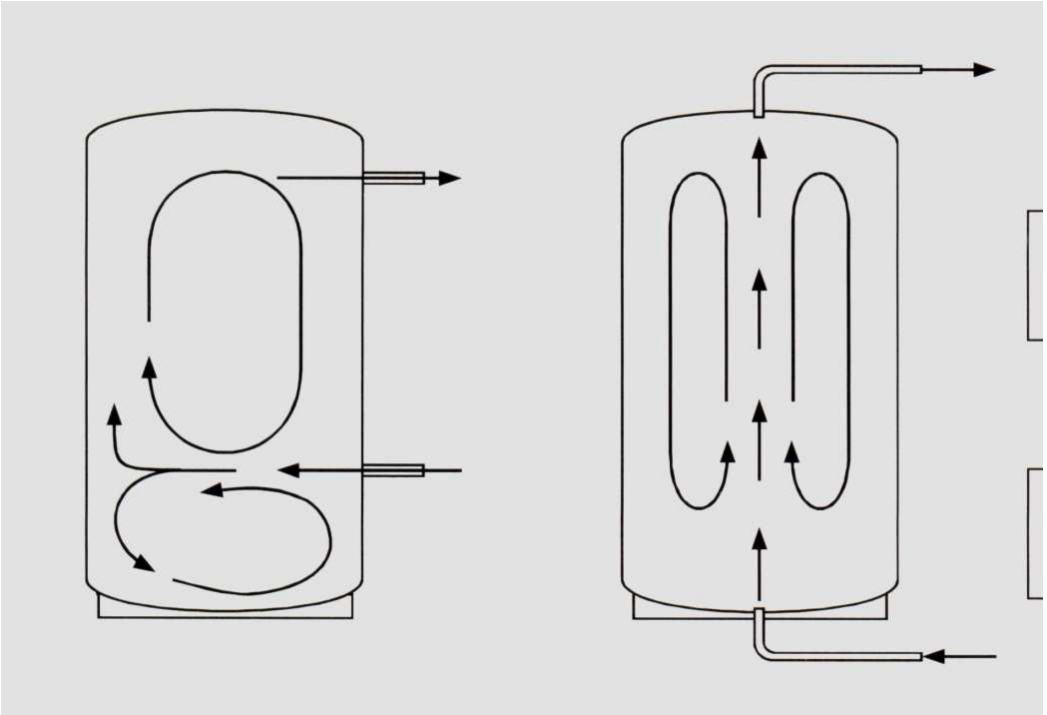
Vnitřní cirkulace v trubkách a následné tepelné ztráty





Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Cirkulace ve velkém tlakovém zásobníku tepla



Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Tepelné sítě, účinnost soustav

Kurz solární tepelné soustavy
Třeboň 11.11.2009

SOLÁRNÍ TEPELNÁ VIZE 2030 topin 3/2008

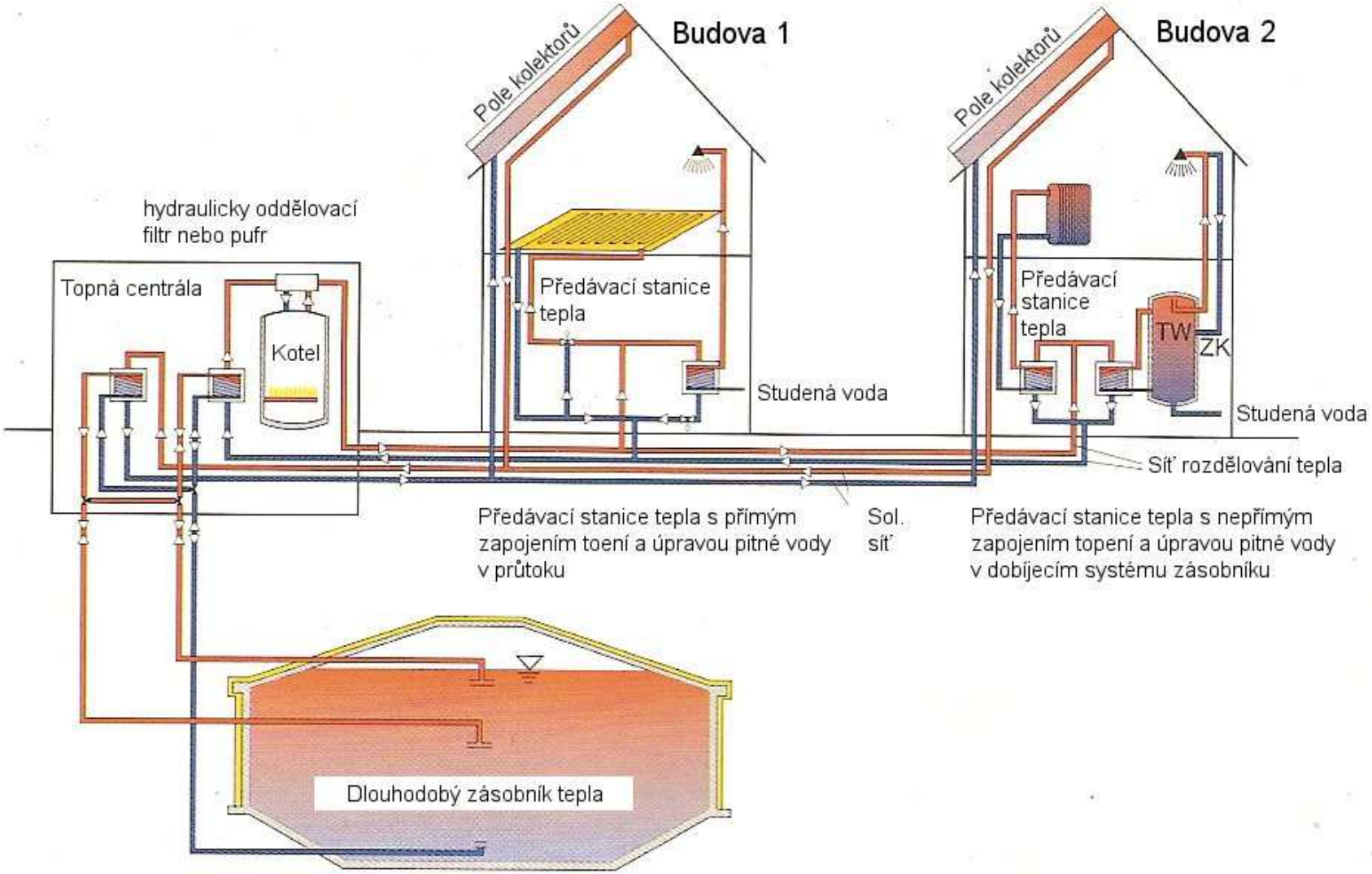
ESTP (Evropská solární platforma pro tepelné technologie) vedoucí evropské výzkumné instituce, svaz solárního průmyslu.

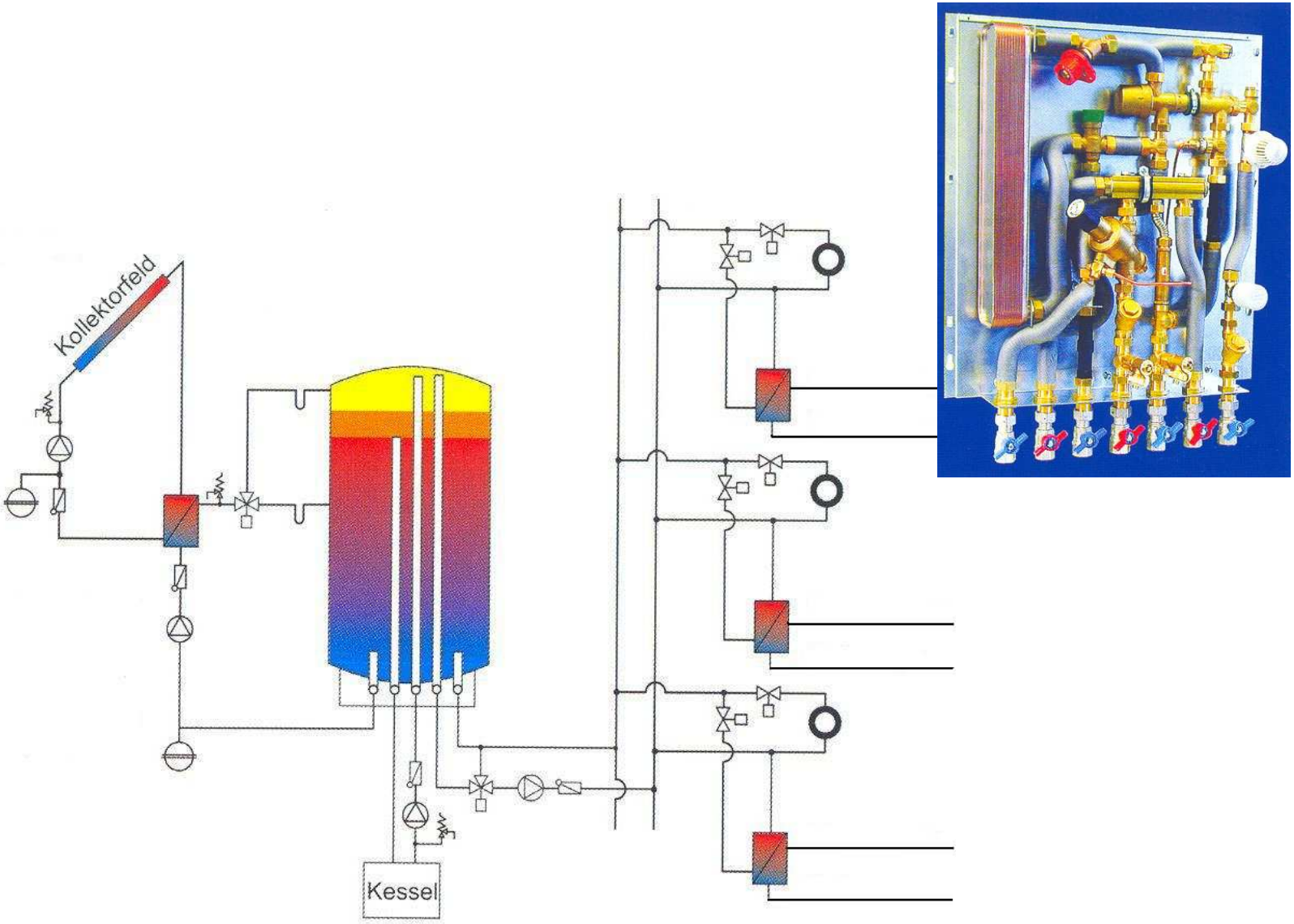
- Do roku 2030 standard: nový dům ze 100% vytápění solární energií
  stávající domy více než 50% solární energie

- Klesající význam novostaveb: nižší počet obyvatel, vysoká potřeba pozemků pro rodinné domy, stoupající náklady na dopravu

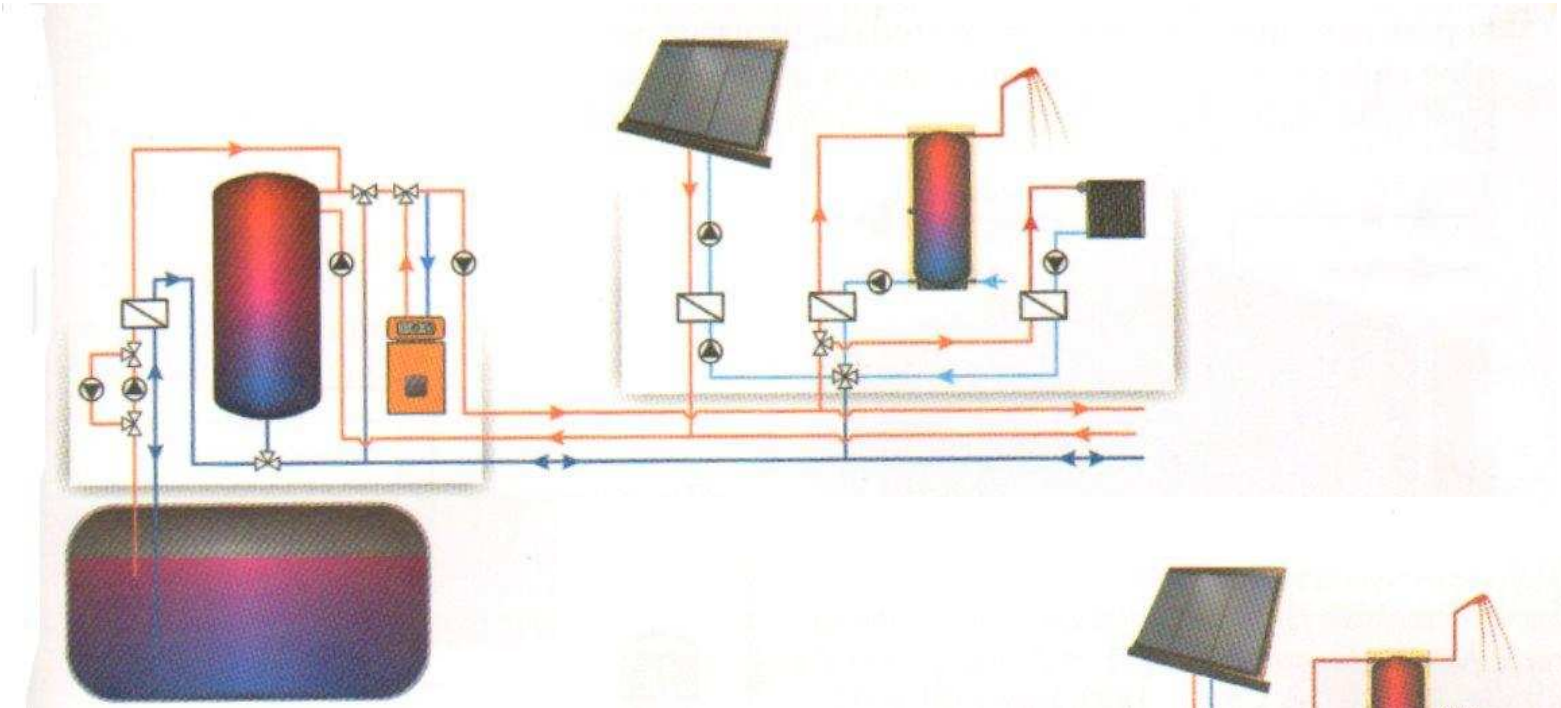
- CZT – využívat OZE: zahušťováním zástavby vzroste zájem
  předpoklad výrazné snížení potřeby tepla
  sezónní zásobníky tepla

- Procesní teplo pro průmysl, solární chlazení, ocelování

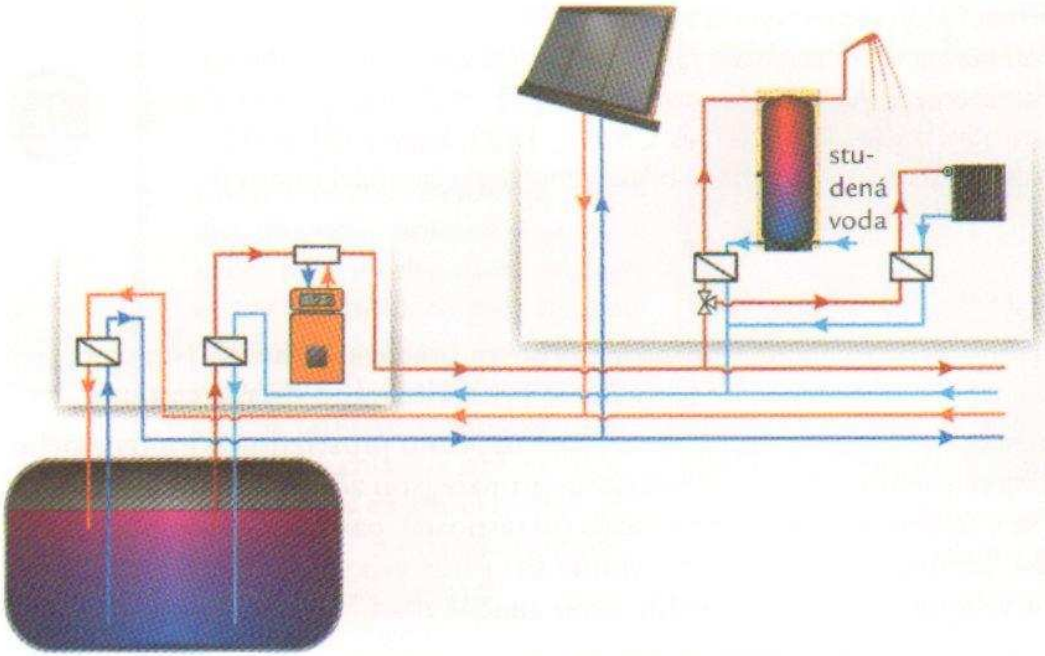

Budova 1
Budova 2
Pole kolektorů
Pole kolektorů
hydraulicky oddělovací
filtr nebo pufr
Topná centrála
Kotel
Předávací stanice
tepla
Studená voda
Předávací
stanice
tepla
TW
ZK
Studená voda
Síť rozdělování tepla
Předávací stanice tepla s přímým
zapojením toení a úpravou pitné vody
v průtoku
Sol.
síť
Předávací stanice tepla s nepřímým
zapojením topení a úpravou pitné vody
v dobíjecím systému zásobníku
Dlouhodobý zásobník tepla



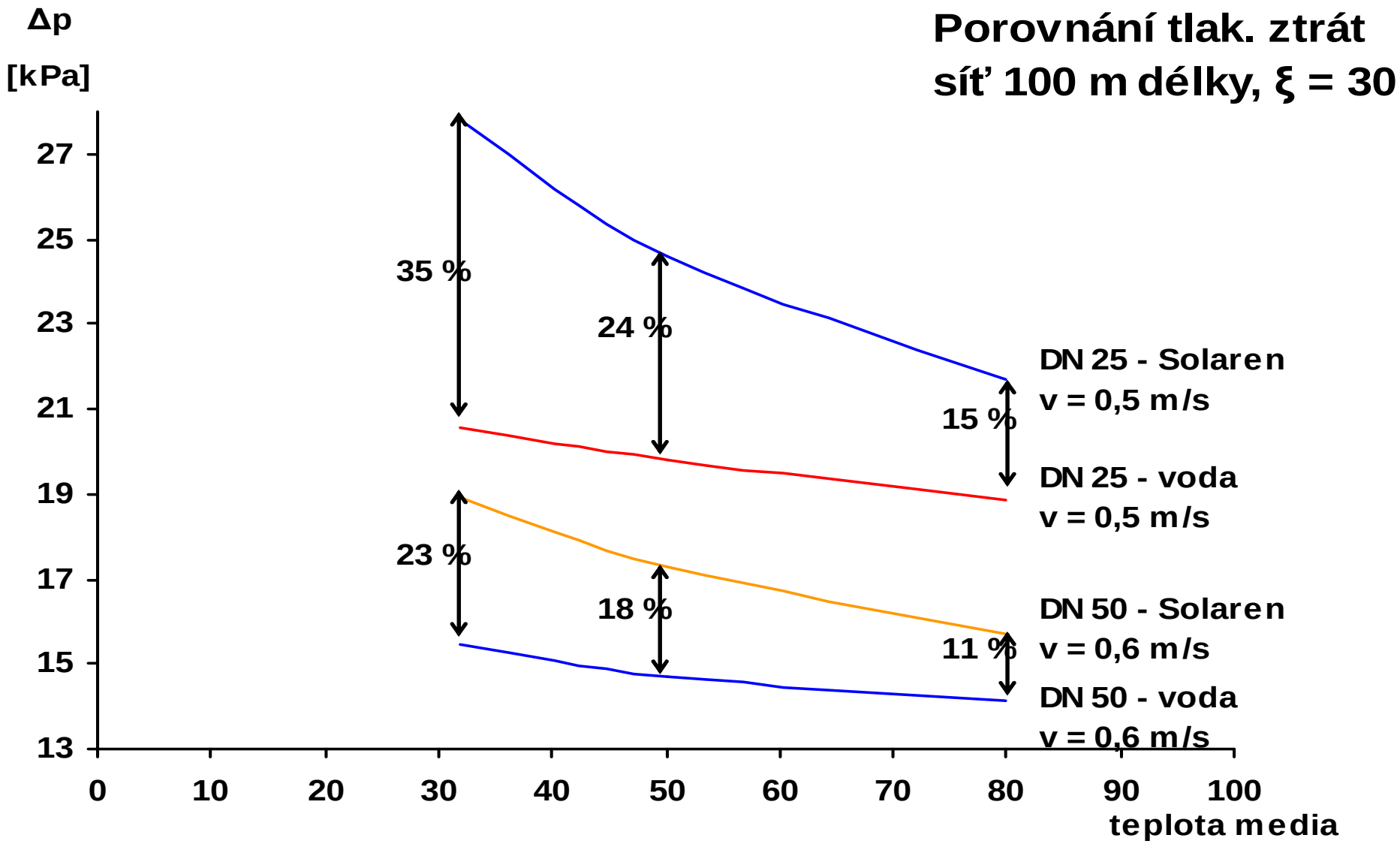
Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň
11.11.2009



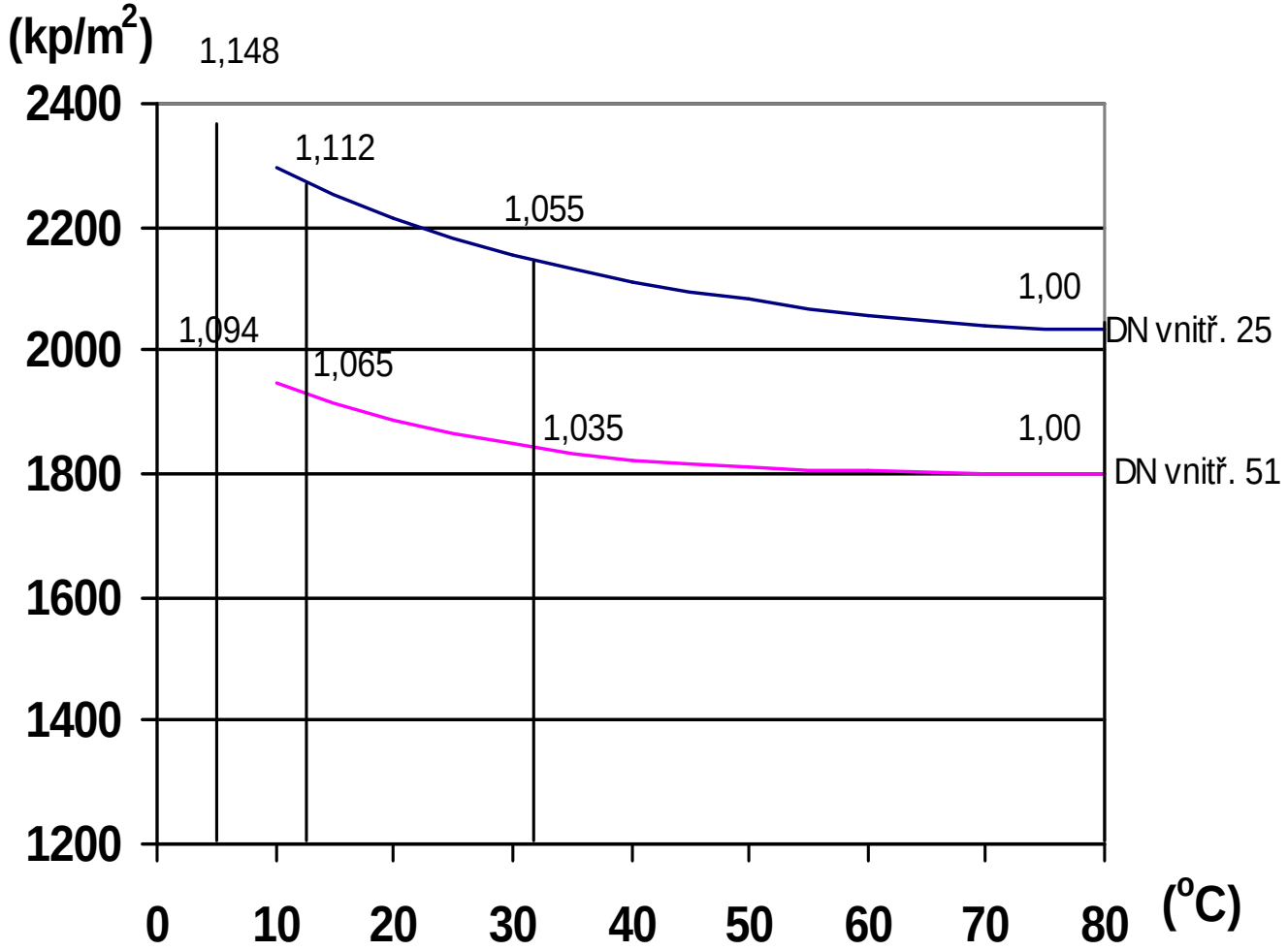
Solární zásobování



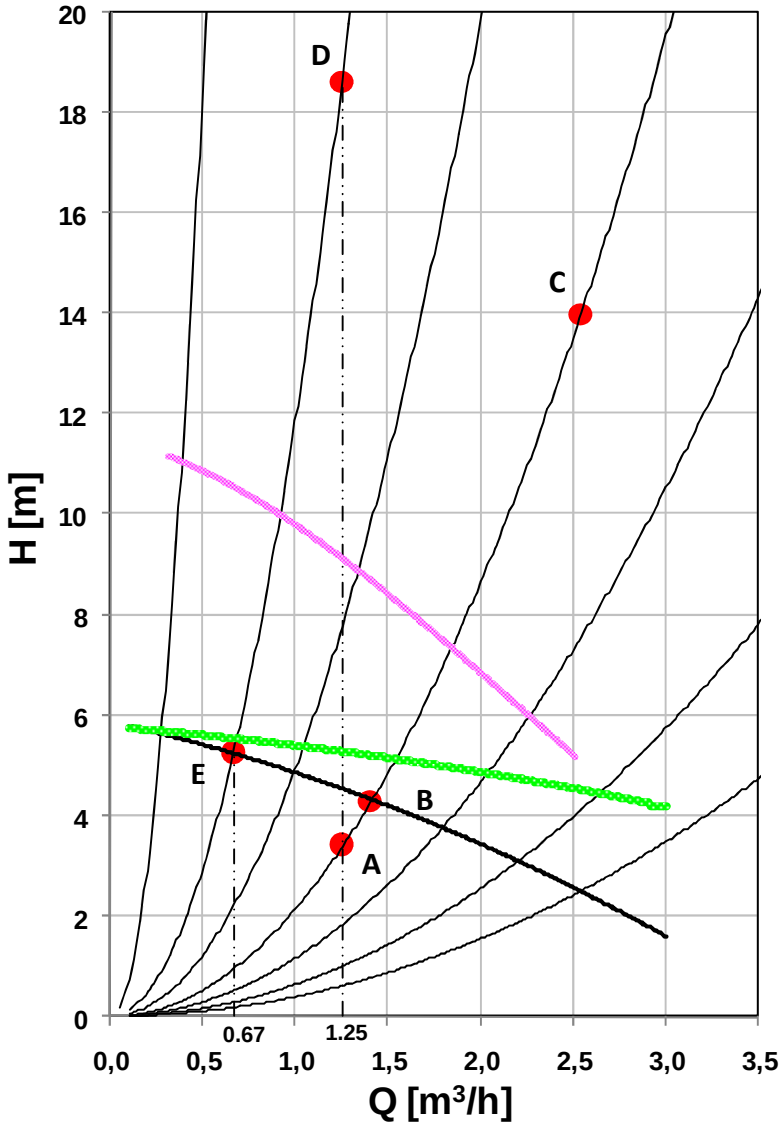
Solární blokové teplo v 2 + 2trubkové síti


Δp
[kPa]
Porovnání tlak. ztrát
síť 100 m délky, ξ = 30
27
25
23
21
19
17
15
13
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
teplota media
35 %
24 %
15 %
23 %
18 %
11 %
DN 25 - Solaren
v = 0,5 m/s
DN 25 - voda
v = 0,5 m/s
DN 50 - Solaren
v = 0,6 m/s
DN 50 - voda
v = 0,6 m/s

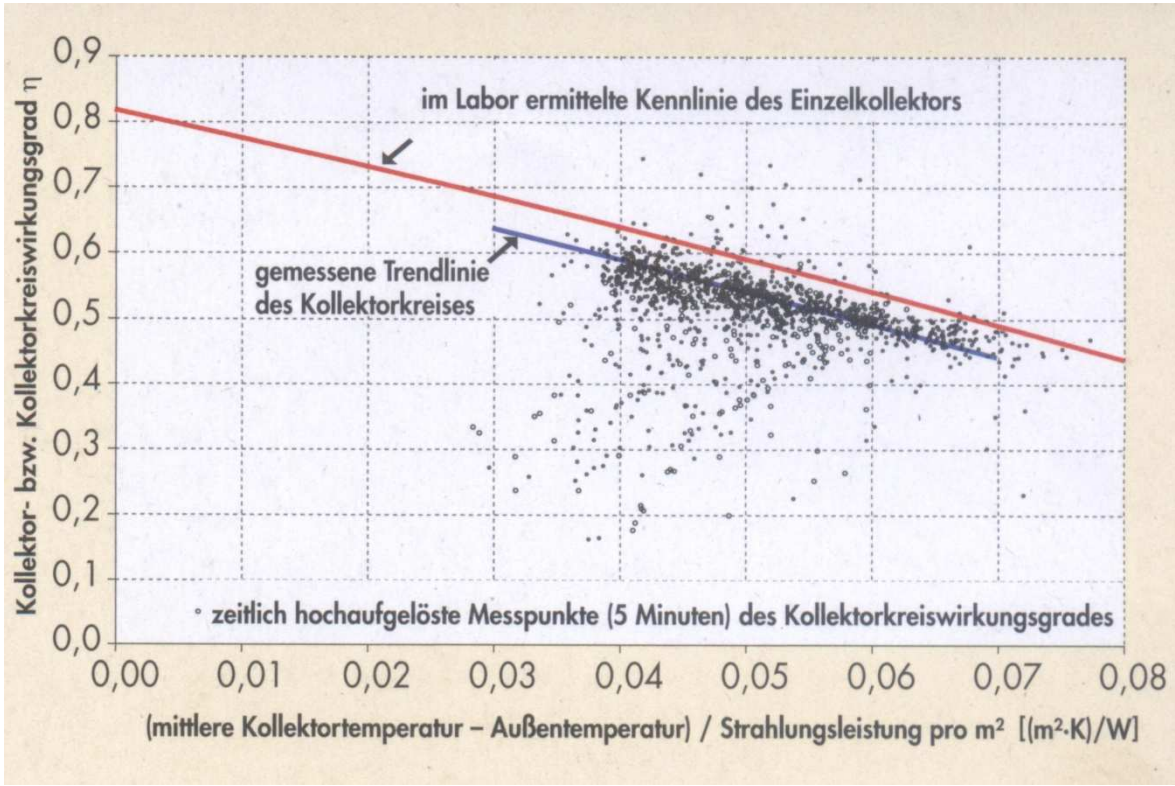
Průběh tlakových ztrát při různé teplotě čisté vody



Q-H charakteristika sítě

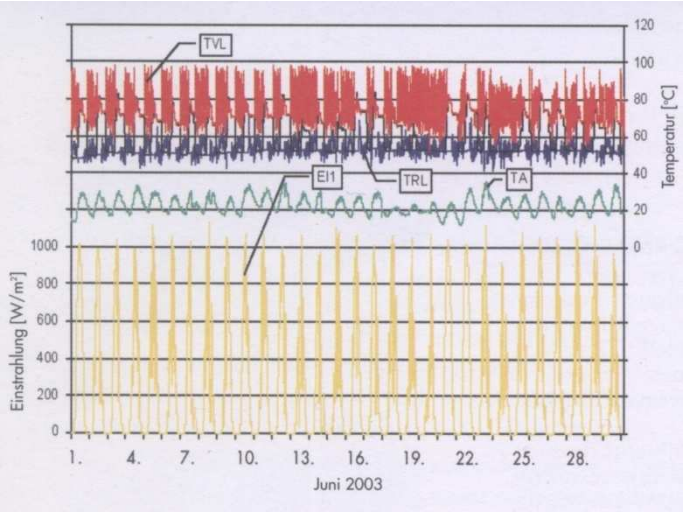


Křivka účinnosti jednoho kolektoru a kolektorového pole na novém sídlišti Speyer

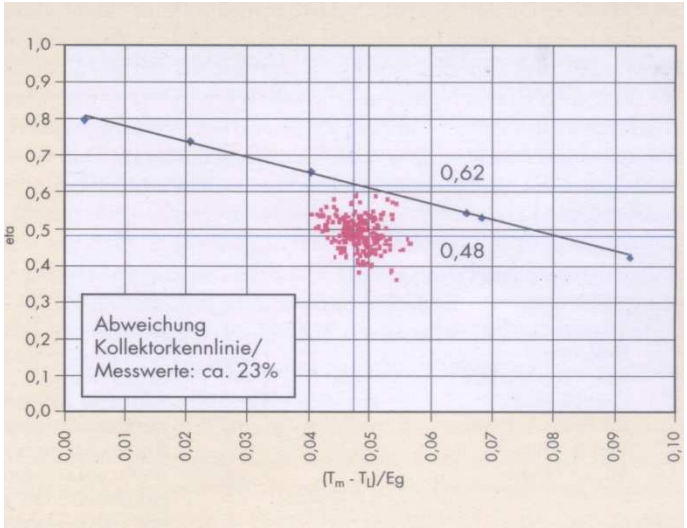


Vliv zpátečky na účinnost kolektorového pole

Teplota v tepelné síti v červnu 2003
v sídlišti Stuttgard, Burgholzhof



Křivka účinnosti kolektorového pole
v Burgholzhofu



Vliv teploty kolektorového pole na solární zisk

- Změna střední teploty v kolektoru o 1°C → A = 0,00155 (ve střední části křivky, tj. 0,7-0,9%)

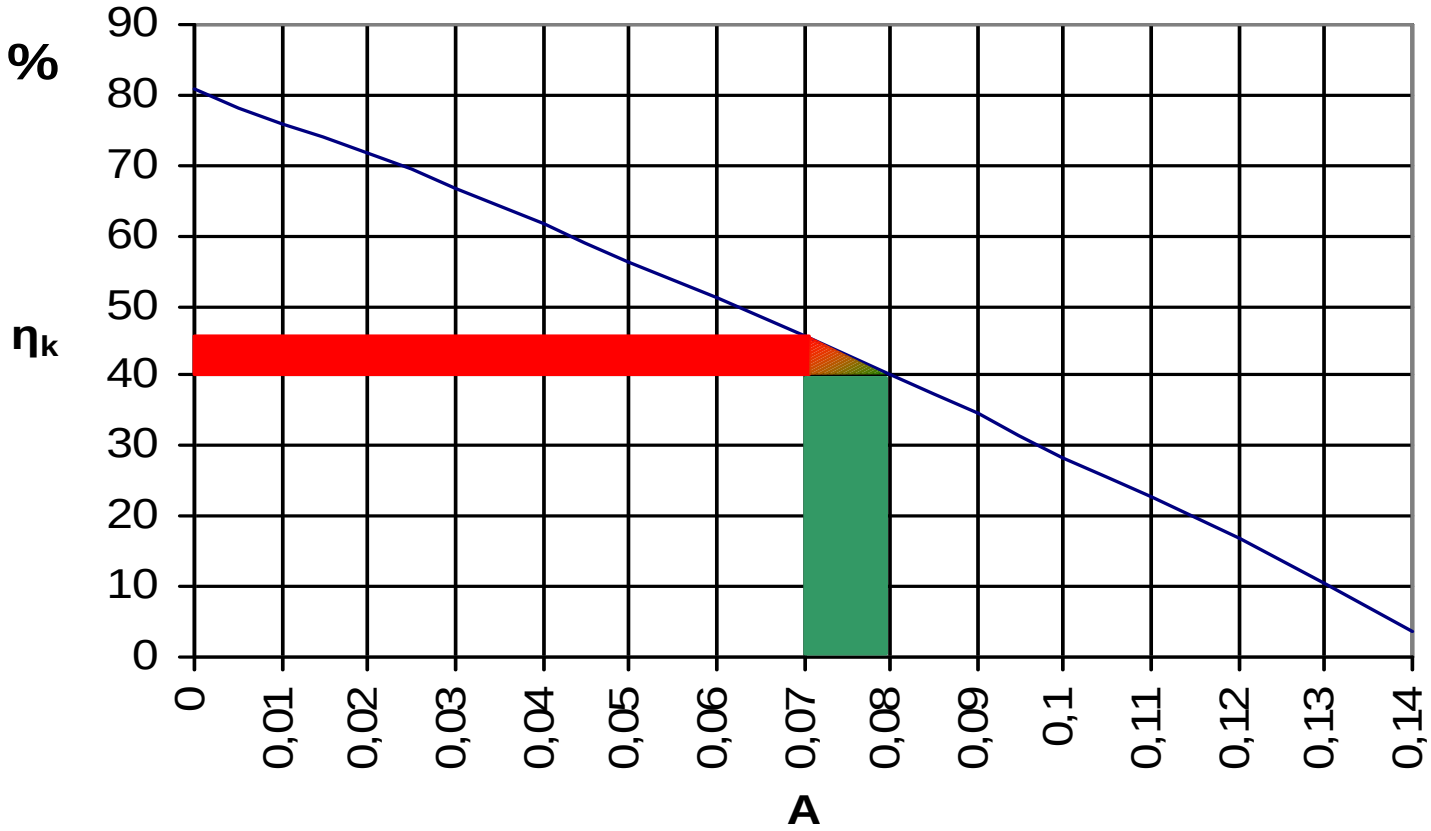
- Změna teploty zpátečky o 10°C (tj. 5°C střední tepl. absorbéru) - sníží solární výnos

5 . 0,8 = 4% η kolektoru

100 m^2 → 49 500 kWh/r (η = 0,45) ……. 45 100 kWh/r (η=0,41)

400 m^2 →198 000 kWh/r (η = 0,45) … …180 400 kWh/r (η=0,41)

b) Vliv teplot na účinnost kolektoru



Vliv → kvalitní kolektor

Vliv → dobrý provozní stav

1 °C → A 0,00125 - 0,00155 → Δ η 0,7 - 0,9 %

4 °C → A 0,005 - 0,0061 → Δ η 2,8 - 3,6 %

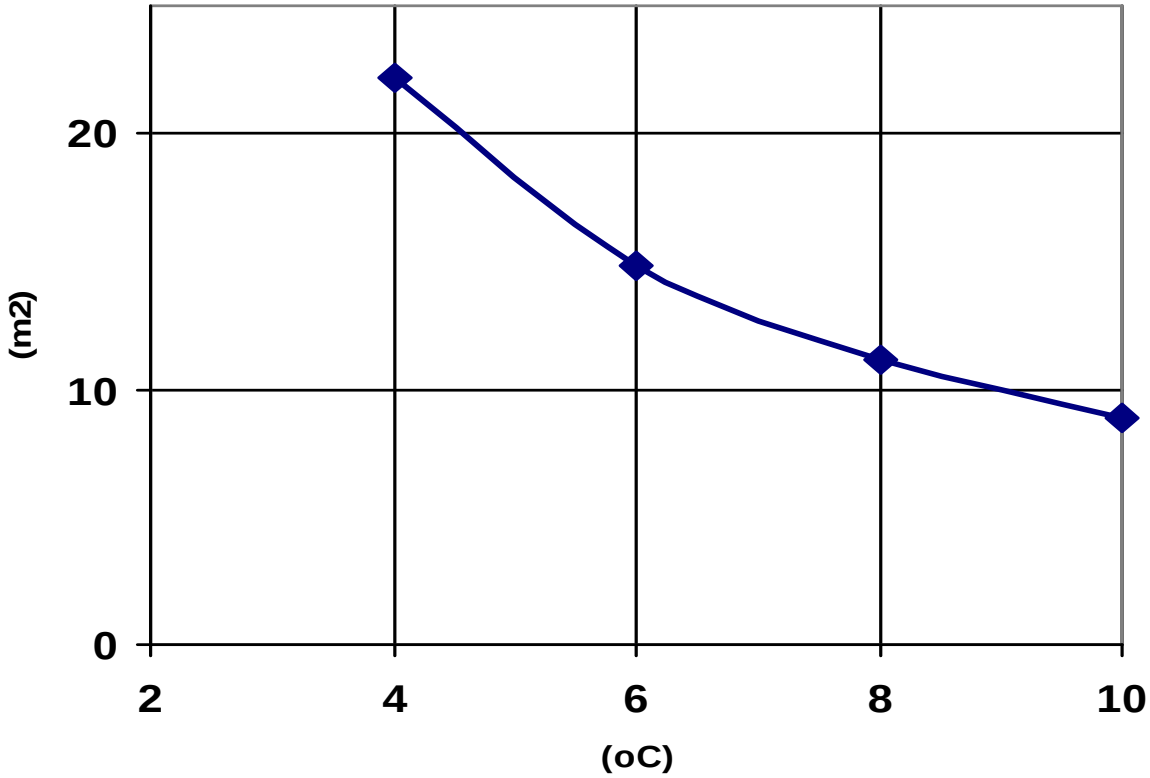
FAKTORY, KTERÉ OVLIVŇUJÍ NÁVRH SOLÁRNÍCH SYSTÉMŮ

a) Velikost výměníku tepla

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t}$$

Rozdíl teplot	°C	10°	8°	6°	4°	Pozn.
Teplosměnná plocha	m^2	8,89	11,1	14,81	22,22	pro 240 kW
Poměr zvětšení pl.	%	100	125	166	250	
Poměr zmenšení Δt	%	100	80	60	40	

optimální rozdíl teplot (souvisí s investičními náklady)



snížení Δt o 1 ^{o}C zvýší roční účinnost o 0,7 - 0,9 %

návratnost 1 - 3 roky (absorp. pl. 400 m^2)

rozhodnutí: a) volit nízké investiční náklady

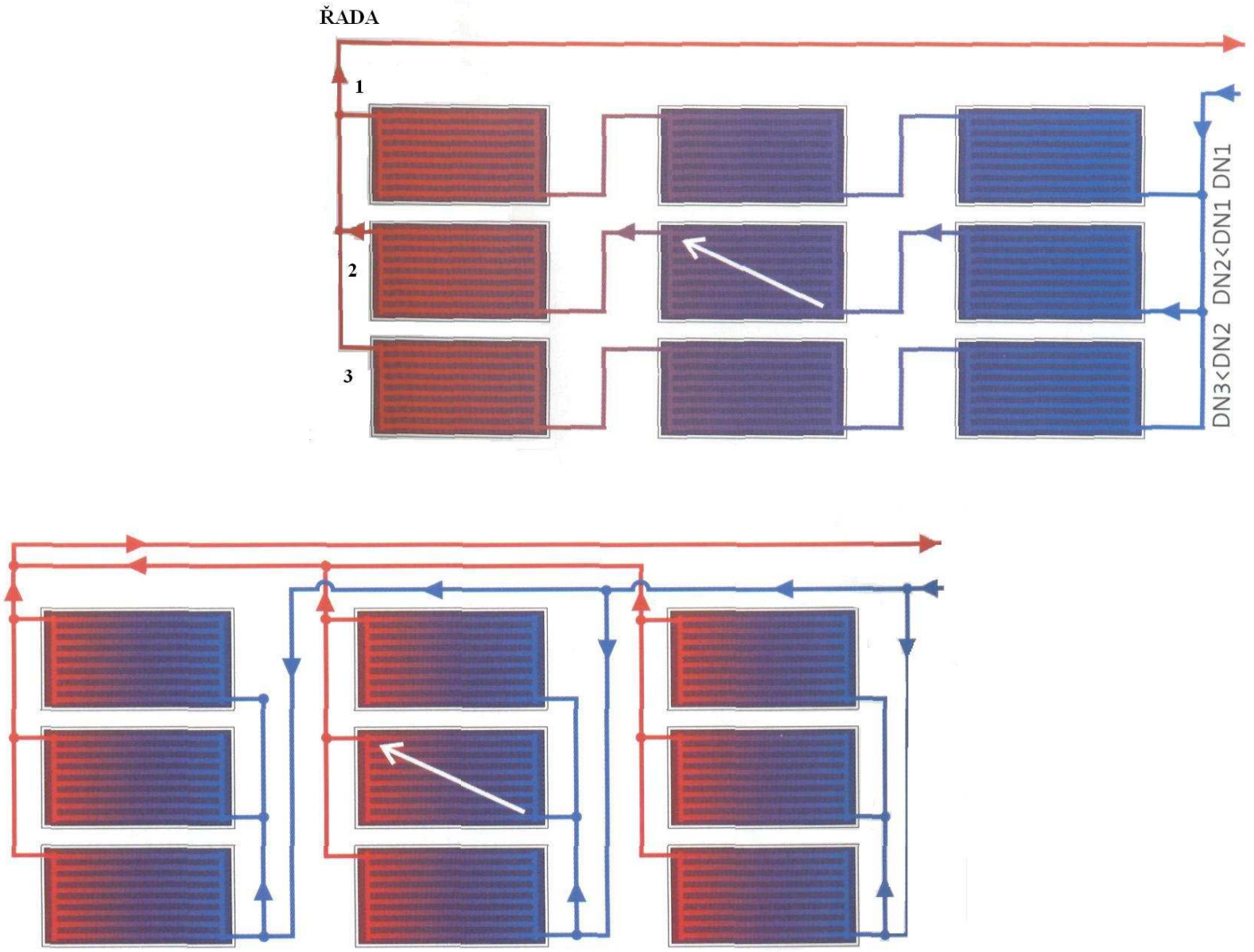
b) optimalizovat roční solární zisk

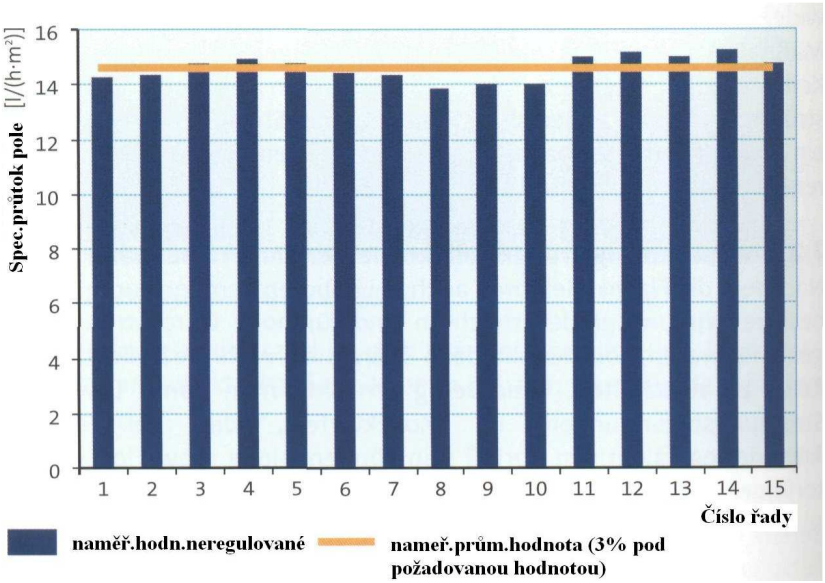
Konfigurace solárního pole

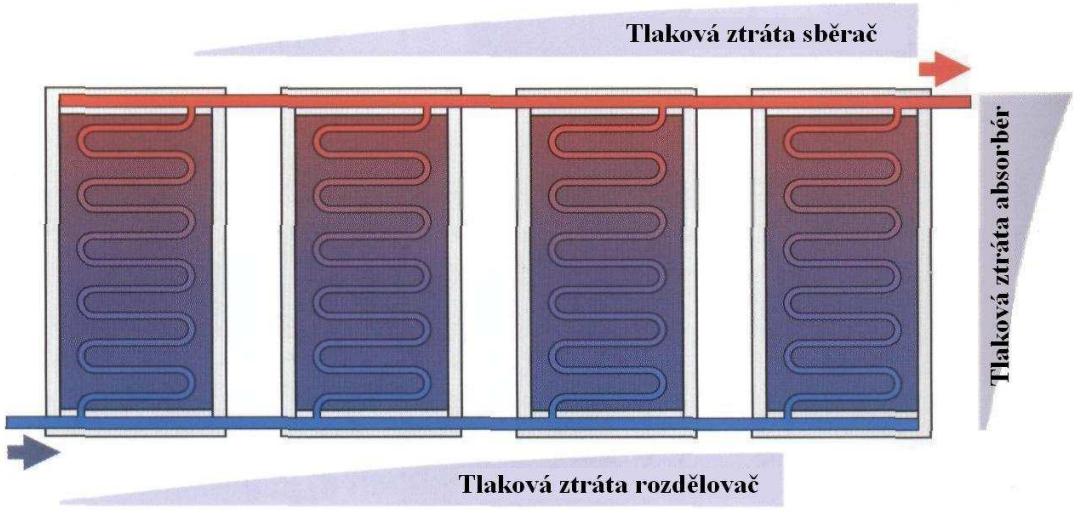
- Vliv na hydrauliku primárního okruhu – Low-Flow, High-Flow

- Zapojení sériové,
  paralelní
  sérioparalelní

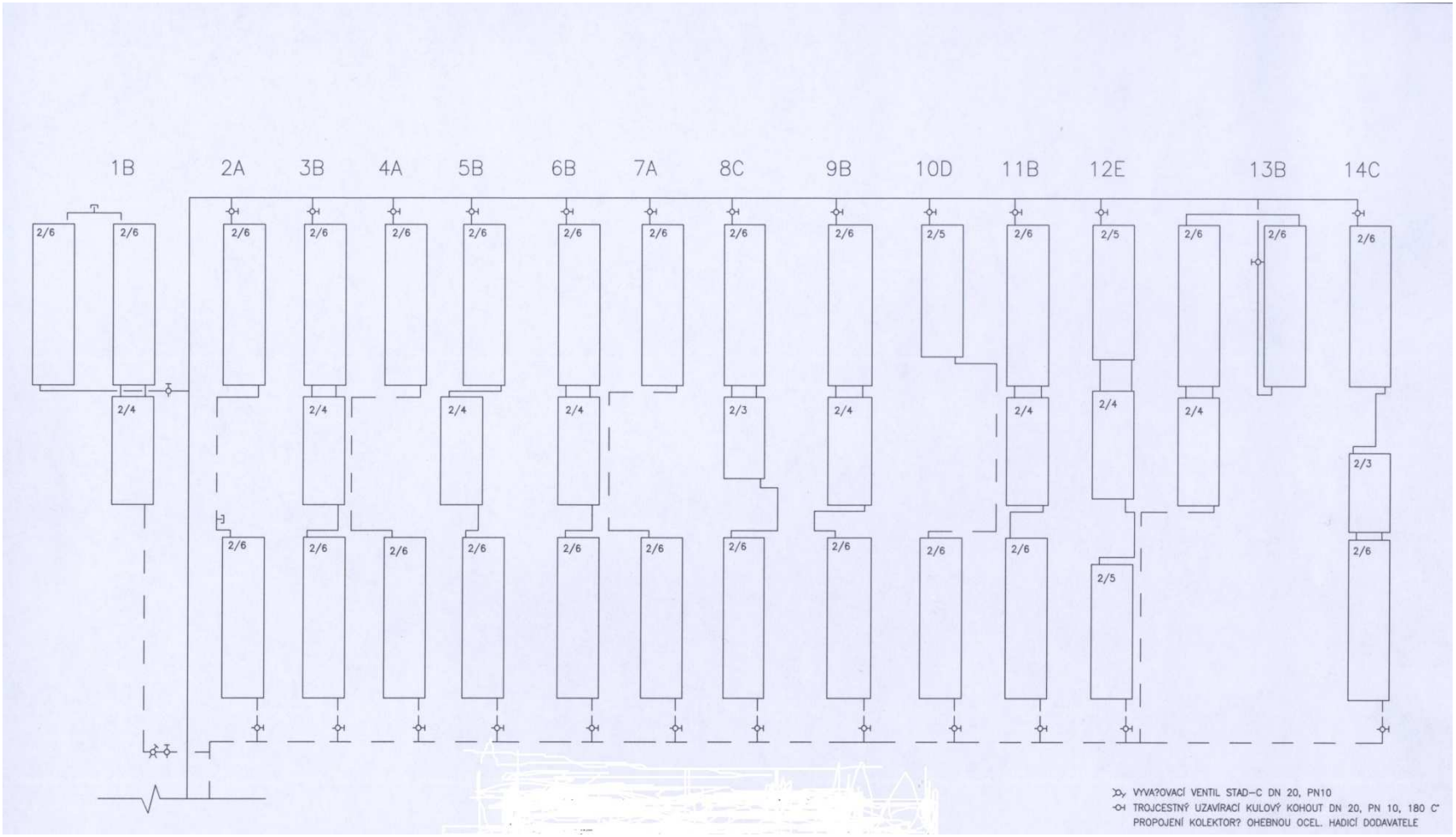
- Vliv na výkon čerpadel 15l/m^{2}hod - 35l/m^{2}hod


ŘADA
1
2
3
DN3<DN2 DN2<DN1 DN1


Spec.průtok pole [l/(h·m²)]
16
14
12
10
8
6
4
2
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
Číslo řady
naměř.hodn.neregulované
nameř.prům.hodnota (3% pod požadovanou hodnotou)


Tlaková ztráta sběrač
Tlaková ztráta absorbér
Tlaková ztráta rozdělovač

Sérioparalelní zapojení kolektorů



Děkuji za pozornost

Petr Kramoliš, Projekce OZE, Slavíkova 6143,708 00 Ostrava – Poruba

LITERATURA

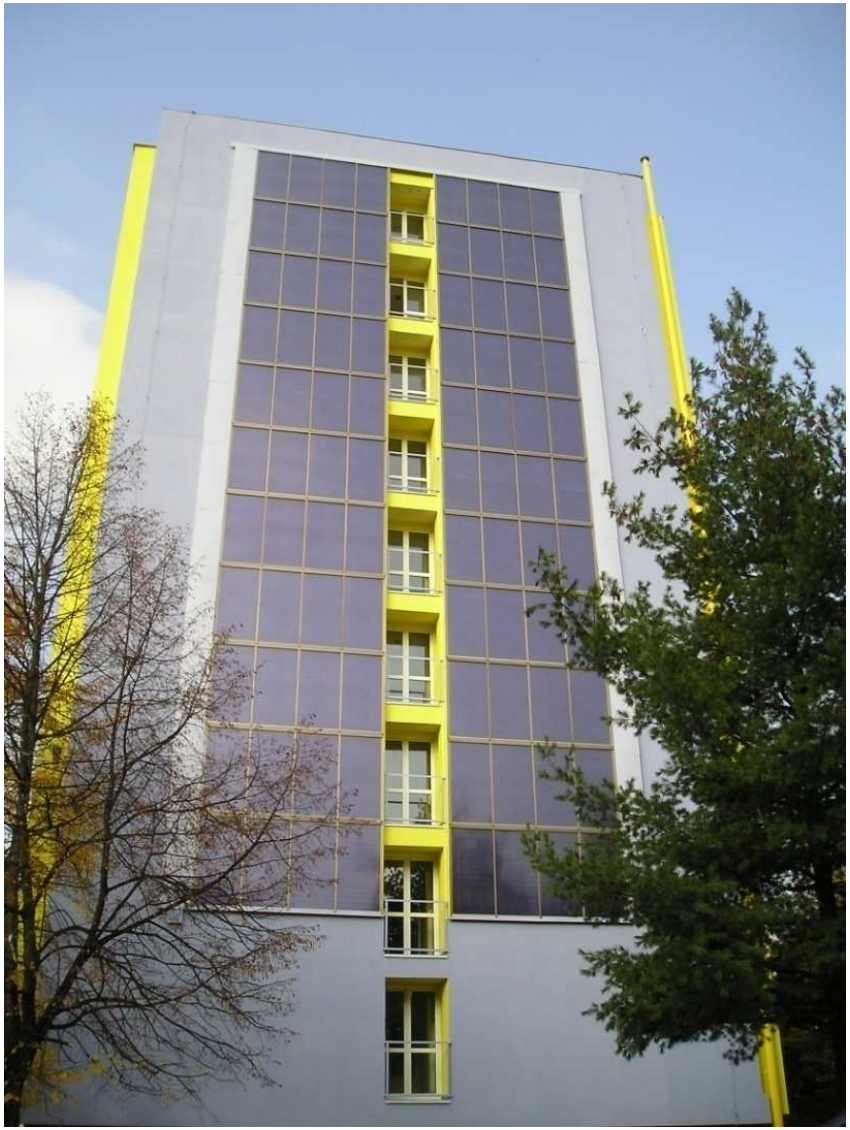
- Ladener, Heinz – Späte, Frank : Solární zařízení. Grada 2003, ISBN 80-247-0362-9
- Cihelka, Jaromír : Sluneční vytápěcí systémy. SNTL 1984, 1994
- Schreir, N. – Wagner, A. : SO baue ich enine Solaranlage, 16. vydání 2000, ISBN 3-923129-34-3
- Remmers, K.-H. :Velká solární zařízení, Solarpraxis 2001
- Peuser – Remmers – Schnauss : Langzeitterfahrung Solarthermie, Solarpraxis 2001
- Streicher, W. : Heizen mit der Sonne, AEE 1997
- Matuška, T. : Prvky solárních soustav – zásobníky tepla, 2006
- Schröttner, J. : Solární soustavy pro velké spotřebitele, AEE 2003
- Renewable ENERGY World, č. 4, 2001, ISSN 1462-6381 (OPET CR)
- M.N. Fisch, Guigas M., J.V. Dalenback: Velkoplošné solární topné systémy v Evropě, SOLAR ENERGY, č. 6, 1998
- BINE: Grose Solaranlagen č. 9/November 1998, ISSN 0937-8367

REALIZACE VELKÝCH SOLÁRNÍCH SOUSTAV

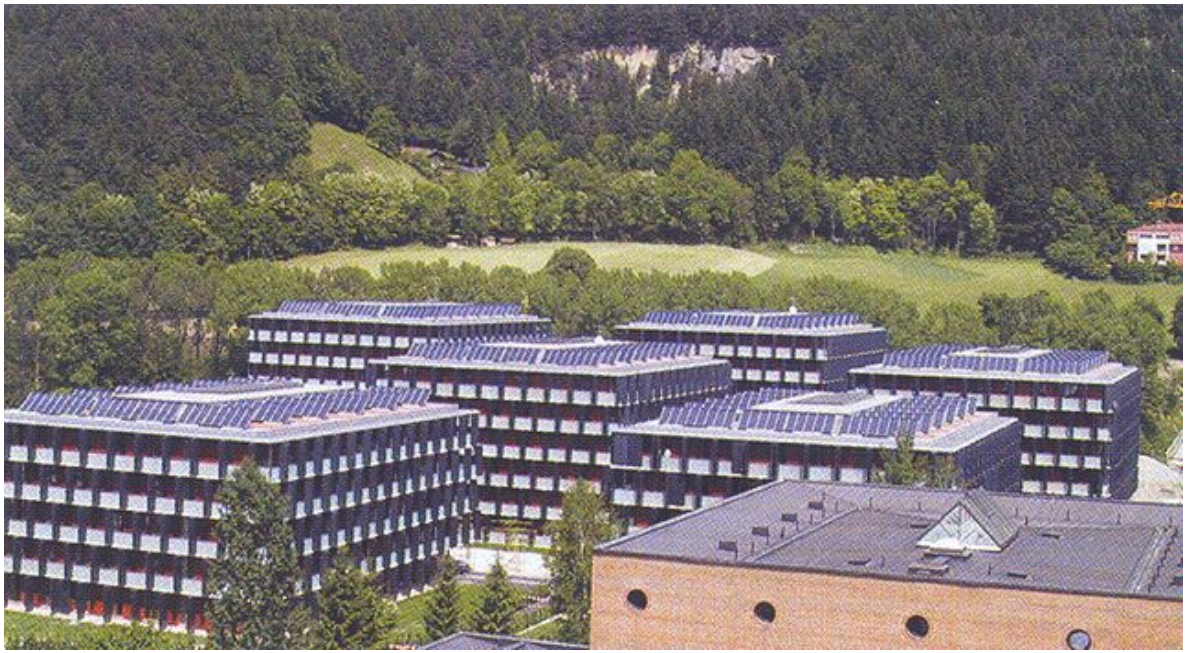
2

Petr Kramoliš, Projekce OZE, Slavíkova 6143,708 00 Ostrava – Poruba
tel: 596 927 121, 603 704 483, kramolis@mybox.cz

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009



Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009



Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

The Marstal solar collector field

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

8.000 m² solar collector field at CHP in the city of Brædstrup (2007)

800 m^3 steel tank used as short term storage at 2500 m^2 collector field (Nordby Samsø 2002)

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

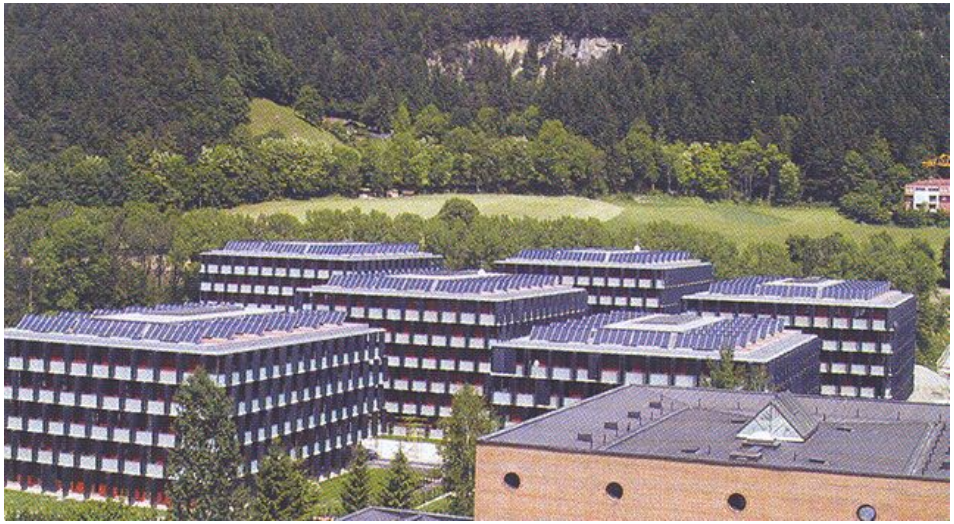
Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009



Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

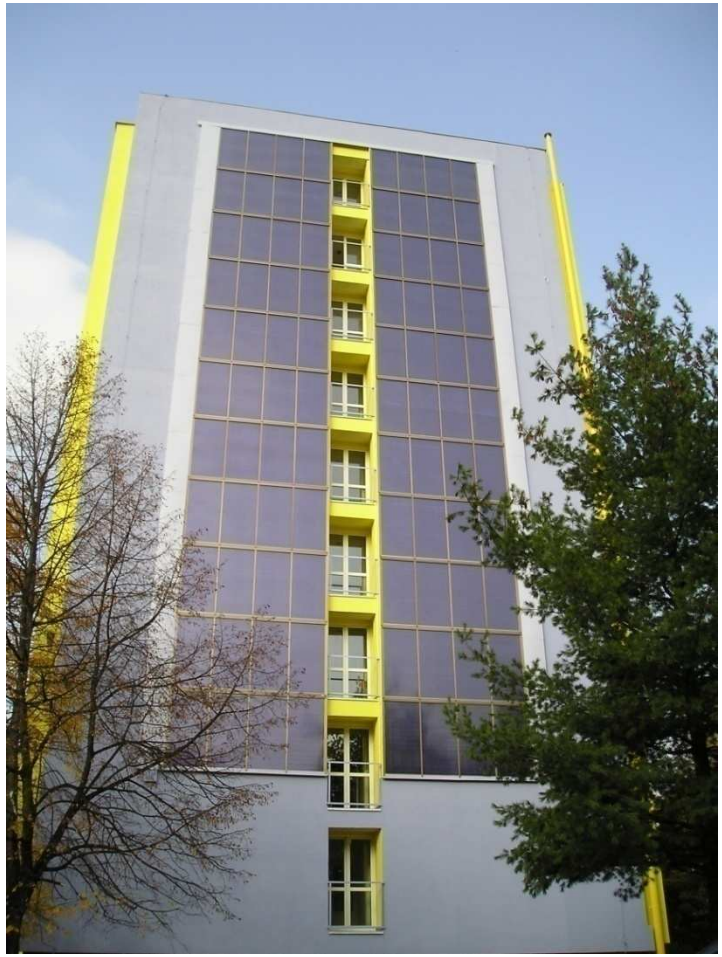
Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009



Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

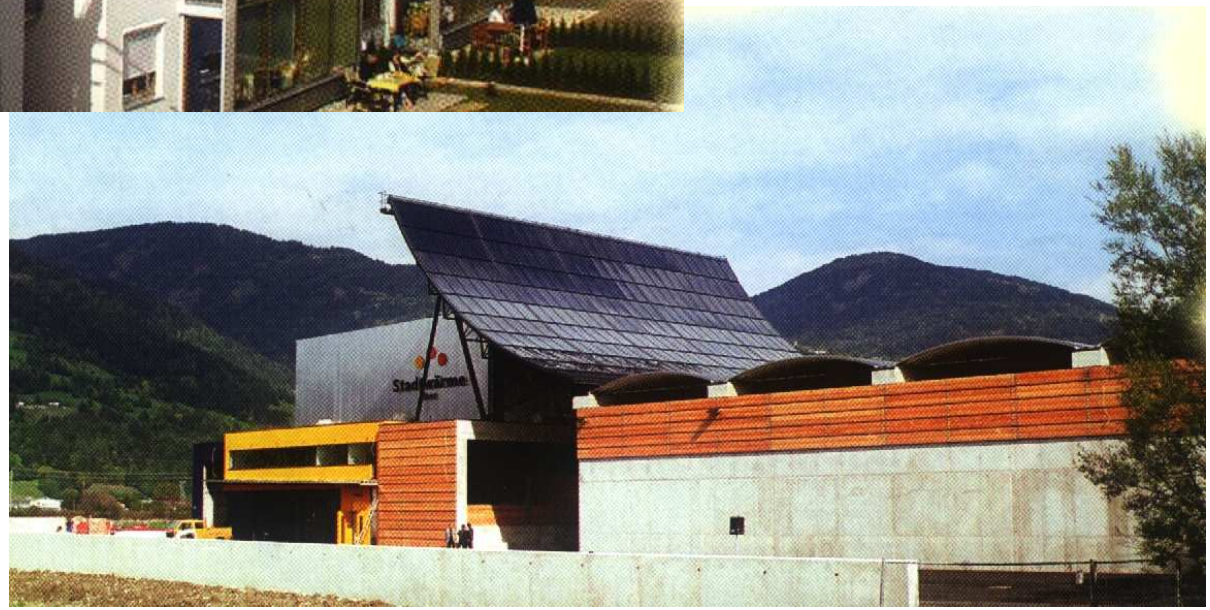
Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009



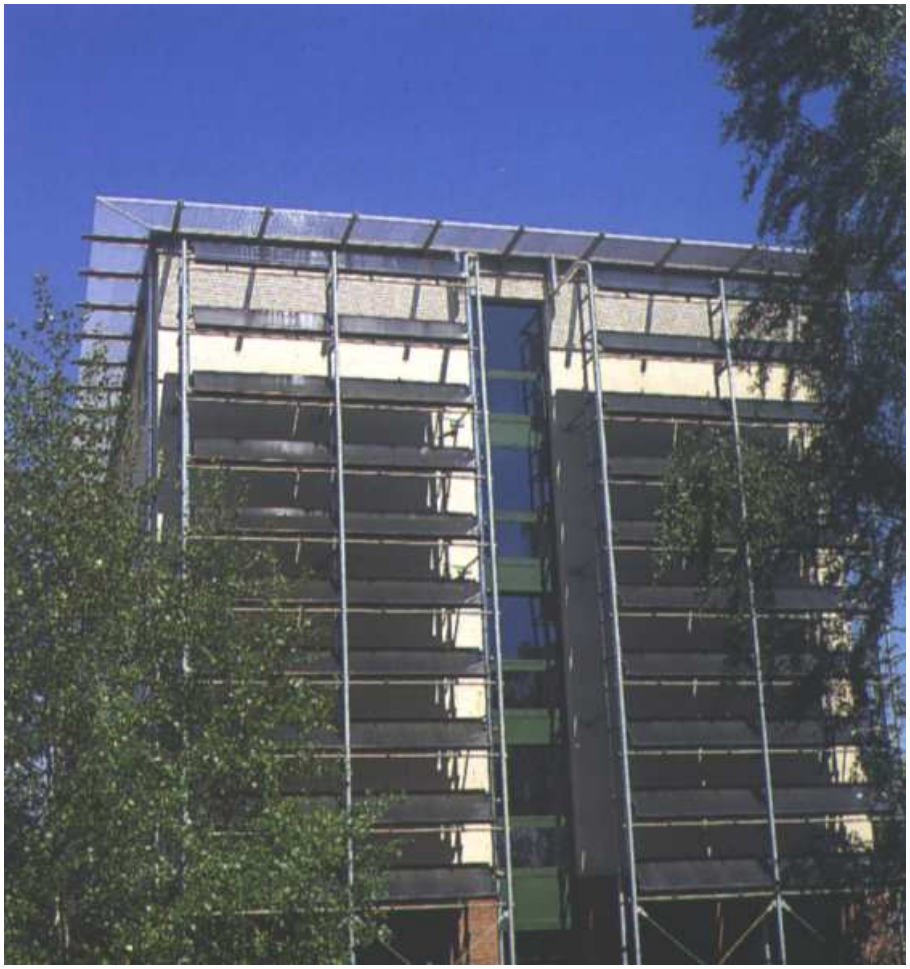
Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Märkischer Polstermarkt



Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Kurz solární tepelné soustavy, Třeboň 11.11.2009

Teplovodní zásobník 12 000 m3 Friedrichshafen

Děkuji za pozornost

Petr Kramoliš, Projekce OZE, Slavíkova 6143,708 00 Ostrava – Poruba

Solární systémy
pro přípravu teplé vody v bytových domech

Příklady projektování

Jiří Kalina – Technické oddělení

Regulus®

Důležité otázky a fakta

- Vzrůstající ceny energií
- Rostoucí spotřeba teplé vody (TV)
- 40% obyvatel žijících v bytových domech
- Životnost bytových komplexů (revitalizace)
- Účinnost zdrojů pro přípravu TV

Regulus®

Užitečné odpovědi

- Solární systémy pro přípravu teplé vody v České republice jsou schopny pokrýt až 60% nákladů na tyto aplikace (viz. následující příklad)
- Zlepšující se dotační politika pro vlastníky bytových domů
- Relativně rychlé návratnosti při faktických prognózách růstu cen energií
- Dlouhá životnost solárních systémů (při pravidelných ročních kontrolách více než 25 let)
- Ekologie přípravy teplé vody (snižování produkce CO_2)

Regulus®

Příklad návrhu kolektorové plochy

1. Vstupní data

- Spotřeba teplé vody – důležité pro návrh solárního systému
- Spotřeba energie – důležité pro vyčíslení úspor

Pro kalkulaci úspor je výhodné znát spotřebu TV v jednotlivých měsících (rozdíl léto – zima). Nejdůležitějším údajem pro návrh je **denní spotřeba TV!!!**

Příklad návrhu kolektorové plochy

1. Vstupní data

Konkrétní aplikace BD v Brně

- Spotřeba teplé vody: 8 m^3/den (červenec)

Standardní podmínky:

Ohřev vody z 10℃ na teplotu 55℃

=> 420 kWh/den

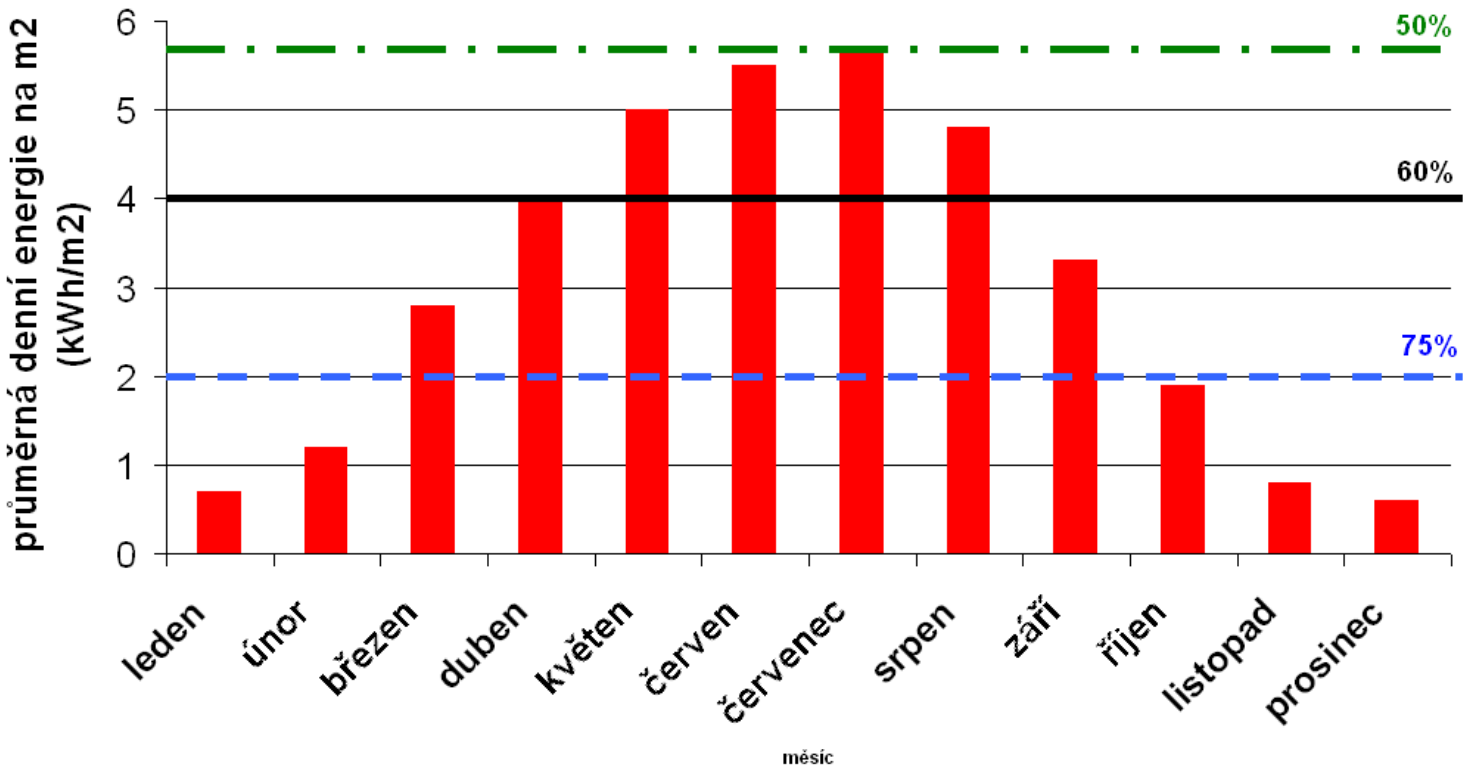
Připočtení tepelných ztrát rozvodů TV, akumulace a cirkulace (30-50%)

=> **<u>550 kWh/den</u>**

Příklad návrhu kolektorové plochy

2. Prvotní návrh solárního systému

- Návrhový měsíc, či období plného pokrytí solárním systémem (solární pokrytí vs. solární zisky)



Regulus®

Příklad návrhu kolektorové plochy

2. Prvotní návrh solárního systému

- Stanovení kolektorové plochy

- přes koeficienty účinnosti, meteorologická data
- odhad z údajů maximálních a průměrných zisků kolektorů

Pro prvotní návrh postačuje rychlejší druhý postup, kdy z údajů zjištěných dlouhodobým měřením v různých systémech byly stanoveny průměrné denní zisky v jednotlivých měsících.

Regulus®

Příklad návrhu kolektorové plochy

2. Prvotní návrh solárního systému

- Stanovení kolektorové plochy

<u>Kolektor REGULUS KPC 1:</u>

- plochý, zasklený kolektor s vysoce spektrálně selektivní vrstvou a celoměděným absorbérem s účinnou plochou 1,87 m^2

Zisky: 7-7,5 kWh/kolektor

=> Cca 3,8 kWh/m^2

Příklad návrhu kolektorové plochy

2. Prvotní návrh solárního systému

- Stanovení kolektorové plochy

Podílem denní potřeby energie (550 kWh) a možným ziskem (3,8 kWh) stanovíme celkovou plochu solárního kolektoru = 145 m^2

=> 80 ks kolektorů REGULUS KPC1

Pozn.: Návrhový měsíc červenec!!!

