

Sborník přednášek k 1. části kurzu

Solární tepelné soustavy

3. až 4. 5. 2011

Centrum technologických informací
a vzdělávání – CTIV
Fakulta strojní ČVUT v Praze
Technická 4
166 07 Praha 6

Program 1. části kurzu - Solární tepelné soustavy 2011 (Čechy)

Centrum technologických informací a vzdělávání – CTIV

Fakulta strojní ČVUT v Praze, Technická 4, 166 07 Praha 6

03/05/2011 Úterý Sluneční energie, solární kolektory

Čas	Přednášející	Téma	Délka
9:00-10:00	Zicha	Energie ve vesmíru, energie Slunce	60 min
10:00-10:30	Borovský	Dostupnost sluneční energie na území ČR, zdroje klimatických dat, geometrie slunečního záření, výpočet dopadající energie	30 min
10:30-10:45		Přestávka	15 min
10:45-12:00	Matuška	Solární kolektory, typy (kapalinové, vzduchové, koncentrační), účinnost, selektivita, zkoušení a certifikace kolektorů	75 min
12:00-12:45		Oběd	45 min
12:45-13:45	Matuška	Zásobníky tepla, typy (citelné, změna skupenství), stratifikace, vliv konstrukce na ztráty, zkoušení zásobníků	60 min
13:45-14:00		Přestávka	15 min
14:00-15:00	Peterka	Solární kolektory a soustavy v ČR, historie a současnost	75 min
15:00-16:00	Matuška	Exkurze SOLAB - Solární laboratoř Ústavu techniky prostředí - omezený počet (střecha)	60 min

04/05/2011 Středa Navrhování a bilancování solárních soustav

Čas	Přednášející	Téma	Délka
9:00-10:30	Matuška	Obecný postup návrhu plochy solárních kolektorů, základní parametry solární soustavy a jejich vzájemná souvislost, bilancování potřeby tepla (příprava teplé vody, vytápění), návrh plochy kolektorů v jednotlivých aplikacích	90 min
10:30-10:45		Přestávka	15 min
10:45-12:00	Kalina	Solární soustavy pro přípravu teplé vody, vytápění, bazény	75 min
12:00-12:45		Oběd	45 min
12:45-13:45	Borovský	Solární soustavy v systémech CZT, solární chlazení, průmysl	60 min
13:45-14:00		Přestávka	15 min
14:00-15:00	Emingr	Ekonomika solární soustavy, výpočet ekonomických parametrů, ekonomická a ekologická úspora, příklad výpočtu ekonomických parametrů, okrajové podmínky výpočtu	60 min
15:00-16:00	Novák	Ceny energií, dotační a systémová podpora v ČR - historický vývoj, současnost a budoucnost	60 min

Sluneční energetika

Josef Zicha

- 1) Čtyři základní interakce ve Vesmíru – silná, slabá, elektromagnetická a gravitační. Porovnání jejich velikostí a význam ve vývoji Vesmíru.
- 2) Vazebný potenciál jader chemických prvků. Železo – definitivní popel po transmutacích prvků. Jaderná syntéza a štěpení jader možné zdroje energie.
- 3) „Kaňon“ vazebného potenciálu jader všech prvků. Význam podélného a příčného řezu modelu.
- 4) Vývoj chemického složení látky ve Vesmíru – postupné obohacování železem.
- 5) Vývoj chemického složení hvězdy v průběhu jejího života, různé scénáře závěrečných fází aktivity hvězdy.
- 6) Životní pouť našeho Slunce.
- 7) Slunce v současnosti.
- 8) HR diagram - jednoznačný úspěch astrofyzikálního a jaderného výzkumu.
- 9) Jak jsou hvězdy veliké ?
- 10) Planckův zákon – fundamentální význam pro studium fyziky hvězd.
- 11) Radiální rychlost, její měření a význam pro průkaz materiálové jednoty pozorovatelného Vesmíru.

Sluneční energie v ČR

David Borovský

Československá společnost pro sluneční energii (ČSSE)

CityPlan spol. s r.o.