Příklad návrhu kolektorové plochy

3. Úprava návrhu dle možností investora

- Možné zvětšení či zmenšení návrhové plochy (varianty návrhu)

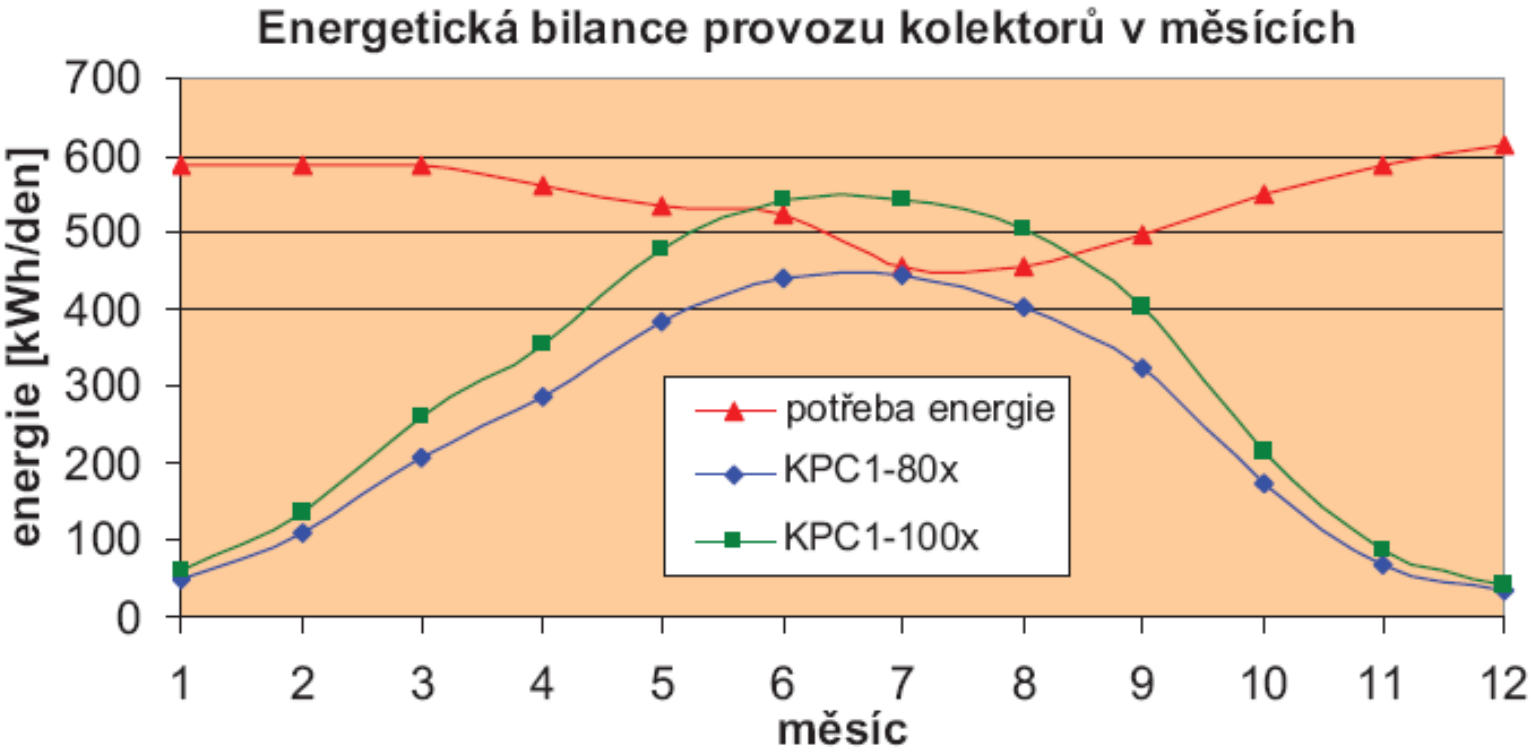
Maximální možný počet kolektorů v BD v Brně:
120 ks REGULUS KPC1

Varianta 2: <u>100 ks</u> kolektorů REGULUS KPC1

Příklad návrhu kolektorové plochy

4. Bilance navržených systémů

- Simulace provozu navržených solárních systémů v jednotlivých měsících

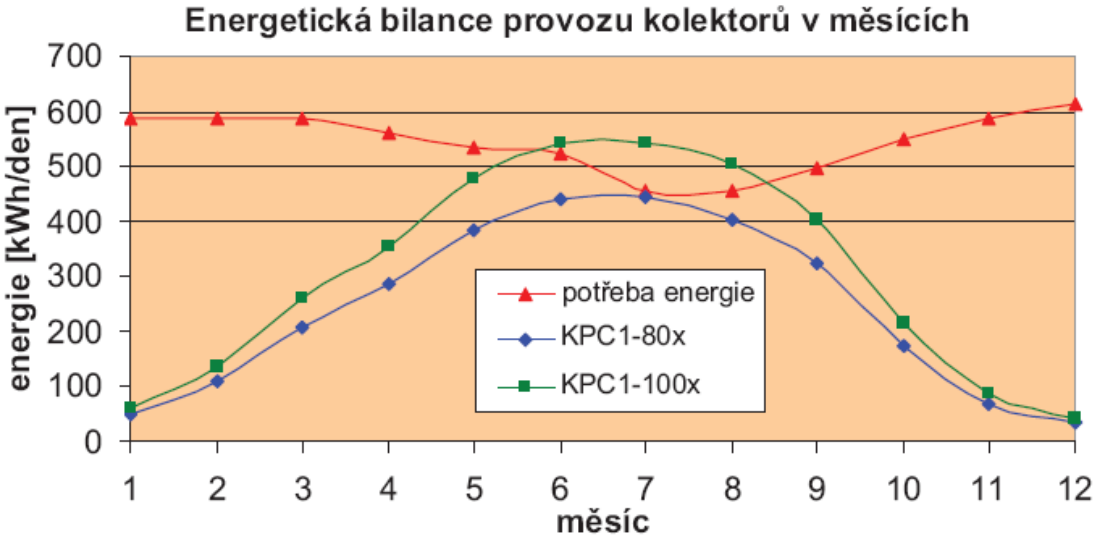


Regulus®

Příklad návrhu kolektorové plochy

4. Bilance navržených systémů

	varianta A	varianta B
počet kolektorů	80	100
roční solární zisk [kWh]	88 965	105 833
roční solární podíl	45%	53%
náklady na pořízení [mil. Kč]	2,2	2,7



Regulus®

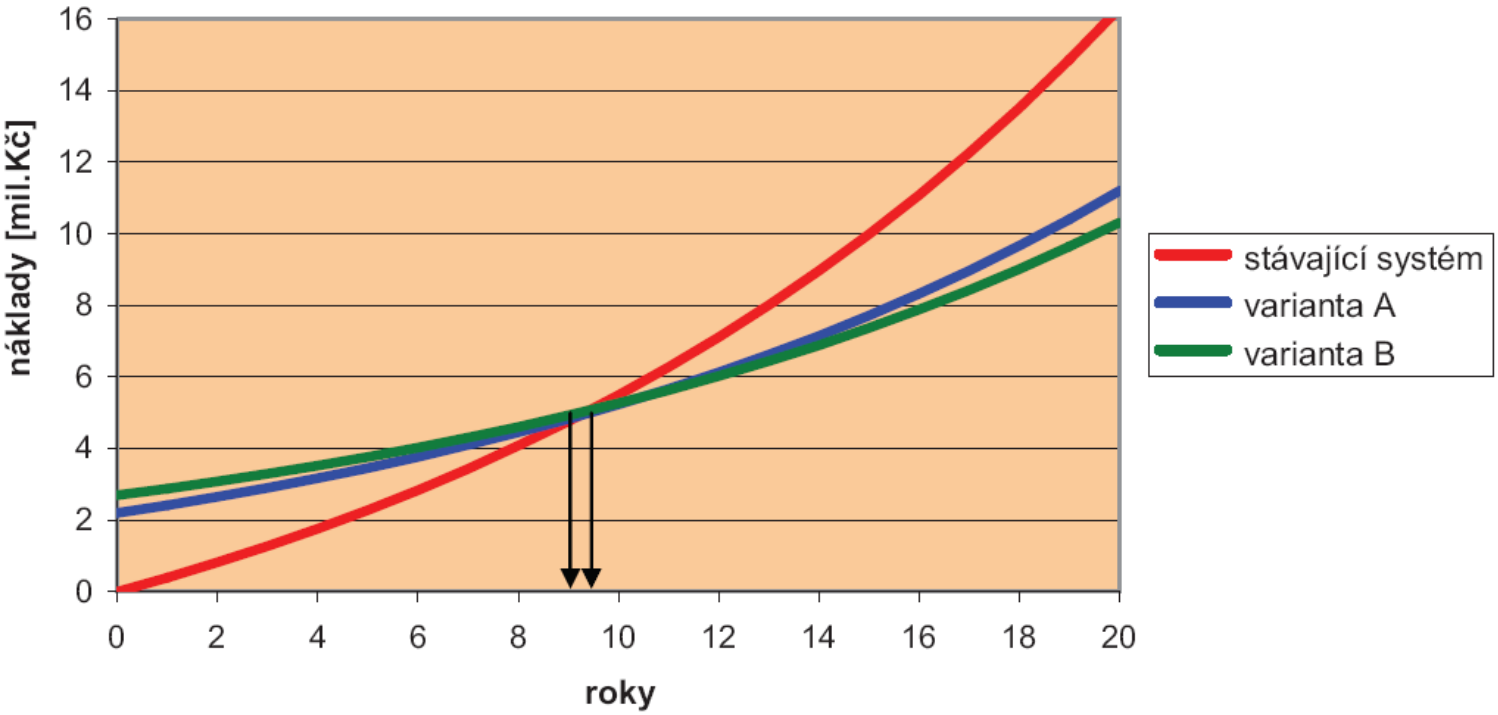
Příklad návrhu kolektorové plochy

4. Bilance navržených systémů

Cena za 1 kWh v roce 0 = 2,- Kč

Předpokládaný růst ceny energie = 7%

Celkové náklady na přípravu TV v objektu s výhledem 20 let – předpokládané roční zdražení energie 7%



Regulus®

Příklad návrhu

5. Možnosti dotace z programu Zelená úsporám

Výsledky:

	Potřeba tepla [kWh]	Solární zisk [kWh]	Využitelný zisk [kWh]	Podíl %
Leden	13121	1376	1376	10
Únor	11851	2804	2804	24
Březen	13121	5890	5890	45
Duben	12698	7899	7899	62
Květen	13121	10821	10821	82
Červen	12698	12233	12233	96
Červenec	13121	12756	12756	97
Srpen	13121	11612	11612	88
Září	12698	8947	8947	70
Říjen	13121	4933	4933	38
Listopad	12698	1837	1837	14
Prosinec	13121	912	912	7
Celkem	154487	82020	82020	53

Dotace ZELENÁ ÚSPORÁM

Celkový solární zisk	**1124** kWh/BJ.rok	vyhovuje	Pozn.: BJ = bytová jednotka
Měrný solární zisk	**548** kWh/m^2.rok	vyhovuje	
Solární pokrytí	**53** %		

Pozn.: Varianta A, 73 bytových jednotek, kolektory 45° - jih

Regulus®

Příklad návrhu

5. Možnosti dotace z programu Zelená úsporám

Počet bytových jednotek: 73

Výše dotace na 1 b.j.: 25.000,- Kč dle informačního listu č. 4 ze dne 10. srpna 2009

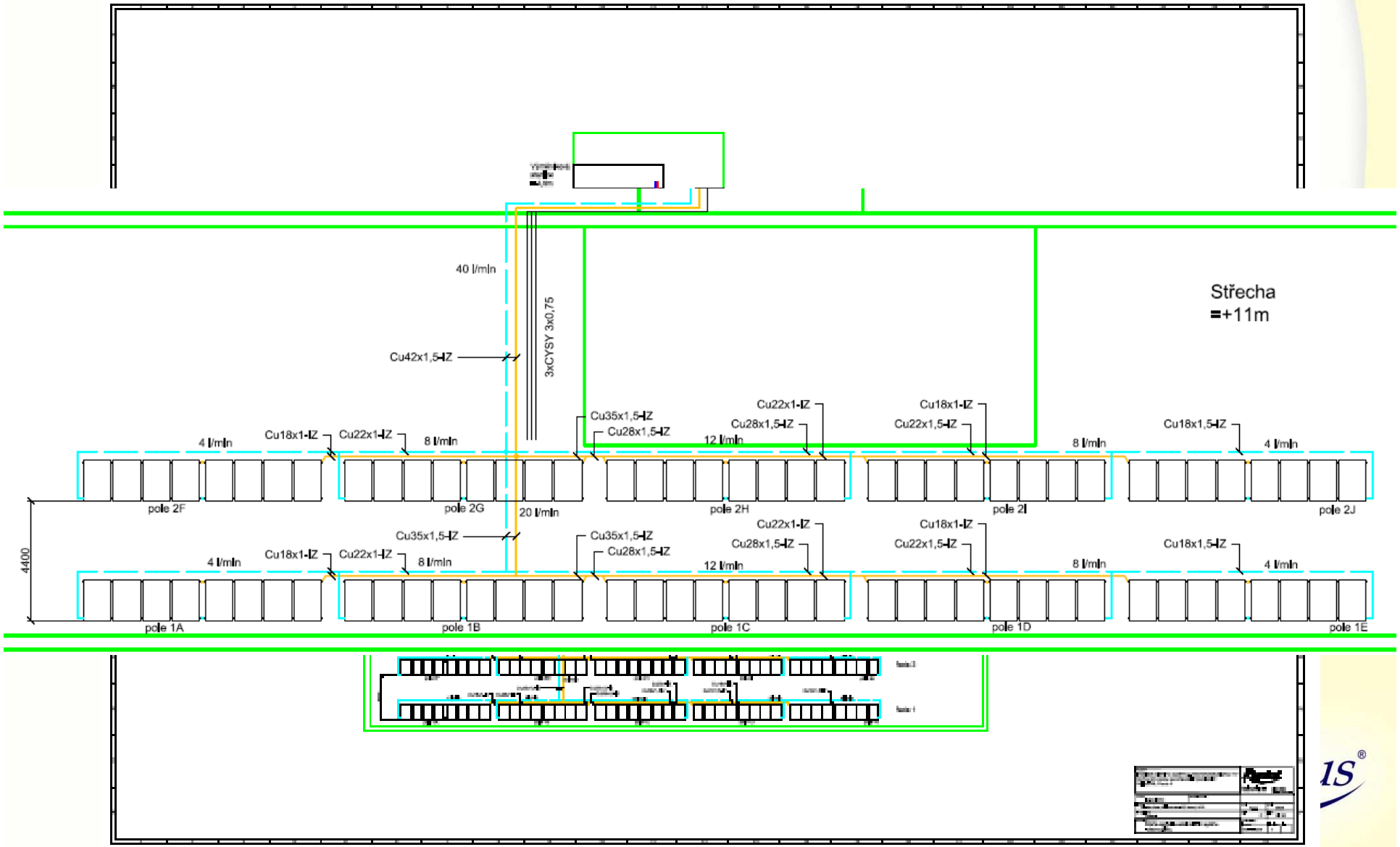
Celková poskytnutá dotace: **1.825.000,- Kč**

Předpokládané náklady: 2.200.000,- Kč

Podíl dotace: 83%

Regulus®

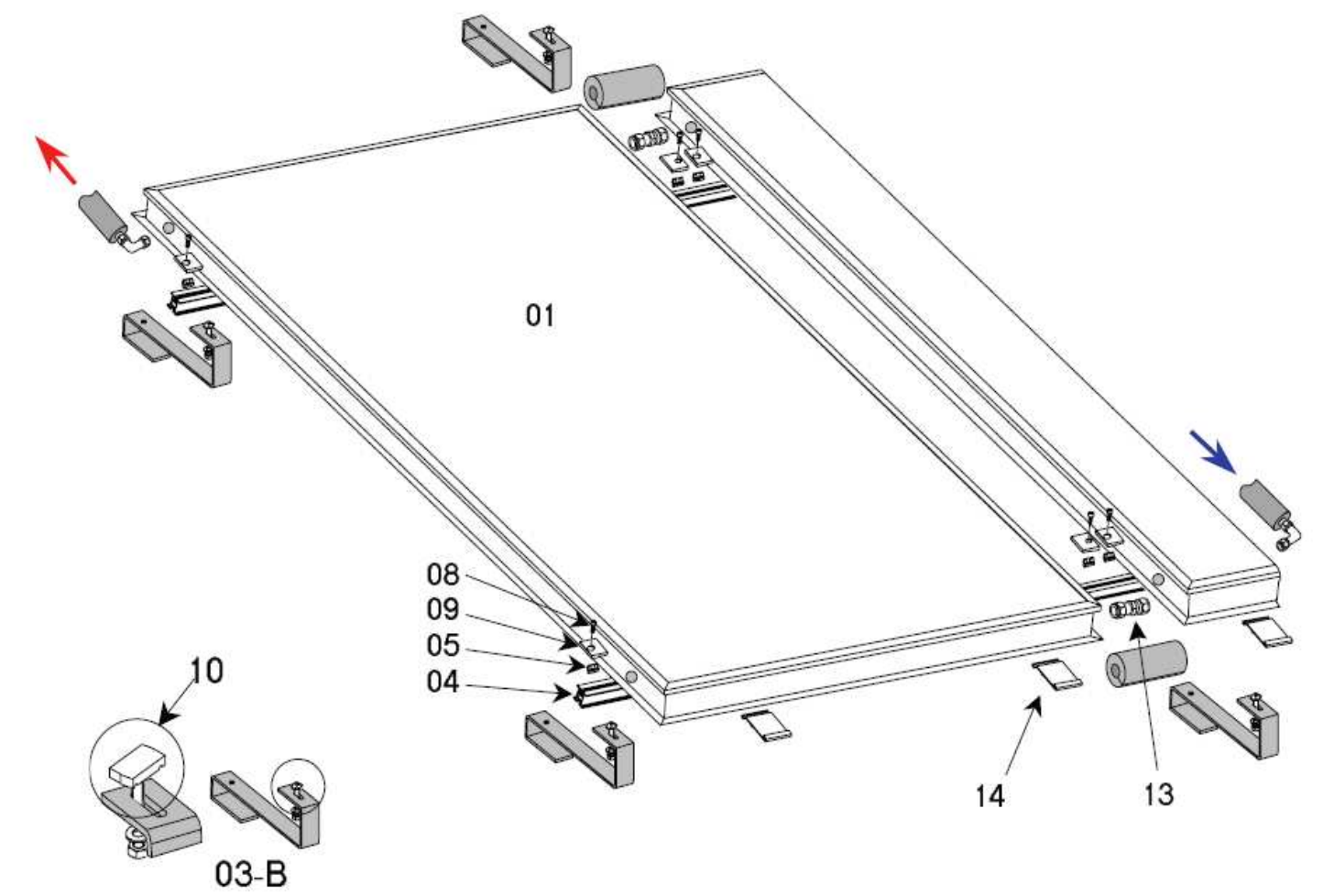
Umístění kolektorů



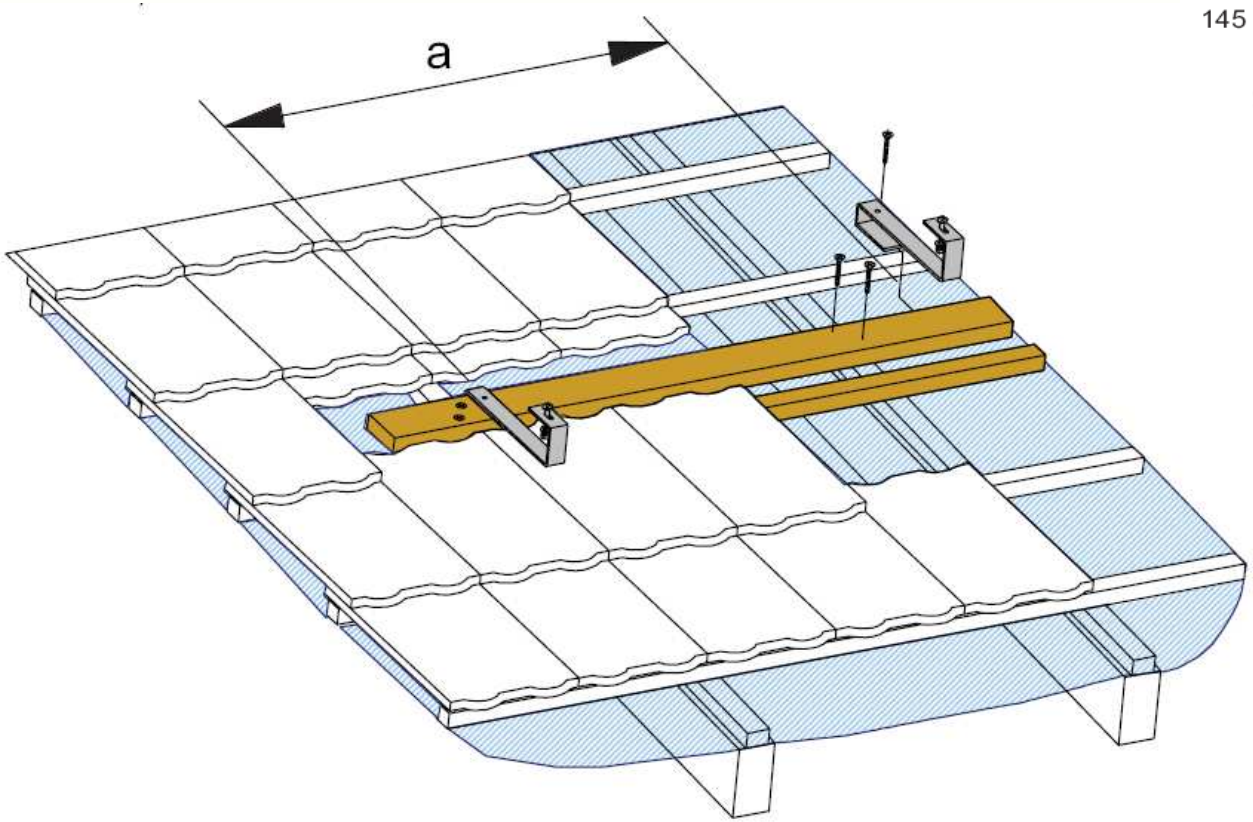
Kotvení k podkladové konstrukci

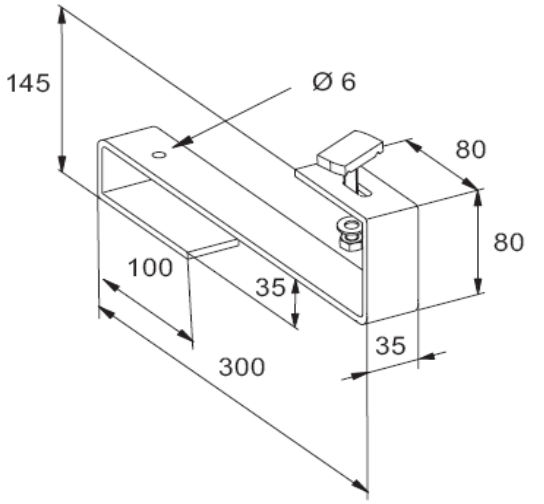
- Šikmá střecha
- Rovná střecha
- Volná plocha

Šikmá střecha



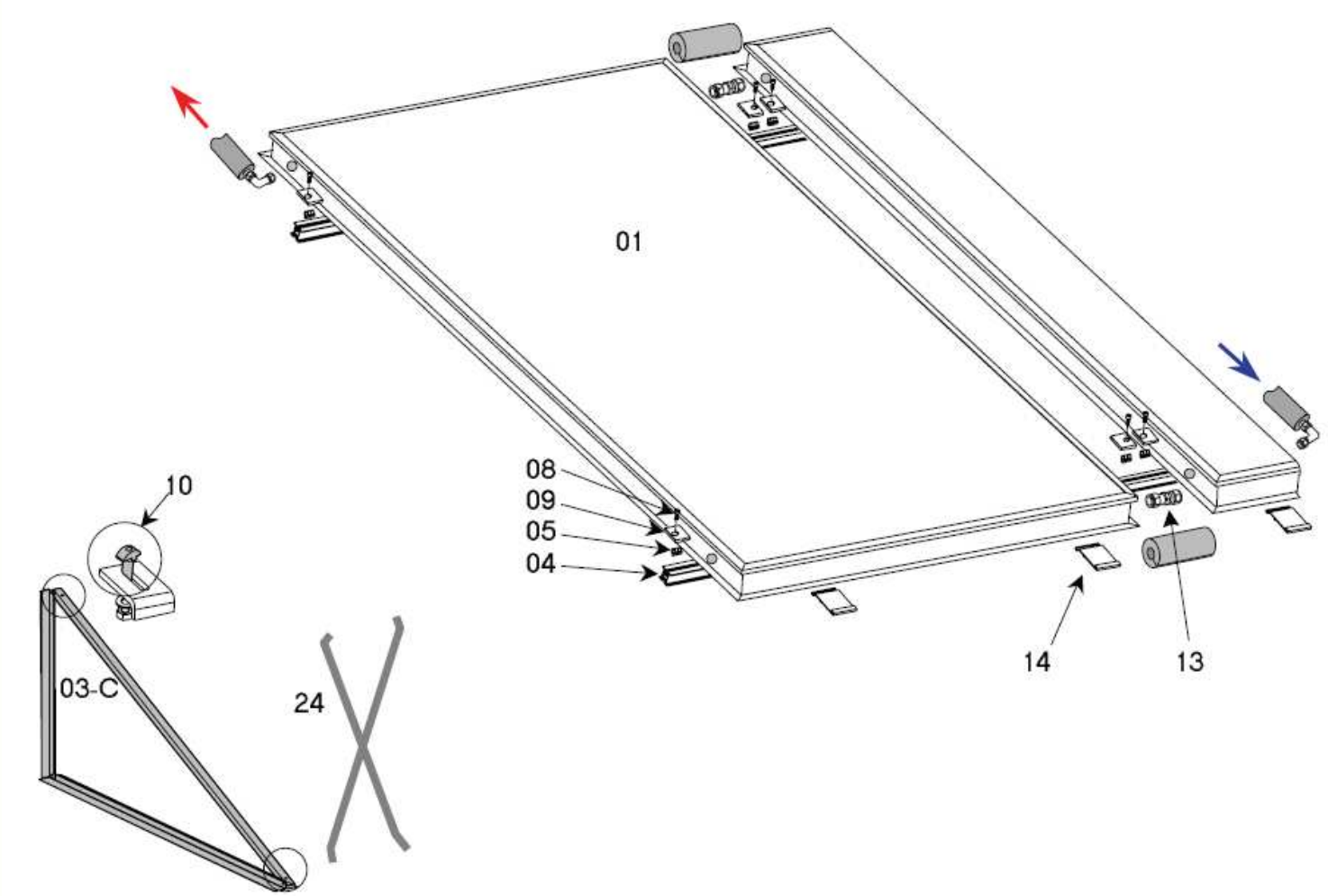
Šikmá střecha





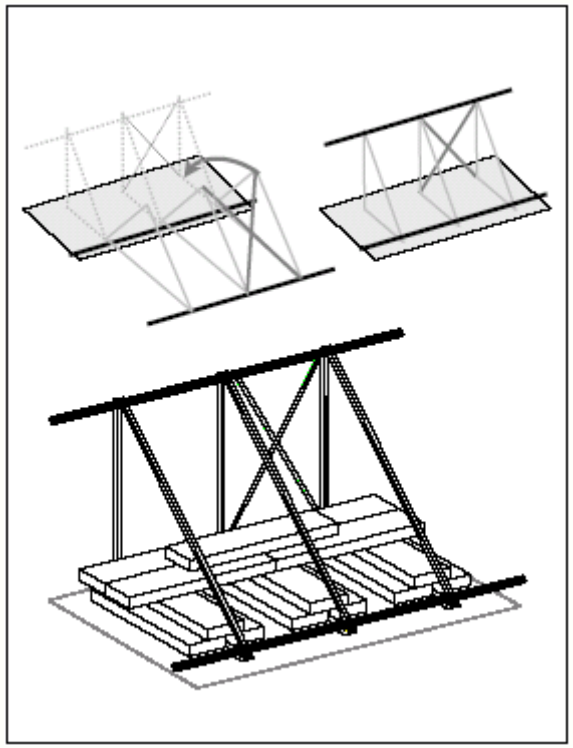
Regulus®

Rovná střecha (volná plocha)



Regulus®

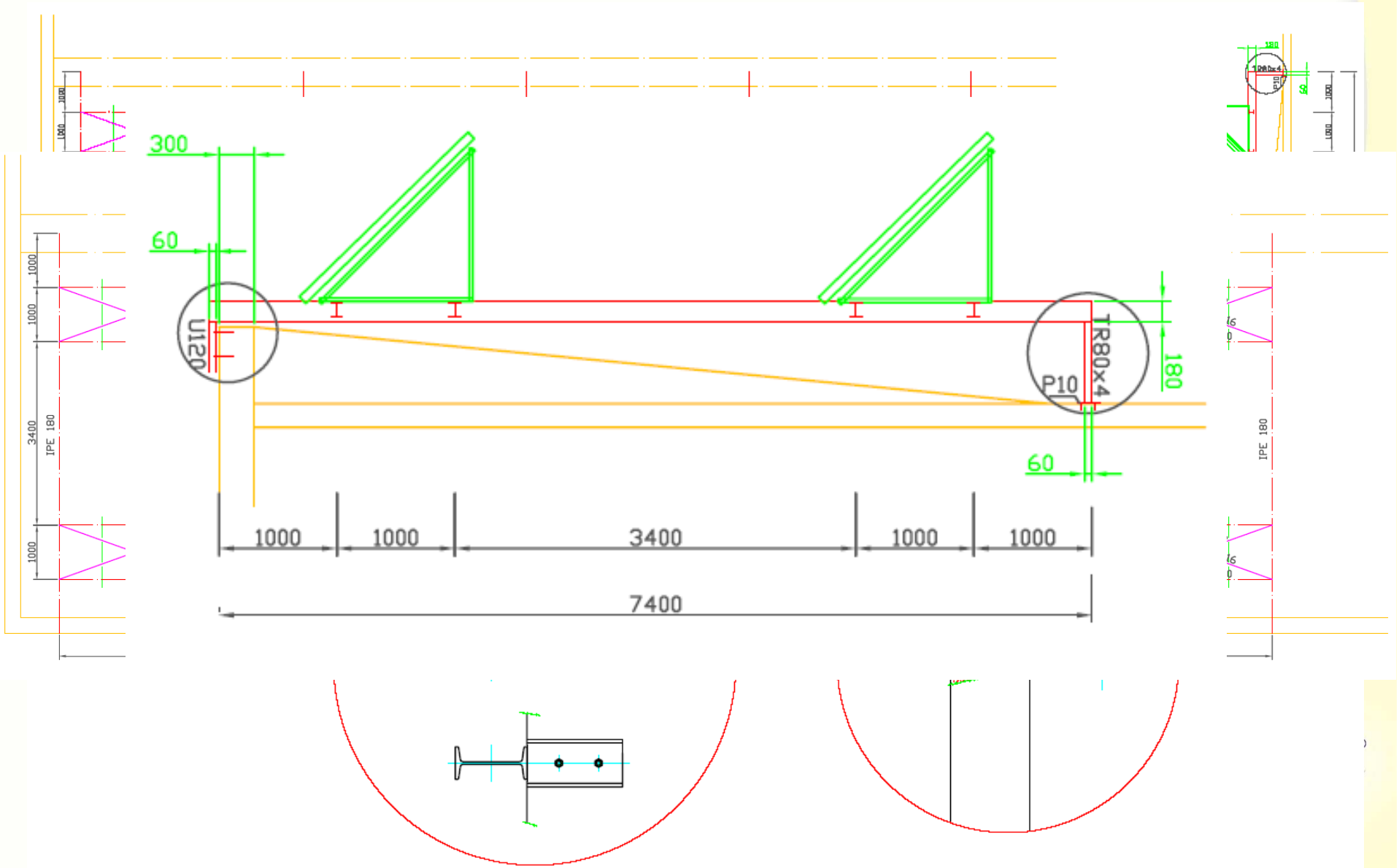
Rovná střecha (volná plocha)



Montáž na plochou střechu	do 8 m
1 kolektor	290 kg
2 kolektory	580 kg
3 kolektory	870 kg
4 kolektory	1160 kg
5 kolektorů	1450 kg

Rovná střecha (volná plocha)

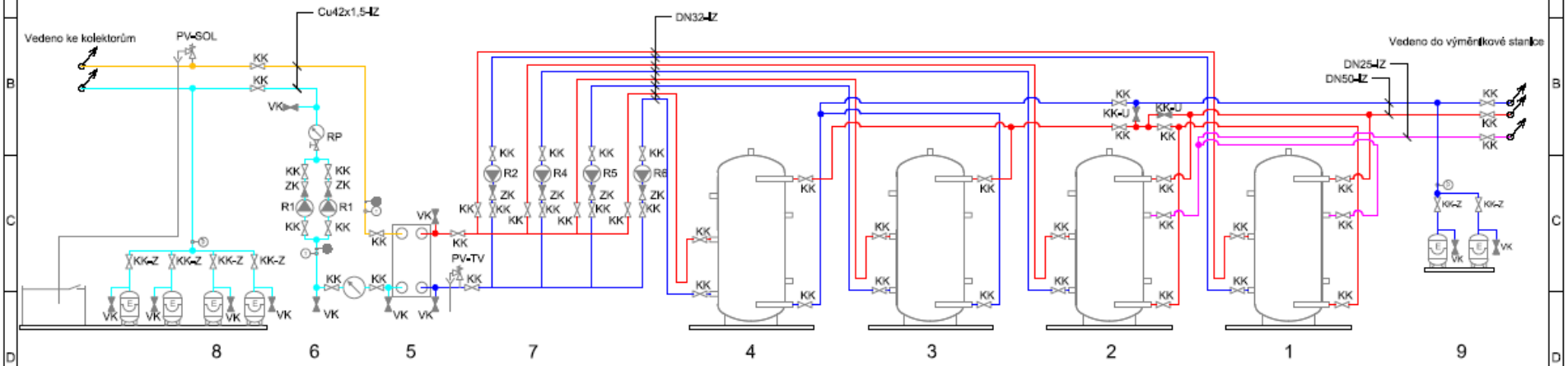
Rovná střecha (volná plocha)



Volba zásobníků a hydrauliky systému

- Velikost akumulace volit s ohledem na dispoziční možnosti prostorů technologie, velikost kolektorového pole a spotřebu TV
- Vždy na začátku zrevidovat stav a způsob dohřevu, cirkulace atd.
- Počet zásobníků a jejich zapojení volit s ohledem na MaR
- Počet oběhových čerpadel primárního okruhu zvolit s ohledem na velikost kolektorového pole a hydraulického zapojení kolektorů

Regulus®



POPIS PRVKŮ	
KK	kulový kohout
KK-Z	kulový kohout-zajištěný
KK-U	kulový kohout-uzavřený
ZK	zpětná klapka
VK	vypouštěcí kohout
PV-SOL	pojistný ventil DN32, 6bar, 160°C
PV-TV	pojistný ventil, tlak dle stávajícího ventilu, 100°C
RP	ukazatel a regulátor průtoku
R1	čerpadla solárního okruhu
R2,R4,R5,R6	čerpadla okruhu ohřevu TV

POPIS HL. PRVKŮ	
1	Solární zásobník TV-2000 l
2	Solární zásobník TV-2000 l
3	Solární zásobník TV-2000 l
4	Solární zásobník TV-2000 l
5	Výměník - sol.sys./TV
6	Čerpadlová sestava - solární systém
7	Čerpadlová sestava - příprava TV
8	Expanzní nádoby - solární systém
9	Expanzní nádoby - akumulace TV

Dimeze dohřevu TV, CV a SV odpovídají stávajícímu stavu a zůstávají zachovány.

Všechny okruhy TV,SV,CV a solárního systému vybaveny v nejvyšších bodech a v místech s možností zavzdušnění uzavíratelnými automatickými odvzdušňovacími ventily.

Veškeré horizontální rozvody vedeny se sklonem min 0,1%.

Není-li označeno jinak, odpovídá dimenzím všech komponent dimenzím potrubí na kterých jsou instalovány.

Instalace solárního systému a rekonstrukce přípravy TV
Domov pro osoby se zdravotním postižením
Sulická 48, Praha 4

Regulus spol. s r.o.

Ing.Pavel Dušek

hl. město Praha, Mariánské nám. 2/2, Praha 1, 110 01

D,S,P.

3/2009

Vytápění

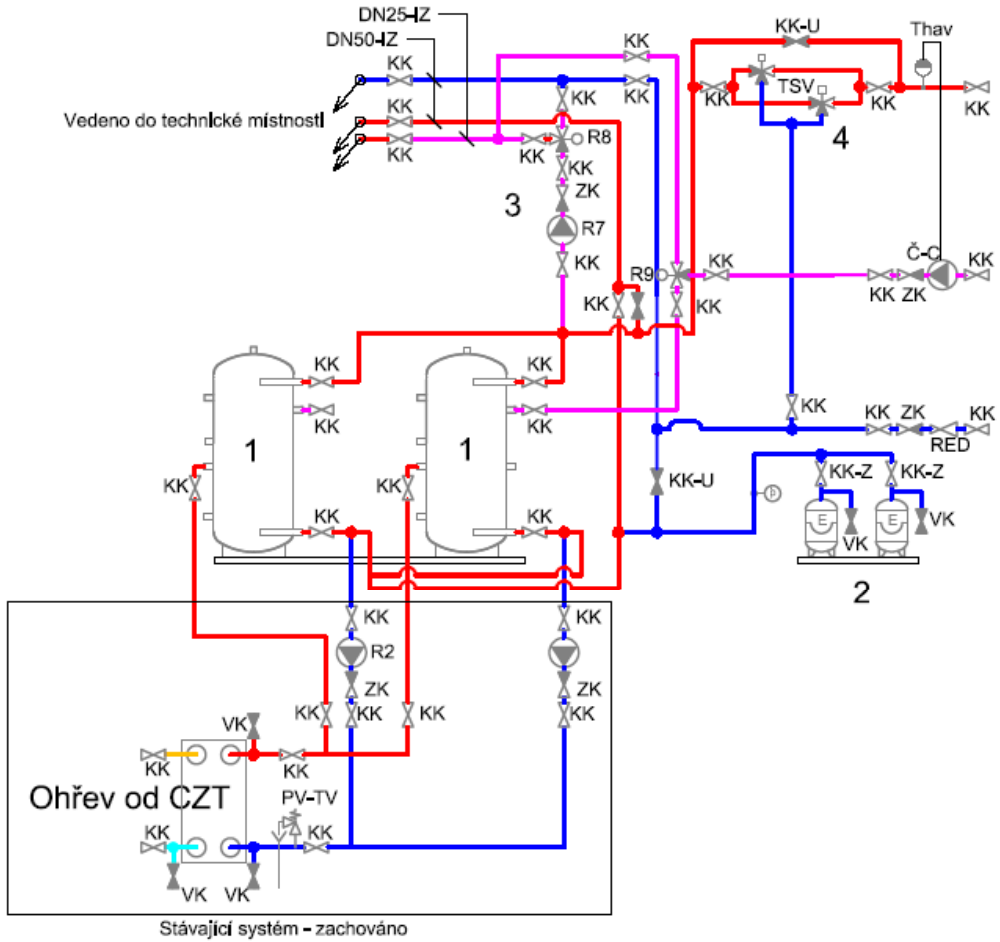
A2

1 : 50

Schema zapojení solárního ohřevu TV
- technická místnost

9103-0-0-03/03

3



POPIS HL. PRVKŮ	
1	Pohotovostní zásobníky 2 x 500 l s elektrickým dohřevem 2 x 15 kW
2	Expanze TV - dohřev
3	Čerpadlo a ventily předehřevu TV a CV
4	Sestava TSV

POPIS PRVKŮ	
KK	kulový kohout
KK-Z	kulový kohout-zajištěný
KK-U	kulový kohout-uzavřený
ZK	zpětná klapka
VK	vypouštěcí kohout
RED	redukční ventil
TSV	termostatická směšovací sestava
PV-TV	pojistný ventil, tlak dle stávajícího ventilu, 100°C
R7	čerpadla zpětného ohřevu solárních zásobníků
R8	3c. ventil zpětného ohřevu solárních zásobníků cirkulace/vše
R9	3c. ventil přepínání cirkulace dohřev/předehřev

Dimeze dohřevu TV, CV a SV odpovídají stávajícímu stavu a zůstávají zachovány.

Všechny okruhy TV,SV,CV a solárního systému vybaveny v nejvyšších bodech a v místech s možností zavzdušnění uzavíratelnými automatickými odvzdušňovacími ventily.

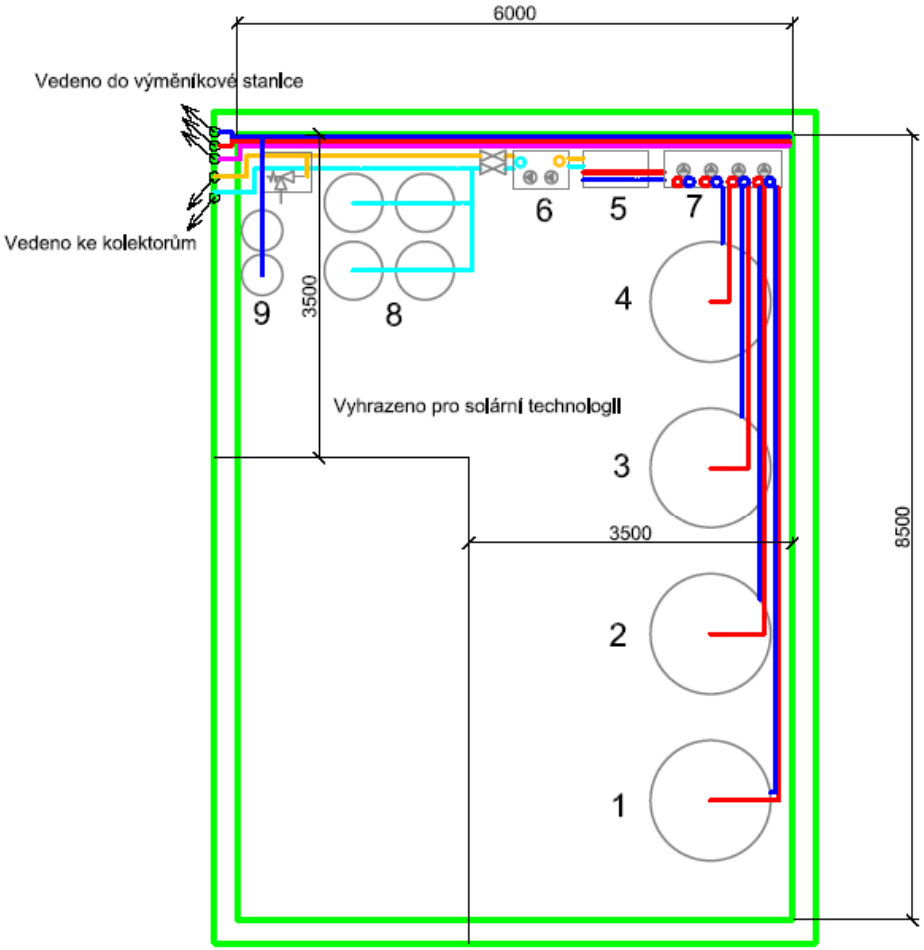
Veškeré horizontální rozvody vedeny se sklonem min 0,1%.

Není-li označeno jinak, odpovídá dimenze všech komponent dimenzím potrubí na kterých jsou instalovány.

Instalace solárního systému a rekonstrukce přípravy TV
Domov pro osoby se zdravotním postižením
Sulická 48, Praha 4

Regulus spol. s r.o.

Ing.Pavel Dufek			
Hl. město Praha, Mariánské nám. 2/2, Praha 1, 110 01		D,S,P.	3/2009
Vytápění		A3	1 : 50
Schema zapojení solárního dohřevu TV - výměníková stanice		9103-2-S-03/09	4



POPIS HL. PRVKŮ	
1	Solární zásobník TV-2000 l (předehřívací)
2	Solární zásobník TV-2000 l (předehřívací)
3	Solární zásobník TV-2000 l (dohřívací)
4	Solární zásobník TV-2000 l (dohřívací)
5	Výměník - sol.sys./TV
6	Čerpadlová sestava - solární systém
7	Čerpadlová sestava - příprava TV
8	Expanzní nádoby - solární systém
9	Expanzní nádoby - akumulace TV

Veškeré horizontální rozvody vedeny se sklonem min 0,1%

Všechny okruhy TV,SV,CV a solárního systému vybavit v nejvyšších bodech okruhů a v místech s možností zavzdušnění uzavíratelnými automatickými odvzdušňvacími ventily

NÁZEV STAVBY Instalace solárního systému a rekonstrukce přípravy TV Domov pro osoby se zdravotním postižením Sulická 48, Praha 4	Regulus Regulus spol. s r.o. Do Koutů 189/13, Praha, 143 00		
VYPRACOVAL Ing.Pavel Dufek	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT		
INVESTOR Hl. město Praha, Mariánské nám. 2/2, Praha 1, 110 01		STUPEŇ D.S.P.	DATUM 3/2009
ČÁST DOKUMENTACE Vytápění		FORMÁT A3	MĚŘÍTKO 1 : 50
NÁZEV VÝKRESU Rozmístění zařízení solárního systému a přípravy TV - technická místnost	ARCHIVNÍ ČÍSLO ČÍSLO ZAKÁZKY 9103-2-S-03/09	ČÍSLO VÝKRESU 5	ZMĚNA

Návrh výměníků

- Pro výpočet deskových výměníků použít výpočtový software (výkon, tlak. ztráty, průtoky)
- Běžné okrajové podmínky solárního systému pro přípravu TV:

Primární strana:

Propylen-glykol
T1 = 65℃
T2 = 35℃
V = 0,5 – 1 l/min.m^2_{kol}
dP_{max} = 20 kPa

Sekundární strana:

Voda
T1 = 30℃
T2 = 60℃
dP_{max} = 20 kPa

- U větších systémů (>20m^2) doporučuji **deskové**
- Trubkové výměníky cca 0,2-0,25 m^2/m^2_{kol} (orientační hodnota)

Regulus®

Návrh oběhového čerpadla

- Standardní postup výpočtu tlakových ztrát okruhu
  - Tlaková ztráta třením
  - Tlaková ztráta místními odpory

- Možnost využití čerpadel upravenými charakteristikami pro využití v solárních termických soustavách a s motorem s energetickou třídou B (např. Wilo Star ST)

- U větších soustav uvážit zálohu čerpadel

Regulus®

Návrh expanzní nádoby a pojistného ventilu

- Expanzní nádoba musí pojmout jak změnu objemu kapaliny při zvýšení provozních teplot (max. provozní teplota 120-140℃), tak objem kolektor ů v okamžiku stagnace (dobré či špatné vyprazdňování kolektorů)
- Expanzní nádobu připojit přes zajištěný uzavírací ventil s vypouštěním (revize expanzní nádoby)
- Přetlak v expanzní nádobě podle

$$p_{exp} = p - 0,5\ (0,3)$$

p – plnící tlak soustavy [bar]

Regulus®

Návrh expanzní nádoby a pojistného ventilu

- Plnící tlak soustavy je definován hydrostatickým tlakem a minimálním požadovaným přetlakem v kolektorech

$$p = p_{min} + (0{,}1 \times H)$$

p_{min} [bar] - minimální požadovaný tlak v kolektorech volíme v rozmezí 1,3-3 bar (u vysokých rozvodů může být nižší za předpokladu zajištění trvalého odběru energie – solární soustava bez přebytků tepla)
H [m] – výška středu kolektorového pole od manometru

- Otevírací tlak pojistného ventilu standardně **6 bar**
- **Umístění PV (ČSN vs. DIN)?????**

Regulus®

Regulace a měření

- Solární regulátor pro řízení nabíjení dostatečného počtu spotřebičů s možností volby priorit
- V kolektorech teplotně odolná čidla
- Ochranné a bezpečnostní funkce (zpětné vychlazování, chlazení kolektoru apod.)
- Řízení otáček oběhových čerpadel

- Měření a vyhodnocení s entalpickou korekcí
- Ukládání dat (možnost vzdálené zprávy)
- Dostatečná přesnost průtokoměrů
- Možnost měření slunečního ozáření

Regulus®

Děkuji za pozornost

Jiří Kalina

Technické oddělení

Tel.: 244 016 911

E-mail: jiri.kalina@regulus.cz

CityPlan

Energetika a OZE v souvislostech

Ing. Ivan Beneš, CityPlan spol. s r.o.

Solární tepelné soustavy 2009

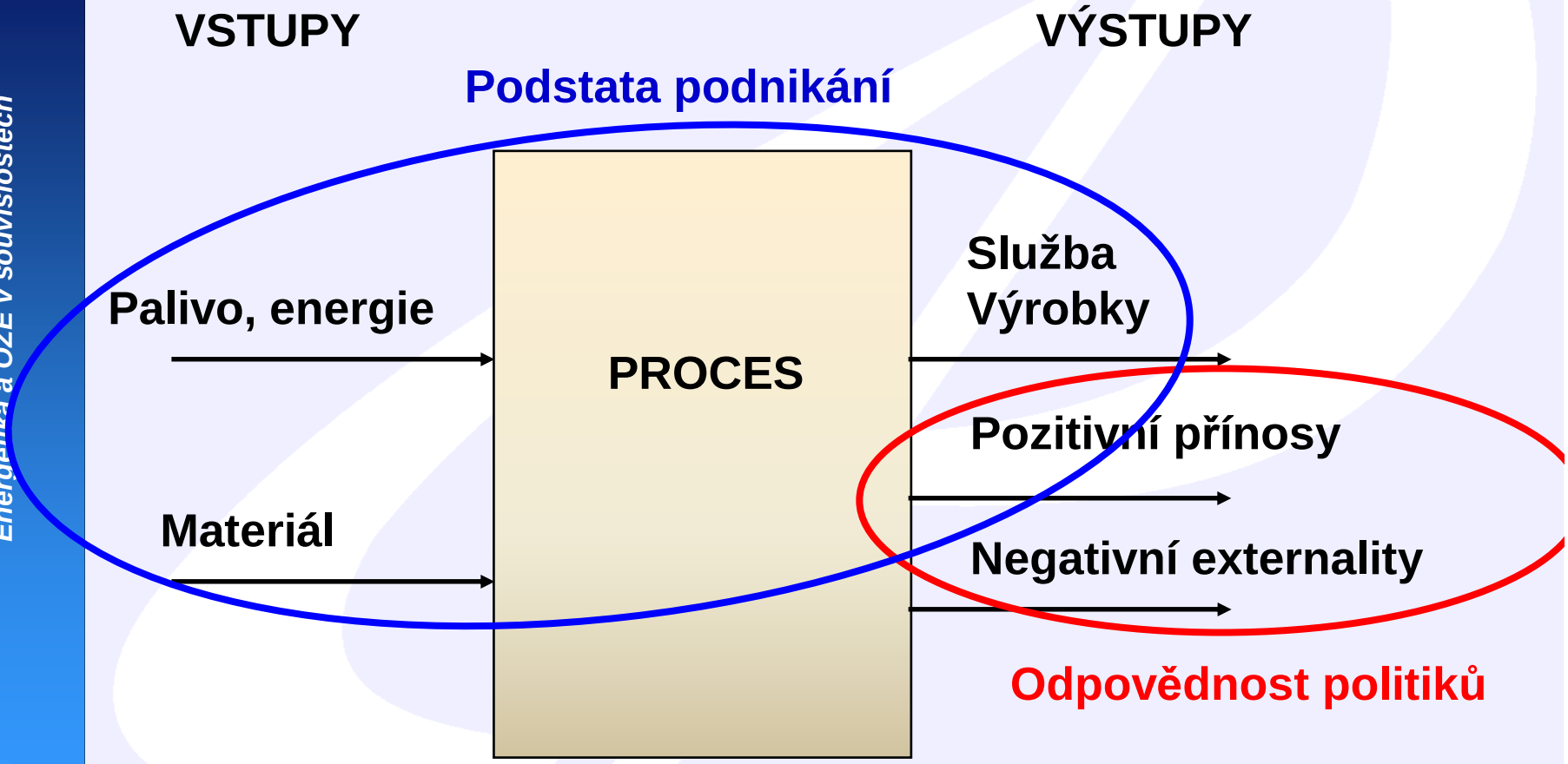
(Společnost pro techniku prostředí)

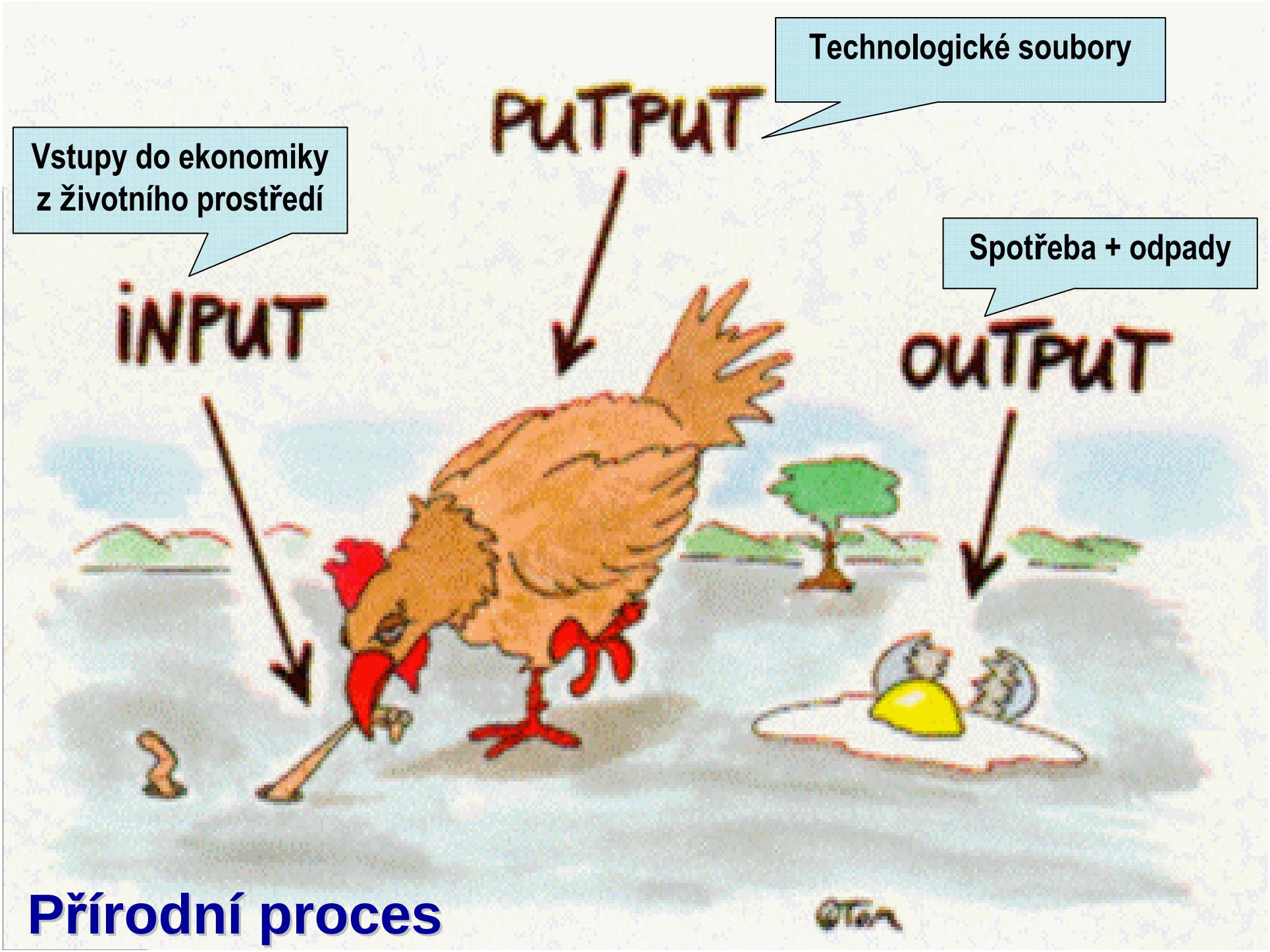
Třeboňské inovační centrum, 12.11.2009

Obsah

- Celostní pohled na energetiku a energetickou bezpečnost
- Hlavní hrozby jímž budeme v příštích letech čelit
- Vidíme světlo v tunelu? Proč je přechod od fosilní energie obtížný
- Zásadní rozdíl mezi neobnovitelnou a obnovitelnou energií
- „Utility scale“ OZE a distribuované zdroje OZE, důvody pro rozvoj „Smart grids“

Procesní přístup může usnadnit porozumění





Přírodní proces

Oprea Diana

CityPlan

Energetika a OZE v souvislostech

Celostní pohled na energetiku a bezpečnost

Energetická bezpečnost **uživatelů energie**

Bezpečnost **energetic. transformací a dopravy energie**

Energetická bezpečnost **zdrojů primární energie**

Krizová situace nastává na konci drátu či potrubí

obnovitelné zdroje

bezpečná jaderná fúze bez odpadů

7 000 000 000 roků

85 roků

jaderná energie

neobnovitelné zdroje

155 roků

uhlí

67 roků

zemní plyn

42 roků

ropa

fosilní zdroje

(sluneční energie z pravěku)

bydlení

doprava

terciér

zemědělství

průmysl

elektrárny

teplárny

rafinerie

potřeby lidí

Ekonomický, sociální, environmentální a bezpečnostní rozměr ⇒ udržitelný rozvoj

Hot spots of energy security: networks objects

V preindustriální době závisela ekonomika na obnovitelných zdrojích

CityPlan

Udržitelná energetika nutná k přežití civilizací

Energetická bezpečnost **uživatelů energie**

Bezpečnost **energetic. transformací a dopravy energie**

Energetická bezpečnost **zdrojů primární energie**

obnovitelné zdroje

7 000 000 000 roků

- bydlení
- doprava
- terciér
- zemědělství
- průmysl

potřeby lidi

1. Jejich nedostatečnost bránila ekonomickému rozvoji.
2. Nástup fosilních paliv odstartoval průmyslovou revoluci a moderní dobu.
3. Založit postmoderní dobu na energetickém využívání biomasy je proto politováníhodný omyl.
4. Elektřina z biomasy má 200x menší účinnost, než přímé využívání slunečního záření pomocí koncentračních slunečních elektráren a fotovoltaických článků, které ale vyžadují akumulační technologie

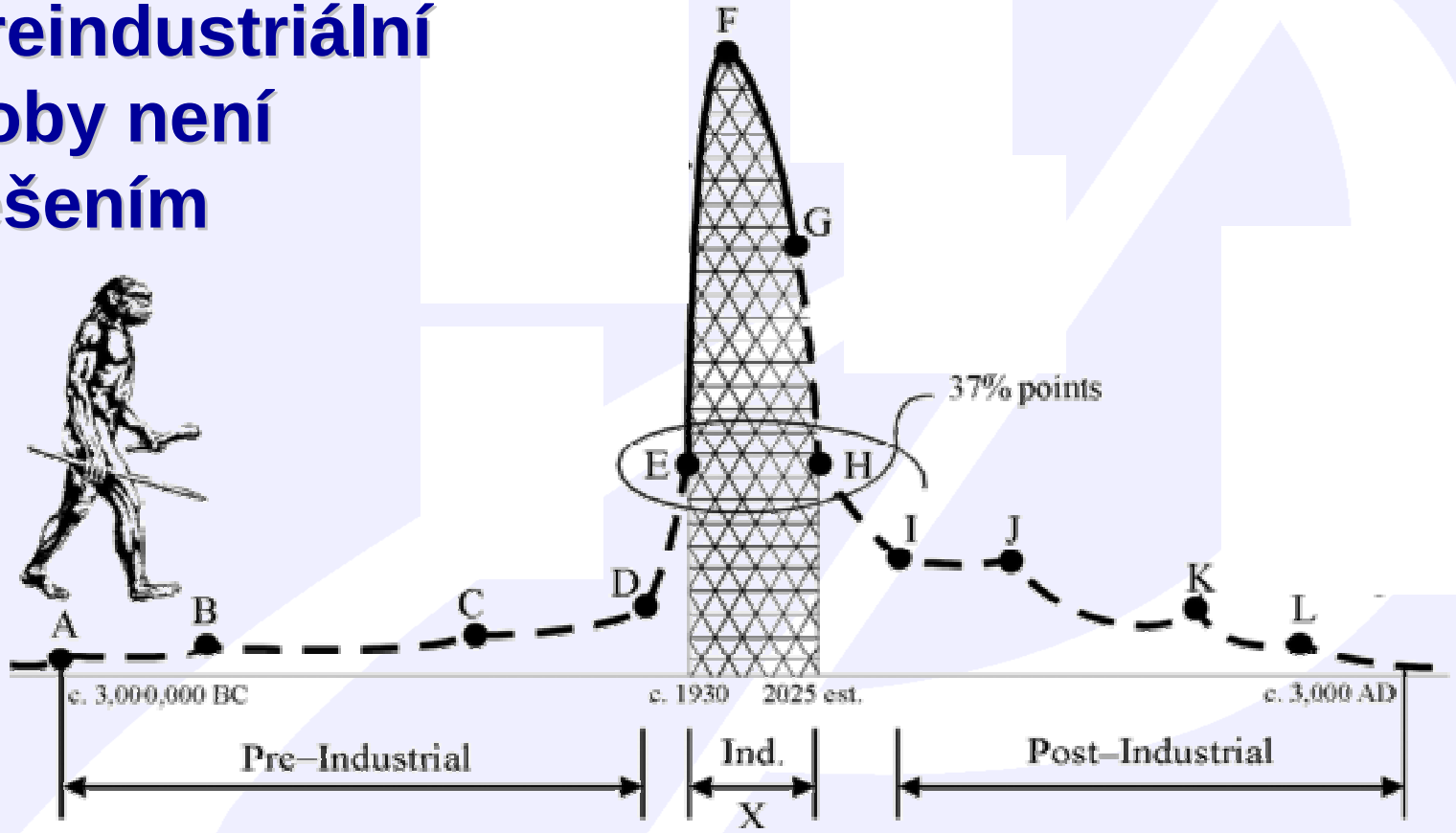
Z hlediska doby života na zemi činí éra fosilních paliv 1 milisekundu z 12 hodin

Klasifikace hlavních vývojových a kulturních etap

	Věk	Počáteční formy života	Mnohobuněčné organismy	První člověk	Doba ledová	Moderní doba	Současnost
	Year	-4 x 10^9 let	-1,2 x 10^9 let	-3 x 10^6 let	-10^4 let	1850	dnes
	Time scale	0 h	8 h	30s před	12 h	0,1s	1ms	12 h
Funkce	Genetické míšení a vývoj	Pohlavní	Migrace	Migrace	Domestikace a chov	Léčení nemocí a antikoncepce	Molekulární biologia a genetické inženýrství
	Mobilita (pohyb)	Přírodními silami	Ploutve, nohy, křídla	Nohy, kánoe	Koně, povozy, lodě	Vlaky, automobily, letadla	Rakety, kosmické lety
	Konverze energie	Fotosyntéza	Heterotrofická výživa	Oheň	Zemědělství, dřevo, vítr, voda	Uhlí, ropa, plyn, pára, elektřina	Jaderné štěpení, fotovoltaika, jaderná fúze
	Informační procesy	Molekula DNA	Nervová soustava, sluch a zrak	Řeč	Písmo, matematika, logika	Věda a technologie, (tisk, telefon, TV)	Software, multimédia
	Mechanismy změn a vývoj	Náhodný výběr a selekce	Instinkt	Myšlení	Invence	Výzkum a vývoj	Inovační výzkum založený na systémové analýze

Návrat do preindustriální doby není řešením

The Olduvai Theory of Industrial Civilization



1. Pre Industrial Phase [c. 3 000 000 BC to 1765]

A - Tool making (c. 3 000 000 BC); **B** - Fire used (c. 1 000 000 BC); **C** - Neolithic agricultural revolution (c. 8 000 BC); **D** - Watts steam engine of 1765 starting the Industrial Phase (1930-2025)

2. Industrial Phase [1930 to 2025, estimated]

E - Per capita energy-use 37% of peak value; **F** - Peak energy-use; **G** - Present energy-use; **H** - Per capita energy-use 37% of peak value

3. Post Industrial Phase [c. 2100 and beyond]

J, **K**, and **L** = Recurring future attempts at industrialization fail.

Pramen: http://www.hubbertpeak.com/duncan/Olduvai.htm

CityPlan

Energetika a OZE v souvislostech

V postmoderní společnosti nás bude elektřina odlišovat od pre-industriální společnosti

Přechodné období levné fosilní energie

Industriální transformace
Přechod k fosilní energii ↗

Postmoderní transformace
↘ Odklon od fosilní energie

-4000 -3500 -3000 -2500 -2000 -1500 -1000 -500 0 500 1000 1500 2000 2500 3000 3500 4000 4500 5000

OZE, hospodárné zacházení se zdroji

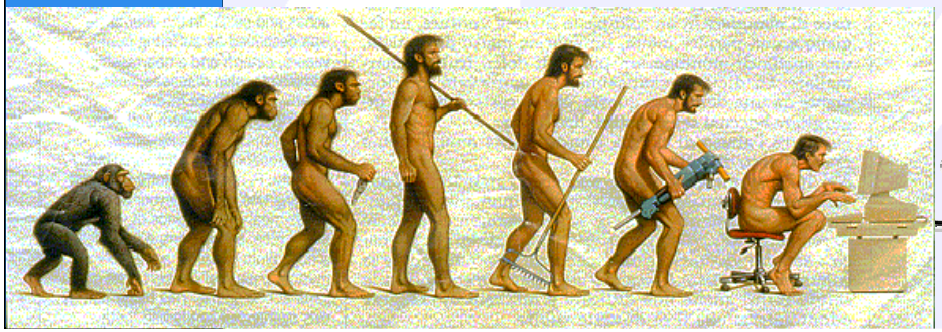
elektřina

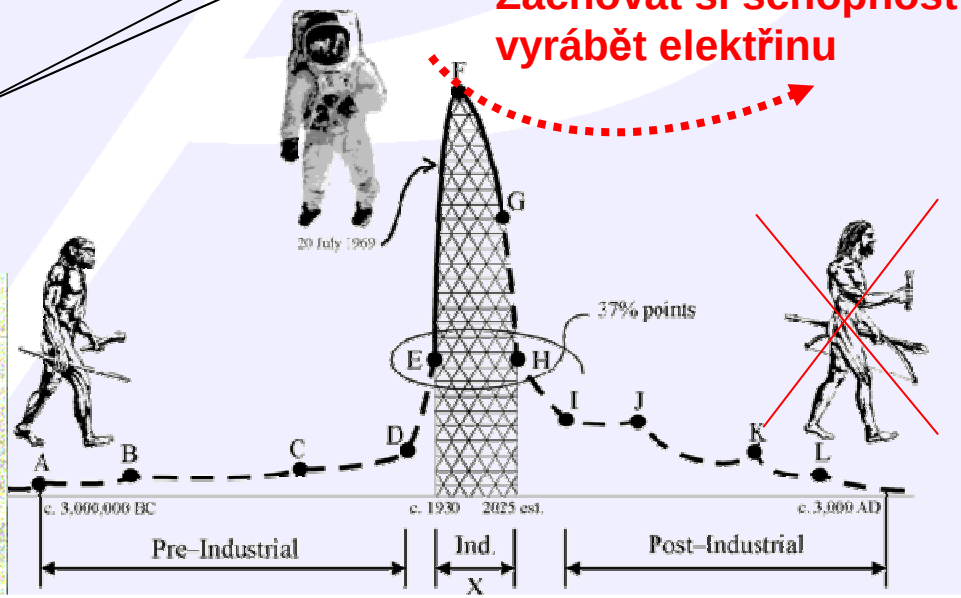
Jaký má být horizont cílů politiky?

30 let? 100 let?

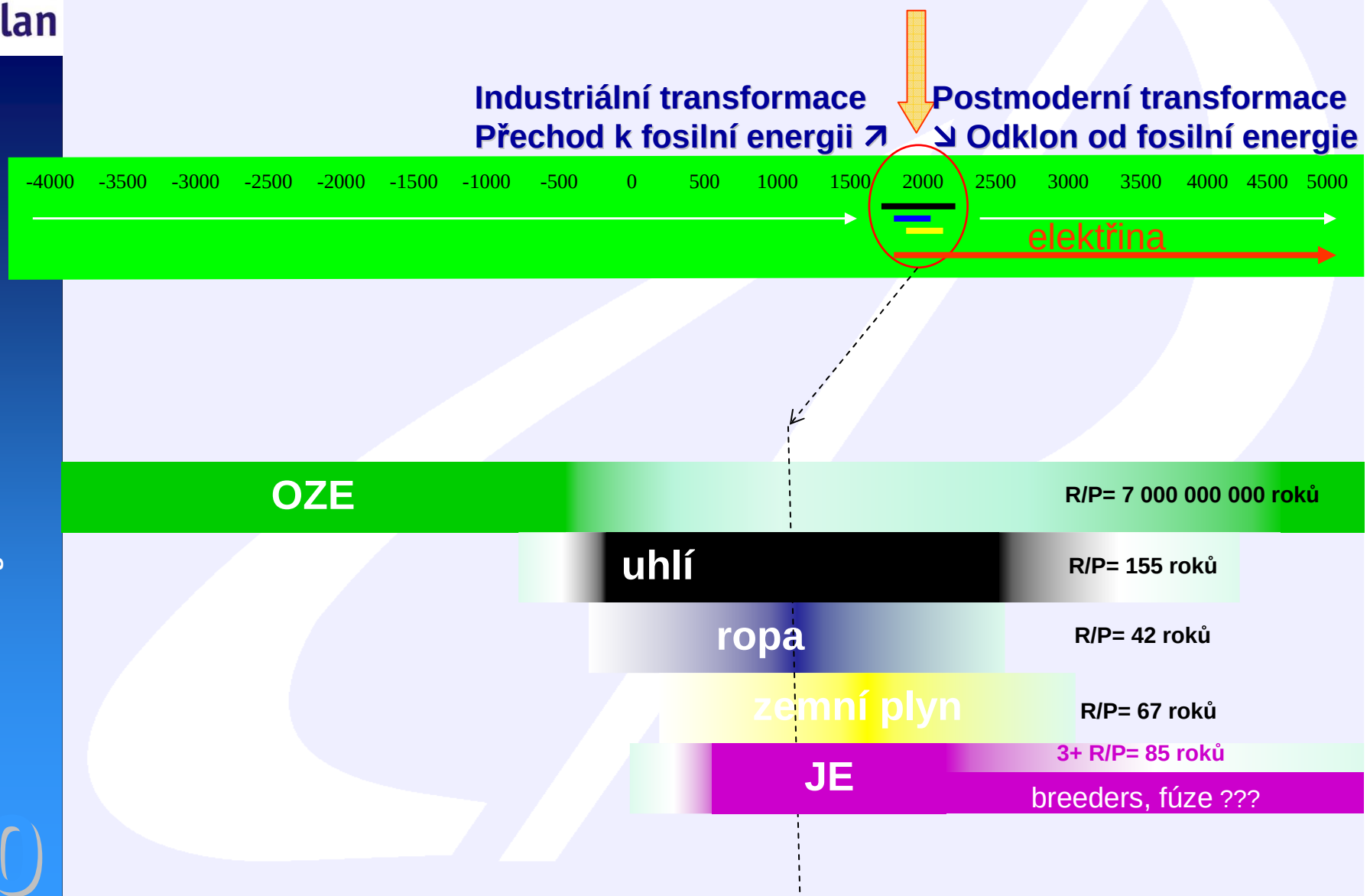
Určitě ne 4 roky!

Zachovat si schopnost vyrábět elektřinu





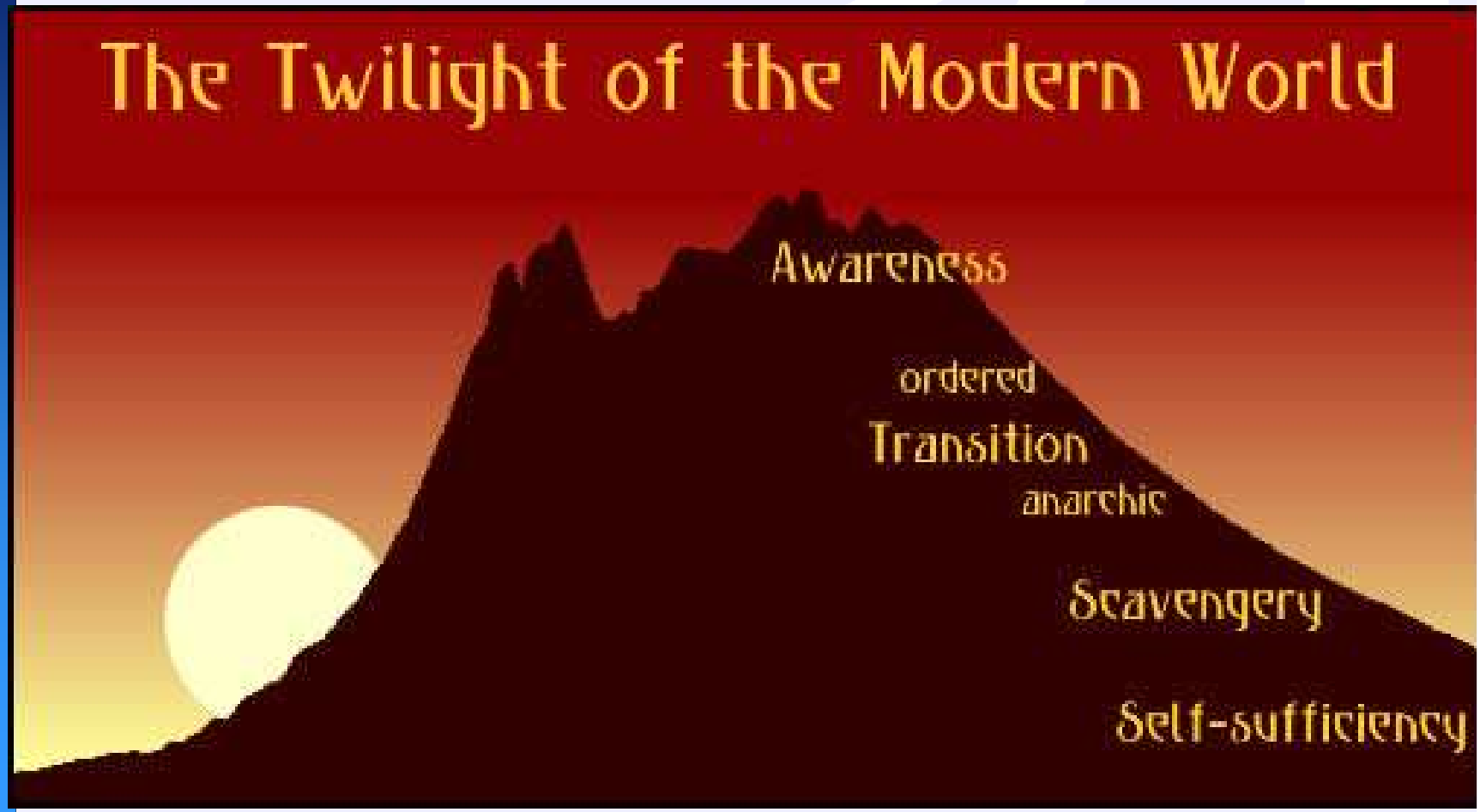
Časová osa ⇨ fosilní energie je jen epizoda



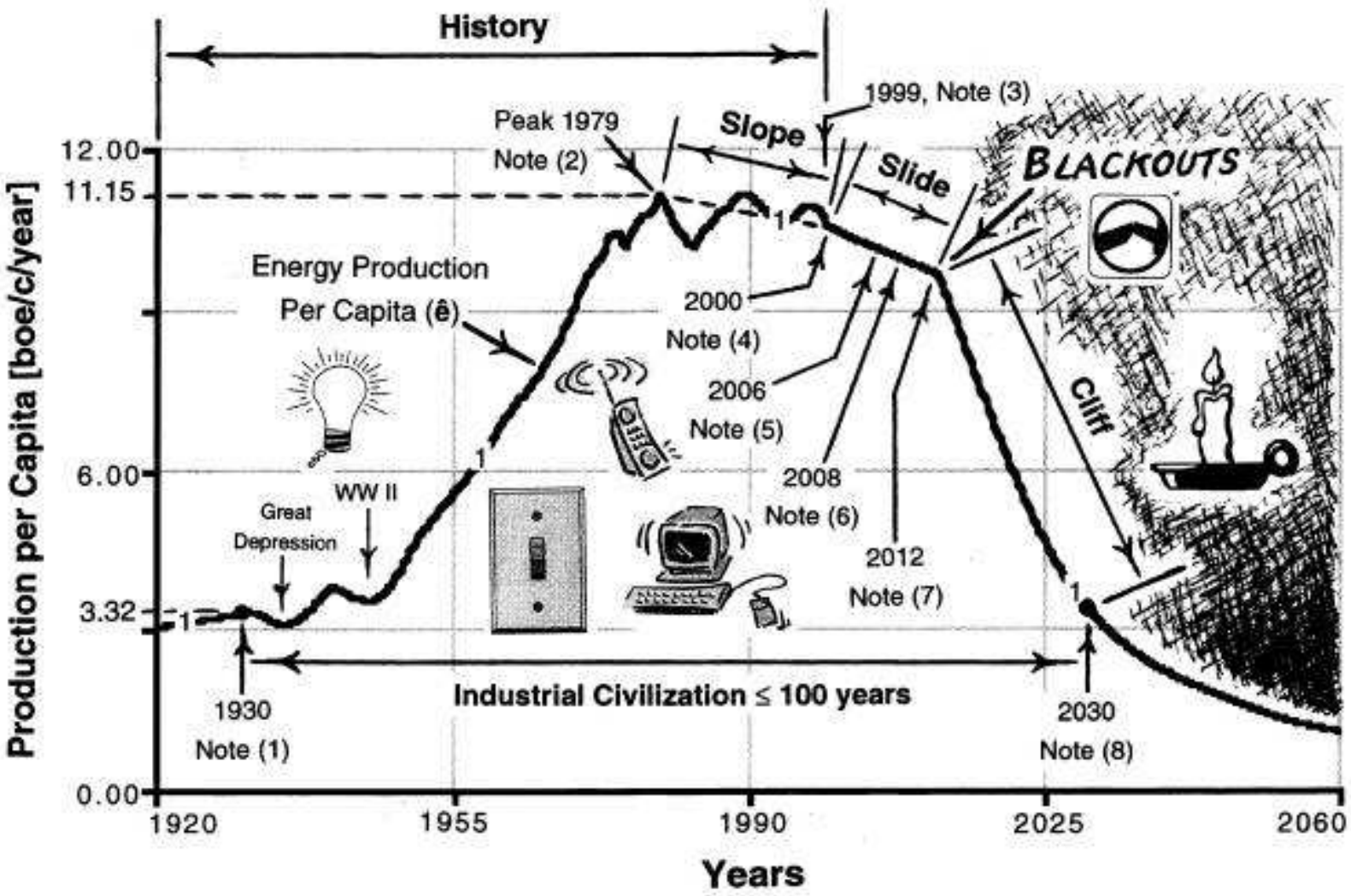
Co nás čeká?

- Celostní pohled na energetiku a energetickou bezpečnost
- Hlavní hrozby jímž budeme v příštích letech čelit
- Vidíme světlo v tunelu? Proč je přechod od fosilní energie obtížný
- Zásadní rozdíl mezi neobnovitelnou a obnovitelnou energií
- „Utility scale“ OZE a distribuované zdroje OZE, důvody pro rozvoj „Smart grids“

Nechceme být katastrofisty, ale vstup do postmoderního světa může být soumrakem naší civilizace ale i příslibem zrodu udržitelné společnosti



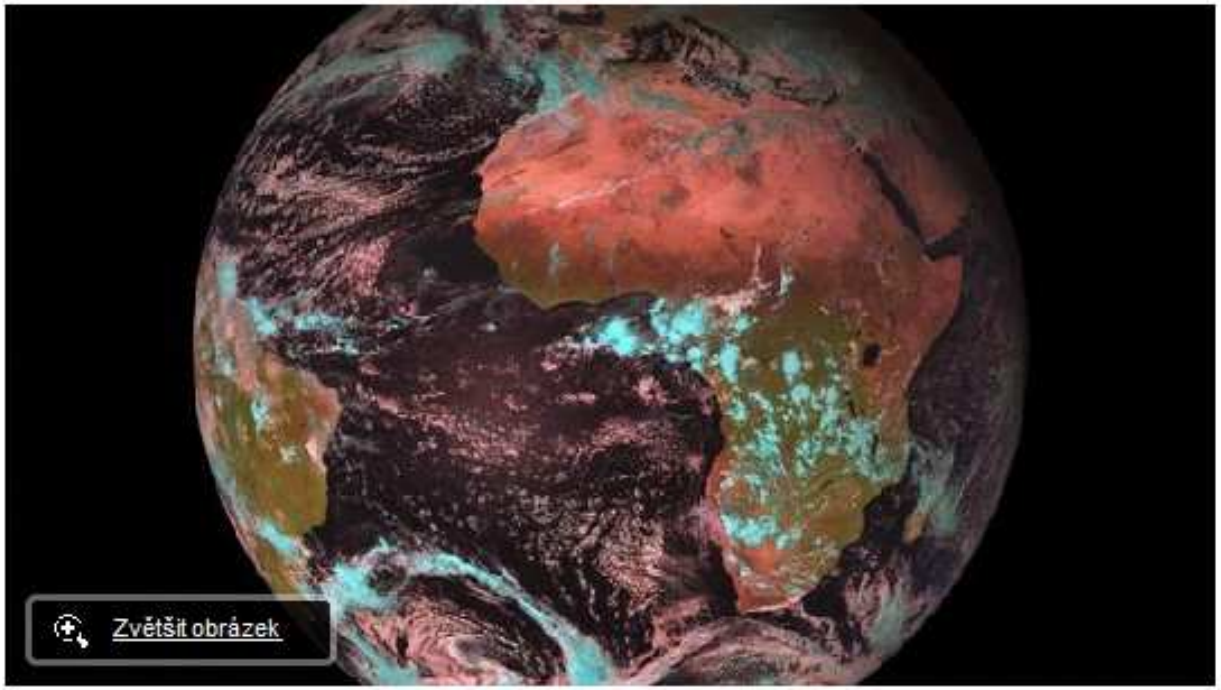
Počátek a konec moderní doby (průmyslové civilizace)



Pramen: Duncan (2000)

Světu hrozí do roku 2030 nedostatek potravin, vody a energie, varuje vědec

S jednou krizí si svět poradí, ale co když se jich sejde víc? Hlavní vědecký poradce britské vlády, profesor John Beddington varuje, že kolem roku 2030 postihne lidstvo znásobený efekt několika krizí najednou, které budou souviset s nedostatkem potravin, pitné vody a energie. Profesor toto varování podle listu Guardian přednesl na konferenci o Udržitelném rozvoji ve Spojeném království.



▲ Snímek země z metosatu MSG-1

FOTO: ESA

neděle 22. března 2009, 17:27 - Londýn

"Dokonalá bouře", jak Beddington nazývá souběh krizí způsobených nedostatkem potravin, vody a energií, povede k vyvolání rozsáhlých nepokojů, které se budou šířit dál s

John Beddington
Chief Scientific Adviser to the UK Government and Professor of Applied Population Biology at Imperial College London

Komodští draci zabili muže
▶ Video

Svět » dnes 9 zpráv

REKLAMA

Suzuki bandit
65000 Kč

Autosedačka
1390 Kč

Aukro

Komerční sdělení

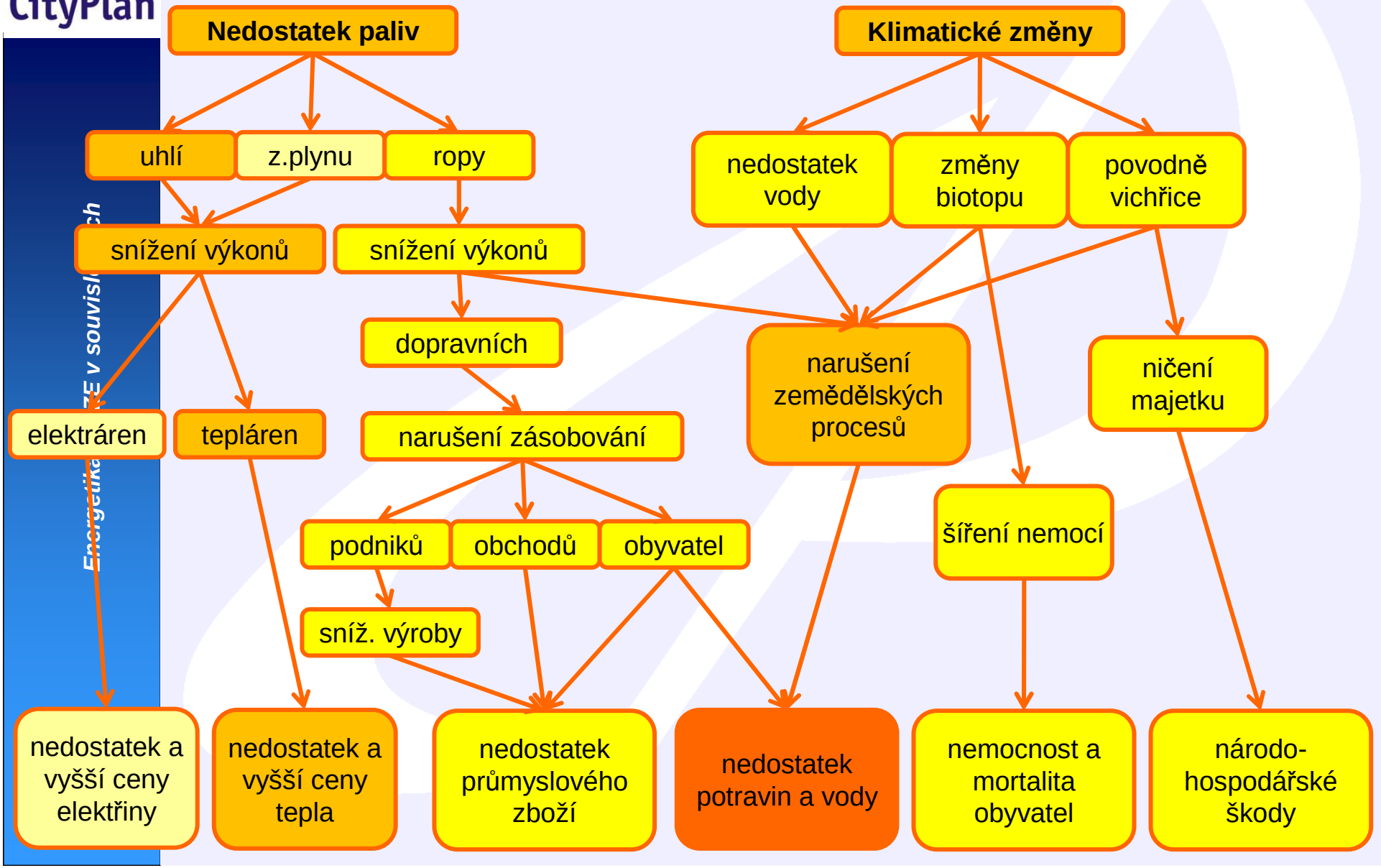
Založte si ING Konto. Vysoký úrok a peníze k dispozici kdykoliv.

Za účet, kartu, platby, ... Neplaťte za běžný účet! Smažněte poplatky!

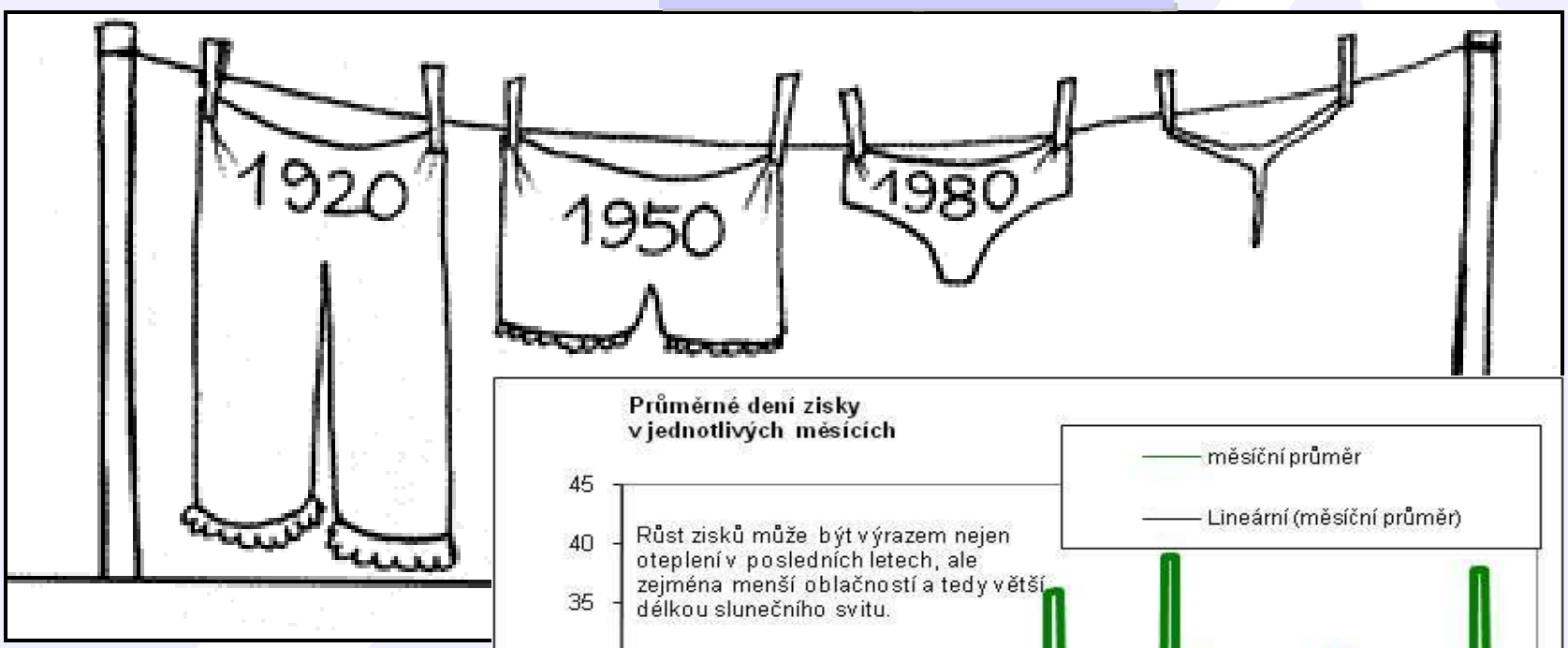
20 tisíc dětí má dovolenou zadarmo! Pouze u EXIM tours...

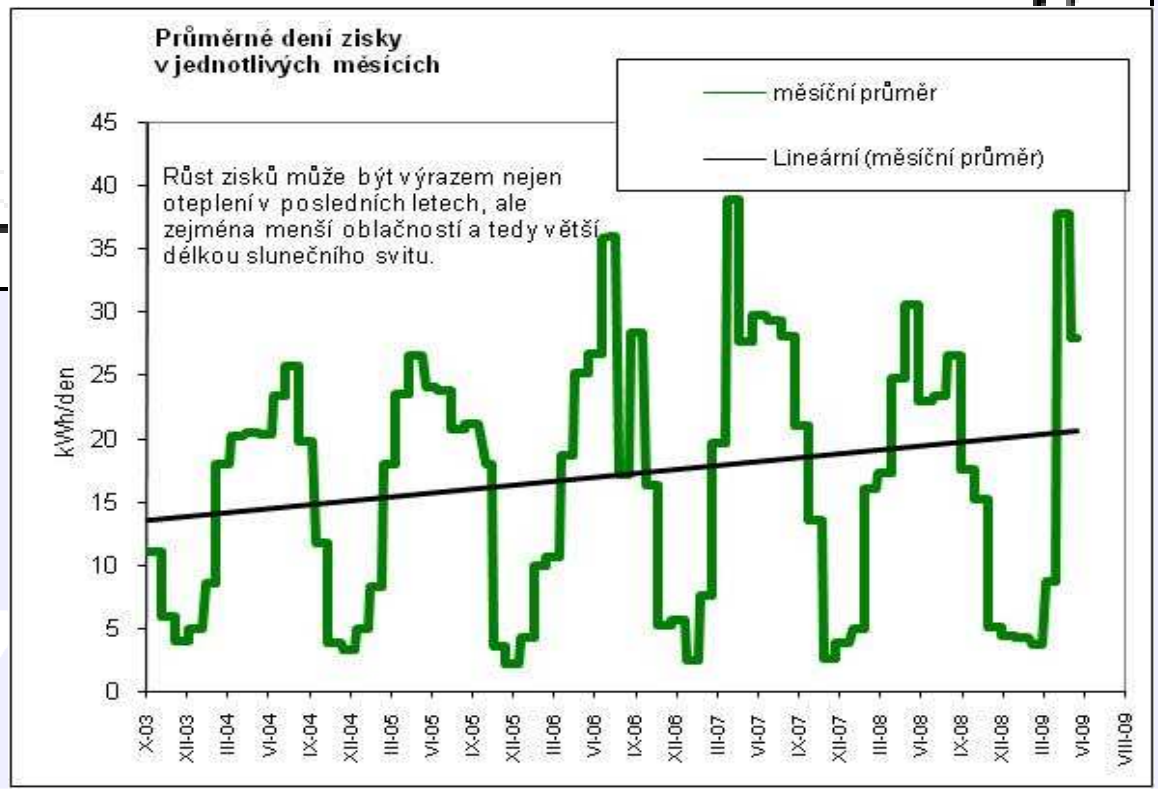
Likvidujeme zásoby Parfémy a toaletní vody se slevou až 70%.

Hrozby s dlouhodobějším náběhem → na mimořádné události se lze připravit



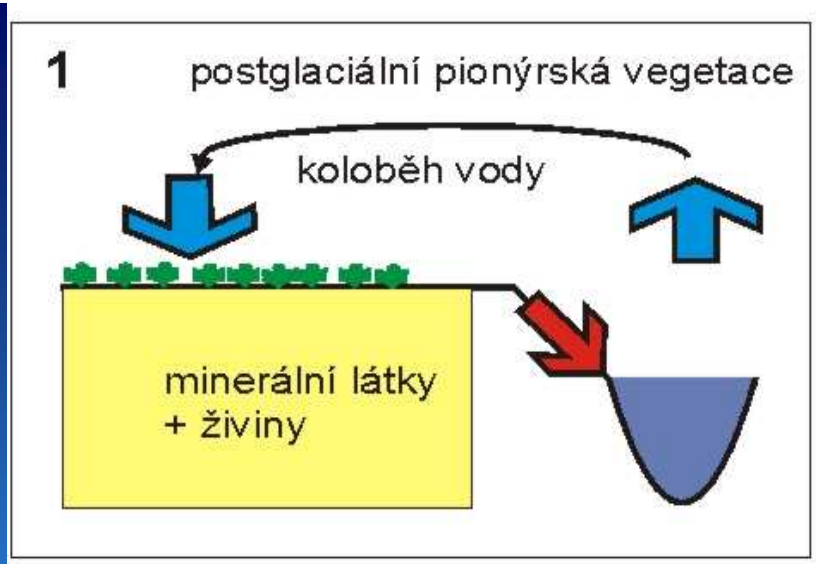
Postup globálního oteplování můžeme sledovat i u nás demo (NASA)

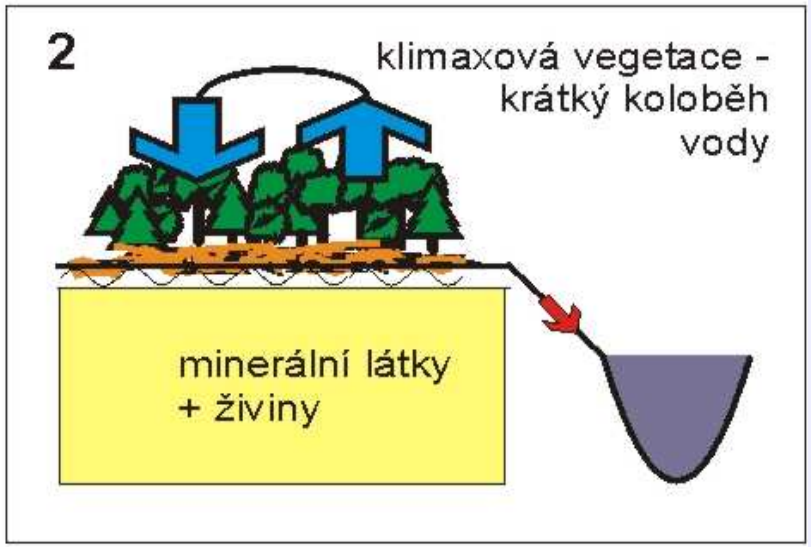


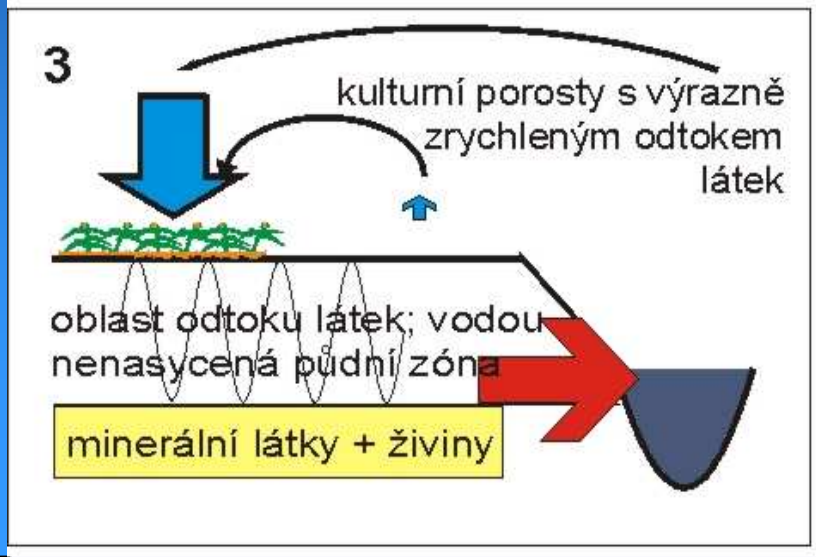


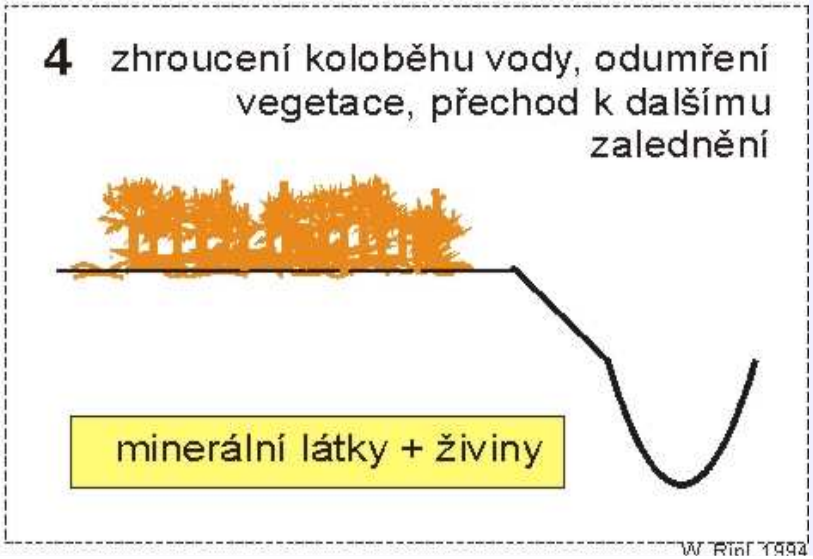
Zhroucení koloběhu vody

Koloběh vody a odtok látek v různých stádiích vývoje krajiny od posledního zalednění

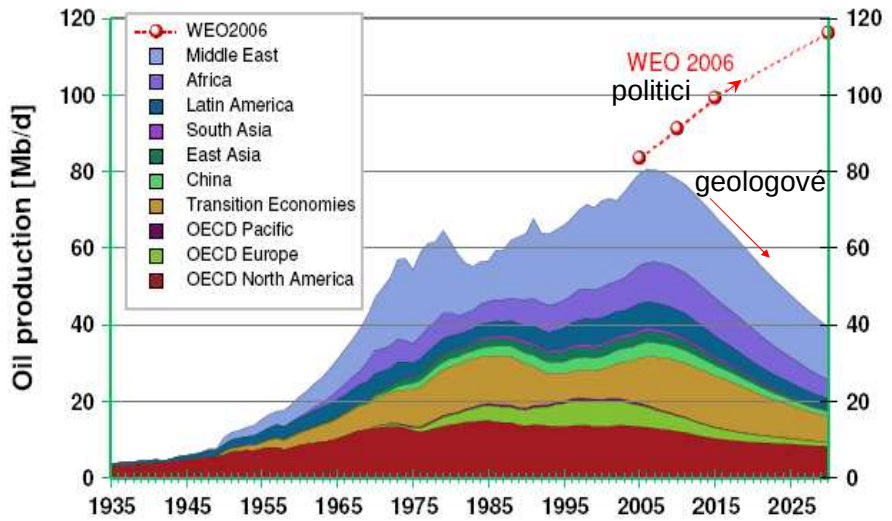


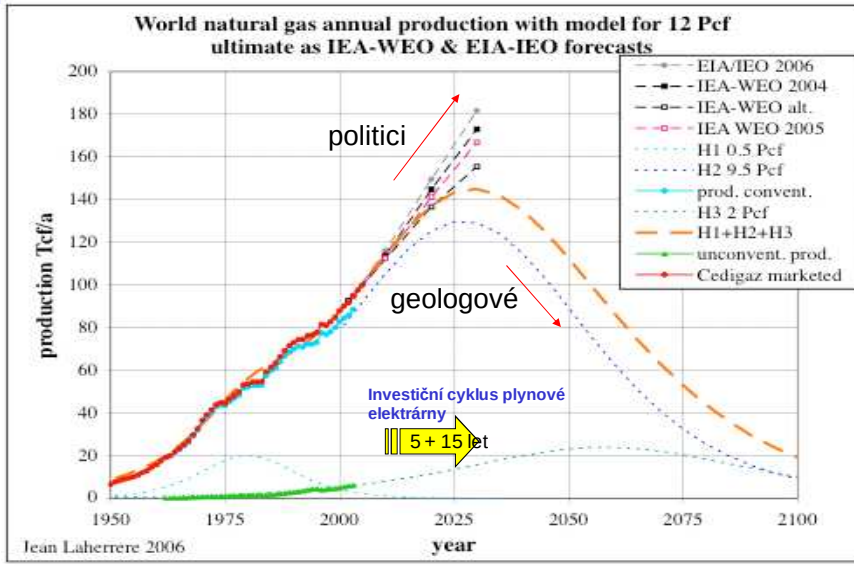


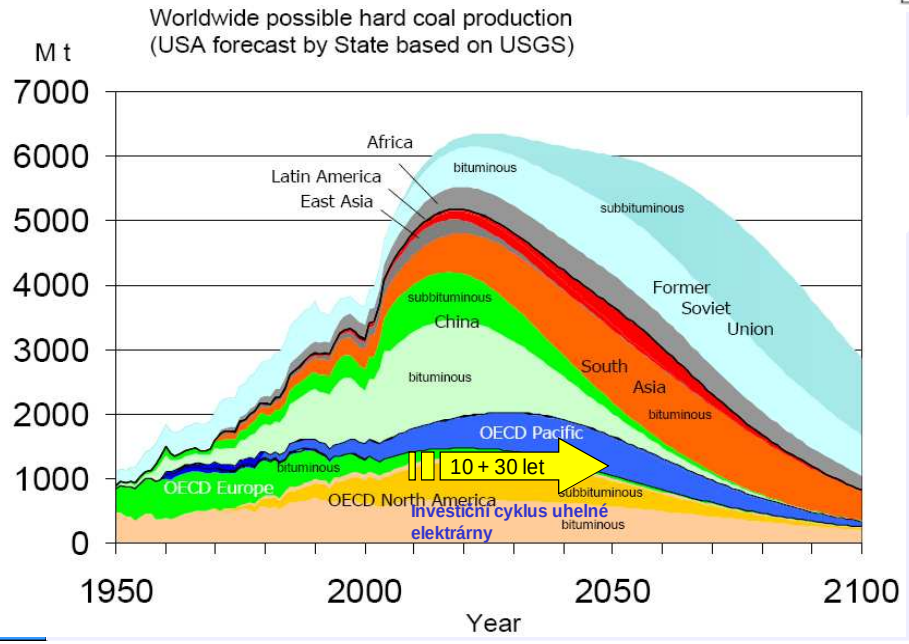


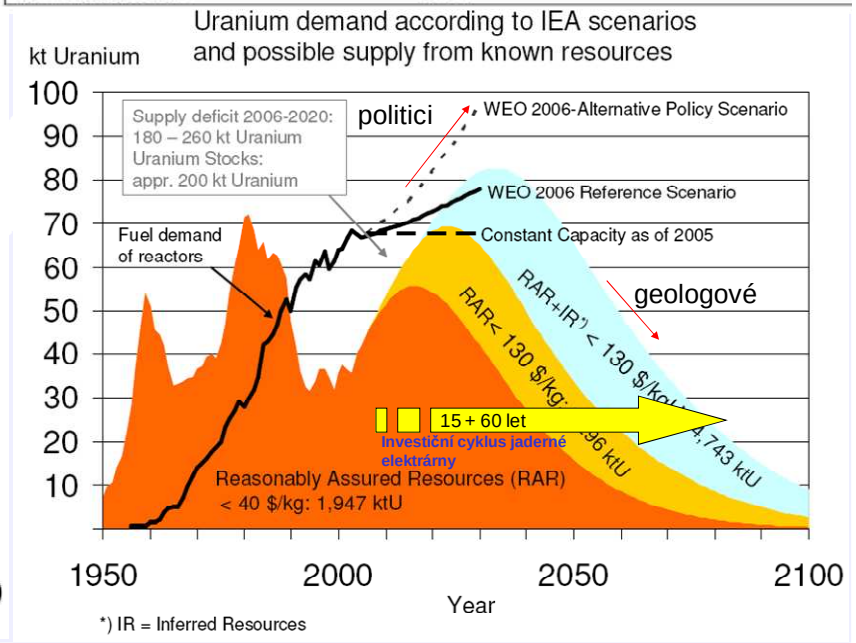


V tomto století pocítíme nedostatek fosilních paliv i uranu







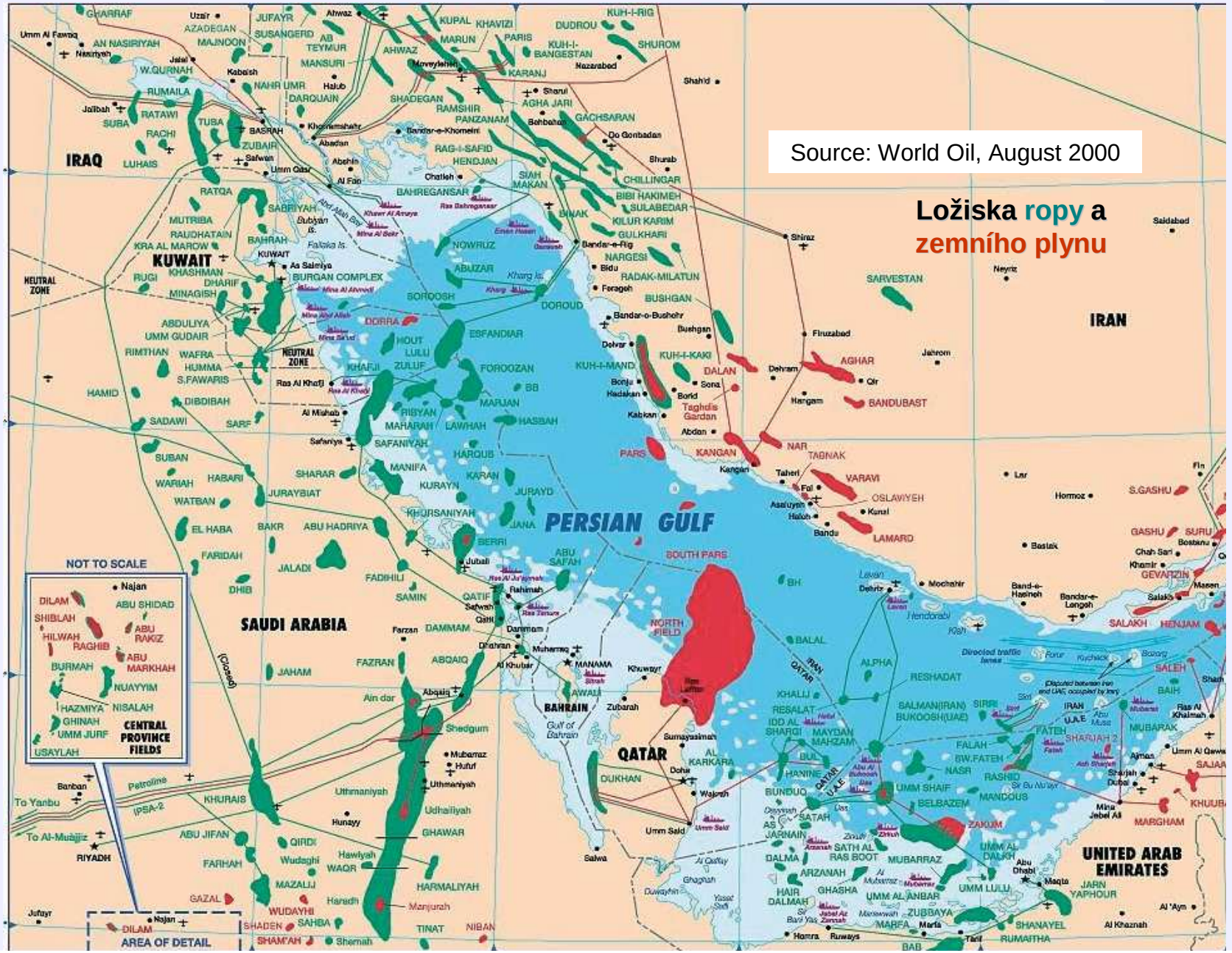


Síla současných armád je závislá na ropě. Země s největšími zásobami ropy – místa potenciálních konfliktů

World Reserves of Oil

	Billions of Barrels	Percentage of World Reserves
Saudi Arabia	262.73	22.3%
Iran	132.46	11.2%
Iraq	115.00	9.7%
Kuwait	99.00	8.4%
United Arab Emirates	97.80	8.3%
Venezuela	77.22	6.5%
Russia	72.27	6.1%
Kazakhstan	39.62	3.4%
Libya	39.12	3.3%
Nigeria	35.25	3.0%
United States	21.37	1.8%
China	17.07	1.4%
Canada	16.80	1.4%
Qatar	15.20	1.3%

Perský záliv - území „nabité energií“



Hlavní krize, která nám hrozí, je ignorance faktů

Business as usual = ignorance faktů:

⇒ krize ignorance ⇒

⇒ energetická krize ⇒

⇒ vodní krize ⇒

⇒ potravinová krize ⇒

⇒ civilizační střety !!!

Nejistota v oblasti světové bezpečnosti hledá odpověď na 3 otázky

1. Je pro světovou populaci a očekávaný růst HDP dostatek energie a vody?
2. Mohou obyvatelé Země žít jako euroatlantická civilizace s její spotřebou energie?
3. Převáží snaha řešit situaci silou?

Růst světové populace znamená

⇨ růst potřeb

⇨ růst poptávky po zdrojích

⇨ růst globálního napětí

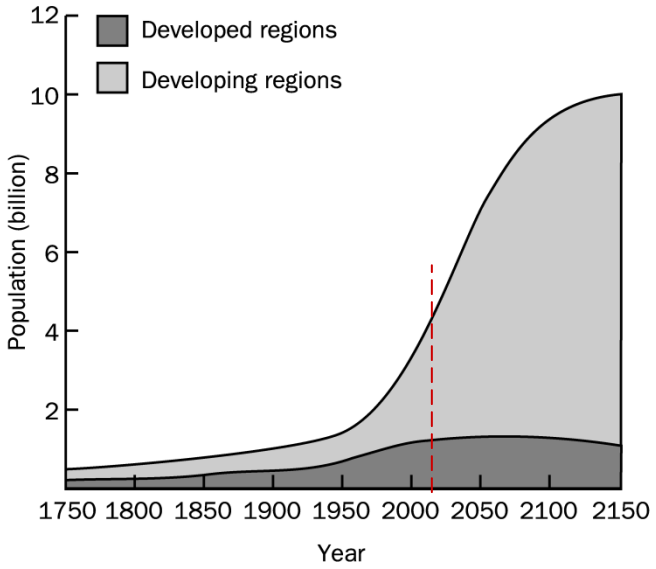


Figure 2.4 Trends and projections in world population growth, 1750–2150
Source: Figure 8.1, *World Resources 1996–97*

Řešení čtyřčlenky mezi klíčovými hráči
Vojna ~~a~~ či mír?

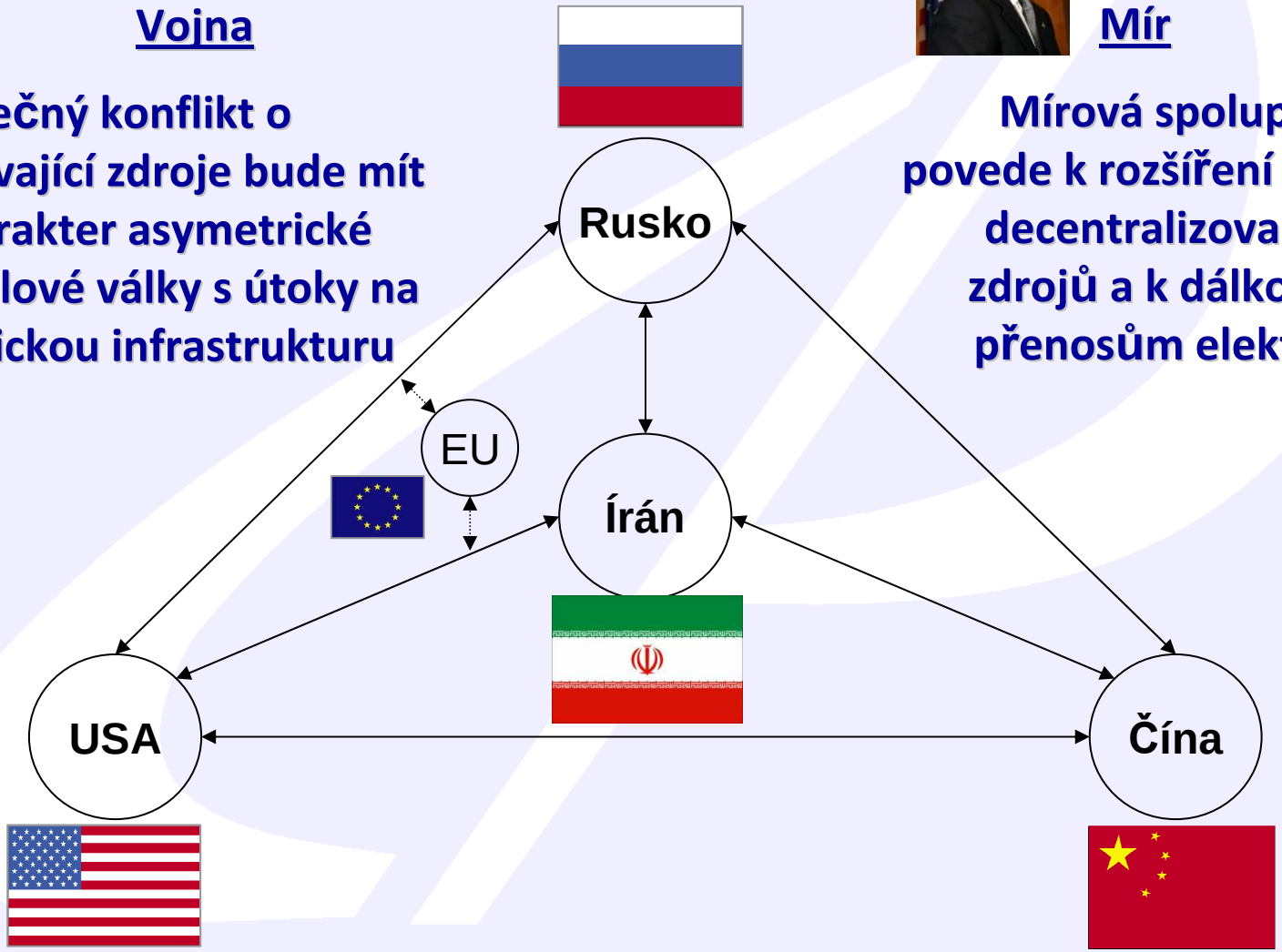
?

Vojna

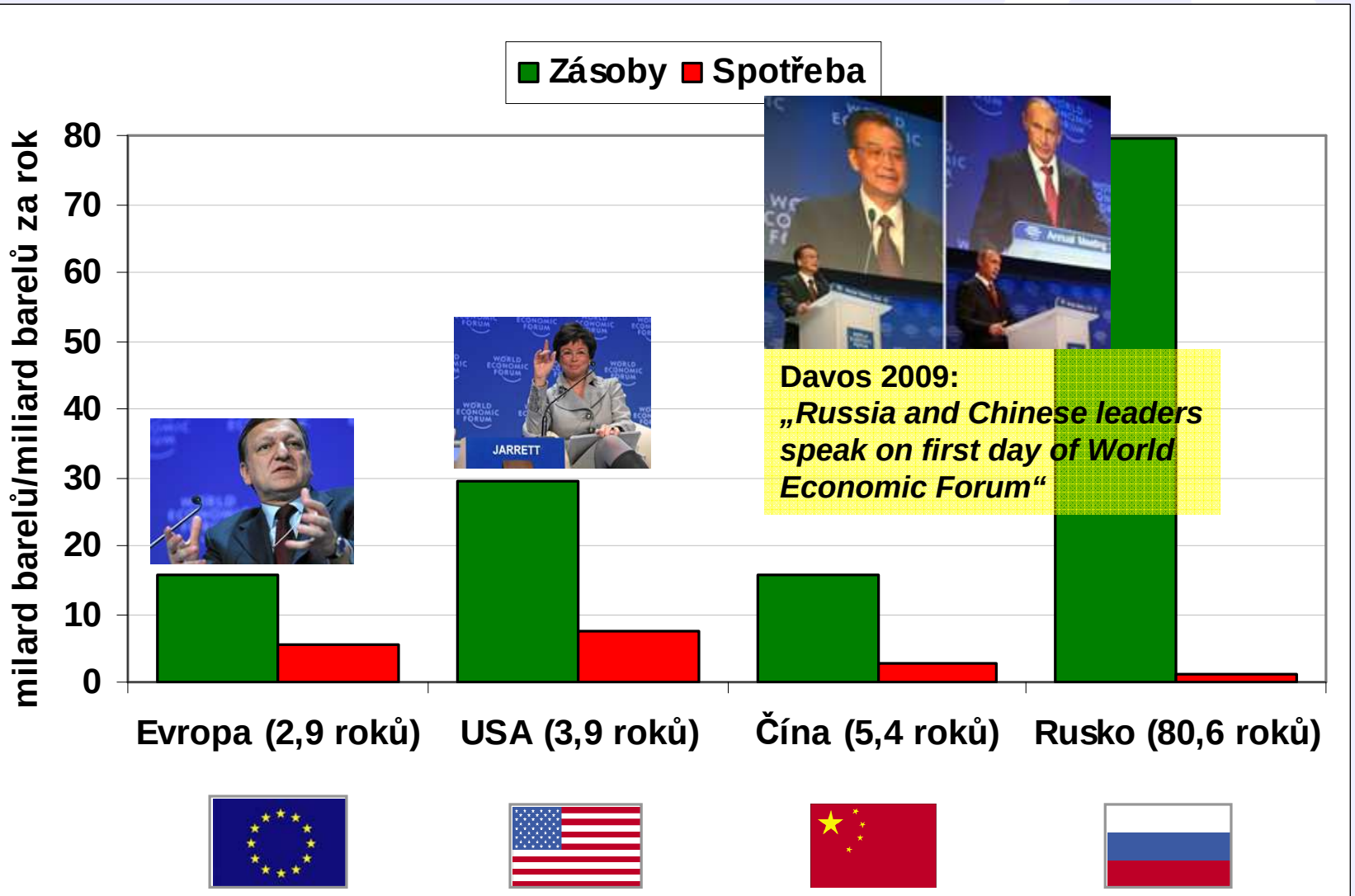
Válečný konflikt o zbývající zdroje bude mít charakter asymetrické gerilové války s útoky na kritickou infrastrukturu

Mír

Mírová spolupráce povede k rozšíření OZE, decentralizovaných zdrojů a k dálkovým přenosům elektřiny



Energetická „setrvačnost“ z vlastních zásob je ukazatelem „energetické převahy“, je to poměr vlastní zásoby / spotřeba (roky)



CityPlan

4 energetická „hřiště“ a jejich „sudí“

Rada bezpečnosti | **G 20 ?** | **(národní) IZS** | **Směrnice EU**

Vojenské doktríny ↔ Zahraniční politika ↔ Krizové řízení ↔ Liberalizovaný trh

240/2000

458/2000
91/2005

Účast v misích ↔ Diplomacie ↔ Civilní nouzové plánování ↔ Podnikání v energetice

406/2000
406/2006

241/2000

239/2000

Zajištění přístupu ke zdrojům primárních nosičů energie
Zajištění dopravních cest
Zábrana nukleární proliferace

Objekty kritické infrastruktury ↔ Integrovaný záchranný systém ↔ Energetické společnosti

Ústřední důležitost pro sílu moderních armád má ropa

Kontinuita činnosti

Minimalizace ztrát v území

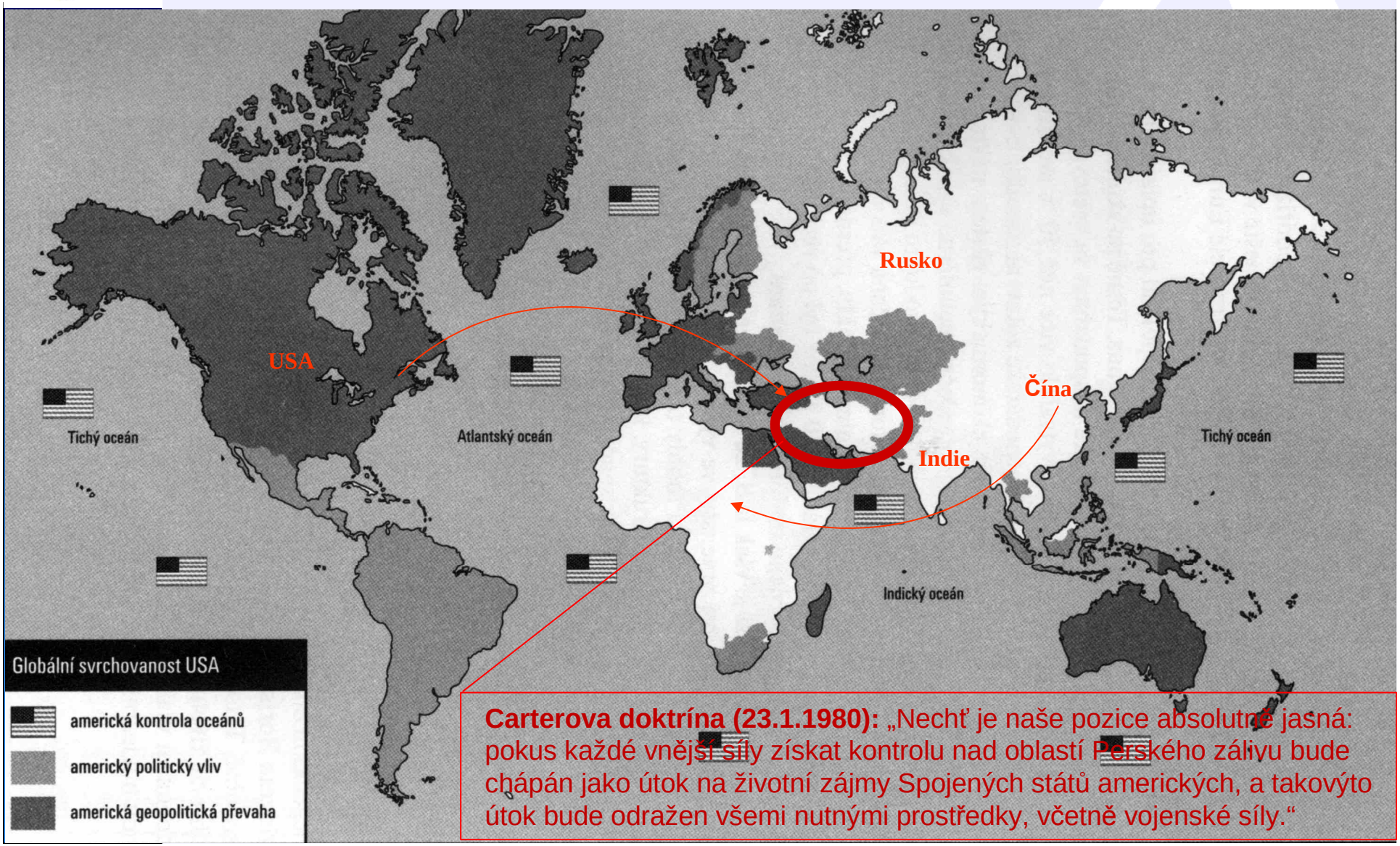
Maximalizace zisku

Rozsah zprávy „Pačesovy komise“ (6. kapitola)

Regulované oblasti ?

Trh ?

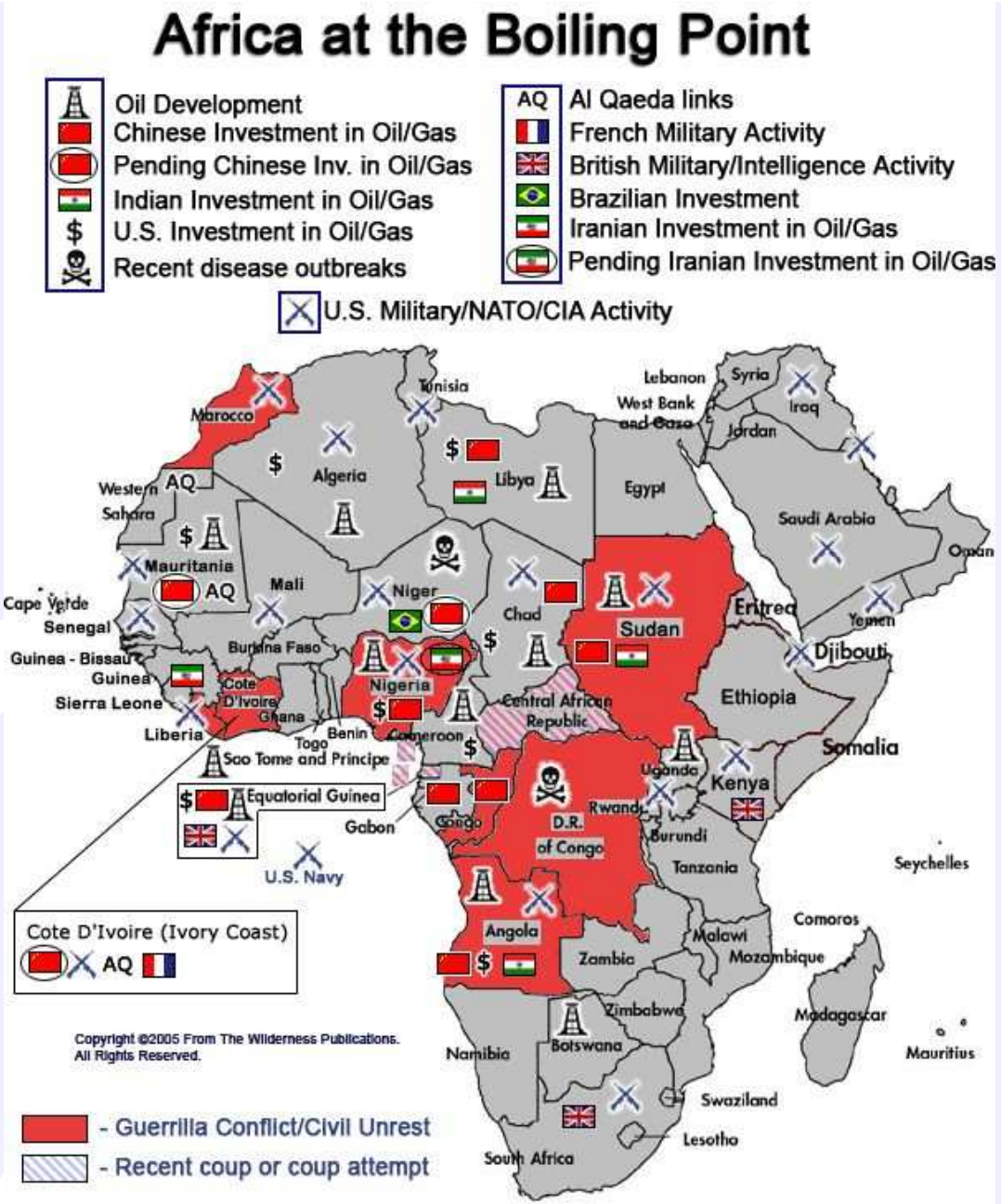
Suverenita klíčových hráčů a energetické centrum světa (USA)



Carterova doktrína (23.1.1980): „Nechť je naše pozice absolutně jasná: pokus každé vnější síly získat kontrolu nad oblastí Perského zálivu bude chápán jako útok na životní zájmy Spojených států amerických, a takovýto útok bude odražen všemi nutnými prostředky, včetně vojenské síly.“

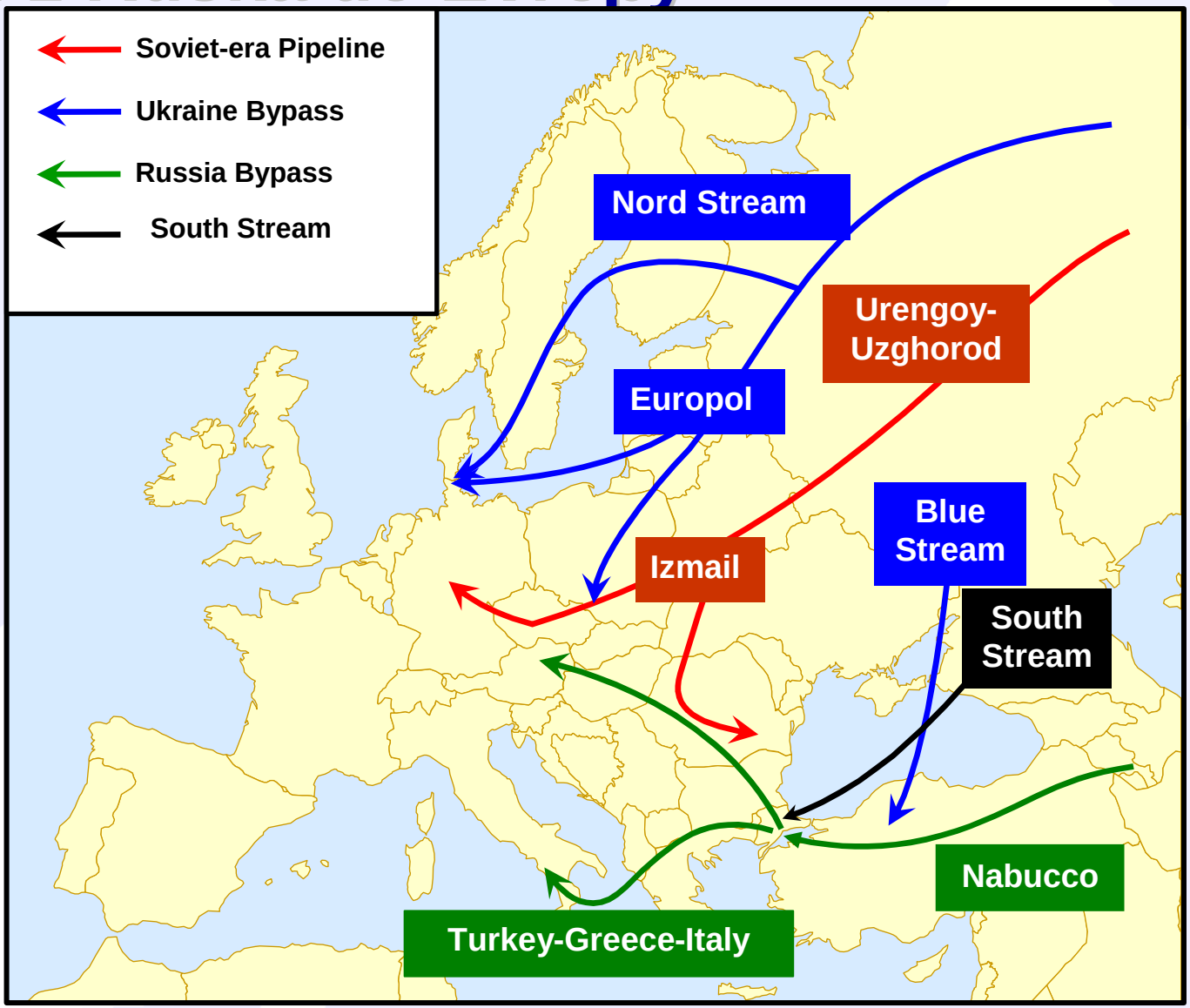
CityPlan

Střet zájmů v Africe při zajišťování energetické bezpečnosti (Čína)



-Trade between China and Africa up 50% in 2004 (IAGS - Energy Security Nov. 15, 2004)
-Sir Mark Thatcher pled guilty to involvement in coup attempt in Equatorial Guinea on Jan 11th
-"OIL IS THE ONLY U.S. INTEREST IN AFRICA" - The Economist

“Bypass” dopravních tras zemního plynu z Ruska do Evropy



Source: Cambridge Energy Research Associates.
70107-15

Geopolitická „Great Game“

Konflikt o zdroje by nebyla hospodská rvačka

CityPlan

Energetika a OZE v souvislostech

Závěr analýzy globálních rizik

- Průmyslová revoluce nás dovedla ke spálení téměř poloviny zásob fosilních paliv
- Přežití lidstva vyžaduje energetickou (r)evoluci, která přestane ignorovat energetická fakta o disponibilních zdrojích
- Svět je na rozcestí:
  - Globální spolupráce
  - Globálního konfliktu
- Svět je méně bezpečný, než v době bipolárního světa
- Hledejme odpověď na otázku: na čem může být založena alternativa mírové spolupráce?

CityPlan

Energetika a OZE v souvislostech

Vidíme světlo v tunelu?

- Celostní pohled na energetiku a energetickou bezpečnost
- Hlavní hrozby jímž budeme v příštích letech čelit
- Vidíme světlo v tunelu? Proč je přechod od fosilní energie obtížný
- Zásadní rozdíl mezi neobnovitelnou a obnovitelnou energií
- „Utility scale“ OZE a distribuované zdroje OZE, důvody pro rozvoj „Smart grids“

CityPlan

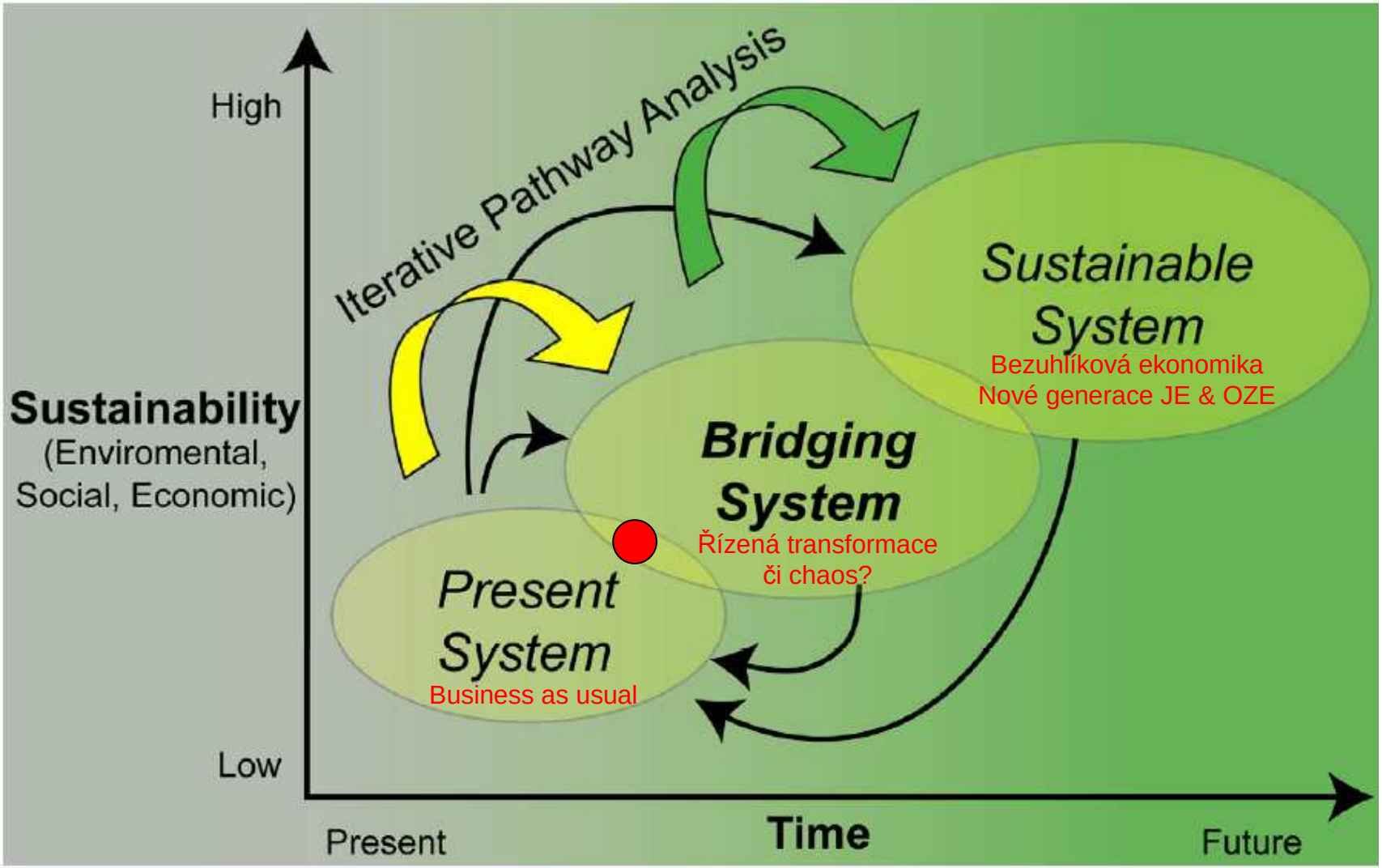
Energetika a OZE v souvislostech

Pro EU je důležité připravit „žínĕnku“ pro přežití možných krizových situací

… některé děti to vědí …

In Cyprus, a solar thermal system belongs to the house just as a chimney belongs to a house in the UK – every child in the relative country 'knows' this.

Adaptace na post-karbonovou ekonomiku je pro Evropu nutností



Source: Chalmers University

CityPlan

Energetika a OZE v souvislostech

Rozdíl mezi industriální a postmoderní transformací energetiky

↗ Přechod k fosilní energii (vlastnosti fosilních zdr.)

- Klesající disponibilita energetické biomasy (odlesňování)
- Lepší energetické kvalitativní vlastnosti (hustota, skladovatelnost, flexibilita)
- Výrazně nižší cena

↘ Odklon od fosilní energie (vlastnosti alternativních)

- Klesající disponibilita fosilních zdrojů
- Obava o globální změnu klimatu
- Horší kvalitativní energetické vlastnosti
- Vyšší cena

Alternativy a jejich slabé stránky

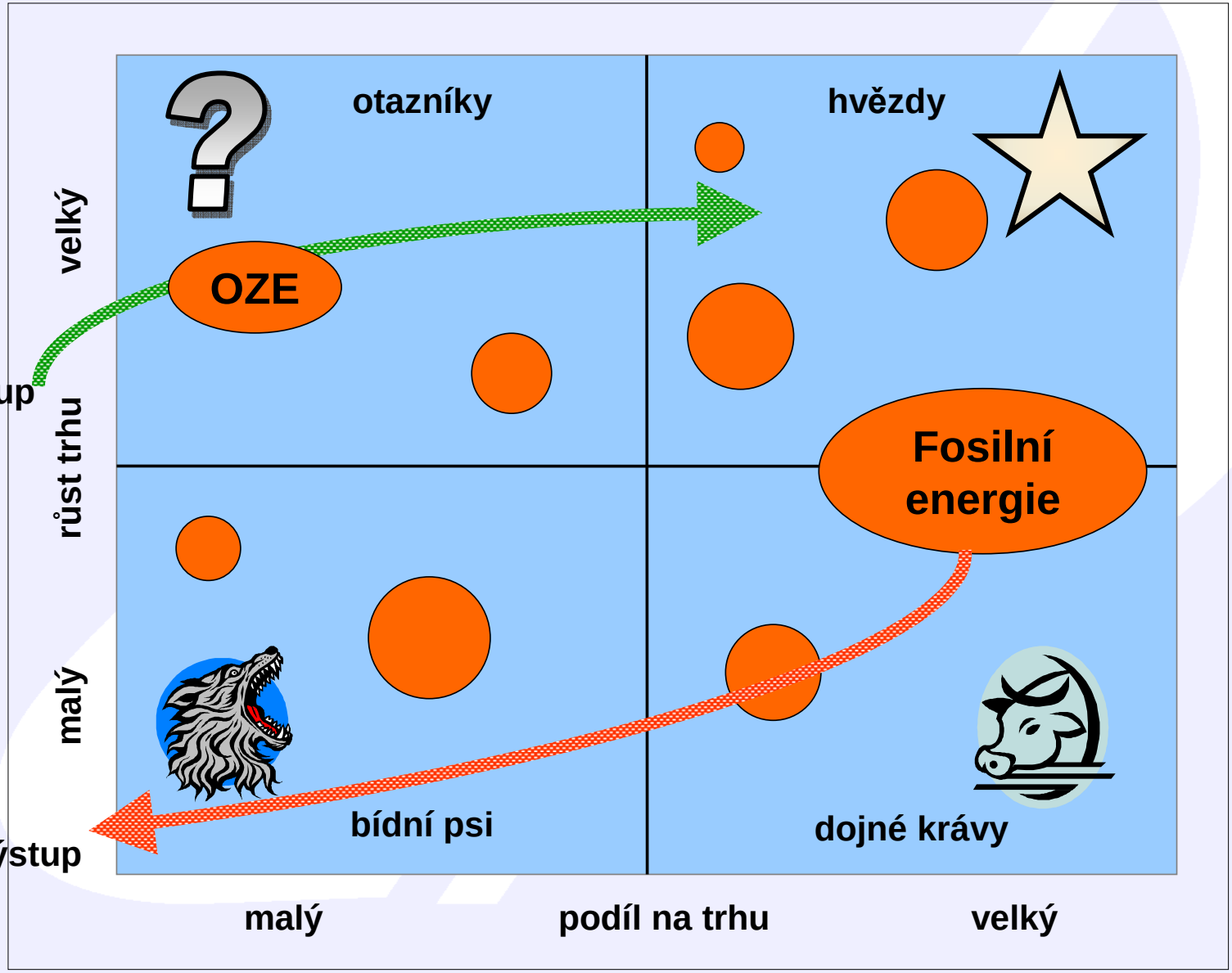
Obnovitelná energetika

- Nepravidelnost a přerušování toku energie větru a slunečního záření
- Nadměrné energetické využívání biomasy ohrožuje potravinovou bezpečnost a nezbytné služby ekosystémů

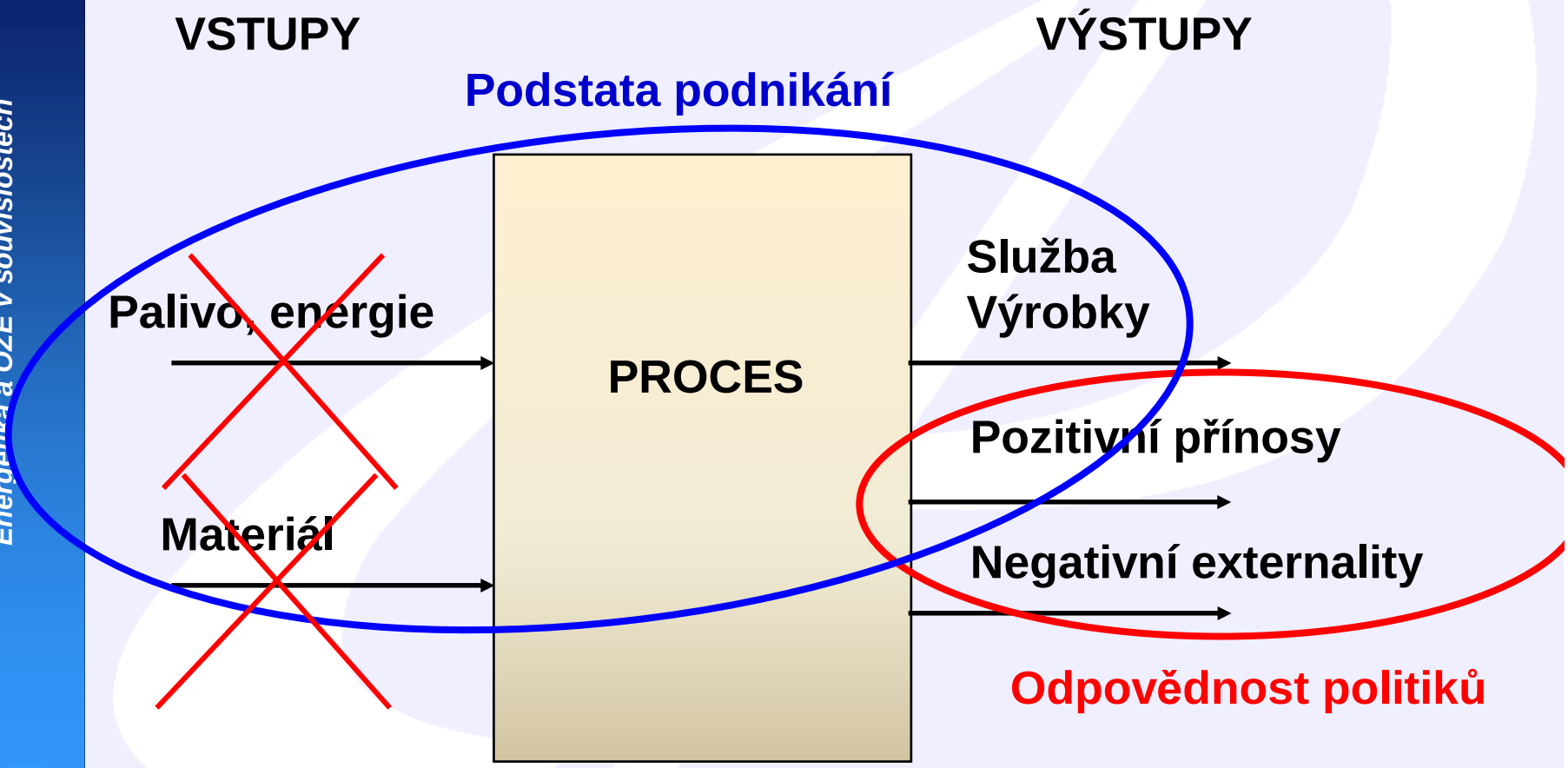
Jaderná energetika

- Vyžaduje politickou stabilitu nejméně 20+80 roků
- Hrozba proliferace jaderných zbraní; rozvoj jaderné energetiky znesnadní globální kontrolu proliferace
- Každé jaderné energetické zařízení lze vojensky zneužít, je proto potenciálním vojenským cílem

Analýza energie jako výrobku
Bostonská matice

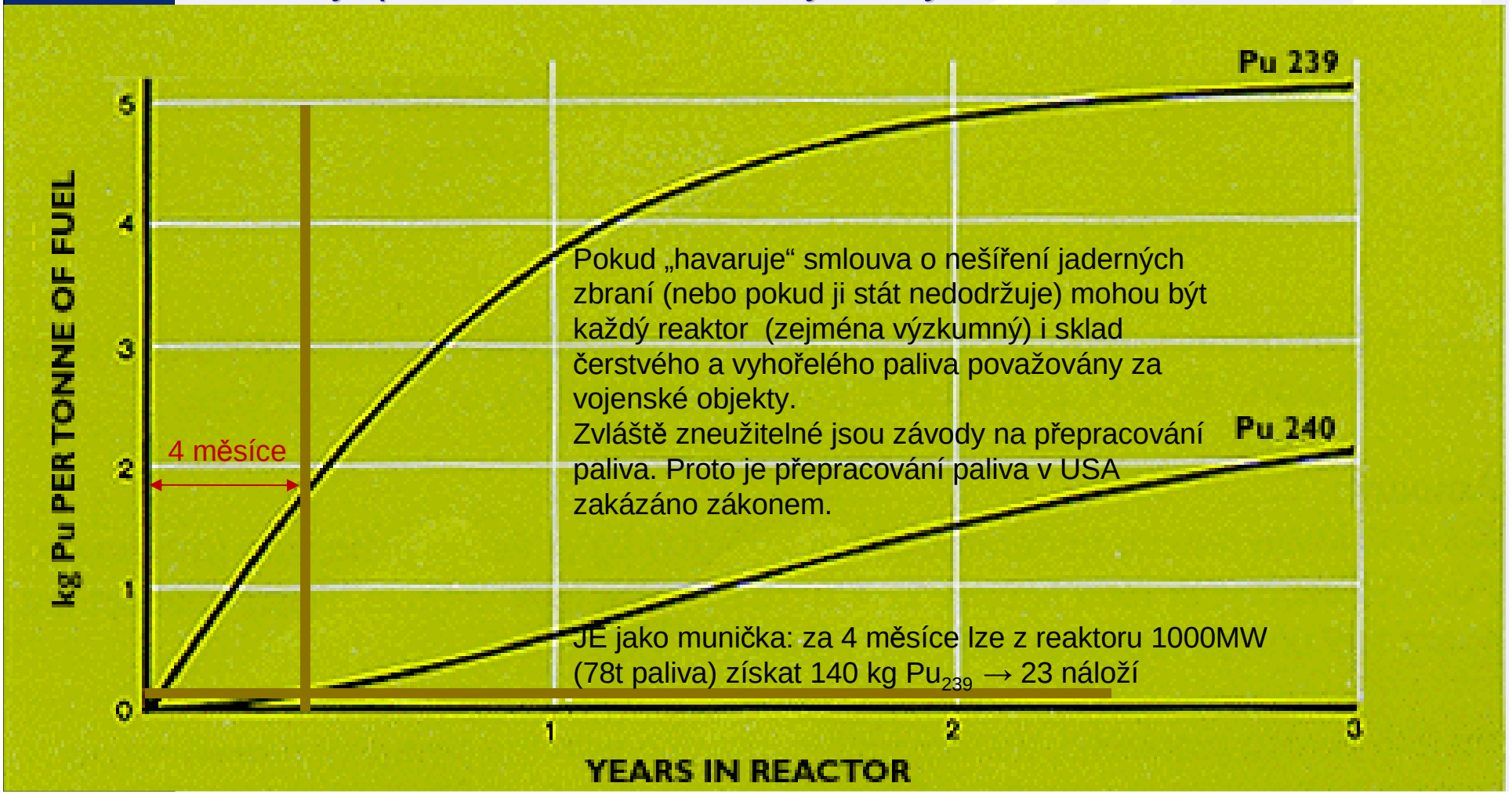


Primární elektřina z OZE není na rozdíl od biomasy atraktivní pro komoditní trhy



Jaderná energetika je zahrnuta do diplomacie a vojenských doktrín

- Plutonium 239 je oblíbený materiál pro jaderné zbraně kvůli malému potřebnému kritickému množství (6kg)
- Pu je produkováno ve všech jaderných reaktorech



CityPlan

Energetika a OZE v souvislostech

Co je bezpečnější?

- Celostní pohled na energetiku a energetickou bezpečnost
- Hlavní hrozby jímž budeme v příštích letech čelit
- Vidíme světlo v tunelu? Proč je přechod od fosilní energie obtížný
- Zásadní rozdíl mezi neobnovitelnou a obnovitelnou energií
- „Utility scale“ OZE a distribuované zdroje OZE, důvody pro rozvoj „Smart grids“

Ředit koncentrovanou, nebo koncentrovat rozředěnou energii?

Řízené uvolnění energie

Neřízené uvolnění energie umožňuje vojenské zneužití

Koncentrovaná neobnovitelná energie

Fosilní energie ⇨chemická reakce ⇨

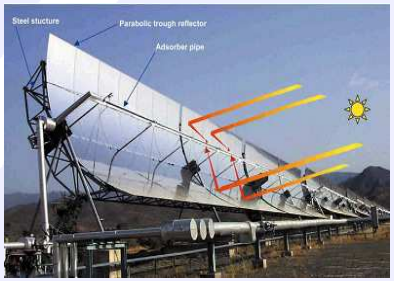
… ale také ⇨

Jaderná energie ⇨řetězová reakce ⇨

… ale také ⇨

„Rozředěná“ jaderná sluneční energie

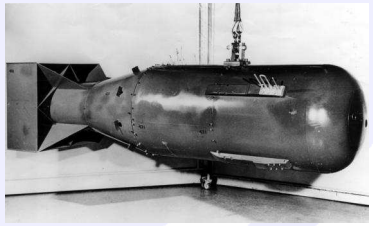
Sluneční energie ⇨koncentrace ⇨



… kterou nelze vojensky zneužít

Klasické výbušniny lze detekovat snadno, jaderné nikoliv

1 kg štěpného materiálu může uvolnit energii o síle 10 kt TNT



Kobercový nálet

Little Boy (Hirošima)
15 000 tun TNT

Fat Man (Nagasaki)
21 000 tun TNT

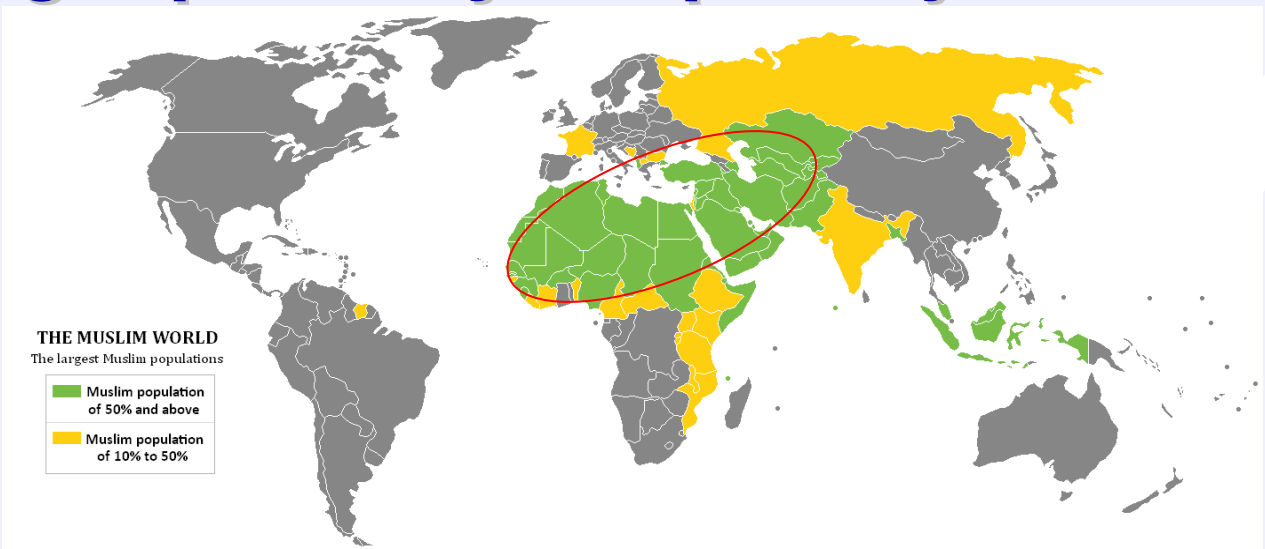
TNT
2 000 x

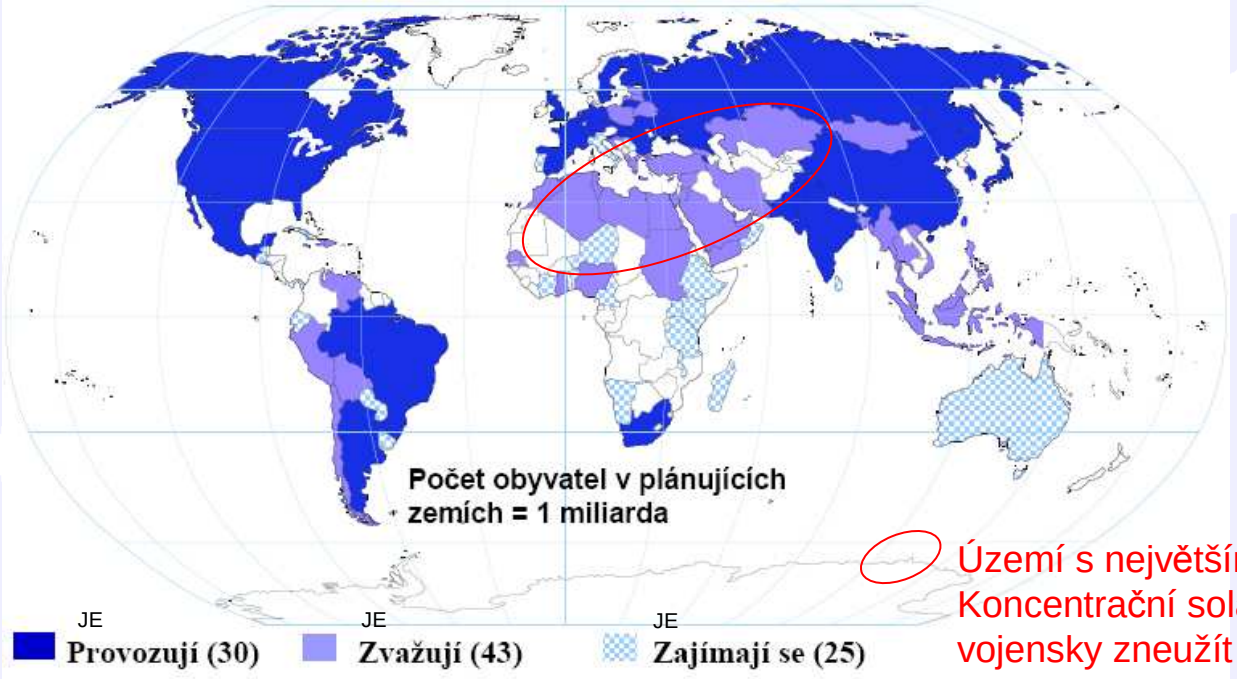
=

6 kg Pu_{239}

Energetika a OZE v souvislostech

Rozvoj jaké energetiky je pro nás geopoliticky bezpečnější?



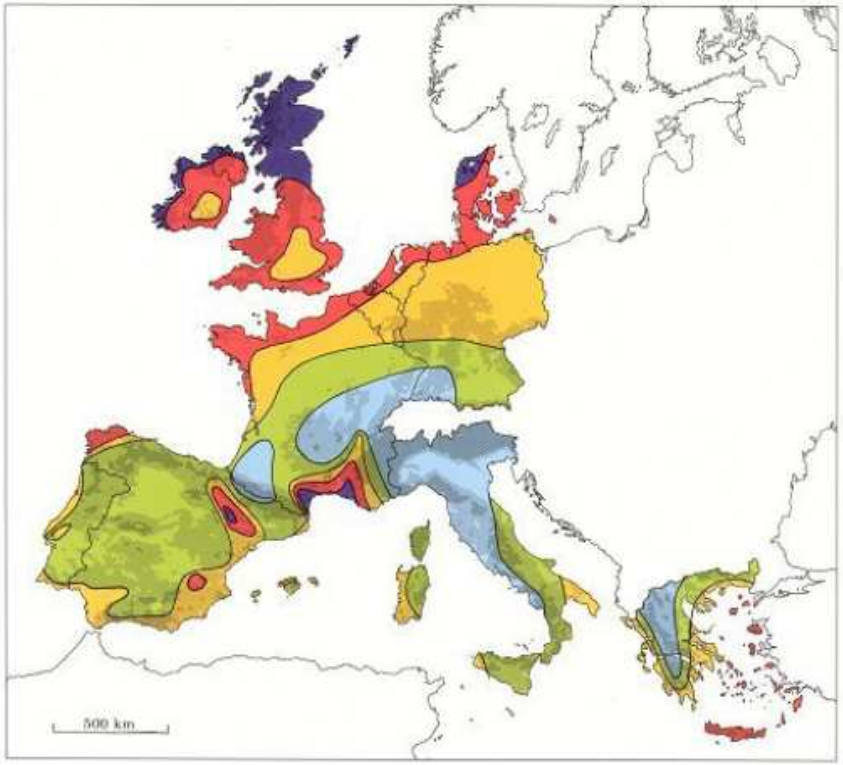


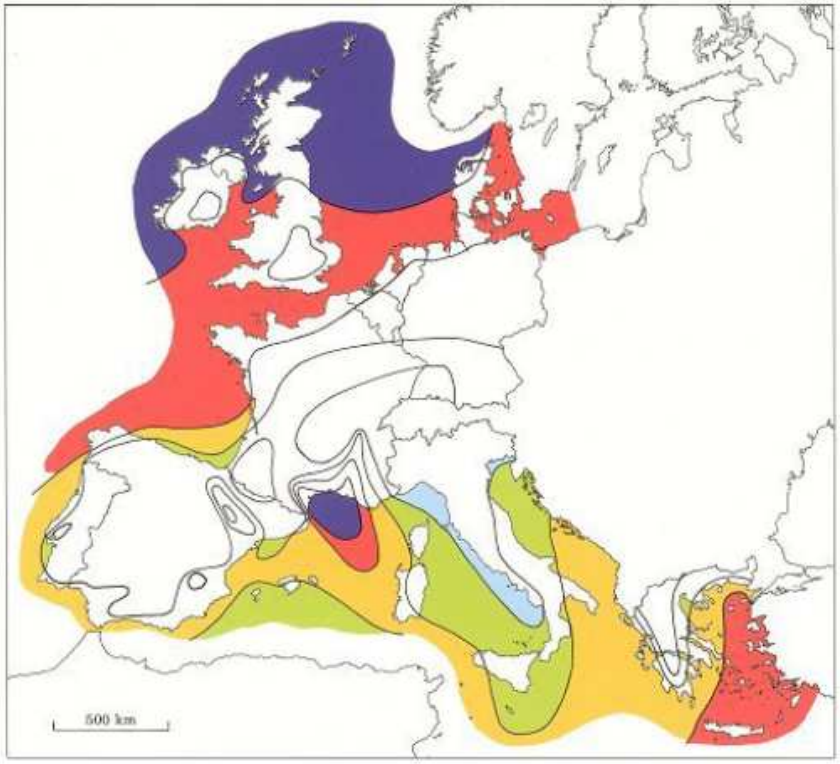
Území s největším potenciálem pro CSP
Koncentrační solární technologie nelze vojensky zneužít

„Smart grids“ jsou nezbytností

- Celostní pohled na energetiku a energetickou bezpečnost
- Hlavní hrozby jímž budeme v příštích letech čelit
- Vidíme světlo v tunelu? Proč je přechod od fosilní energie obtížný
- Zásadní rozdíl mezi neobnovitelnou a obnovitelnou energií
- „Utility scale“ OZE a distribuované zdroje OZE, důvody pro rozvoj „Smart grids“

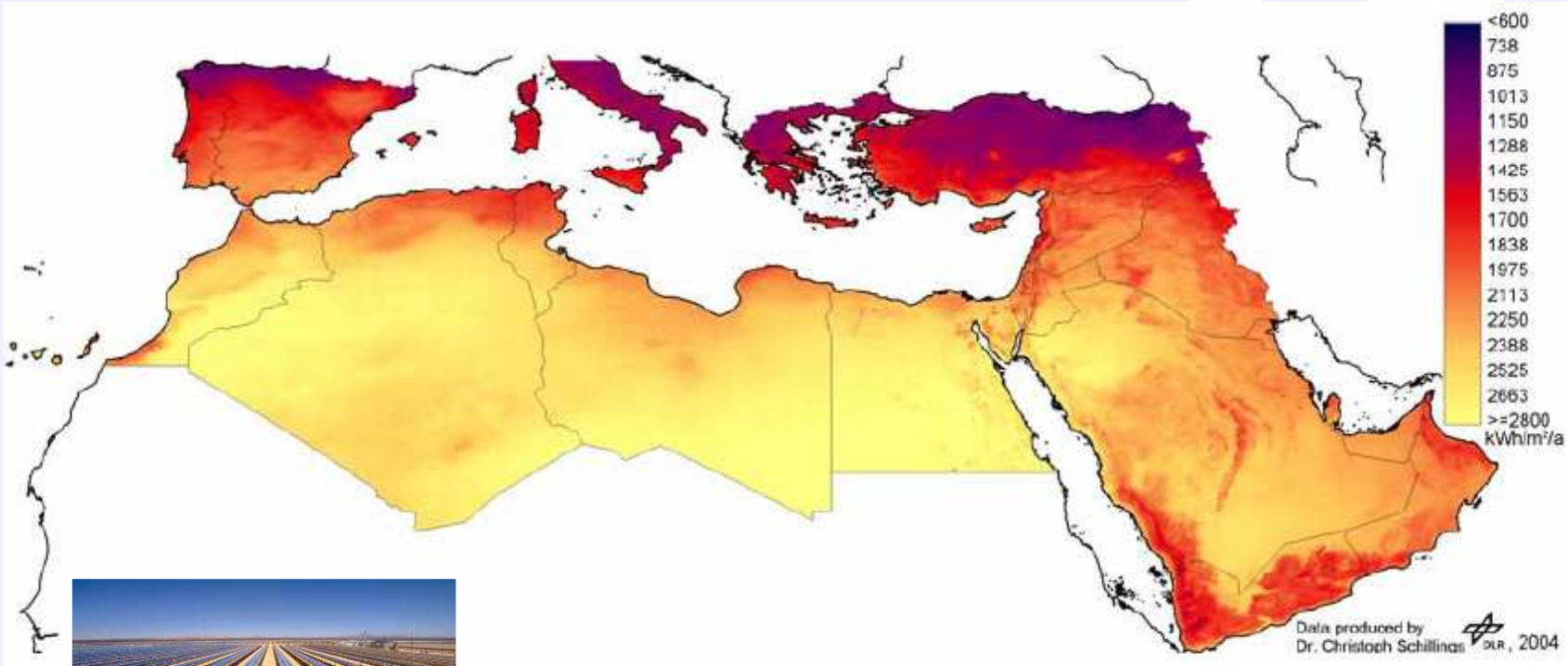
Víme, kde je „Gulf of the future“ pro Evropu





	Protected Terrain $m\,s^{-1}$	Open Plain $m\,s^{-1}$	Coast $m\,s^{-1}$	Offshore $m\,s^{-1}$	Mountains and Crests $m\,s^{-1}$
	> 6.0	> 7.5	> 8.5	> 9.0	> 11.5
	5.0-6.0	6.5-7.5	7.0-8.5	8.0-9.0	10.0-11.5
	4.5-5.0	5.5-6.5	6.0-7.0	7.0-8.0	8.5-10.0
	3.5-4.5	4.5-5.5	5.0-6.0	5.5-7.0	7.0- 8.5
	< 3.5	< 4.5	< 5.0	< 5.5	< 7.0

Víme, kde je bezedný bezplatný zdroj „paliva“ pro koncentrační sluneční elektrárny

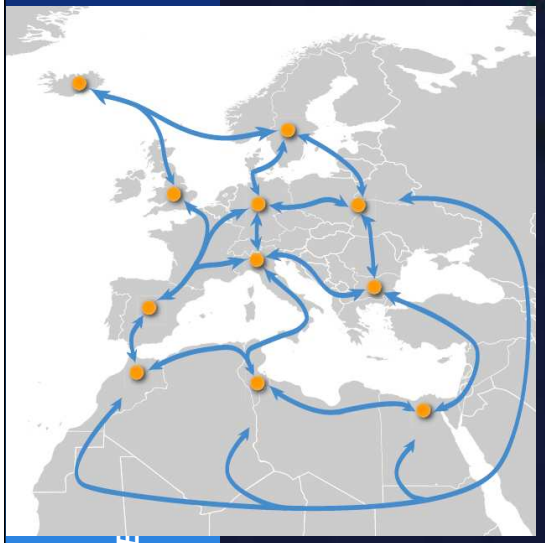


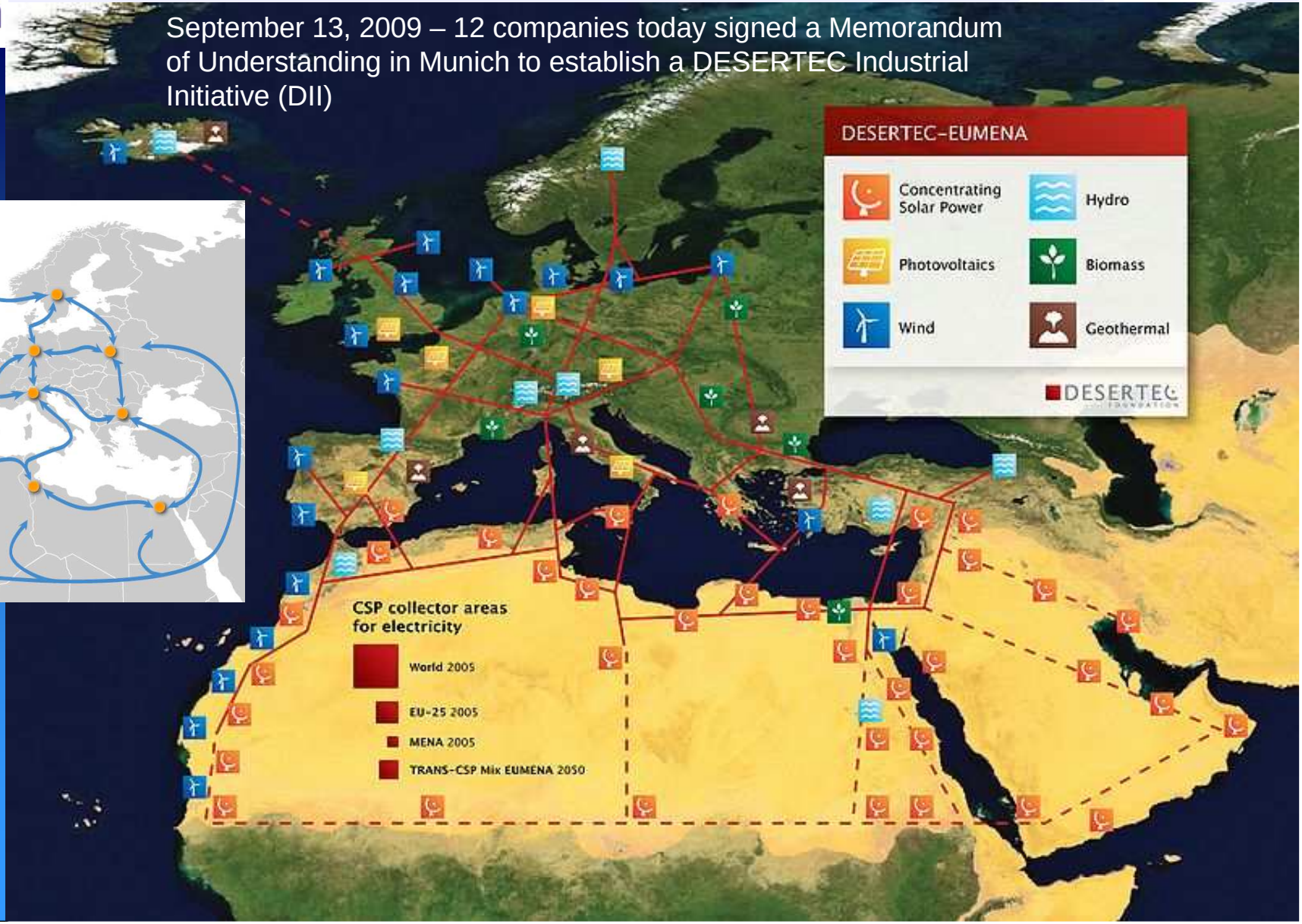
1% území pouští = elektřina pro 10 mld. obyvatel
Tato energie je blíže, než ruský plyn či arabská ropa

http://www.desertec.org/

Super(Smart)Grid and DESERTEC

September 13, 2009 – 12 companies today signed a Memorandum of Understanding in Munich to establish a DESERTEC Industrial Initiative (DII)

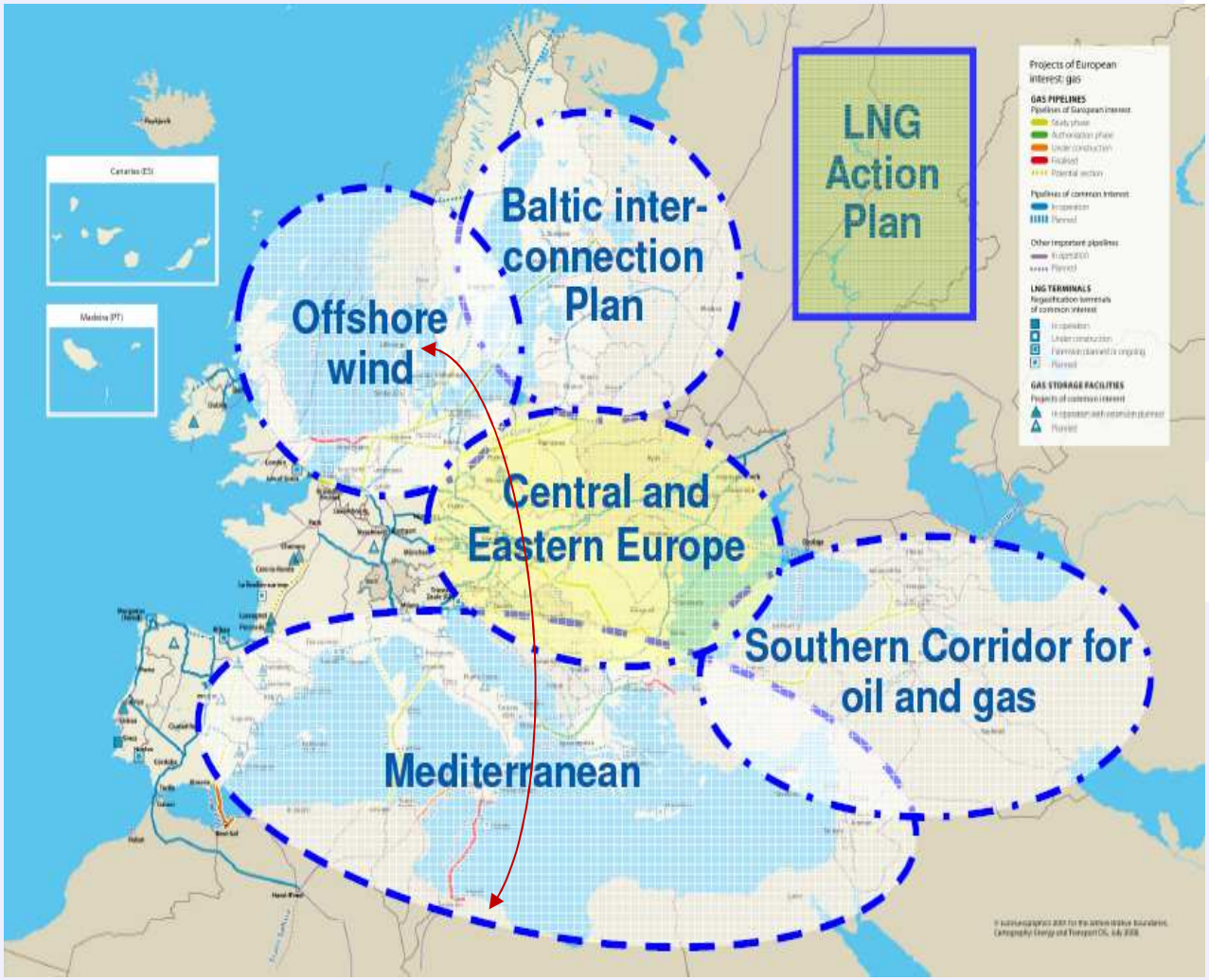




Solární tepelné elektrárny s akumulátorem mohou pracovat jako špičkové i v základním zatížení

..\Knihovna 2009\DESERTEC\solare.swf

Energetická budoucnost EU: Evropská komise předkládá návrhy na zajištění energetické bezpečnosti, solidarity a účinnosti



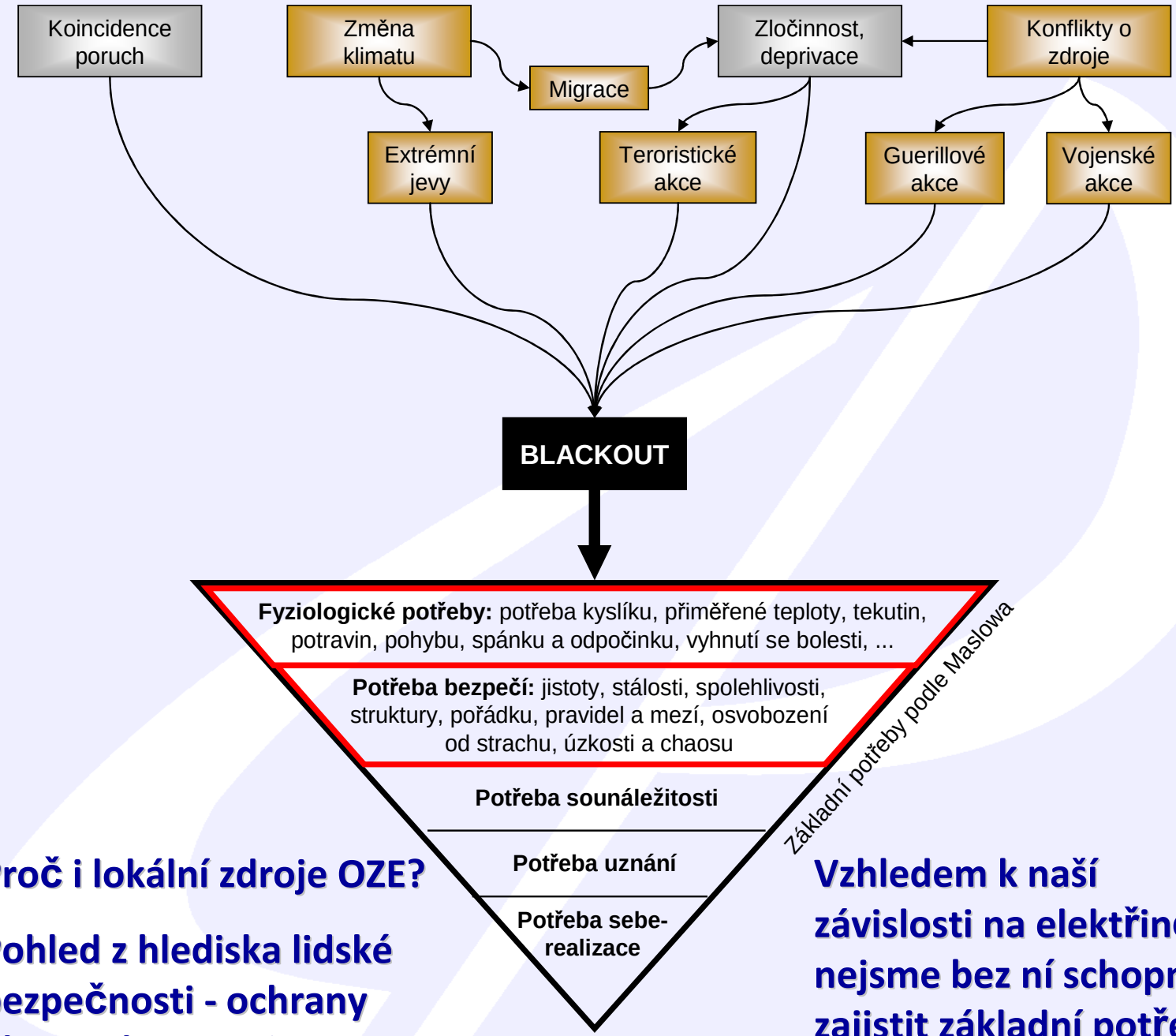
A Green Paper on energy networks identifikuje **šest strategických iniciativ podstatných pro energetickou bezpečnosti EU:** a Baltic Interconnection Plan, a Mediterranean Energy Ring, propojení střední a jihovýchodní Evropy a severomořské off-shore oblasti, a také rozvoj LNG

Source: IP/08/1696, Brussels, 13 November 2008

Zelená kniha: Na cestě k zabezpečené, udržitelné a konkurence-schopné evropské energetické síti

(Brusel, 13.11.2008, COM(2008) 782 v konečném znění)

1. Prioritou je vytvoření severojižního propojení plynárenských a elektrizačních soustav ve střední a jihovýchodní Evropě, celoevropská „Supergrid“ (A)
2. Hlavní prioritou EU v modernizaci elektrické rozvodné sítě je i začlenění „inteligentních“ technologií „smart grids“ (B)
3. Navýšení rozpočtu TEN-E i pro investice, které slouží neobchodním cílům, např. zabezpečení dodávek
4. Do budoucna TEN-E nahradit nástrojem novým, nástrojem EU pro energetickou bezpečnost a infrastrukturu



Proč i lokální zdroje OZE?