Termíny

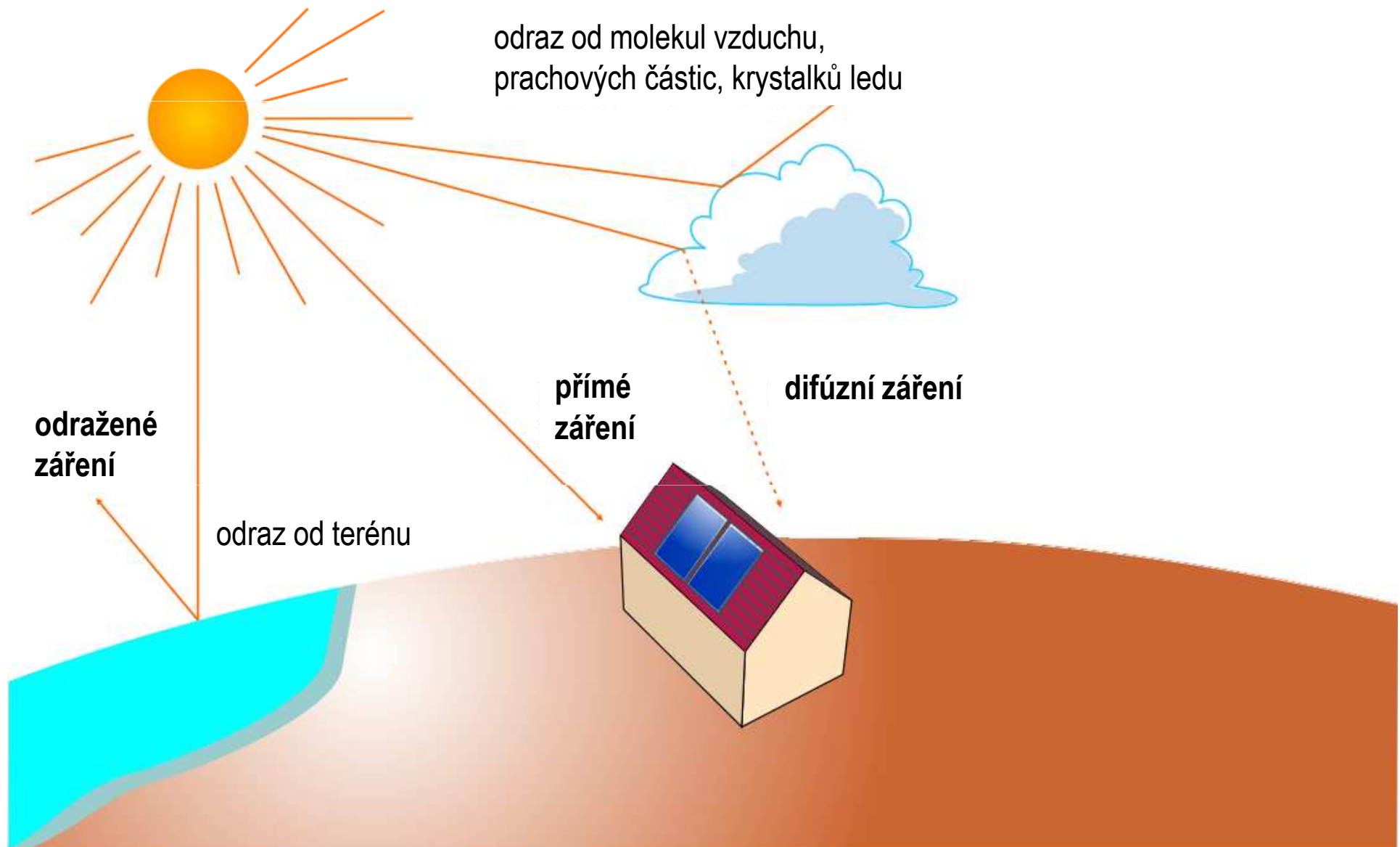
Sluneční energie x solární energie

- **sluneční**: přicházející od Slunce, související se Sluncem
- sluneční záření, sluneční aktivita, dopadající sluneční energie, sluneční konstanta

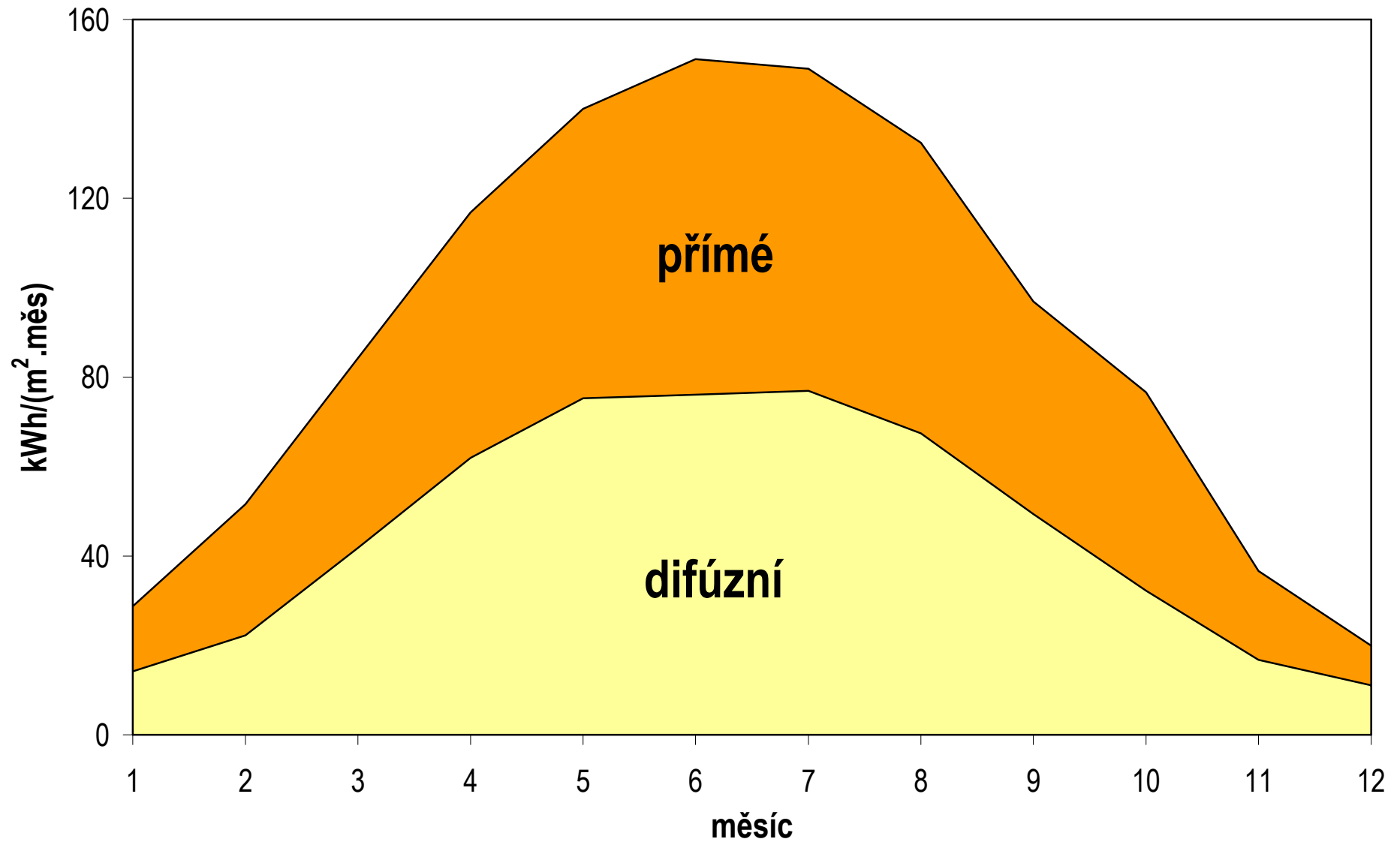
- **solární**: využívající sluneční záření
- solární kolektor, solární soustava, využitá solární energie, solární zisky