Pohled z hlediska lidské bezpečnosti - ochrany obyvatelstva ⇨

Vzhledem k naší závislosti na elektřině nejsme bez ní schopni zajistit základní potřeby člověka nutné k přežití

Systém HOPKS je určen k zabezpečení potřeb cílových skupin

1. **Fyzické osoby na území ČR:** uspokojení základních životních potřeb
2. **Ozbrojené síly, ozbrojené bezpečnostní sbory, hasičský záchranný sbor a havarijní služby:** podpora jejich činnosti
3. **Státní správa:** podpora výkonu státní správy

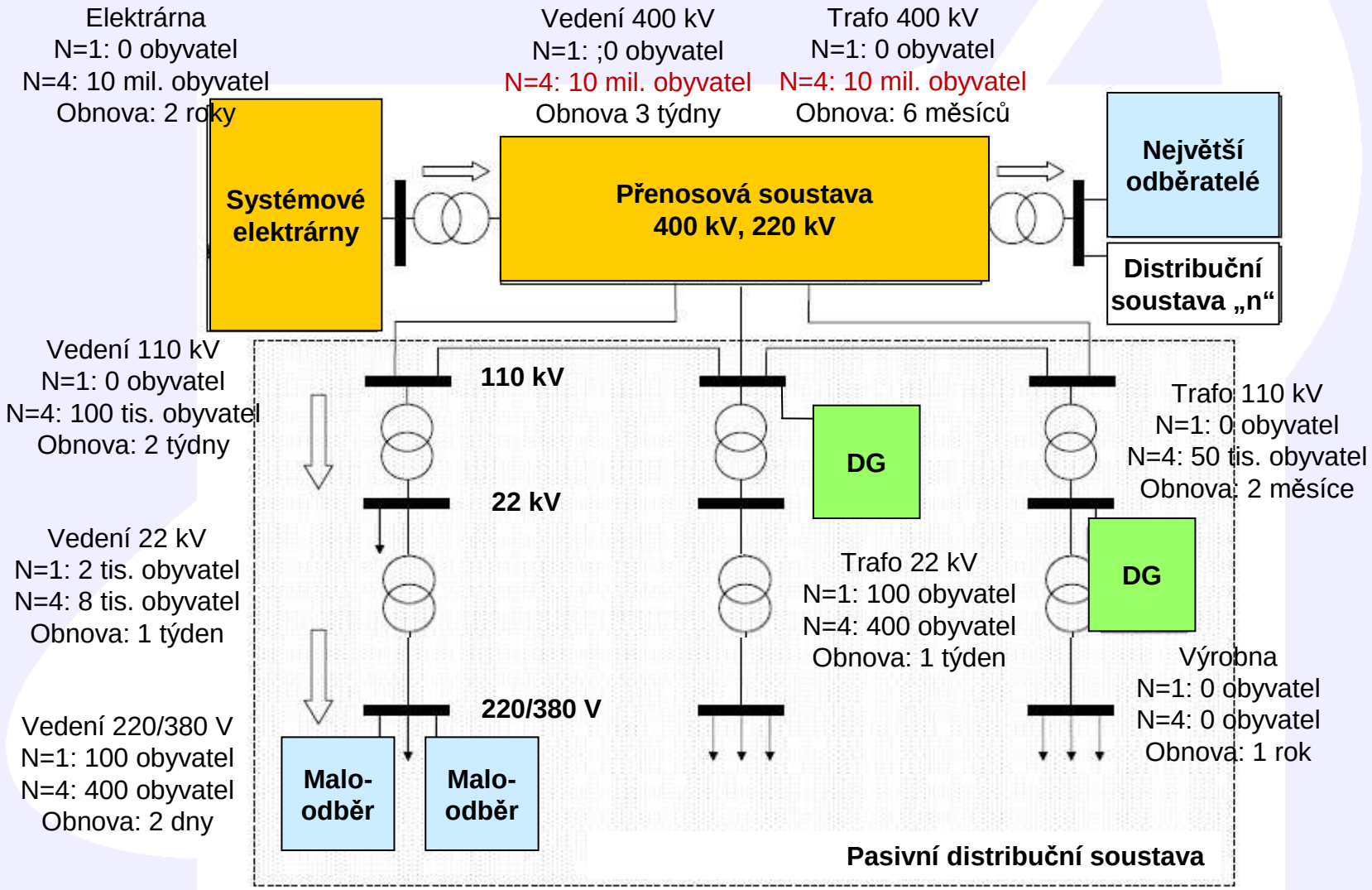
Ochrana kritické infrastruktury

Ochrana obyvatelstva

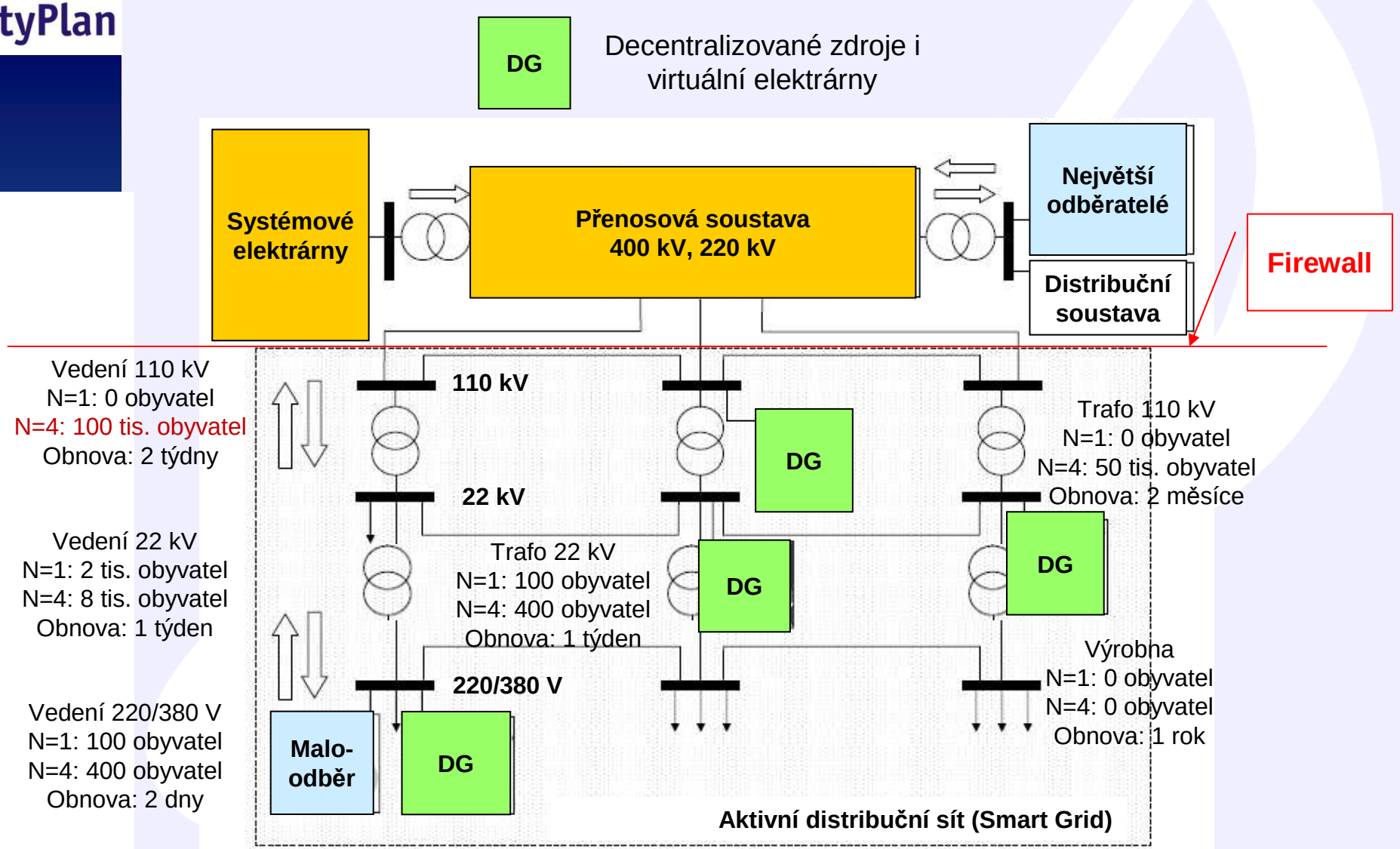
HOPKS: zabezpečení nezbytné dodávky výrobků, prací a služeb, bez níž nelze zajistit překonání krizových stavů (Zákon o hosp. opatřeních pro krizové stavy č. 241/2000 Sb.)

Hrozba → dopad → doba obnovy

Riziko dlouhodobého výpadku je nepřijatelné

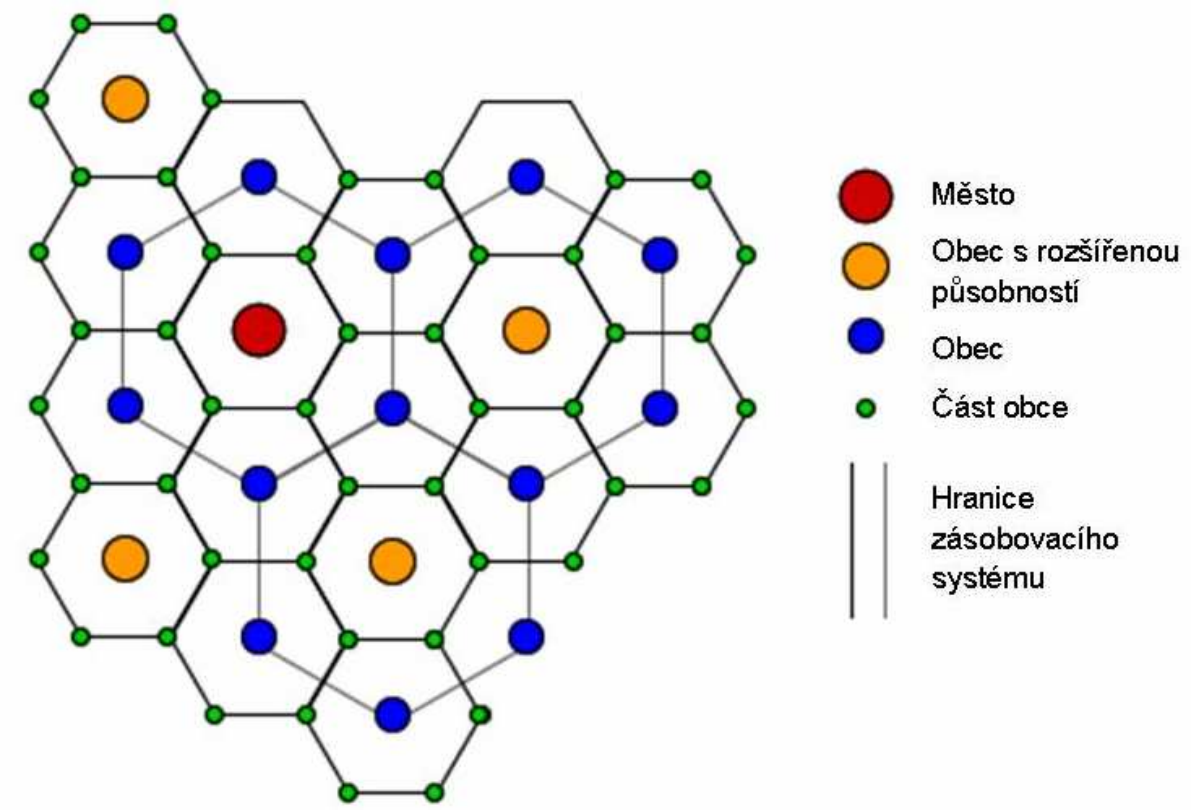


Krizovými ostrovními systémy lze snížit riziko rozvratu společnosti 100x



„Smart grids“ počítají s distribuovanými OZE všech druhů a velikostí

Bezpečnostní koncept rozvoje území: Ostrovy života založené na přiměřené soběstačnosti v krizových stavech

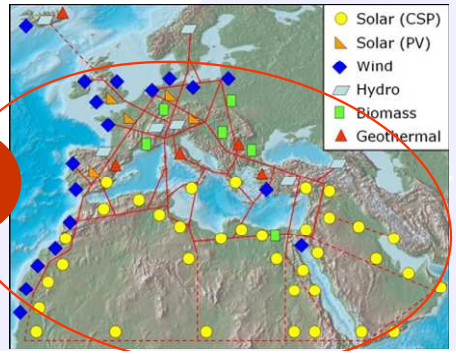


Ostrovní systémy podporované startem ze tmy požaduje i MPO v návrhu aktualizované státní energetické koncepce z 13.10.2009

Ostrovy života jsou zásadním prvkem ochrany obyvatelstva

1. … při rozvoji využívání obnovitelných zdrojů energie
   - spočívající v rozšíření distribuovaných zdrojů energie …
   - … a dálkových přenosech z evropsky významných oblastí obnovitelných zdrojů elektřiny (Větrné elektrárny v Atlantiku a Severním moři, koncentrační sluneční elektrárny na Sahaře a Arabském poloostrově)
2. … při extrémních klimatických jevech, které mohou překonat pravidlo N-1 (Kyrill, Emma)
3. … při zvládání krizových situací a zmírňování dopadů v případě teroristických útoků a gerilové války

1



2

3

CityPlan spol. s r.o.

Kontakt: Ing. Ivan Beneš

Adresa: Jindřišská, 110 00 Praha 1

tel.: 420 - 221 184 205

mobil: 420 - 603 261 470

fax: 420 - 224 922 072

e-mail: ivan.benes@cityplan.cz

www: http://www.cityplan.cz

Solární kolektory a soustavy v ČR, historie a současnost, statistika, trendy

Ing. Jaroslav Peterka, CSc.

Fakulta umění a architektury TU v Liberci

kurz "Solární tepelné soustavy 2009"
Třeboň, listopad 2009

SOLÁRNÍ KONCEPCE PO SVĚTOVÉ ROPNÉ KRIZI 1973

- **Dotované ceny energií nemotivovaly využívání SE v RD**
- **Pro průmyslové podniky byly každoročně vydávány státní cílové programy pro úsporu paliv a energií, které byly určitou motivací využívání SE**
- **Pro jednotná zemědělská družstva bylo využití SE vítané, investovala z vlastních prostředků**
- **Většina tehdejších solárních soustav měla kolektory na ploché střeše nebo na terénu, na šikmé střeše nikoliv**

- (První patent na sluneční kolektor: USA 1891)

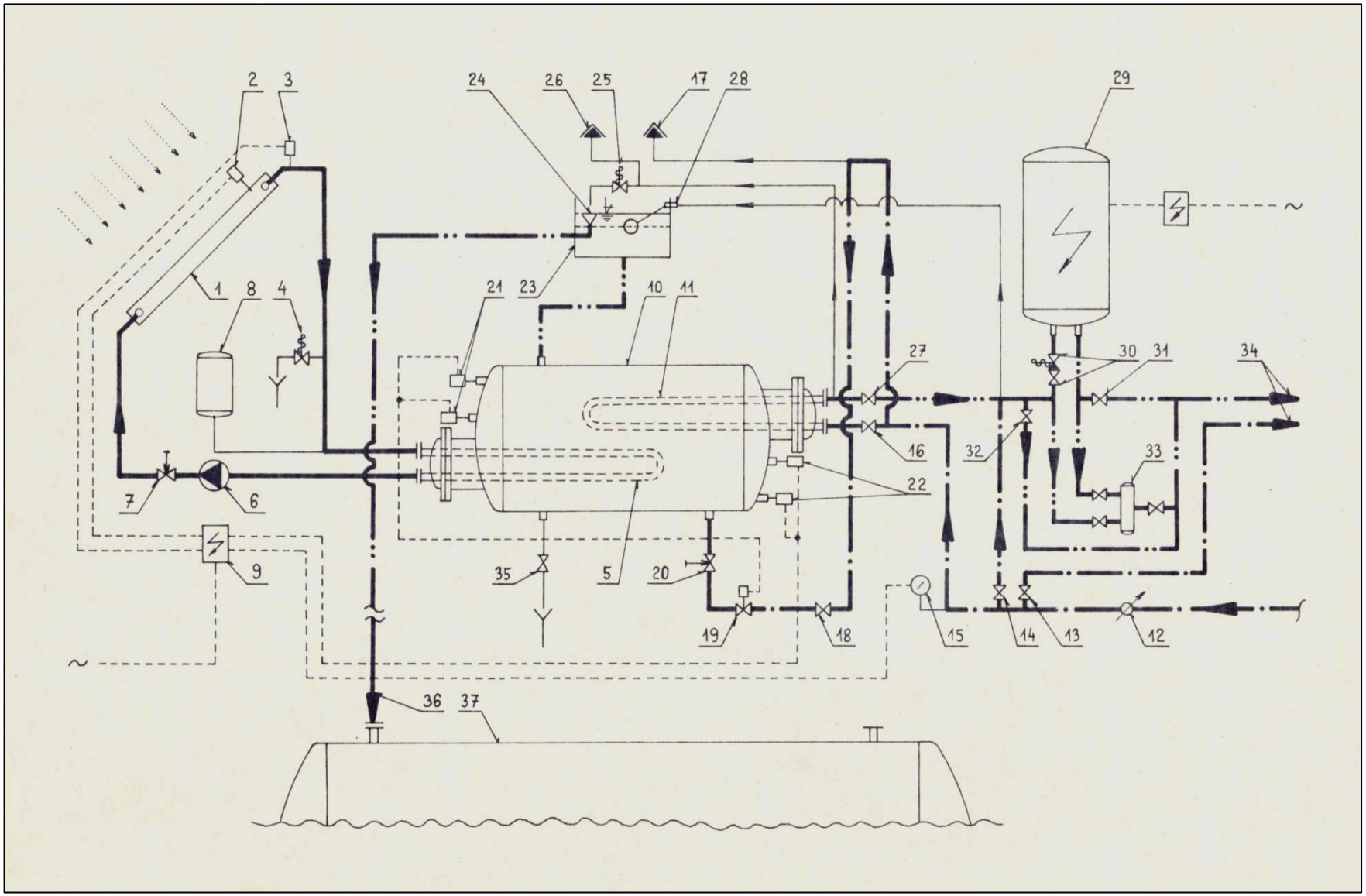
1. TYPY KAPALINOVÝCH KOLEKTORŮ

- **Pokusné zařízení Sluneční domek Ondřejov,**

1978 – Stavoprojekt Liberec

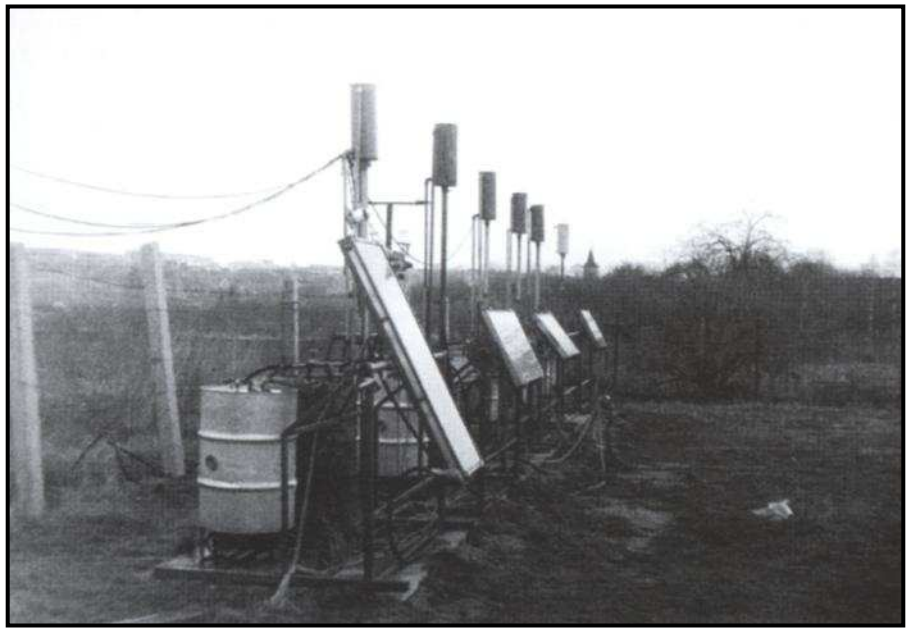
- **Závod SNP Žiar nad Hronom (Slovensko)**
- **Okresní podnik služeb Kroměříž**
- **Likov Liberec**
- **INKLEMO Praha**
- **Koventa Česká Třebová**

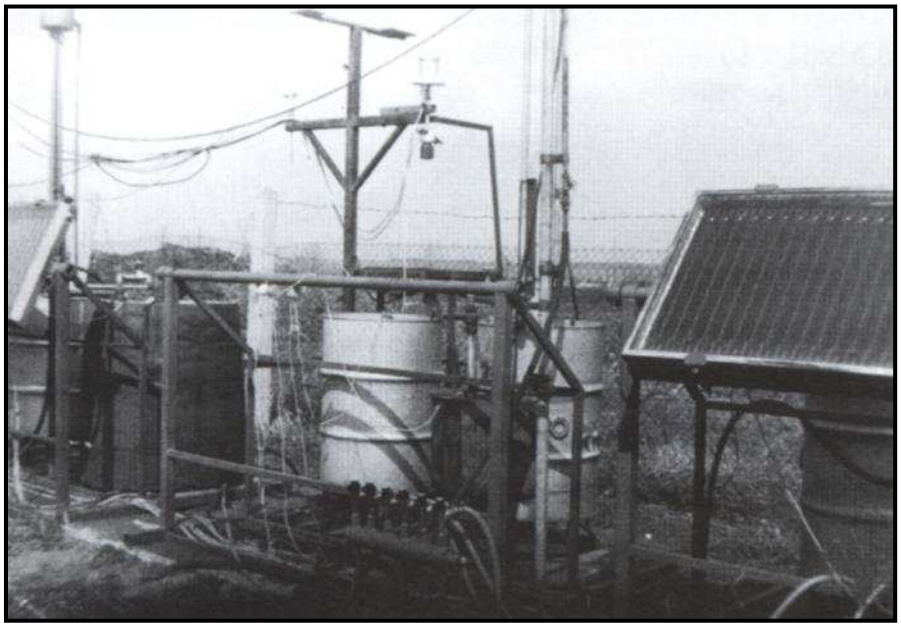
Pokusné zařízení Sluneční domek Ondřejov



ZKOUŠENÍ KAPAL. KOLEKTORŮ

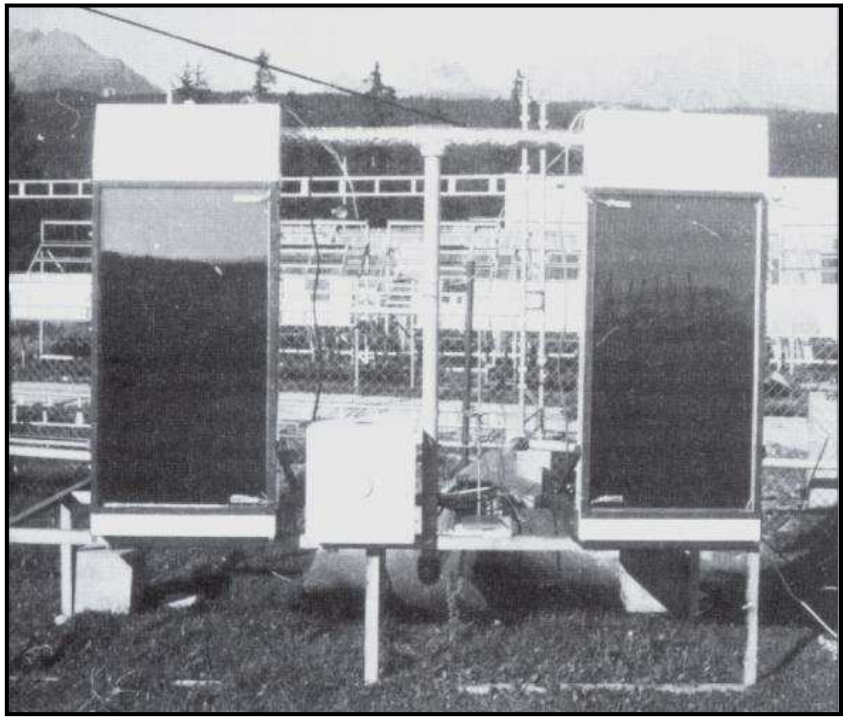
- **Testování kolektorů: Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha Řepy 1980**
  - **pouze srovnávací měření různých typů kolektorů**





2. VZDUCHOVÉ KOLEKTORY

- **Studie objektů laboratoří pro Technický a zkušební ústav stavební v Tatranské Štrbě (Slovensko), 1978 – Stavoprojekt Liberec**
  - **jižní fasáda s funkcí vzduchového solárního kolektoru**
  - **teplý vzduch z fasády prohánět dutinami ve stropních panelech**
  - **nucené větrání s rekuperací tepla**



3. ZASKLENÉ RADIÁTORY

- Karlovy Vary, realizace 1981 – 83, foto 1996, demontováno
  - 40 kolektorů spojených do jediné série
  - hadicové propoje tepelně neizolované
  - náplň voda, provoz pouze letní

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **Kolektory SP (ocel, měď)**

  OPS Kroměříž

  - **Mechanické dílny Kojetín na Přerovsku, v provozu od roku 1982**
  - **Jedna z nejstarších československých solárních realizací**

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **Celohliníkové kolektory SALK**
  Závod SNP Žiar nad Hronom
  Pionýrský tábor Borovice, okr. Žiar nad Hronom, po roce 1980

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **SALK MODUL 32**

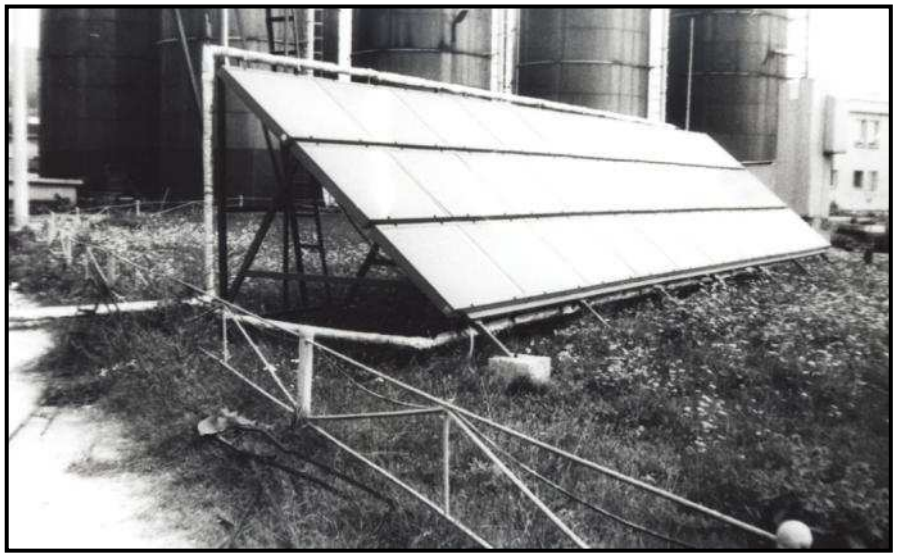
  Výstava Země živitelka, České Budějovice

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **Ocelové kolektory**

  Elektrosvit, Nové Zámky
  - **dodávaná typizovaná sestava převážně pro objekty JZD**

Janova Lehota 1985



Lovčice 2007

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

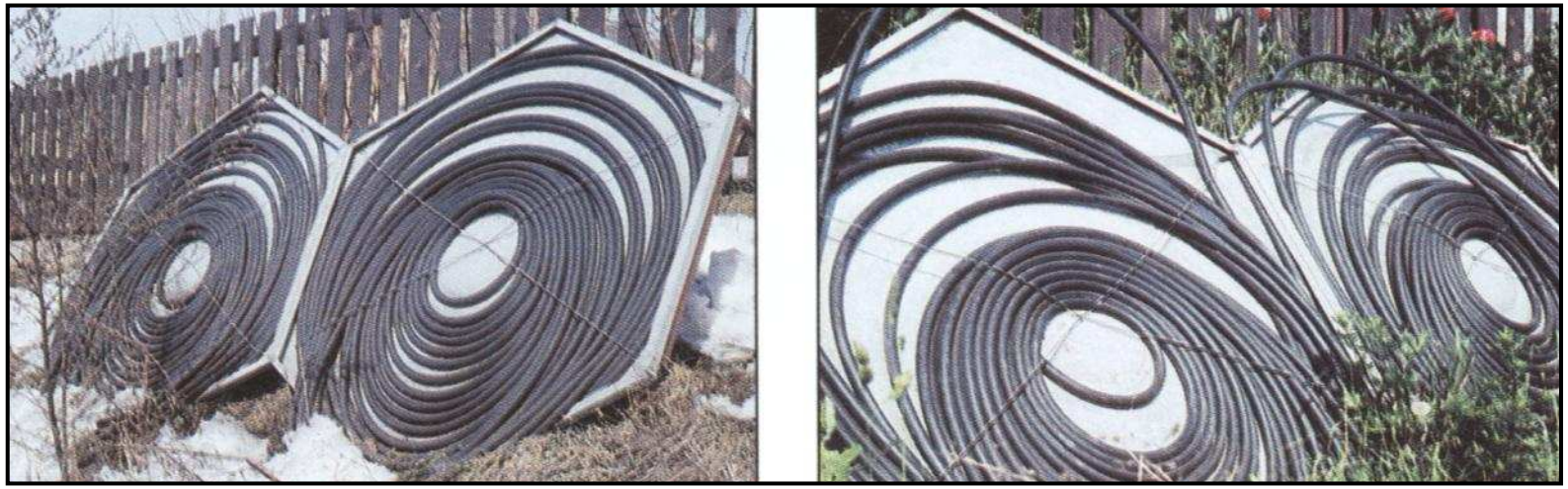
- **Textilní plastové absorbéry**
  JZD Družba Kroměříž,
  Koupaliště Melchiorova huť, 1986

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **Hadicové absorbéry**

  Družstvo Valašské Klobouky, 80. léta

  - **stočené hadice v šestiúhelníkovém rámu pouze pro letní provoz**
  - **skleníkový efekt vytvářela umělohmotná PE fólie**



DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **Vakuové trubicové kolektory**

  Slovenské závody technického skla, Bratislava, 1986
  - **průtočné trubice**
  - **průměr trubice 10 cm**

JRD Suchá Hora 1989

Zlatý kosák na Agro-komplexu Nitra 1987

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **Fóliové absorbéry**

  Nový Bydžov, 1983

  - **rukávce (absorbér) z PE fólie 800 m²**
  - **uvnitř protékala technologická voda shora dolů**

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **Koncentrační kolektory pohyblivé**

  Státní statek Kroměříž, závod Chropyně, před r. 1984

  - **samonatáčecí za Sluncem**

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **Koncentrační kolektory pevné**

Herbertov na Šumavě

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **Lineární Fresnelovy čočky s pohyblivým absorbérem**
  - **koncentrují pouze přímé záření**
  - **nutnost pohyblivého štěrbinového absorbéru**
  - **difuzní záření volně prochází**

DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

- **Sluneční kolektory svépomocí**

  Rakouský model ARGE Gleisdorf, po roce 1990

  - **dřevěný integrovaný rám sestavovaný na střeše**

REALIZOVANÉ PROJEKTY

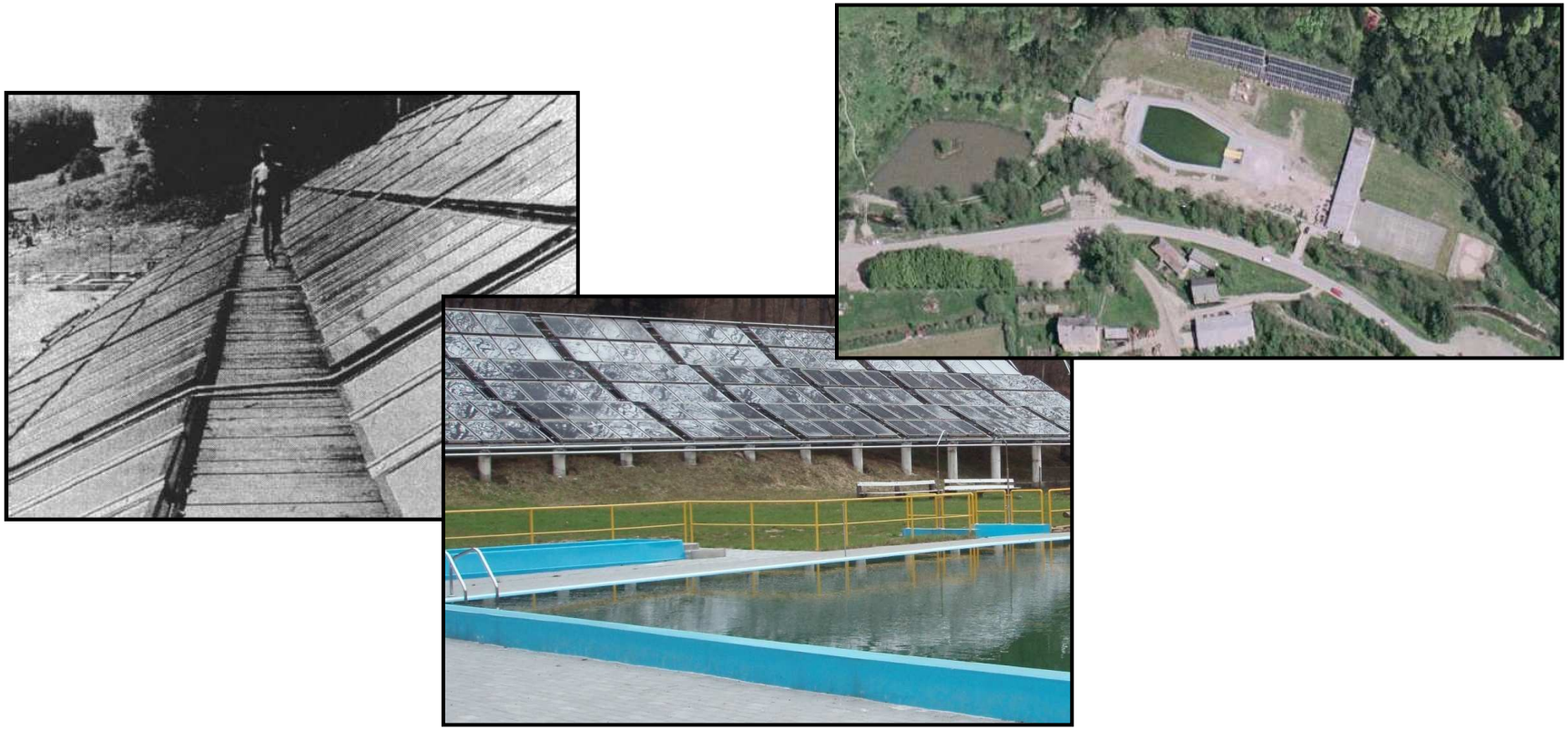
- **Kulturní dům v České Lípě**

  Od studie k realizaci 1975 – 1990

  - **jižní fasáda s plochou 2x400 m² jako vzduchový solární kolektor**
  - **soustava kanálů v základové betonové desce o rozloze 2400 m²**
  - **stejná deska mohla být v letním období předchlazena nočním vzduchem a využita ve dne k ochlazování větracího vzduchu**

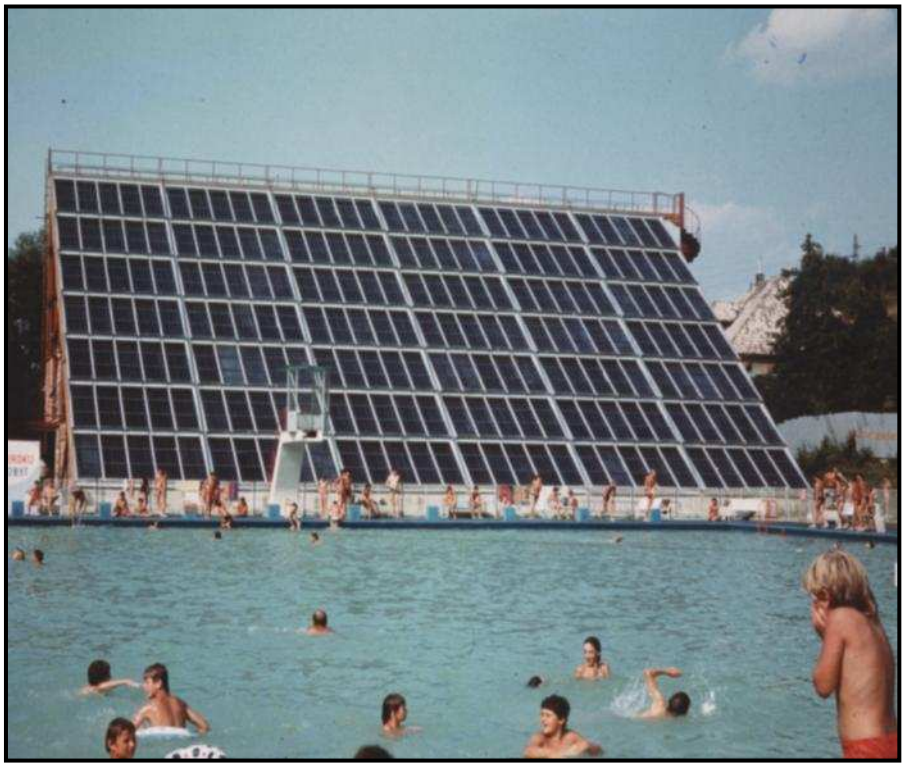
REALIZOVANÉ PROJEKTY

- **Koupaliště Rusava u Holýšova**
  - **V letech 1984-1986 byly uvedeny do provozu největší solární systémy v bývalém Československu. Nejprve to byla instalace na koupališti v Rusavě (1984-85), kde bylo osazeno 557 m^2 (dnes 559,7 m^2), později následovalo (1985-86) koupaliště Neresnica s 578 m^2.**



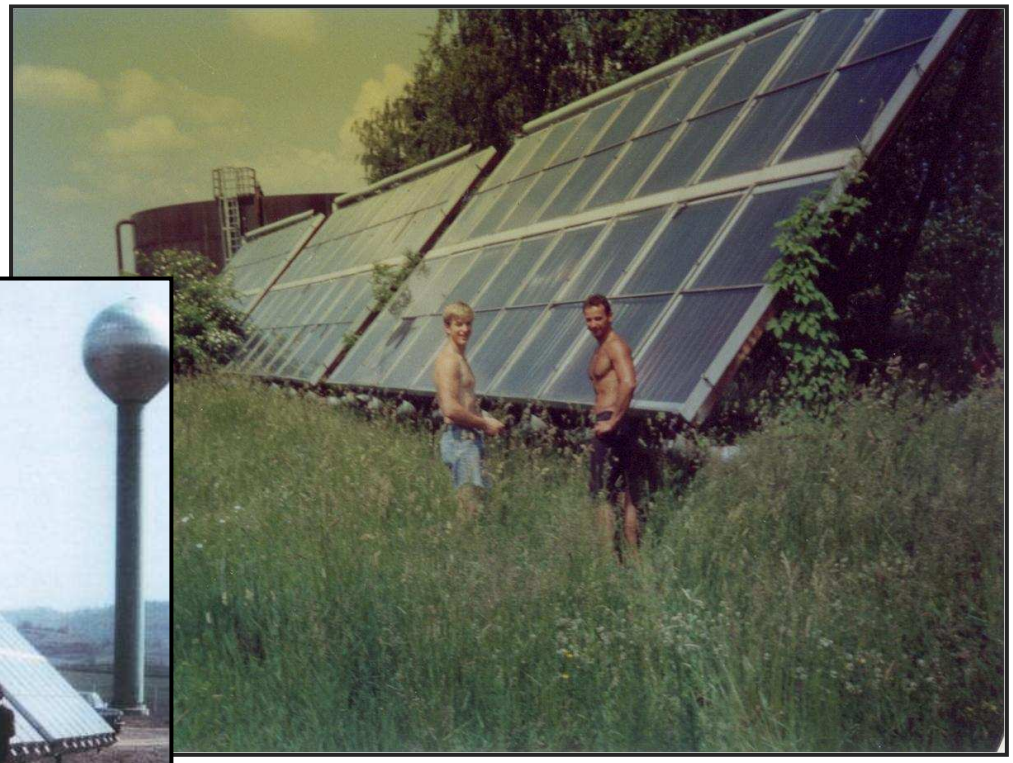
REALIZOVANÉ PROJEKTY

- **Kúpalisko Neresnica Zvolen, 1986**
  - **bazén 50 x 33 m**
  - **celková plocha kolektorů 577,5 m2**
  - **kolektory plněné vodou překryty jako tašky na střeše**



REALIZOVANÉ PROJEKTY

- **VLM Pliešovce, 1983 – 84**
  - **príprava TV pro velkou dojírnu**
  - **3 typizované moduly po 16 kolektorech SALK 2.1**
  - **demontáž 2007**



REALIZOVANÉ PROJEKTY

- **Kúpalisko Drienok Mošovce, 1992**
  - **bazén 1378 m^3**
  - **celková plocha kolektorů 363 m^2**
  - **kolektory plněné vodou tvoří střechu v jedné rovině**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Kolektory na vhodně orientované šikmé střeše, ocelová roznášecí konstrukce pod kolektory SALK**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Kolektory na vhodně orientované šikmé střeše, ocelová roznášecí konstrukce pod kolektory SALK**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Kolektory na nevhodně orientované šikmé střeše**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Kolektory na ploché střeše**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Kolektory nad střešním pláštěm**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Kolektory nad střešním pláštěm**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Upevnění roznášecí konstrukce**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Upevnění roznášecí konstrukce**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Kolektory na střeše s nedostatečným sklonem**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Integrace kolektorů SALK do střešního pláště svépomocí**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Integrace kolektoru SALK do střešního pláště firmou**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Dnešní výrobci kolektorů dodávají současně vlastní nosnou konstrukci - ukázka jedné varianty**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **ČSAD Bratislava, Dopravný závod spojov Bratislava**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Venkovní bazén Dudince**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Panelárna Velké Kosihy**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

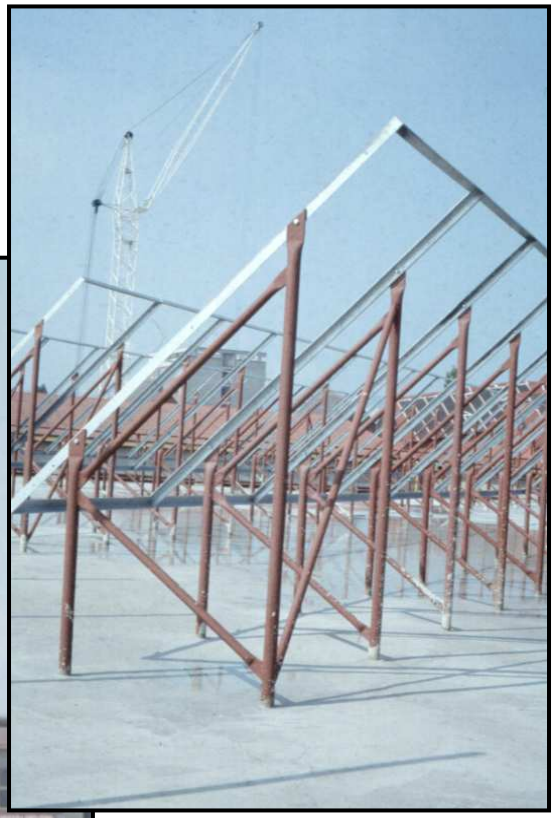
- **ZPA Děčín**
  zakrytí kolektorů na zimu

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Závod SNP Žiar nad Hronom měřící stanice kolektorů**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Ocelové konštrukcie Nováky**

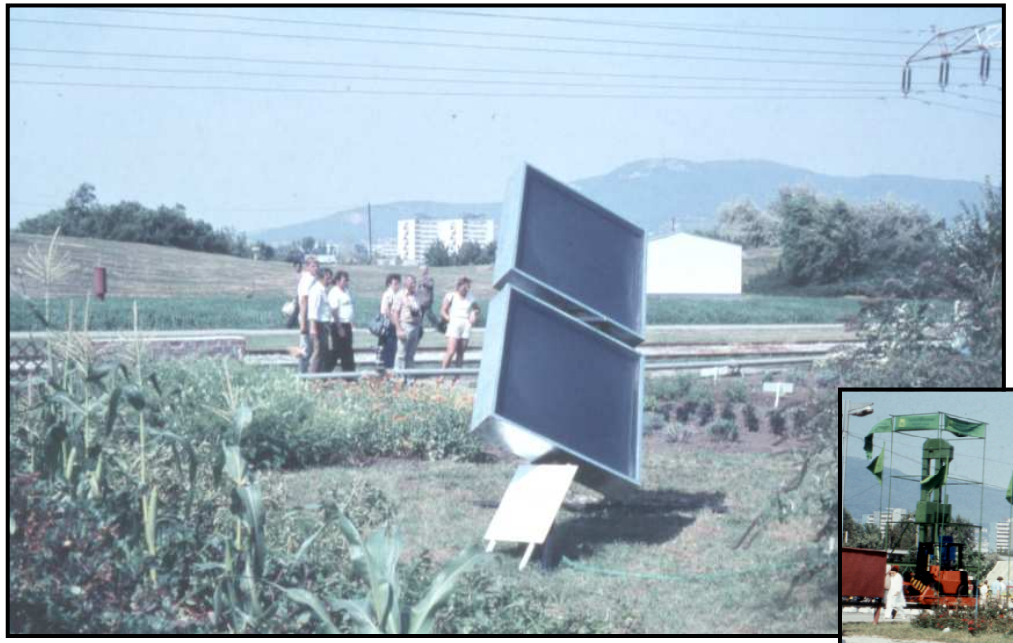


DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Sjíždění sněhu Pliešovce, Uherské Hradiště vypovídá o stavu zavzdušnění**

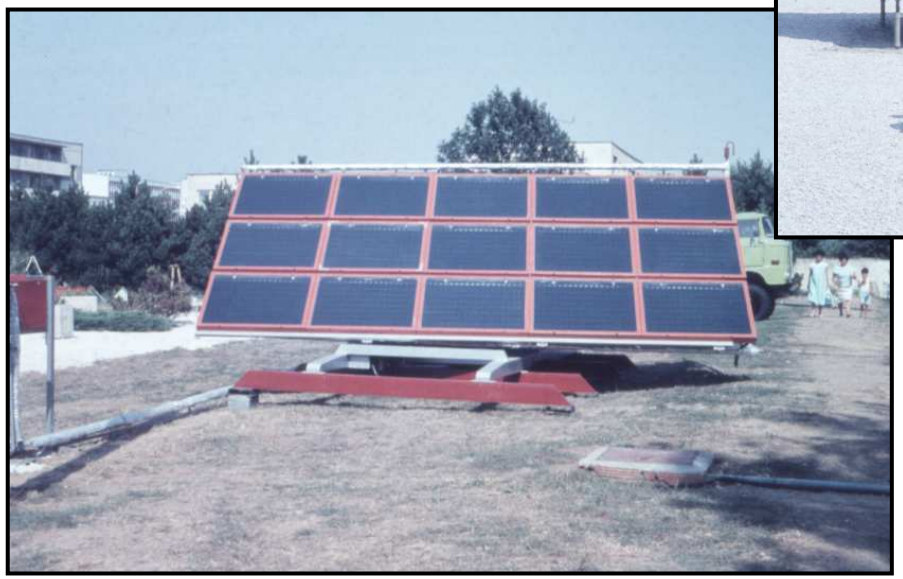
DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Agrokomplex Nitra 1987-8, I.**



DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

Agrokomplex Nitra 1987-8, II.

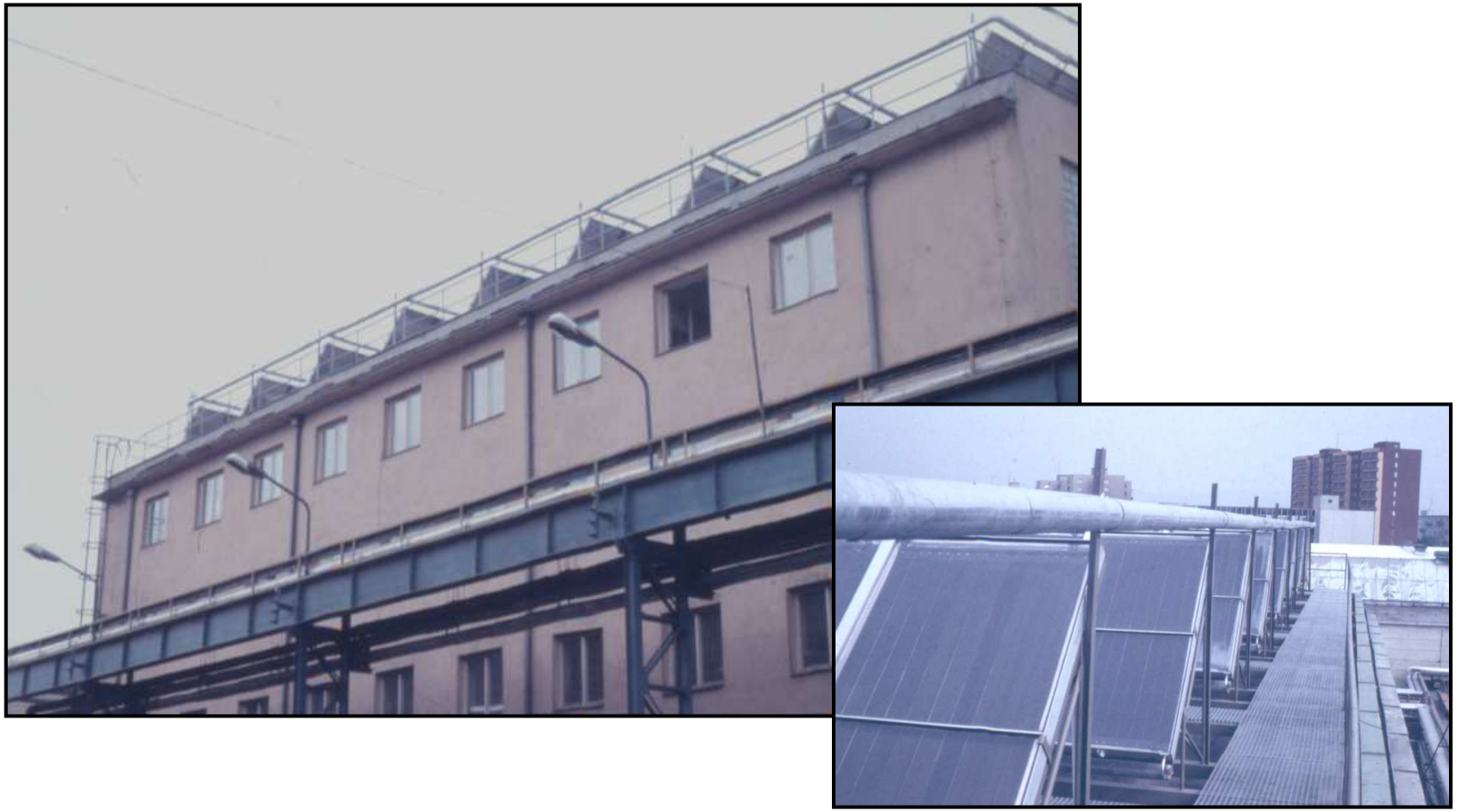


DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Stavokombinát Liberec**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Montostroj Bratislava**

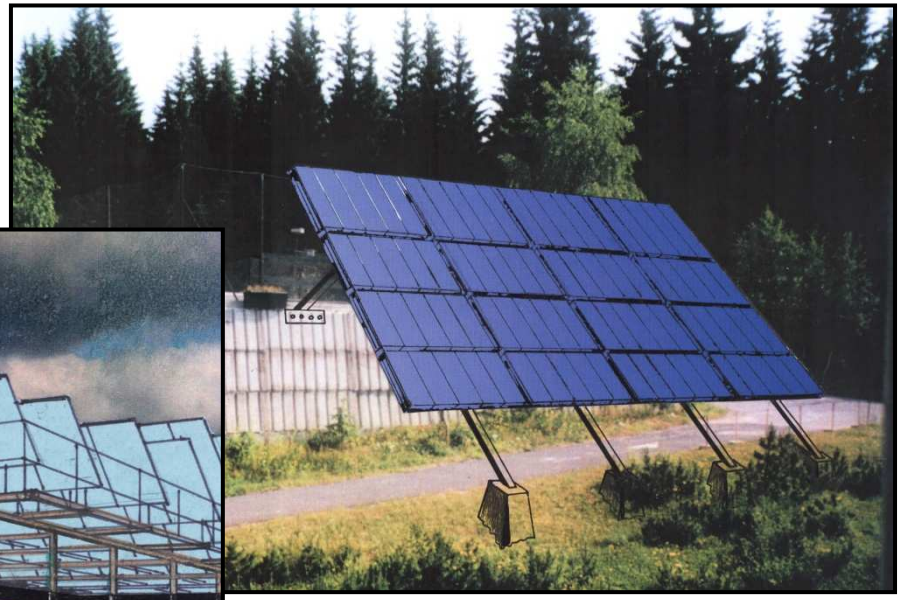


DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Univerzální nosná konstrukce kolektorů na terénu**

DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Nerealizované zajímavé vizualizace**

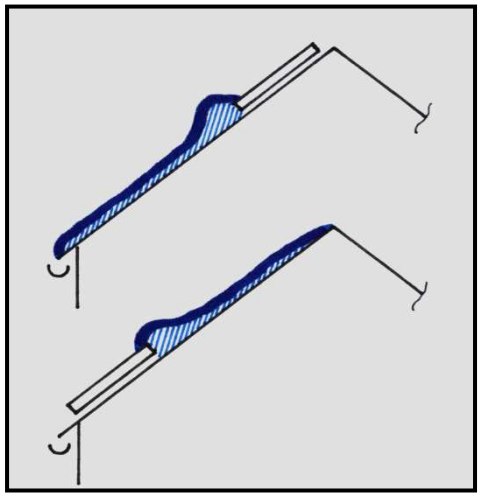


ŽIVOTNOST KOLEKTORŮ

- **Paradox: životnost kolektorů je větší než životnost střechy**

OCHRANA PŘED SNĚHEM

- **Paradox: vakuové trubicové nebo ploché kolektory ?**



OCHRANA PŘED VĚTREM

- **Paradox: ploché kolektory sraženy větrem z výšky cca 4 m**

NOVÝ TREND?

- **Paradox: sluneční energii ano, ale citlivě...**

ZAHRANIČÍ - ŠVÉDSKO

- **80. léta, velkoplošné kolektory, po montáži na terénu vztyčované vzduchovými vaky**

ZAHRANIČÍ - ŠVÉDSKO

- **Lyckebo 1984, 4000 m² kolektorové plochy, sezónní podzemní akumulátor 100 000 m³ pro 550 bytů v nových rodinných domech**

Děkuji za pozornost

... a omlouvám se všem, na jejichž výrobky, projekty a realizace nezbylo místo…

a že jich u nás bylo...

Ing. Jaroslav Peterka, CSc.
jaroslav.peterka@tul.cz

Skúšky kolektorov, Solar Keymark, certifikácia kolektorov

Ing. Alfréd Gottas
gottas@thermosolar.sk

Revízia: 10-2009

Normy a možnosti certifikácie

Normy, ktoré sa týkajú montáže solárnych systémov a ich komponentov:

EN 12975-1
Tepelné solárne systémy a komponenty – solárne kolektory – Časť 1: Všeobecné požiadavky.

EN 12976-1
Tepelné solárne systémy a komponenty. Priemyselne vyrábané systémy. Časť 1: Všeobecné požiadavky.

EN 12977-1
Tepelné solárne systémy a komponenty. Zákazkovo stavané systémy. Časť 1: Všeobecné požiadavky.

Normy, týkajúce sa skúšok a požiadaviek na solárne systémy a ich komponenty, dôležité pre energetickú efektívnosť:

EN 12975-2
Tepelné solárne systémy a komponenty – solárne kolektory – Časť 2: Skúšobné metódy.

EN 12976-2
Tepelné solárne systémy a komponenty. Priemyselne vyrábané systémy. Časť 2: Skúšobné metódy.

EN 12977-3
Tepelné solárne systémy a komponenty. Zákazkovo stavané systémy. Časť 3:Výkonové charakteristiky pre solárne vykurovacie systémy.

Normy, týkajúce sa skúšok a požiadaviek na solárne systémy a ich komponenty, dôležité pre ich spoľahlivosť (napr. mechanická a elektrická bezpečnosť, odolnosť voči poveternostným podmienkam – počasiu, atď.)

EN 12975-2
Tepelné solárne systémy a komponenty – solárne kolektory – Časť 2: Skúšobné metódy.

EN 12976-2
Tepelné solárne systémy a komponenty. Priemyselne vyrábané systémy. Časť 2: Skúšobné metódy.

EN 12977-2
Tepelné solárne systémy a komponenty. Zákazkovo stavané systémy. Časť 2: Skúšobné metódy.

- Nariadenie vlády 163/2002 Sb v znení nariadenia vlády 312/2005 Sb

- Zákon 22/1997 Sb

Autorizovaná osoba 227

Výzkumný ústav pozemních staveb - Certifikační společnost, s.r.o.

Notifikovaná osoba 1516, Certifikační orgán pro SMJ, BOZP, ISMS, EMS, výrobky a kvalifikaci. Zkušební laboratoř

Rozhodnutí o autorizaci č. 32/2006 ze dne 31.8.2006

CERTIFIKÁT VÝROBKU

č. 227/C5/2007/0416

V souladu s ustanovením § 5 odst. 2 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb. autorizovaná osoba potvrzuje, že u stavebního výrobku:

název výrobku: **Solární kolektory TS typové řady 200, 300, 400**

určené použití: Solární ohřev teplé užitkové vody, vytápění budov, přihřívání užitkové vody, ohřev vody v bazénech.

výrobce: **THERMO | SOLAR Žiar, s r.o.**
Na Vartičke 14, 965 01 Žiar nad Hronom kód země: 703

výrobní závod: **THERMO | SOLAR Žiar, s r.o.**
Na Vartičke 14, 965 01 Žiar nad Hronom kód země: 703

přezkoumala podklady předložené výrobcem, provedla počáteční zkoušku typu výrobku na vzorku a posoudila systém řízení výroby a zjistila, že uvedený výrobek splňuje technické požadavky stanovené stavebním technickým osvědčením 227-STO-07-0416, které souvisejí se základními požadavky.

Autorizovaná osoba zjistila, že systém řízení výroby odpovídá příslušné technické dokumentaci a zabezpečuje, aby výrobky uváděné na trh splňovaly požadavky stanovené shora uvedeným stavebním technickým osvědčením a odpovídaly technické dokumentaci podle § 4 odst. 3.

Nedílnou součástí tohoto certifikátu je protokol č. 227-P5-07-0416 ze dne 20.11.2007, který obsahuje závěry zjišťování, ověřování a výsledky zkoušek, základní popis a popř. zobrazení certifikovaného výrobku nezbytné pro jeho identifikaci.

Tento certifikát zůstává v platnosti po dobu, po kterou se požadavky stanovené stavebním technickým osvědčením, na které byl uveden odkaz, nebo výrobní podmínky v místě výroby či systém řízení výroby výrazně nezmění.

Autorizovaná osoba č. 227 provádí nejméně 1x za 12 měsíců dohled nad řádným fungováním systému řízení výroby v místě výroby, odebírá vzorky výrobků v místě výroby, provádí jejich zkoušky a posuzuje, zda vlastnosti výrobku odpovídají stavebnímu technickému osvědčení podle ustanovení §5 odst. 4 výše uvedeného nařízení vlády. Pokud autorizovaná osoba zjistí nedostatky, je oprávněna zrušit nebo změnit tento certifikát.

Tento certifikát ruší a plně nahrazuje certifikát č. C5-03-0516 ze dne 26.6.2003.

Výtisk číslo: 1
Místo a datum vydání:
V Praze dne 20.11.2007

Ing. Lubomír Keim, CSc.
ředitel Autorizované osoby 227

K: 07385

Výzkumný ústav pozemních staveb - Certifikační společnost, s.r.o. 102 21 Praha 10 - Hostivař, Pražská 810 / 16
IČ: 25052063 DIČ: CZ250 520 63 Tel.: 00420 271 751 748 Fax: 00420 281 017 241; E-mail: info@vups.cz www.vups.cz

Autorizovaná osoba 227

Výzkumný ústav pozemních staveb - Certifikační společnost, s.r.o.

Notifikovaná osoba 1516, Certifikační orgán pro SMJ, BOZP, ISMS, EMS, výrobky a kvalifikaci. Zkušební laboratoř

Rozhodnutí o autorizaci č. 32/2006 ze dne 31.8.2006

STAVEBNÍ TECHNICKÉ OSVĚDČENÍ

č. 227 - STO - 07 - 0416

vydané v souladu s ustanovením § 10 zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky v platném znění a s § 2 a § 3 nařízení vlády č. 163/2002 Sb. ve znění nařízení vlády č. 312/2005 Sb.

Název výrobku: **Solární kolektory TS typové řady 200, 300, 400**

Určené použití: Solární ohřev teplé užitkové vody, vytápění budov, přihřívání užitkové vody, ohřev vody v bazénech.

Žadatel – Výrobce: **THERMO | SOLAR Žiar, s r.o.**
Na Vartičke 14, 965 01 Žiar nad Hronom kód země: 703

Výrobní závod: **THERMO | SOLAR Žiar, s r.o.**
Na Vartičke 14, 965 01 Žiar nad Hronom kód země: 703

Stavební technické osvědčení vydané Autorizovanou osobou 227 vymezuje technické vlastnosti výrobku ve vztahu k základním požadavkům na stavby podle toho, jakou úlohu mají výrobky ve stavbě plnit a je technickým zjištěním určeným pro posouzení shody výrobku.

Technické osvědčení obsahuje celkem 8 stran textu. Každá strana dokumentu je opatřena razítkem Autorizované osoby v červené barvě. Stavební technické osvědčení je vydáno ve dvou originálních výtiscích; výtisk č. 1 náleží žadateli, výtisk č. 2 je uložen v archivu AO 227.

Stavební technické osvědčení je platné a reprodukovatelné pouze jako celek.

Platnost je stanovena do: 30.11.2012

Toto stavební technické osvědčení ruší a plně nahrazuje stavební technické osvědčení č. STO-03-0516 ze dne 2.6.2003.

Výtisk číslo: 1
Stran celkem 8
Místo a datum vydání:
V Praze dne 9.11.2007

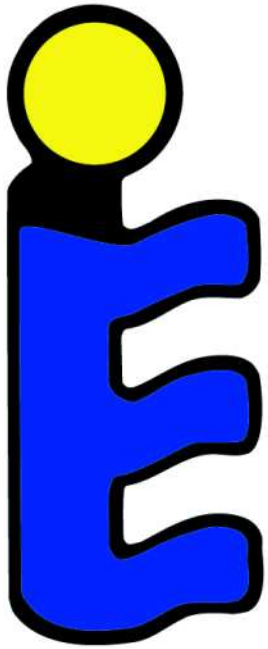
Ing. Lubomír Keim, CSc.
ředitel Autorizované osoby 227

K: 07385

Výzkumný ústav pozemních staveb - Certifikační společnost, s.r.o. 102 21 Praha 10 - Hostivař, Pražská 810 / 16
IČ: 25052063 DIČ: CZ250 520 63 Tel.: 00420 271 751 748 Fax: 00420 281 017 241; E-mail: info@vups.cz www.vups.cz

TSÚ Piešťany	– tlaková skúška, tlakové straty, tepelný výkon *v realizácii: skúšobňa v rozsahu EN12975-1, EN12975-2*
TSÚS Bratislava	– tlaková skúška, tlakové straty (v TSÚ Piešťany)
VÚPS Praha	– tlaková skúška
TSÚ Brno	– tlaková skúška / alt. Služby od SOLab
Solární laboratoř (SOLab) na Ústavu techniky prostředí Fakulta strojní, ČVUT v Praze	– skúška tepelného výkonu, benchmark 2 kolektorov, prevádzkové meranie kolektora zapojeného so solárnej sústavy, tlakové straty

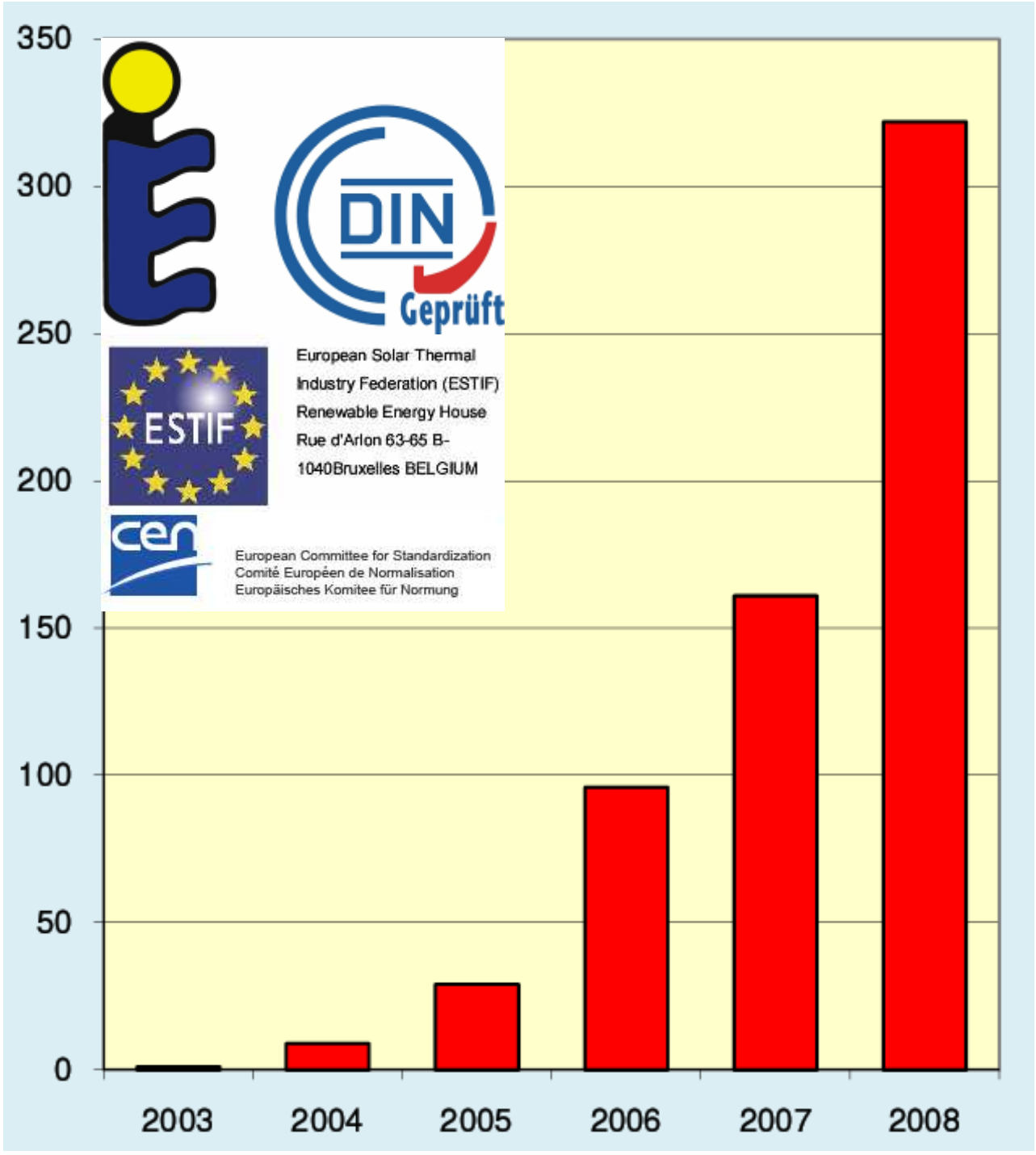
AIT - Energy Department(AT)	EN12975
ASiC Austria Solar(AT)	EN12975
CENER (E)	EN12975, EN12976
Demokritos (GR)	EN12975, EN12976
ENEA (IT)	EN12975, EN12976
Eurofins - Modulo Uno S.p.A.(IT)	EN12975
Fraunhofer ISE (DE)	EN12975, EN12976
INETI (PT)	EN12975, EN12976
ISFH (DE)	EN12975, EN12976
ITW/TZS (DE)	EN12975, EN12976
IZES (DE)	EN12975, EN12976
KIWA (NL)	EN12975, EN12976
Pa.L.Mer.(IT)	EN12975
SP (SE)	EN12975, EN12976
SPF (CH)	EN12975, EN12976
TÜV Rheinland (D)	EN12975, EN12976



Solar Keymark

platná schéma 10.07 / február 2009
(Solar Keymark II)

Certifikácia podľa pravidiel Solar Keymark – stav na konci roka 2008



DIN CERTCO
Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

DIN

CERTIFICATE

The company

THERMO/SOLAR Ziar s.r.o.
Na varticke 14
965 01 ZIAR NAD HRONOM
SLOWAKIA

with its production site in

ZIAR NAD HRONOM

hereby receives the confirmation that the product/s

Solar collectors

of the type

TS 310

conforms to

DIN EN 12975-1:2006-06
DIN EN 12975-2:2006-06
Specific CEN KEYMARK Scheme Rules for Solar Thermal Products

and is granted the licence to use the marks

DIN Geprüft

in conjunction with the Registration No. below.

Registration No.: 011-7S130 F

This certificate remains valid as long as the required surveillance conditions will be passed with a positive result for the assessment.

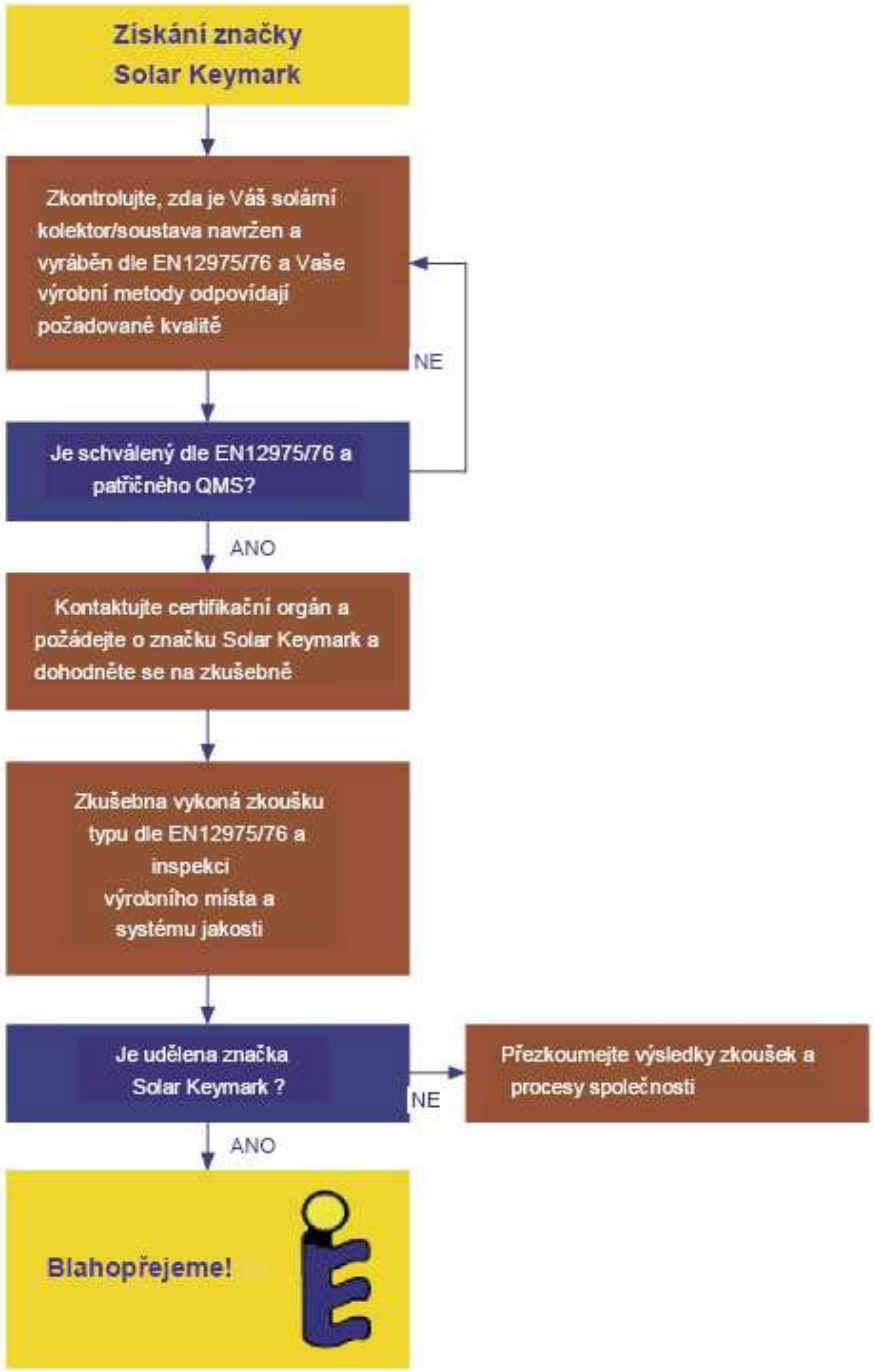
Prvý Keymark v SR/ČR vôbec

See annex for further information.

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH
Alboinstraße 56, 12103 Berlin

2006-12-21
Dipl.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Sören Scholz
- Acting Head of Certification Body -

Solar Keymark – ako na to ?



Solar Keymark:

- EN12975 – kolektory

- EN12976 – kompletné štandardné systémy

- nie je možné certifikovať: vzduchové kolektory, kolektory z plastov

- nie je nevyhnutné ISO9001

- čínske kolektory nemajú certifikát od žiadneho zo zakladateľov systému Solar Keymark

  (arsenal research, Demokritos, SP)

- Solar Keymark pre solárne zásobníky podľa EN12977-3

- pripravuje sa nová schéma testovania a certifikácie (varianty, rôzne typy skla, ...)

- v štádiu návrhu je norma pre solárne termické aplikácie

- stále viac štátov vyžaduje Solar Keymark ako nutný predpoklad dotácií

- krajiny mimo EÚ (Australia, US, ...) začínajú akceptovať Solar Keymark

- zjednotenie požiadaviek v rámci EÚ (teraz naviac DE - Blue Engel, ESP - ISO9001, FR - CSTBat)

- 25 certifikačných autorít z 15 krajín Európy udeľuje Keymark na základe 150 európskych noriem pre 28 skupín výrobkov (kolektory boli jedny z prvých)

AIT - Energy Department(AT)	EN12975
ASiC Austria Solar(AT)	EN12975
CENER (E)	EN12975, EN12976
Demokritos (GR)	EN12975, EN12976
ENEA (IT)	EN12975, EN12976
Eurofins - Modulo Uno S.p.A(IT)	EN12975
Fraunhofer ISE (DE)	EN12975, EN12976
INETI (PT)	EN12975, EN12976
ISFH (DE)	EN12975, EN12976
ITW/TZS (DE)	EN12975, EN12976
IZES (DE)	EN12975, EN12976
KIWA (NL)	EN12975, EN12976
Pa.L.Mer.(IT)	EN12975
SP (SE)	EN12975, EN12976
SPF (CH)	EN12975, EN12976
TÜV Rheinland (D)	EN12975, EN12976

CERTIF (PT)	EN12975, EN12976
DIN CERTCO (DE)	EN12975, EN12976
ELOT S.A. (GR)	EN12975
ICIM (IT)	EN12975, EN12976
Kiwa Gastec Certification (NL)	EN12975, EN12976
SP Certification (SE)	EN12975

- prínos systému – náklady versus garancie

- otvorenosť systému

- „regionálne“ skúšobne

- kapacitné možnosti skúšobní a vydavateľov licencií

- ...

DIN CERTCO
Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH

DIN

CERTIFICATE

The company

THERMO/SOLAR Ziar s.r.o.
Na varticke 14
965 01 ZIAR NAD HRONOM
SLOVAKIA

with its production site in

Ziar nad Hronom

hereby receives the confirmation that the product/s

Solar collectors

of the type

TS 350

conforms to

DIN EN 12975-1:2006-06
DIN EN 12975-2:2006-06
Specific CEN KEYMARK Scheme Rules for Solar Thermal Products version 10.07 (Edition: 2009-02)

and is granted the licence to use the marks

DIN Geprüft

in conjunction with the Registration No. below.

Registration No.: 011-7S973 F

This Certificate is valid until 2014-06-30.

Deutscher Akkreditierungs Rat
DAR
DAP-ZE-2460.00
See annex for further information.

DIN CERTCO Gesellschaft für Konformitätsbewertung mbH
Alboinstraße 56, 12103 Berlin

2009-10-27
Dipl.-Ing. Peter Suxdorf
- Managing Director -

Modrý anjel

Ekologický výrobok vyrobený ekologickým spôsobom

- najznámejší symbol ochrany životného prostredia v priemysle
- prvé aplikácie v roku 1978
- viac ako 10 000 produktov v 80 typoch výrobkov a služieb
- 4 zásadné oblasti: ochrana klímy, ochrana zdravia
  ochrana vodných zdrojov, ochrana surovinových zdrojov
- pozná ho viac ako 80 % obyvateľov Nemecka
- skúma vplyv výrobného procesu na životné prostredie ale aj zdravie zamestnancov
- pre kolektory: direktíva RAL – UZ 73 – vydanie marec 2009
- nevyhnutná podmienka pre udelenie dotácií v Nemecku

Das bedeutet Gütesiegel-Qualität

1 GARANTIE
mind. 10 Jahre Kollektor
und 5 Jahre Speicher

2 DOKUMENTATION
für Handwerker
und Endverbraucher

3 UMWELTFREUNDLICH
FCKW- und HFCKW-frei

GEPRÜFTE QUALITÄT
austria solar
Registrierungsnummer
PROVED QUALITY

4a KOLLEKTOR
nach Europa-Norm
durch EU-akkreditierte
Anstalt geprüft

4b SPEICHER
Hoher Dämmwert und
Schichtspeicherung

4c REGLER & PUMPE
Mehrkreisregelung,
solaroptimiert, geringer
Stromverbrauch

CE a kolektory

SONNENKOLLEKTOREN UND CE-KENNZEICHNUNG

Christian Müller-Schöll
Leiter der Abteilung Kollektoren am Institut SPF in Rapperswil

97/26/EHS:
Tlakové zariadenia:

TS 300:
PV:1,4 * 6 = 8,4

Vitosol 100:
PV: 2,2 * 6 = 12,0

Vákuové trubice:
PV: 0,58 * 6 = 3,48

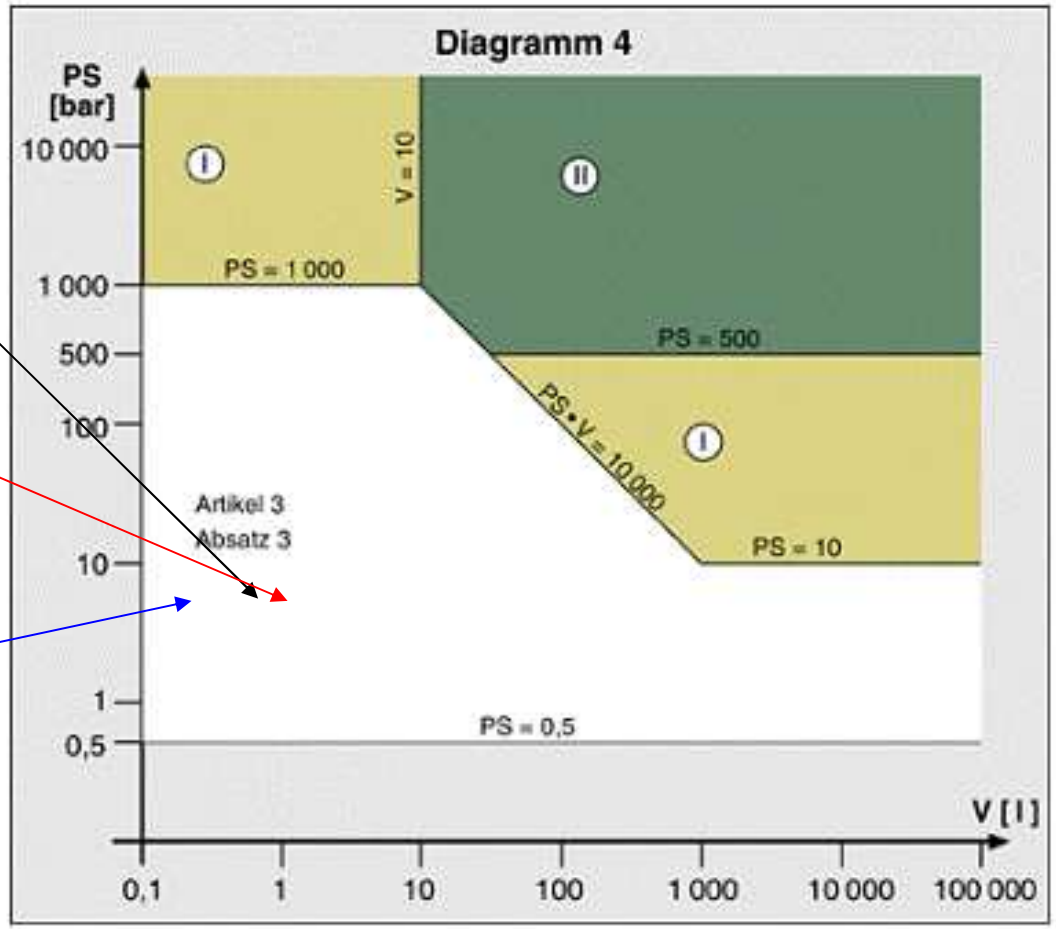
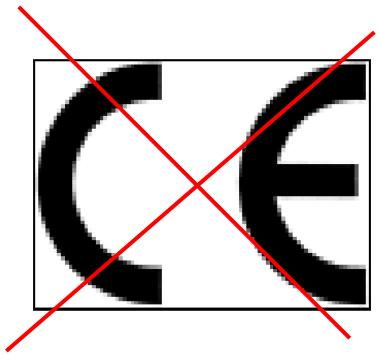
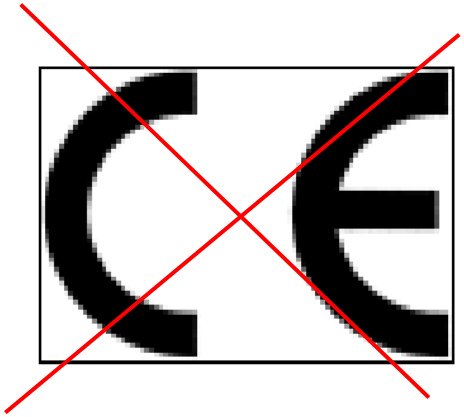


Abbildung 2: Druck-Volumen-Diagramm der DGRL



Nemôžete použiť CE-značka
(v prípade, ž e CE-značka sa vzťahuje na nesplnenú EC direktívu)

EN 12975 nemá
Z- prílohu
tzv. „harmonizačnú“
prílohu (doložku),



CE-marking of collectors

User | Manufacturer | Test Lab | Certifier | Public Auth. | Consultant | CEN/TC 312 |

The Solar Keymark
Products
Test Labs
Certification bodies
Scheme Rules
Standards
CE-marking of collectors?
Keymark & OEM
Misuse of Solar Keymark
Links

CE-marking related to Pressure Equipment Directive (PED)

As solar collectors are pressurized, the question arises if they are touched by the regulations of the EU pressure equipment directive (PED).
According to the rules and guidelines referred below:

- Large collector modules with PS*V BIGGER THAN 50 bar*litres SHALL be CE-marked in relation with the PED
- Normal collector modules with PS*V LOWER THAN 50 bar*litres CAN NOT be CE-marked in relation to the PED

Veľké kolektorové moduly so súčinom P x V väčším ako 50 [bar x liter] musia byť označené CE súvislosti s PED

In accordance with clause (5) of the preface of the PED, not a collector array, but a single collector has to be considered.

Normálne kolektorové moduly so súčinom P x V väčším ako 50 [bar x liter] nesmú byť označené CE súvislosti s PED

◆ VYHLÁSENIE ZHODY ◆ KONFORMITÄTSERKLÄRUNG ◆ DECLARATION OF CONFORMITY ◆

THERMO/SOLAR Žiar s.r.o.
Na vartičke 14
965 01 Žiar nad Hronom
Slovak republic

SK - Vyhlásenie zhody

Dolupodpísaný zástupca výrobcu: **THERMO/SOLAR Žiar s.r.o.**, Na vartičke 14, 965 01 Žiar nad Hronom,

týmto vyhlasuje, že výrobok: **Solárny systém TS, typy 100, 200, 300,400**

je v zhode s ustanoveniami zákona č. 90/1998 Z. z. o stavebných výrobkoch v znení neskorších predpisov, ak je zabudovaný v súlade s návodom na montáž , a že sa na výrobok a jeho výrobu uplatňuje technické osvedčenie **č. TO - 04/0194.**

V rámci počiatočných skúšok typu sa overili:

Vnútorný tlak v absorbére	Mechanická odolnosť skla
Odolnosť proti vysokým teplotám	Max. pretlak teplonosnej kvapaliny
Pôsobenie účinkov prostredia	Slnečna absorbivita
Vonkajší tepelný ráz	Tepelná emisivita
Vnútorný tepelný ráz	Závislosť tlakovej straty kolektora na prietoku teplonosnej kvapaliny
Prienik dažďa	Kľúdová teplota pri žiarení 1000 W/m² a teplote okolia 25°C
Odolnosť proti mechanickým zaťaženiam	Energetický zisk

Opis výrobku:

Systémy solárnych kolektorov TS, typy 100, 200, 300, 400 pozostávajú zo slnečných kolektorov s príslušenstvom, ktorými sú: medené potrubia s fitinkami a príslušenstvom, prechodky a spojovacie prvky, odvzdušňovacie prvky, puzdrá senzorov na snímanie teploty kolektorov, regulátory solárnych systémov s riadiacou elektronikou na ovládanie čerpadiel, ventily a elektrické ohrevy, výmenníky tepla, expanzné nádoby, nosné konštrukcie, montážne a inštalačné materiály.

Základ konštrukcie solárnych kolektorov TS tvorí vaňová skriňa, ktorá u typov TS 250, TS251, TS 300, TS 310, TS 330, TS350, TS 400 a TS 400H V je vylisovaná z nekorodujúceho AlMg plechu a u typov TS 101, TS 131, TS 152 a TS 111 je zvarená z prietlačne lisovaných hliníkových profilov. V skrini je uložený absorbér, ktorý tvorí absorpčná plocha opatrená vysokoselektívnou konverznou vrstvou vytvorená na AlMg plechu vo forme kompaktnej plochy. V absorbčnej ploche je zalisovaný rúrkový register v tvare meandra alebo lýry, ktorý na koncoch prechádza do zberného potrubia vyústujúceho v rohoch skrine. Priestor medzi absorbérom a dnom skrine je vyplnený minerálnou tepelne izolačnou výplňou ISOVER alebo NOBASIL. Kolektory TS 400 a TS 400H nemajú tepelnú izoláciu z minerálnej vlny, ale vnútorný priestor je pre zvýšenie energetickej účinnosti v závere montáže na stavbe vákuovaný, čo znižuje tepelné straty.

Vývody zberného potrubia sú buď prírubové – typové označenie „P", prievlečné „M" alebo hladké „L".

Reguláciu teploty a prietoku ohriatej vody v jednotlivých vetvách zaistujú regulátory solárnych systémov, ktoré majú riadiacu elektroniku na ovládanie čerpadla, ventilov a elektrického ohrevu v závislosti od teploty a reálneho času.

Účel a spôsob použitia v stavbe:

Solárne systémy TS sú zariadenia, ktoré premieňajú slnečnú energiu na nízko potenciálové teplo. Sú určené na celoročnú prevádzku na ohrev úžitkovej vody, prikurovanie budov a ohrev vody v bazénoch, preto pracujú s oddeleným primárnym okruhom naplneným nemrznúcou teplonosnou kvapalinou. Slnečné kolektory sa používajú v dvoj okruhovom zapojení cez tepelný výmenník. Vyrábané typy kolektorov sú určené na tieto spôsoby použitia:
TS 250, 251, 252, 300, 310, 350, 101, 111, 152 – vertikálna montáž s obehovým čerpadlom
TS 330, 131 – horizontálna montáž s obehovým čerpadlom alebo v samostatných okruhoch
TS 400, 400 H – vákuový kolektor na vertikálnu montáž

Spôsob označovania výrobku a význam jednotlivých symbolov je uvedený v prílohe 2. Podľa označenia typu systému TS je zrejmé aký typ kolektora, solárneho ohrievača vody, výmenníka tepla, solárnej inštalačnej jednotky, veľkosť expanznej nádoby, solárneho regulátora, vákuovej armatúry, nosnej konštrukcie boli použité pri jeho zostavení. Posledné dva údaje označujú číslo zákazky v danom roku výroby systému.

Registračné číslo 2009/VZ/01-SK

Žiar nad Hronom, 12. 09. 2009

CSK

Ing. Novák Milan, CSc., v.r.
konateľ

Názvy a adresy laboratórií, ktoré vykonali skúšky:
1. Technický a skúšobný ústav stavebný, n. o., Osvedčovacie miesto OM 04, Studená 3, 826 34 Bratislava
2. Technický skúšobný ústav Piešťany š.p., autorizovaná osoba – registračné číslo CIS 03/1998, SK 03 Krajinská cesta 2929/9, 921 21 Piešťany
3. Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE, Freiburg, SRN
4. Arsenal Research Wien, Rakúsko

M0017_2

◆ VYHLÁSENIE O ZHODE ◆ KONFORMITÄTSERKLÄRUNG ◆ DECLARATION OF CONFORMITY ◆

THERMO/SOLAR Žiar s.r.o.
Na vartičke 14
965 01 Žiar nad Hronom
Slovenská republika

ES - Vyhlásenie zhody

Predajca: THERMO/SOLAR Žiar s.r.o., Na vartičke 14, 965 01 Žiar nad Hronom
IČO: 00616915
Zariadenie: Komponenty solárneho systému TS typov 100, 200, 300, 400
Výrobcovia: uvedení v zátvorke v súpise komponentov

Komponenty sú určené zabezpečenie správnej a spoľahlivej funkcie uvedených solárnych systémov, konkrétne:

- regulátory solárnych systémov DX 41xx, 42xx, 43xx (DUEL), DC 1x,2x,3x (TEM)
- obehové čerpadlá UPS 25-40 (Grundfos)
- ventily s elektromotorickým pohonom TA3, TAM (Oventrop), VC ZMF 6000/U, VC 4013 ZZOEE (Honeywell)
- výmenníky tepla KN 0 – 3 (Fég Spirec)
- expanzné nádrže Extravarem 2 - 25, Intervarem 40, Maxivarem 60 – 700, Solarvarem 12 - 80 (Varem)
- absorbčné odplyňovače LA 3 G (Flamco)
- solárne inštalačné jednotky Regusol (Oventrop)
- membránové vývevy VM20D, VM 20Q (Lavat)
- solárne bojlery VTS (Tatramat), RBC ECO, R2BC(TS-S), Duplex (TS-K), HSK, PS, PSW (Hancatherm, IFF)

Uvedené komponenty boli navrhnuté a vyrobené v súlade s nasledujúcimi predpismi:

73/23/EHS Low voltage electrical equipment (prevzaté nariadením vlády SR 308/2004 Z.z. v znení neskorších zmien a doplnkov)
89/336/EHS Electromagnetic compatibility (prevzaté nariadením vlády SR 245/2004 Z.z. v znení neskorších zmien a doplnkov)
97/23/EHS Pressure equipment (prevzaté nariadením vlády SR 576/2002 Z.z. v znení neskorších zmien a doplnkov)

v rozsahu legislatívne a technicky aplikovateľnom pre jednotlivé komponenty a v súlade s príslušnými ustanoveniami Zákona 264/1999 Z.z. o technických požiadavkách na výrobky a posudzovaní zhody v znení neskorších zmien a doplnkov.

Vyhlasujem, že horeuvedené komponenty a ich časti spĺňajú všetky technické požiadavky vyplývajúce z uvedených nariadení vlády SR. V prípade elektrických zariadení vyhlasujem, že sú bezpečné pri obvyklom používaní, ktoré je špecifikované v sprievodnej dokumentácii k nim.

Vyhlasujem, že som vykonal všetky opatrenia, ktoré zabezpečujú, že všetky výrobky uvedenej špecifikácie rovnako spĺňajú všetky technické požiadavky a sú v zhode s technickými požiadavkami a s technickou dokumentáciou.

Zoznam harmonizovaných noriem a iných technických predpisov: STN EN 60730-1, STN EN 60730-2-9, STN EN 50081-1, STN EN 50082-1, STN EN 61326, STN EN 61000-3-2, STN EN 61000-3-3, STN EN 50081-2, STN EN 6812-1, STN EN 45004, STN EN 292-1, STN EN 292-2, STN EN 809, STN EN 55014, STN EN 60204-1, IEC 335-1, IEC 364-3

ES vyhlásenia o zhode a príslušiaca dokumentácia bola poskytnutá výrobcami a dodávateľmi jednotlivých komponentov a sú uložené v sídle predajcu.

Registračné číslo 2008/VZ/01-SK

Žiar nad Hronom, 12. 5. 2008

CE

Ing. Novák Milan, CSc.
Riaditeľ

M0018_3

Ďakujem za pozornosť...

ENKI, o.p.s., Dukelská 145, Třeboň, 379 01, www.enki.cz

Třeboňské Inovační Centrum

Skleněné rastry pro architekturu a stavebnictví

Vladimír Jirka- TIC

Třeboňské Inovační Centrum

Zakladatelé a provozovatelé :

ENVI,s.r.o., ENKI, o.p.s.

Nejvýznamnější partneři:

ČVUT, ÚFB JČU, UEK AV ČR

OPTICKÝ RASTR

- **Jakákoliv periodicky se opakující struktura, ovlivňující zářivý tok.**

- **Optickým rastrem je pro naše účely míněn lineární opakující se geometrický vzor, nanesený za tepla na skleněnou tabuli metodou kontinuálního lití. Technologie kontinuálního lití byla zvolena z důvodů vysoké produktivity a z toho vyplývající rozumné ceny.**

ZÁKLADNÍ VLASTNOST RASTRŮ

Odděluje přímé sluneční záření od rozptýleného slunečního záření

- **Přímé rovnoběžné paprsky slunečního záření se chovají podle zákonů optiky (lom, odraz, totální odraz)**
- **Rozptýlené sluneční záření prostupuje rastrem homogenně bez podstatných změn**

OPTICKÉ RASTRY VYRÁBĚNÉ METODOU KONTINUÁLNÍHO LITÍ ZE SKLA

Aktivní rastry

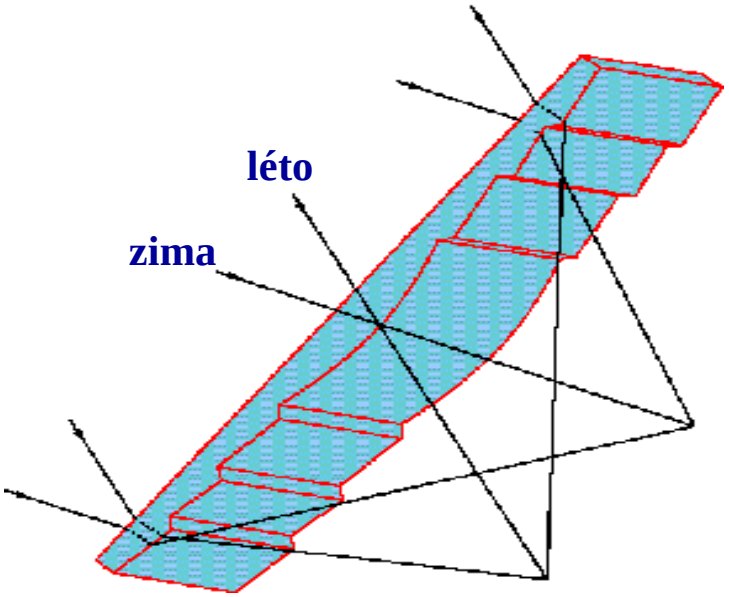
- lineární čočky, které pro svou funkci potřebují ještě jiné technické prvky a jsou součástí solárního koncentračního kolektoru

- lineární rastrové Fresnelovy čočky jsou navrženy a vyráběny pro sedlové střechy a fasády a jsou tedy korigovány pro kolmý i šikmý dopad slunečního záření

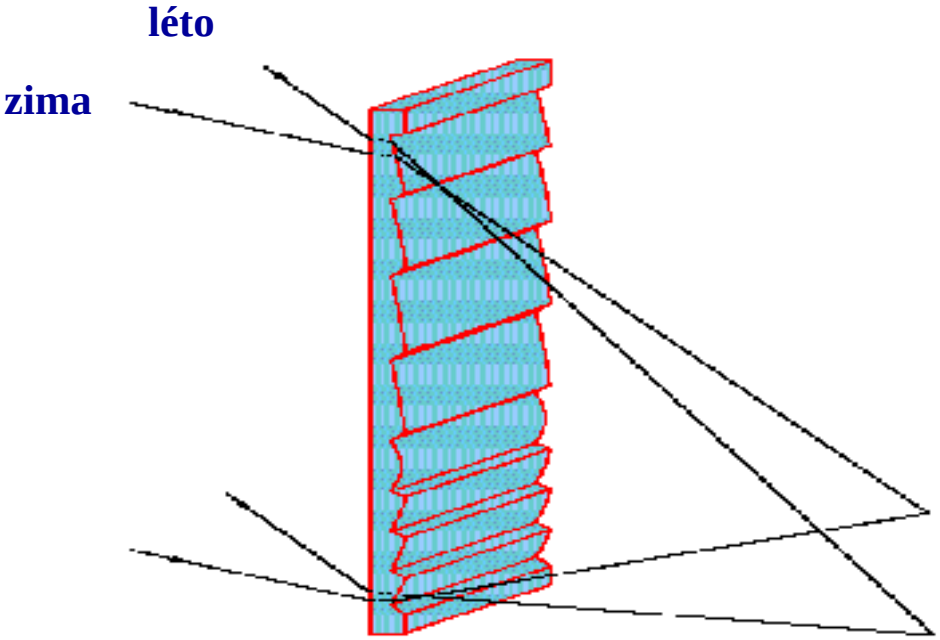
Pasivní rastry

- fungují bez použití další technologií
- RAYWALL 45 (odrazný rastr pro kolmý dopad slunečního záření)
- RAYWALL 90 (odrazný rastr pro šikmý dopad slunečního záření)

AKTIVNÍ RASTRY
ČOČKA PRO KOLMÝ DOPAD SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ



AKTIVNÍ RASTRY
ČOČKA PRO ŠIKMÝ DOPAD SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

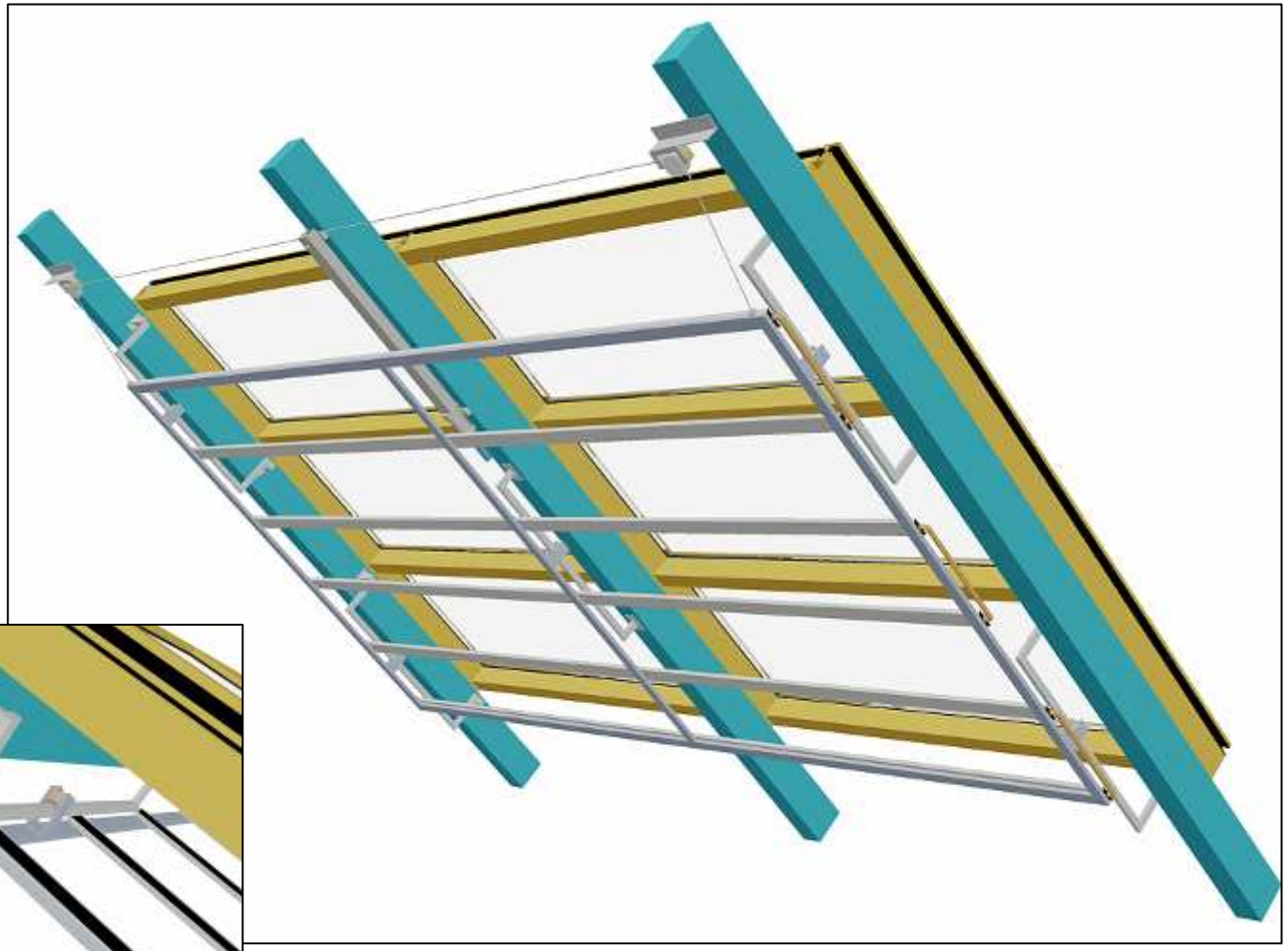


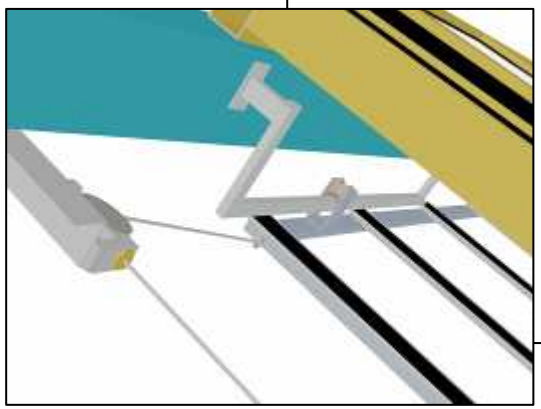
UKÁZKA KONCENTRACE SLUNEČNÍCH PAPRSKŮ LINEÁRNÍ FRESNELOVOU ČOČKOU

Kolmý dopad

Šikmý dopad

CELKOVÝ POHLED NA KOLEKTOR TYPU SOLARGLAS

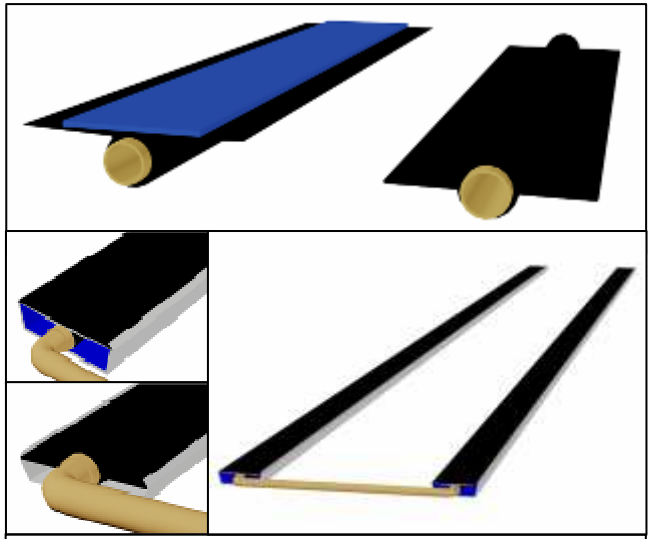




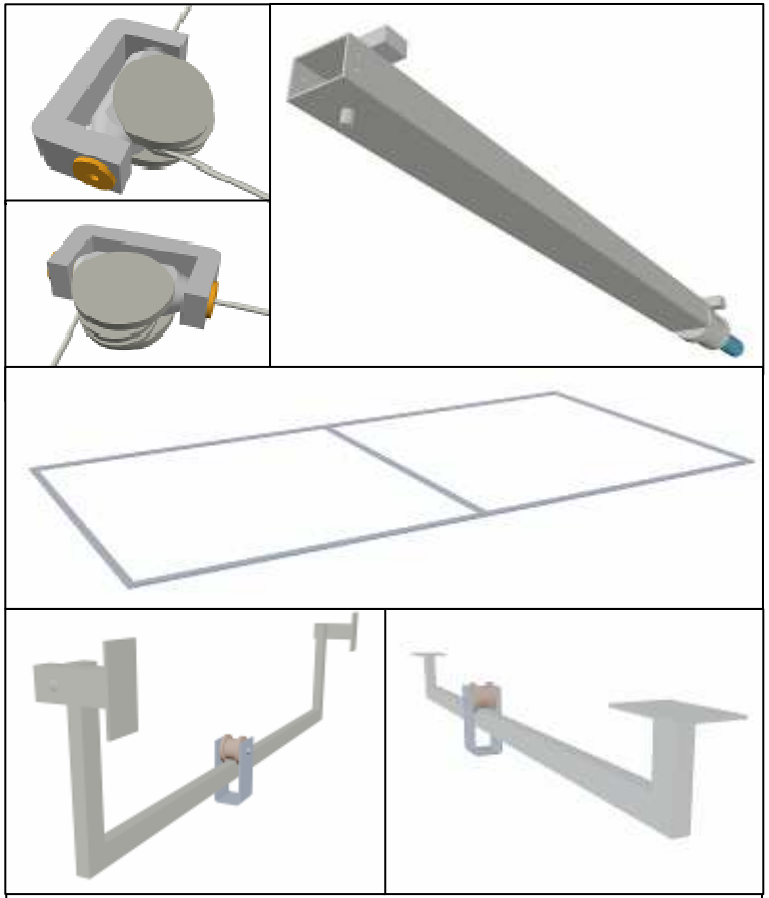
ENKI, o.p.s., Dukelská 145, Třeboň, 379 01, www.enki.cz

ZÁKLADNÍ SOUČÁSTI KOLEKTORU TYPU SOLARGLAS

Čočka v zasklívacím rámu



Absorbéry slunečního záření



Prvky zabezpečující pohyb absorbéru

KOLEKTORY TYPU SOLARGLAS

KOLEKTORY TYPU SOLARGLAS

KOLEKTORY TYPU SOLARGLAS

ZÁKLADNÍ FUNKCE:

- **osvětlovací** – osvětlení převážně difusním zářením
- **klimatizační, pasivní** – energie přímého záření odvedena ve formě ohřáté teplonosné látky
- **kolektoru** – ohřev teplonosné látky

HISTORIE VÝROBY

PRVNÍ KOLEKTORY

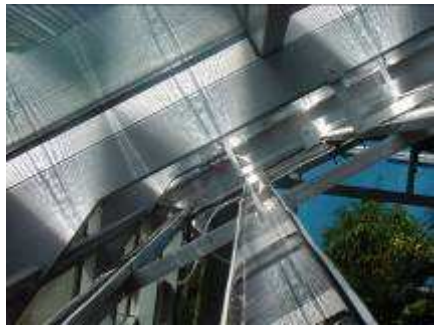
PĚSTEBNÍ SKLENÍK

EXPERIMENTÁLNÍ SKLENÍK S VYSOKÝM VYUŽITÍM SOLÁRNÍCH ZISKŮ SE SKLENĚNÝMI OPTICKÝMI RASTRY

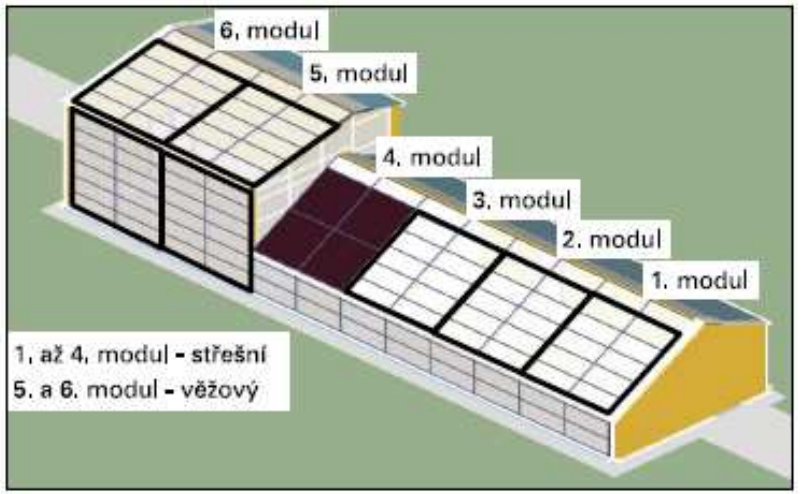
Slunečné technologie:

Fasádní odrazný rastrový modul 15 m^2
Střešní odrazný rastrový modul 15 m^2
Fasádní koncentrační rastrový modul 15 m^2
Střešní koncentrační rastrový modul 15 m^2
Střešní koncentrační hybridní modul 15 m^2
Energetický modul – heliostar 400v 16 m^2

SOUČASNOST
Experimentální skleník



SOUČASNOST
Experimentální skleník



SOUČASTNOST
Experimentální skleník

SOUČASNOST
Experimentální skleník

SOUČASNOST
Experimentální skleník

Cíle experimentu:

•Vyprojektovat a postavit skleník s minimální dotací externí energie, který v sobě zahrnuje všechny systémy doposud vyvinutých optických rastrů

•Využít pro projekci a dimenzování simulační prostředí TRNSYS

•Verifikovat simulační prostředí TRNSYS na monitorovaném objektu modulárního nízkoenergetického skleníku a jeho optimalizace

Metody dosažení:

- **Vytvoření matematických modelů a jejich odladění v TRNSYSu**
- **Matematické simulace s TRY i reálnými meteorologickými daty**
- **Monitoring budovy jako celku i jednotlivých systémů**
- **Porovnání naměřených a nasimulovaných hhodnot**

PROČ TO VŠECHNO?

- **Pro posouzení chování budovy se skleněnými rastry a jejích jednotlivých systémů a prvků pro přesné dimenzování absorpční plochy, akumulačního objemu, větracích a topných systémů …**
- **Pro využití modulárního skleníku jako standardu skleníku pro zemědělský trh**
- **Pro ukázání jiných možností koncipování nízkoenergetických staveb s minimální dotací externí energie.**

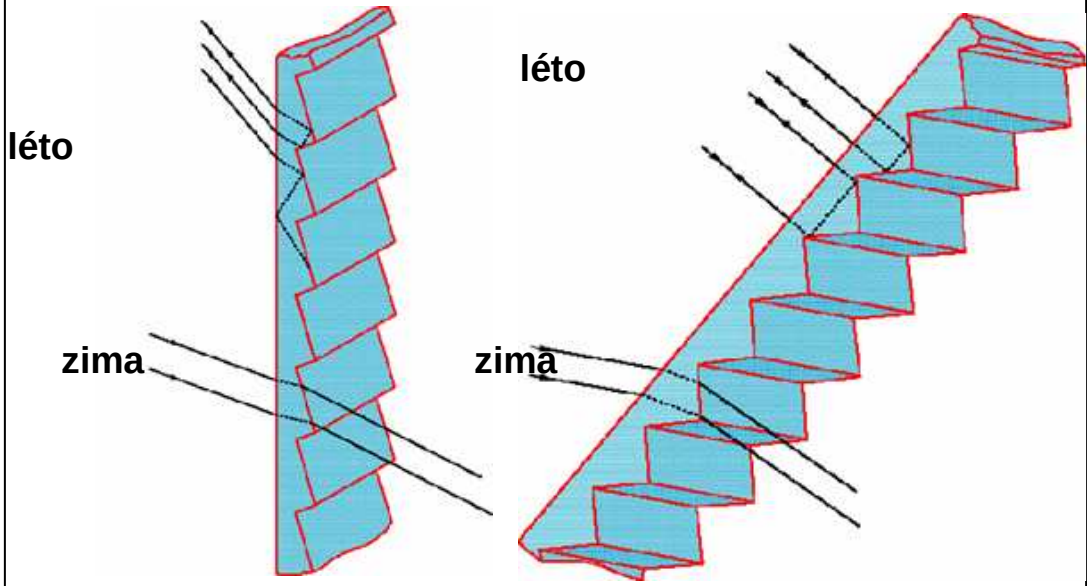
JIŽNÍ FASÁDA A AKUMULAČNÍ ZDI

hlavním záměrem bylo:

- **využít severní zeď (východní a západní) jako akumulátor energie**
- **použít a vyzkoušet jednotlivé typy rastrů k zachycení nebo odražení slunečního záření**
- **Využít vzduchotechnického způsobu vytápění**

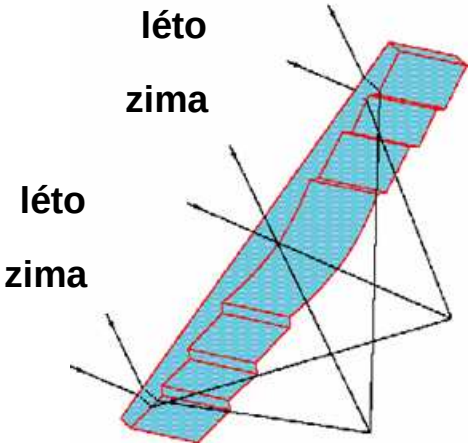
JAK TO VŠE PRACUJE - PASIVNÍ MODUL

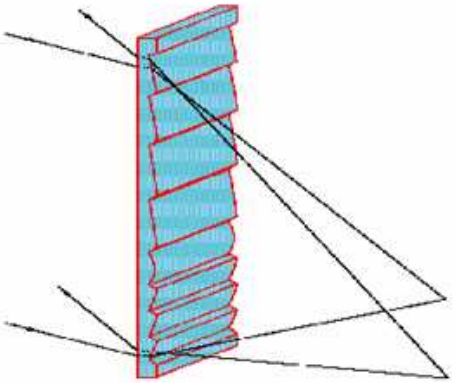
- pasivní fasádní a střešní modul s odrazným rastrem



JAK TO VŠE PRACUJE - AKTIVNÍ MODUL

- **Fasádní a střešní modul s lineární Frenelovou čočkou (LFČ)**



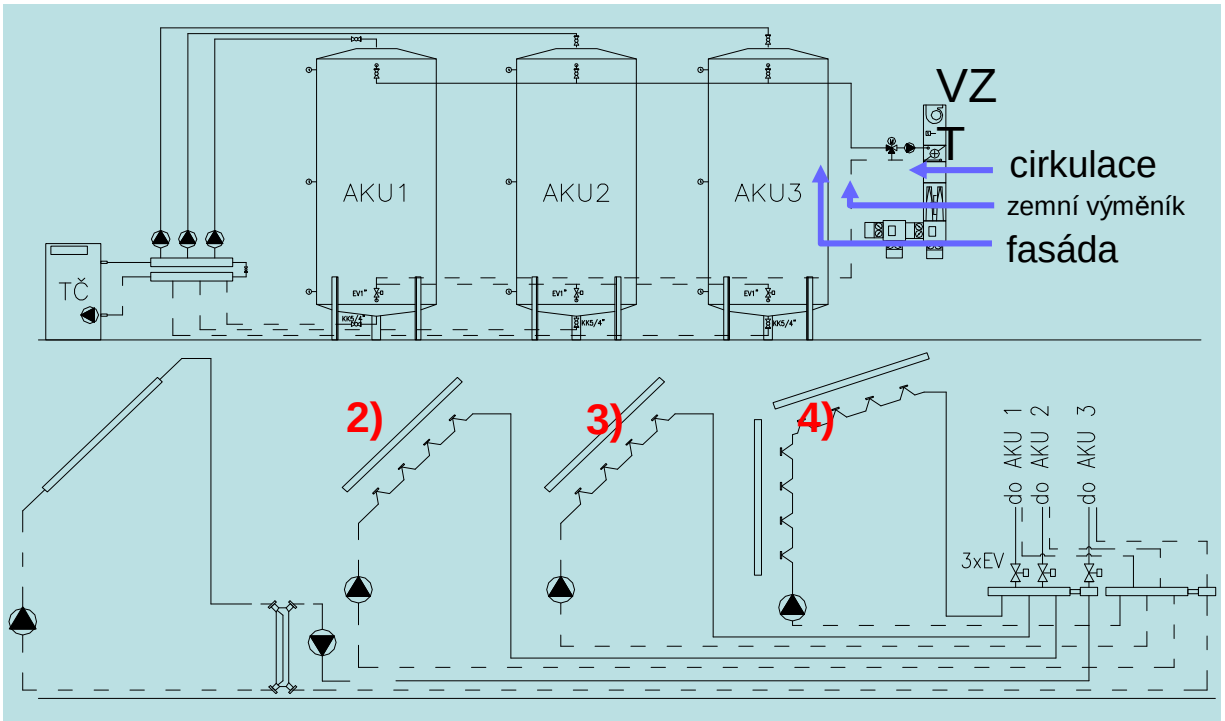


A JAK TO PRACUJE DOOPRAVDY?

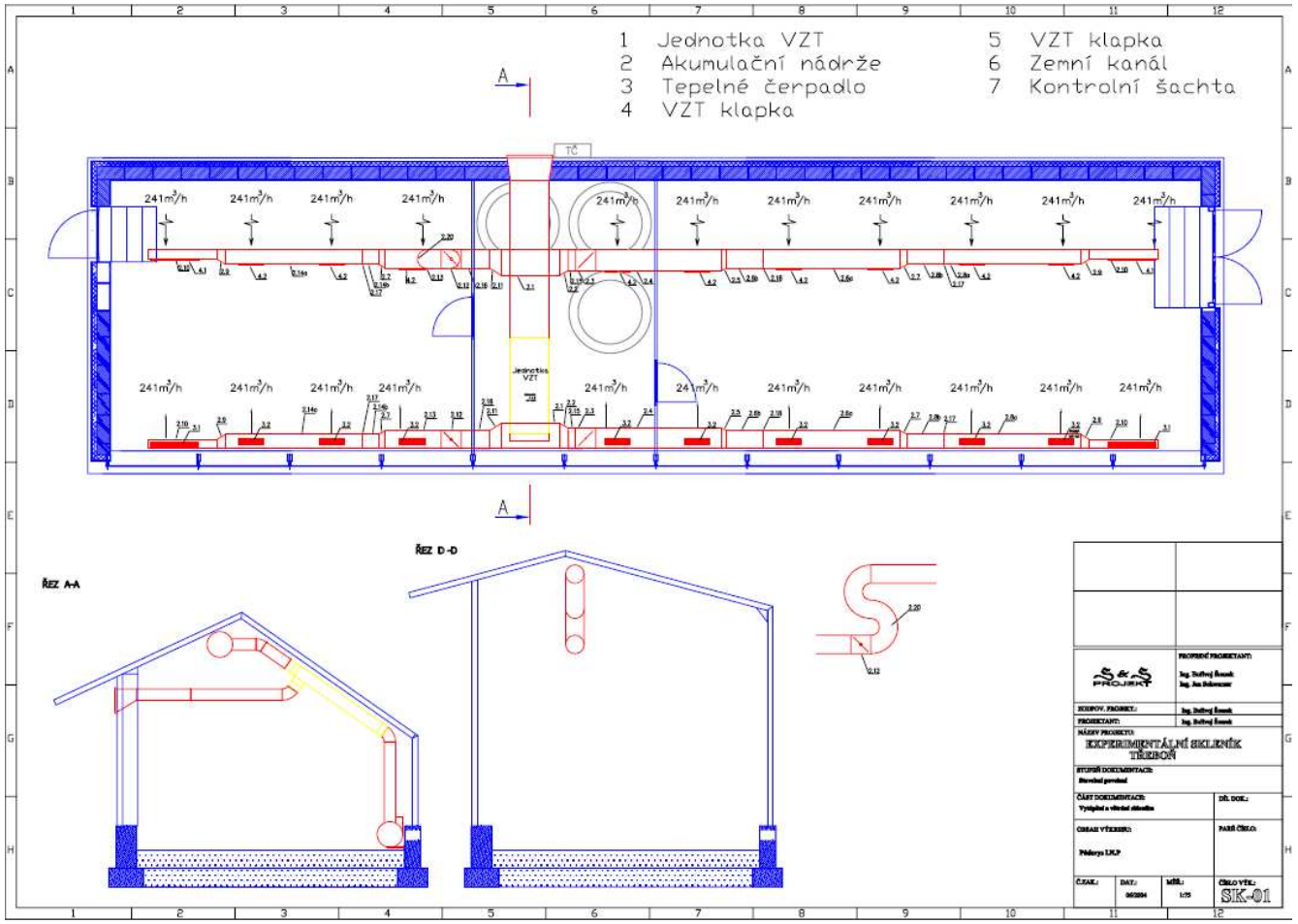
A JAK TO PRACUJE DOOPRAVDY?

VYUŽITÍ SLUNEČNÍ ENERGIE – ZDROJE ENERGIE

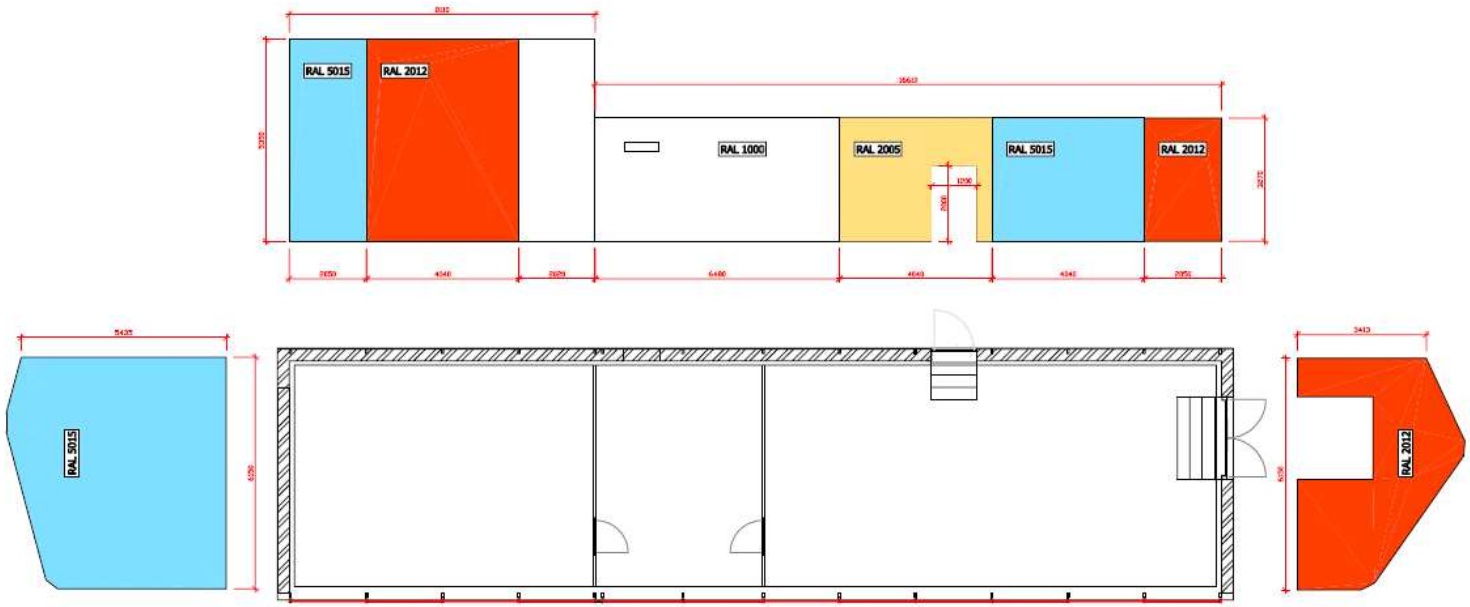
1) Vakuové kolektory
2) LFČ střešní s fototermálními absorbéry absorbéry
3) LFČ střešní s hybridními PV/fototermálními absorbéry
4) LFČ fasádní (věžový modul) s fototermálními



VZT systém vytápění a chlazení



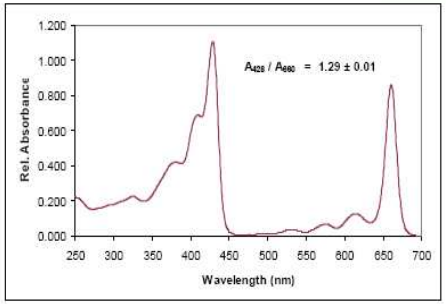
Nejen (chytrá) budova, nejen (chytrý) systém, ale organické spojení s interiérem a jeho využitím



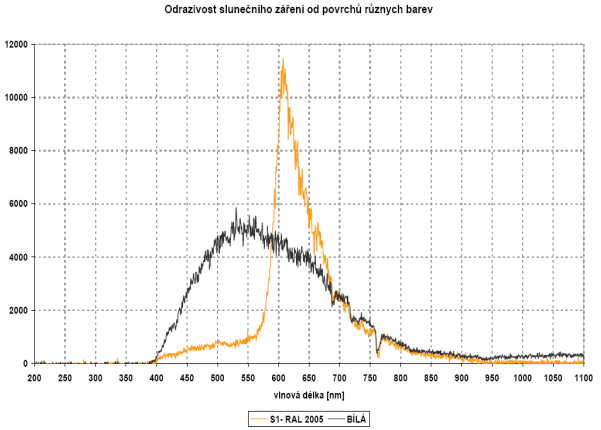
Proč tak barevný skleník?

Chlorophyll a http://www.planta.at

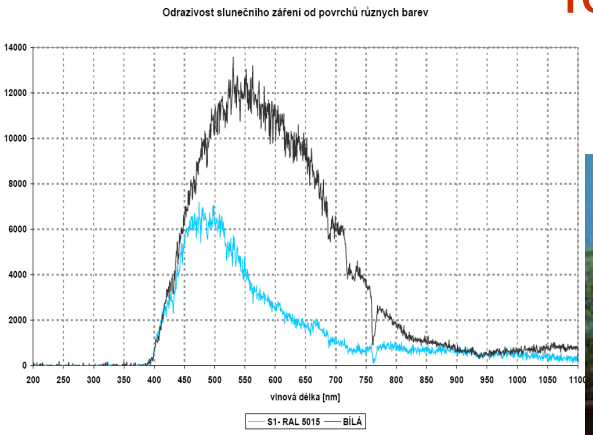
2 UV / VIS Spectrum

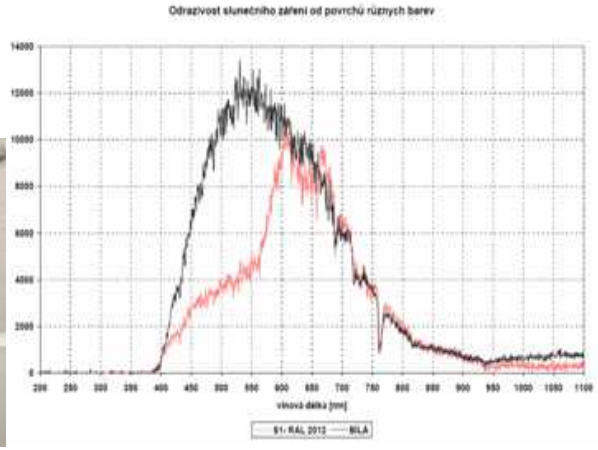


Typical UV / VIS Spectum of chlorophyll a in dry diethyl ether on a Shimadzu Spectrophotometer UV 3101.

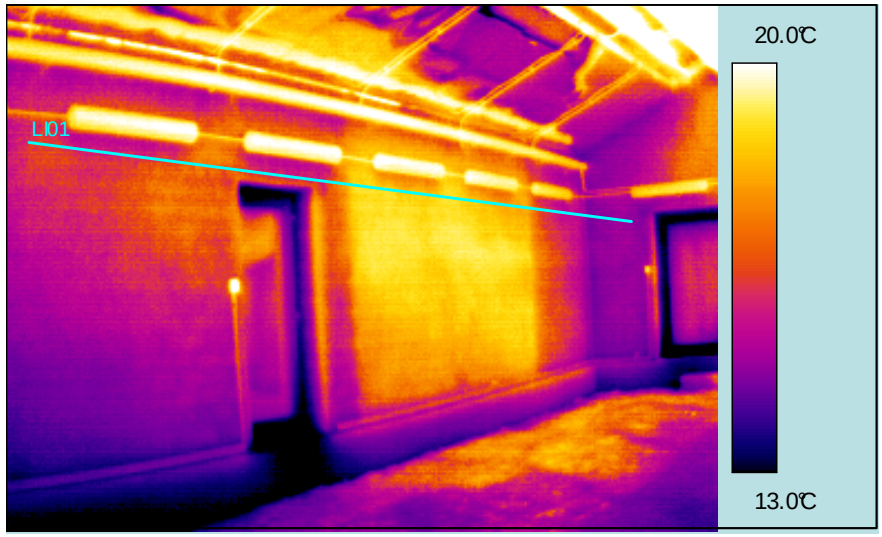


fotosyntéza a rostliny

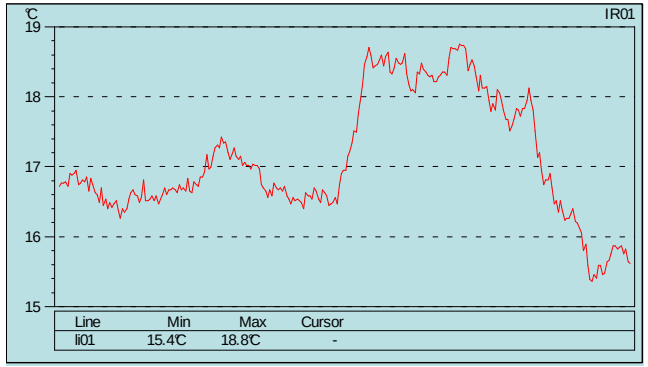




AKUMULAČNÍ STĚNY

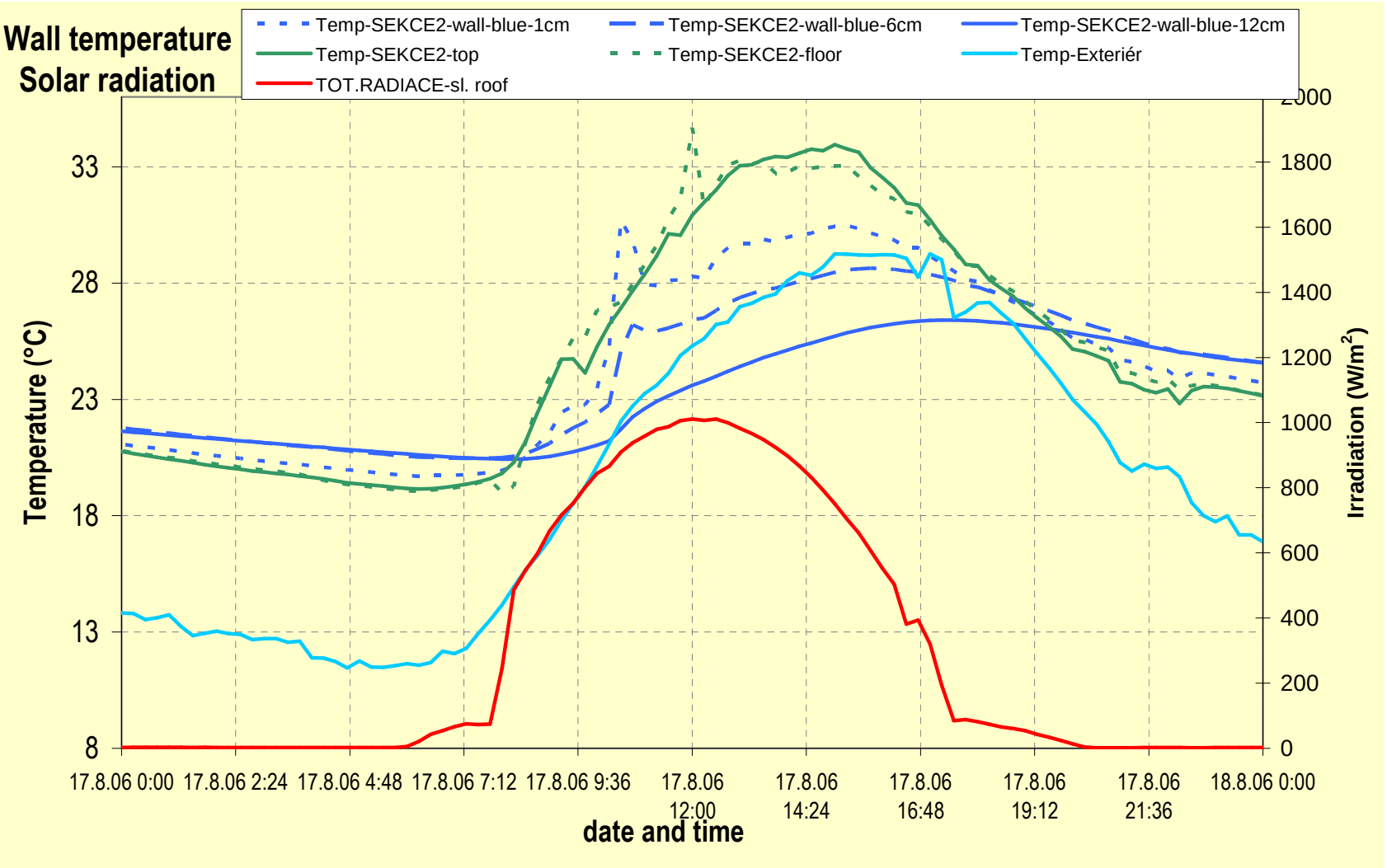


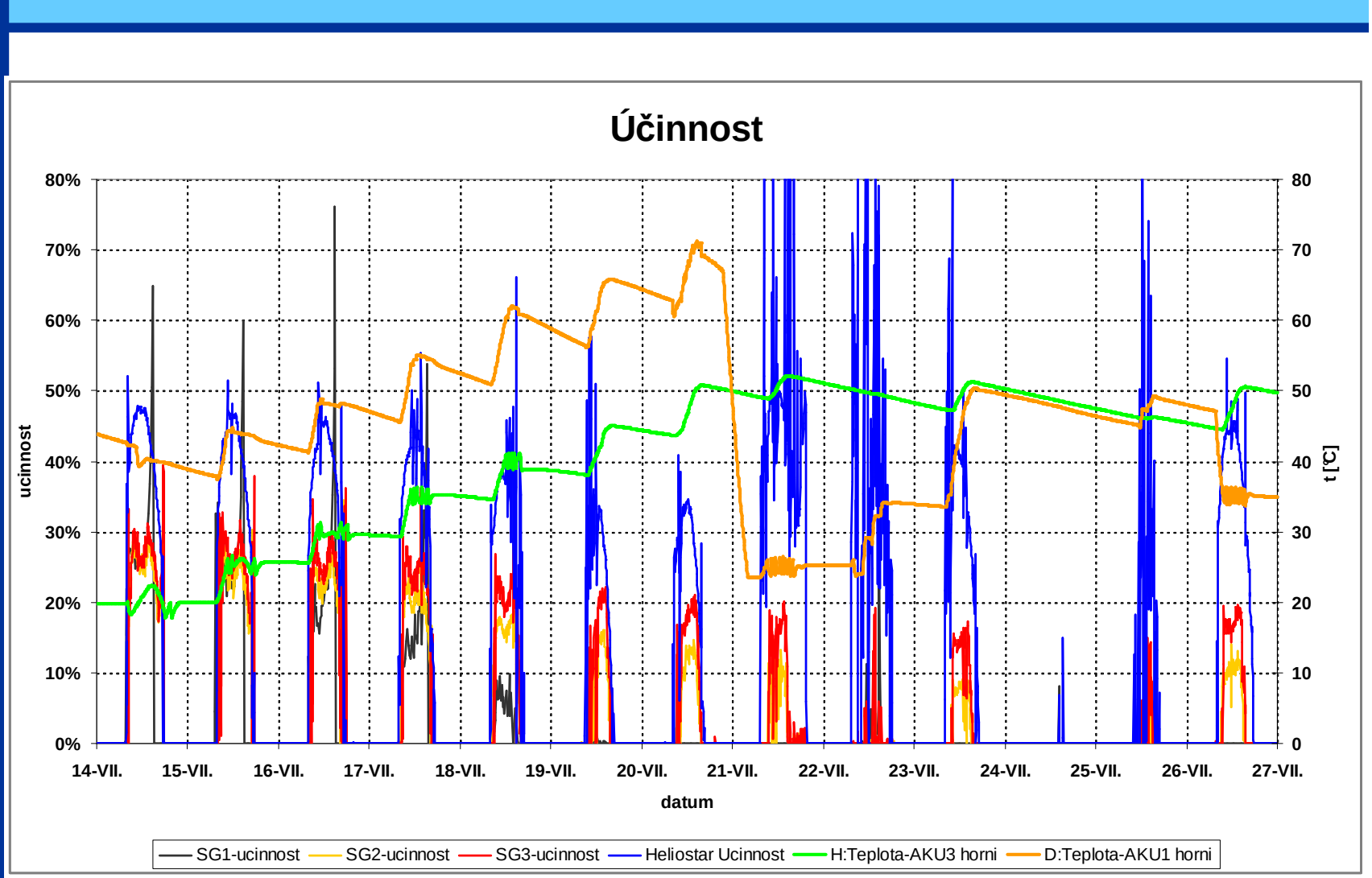
Viditelné spektrum, IR obrázek a teplotní profily vnitřních povrchů s různým barevným řešením (zimní období t_e = -10 ℃)

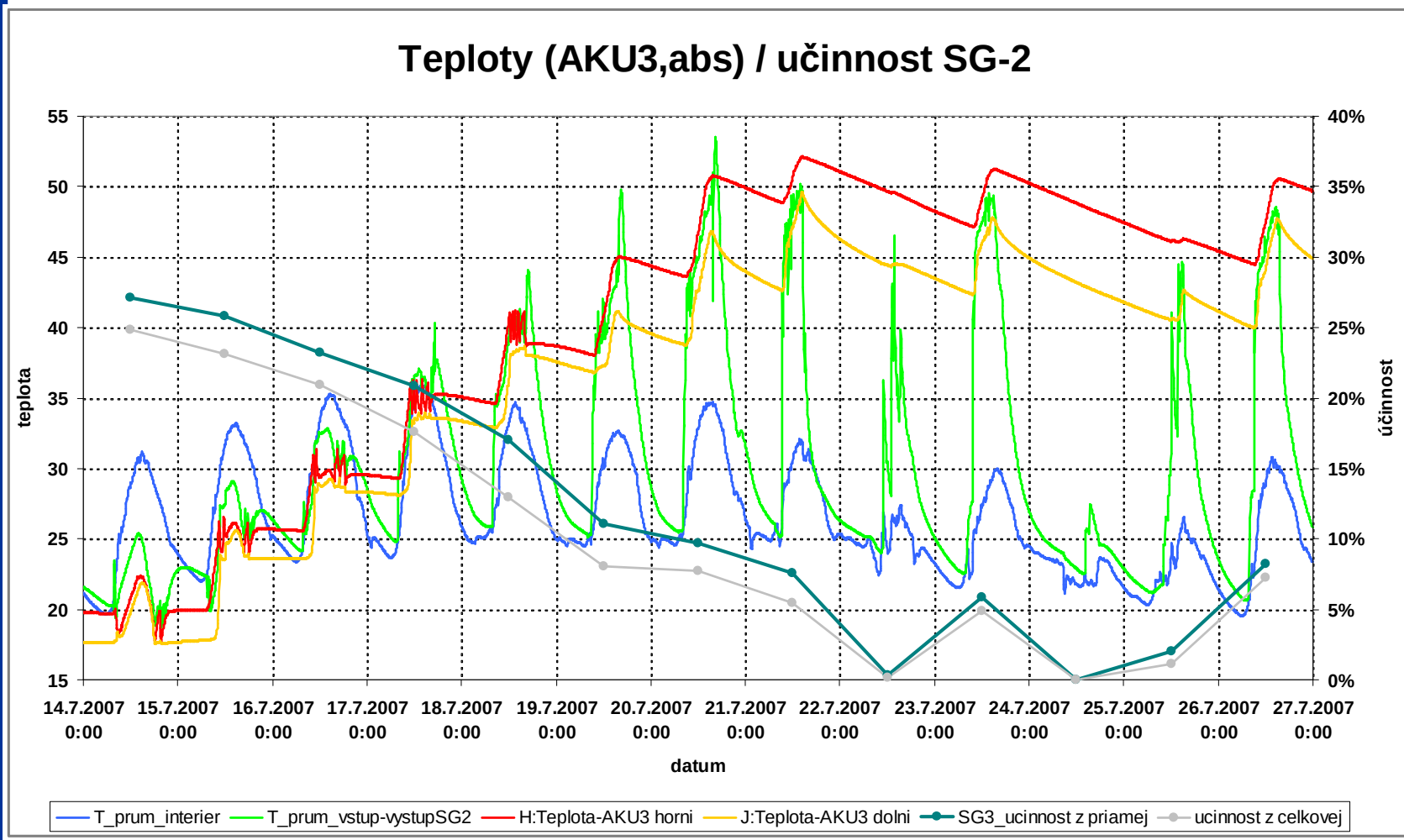


ENKI, o.p.s., Dukelská 145, Třeboň, 379 01, www.enki.cz

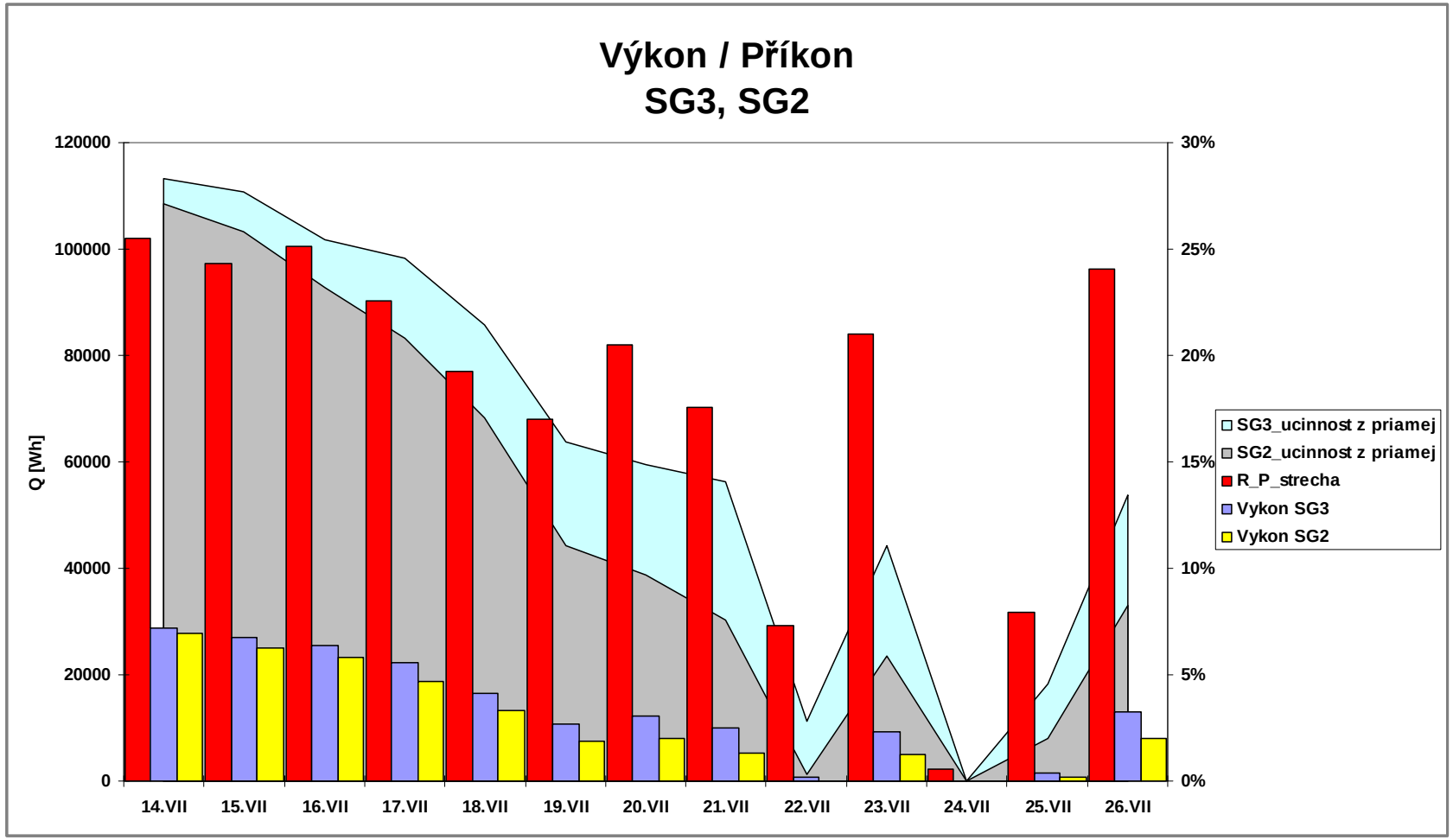
AKUMULAČNÍ STĚNY
PRŮBĚHY TEPLOT DEN/NOC




Účinnost
ucinnost
t [°C]
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
80
70
60
50
40
30
20
10
0
14-VII.
15-VII.
16-VII.
17-VII.
18-VII.
19-VII.
20-VII.
21-VII.
22-VII.
23-VII.
24-VII.
25-VII.
26-VII.
27-VII.
datum
SG1-ucinnost
SG2-ucinnost
SG3-ucinnost
Heliostar Ucinnost
H:Teplota-AKU3 horni
D:Teplota-AKU1 horni


Teploty (AKU3,abs) / učinnost SG-2
teplota
55
50
45
40
35
30
25
20
15
40%
35%
30%
25%
20%
15%
10%
5%
0%
účinnost
14.7.2007 0:00
15.7.2007 0:00
16.7.2007 0:00
17.7.2007 0:00
18.7.2007 0:00
19.7.2007 0:00
20.7.2007 0:00
21.7.2007 0:00
22.7.2007 0:00
23.7.2007 0:00
24.7.2007 0:00
25.7.2007 0:00
26.7.2007 0:00
27.7.2007 0:00
datum
T_prum_interier
T_prum_vstup-vystupSG2
H:Teplota-AKU3 horni
J:Teplota-AKU3 dolni
SG3_ucinnost z priamej
ucinnost z celkovej

PŘÍKON, VÝKON, ÚČINNOSTI



FOTOVOLTAIKA VE SKLENÍKU

ENKI, o.p.s., Dukelská 145, Třeboň, 379 01, www.enki.cz

FOTOVOLTAIKA VE SKLENÍKU

VÝSLEDKY VE ZKUŠEBNÍM PROVOZU

- přijatelná vnitřní teplota při extrémních venkovních podmínkách a slunečním ozáření jižní fasády
- minimální kolísání teplot den/noc s možností nočního přitápění (využití akumulované sluneční energie v zásobnících)
- minimální vystavení rostlin přímé radiaci (převažje pouze difúzní složka)

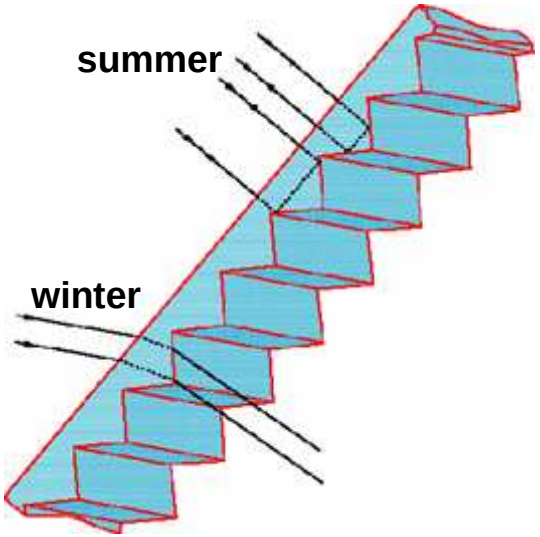
SOUČASTNOST

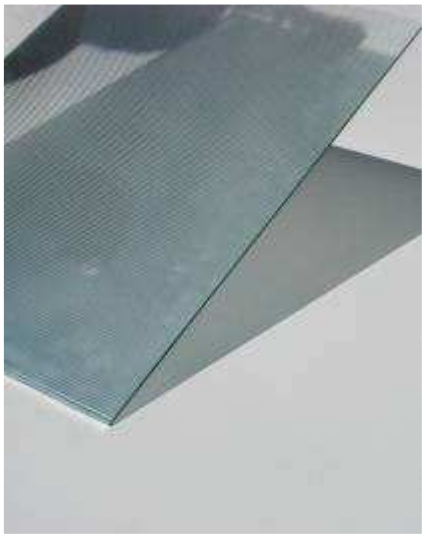
SOUČASTNOST

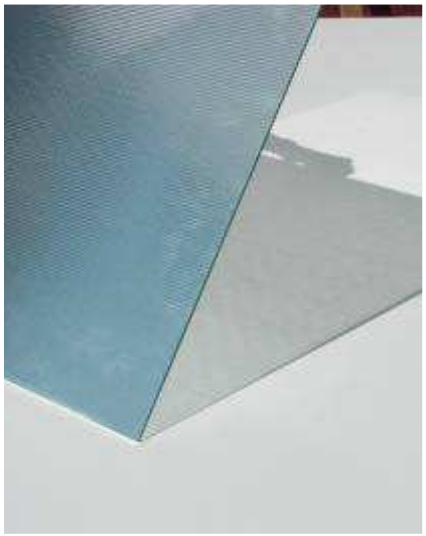
SOUČASTNOST

SOUČASTNOST

PASIVNÍ ODRAZNÉ RASTRY
střešní

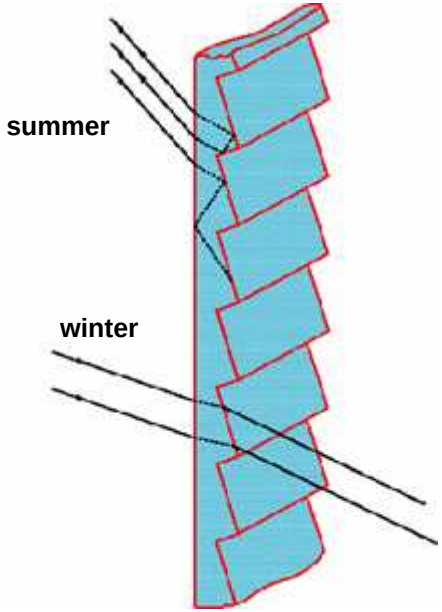




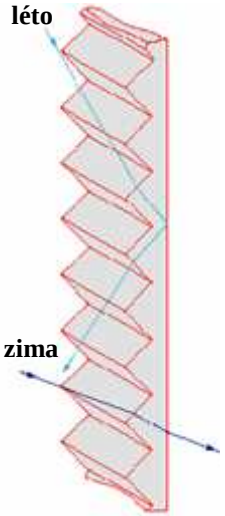


RAYWALL 45

PASIVNÍ ODRAZNÉ RASTRY
fasádní



RAYWALL 90

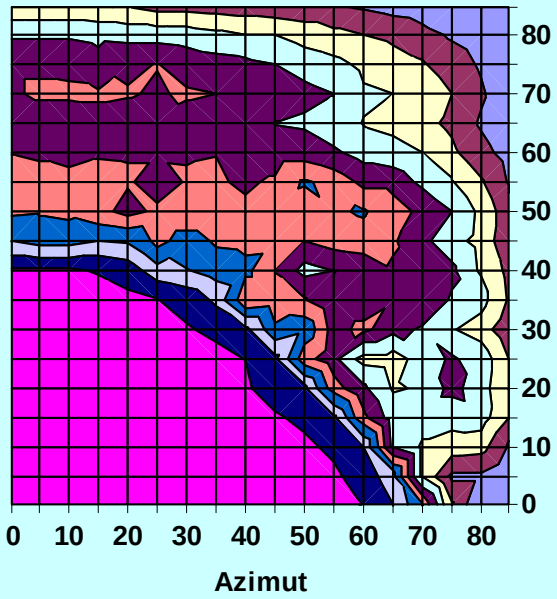


RAYWALL 45 (obráceně)

Propustnost slunečního záření

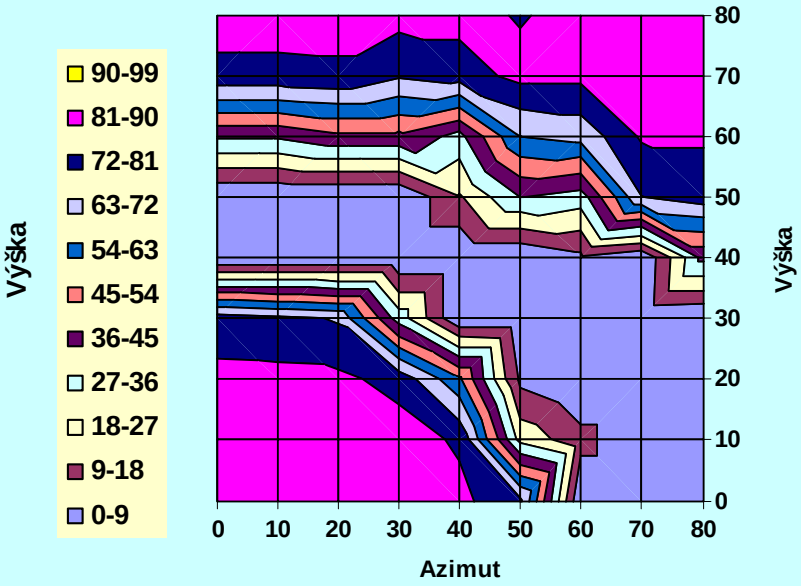
RAYWALL 90

VYPOČTENÉ HODNOTY

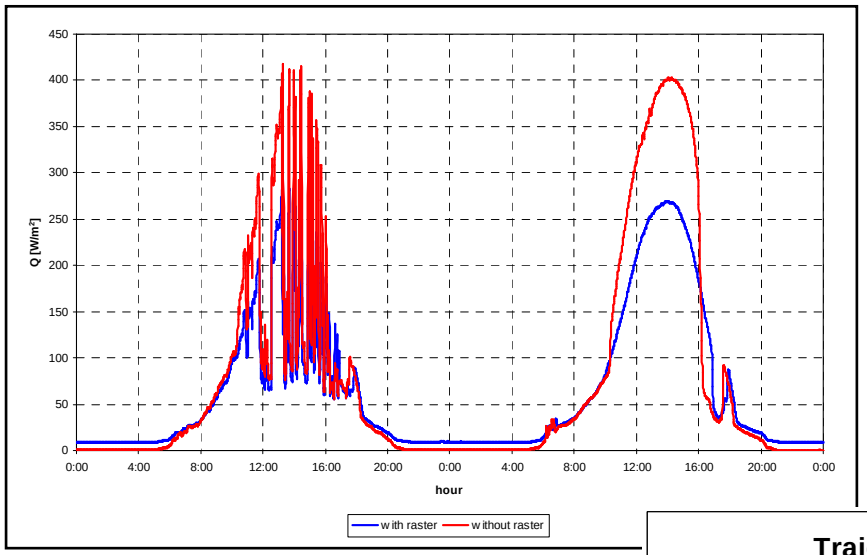


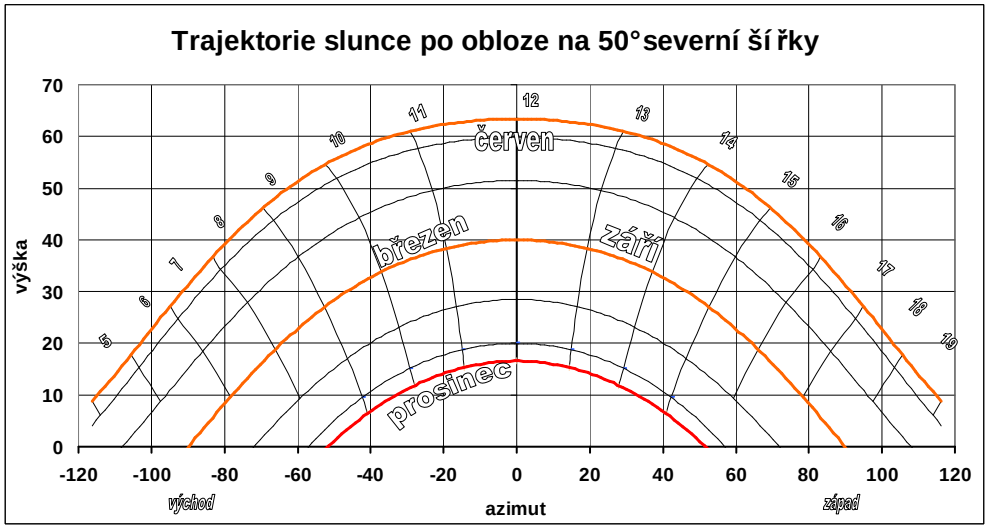
RAYWALL 45 (obráceně)

VYPOČTENÉ HODNOTY



Porovnání propustnosti solární radiace přes raster a čiré sklo





MĚŘENÍ ENERGETICKÝCH CHARAKTERISTIK LINEÁRNÍCH RASTRŮ

Základní součásti simulátoru slunečního svitu:

kolimátor generující soustavu svazků rovnoběžných paprsků s maximální vzájemnou divergencí 0.53°, což odpovídá podmínkám, za nichž přichází záření ze slunce

Vidlicová altazimutální montáž umožňující libovolné nastavení úhlu mezi normálou plochy rastru a kolimátorem simulujícím sluneční záření

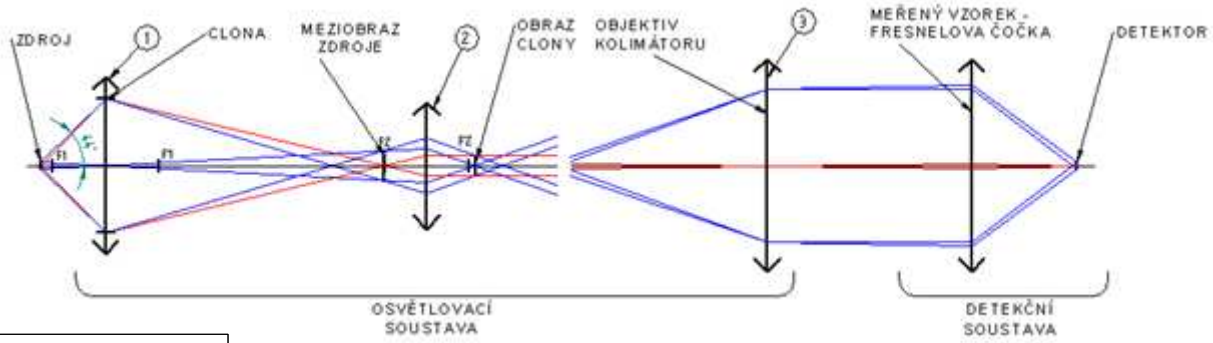
Detektor skenující intenzitu záření ve vhodné vzdálenosti za rastrem

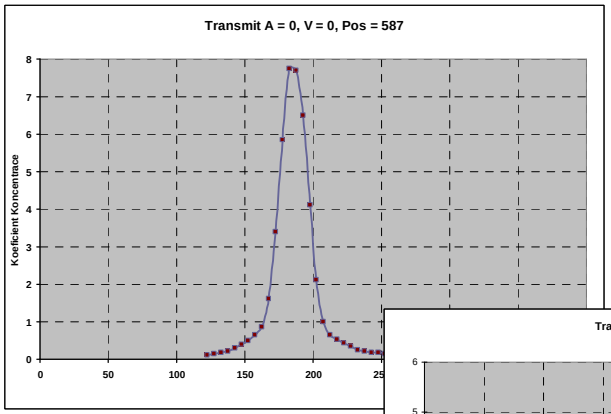
Řídicí a vyhodnocovací program

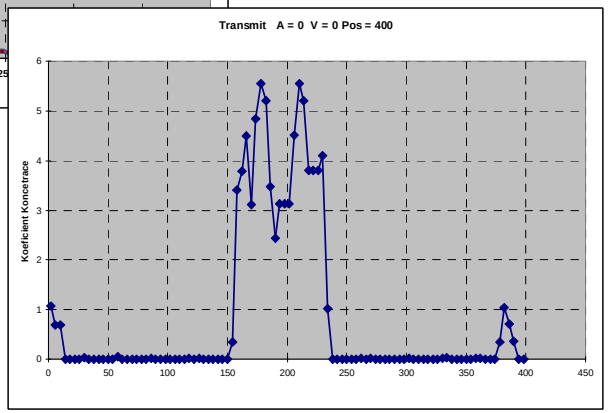
ENKI, o.p.s., Dukelská 145, Třeboň, 379 01, www.enki.cz

MĚŘENÍ ENERGETICKÝCH CHARAKTERISTIK LINEÁRNÍCH RASTRŮ

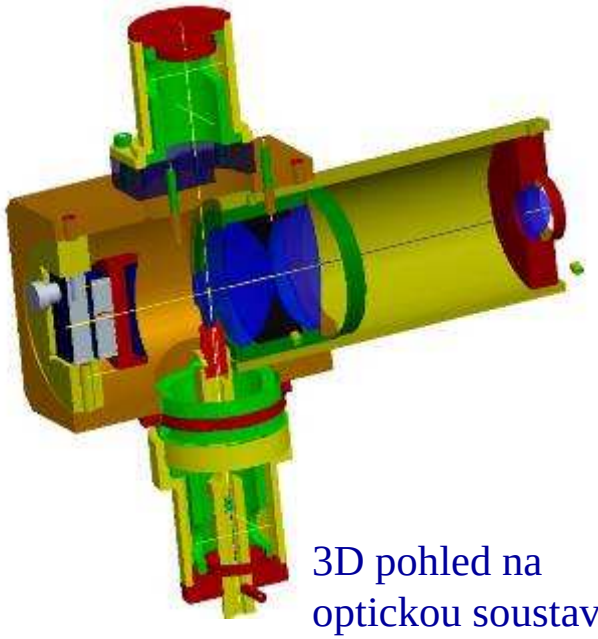
Optické schéma kolimátoru







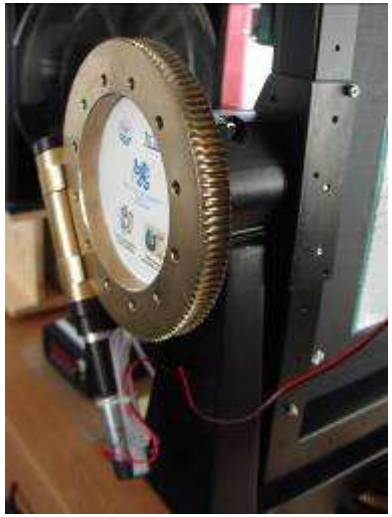
Výsledky měření



3D pohled na optickou soustavu

ENKI, o.p.s., Dukelská 145, Třeboň, 379 01, www.enki.cz

MĚŘENÍ ENERGETICKÝCH CHARAKTERISTIK LINEÁRNÍCH RASTRŮ

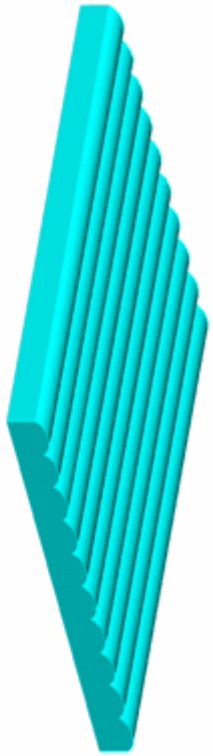


VÝPOČET ENERGETICKÝCH CHARAKTERISTIK LINEÁRNÍCH RASTRŮ

Přehled tvarů rastrů

Rovinné plochy

Čočky



Fresnelova čočka

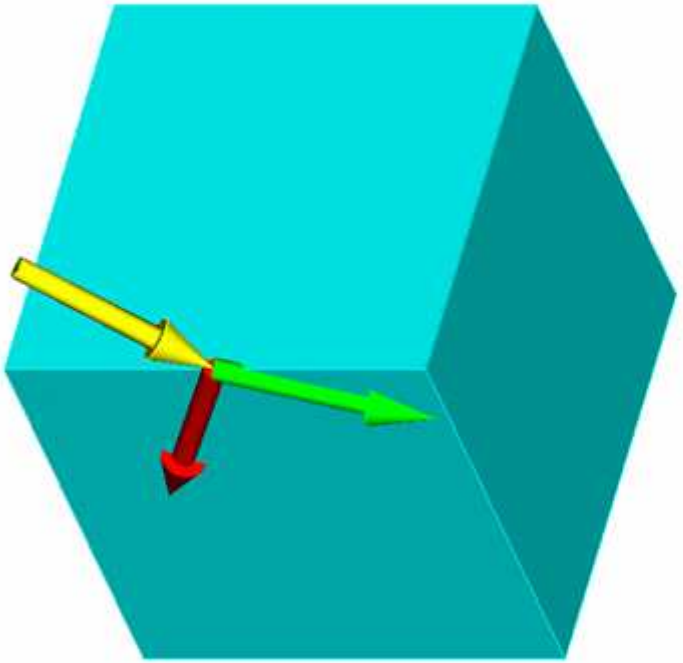
Paprsek na rozhraní

- Zákon odrazu

$$\alpha_1 = \alpha_2$$

- Zákon lomu

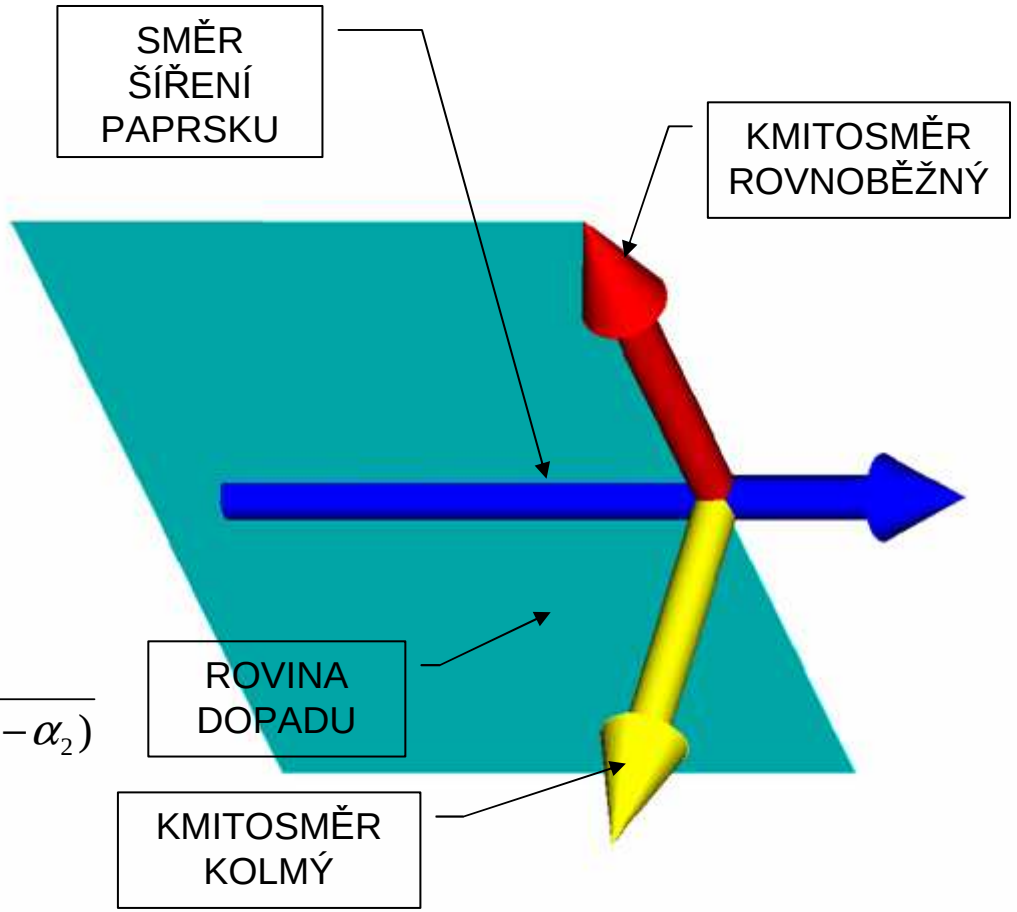
$$n_1 \cdot \sin\alpha_1 = n_2 \cdot \sin\alpha_2$$



Odrazivost a propustnost

- Odrazivost

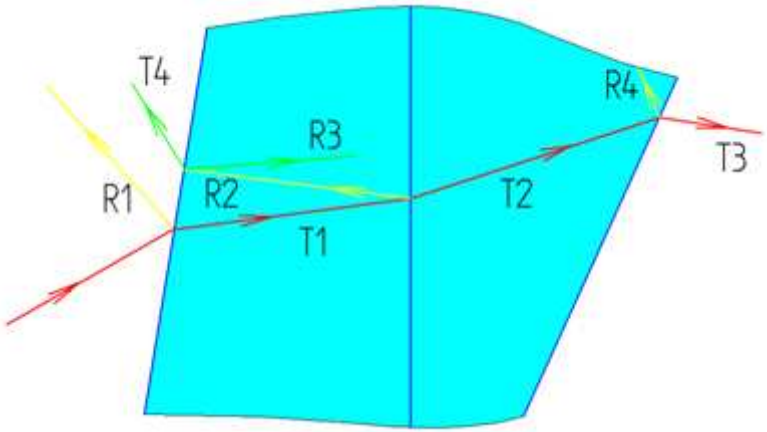
$$R_{ROVNOBEZNA} = \frac{tg^2(\alpha_1 - \alpha_2)}{tg^2(\alpha_1 + \alpha_2)}$$



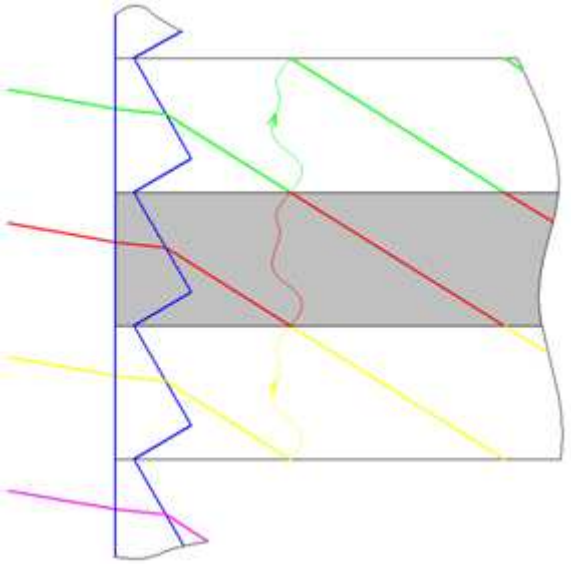
- Propustnost

$$T_{RONOBEZNA} = \frac{\sin 2\alpha_1 \cdot \sin 2\alpha_2}{\sin^2(\alpha_1 + \alpha_2) \cdot \cos^2(\alpha_1 - \alpha_2)}$$