Přímé záření x difúzní záření

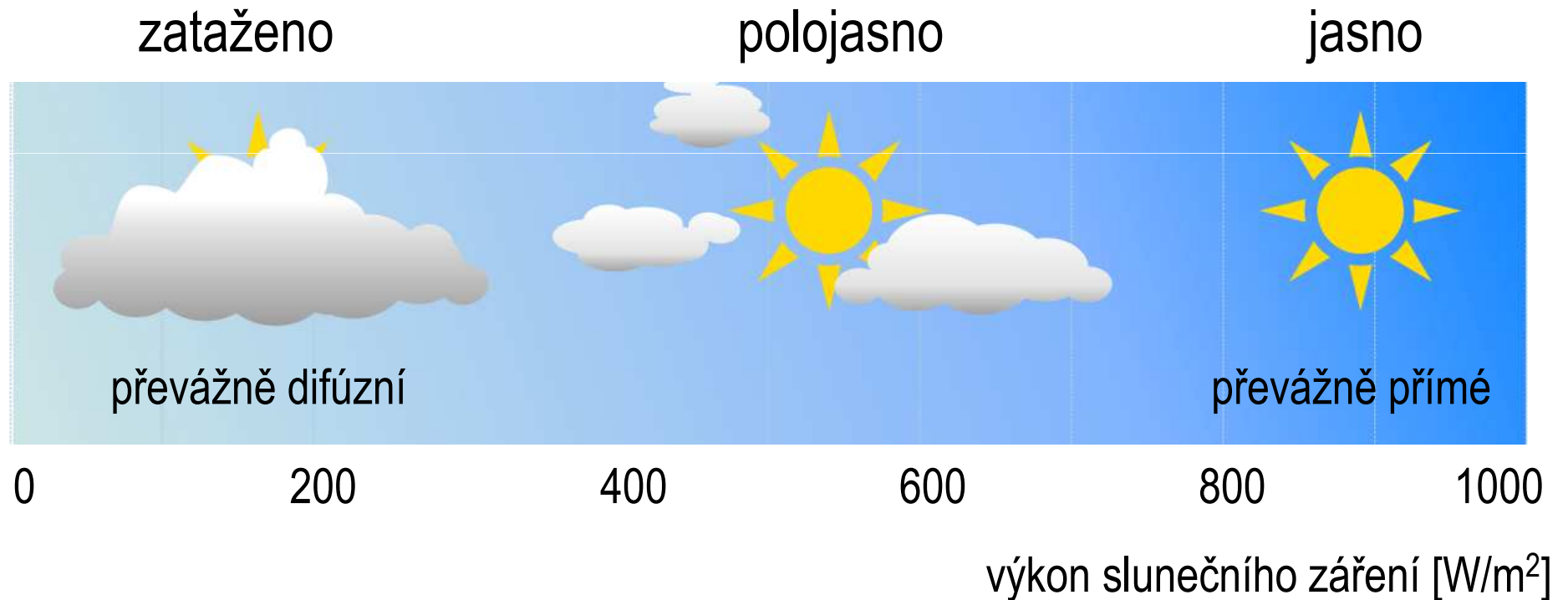
zdroj: solarpraxis



Přímé : difúzní = 50 : 50 %



Přímé záření x difúzní záření: výkon, energie

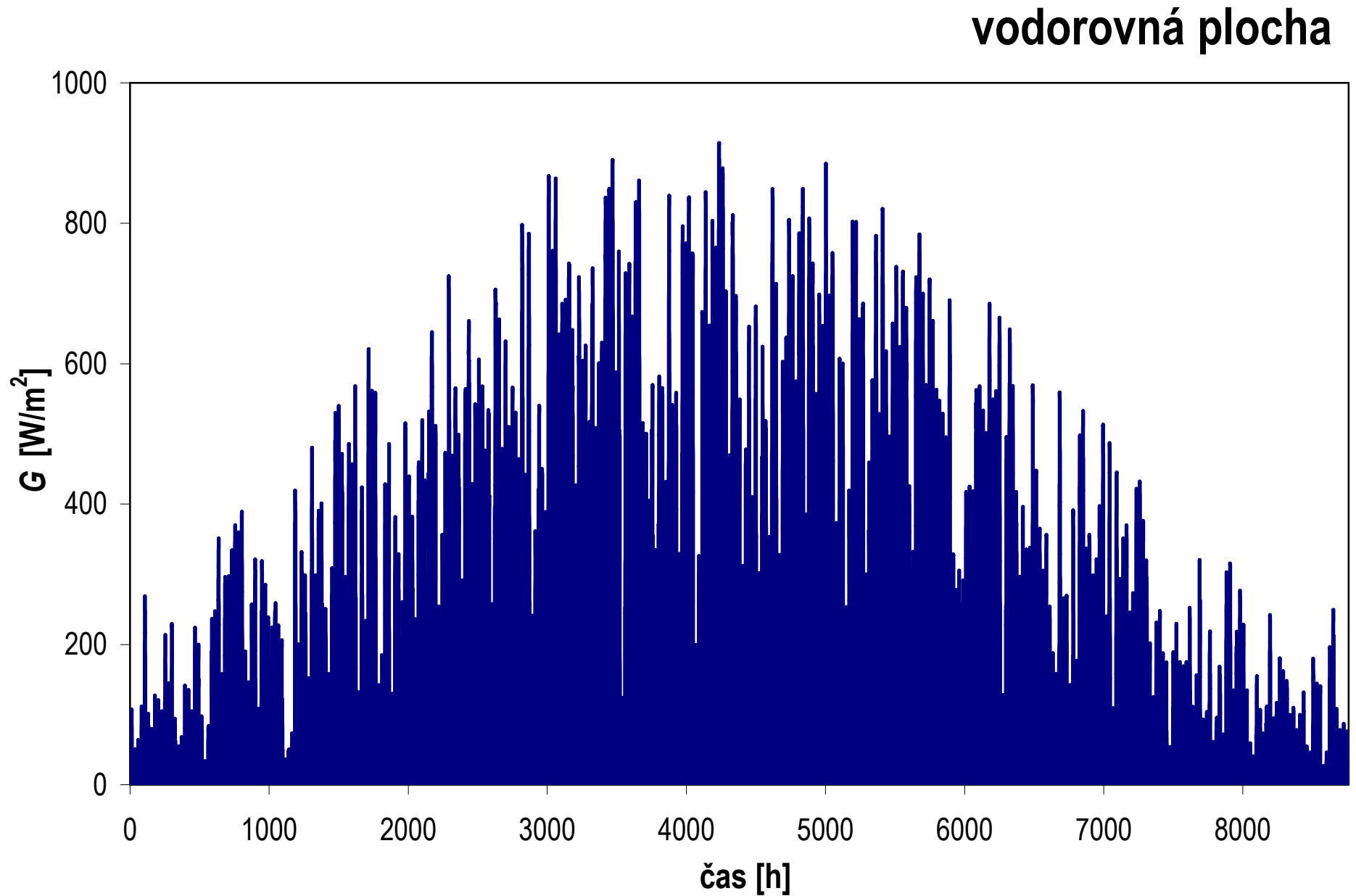


dopadající energie: jasný den

zdroj: solarpraxis

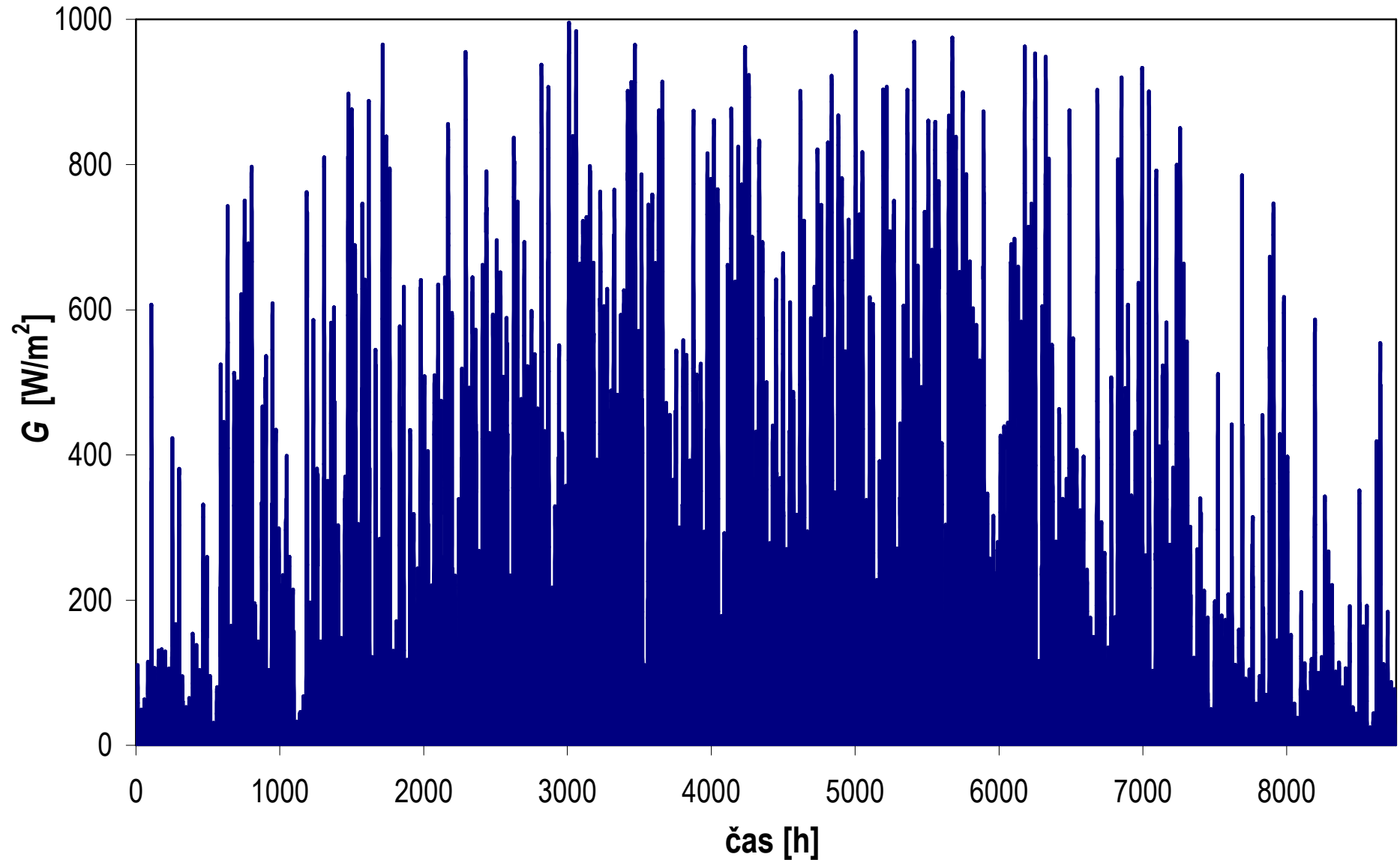
zima	3 kWh/(m^2 .den)
jaro, podzim	5 kWh/(m^2 .den)
léto	8 kWh/(m^2 .den)