Princip výpočtu



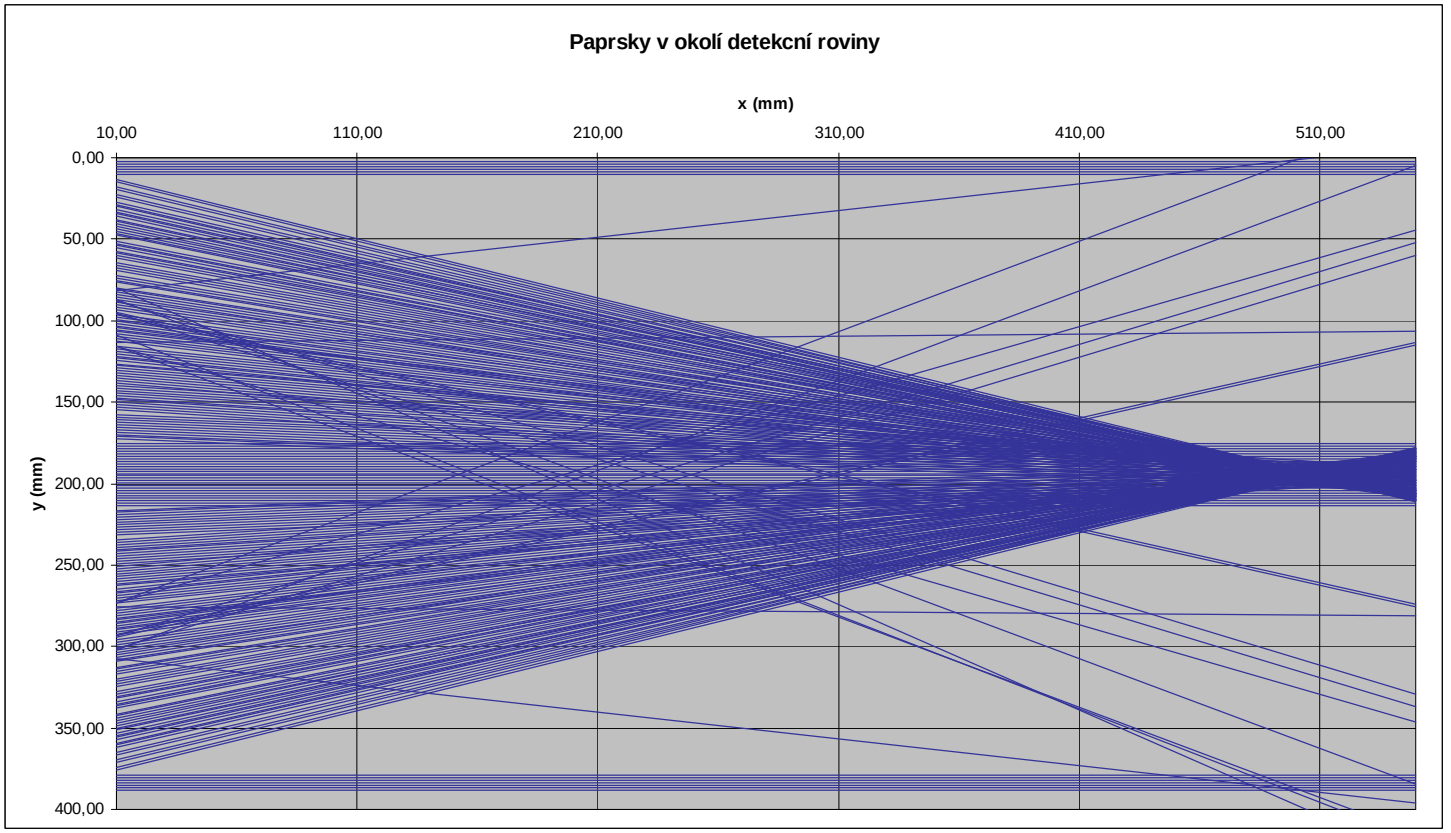
Šíření paprsků systémem



Sledování paprsků v rámci výpočetního prostoru

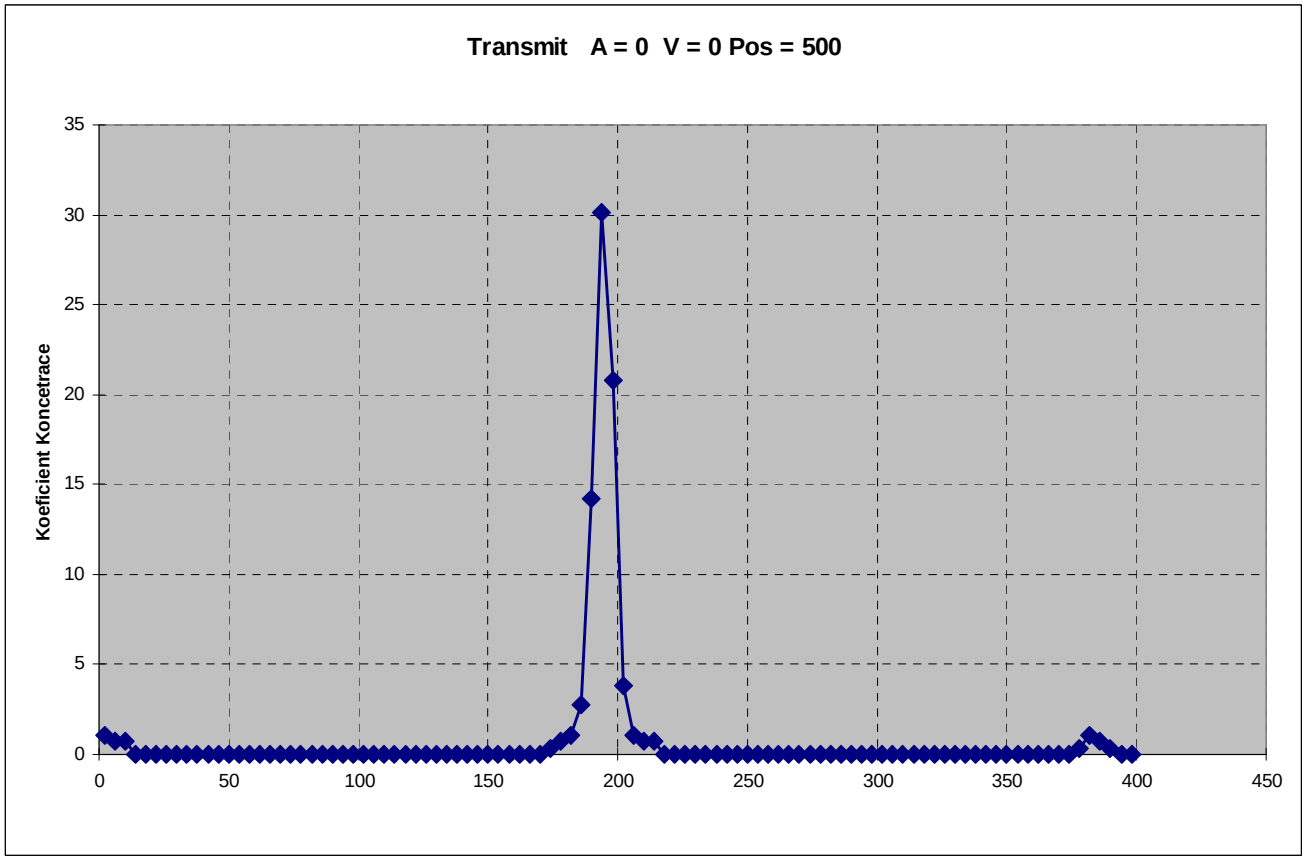
Zobrazení směru paprsků

Směr paprsků v okolí zastavovací roviny



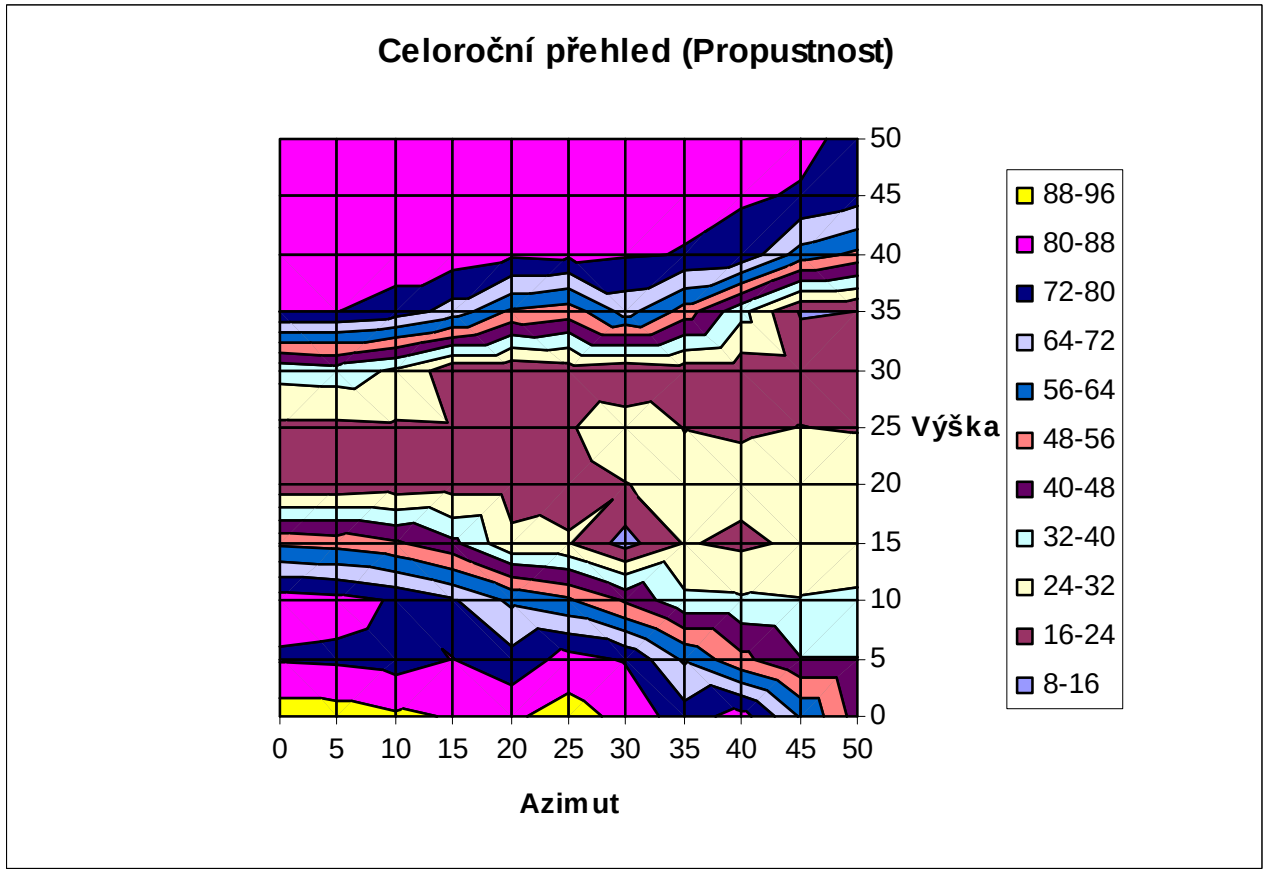
Graf odrazivosti

Hodnota koeficientu koncentrace v zastavovací rovině

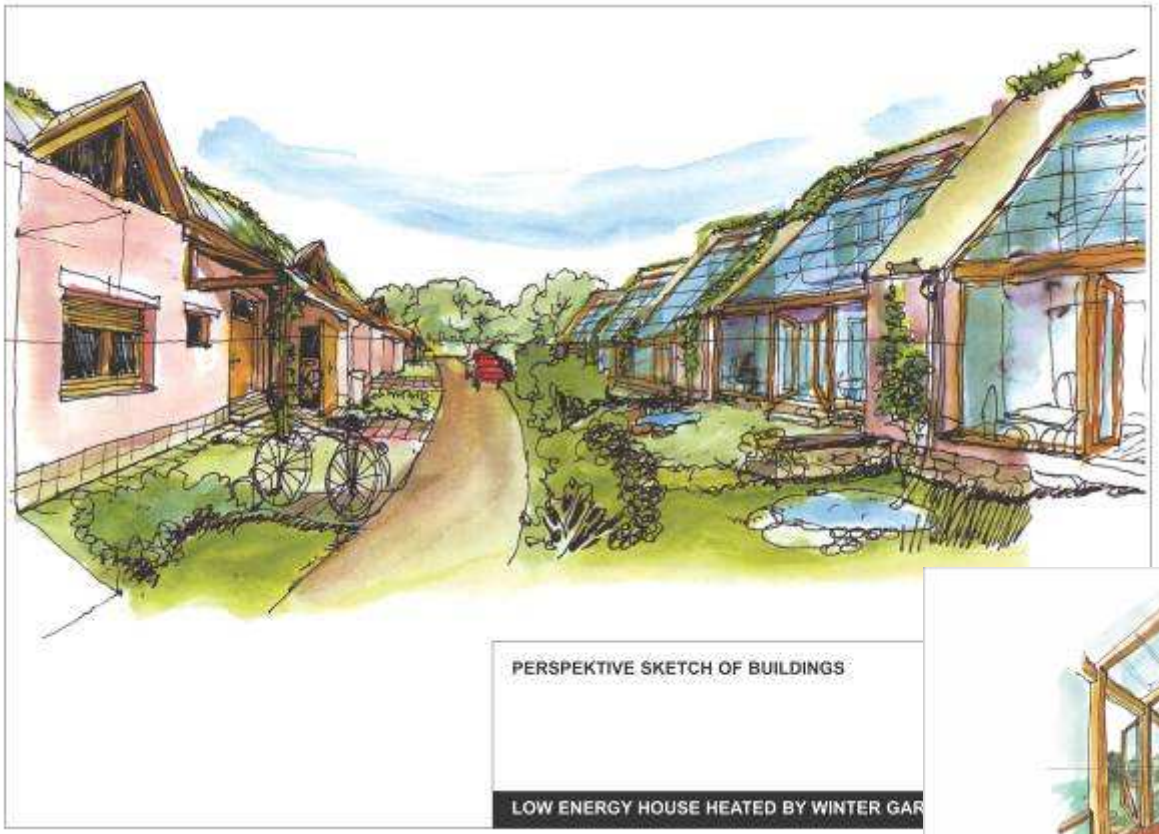


Celoroční přehled

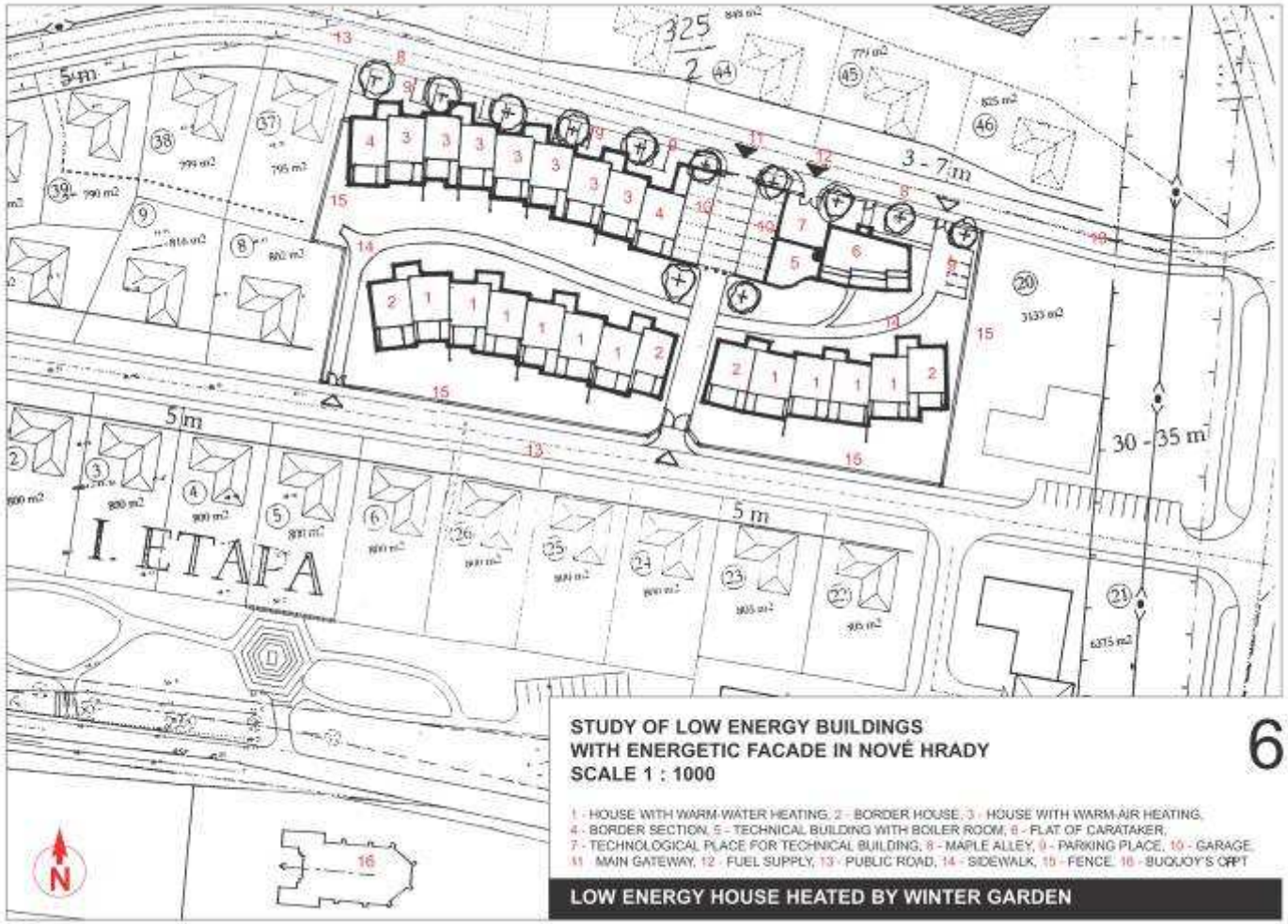
Zobrazení propustnosti pro vybraný rozsah výšek a azimutů



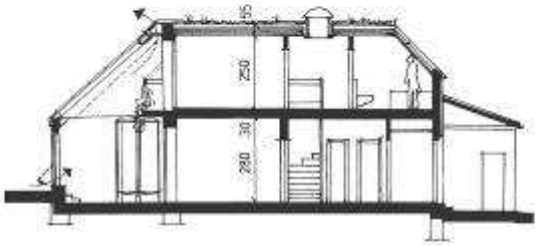
Sídliště rodinných domků pro Nové Hrady



Původní lokalizace sídliště

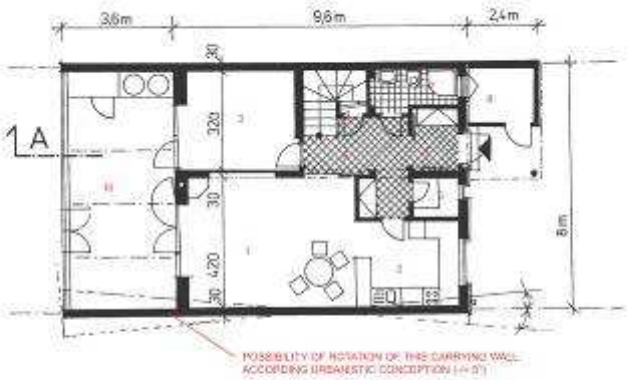


Podélný a příčný řez



SECTION AA
SCALE 1 : 100

LOW ENERGY HOUSE HEATED BY WINTER GARDEN



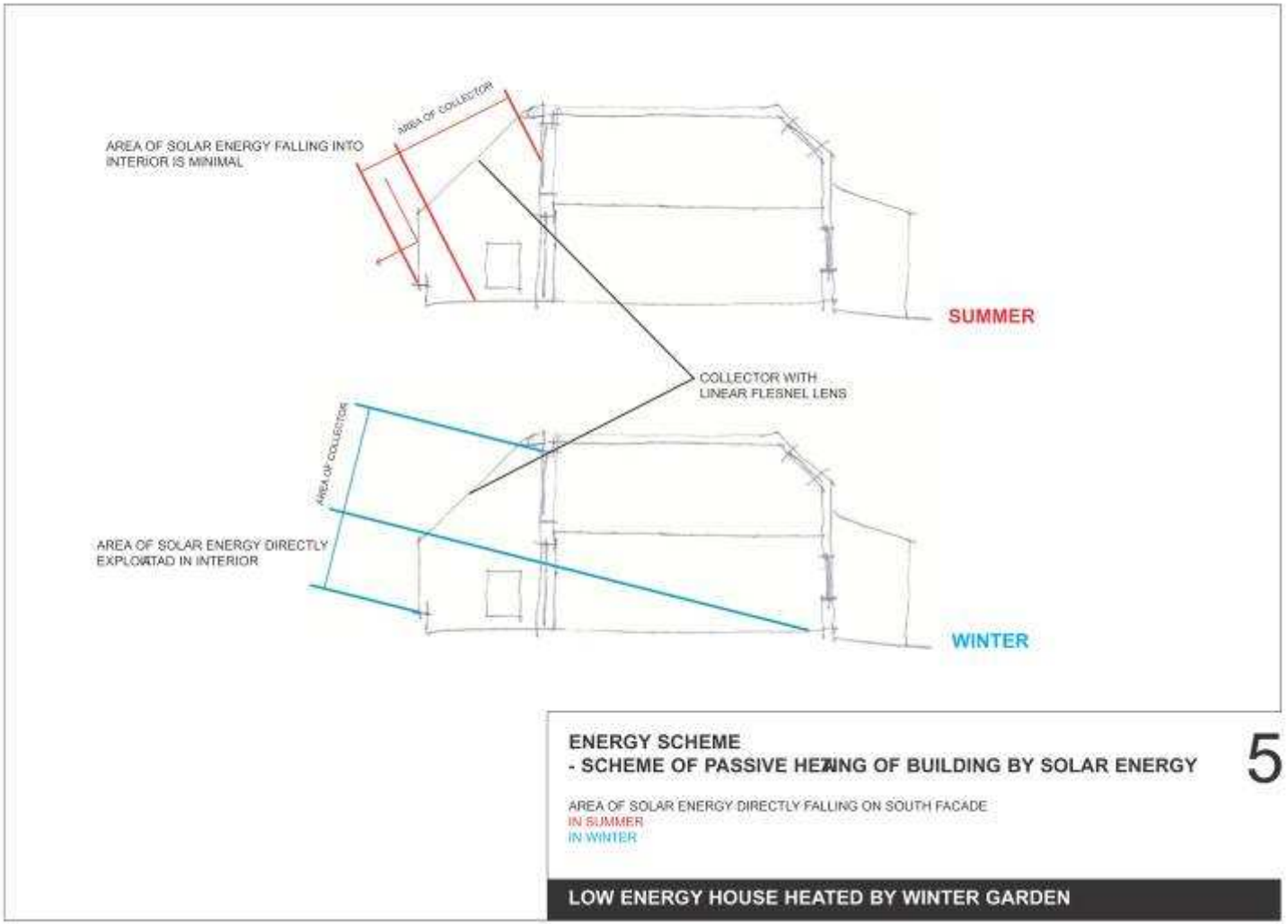
GROUND PLAN OF FIRST FLOOR
SCALE 1 : 100

1

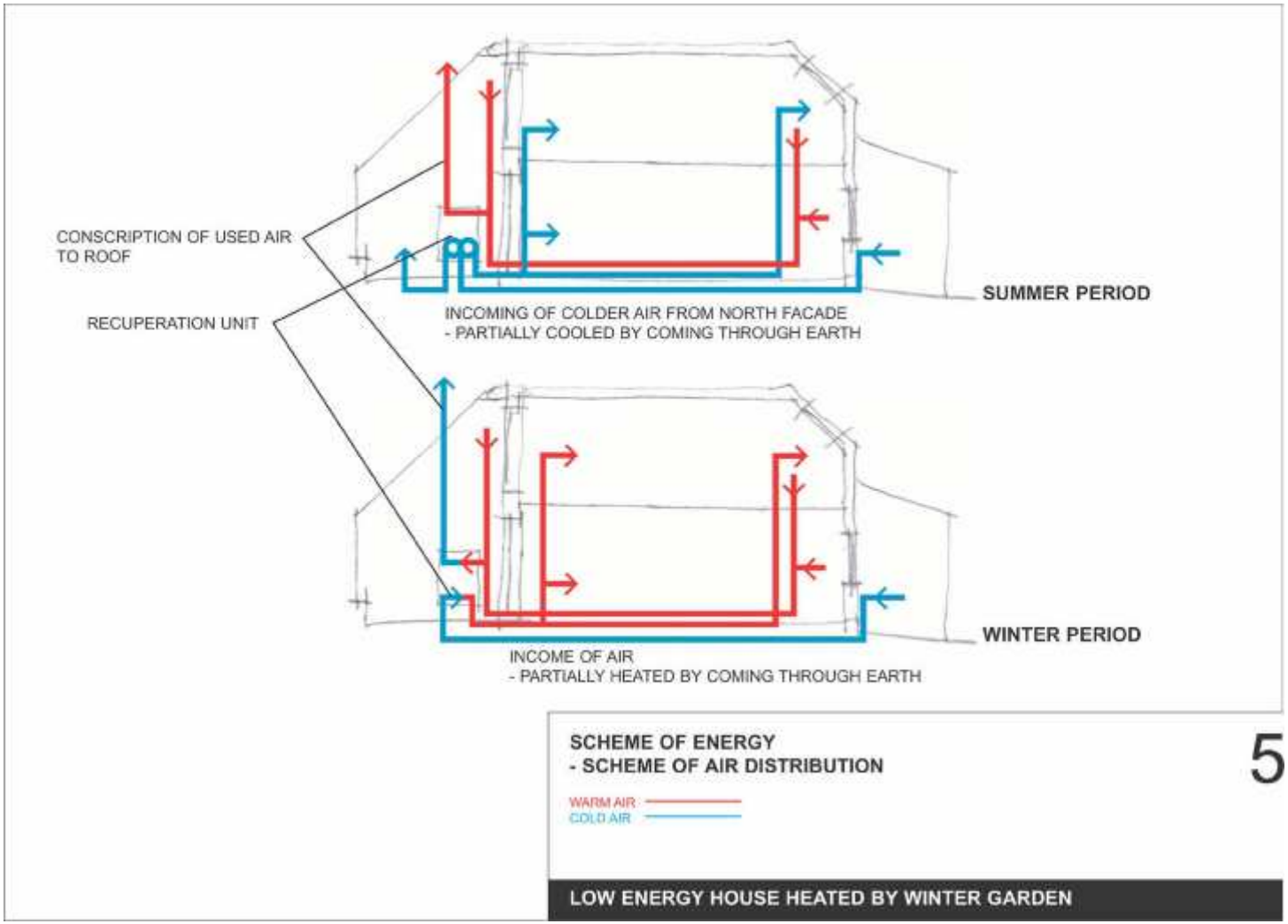
LOW ENERGY HOUSE HEATED BY WINTER GARDEN

Severní a jižní fasáda

Pasivní ohřev domku Sluncem

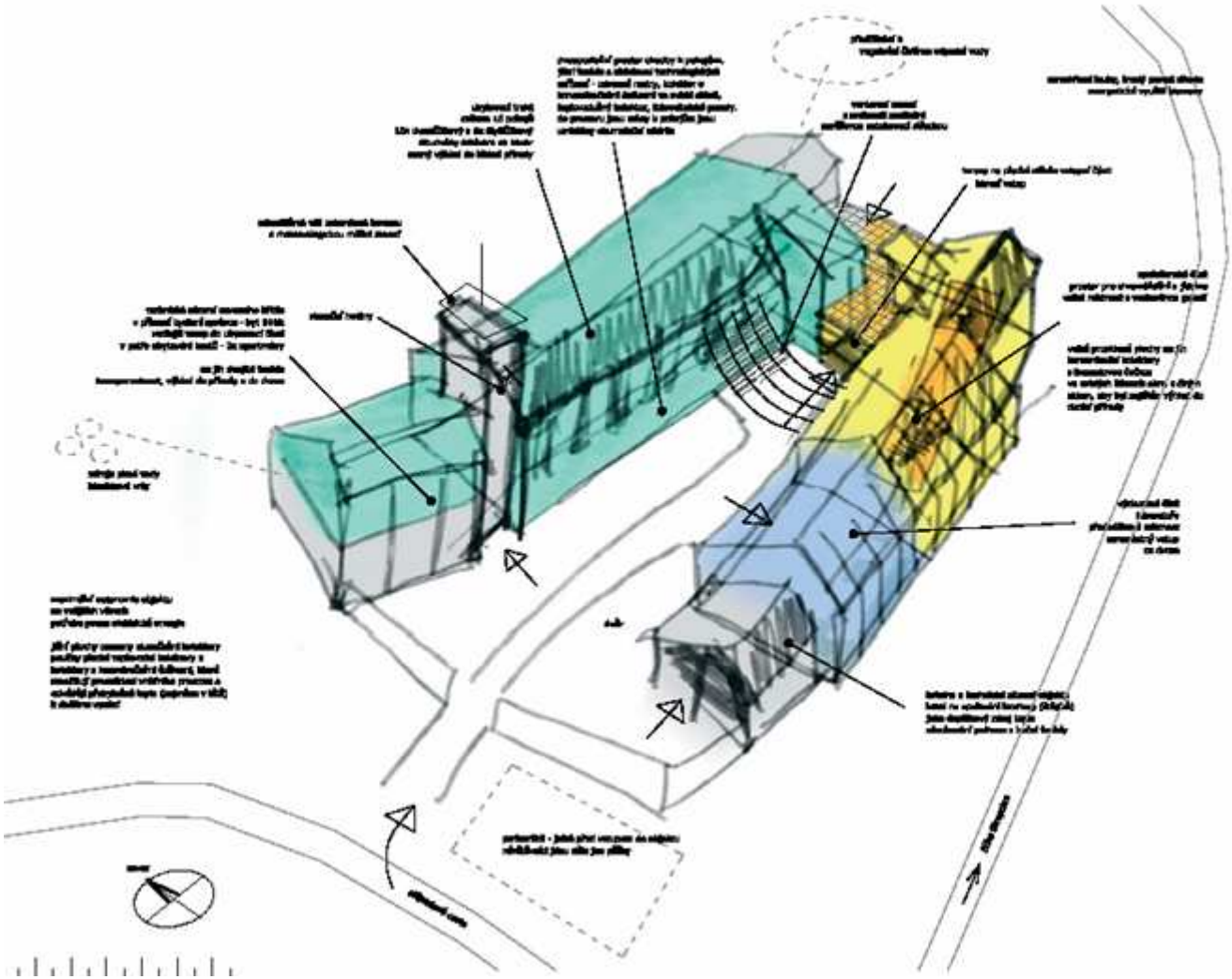


Ventilace a teplovzdušné vytápění

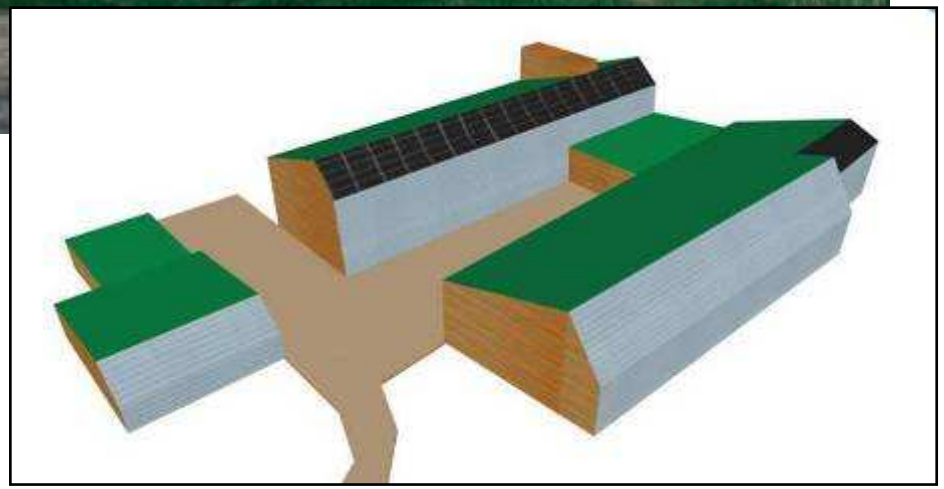


ENKI, o.p.s., Dukelská 145, Třeboň, 379 01, www.enki.cz

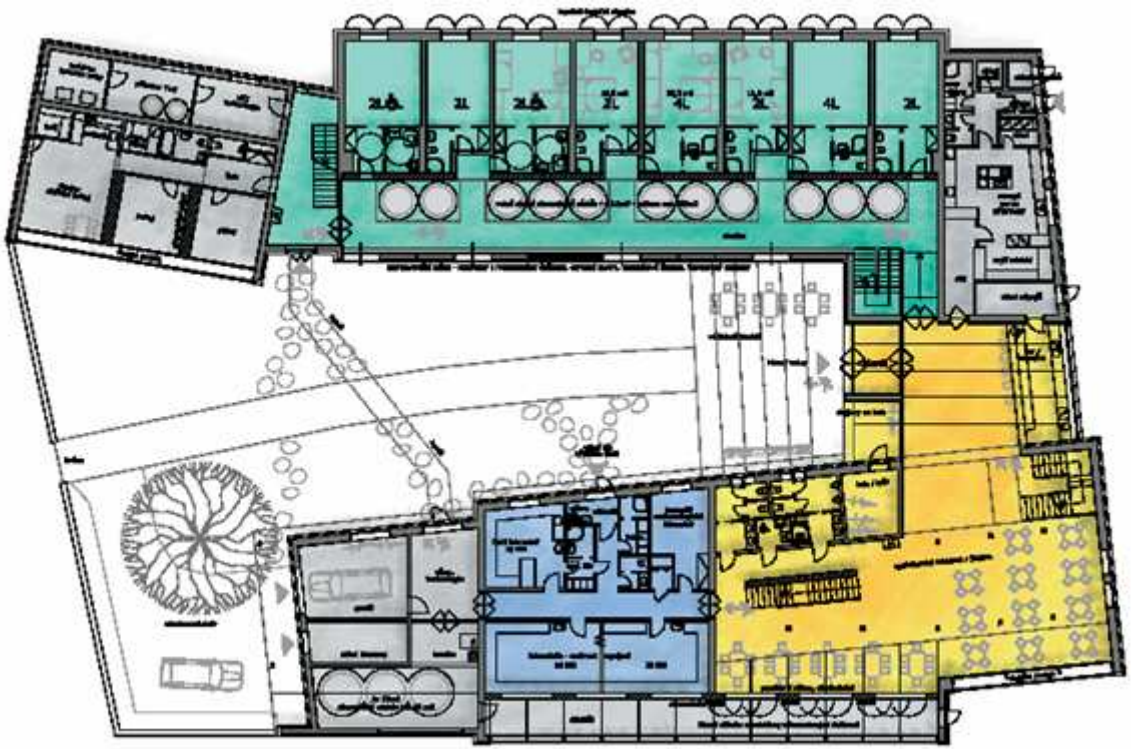
DEMONSTRAČNÍ A ŠKOLÍCÍ STŘEDISKO OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE



ZÁKRES DO FOTOGRAFIE



PŮDORYS PŘÍZEMÍ



ŘEZY

STUDIE VYUŽITELNOSTI DVORA G3 S JEHO ZASTŘEŠENÍM

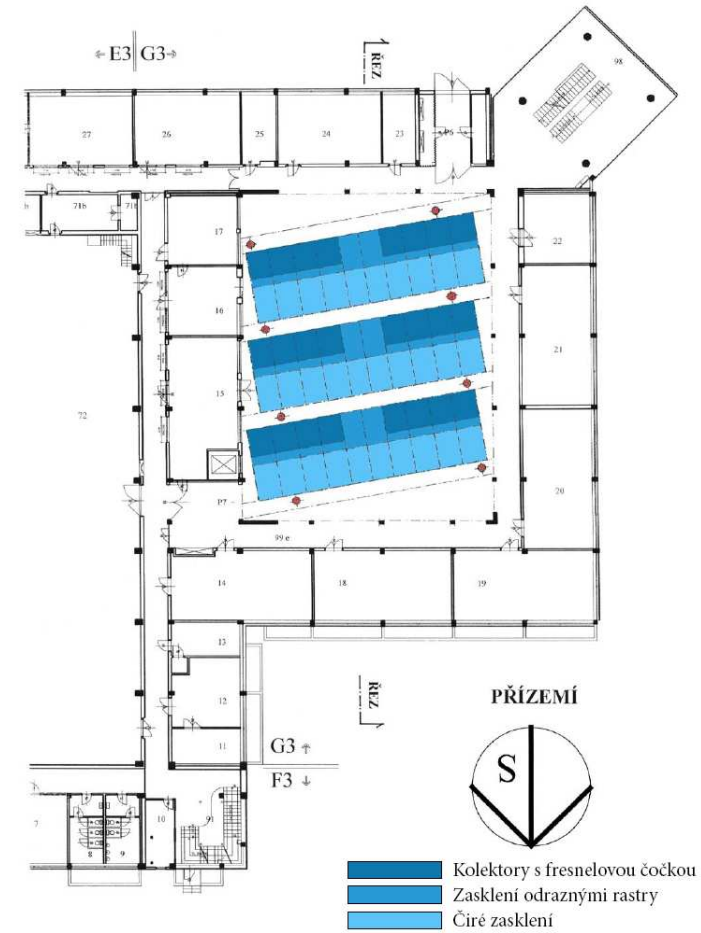


Schéma zastřešení - varianta 2

11/2006

ARCHITEKTONICKÁ DÍLNA

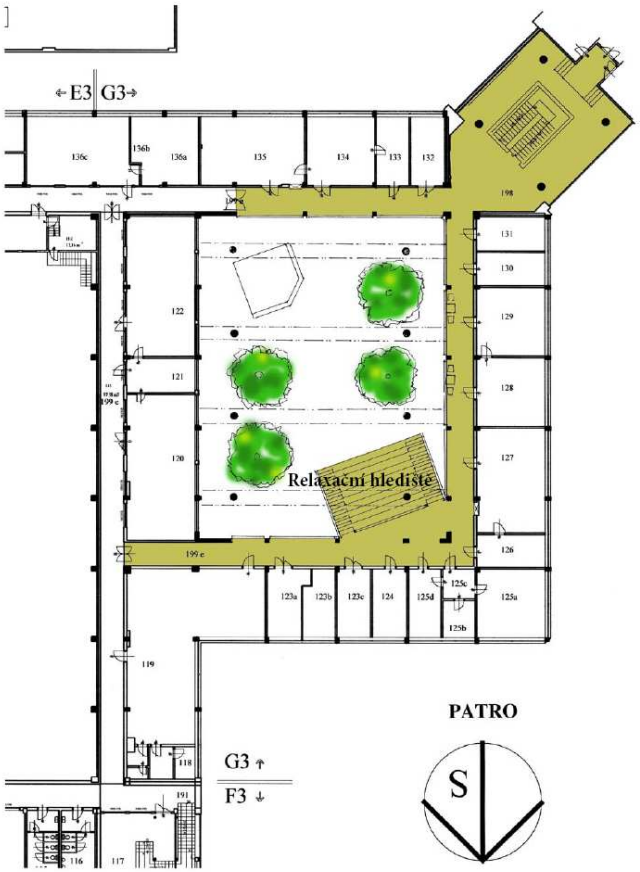
STUDIE VYUŽITELNOSTI DVORA G3 S JEHO ZASTŘEŠENÍM

Půdorys přízemí

11/2006

ARCHITEKTONICKÁ DÍLNA

STUDIE VYUŽITELNOSTI DVORA G3 S JEHO ZASTŘEŠENÍM

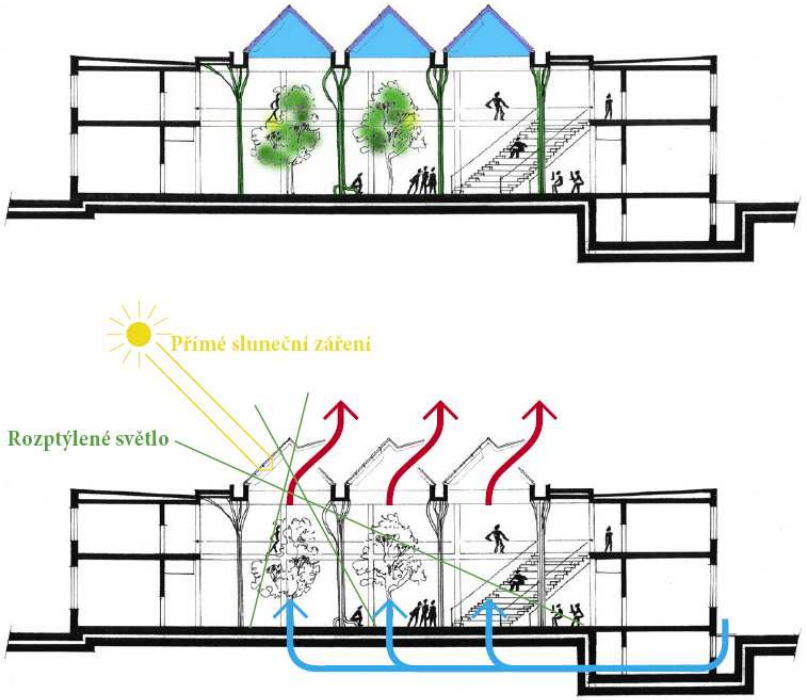


Půdorys patra

11/2006

ARCHITEKTONICKÁ DÍLNA

STUDIE VYUŽITELNOSTI DVORA G3 S JEHO ZASTŘEŠENÍM



Řez, princip oslunění a větrání

11/2006

ARCHITEKTONICKÁ DÍLNA

STUDIE VYUŽITELNOSTI DVORA G3 S JEHO ZASTŘEŠENÍM

Stávající stav

11/2006

ARCHITEKTONICKÁ DÍLNA

ENKI, o.p.s., Dukelská 145, Třeboň, 379 01, www.enki.cz

STUDIE VYUŽITELNOSTI DVORA G3 S JEHO ZASTŘEŠENÍM

Zákres zastřešení do fotografie

11/2006

ARCHITEKTONICKÁ DÍLNA

STUDIE VYUŽITELNOSTI DVORA G3 S JEHO ZASTŘEŠENÍM

Perspektivní skica

11/2006

ARCHITEKTONICKÁ DÍLNA

Vladimír Jirka – ENKI, o.p.s.

Děkuji za pozornost

Provoz a instalace solárních soustav, nejčastější problémy

Ing. Jaroslav Peterka, CSc.

Fakulta umění a architektury
TU v Liberci

kurz "Solární tepelné soustavy 2009"
Třeboň, listopad 2009

1. Provoz solární soustavy

Provoz solární soustavy je proces závislý na:

- **kvalitním návrhu projektanta**
- **řádné bezproblémové montáži dodavatele**
- **dodržení životního stylu obyvatel, pro které byla solární soustava navržena**

Pokud jsou návrh a montáž v pořádku, je provoz víceméně formální záležitostí. Pokud tomu tak není, uživatel se potýká s problémy, které řeší v záruční i pozáruční době, někdy i několik let.

2. Varianty údržby

- Realizace částečně svépomocí
- Realizace „na klíč“
- Realizace rodinné domy
- Realizace velké soustavy

3. Znečištění kolektorů

Znečištění kolektorů

Znečištění kolektorů

Znečištění kolektorů

Znečištění kolektorů

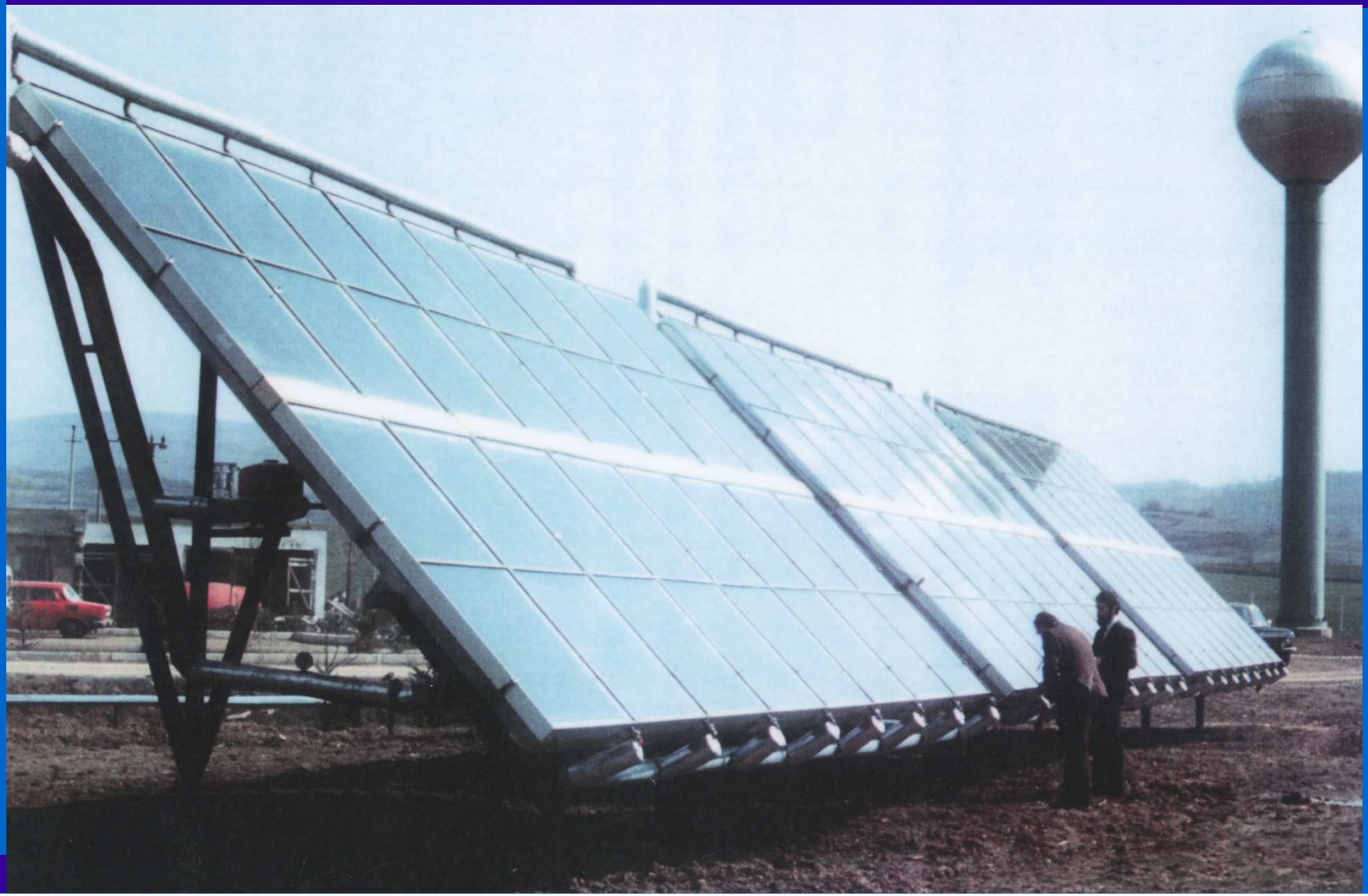
Znečištění kolektorů

Znečištění kolektorů

Znečištění kolektorů

4. Zatékání do kolektorů

5. Stínění kolektorů



Stínění kolektorů

Stínění kolektorů

6. Působení sněhu

Působení sněhu

Působení sněhu

Působení sněhu

Působení sněhu

Působení sněhu

Působení sněhu

Působení sněhu

Působení sněhu

7. Působení větru

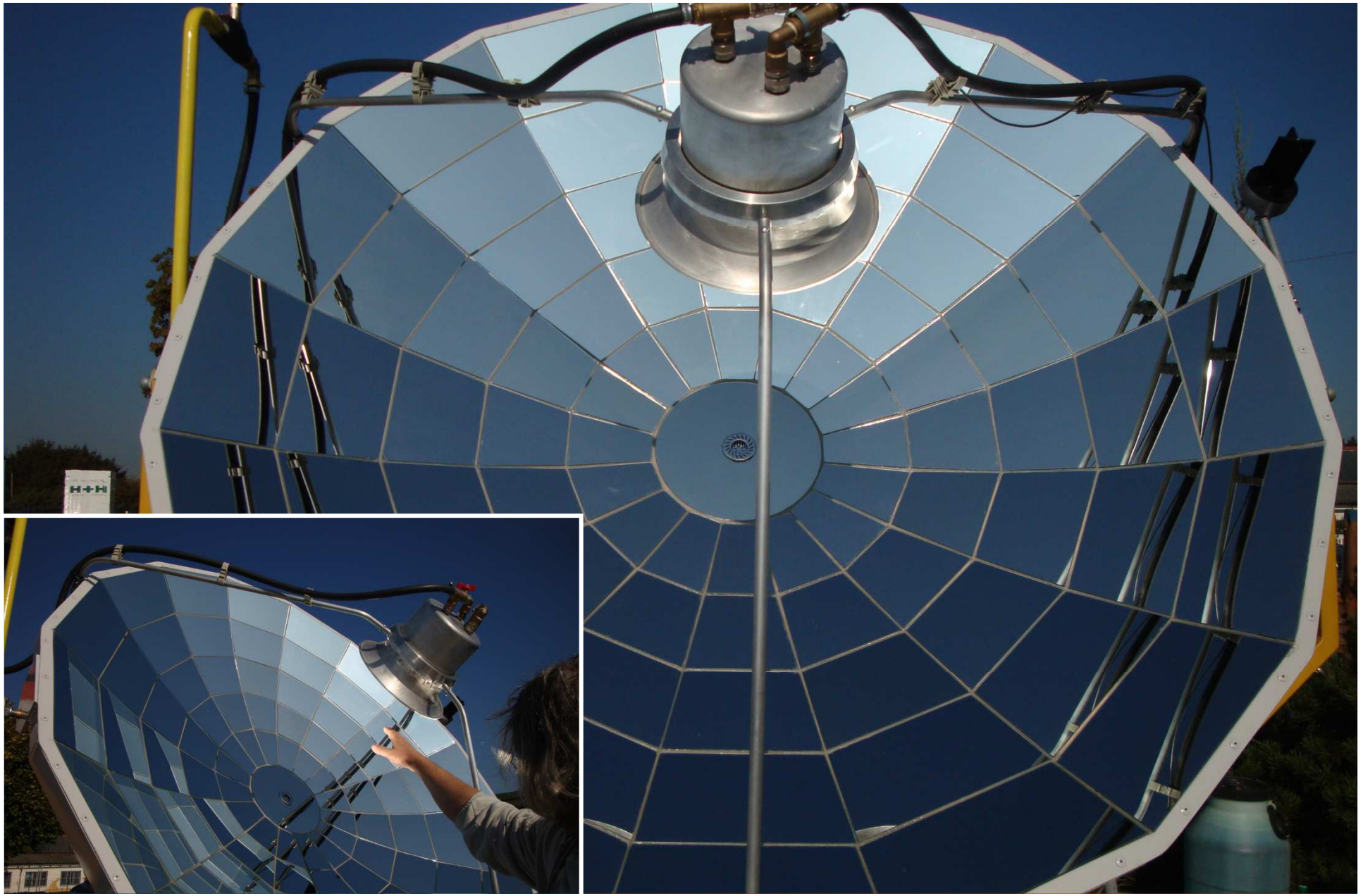
8. Poškození střešního pláště

9. Integrace kolektorů

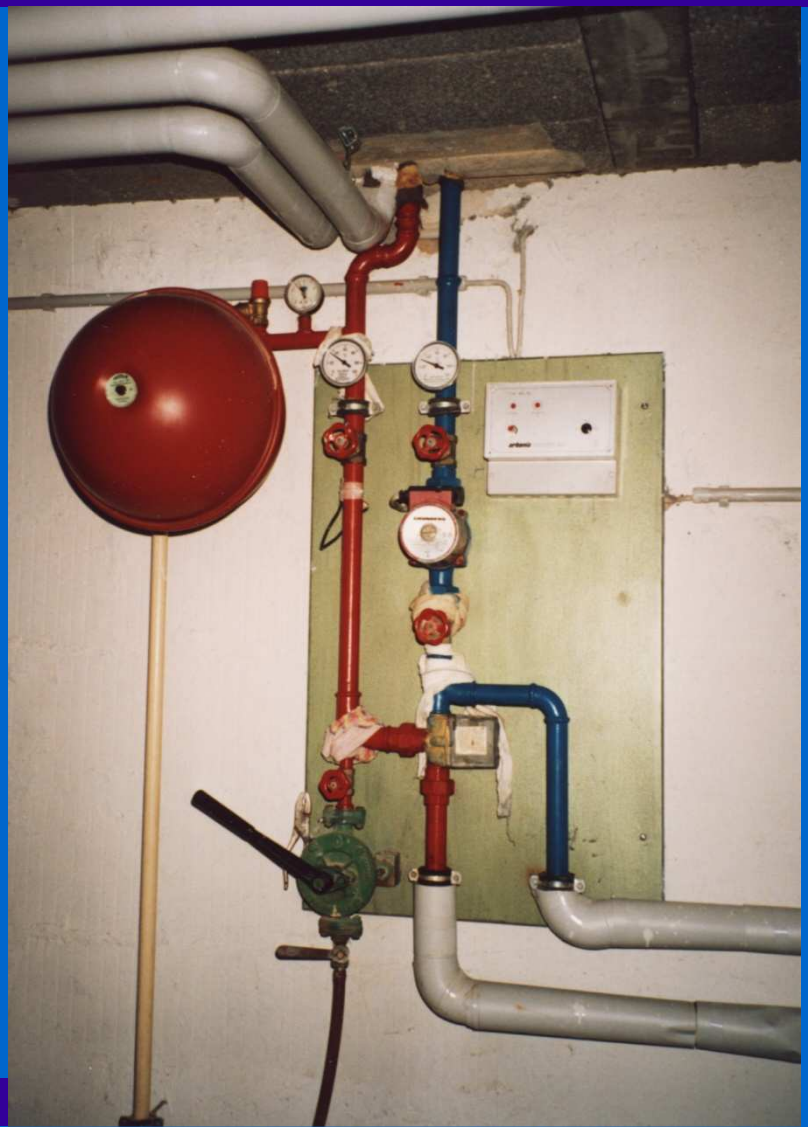
10. Pohyblivé kolektory

Pohyblivé kolektory

Pohyblivé kolektory



11. Technologické zařízení



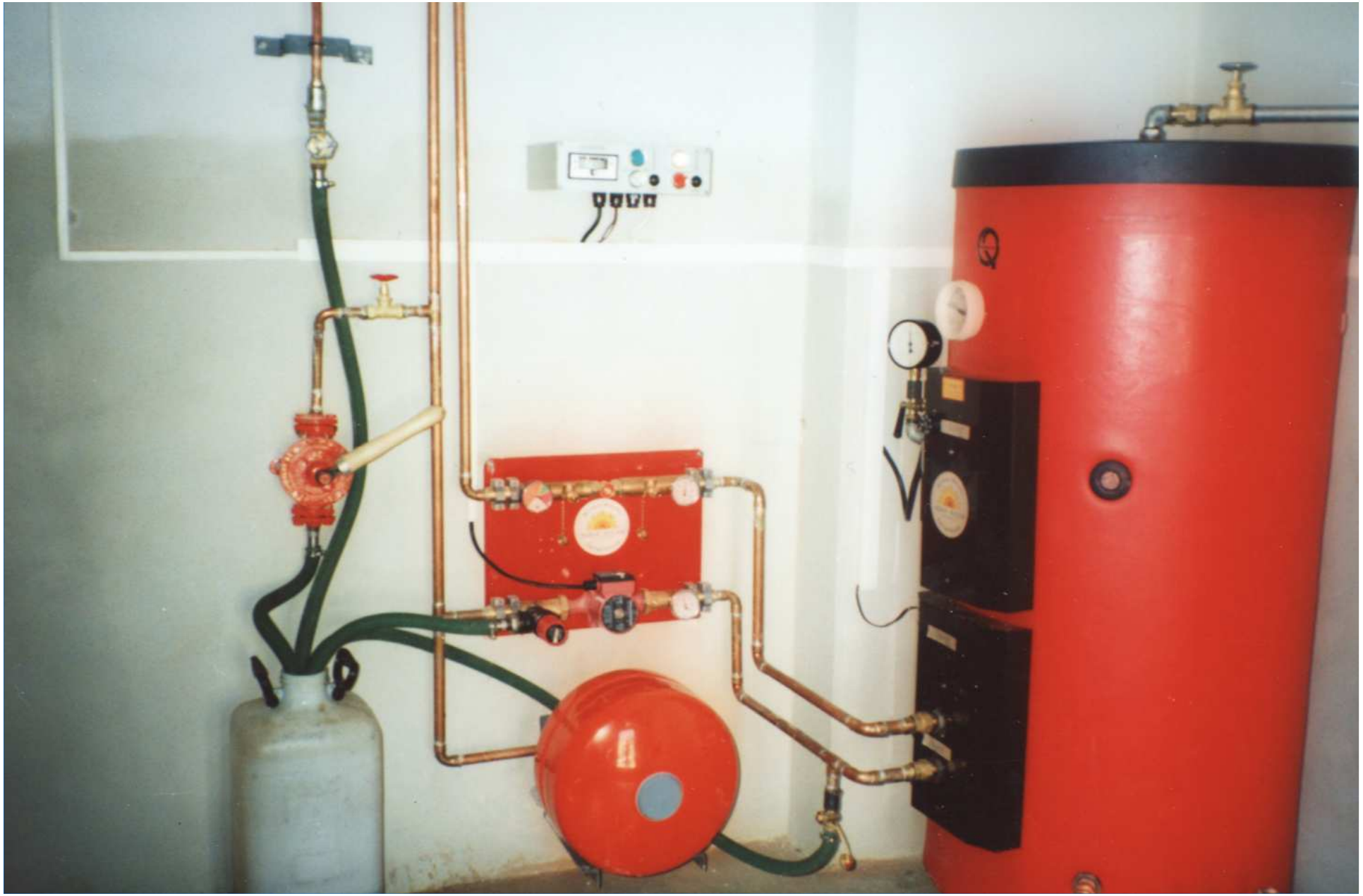
Technologické zařízení

Technologické zařízení

Technologické zařízení

Technologické zařízení

Technologické zařízení



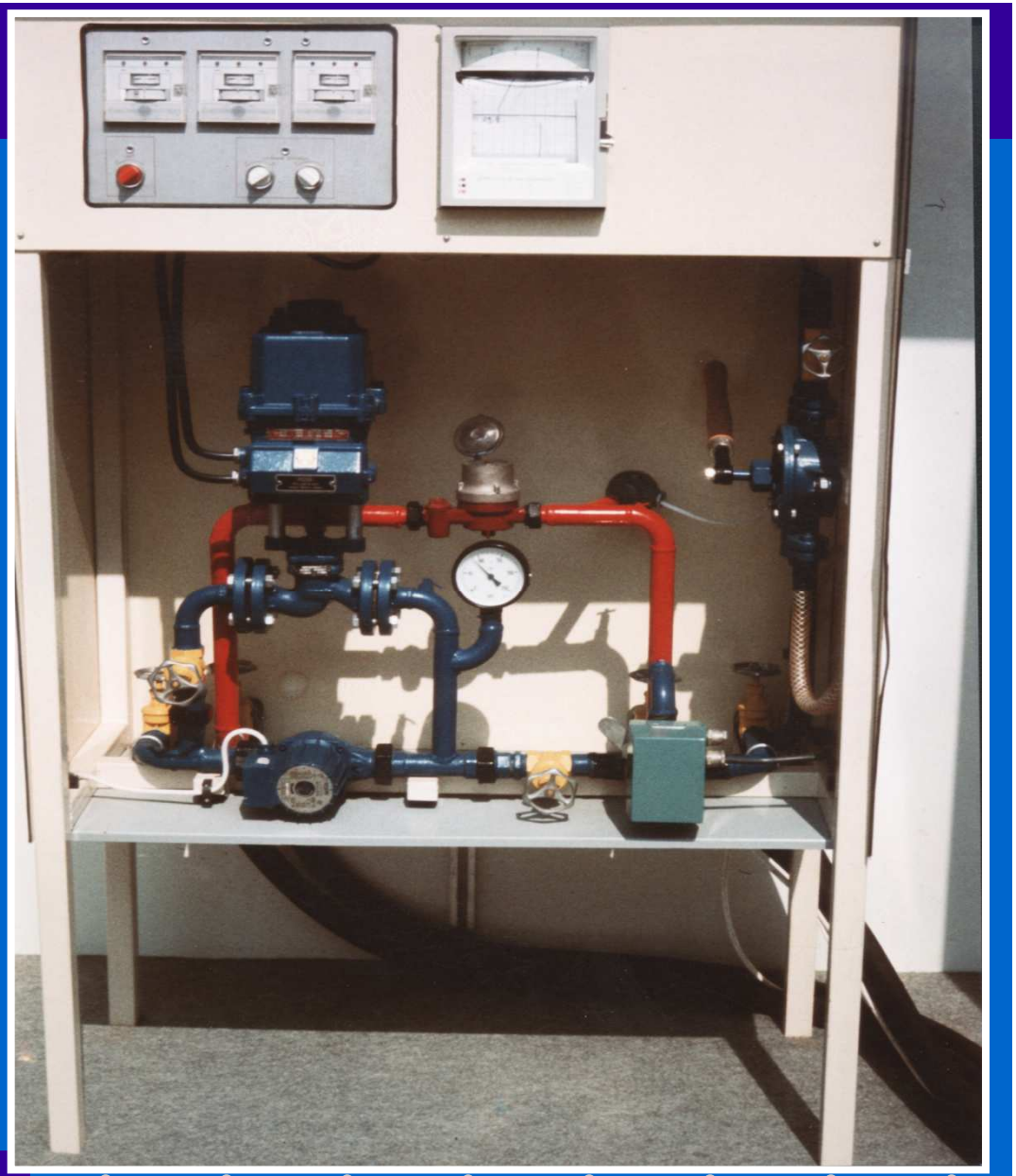
Technologické zařízení

Technologické zařízení

Technologické zařízení

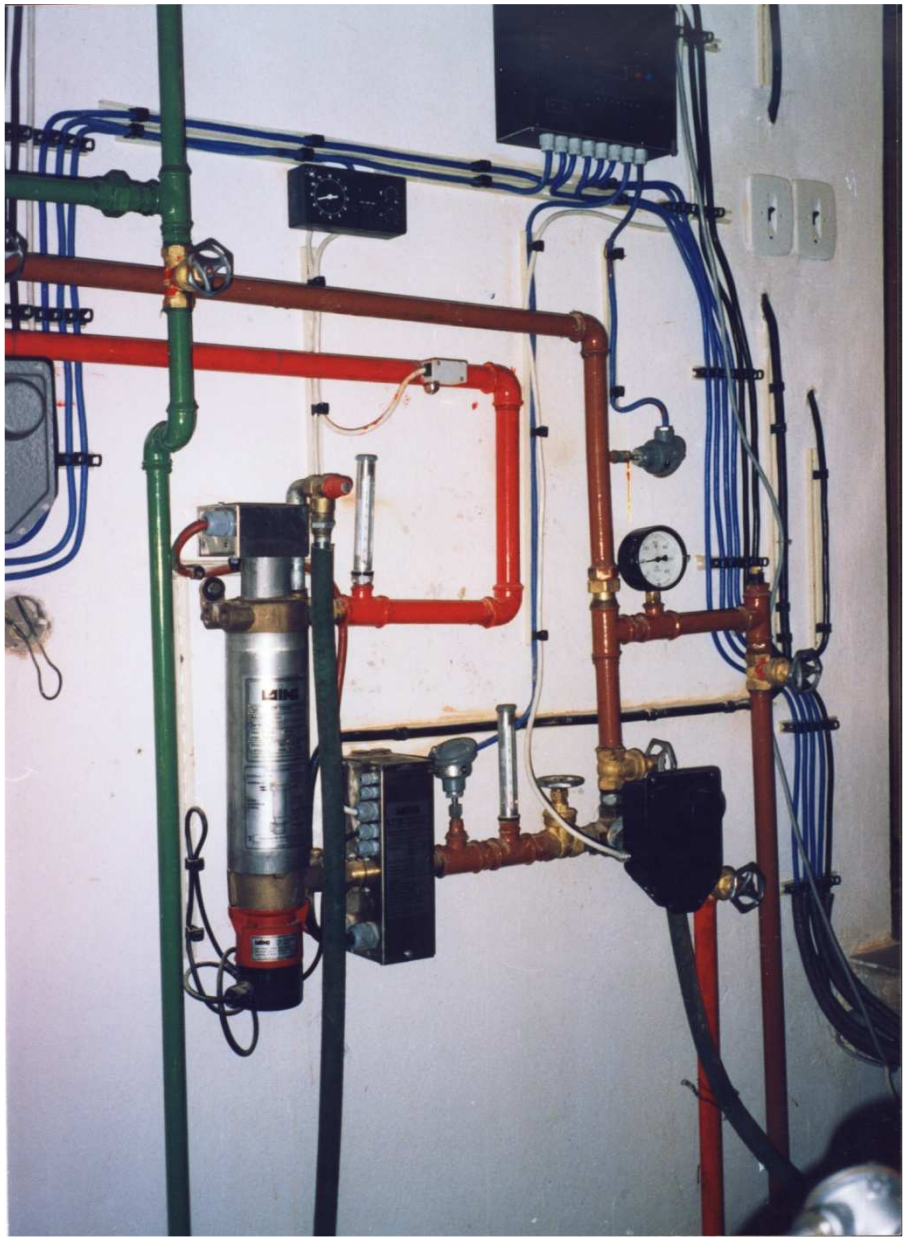
Technologické zařízení

Technologické zařízení

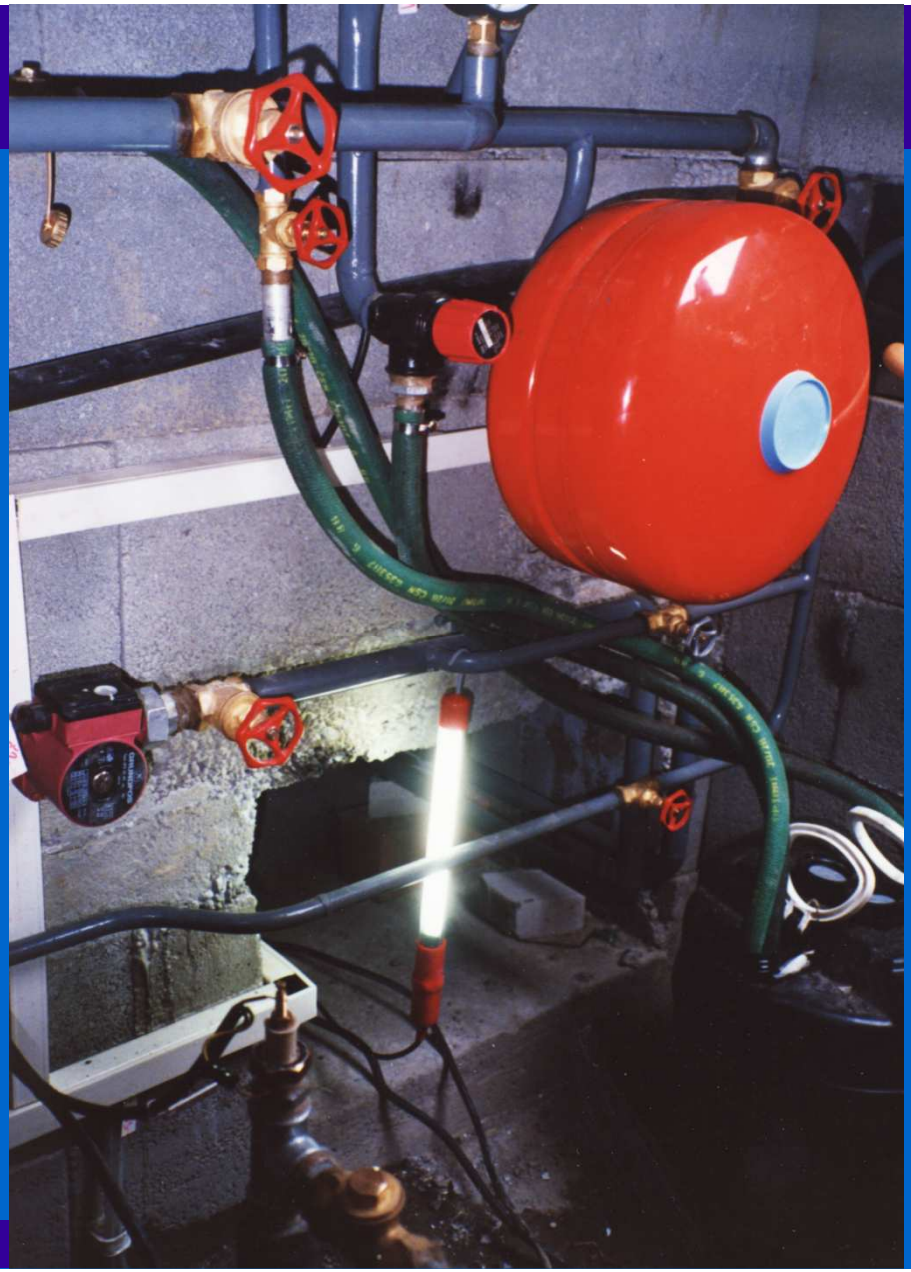


Technologické zařízení

Technologické zařízení

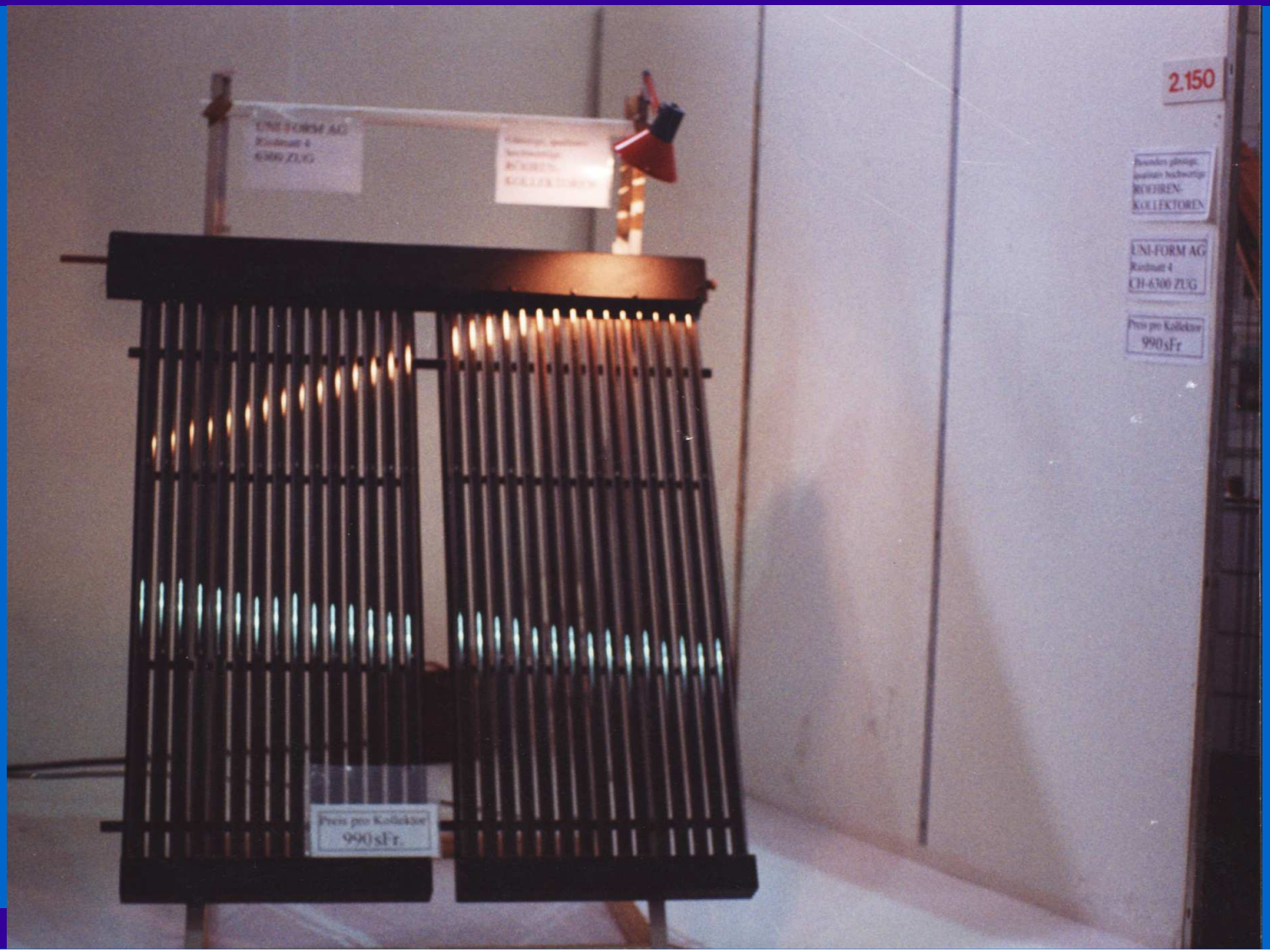


Technologické zařízení



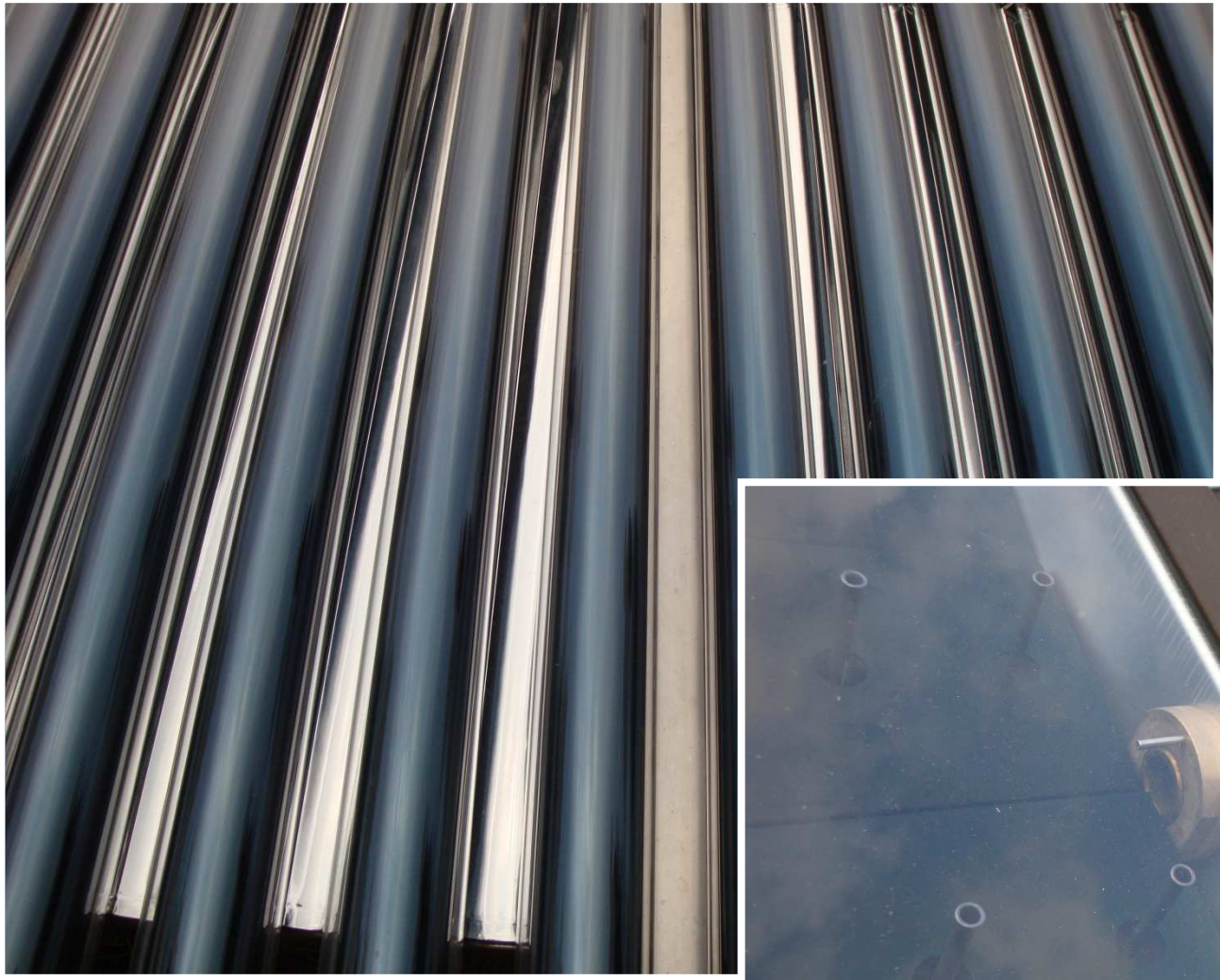
12. Více typů kolektorů

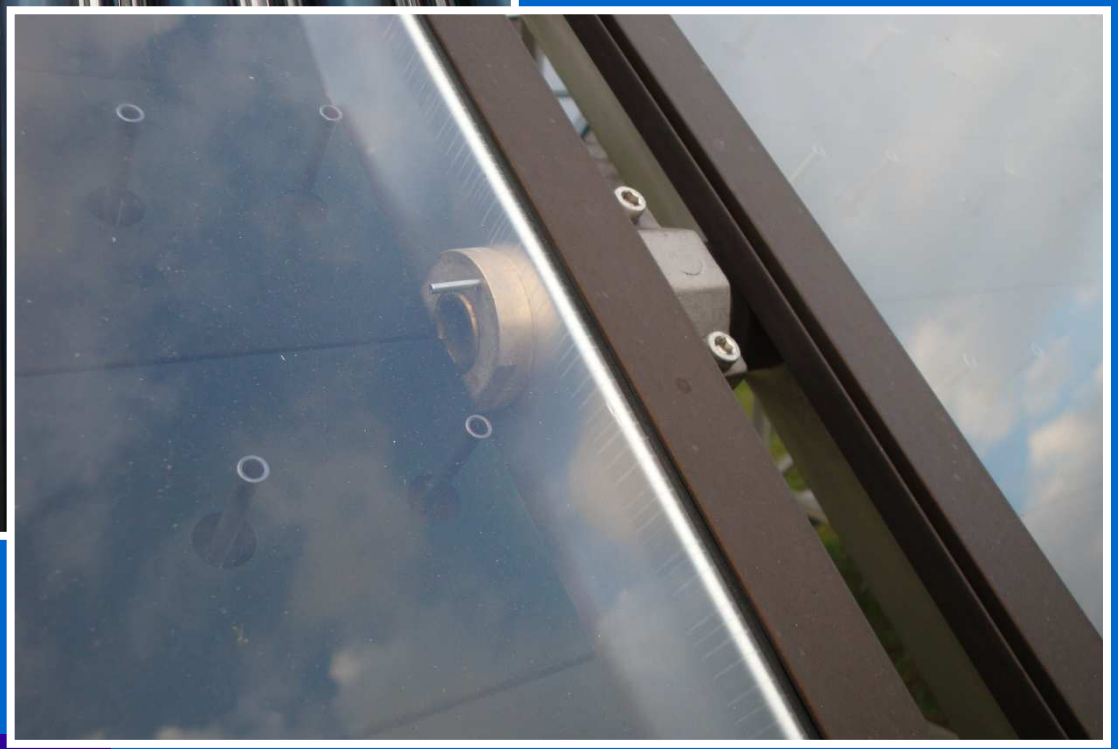
13. Kvalita kolektorů



Kvalita kolektorů

Kvalita kolektorů



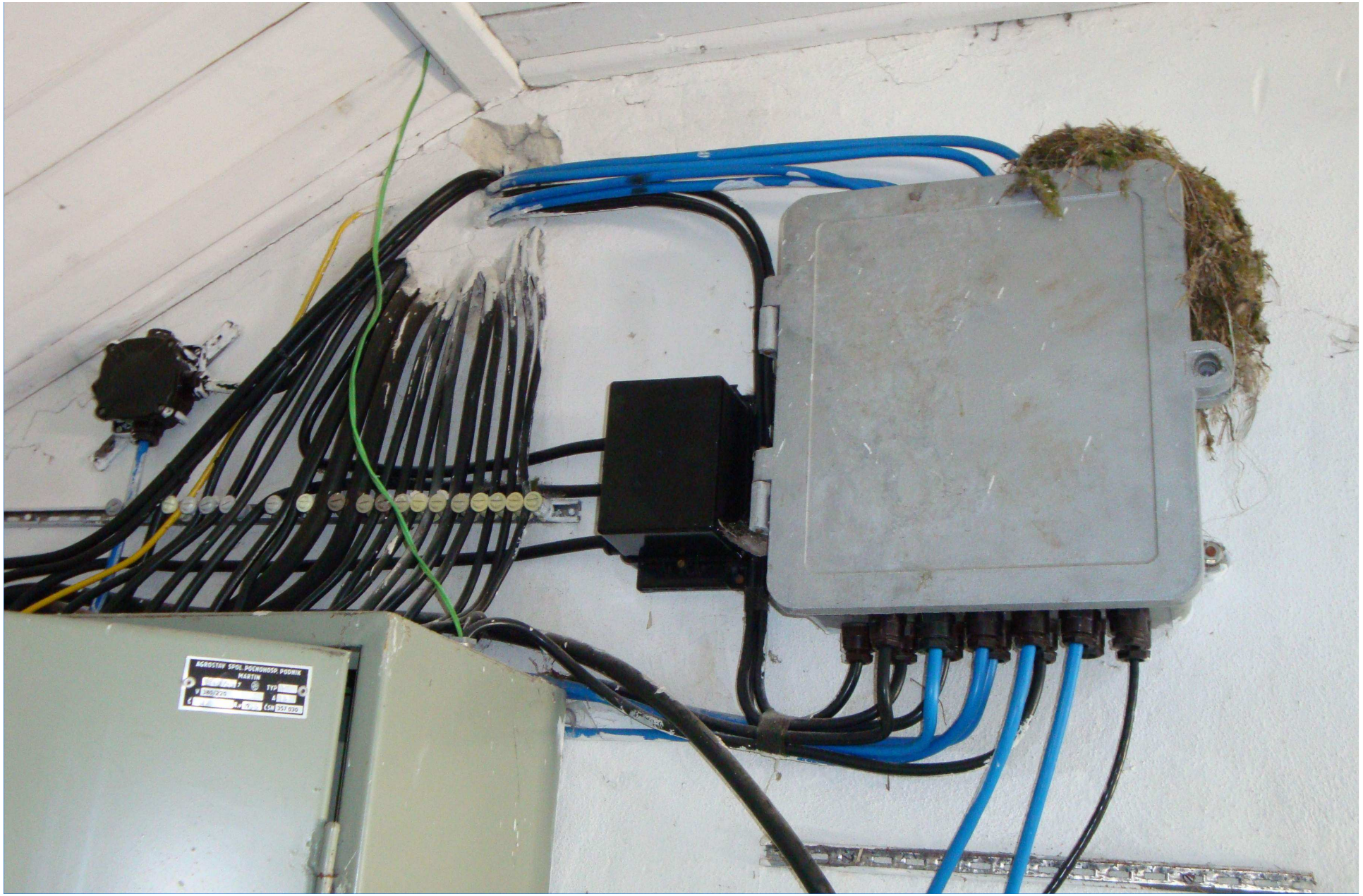


14. Rezerva pro kolektor(y)

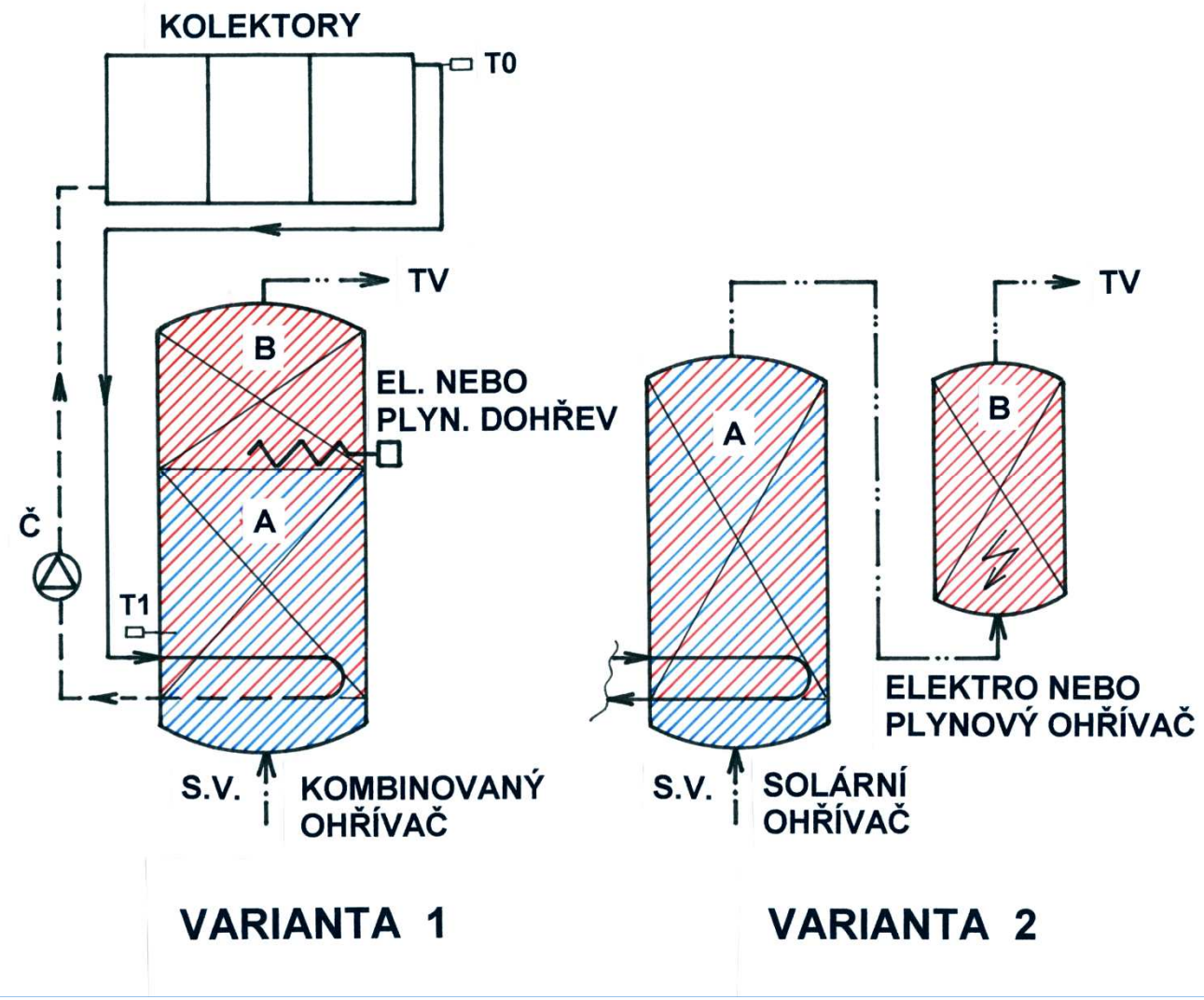
Rezerva pro kolektor(y)