Výkon slunečního záření během roku



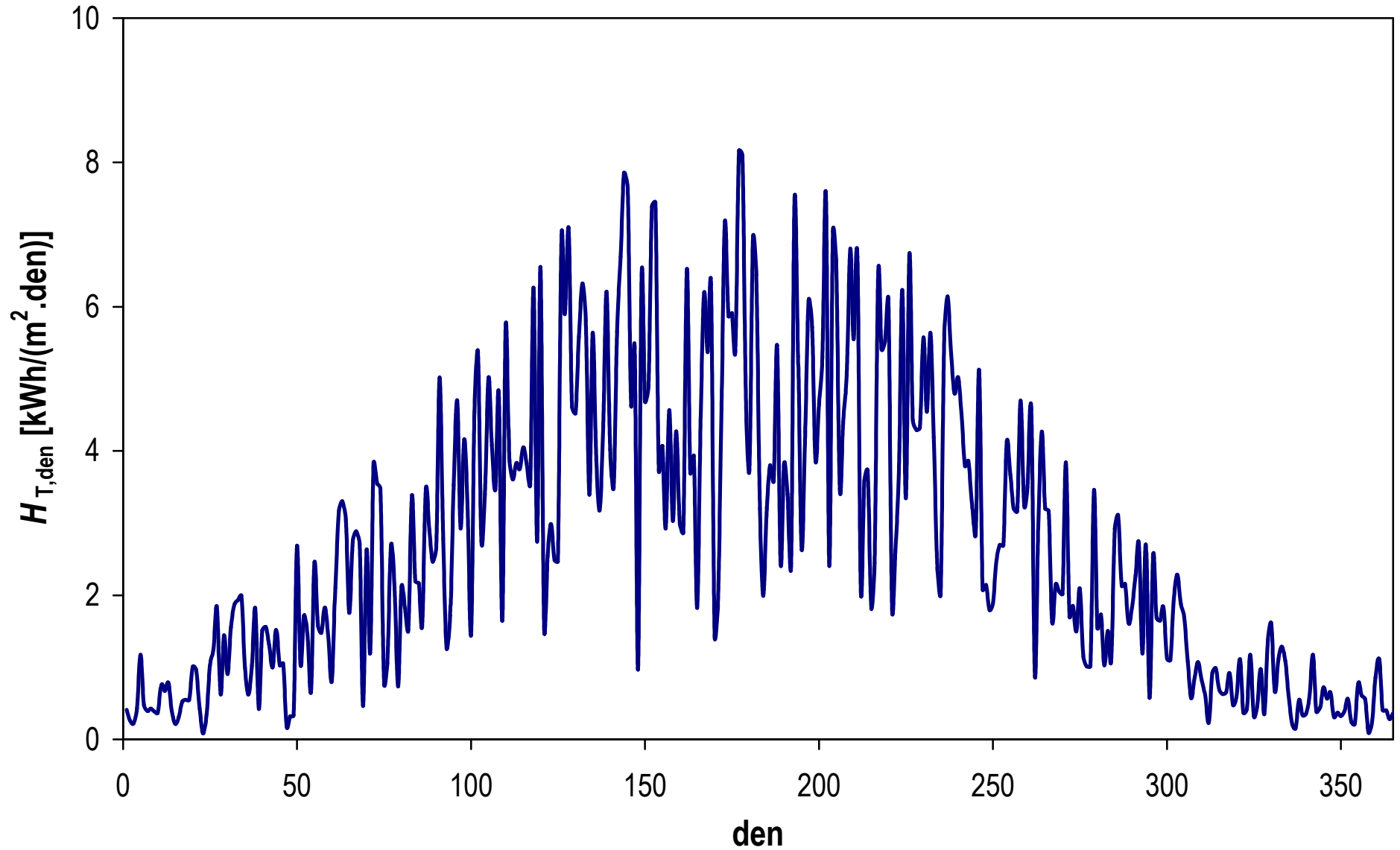
Výkon slunečního záření během roku

optimální sklon 45°



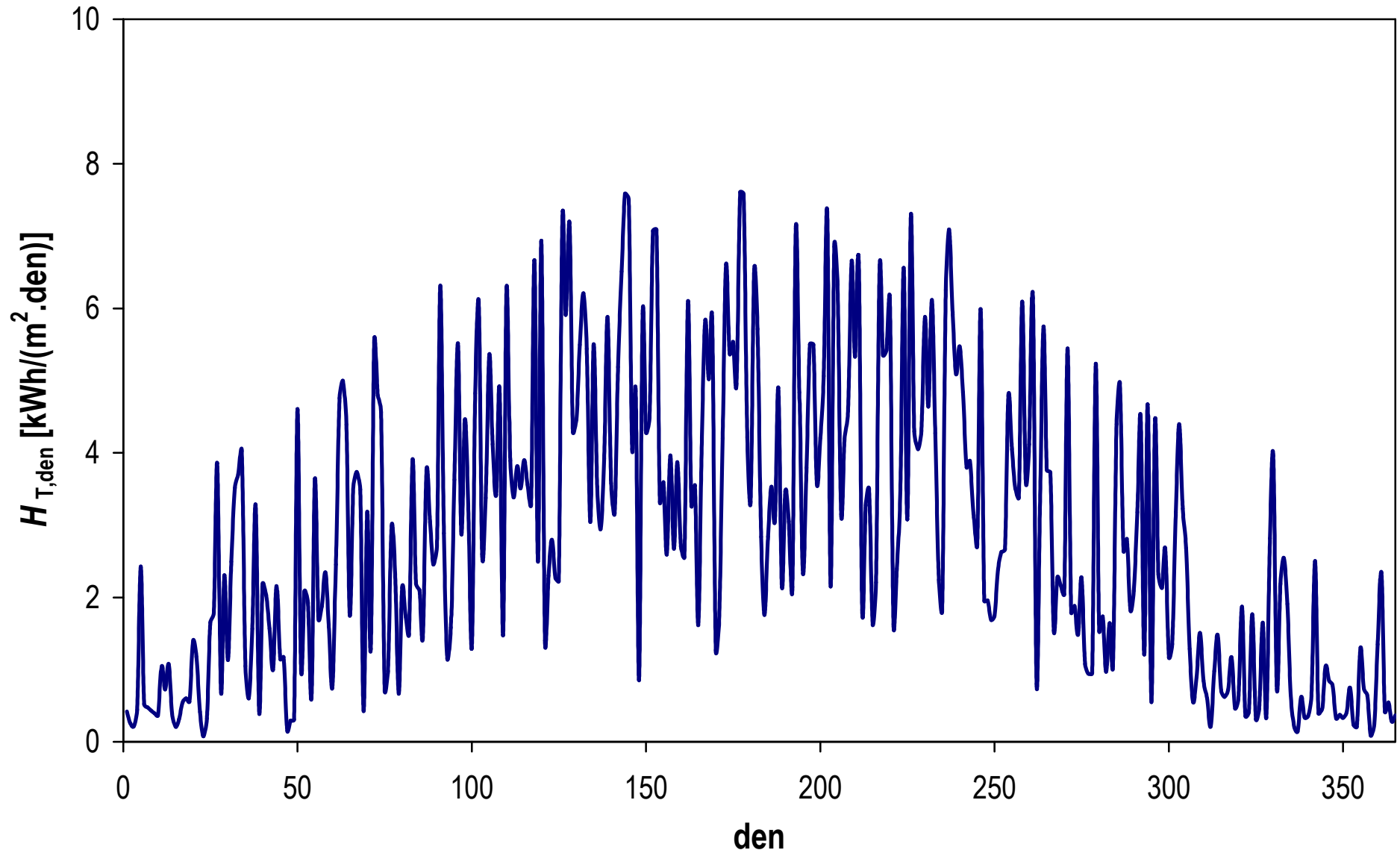
Dopadající energie během roku

vodorovná plocha

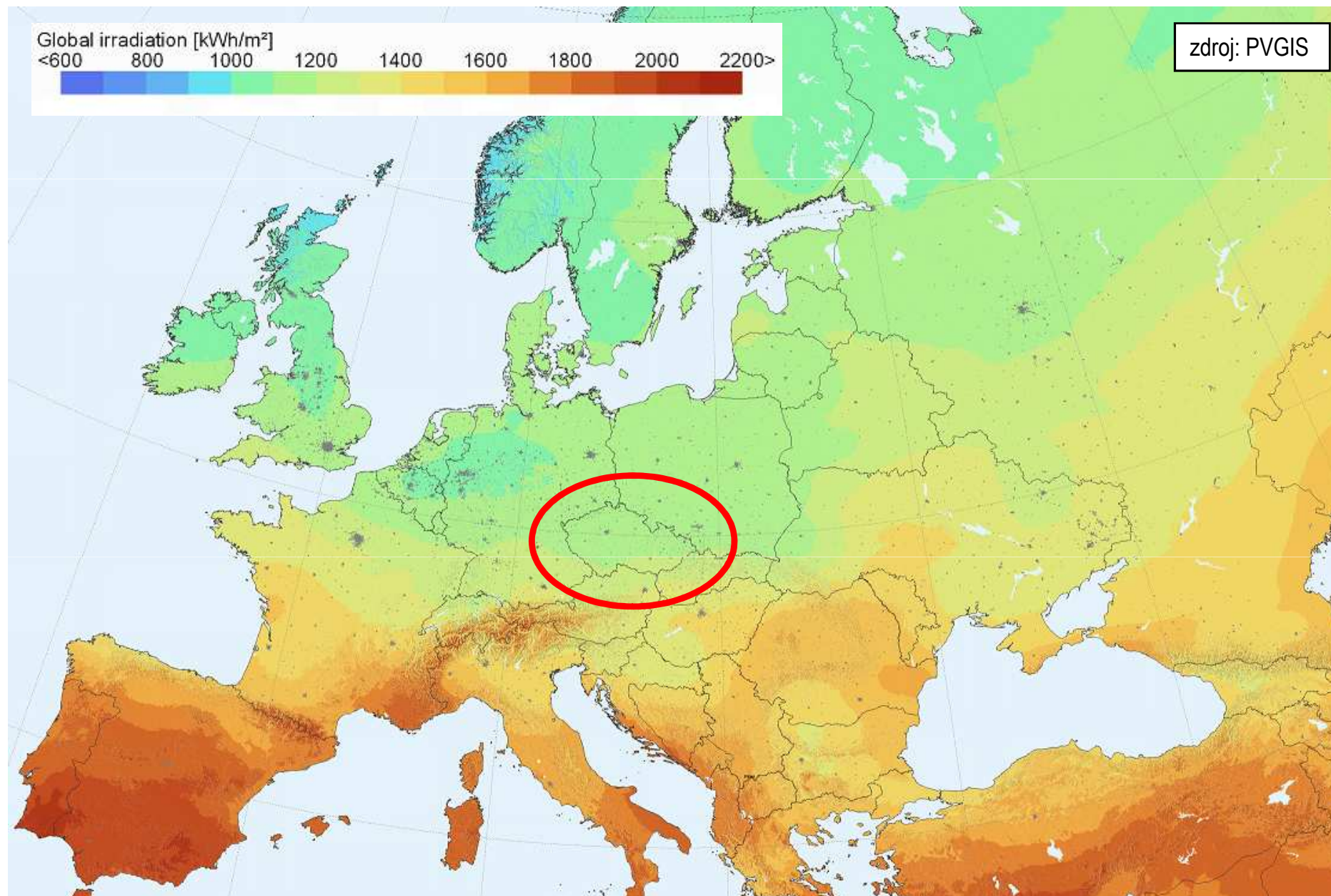


Dopadající energie během roku

optimální sklon 45°

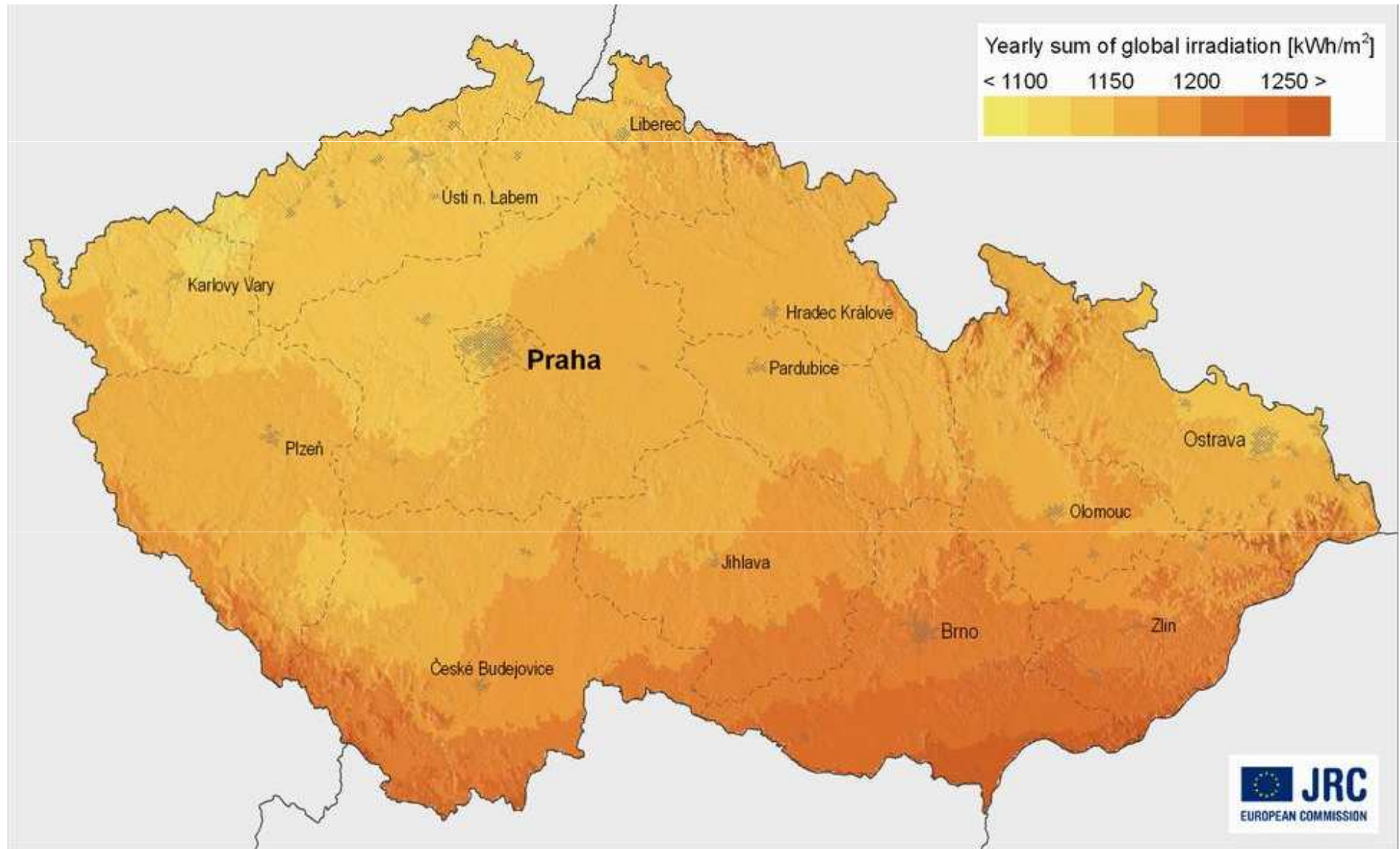


Sluneční záření v Evropě

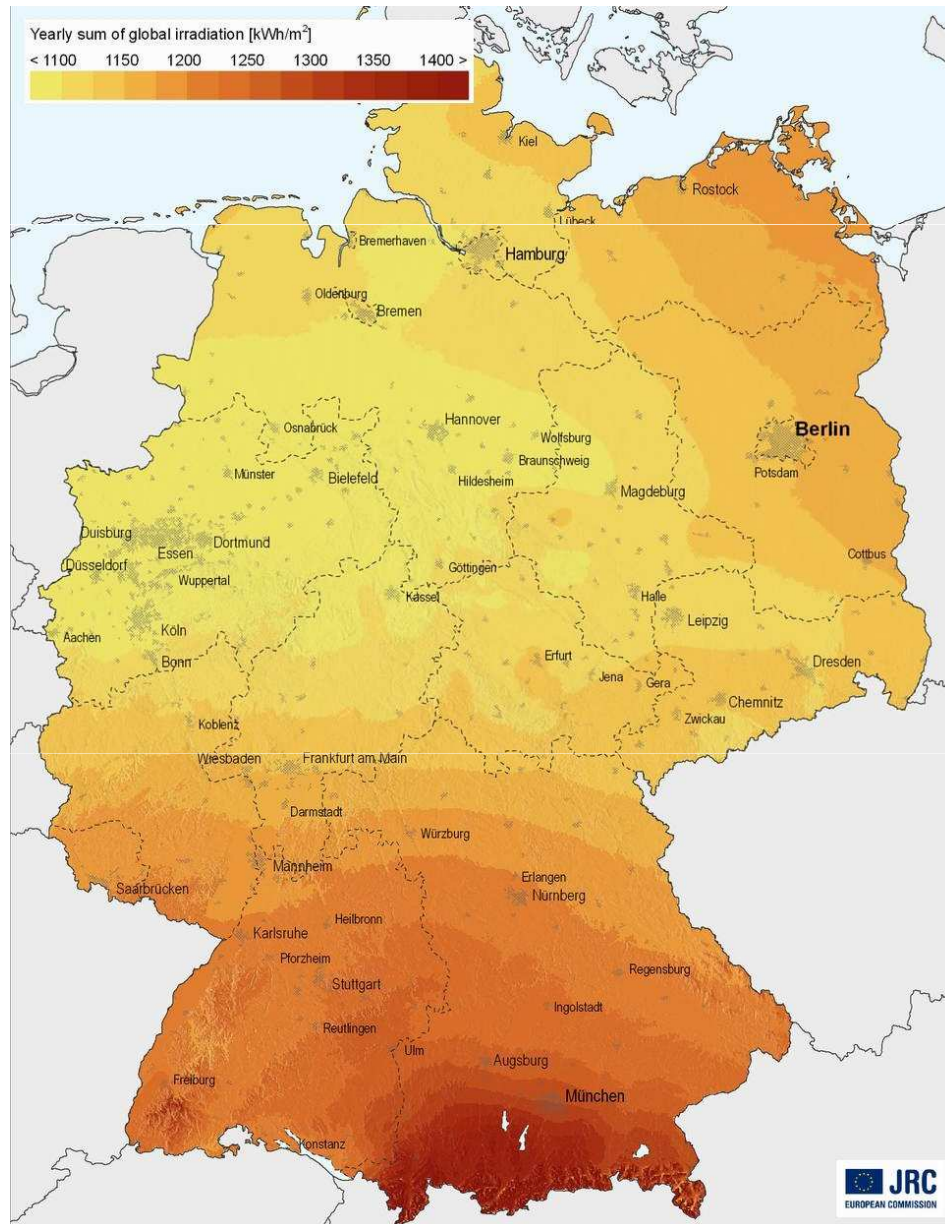