15. Nepořádek v objektu

Nepořádek v objektu

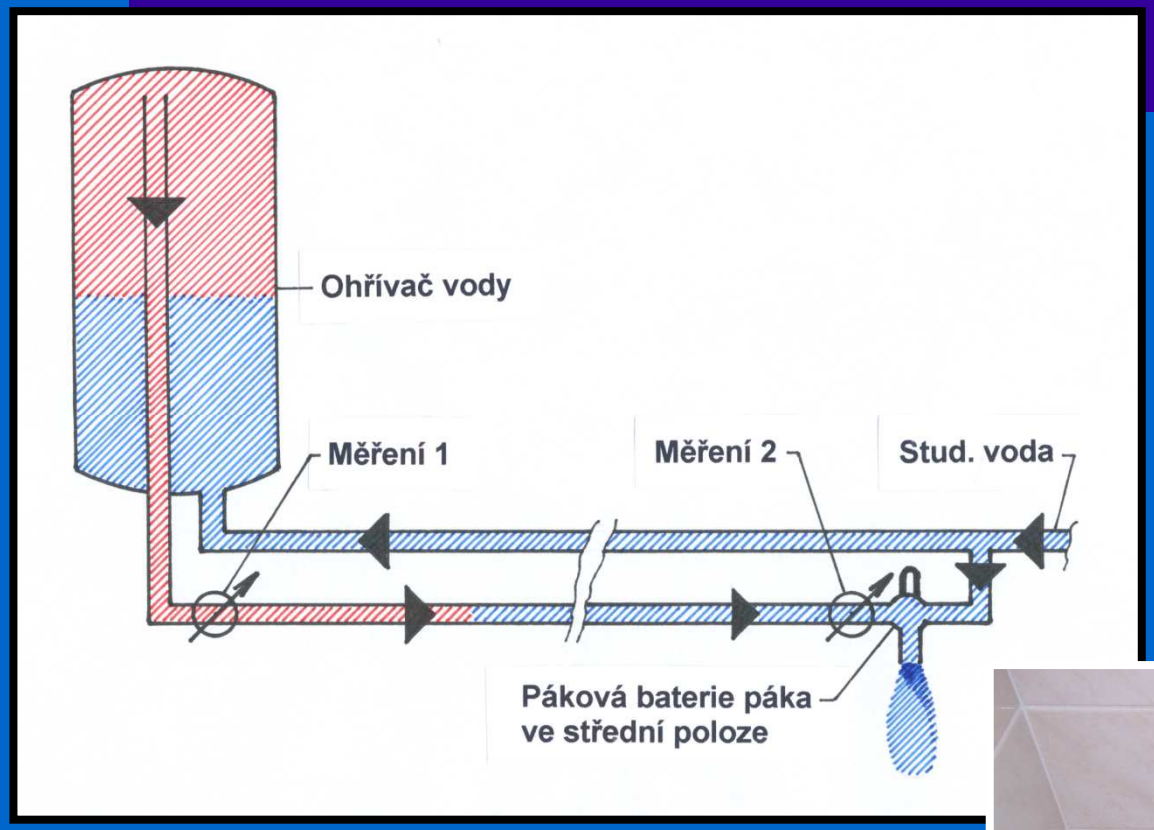


16. Solární paradox

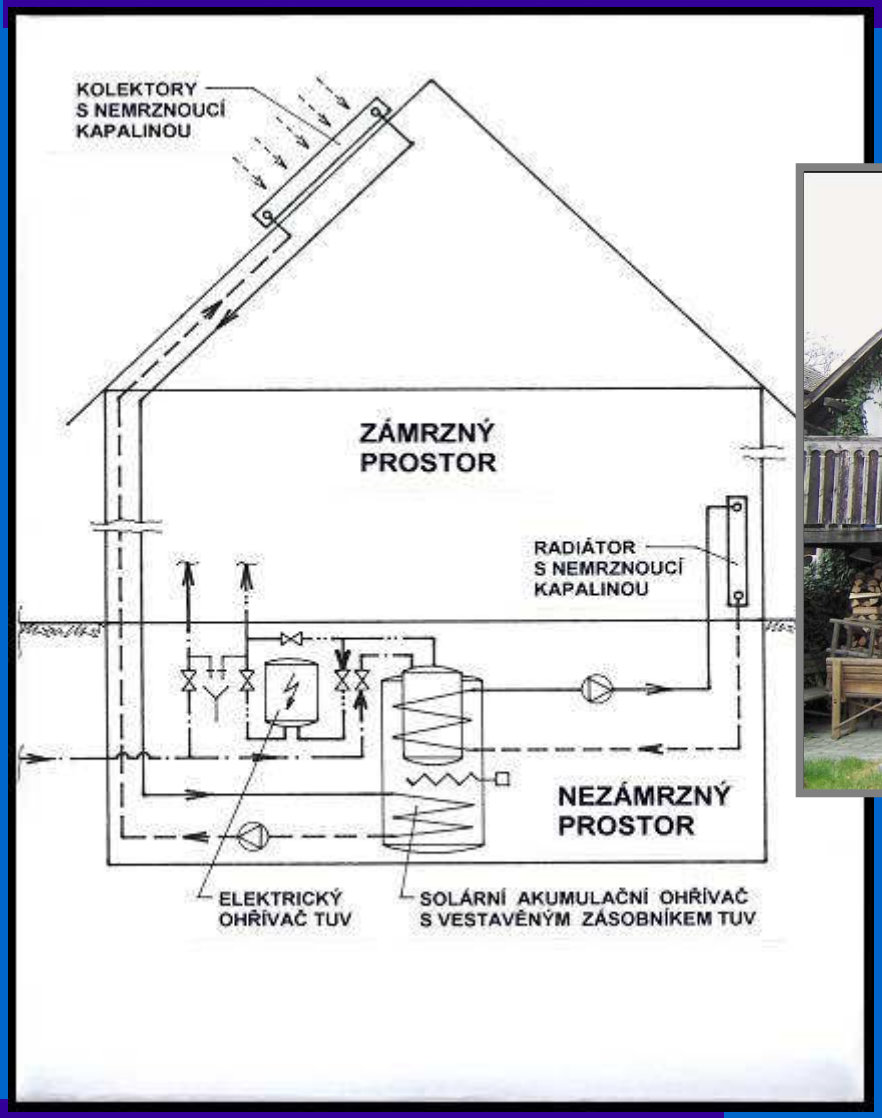


17. Úprava života uživatele

Úprava života uživatele



18. Rekreační objekty



19. Skleníkový efekt naruby

20. Solární umění i osvěta

Děkuji za pozornost...

e-mail: jaroslav.peterka@tul.cz

Solární tepelné soustavy 2009
Třeboň, 12.11.2009

REALIZÁCIE SOLÁRNYCH SÚSTAV V PRIEMYSLE, CZT

Ing. Alfréd Gottas
gottas@thermosolar.sk

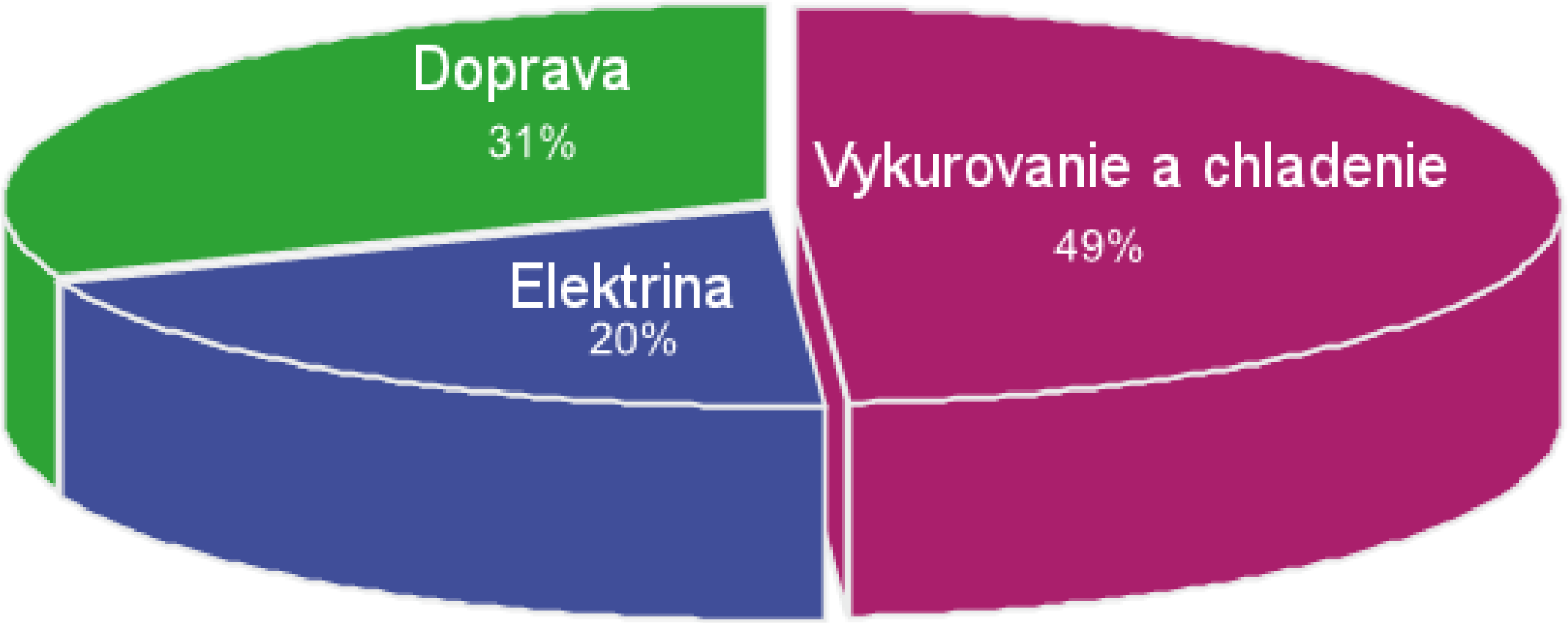
Revízia: 10-2009

Trochu politiky na úvod

Národné cieľe pre finálnu spotrebu energií podľa návrhu direktívy EÚ 2008/0016

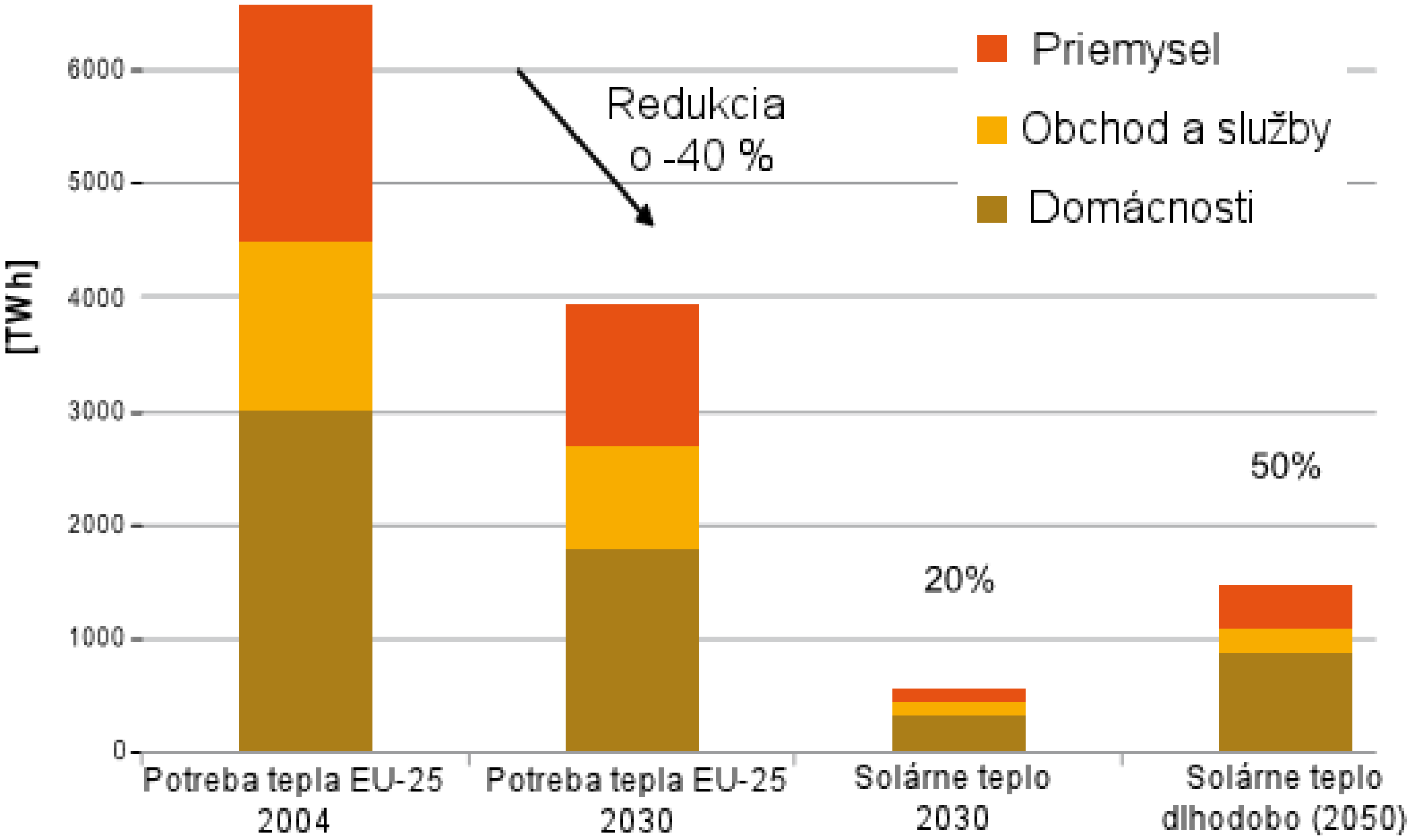
	Podiel energie z obnoviteľných zdrojov na finálnej spotrebe energie v roku 2005	Cieľový podiel energie z obnoviteľných zdrojov na finálnej spotrebe energie v roku 2020
Belgium	2.2%	13%
Bulgaria	9.4%	16%
Česká republika	6.1%	13%
Denmark	17.0%	30%
Germany	5.8%	18%
Estonia	18.0%	25%
Ireland	3.1%	16%
Greece	6.9%	18%
Spain	8.7%	20%
France	10.3%	23%
Italy	5.2%	17%
Cyprus	2.9%	13%
Latvia	34.9%	42%
Lithuania	15.0%	23%
Luxembourg	0.9%	11%
Maďarsko	4.3%	13%
Malta	0.0%	10%
The Netherlands	2.4%	14%
Austria	23.3%	34%
Poľsko	7.2%	15%
Portugal	20.5%	31%
Romania	17.8%	24%
Slovenia	16.0%	25%
Slovensko	6.7%	14%
Finland	28.5%	38%
Sweden	39.8%	49%
United Kingdom	1.3%	15%

Brusel, 19.12.2008:
Detailný dokument „Európskej solárnej termickej technologickej platformy“, výsledok niekoľkoročnej práce vyše 100 odborníkov.]



Rozdelenie koncovej spotreby energie v členských krajinách EÚ

Perspektívy využívania solárneho tepla v EÚ



- zníženie absolútnej spotreby tepla o 40 % realizáciou programu úspor do roku 2030

- využívaním nových materiálov pri výrobe termických slnečných kolektorov a zvýšením ich pracovných teplôt do 250°C, tieto by mali umožniť efektívnejšie a vyššie využitie solárneho tepla v priemysle, pri chladení a pri príprave pitnej vody.

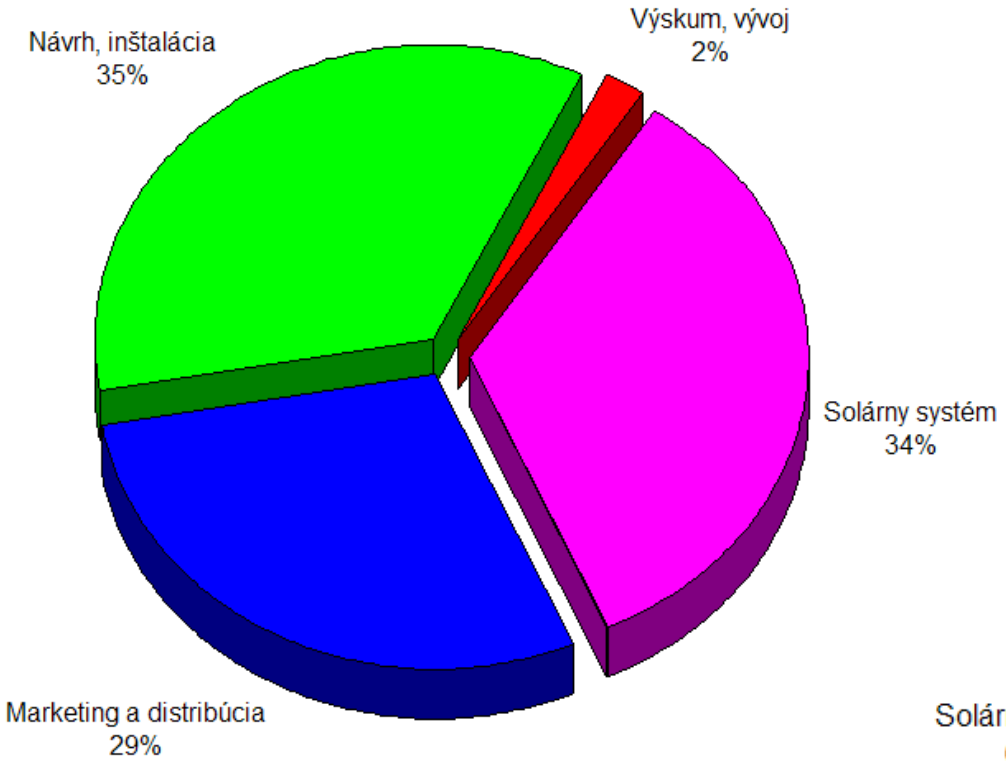
- vývoj kompaktných zásobníkov tepla s podstatne vyššou tepelnou kapacitou ako majú dnešné vodné zásobníky. Tieto by mali umožniť efektívnejšiu akumuláciu letných prebytkov solárneho tepla a ich zužitkovanie v zimnom období.

- politikou podpory vyššieho využitia solárneho tepla

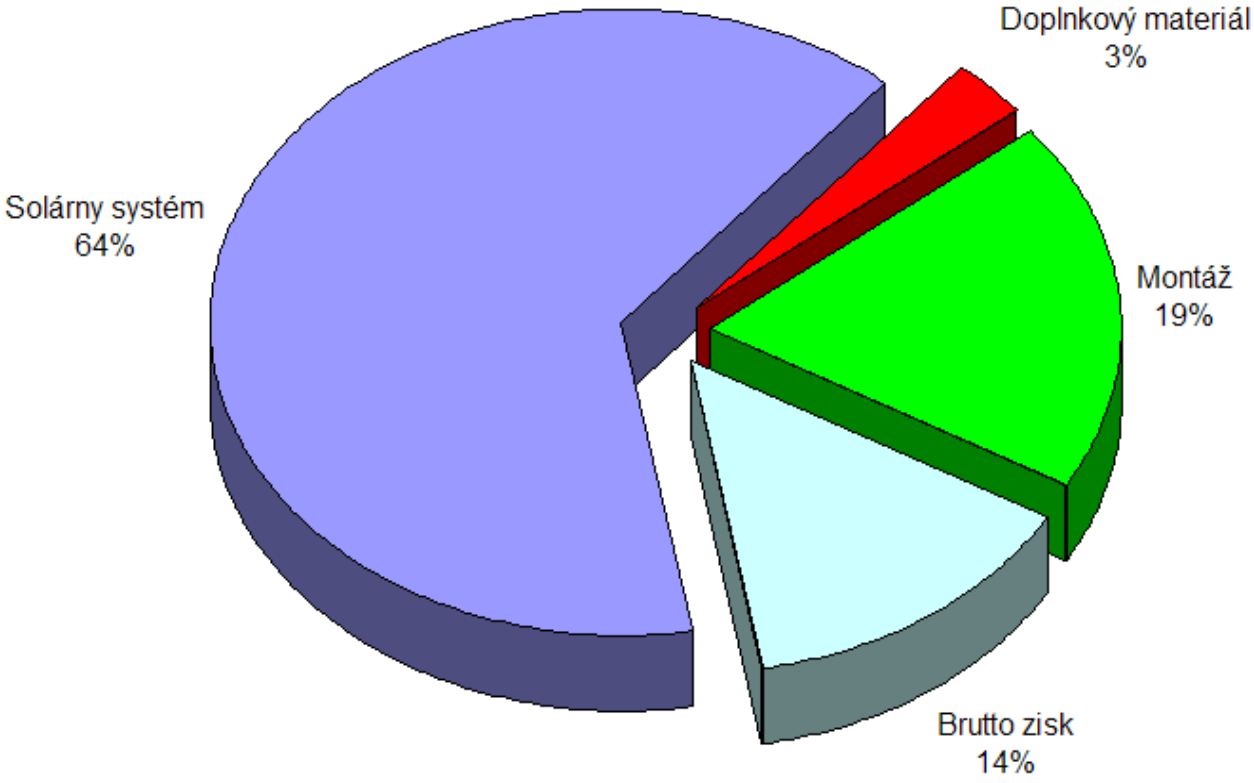
Tieto ciele nie je reálne naplniť bez využitia slnečnej energie v bytovo-komunálnej a priemyselnej sfére !

Investičné náklady pri veľkých systémoch

Náklady na solárny systém

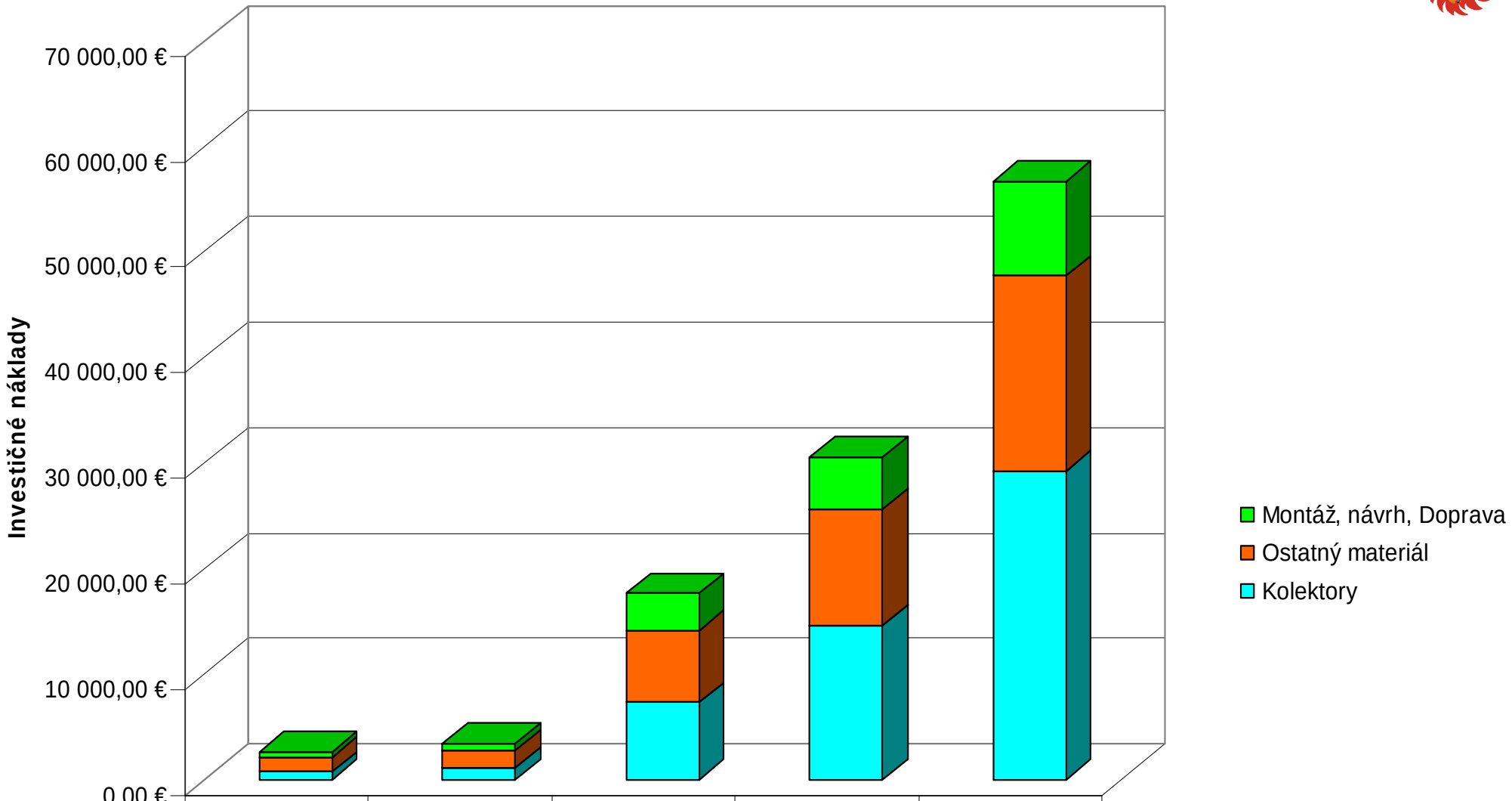


Štúdia ESTTP



Prieskum THERMO/SOLARU

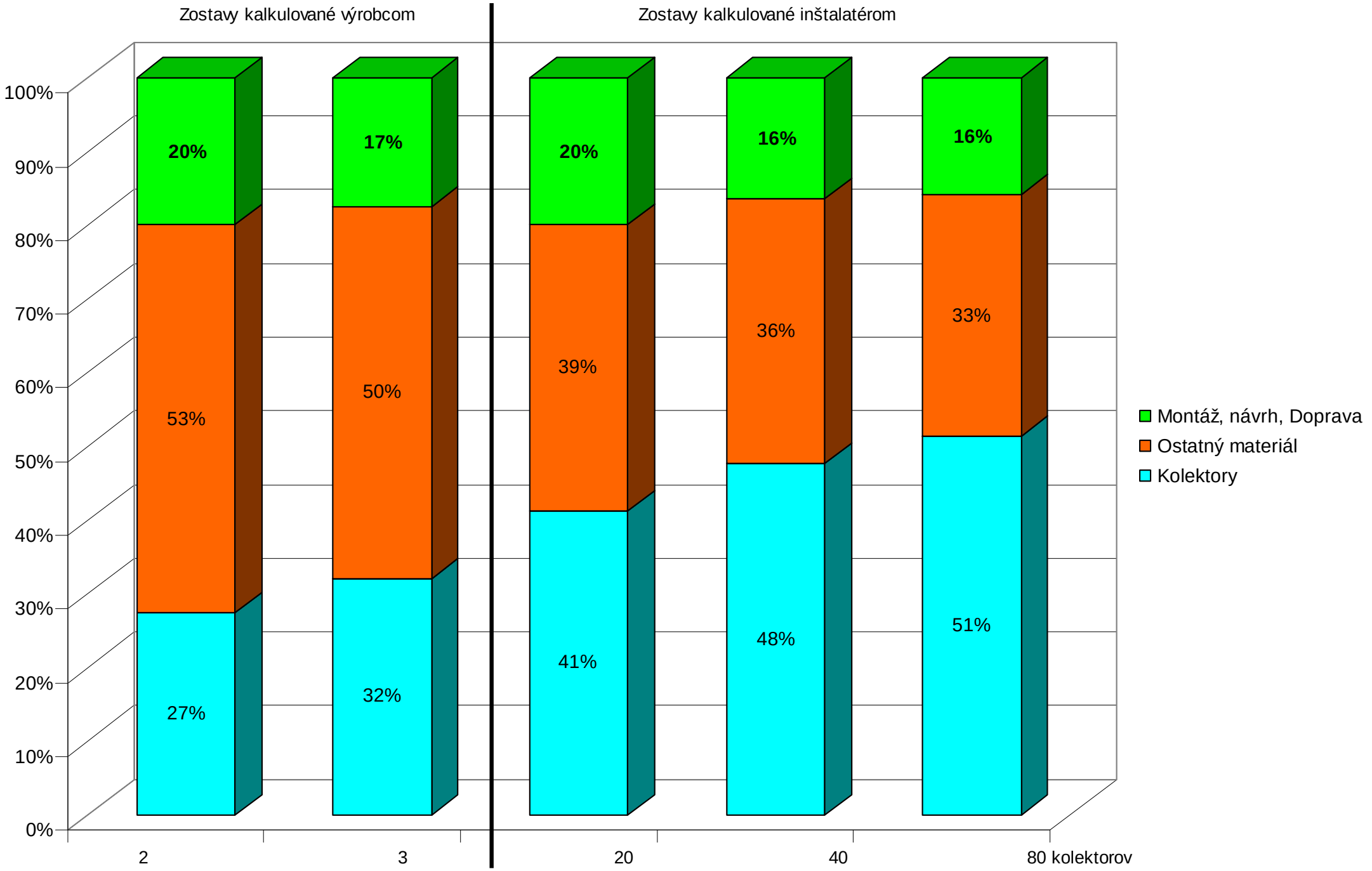
Rozdelenia nákladov na systém – prieskum THERMO/SOLAR



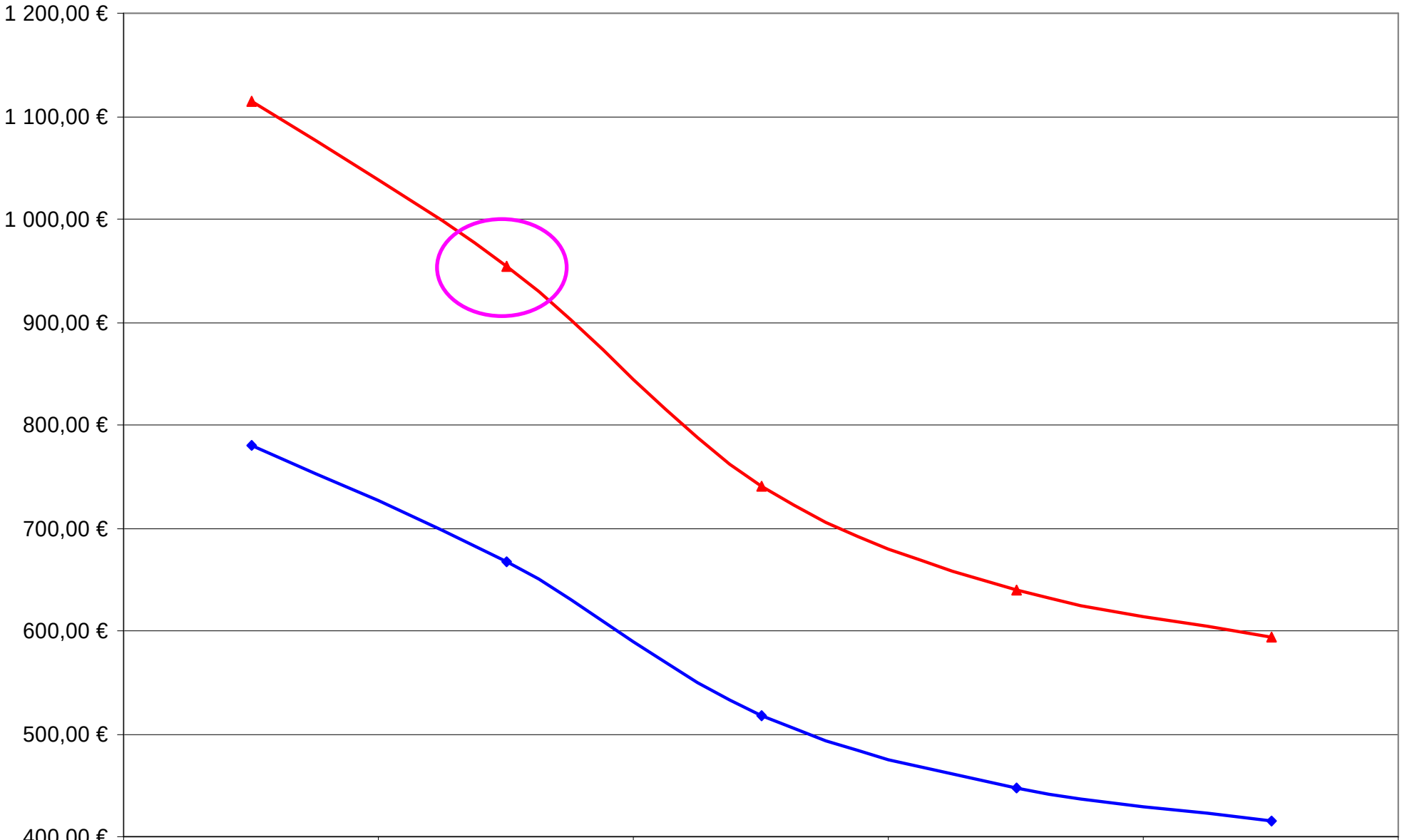
	2	3	20	40	80
Spolu s DHP	3 167,52 €	4 064,99 €	21 025,81 €	36 369,27 €	67 509,58 €
Spolu bez DPH	2 661,78 €	3 415,96 €	17 668,75 €	30 562,41 €	56 730,74 €
Montáž, návrh, Doprava	531,10 €	597,49 €	3 500,00 €	5 000,00 €	9 000,00 €
Ostatný materiál	1 401,08 €	1 724,07 €	6 872,75 €	10 970,41 €	18 546,74 €
Kolektory	729,60 €	1 094,40 €	7 296,00 €	14 592,00 €	29 184,00 €

Počet kolektorov

Rozdelenia nákladov na systém – prieskum THERMO/SOLAR

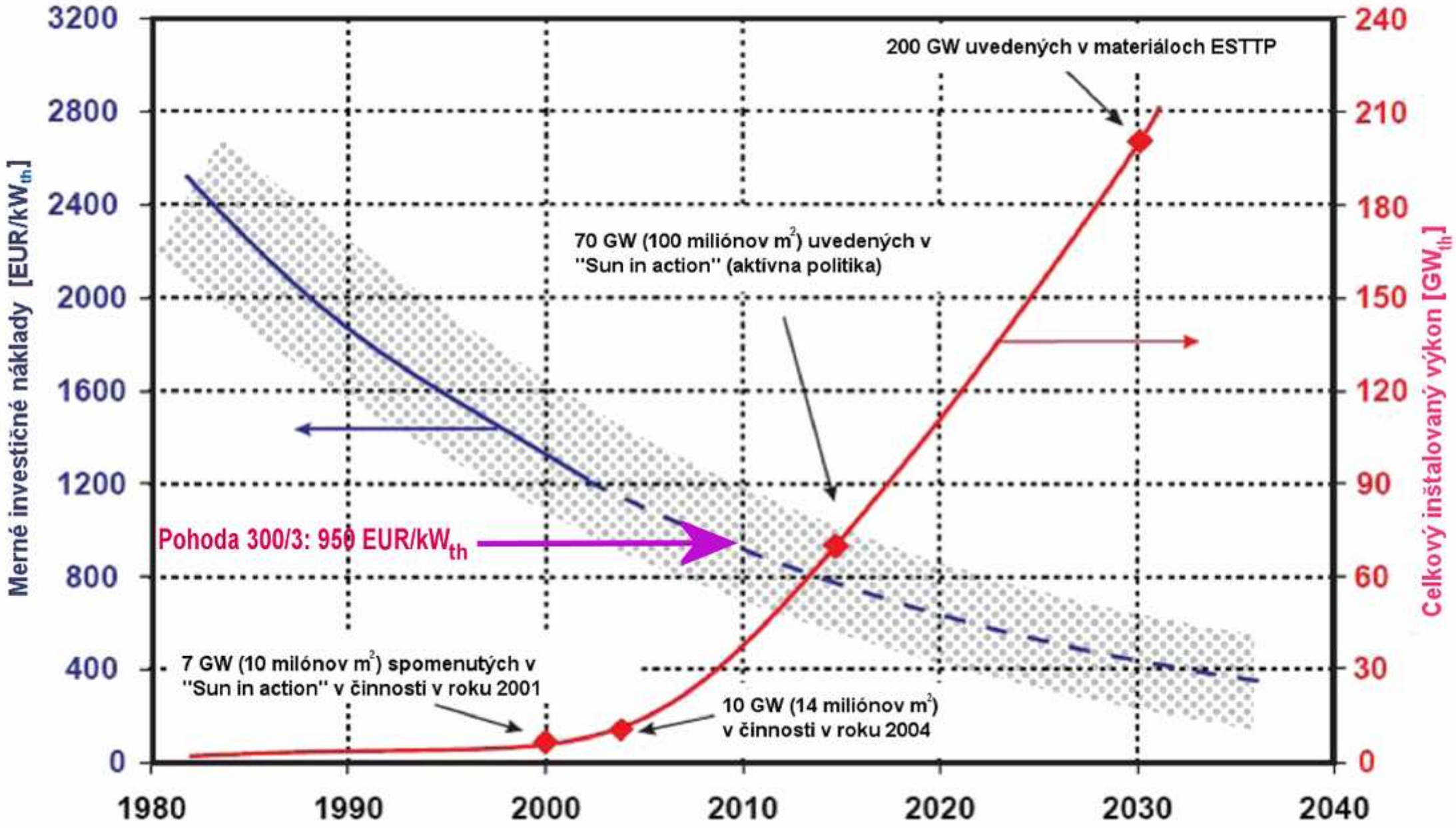


Merné investičné náklady na systém – prieskum THERMO/SOLAR



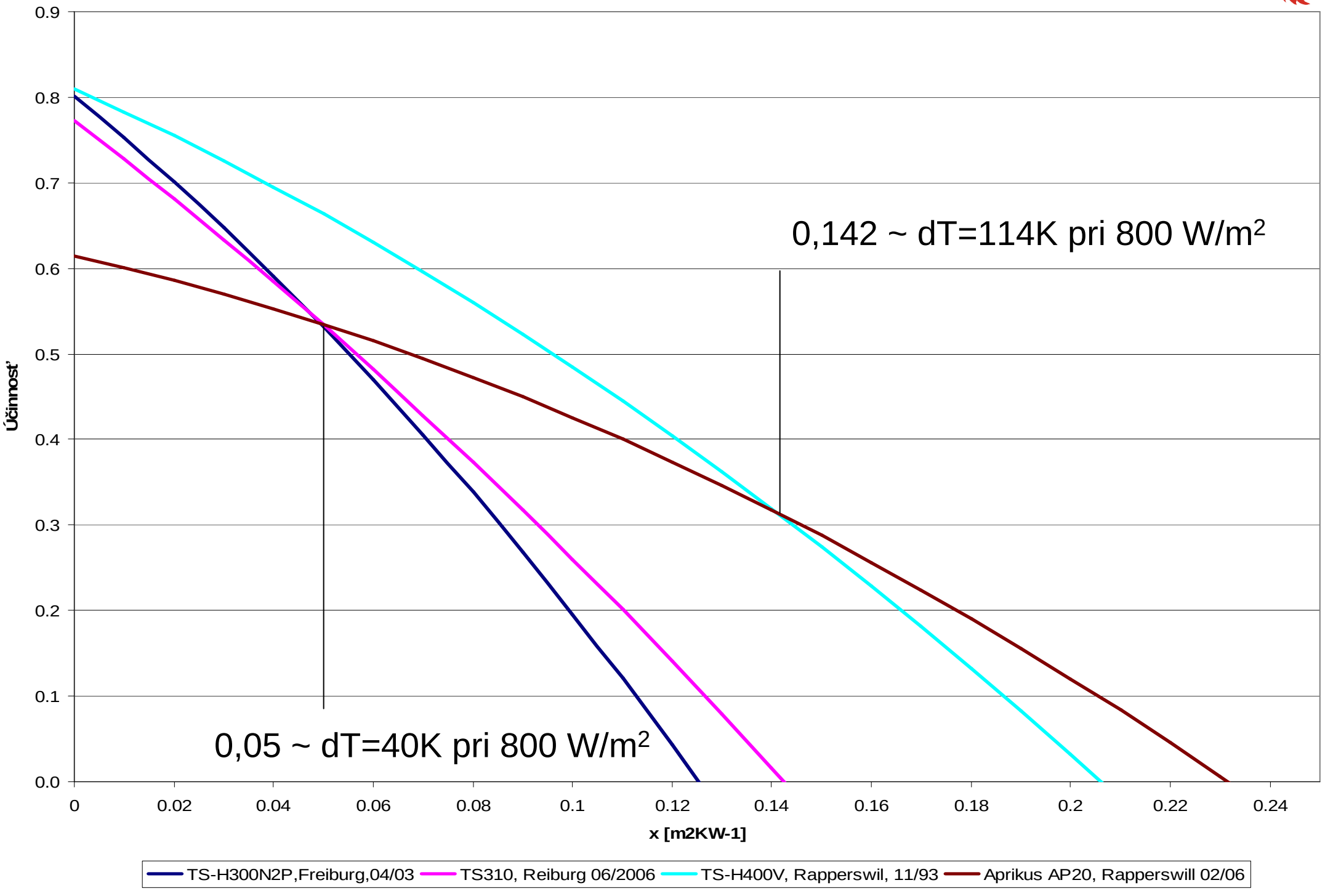
	2	3	20	40	80
Cena za 1 m2 s DPH	780,18 €	667,49 €	517,88 €	447,90 €	415,70 €
Cena za 1 kWth s DPH	1 114,54 €	953,55 €	739,82 €	639,85 €	593,86 €

Počet kolektorov

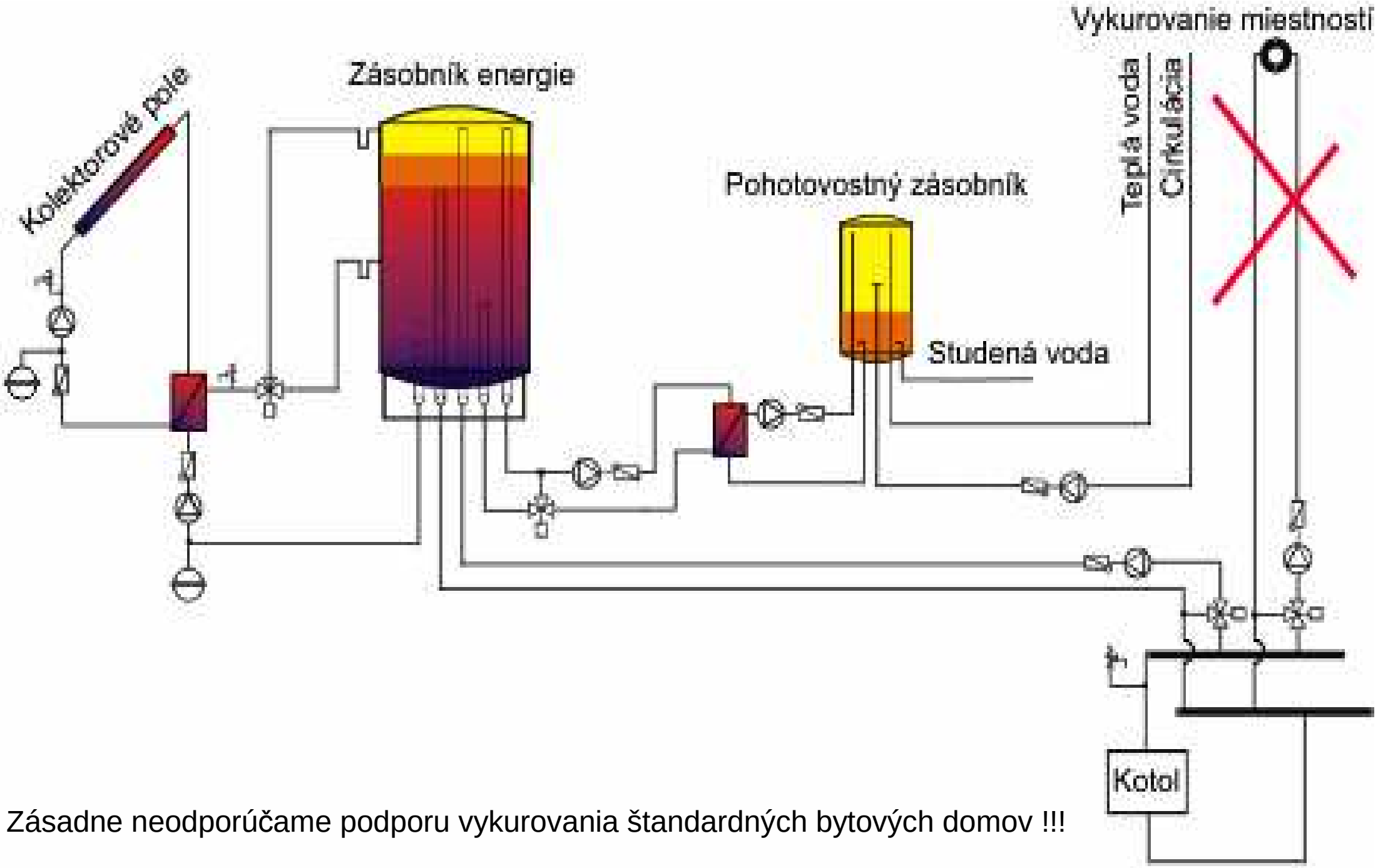


Vývoj merných investičných nákladov a inštalovaných výkonov solárnych systémov v strednej Európe, zdroj:www.esttp.org

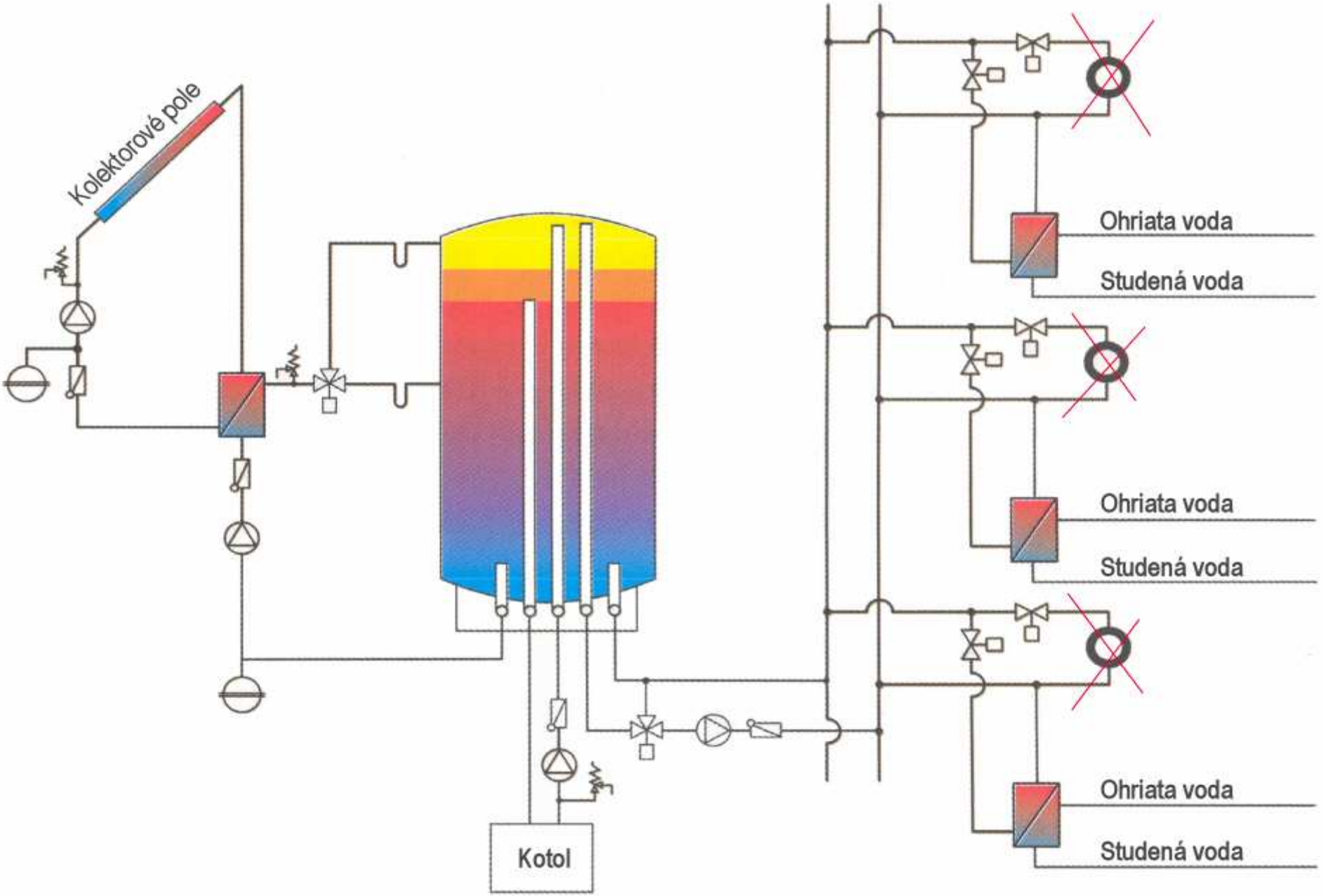
Porovnanie rúrových a plochých kolektorov



Špecifická bytových domov

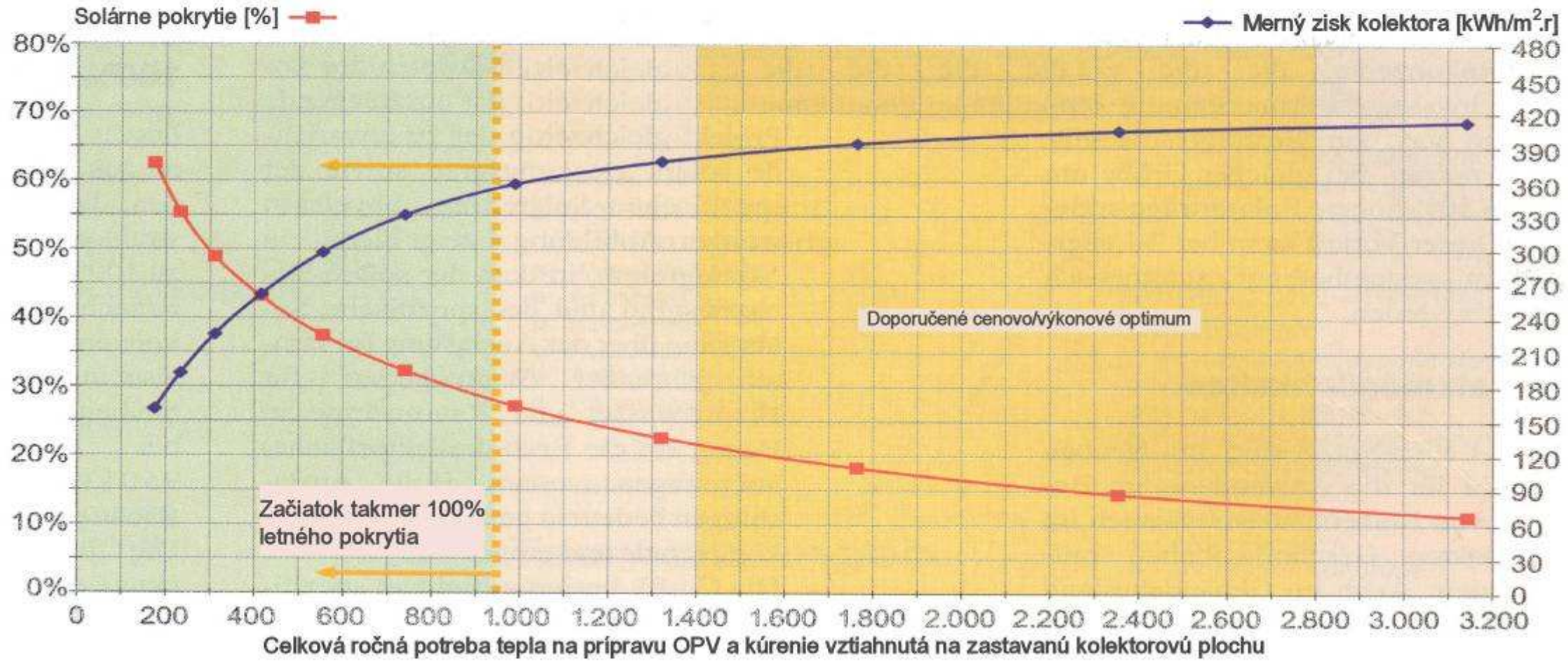


Zásadne neodporúčame podporu vykurovania štandardných bytových domov !!!



Zásadne neodporúčame podporu vykurovania štandardných bytových domov !!!

Nomogram na stanovenie zastavane kolektorovej plochy, solárneho pokrytia a merného zisku kolektorov (Graz, orientácia juh, sklon 45 , štandardný plochý kolektor) Zdroj: EE 03/2004



- predpokladá sa zásobník o veľkosti 50 l / m² zastavanej kolektorovej plochy
- cenovo/výkonové optimum: od 12 % celkového pokrytia potrieb solárom (0,9 m² /osobu)
  do 20 % (1,4 m² /osobu)

Ceny:

- malé solárne zariadenia (20-30 m^2) ~ 600 – 8OO € / m^2

- väčšie solárne zaradenia (300-400 m^2) ~ 400 – 500 € / m^2

- všeobecne:

možné rozdiely – integrácia do strechy, rovná strecha, disponibilné zásobníky, dĺžka spojovacích potrubí a pod.

- špecifické náklady naviac na m2 bytovej plochy ~ 15 – 35 €/ m2
t.j. 1 – 1,5 % nákladov na byt

Návratnosť – orientačný prepočet – bytový dom – Martin, SR

Zásobovanie CZT – súčasný stav:

Spotreba teplej vody:	....		2800 m3 / rok
Spotreba tepla pre ohrev:	....		850 GJ / rok
Cena tepla pre ohrev:	....		683 Sk (22,67 EUR) / GJ
Náklady na ohrev teplej vody pre rok 2005:	....	850 * 683 (22,67 EUR) =	580 550 Sk (19270,72 EUR)

Lokálny kotol + solárny systém – navrhované riešenie:

Solárny systém (80 kolektorov + infraštruktúra)	....	2 500 000 Sk (82984,79 EUR)
Lokálny kotol + montáž + legislatíva	....	200 000 Sk (6638,78 EUR)
Investičné náklady spolu:	....	2 700 000 Sk (89623,58 EUR)

Počítačová simulácia v SW T-Sol Pro (potreba tepla: 121,04 MWh = 435,75 GJ/rok)

Zisk zo solára (55 %)	.... 66,75 MWh	=	240,30 Gj
Potreba doohrevu na 50 °C:	.... 121,04 – 66,75 = 54,29 MWh	=	5 715 m^3 plynu
Náklady na doohrev:	.... 5715 m^3 x 12Sk (0,39 EUR) / m^3 =		68 580 Sk (2276,43 EUR)
Prevádka kotla, sprievodné náklady (odhad)	....		30 000 Sk (995,80 EUR)
Prevádzkové náklady spolu:	.... (68 580 + 30 000)	=	98 580 Sk (3272,25 EUR)

$$N = \frac{2\,700\,000 / 89623{,}58 EUR}{(580\,550 / 19270{,}72 EUR / -98\,580 / 3272{,}25 EUR /)} = 5{,}6\, roka$$

V tomto prípade je návratnosť 5,6 roka, je to však prostá návratnosť, bez uváženia rastu ciene energií v priebehu týchto rokov. Realita bude zrejme 4 – 5 rokov. Dôležité je v tomto prípade nehodnotiť návratnosť solárneho systému, ale návratnosť realizácie lokálneho zdroja teplej vody.

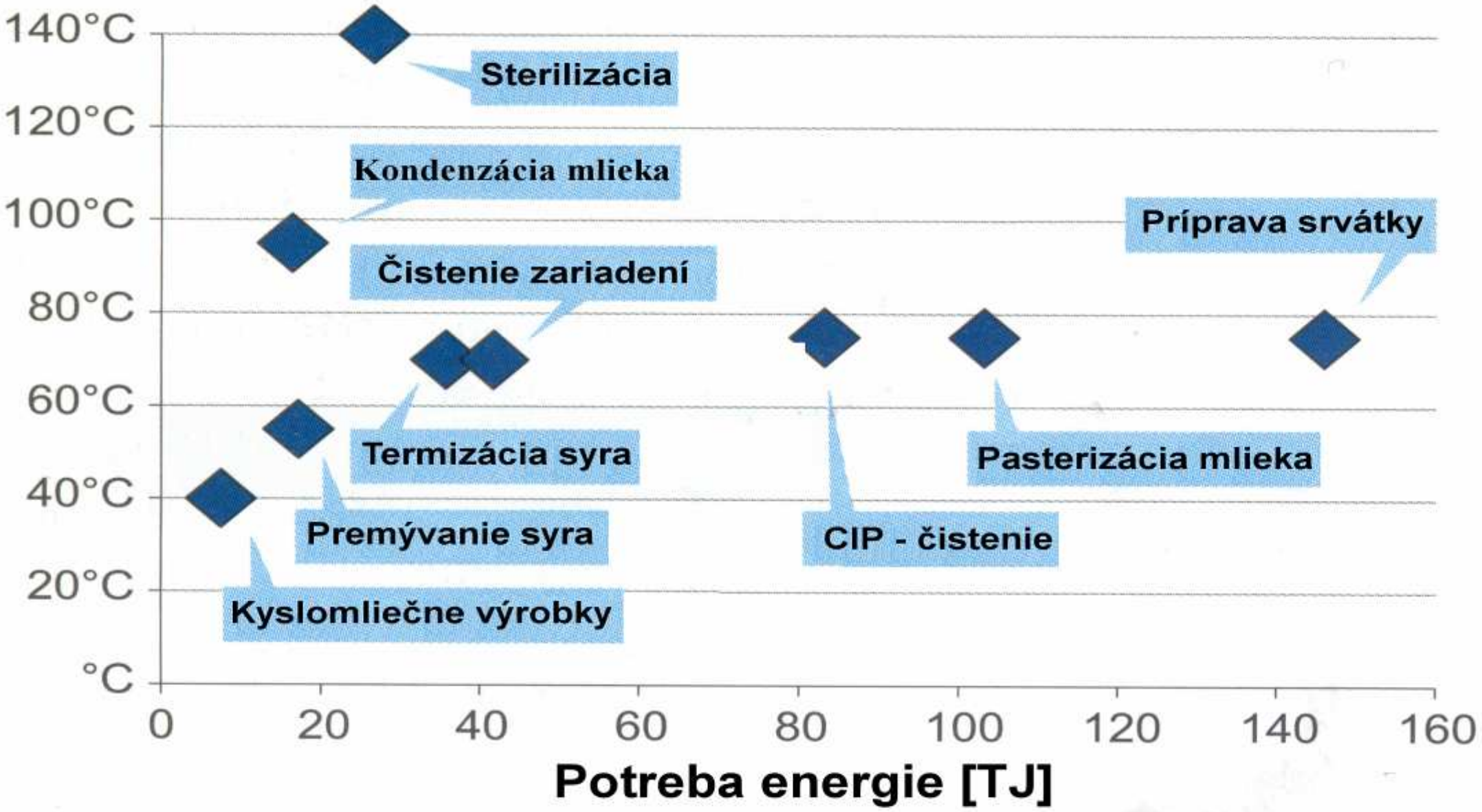
Priemyselné aplikácie

Priemyselné procesy s najväčším potenciálom pre použitie solárnych termických zariadení

Priemyselný sektor	Proces	Uroveň teploty [°C]
Potraviny a nápoje	Sušenie	30 - 90
	Umývanie	40 - 80
	Pasterizácia	80 - 110
	Varenie	95 - 105
	Sterilizácia	140 - 150
	Tepelné spracovanie	40 - 60
Textilný priemysel	Umývanie	40 - 80
	Bielenie	60 - 100
	Farbenie	100 - 160
Chemický priemysel	Varenie	95 - 105
	Destilácia	110 - 300
	Div. chemické procesy	120 - 180
Všetky sektory	Predhriatie vody v kotli	30 - 100
	Vykurovanie priemyselných hál	30 – 80

Zdroj: Erneuerbare Energie 3/2005

Teplotná úroveň



Zdroj: EE, 3/2005

Príklady realizácií

Sídlisko Hliny VII

Žilina, Slovensko

2003

Základné údaje o projekte:

- 132 kolektorov TS300 = 264 m^2 kolektorovej plochy

- dĺžka montáže kolektorového systému – 1 týždeň

- 480 bytových jednotiek, materská škola, obchody, práčovňa

- cena za m^2 kolektorovej plochy cca. 315 € (bez zásobníkov)

- rok 2005: 121.000 kWh, 2006: 119.000 kWh, **2007: 106.000 kWh**

- výstupná teplota vody - projektovaná 35 ^oC, reálne cez 50^oC

- zásobníky 4 a 6 m^3

- potenciálny problém s vandalmi, prestavba systému

Klinické centrum

Podgorica, Čierna Hora

2006

Základné údaje o projekte:

- 81 kolektorov TS300 = 162 m^2 kolektorovej plochy

- dĺžka montáže kolektorového systému – 6 týždňov, vrátane spevnenia

- nemocničný komplex – hygienické a technologické účely

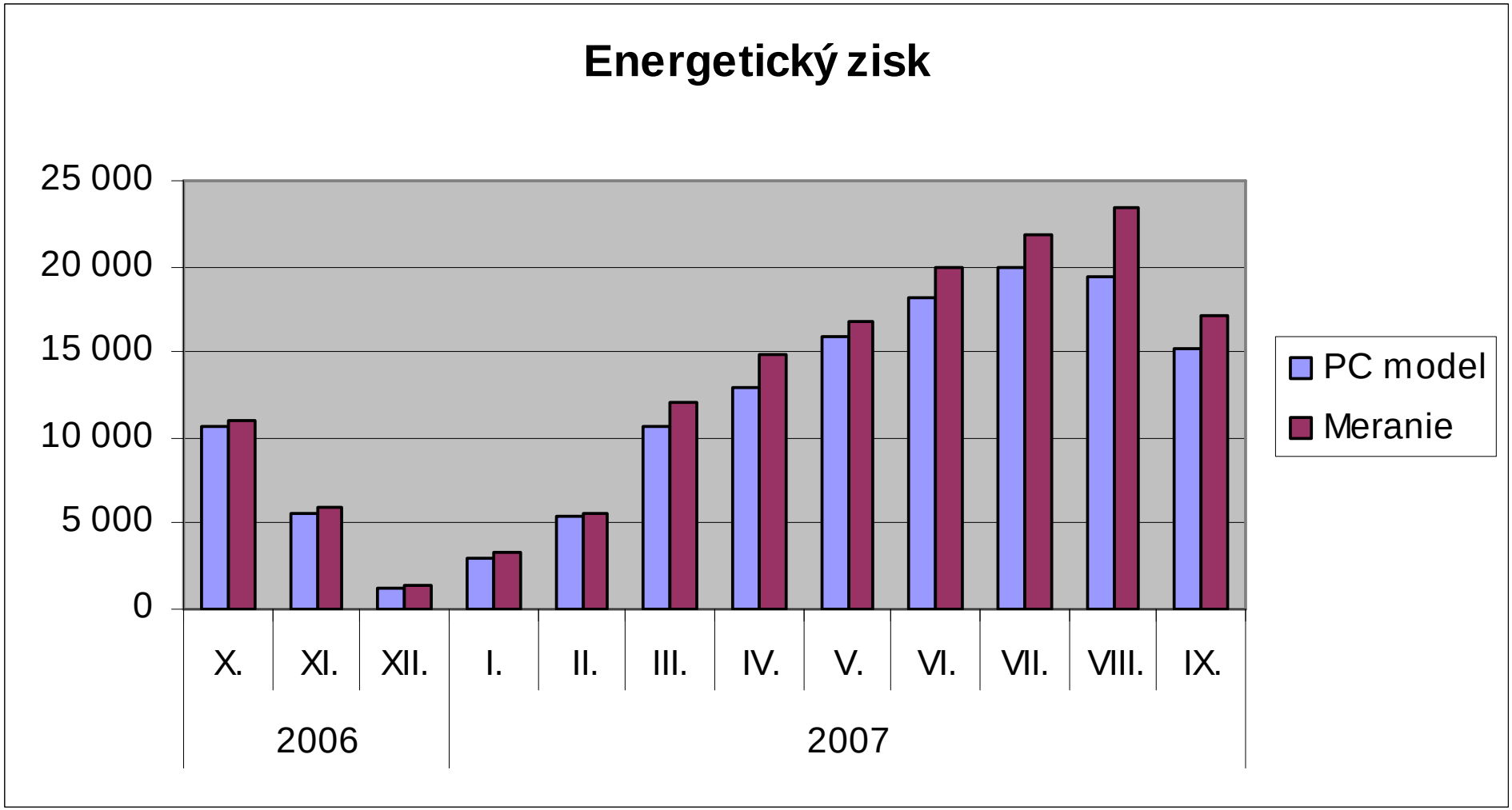
- cena za m^2 kolektorovej plochy cca. 520 € (kompletný systém)

- rok 2007: 153.600 kWh , 2008: 162.000 kWh

- výstupná teplota vody - projektovaná 40 ^oC, reálne cez 55^oC

- zásobníky 20 m^3

- problémy s obstaraním materiálu – kompletný dovoz



	2006			2007								
	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
PC model	10 623	5 593	1 203	2 944	5 360	10 719	12 878	15 839	18 141	19 940	19 455	15 236
Merenje	11 000	6 030	1 400	3 322	5 667	12 000	14 910	16 854	20 000	21 934	23 346	17100

Dimenzácia: 137,9 MWh

Realita: 153,6 MWh 11,4 %

Väzenský bitúnok

Rimavská Sobota, Slovensko

2008

2008 - Väzenský bitúnok Rimavská Sobota

2008 - Väzenský bitúnok Rimavská Sobota

Základné údaje o projekte:

- 60 kolektorov TS400 = 120 m^2 kolektorovej plochy

- dĺžka montáže kolektorového systému – 2 týždne

- teplá voda pre technologické účely

- cena za m^2 kolektorovej plochy cca. 660 € (kompletný systém)

- predpokladaná úspora 65.000 kWh / meranie 1. rok: 68.000 kWh

- výstupná teplota vody 60 ^oC

- zásobníky 3 x 1,5 m^3

- problém s umiestnením systému – špecifické podmienky investora

Všeobecná nemocnica

Zrenjanin, Srbsko

2009

2009 – Všeobecná nemocnica Zrenjanin, Srbsko

Základné údaje o projekte:

- 200 kolektorov TS300 = 400 m^2 kolektorovej plochy
- dĺžka montáže kolektorového systému – 4 týždne
- teplá voda pre sociálne účely, kuchyňu
- cena za m^2 kolektorovej plochy cca. 460 € (bez zásobníka)
- predpokladaná úspora 265.000 kWh
- výstupná teplota vody 55 ^oC
- zásobník 1 x 10 m^3 – predhrev + 2 x 10 m^3 doohrev plynom
- umiestnenie systému – polyfunkčné – prestrešenie parkoviska

Stredoškolský internát

Zrenjanin, Srbsko

2009

2009 – Stredoškolský internát Zrenjanin, Srbsko

2009 – Stredoškolský internát Zrenjanin, Srbsko

Základné údaje o projekte:

- 72 kolektorov TS300 = 144 m^2 kolektorovej plochy

- dĺžka montáže kolektorového systému – 2 týždne

- teplá voda pre sociálne účely, kuchyňu, práčovňu

- cena za m^2 kolektorovej plochy cca. 525 € (kompletný systém)

- predpokladaná úspora 83.000 kWh

- výstupná teplota vody 55 ^oC, **29.10.2009: 48 ^oC**

- zásobník 1 x 10 m^3

- umiestnenie systému – dodatočné spevnenie strechy, koordinácia

Potenciálne problémy pri návrhu a prevádzke systémov

- presnosť odberovej krivky – správnosť dimenzácie

- určenie vedľajších nákladov projektu – napr. slabá únosnosť strechy

- vhodné umiestnenie systému

- dodržanie vykonávacieho projektu – kooperácie

- korektné riešenie dilatácií

- správne odvzdušnenie

- dodržiavanie prevádzkového režimu systému

- vandali, vtáky, počasie

- servis, kontrola teplonosnej kvapaliny, kontrola tlaku v systéme

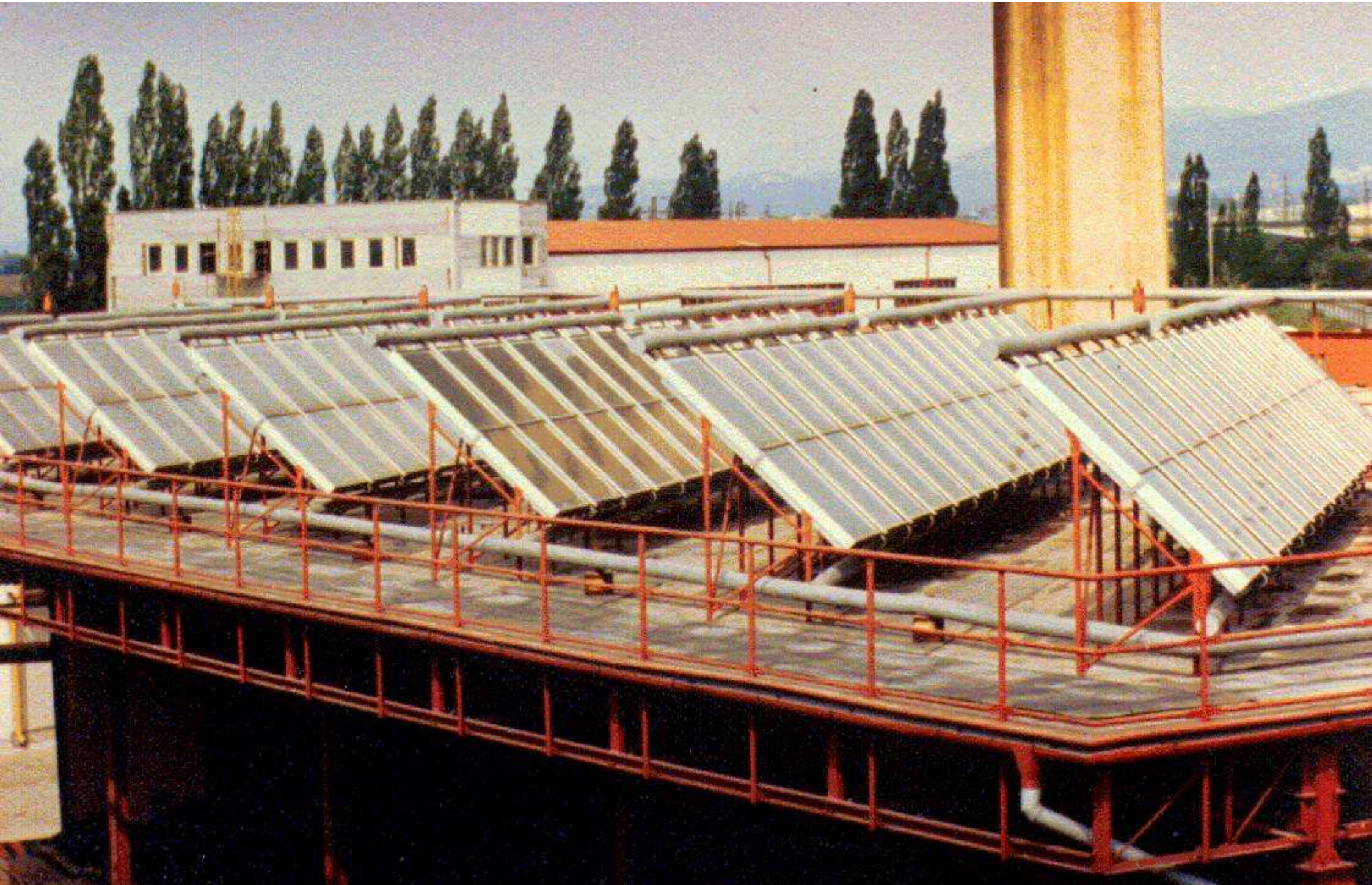
- reálnosť očakávaní investora

Ďalšie príklady realizácií

1983 – JRD Pliešovce

2002 – Demontáž na bývalom JRD Pliešovce + montáž na rodinné domy

1984 – Oceľové konštrukcie Nováky



1994 - Freizeitheim Perschen, Nemecko 325 kolektorov H400 V

1995 - Vöran, Taliansko, 160 m2 H400

1995 - Slatiňany

2001 - Bytový dom, Viedeň, Rakúsko

2001 - Odsoľovacia stanica, Omán,40 m2 H400 V

2002 - Domov dôchodcov České Budějovice, ČR 72 kolektorov H300 N2P, 4x1865 L

2003 - National stadium La Valetta, Malta

2003 – Rekreačné zariadenie, Teplý vrch

2005 - Solanova Budapest

2005/6 – Jizerské hory, Česká republika

2007 – Bytový dom Šaľa, Slovensko

2008 – Sieť hypermarketov Tesco, Maďarsko

2008 – Domov dôchodcov Janova Lehota, Slovensko

2009 – Likvidácia autovrakov, Hliník nad Hronom, Slovensko

Ďakujem za pozornosť

Koniec

Provozní měření a vyhodnocování solárních soustav

Tomáš Matuška

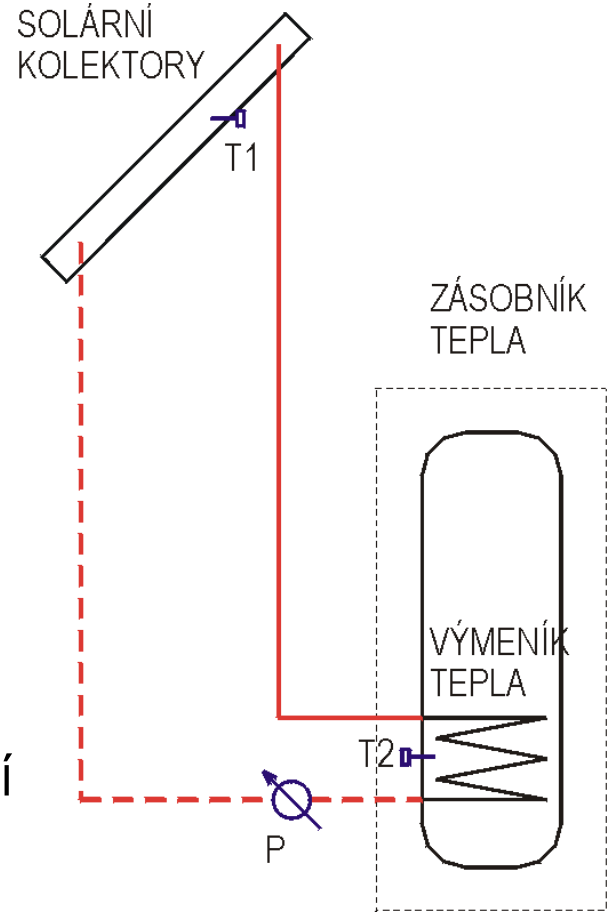
Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

ČVUT v Praze

Solární soustava – základní měření

Měření veličin pro zajištění funkce solární soustavy:

- **teplota v kolektoru (T1)**
  - zvláštní jímka v kolektoru
  - čidlo zasunuté do horní sběrací trubky
- **teplota v zásobníku (T2)**
  - spodní část zásobníku
  - horní část zásobníku (2. výměník)
- **průtok (P)**
  - plovákový průtokoměr / orientační nastavení



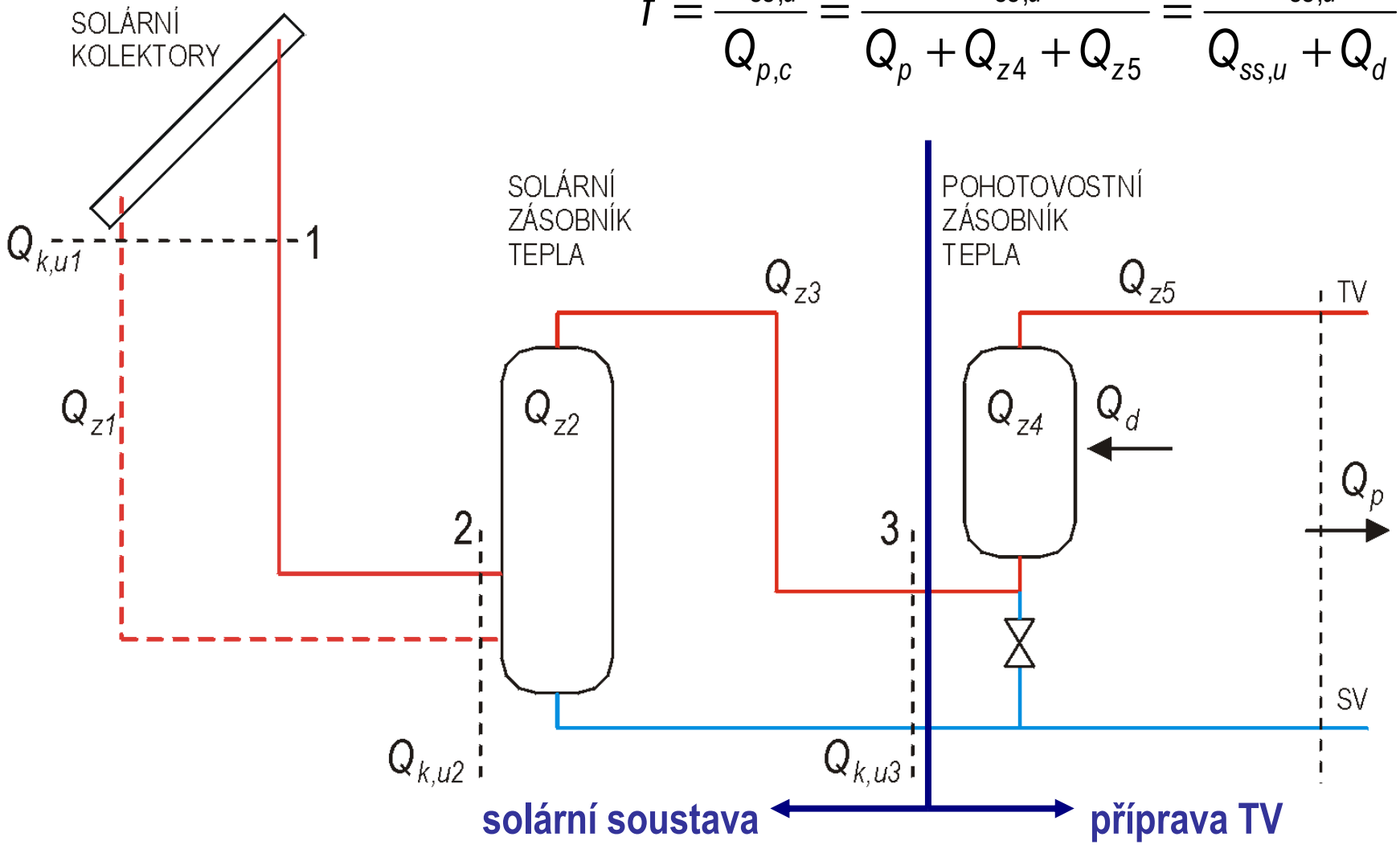
Solární soustava – bilanční měření

Měření veličin pro vyhodnocení přínosů solární soustavy:

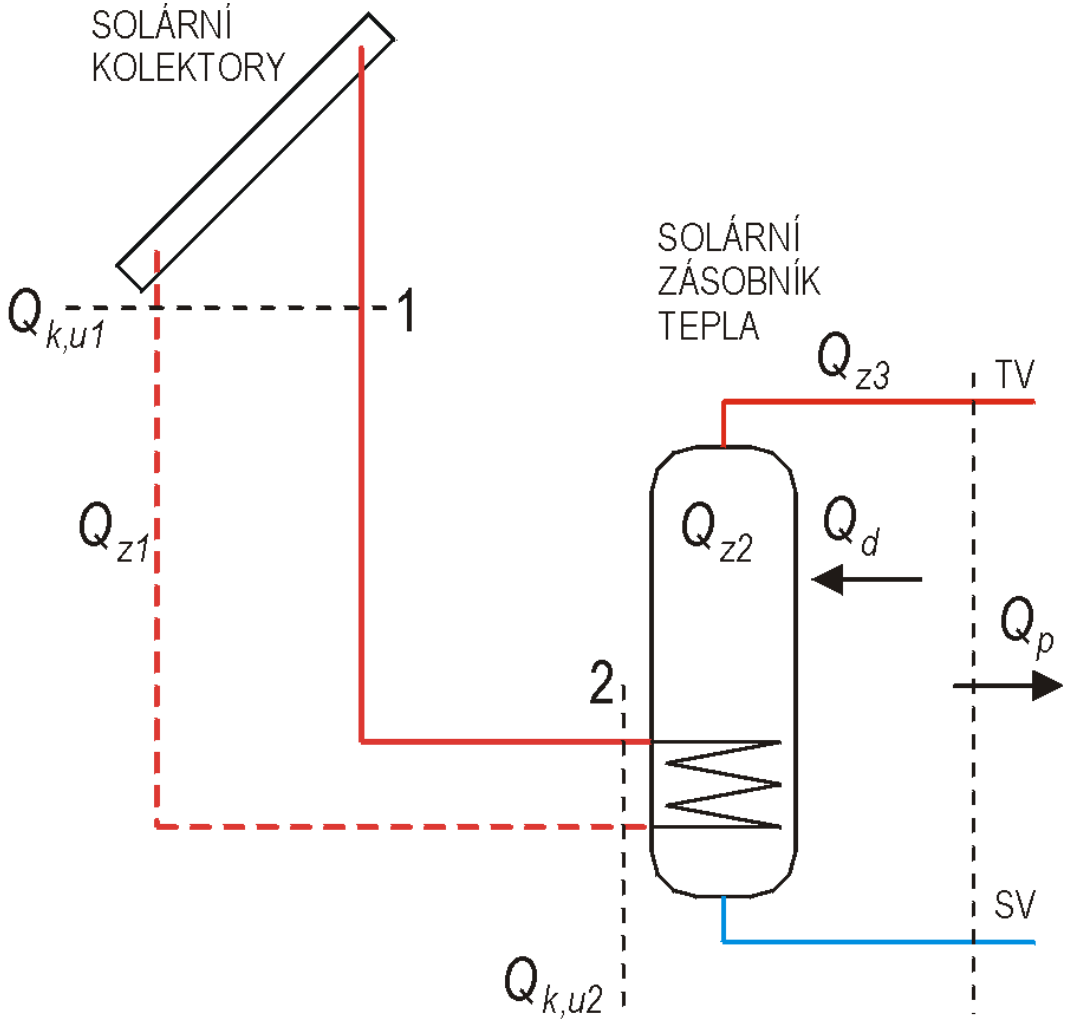
- **vyhodnocování využitelných zisků $Q_{ss,u}$ [kWh] nebo $q_{ss,u}$ [kWh/m^2]**
  - přímo – měření dodaných zisků solární soustavou
  - nepřímo – měření energie dodané nahrazovaným zdrojem Q_d [kWh]
- **vyhodnocování účinnosti η**
  - vyhodnocování dopadlé sluneční energie Q_s [kWh]
  - vztažení ke kolektoru, vztažení k systému (stupeň využití, maření energie)
- **vyhodnocování solárního pokrytí *f* [%]**
  - měření skutečné potřeby tepla $Q_{p,c}$ [kWh]

Solární soustava - bilance

$$f = \frac{Q_{ss,u}}{Q_{p,c}} = \frac{Q_{ss,u}}{Q_p + Q_{z4} + Q_{z5}} = \frac{Q_{ss,u}}{Q_{ss,u} + Q_d}$$



Solární soustava - bilance

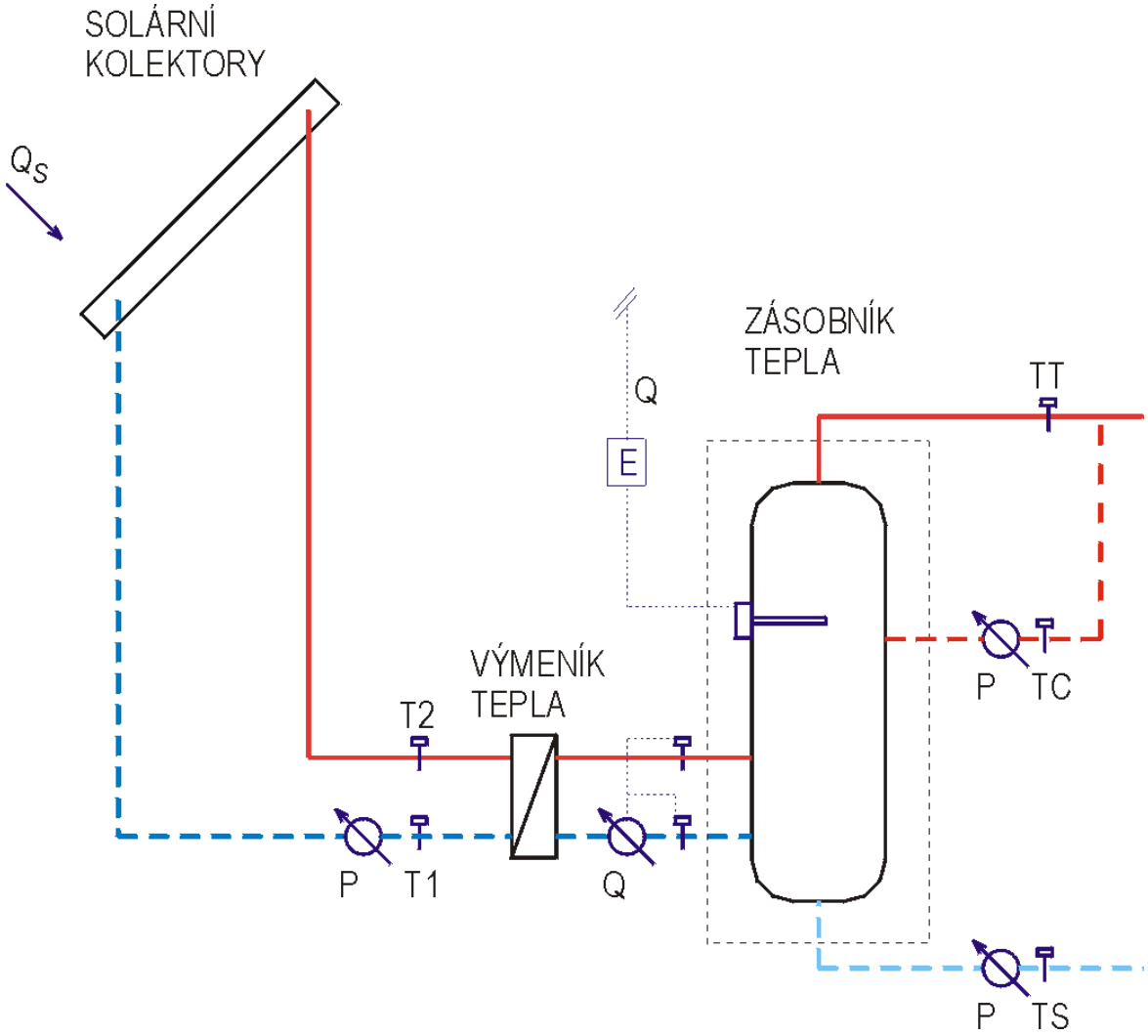


$$f = \frac{Q_{k,u2}}{Q_{p,c}} = \frac{Q_{k,u2}}{Q_{k,u2} + Q_d}$$

nesnadné oddělení ztrát solární soustavy a nahrazovaného zdroje tepla

nelze jasně říci jaká část ztrát zásobníku tepla jsou ztráty solární soustavy a nemají být zahrnuty pod $Q_{p,c}$

Měřené veličiny

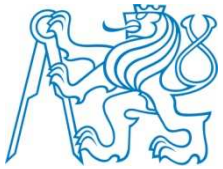


teplota *t*
- teplotní čidla

průtok $\dot{V}$
- průtokoměry

teplo $Q = V\rho c(t_2 - t_1)$
- kalorimetry
- elektroměry

sluneční ozáření *G*
- pyranometry



Měření teploty

- **teplotní odporová čidla**
  - odolnost od -200 °C do 850 °C
  - platinový tepelný odpor 100 Ω nebo 1000 Ω při 0 °C
  - přesně definovaná změna el. odporu s teplotou
  - zapouzdření proti vlhkosti, teplotně odolná elektrická izolace
  - dvojvodičové, čtyřvodičové zapojení přívodů
  - třída přesnosti A, B

  - pro měření Δt: párová čidla (minimální odchylky, kalibrace)

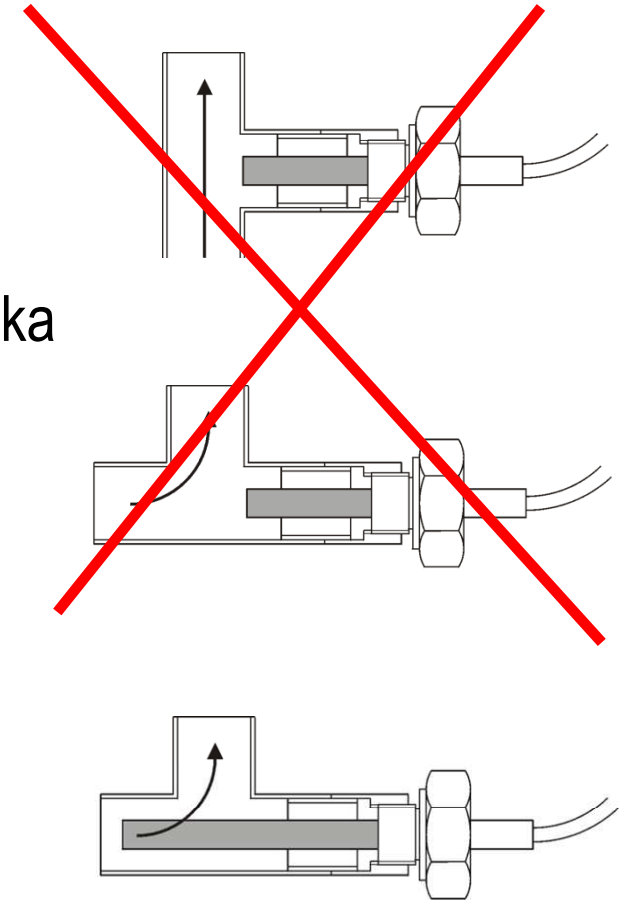
Měření teploty – umisťování čidel

do potrubí

- **jímkové provedení**
  - snadná výměna teplotního čidla
  - citlivost na provedení kontaktu čidlo-jímka
  - zvýšení setrvačnosti čidla
- **bezjímkové provedení**
  - velmi dobrý kontakt
  - problematická výměna

příložné provedení

- pouze orientační měření
- kontakt, setrvačnost, vlivy okolí



Měření průtoku

- **plovákové průtokoměry**
  - orientační měření, nastavení funkce soustavy

- **mechanické (rychlostní) průtokoměry (nejpoužívanější)**
  - turbínový
  - lopatkový
  - s kývavým diskem
  - ...