Sluneční záření v ČR

<http://www.solarnispolecnost.cz>



Srovnání se sousedy (Německo)



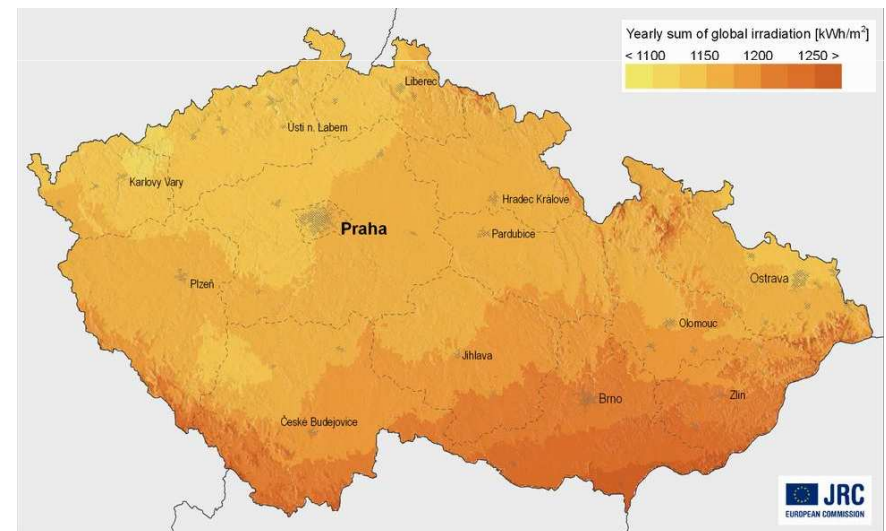
Německo a Česká republika

stejné podmínky: **1000 až 1200 kWh/m²**
 (s výjimkou jižního Německa)

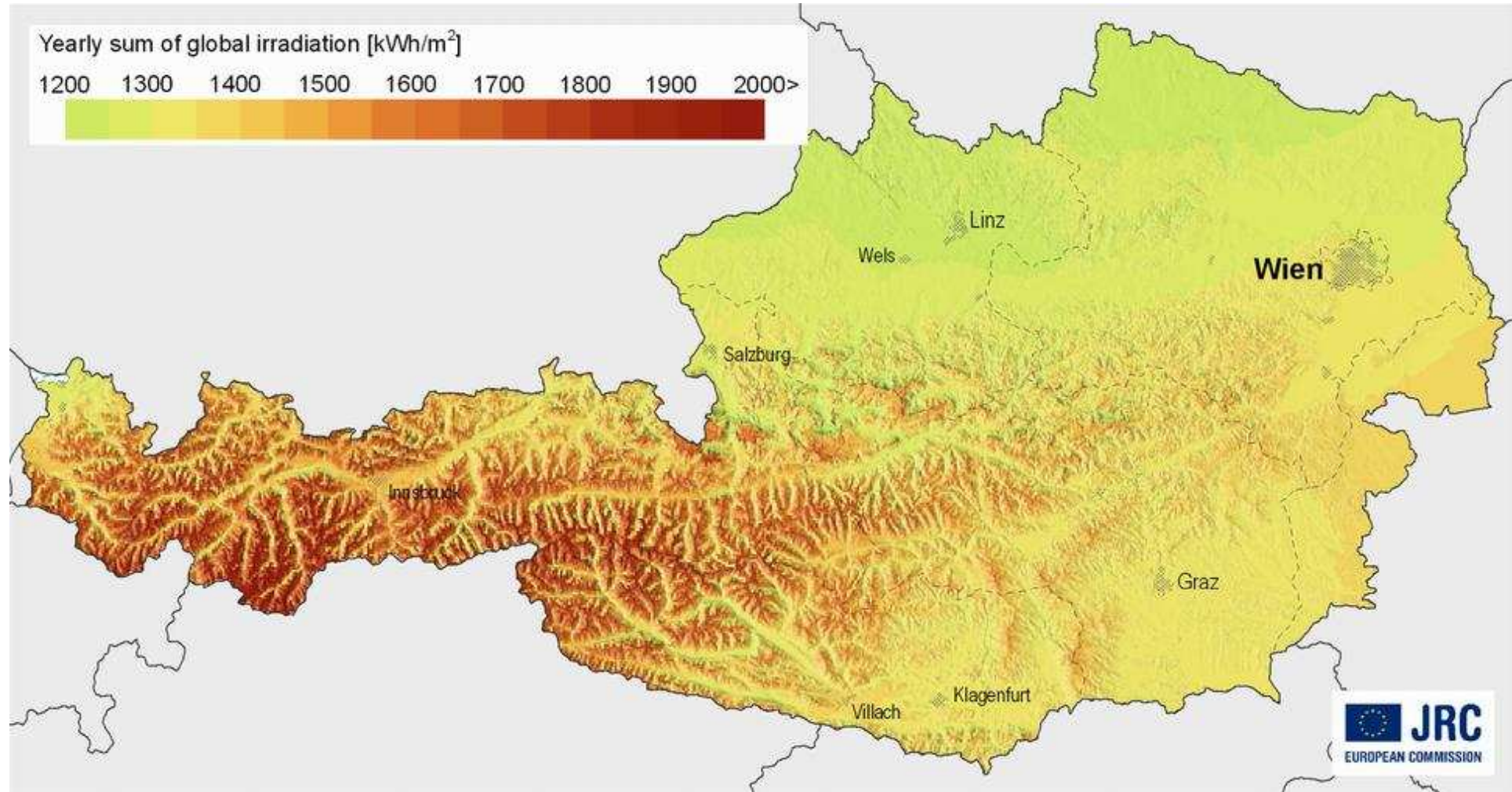
podobné solární soustavy

podobné typy solárních kolektorů

podobné roční tepelné zisky



Srovnání se sousedy (Rakousko)