Měření průtoku

- **ultrazvukové průtokoměry**
  - potřebná uklidňovací délka, minimální tlaková ztráta
  - příložné průtokoměry (měření na stávajících rozvodech)

- **indukční průtokoměry – nelze použít pro nemrznoucí směsi**

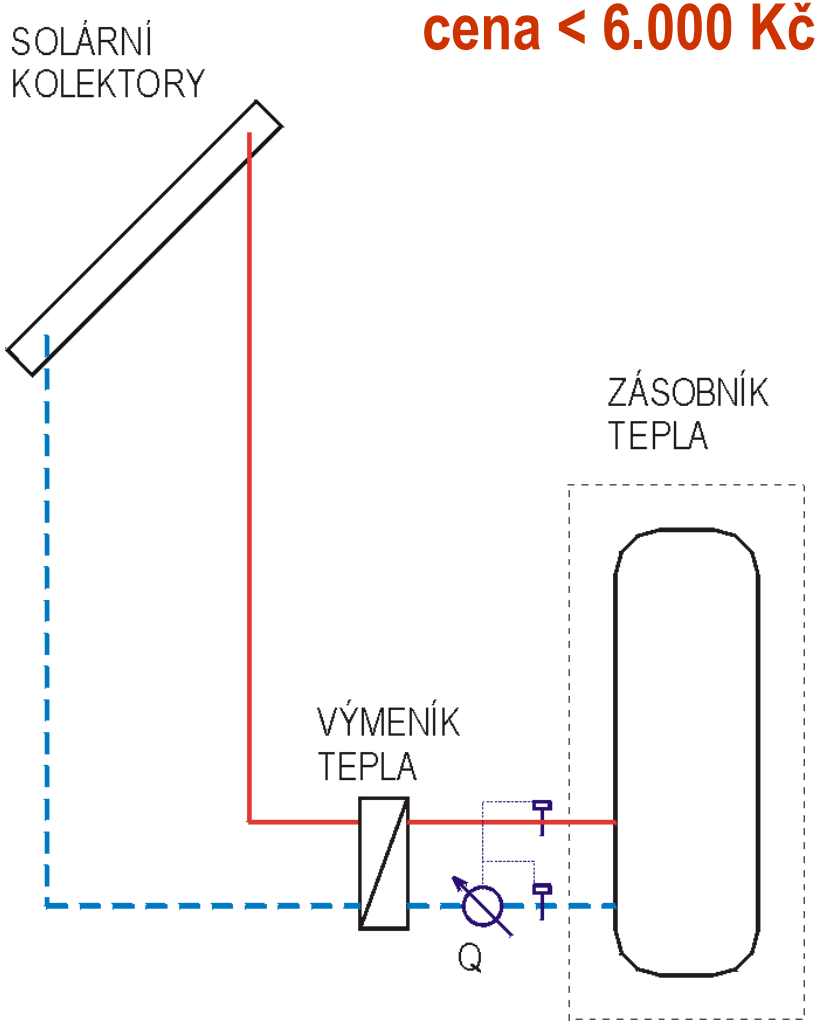
Měření průtoku

- **požadavky**
  - teplotní odolnost min. 120 °C
  - dostatečné pulzní číslo (pro daný průtok, alespoň 1 p/min)
    - 1 minuta = nejkratší doba běhu solární soustavy
  - některé průtokoměry (např. ultrazvukové) vyžadují uklidňující délku
  - filtr před průtokoměr
  - zohlednit tlakovou ztrátu průtokoměru ve fázi návrhu solární soustavy

Měření tepla

- **kalorimetry**
  - měření na vodním okruhu
  - princip – průtokoměr + spárovaná teplotní čidla
  - cejchované na vodě (zkušebna, certifikace)
  - entalpická korekce
  - paměť – datalogger, vyvolání měsíčních údajů za rok
  - kompaktní provedení

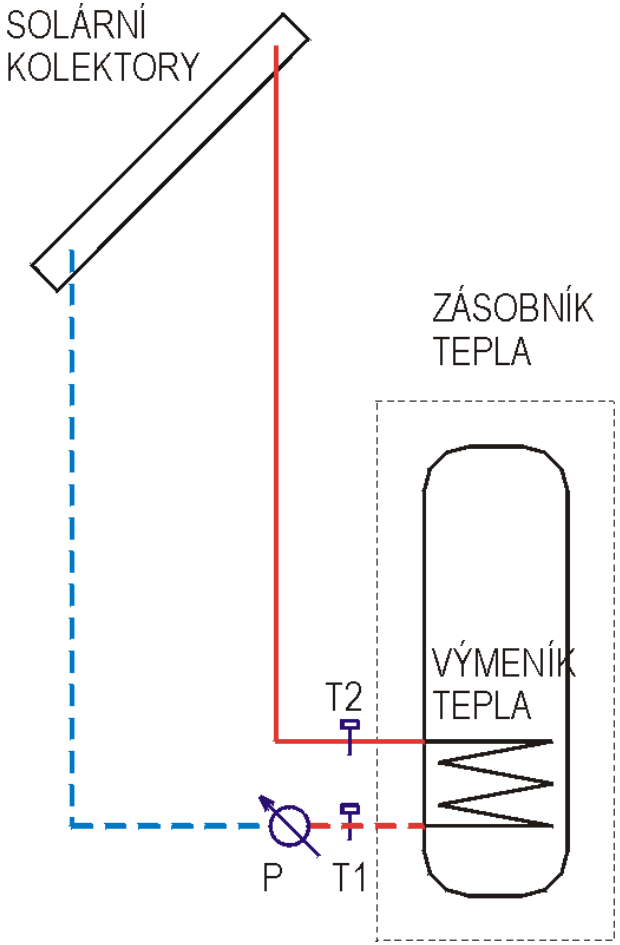
cena < 6.000 Kč



Měření tepla

- **průtokoměr + teplotní čidla + externí datalogger (regulátor)**
  - měření na primárním okruhu (nemrznoucí směs)
  - regulátor zajišťuje výpočet *Q* podle programu
  - vložené charakteristiky $\rho.c$
  - často pouze sumační údaj (!!!)
  - paměť – datalogger, ukládání a vyvolání údajů za zvolený časový úsek

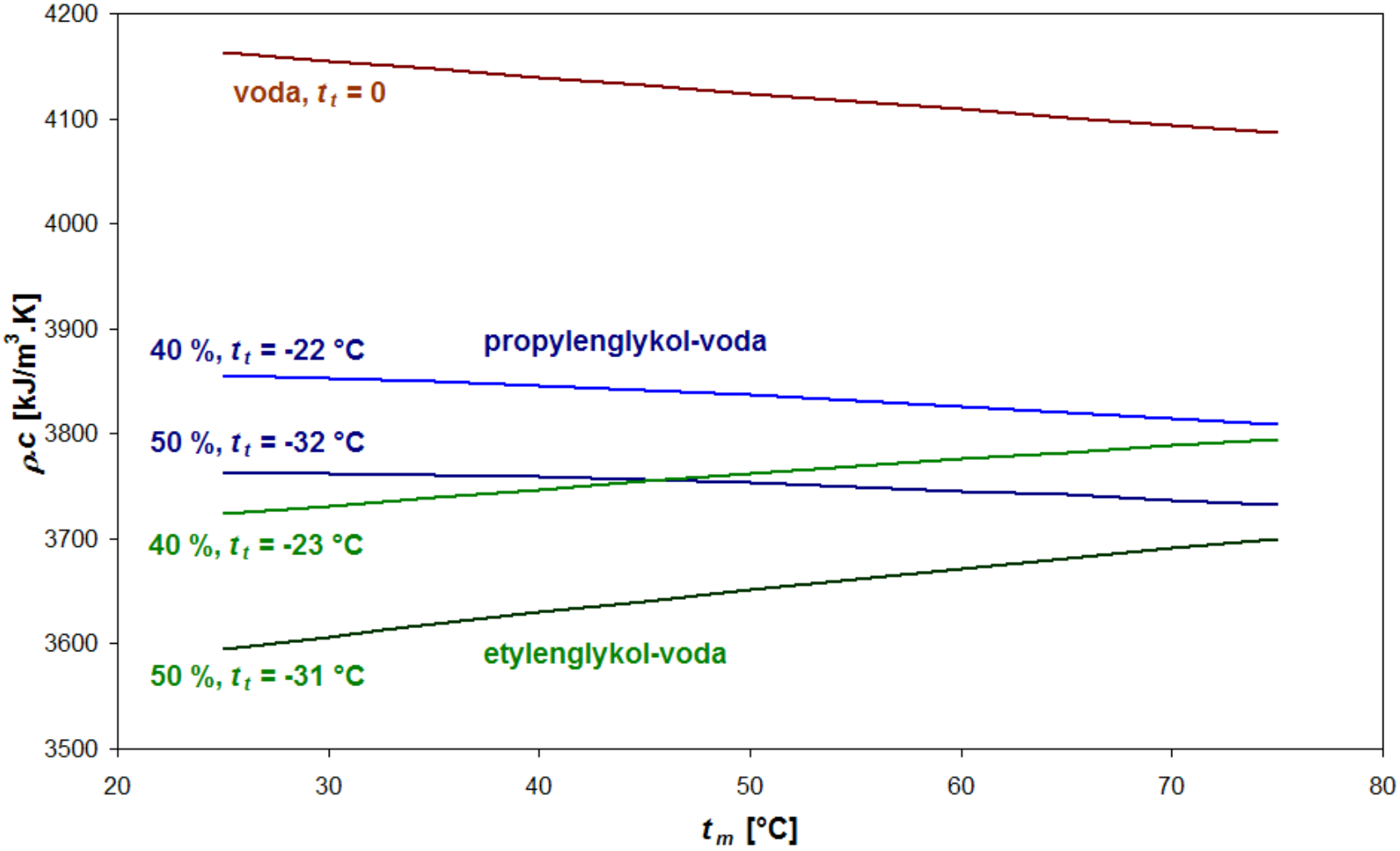
cena > 20.000 Kč

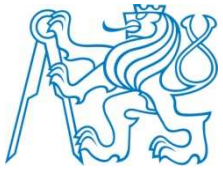


Tepelná kapacita solárních kapalin

- **teplonosné látky solárních soustav**
  - propylenglykol-voda, etylenglykol-voda
  - tepelná kapacita $\rho.c$ se liší od vody
  - jiný tvar závislosti na teplotě než voda
  - výrazně závislá na poměru ředění
  - regulátor musí mít naprogramován komplex charakteristik

Tepelná kapacita PG-voda



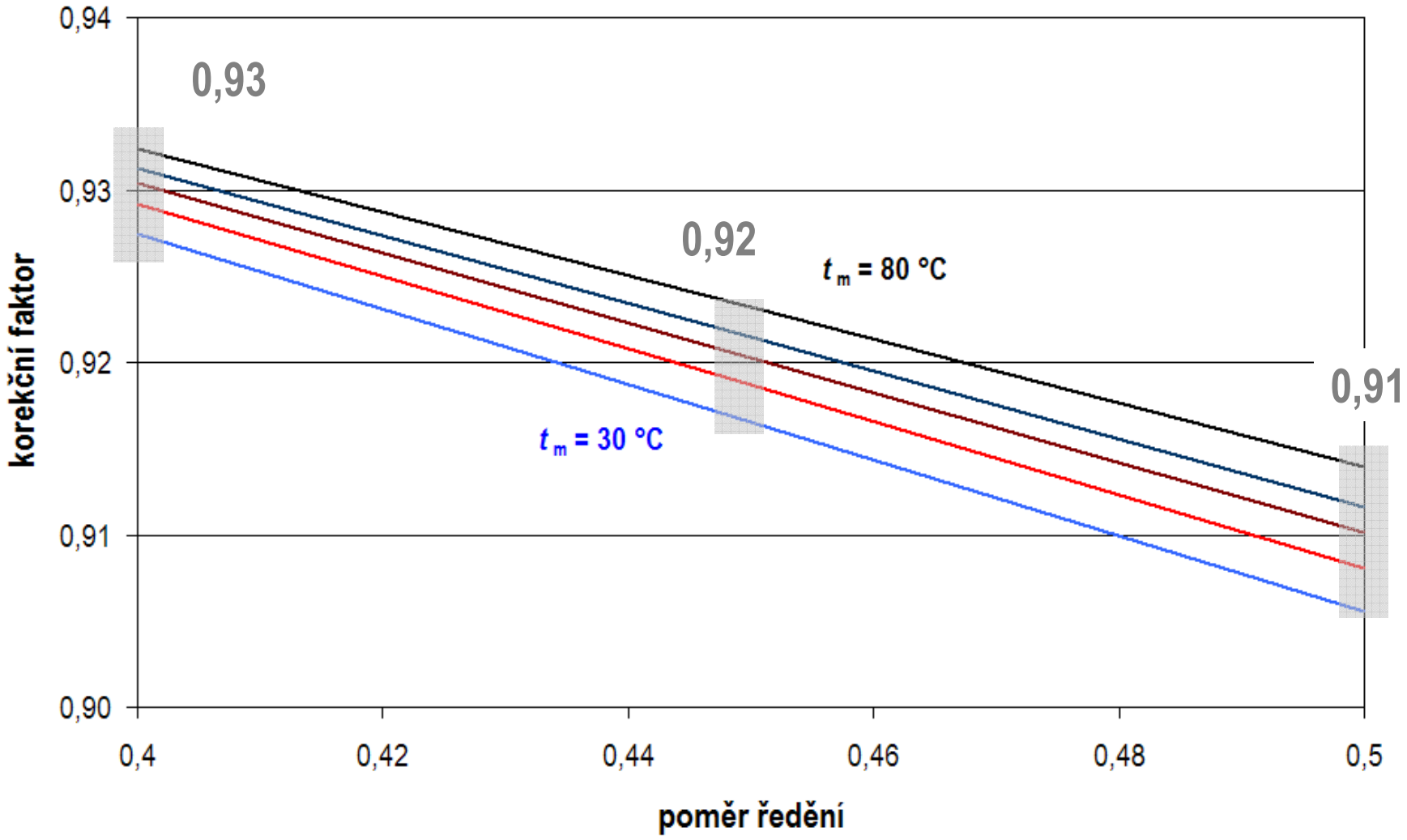


Měření kalorimetry (voda) na PG

- **měření solárních soustav s propylenglykolem kalorimetrem cejchovaným na vodu + korekční součinitel**
  - tepelná kapacita $\rho.c$ se liší od vody, nicméně její závislost na teplotě je téměř identická (pouze posunutá)
  - výrazná závislost vlastností na poměru ředění – tabelární vyjádření korekčních součinitelů

t_t [°C]	poměr ředění	t_m = 30 °C	t_m = 40 °C	t_m = 50 °C	t_m = 60 °C	t_m = 80 °C
-22	0,40	0,927	0,929	0,930	0,931	0,932
-27	0,45	0,917	0,919	0,920	0,921	0,923
-32	0,50	0,906	0,908	0,910	0,912	0,914

Tepelná kapacita PG-voda x voda



RD Mnichovice – srovnávací měření

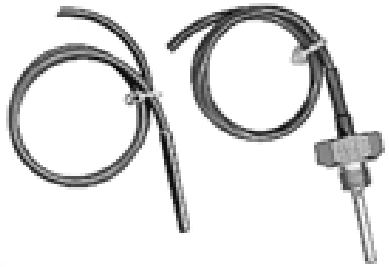
solární kombinovaná soustava

sklon kolektorů 60°

roční zisky **~ 280 kWh/m^2.rok**

RD Mnichovice – srovnávací měření

měřicí ústředna



regulátor + průtokoměr

kalorimetr

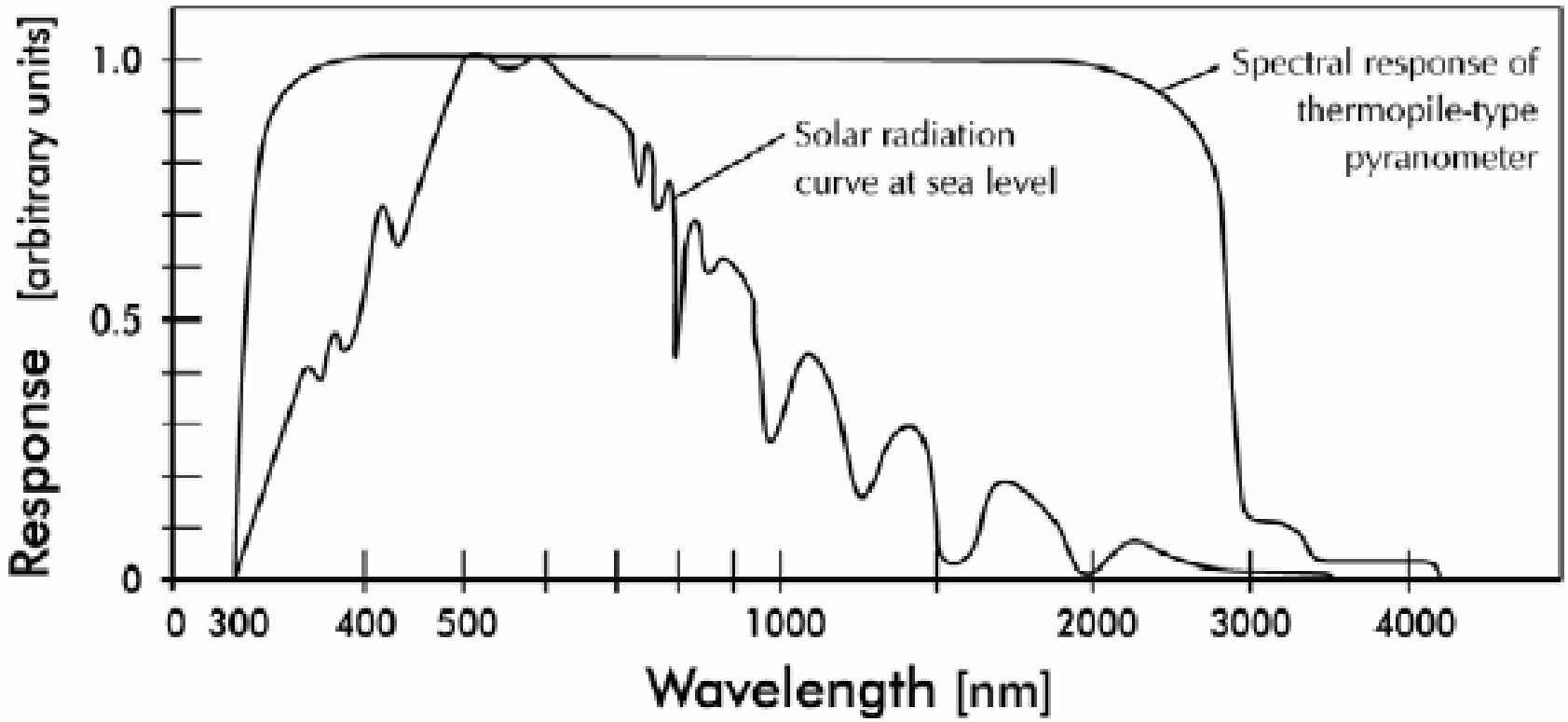
RD Mnichovice – srovnávací měření

	ústředna	kalorimetr	ústředna / kalorimetr
	kWh/měs	kWh/měs	-
září 08	185	203	0,91
říjen 08	156	171	0,91
listopad 08	48	53	0,90
prosinec 08	40	43	0,92
leden 09	32	36	0,90
únor 09	25	27	0,90
březen 09	64	70	0,91
duben 09	329	363	0,91
květen 09	217	240	0,90

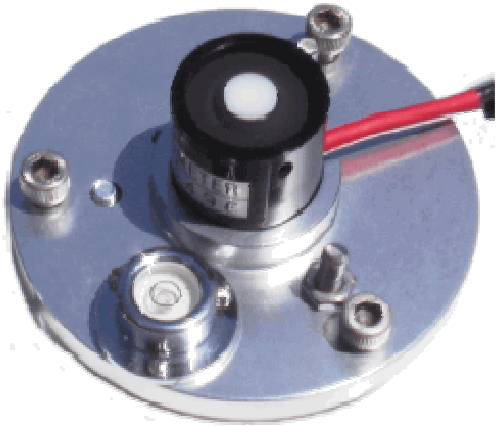
ředění **47 %** t_m = **50 °C** korekční faktor **0,915**

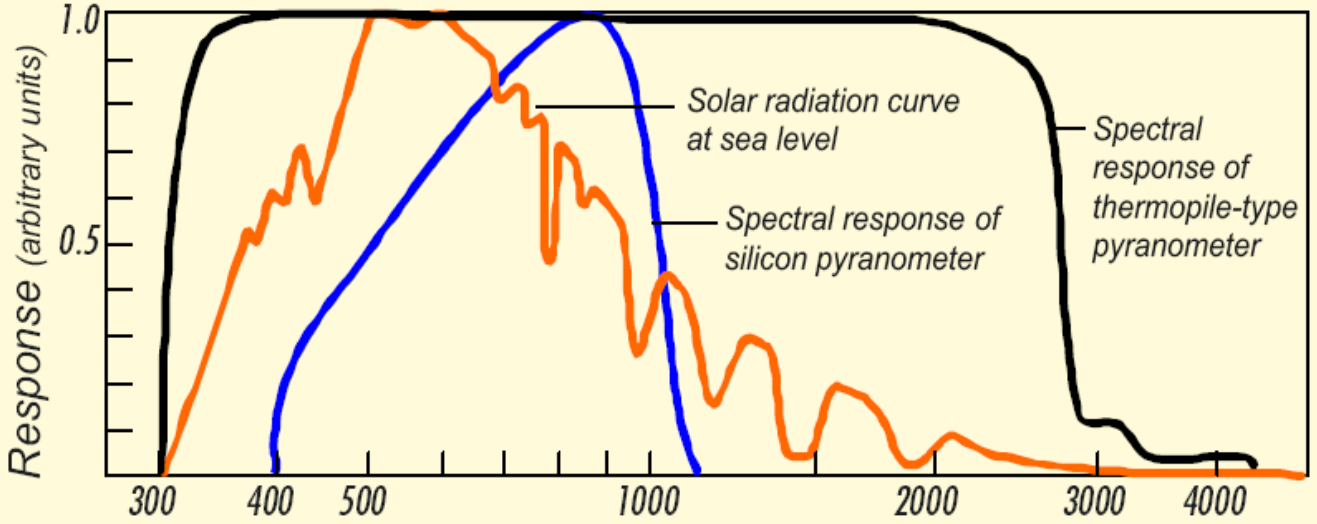
Sluneční ozáření - pyranometry

cena od 20 do 50.000 Kč



Fotovoltaická čidla

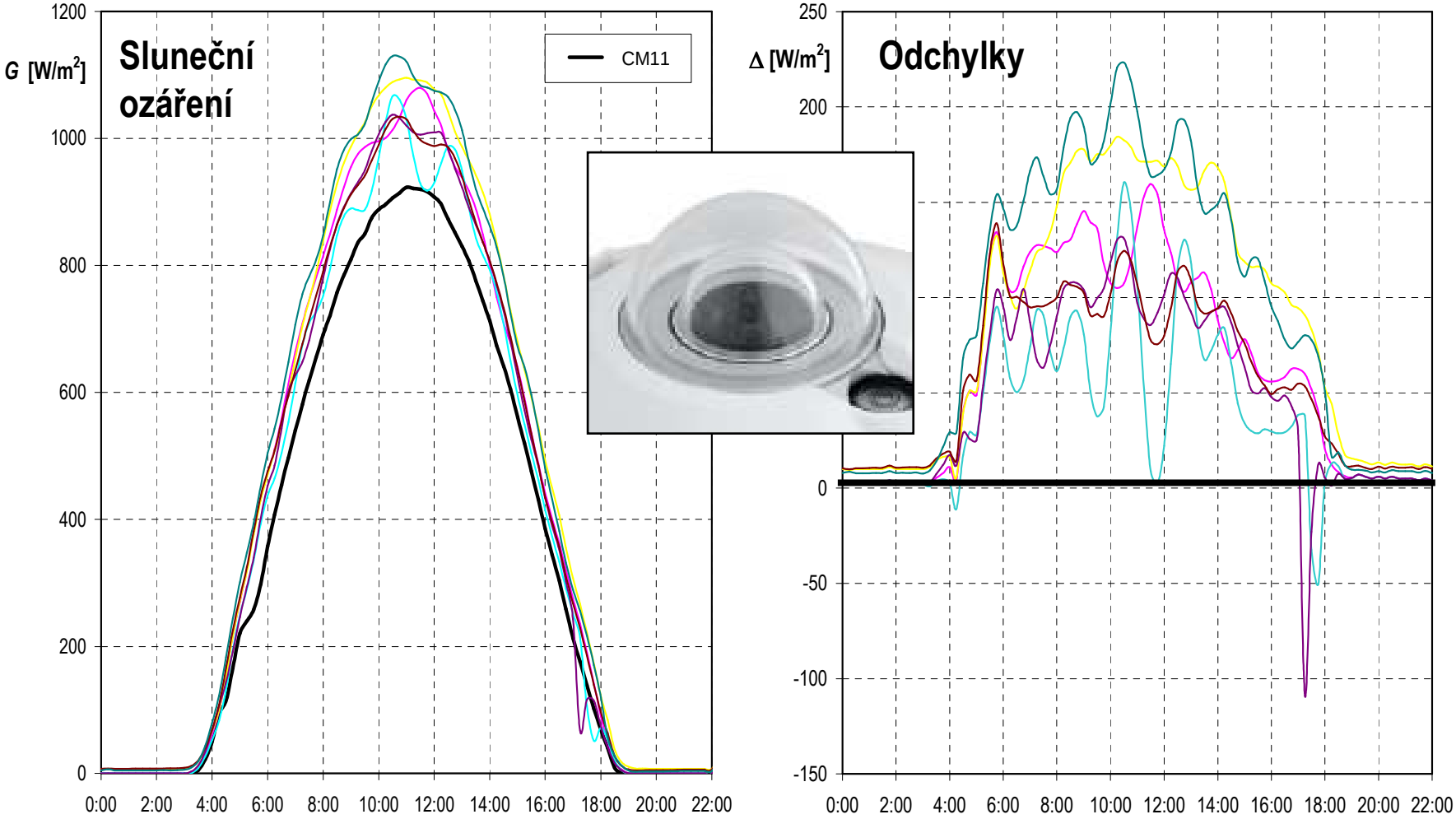




cena 2 - 5.000 Kč

Kvalita pyranometrů

Secondary standard pyranometer Kipp&Zonen CM11 x český výrobce Tlusťák



Pokročilý monitoring v RD Čerčany

dřevostavba

NE dům, 4.7 kW

teplovzdušné vytápění

centrální zásobník (elektro)

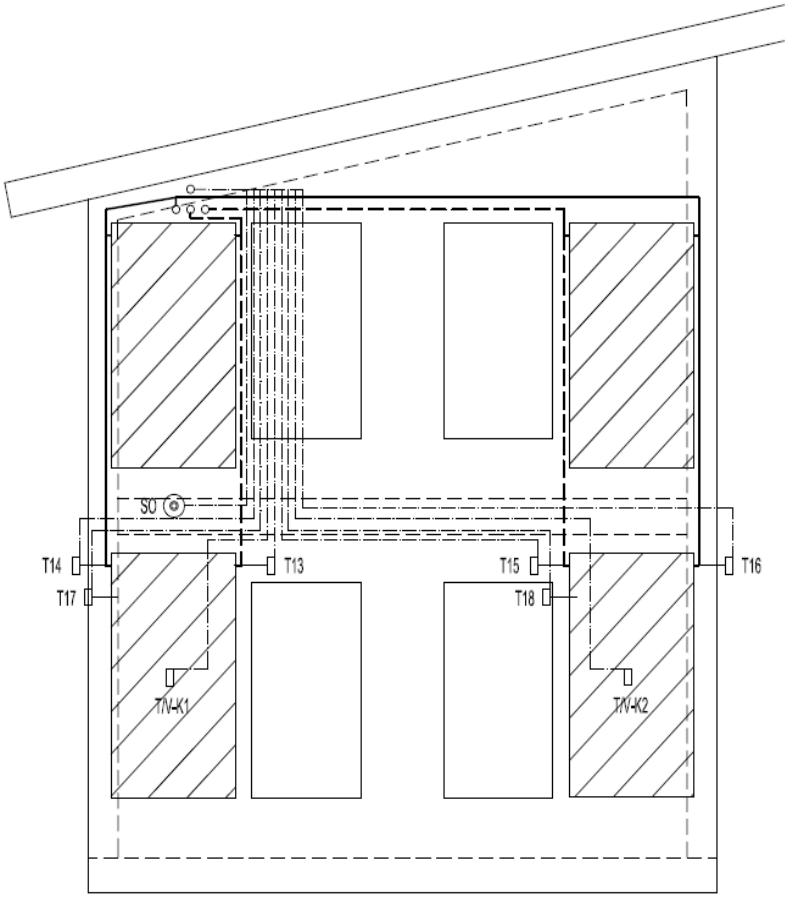
solární kombinovaná soustava TV+VYT

fasádní kolektory

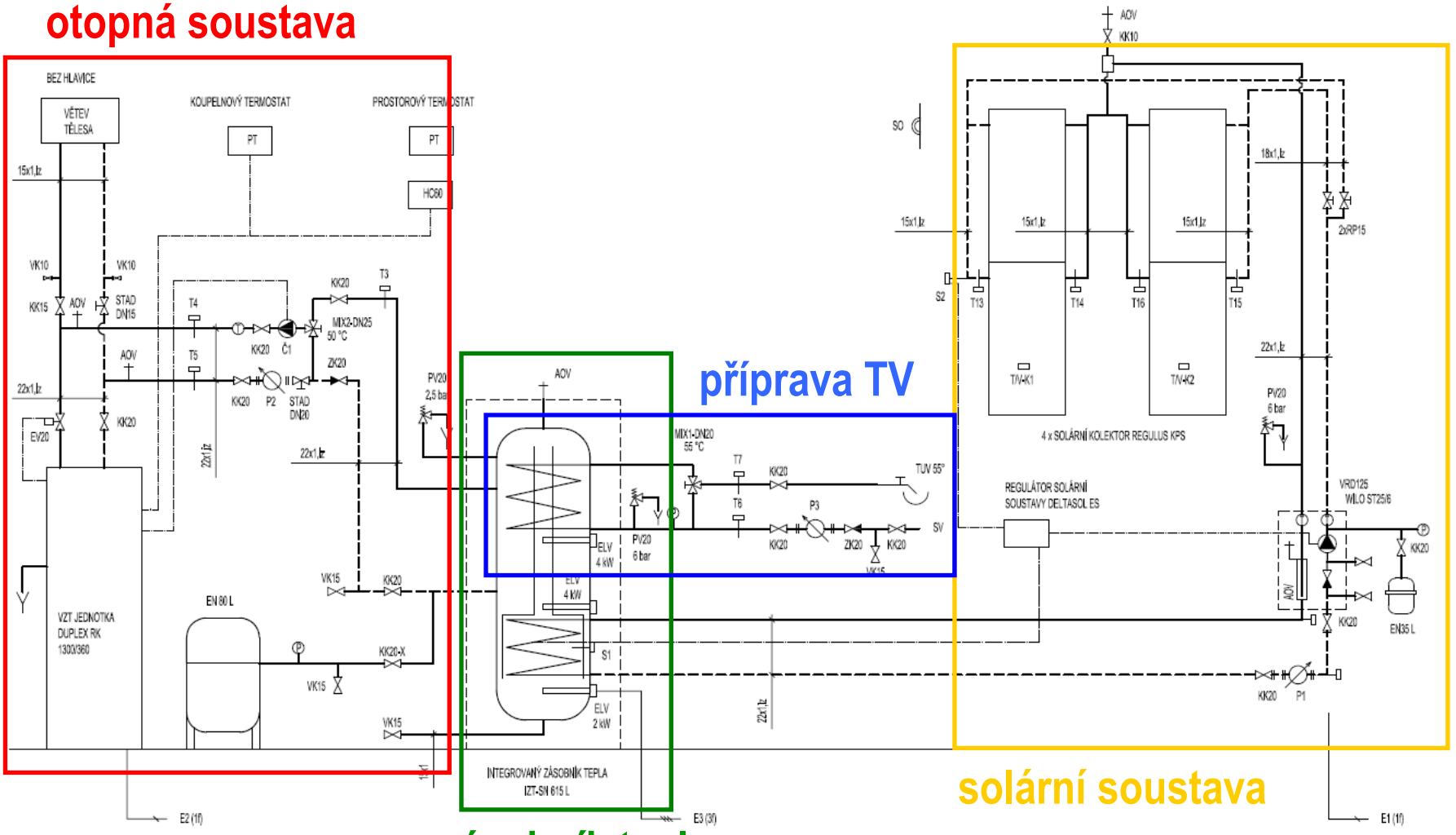
4 x 2.3 m^2 = 9.2 m^2

Monitorování – fasáda

- čidlo slunečního ozáření – pyranometr
- kombinovaná čidla teplota-vlhkost pod kolektory (izolace, vzduch.mezera)
- teplotní čidla vstup-výstup kolektoru
- teplotní čidla uvnitř kolektoru



Monitorování – soustava



Monitorování – soustava

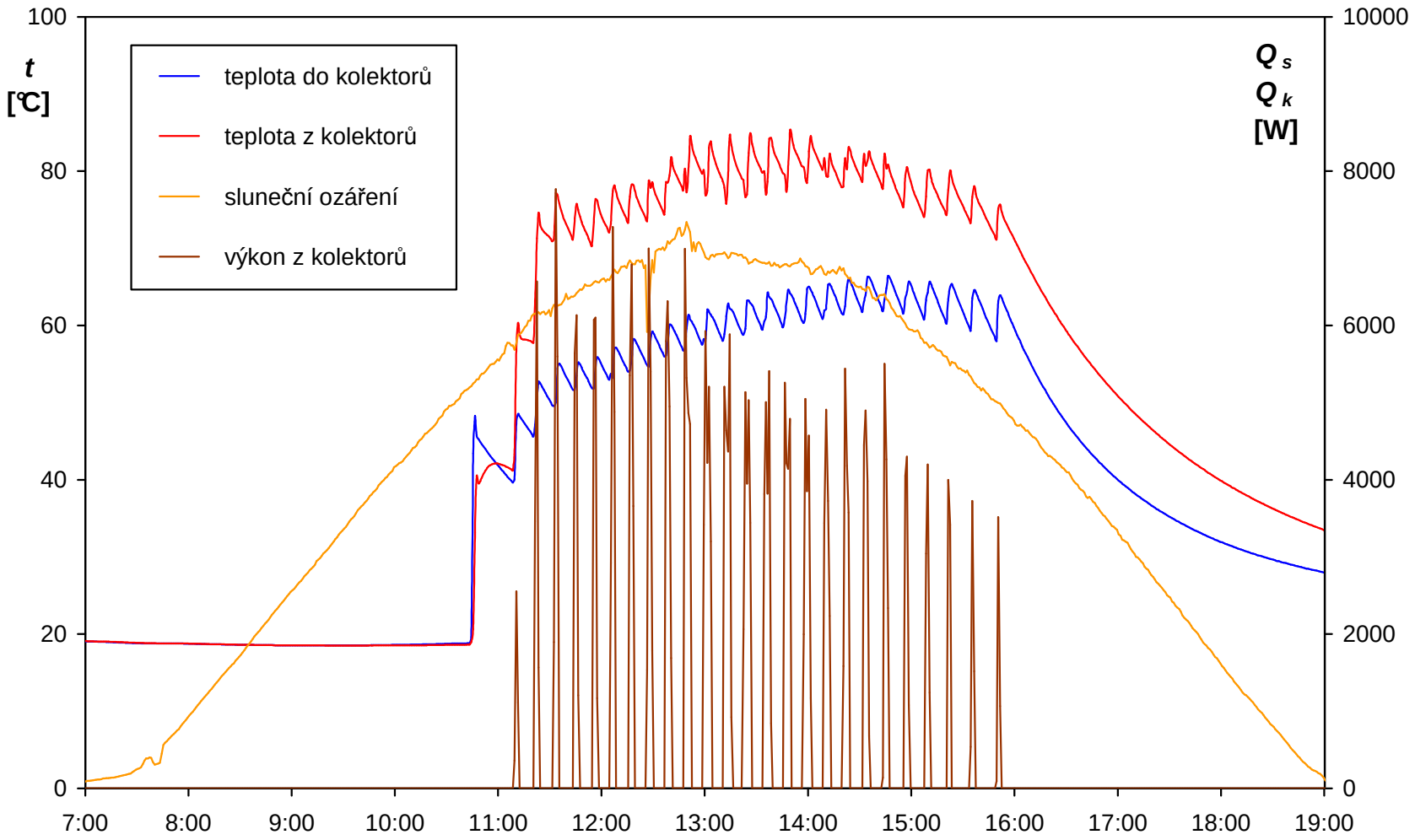
- solární soustava (SOL)
  - **průtok** soustavou + poměrová měřidla pro větve (levá, pravá strana)
  - **teplota** vstup-výstup kolektorů, **teploty** v kolektorech (levá, pravá strana)
  - spotřeba **elektrické energie** pro pohon oběhového čerpadla
  - **sluneční ozáření** v rovině solárních kolektorů
- otopná soustava (ÚT)
  - **průtok** soustavou, teplota přívodní-zpětné potrubí (dodané teplo)
  - **teploty** v 10 různých úrovních akumulačního zásobníku (vrstvení)
  - spotřeba **elektrické energie** pro pohon VZT jednotky
  - spotřeba **elektrické energie** pro vytápění a přípravu TV (el. vložky)
  - měření parametrů vnitřního a venkovního prostředí (**teplota, vlhkost**)

Monitorování – soustava

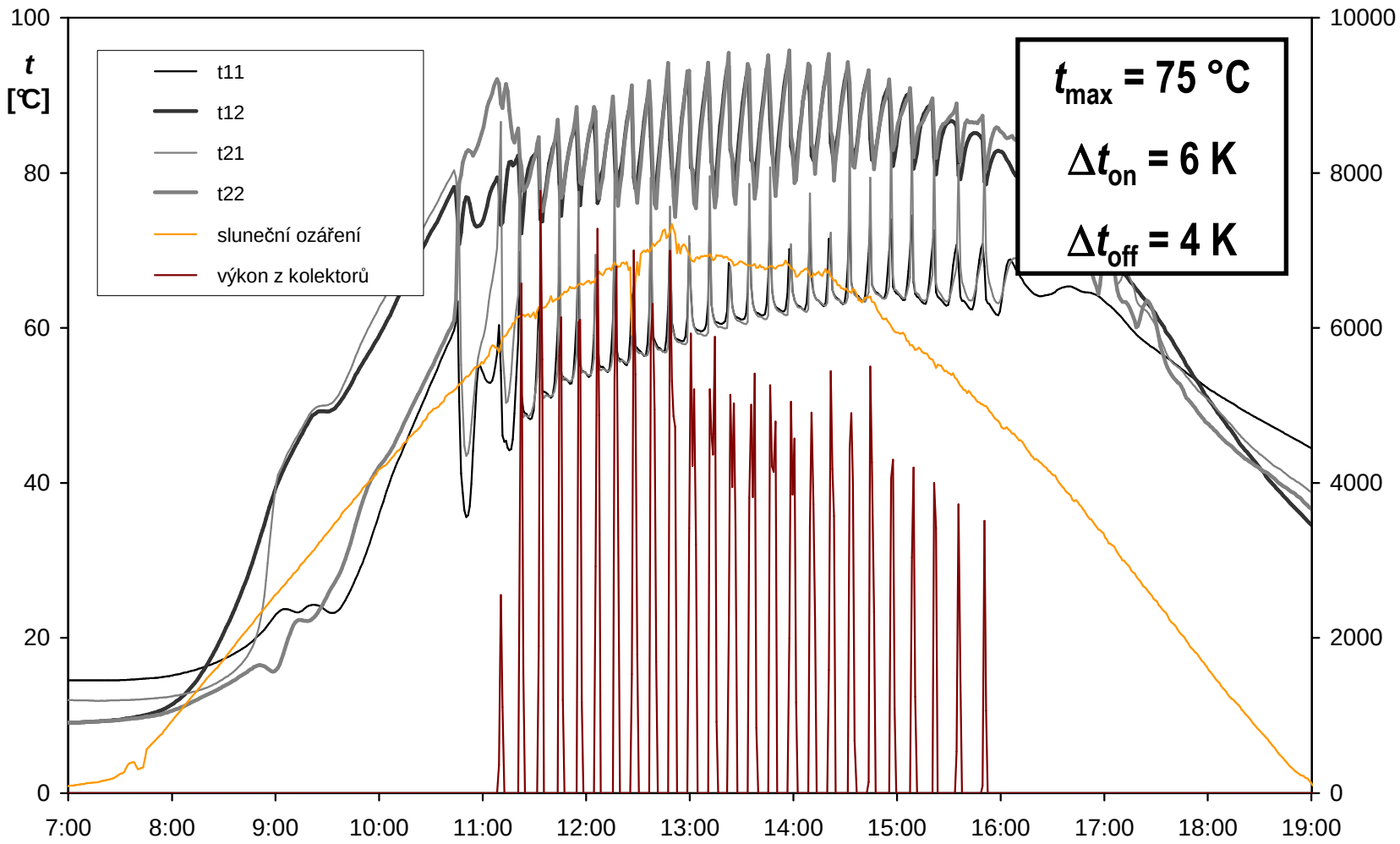
- příprava TV
  - **průtok** (množství) odebrané teplé vody
  - **teploty** studené a teplé vody
  - není cirkulace

- datalogger: ústředna Ahlborn 5690-2M s paměťovou kartou MMC
  - zápis naměřených dat v intervalu 60 s
  - celkem > 30 vstupů

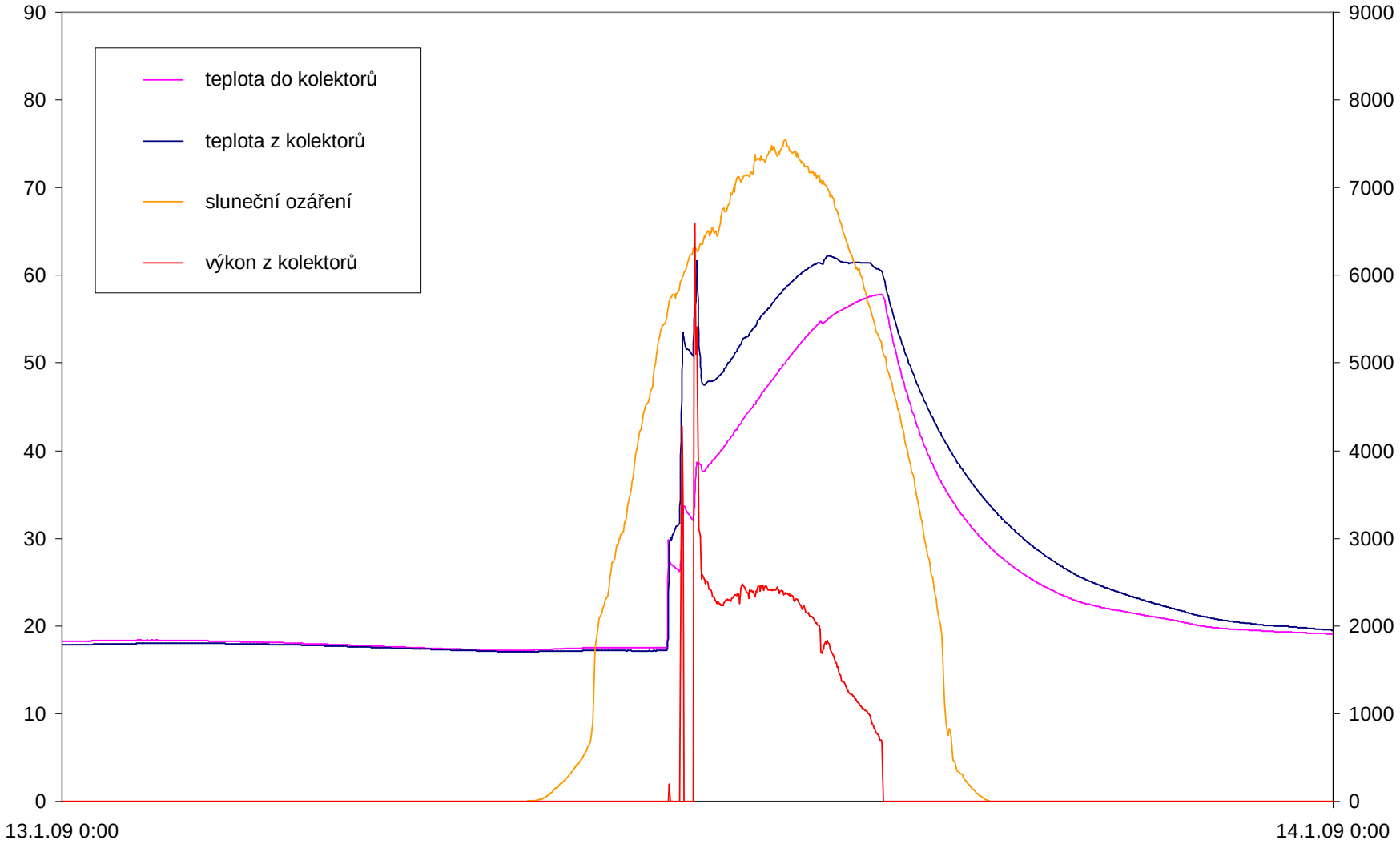
Předběžné výsledky 9.9.2008



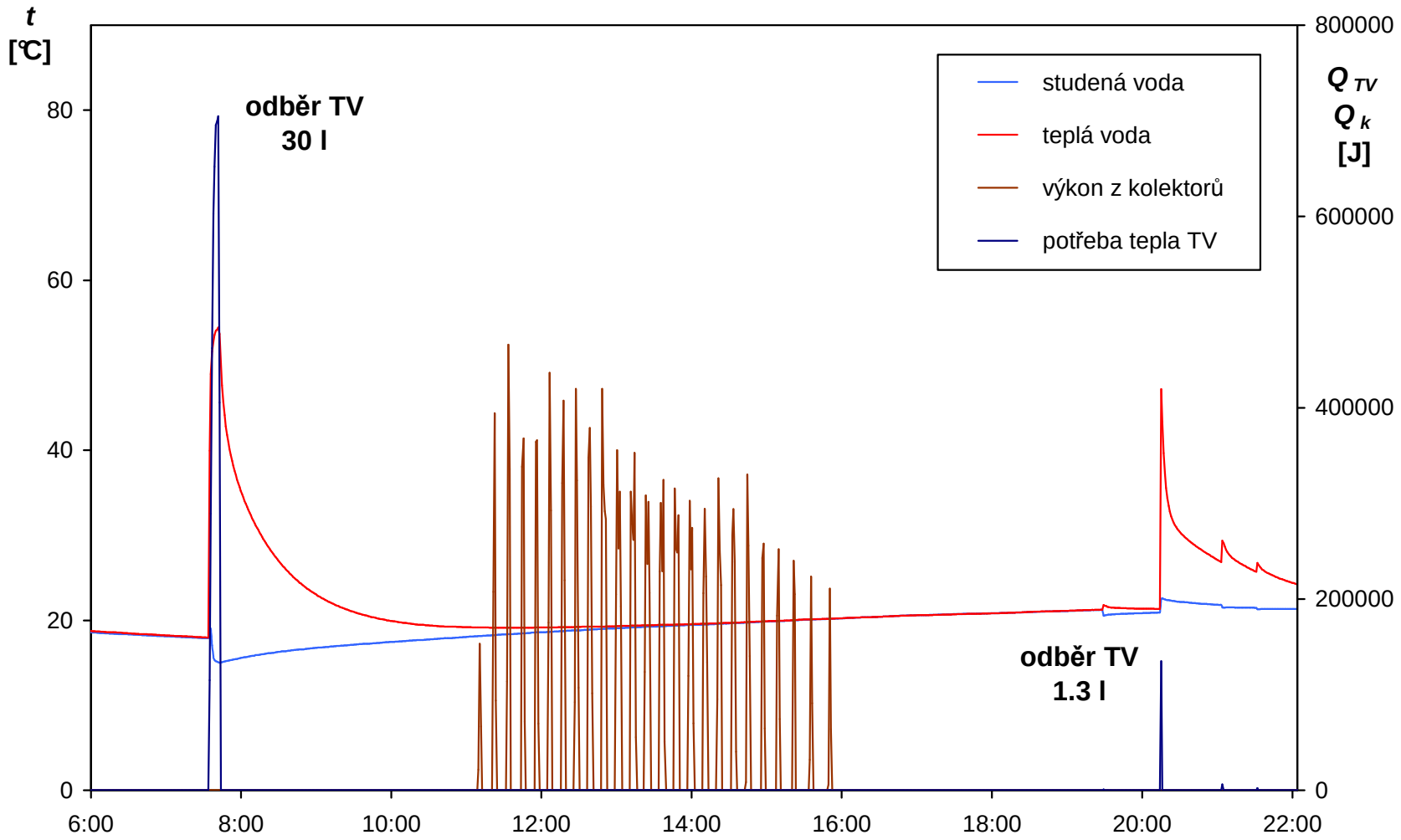
Předběžné výsledky 9.9.2008



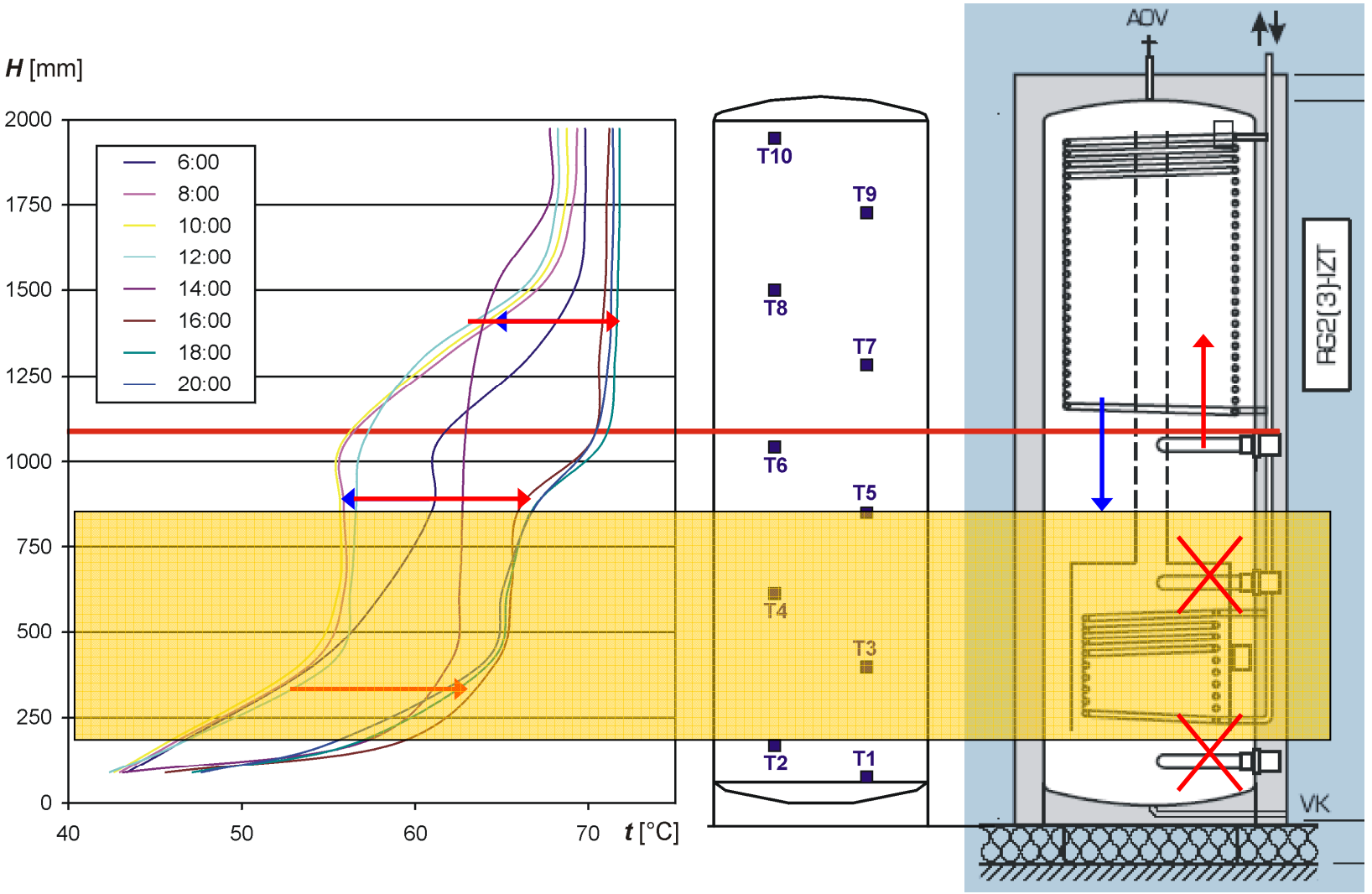
Předběžné výsledky 13.1.2009



Předběžné výsledky 9.9.2008

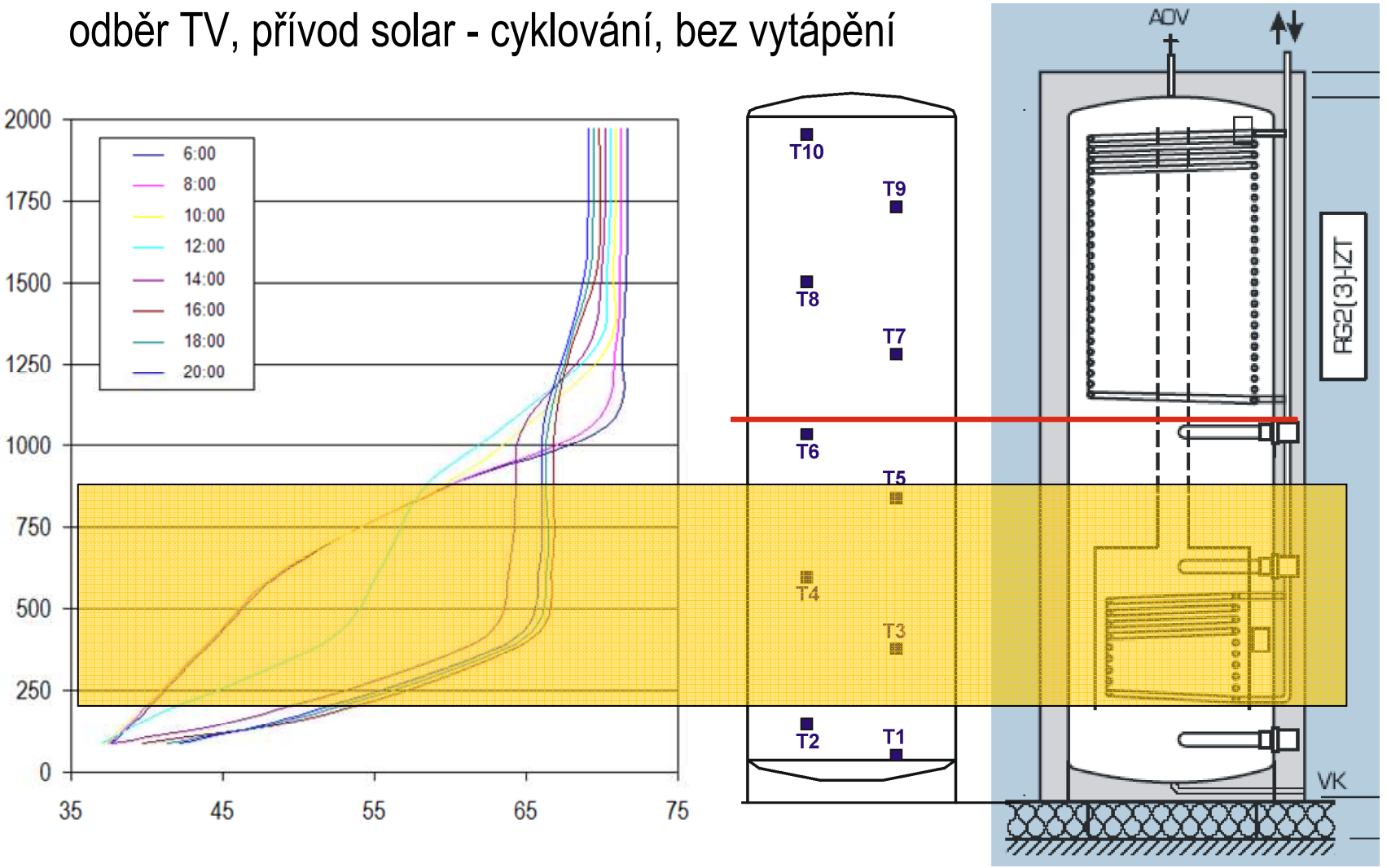


Předběžné výsledky 9.9.2008



Předběžné výsledky 18.10.2008

odběr TV, přívod solar - cyklování, bez vytápění



Bilance

		V_{TV} spotřeba TV [l]	Q_{TV} teplo pro TV [kWh]	Q_{VYT} teplo pro vytápění [kWh]	Q_p celková spotřeba [kWh]	$Q_{k,u}$ využitelné zisky [kWh]	Q_s dopadlá energie [kWh]
26.5.2008	8.6.2008	191	6	13	19	28	407
X.X.XXXX	X.X.XXXX	X	X	X	X	X	X
7.7.2008	20.7.2008	206	7	0	7	8	253
21.7.2008	3.8.2008	336	10	0	10	14	362
4.8.2008	17.8.2008	187	6	0	6	18	356
18.8.2008	31.8.2008	188	6	0	6	39	458
1.9.2008	14.9.2008	201	7	0	7	32	475

spotřeba teplé vody: 16 l/den, přepočteno na 15/60 °C: **10 l/den**

využitelné solární zisky soustavy: $Q_{k,u}$ = 111 kWh x Q_{TV} = 36 kWh

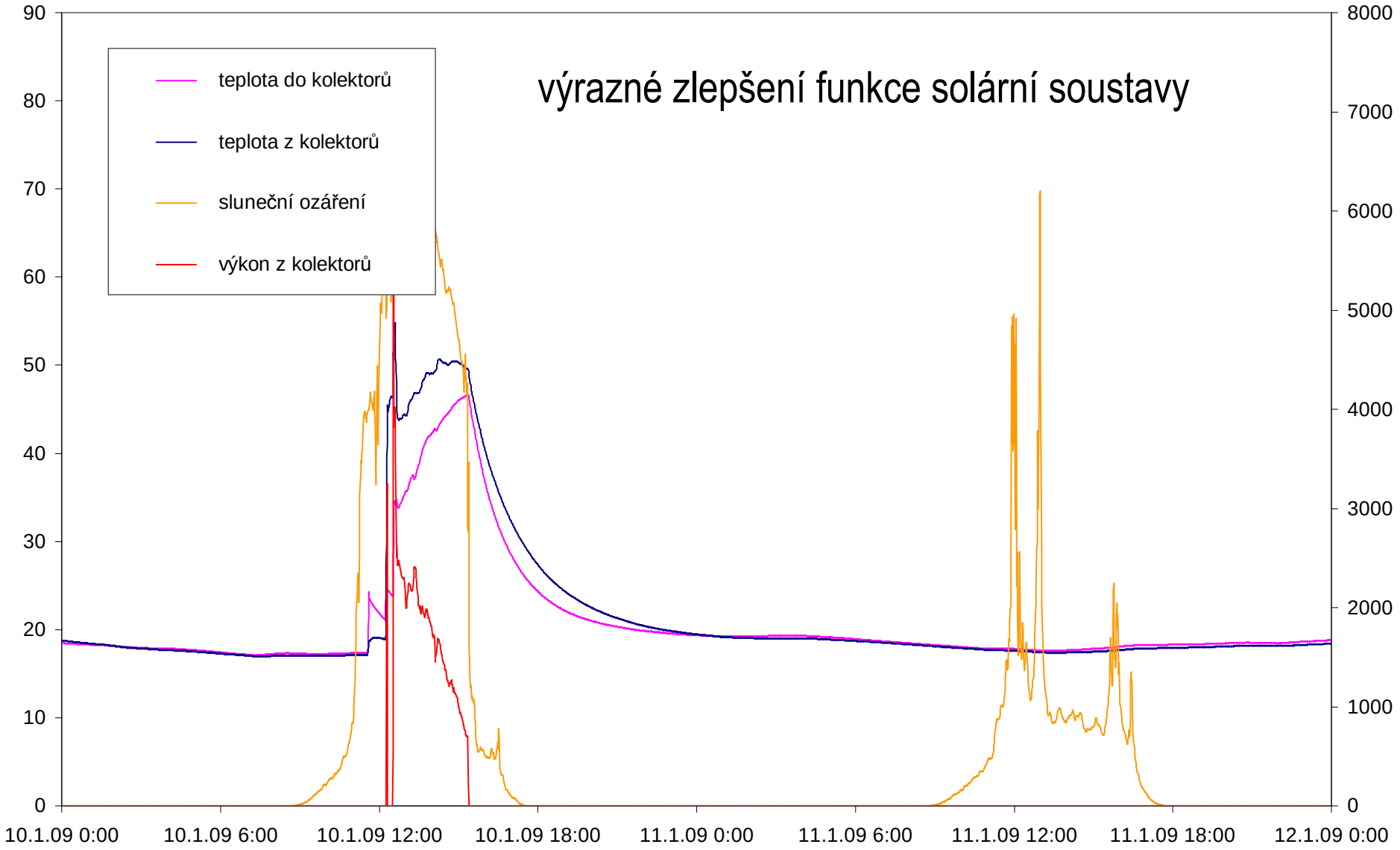
spotřeba elektrické energie: Q_{el} = 250 kWh

$Q_z = 9 \times Q_{TV}$

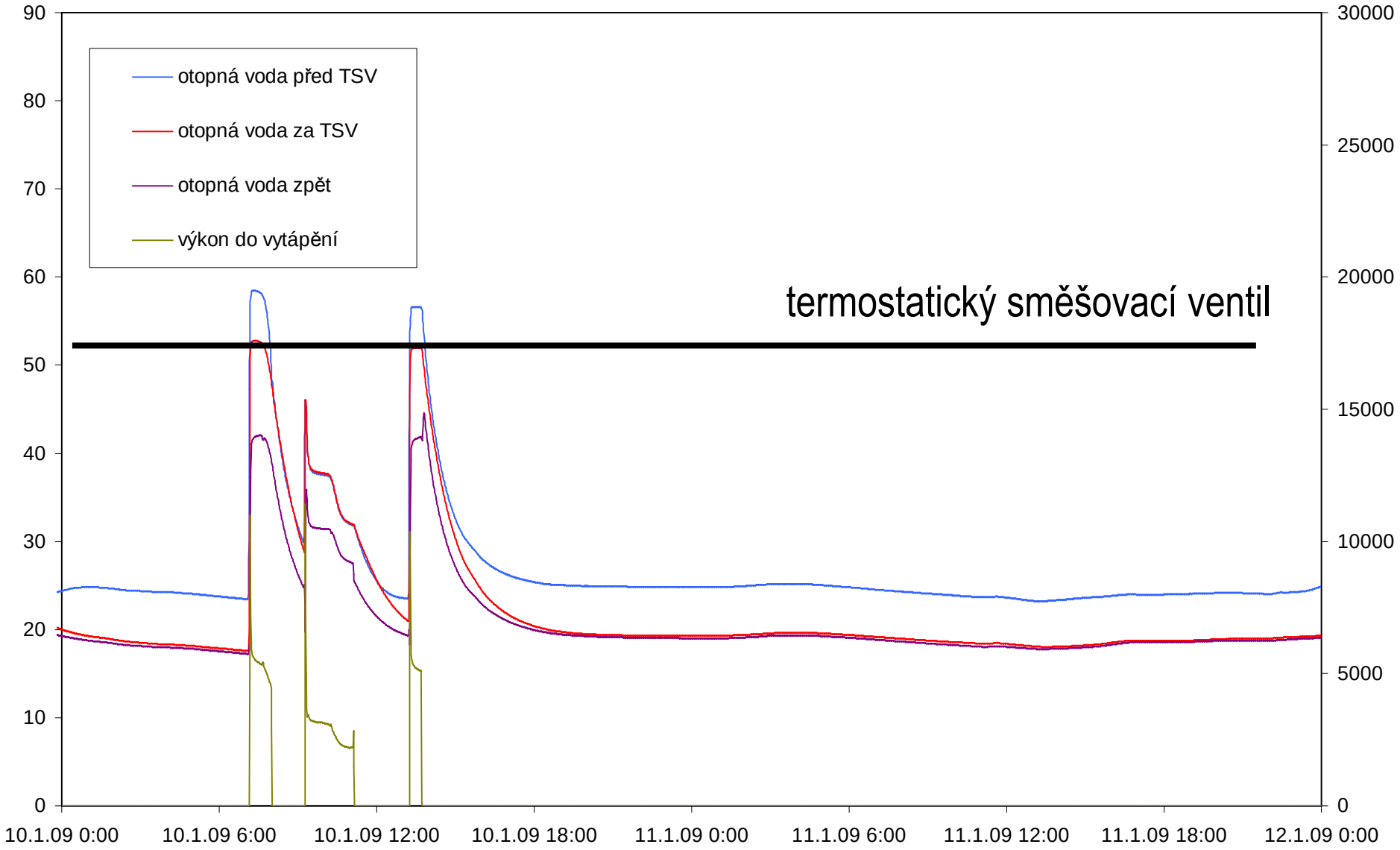
$\eta_s = 6\ \%$

$f = 31\ \%$

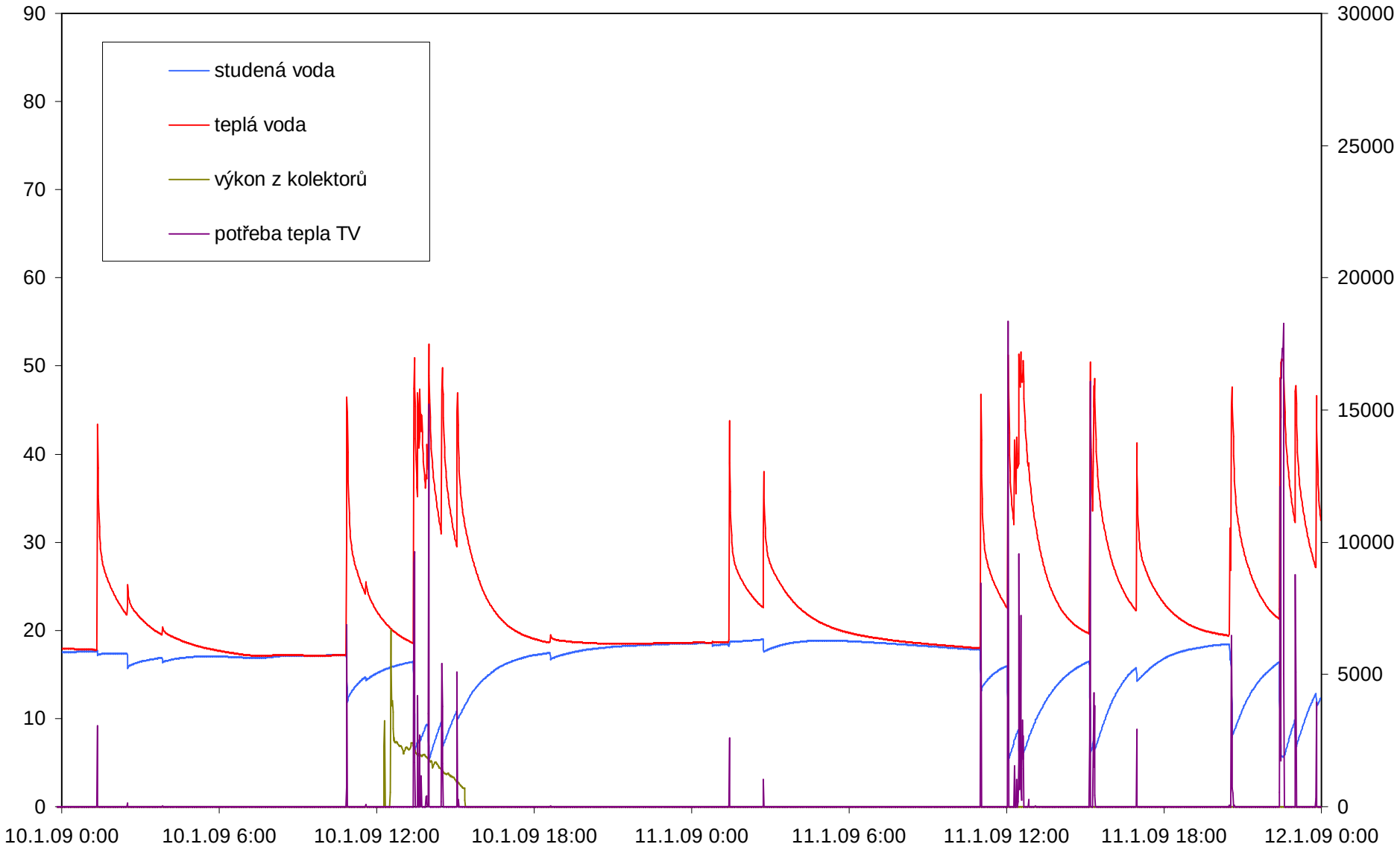
Předběžné výsledky leden 2009



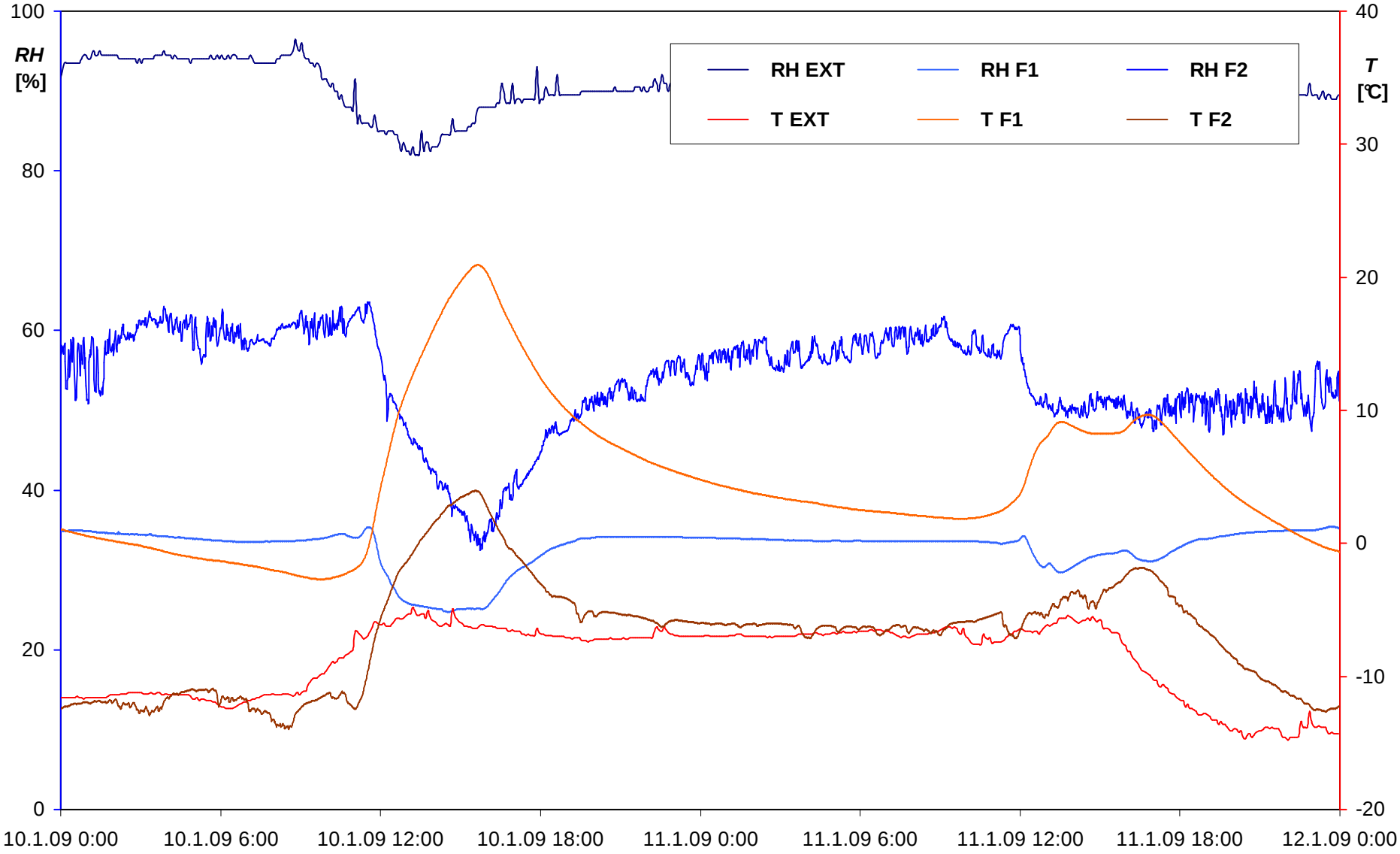
Předběžné výsledky leden 2009



Předběžné výsledky leden 2009

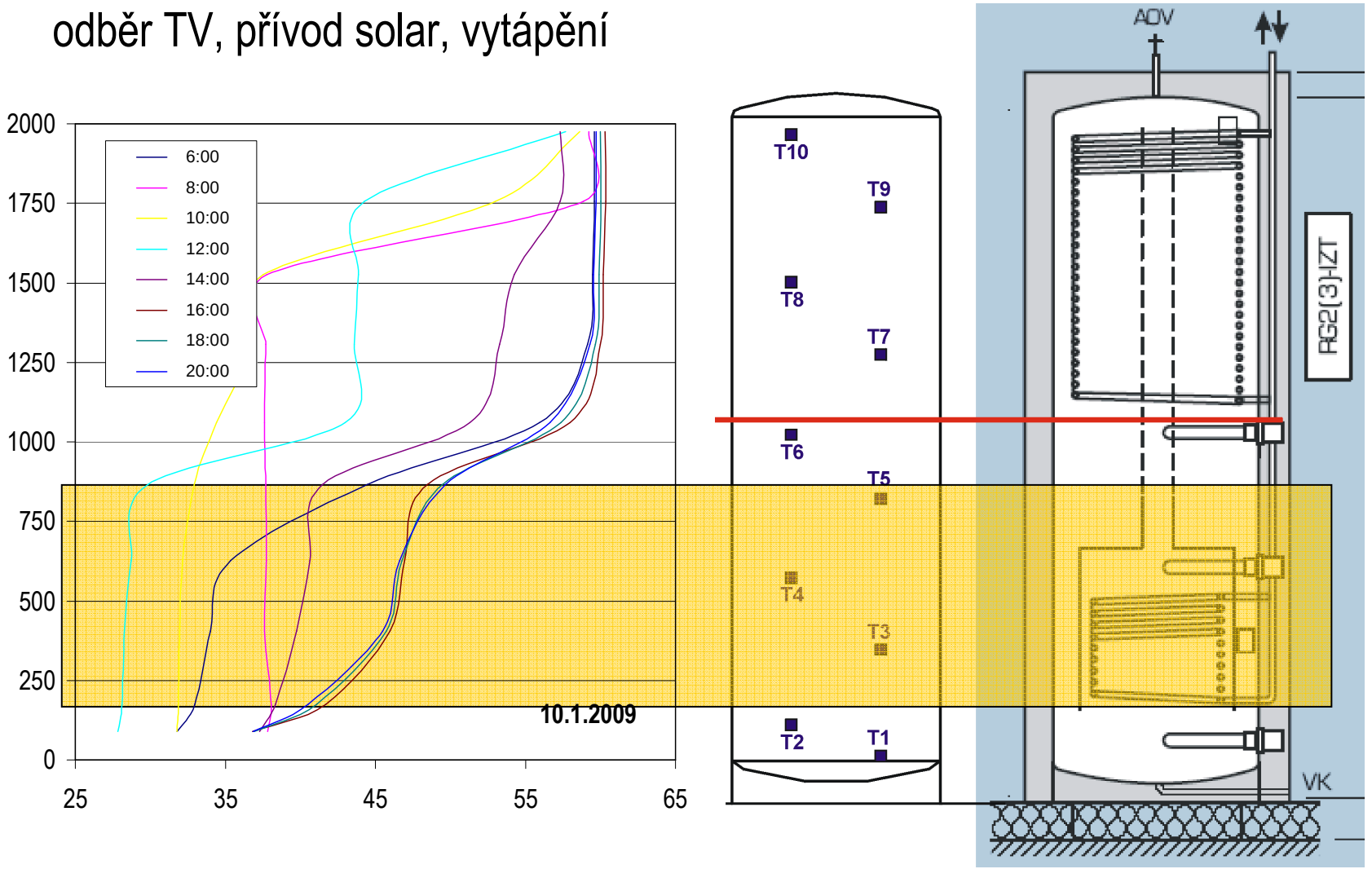


Předběžné výsledky leden 2009



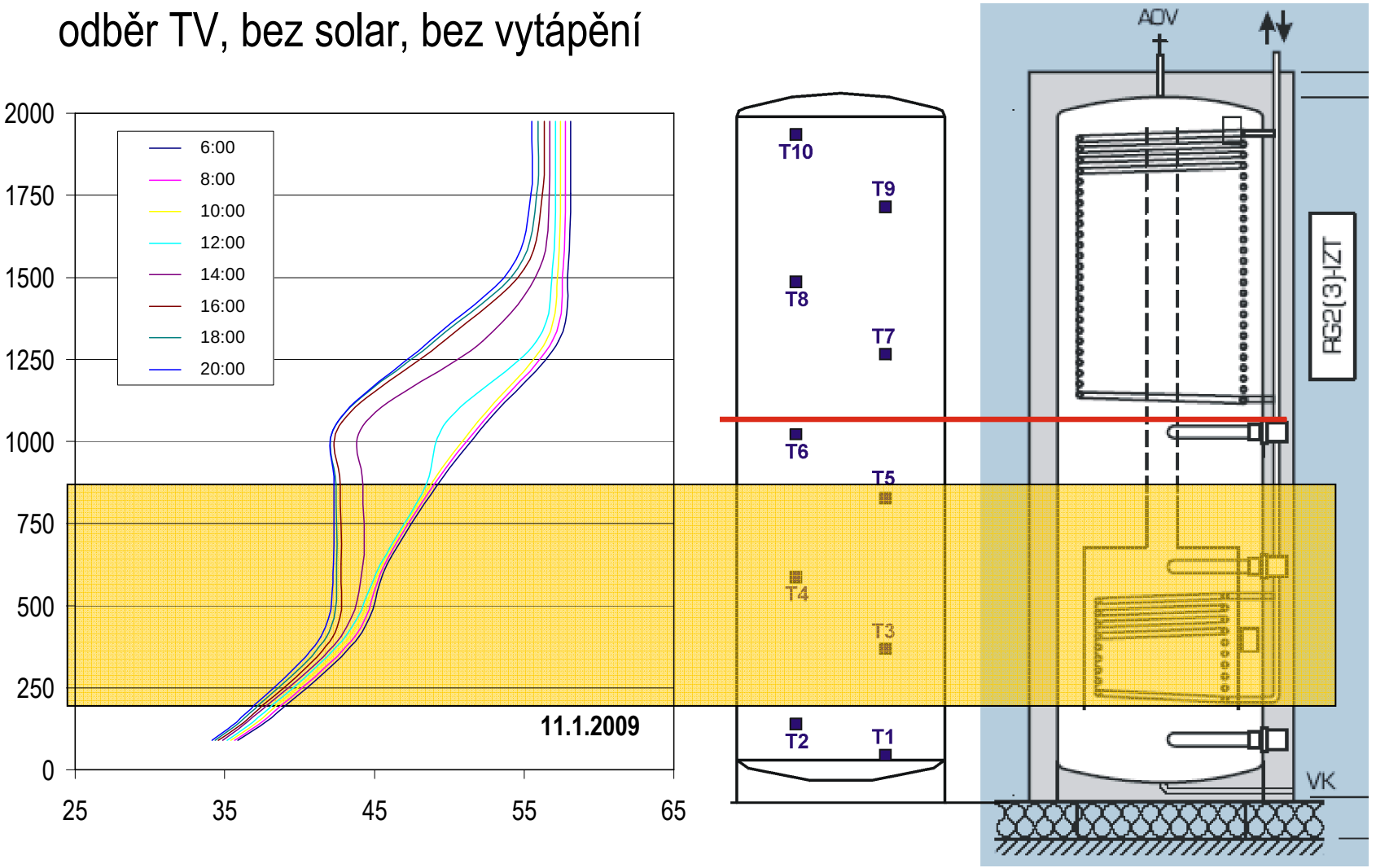
Předběžné výsledky leden 2009

odběr TV, přívod solar, vytápění



Předběžné výsledky leden 2009

odběr TV, bez solar, bez vytápění



Proč měřit ?

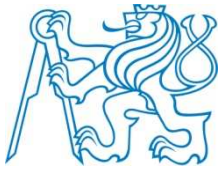
- **měření**
  - pro zajištění funkce (provoz solární soustavy, spínání čerpadla, atd.)
  - pro kontrolu funkce (kontrola teplot, průtoku)
  - identifikace špatné funkce částí soustavy a možnost opravy
  - pro určení efektivity provozu a přínosu
    - **solární zisky, reálná úspora**
    - **solární pokrytí**

Návrh pro SFŽP (2008 - 2009)

- **Operační program Životní prostředí**
- všechny státem dotované instalace povinně vybavit dlouhodobým monitoringem jako součást dotace na instalaci
  - zpětná kontrola efektivity vynaložených investic
  - tlak na kvalitu projektů a provedení zařízení montážní firmou
  - získání reálných údajů o provozu solárních soustav v ČR (katalog instalací podpořených SFŽP s provozními údaji)
  - zvýšení atraktivity pro veřejnost i pro dodavatele (reklama)
  - **dobré příklady táhnou !** (zákazníky)
  - **špatné upozorňují na nekvalitní návrh a provedení !** (projektanti)

Návrh pro SFŽP (2008 - 2009)

- rozpracována metodika hodnocení solárních soustav (tepelná čerpadla, kotle na biomasu)
  - dokument *Provozní hodnocení tepelných soustav s obnovitelnými zdroji tepla, duben 2009.*
- příslib jednání pro výzvu únor-březen 2010 (povinnost monitoringu v podmínkách – vyjasnění kompetencí)



Děkuji za pozornost a účast na kurzu

Certifikáty a potvrzení ČKAIT k vyzvednutí u mně

solab.fs.cvut.cz

www.csvts.cz/csse

www.stpcr.cz

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí

Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Technická 4, 166 07 Praha 6

tomas.matuska@fs.cvut.cz

Organizace kurzu:

Společnost pro techniku prostředí
Novotného lávka 5, Praha 1
116 68
stp@stpcr.cz
http://www.stpcr.cz

Československá společnost pro sluneční energii
Novotného lávka 5
116 68 Praha 1
http://www.csvts.cz/csse

Třeboňské inovační centrum (TIC)
Dukelská 145
Třeboň
http://www.tic.trebon.cz

Publikace byla zpracována za finanční podpory Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie pro rok 2009 – část A – Program EFEKT