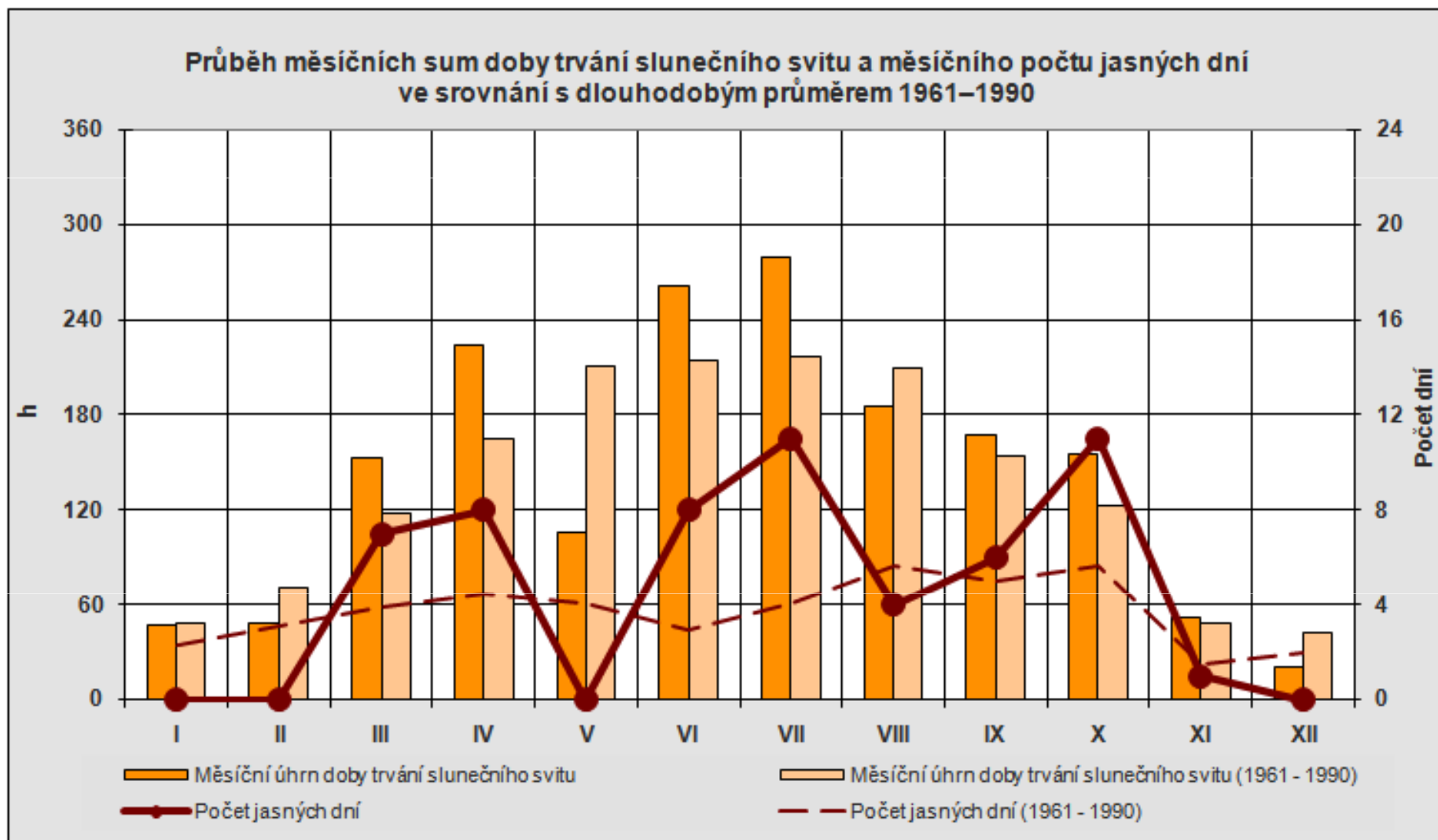
Sluneční potenciál Rakouska začíná tam kde potenciál ČR končí ...

zkušenosti z Rakouska přenášet opatrně !



Potenciál dopadající energie

- Různé zdroje dat
 - - Český hydrometeorologický ústav
 - - PV GIS
 - - Meteonorm
 - - ...
- Ne vše je zdarma !


ČHMU



PV GIS

Photovoltaic Geographical Information System - Interactive Maps




EUROPA > EC > JRC > IE > RE > SOLAREC > PVGIS > Interactive maps > europe

[Contact](#) [Important legal notice](#)

e.g., "Ispra, Italy" or "45.256N, 16.9589E"

cursor position:
50.106, 14.397
selected position:
50.103, 14.392



PV Estimation	Monthly radiation	Daily radiation
Average Daily Solar Irradiance		
Radiation database: <input style="width: 80%;" type="text" value="Classic PVGIS"/>		
Select month: <input style="width: 50%;" type="text" value="February"/>		
Irradiance on a fixed plane		
Inclination [0;90] <input style="width: 40%;" type="text" value="45"/> deg. (horizontal=0)		
Orientation [-180;180] <input style="width: 40%;" type="text" value="0"/> deg. (east=-90, south=0)		
<input checked="" type="checkbox"/> Average global irradiance <input checked="" type="checkbox"/> Clear-sky global irradiance		
Irradiance on a 2-axis tracking plane		
<input type="checkbox"/> Average global irradiance, 2-axis tracking <input type="checkbox"/> Clear-sky global irradiance, 2-axis tracking		
<input checked="" type="checkbox"/> Daytime temperatures		
Horizon file <input style="width: 80%;" type="text"/>		<input type="button" value="Procházet.."/>
Output options		
<input checked="" type="checkbox"/> Show graphs <input type="checkbox"/> Show horizon <input type="radio"/> Web page <input type="radio"/> Text file <input checked="" type="radio"/> PDF		
<input type="button" value="Calculate"/>		[help]

Data map ©2011 Tele Atlas - [Podmínky použití](#)

PV GIS

Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	Hh	Hopt	H(45)	lopt	TD	T24h	NDD
Jan	756	1170	1240	63	-1.0	-1.3	560
Feb	1390	1960	2050	57	1.7	1.1	459
Mar	2400	2980	3020	45	4.8	4.0	386
Apr	3740	4160	4080	32	10.7	9.1	184
May	4850	4930	4720	20	16.2	14.1	77
Jun	4900	4770	4500	12	19.0	16.9	34
Jul	5060	5030	4780	16	20.8	18.8	6
Aug	4290	4610	4480	27	20.7	18.7	37
Sep	2860	3430	3450	41	15.8	14.4	164
Oct	1860	2630	2740	55	10.9	10.0	332
Nov	789	1100	1150	58	4.4	4.0	500
Dec	537	795	842	62	0.2	-0.1	600
Year	2790	3140	3090	34	10.3	9.1	3339

Hh: Irradiation on horizontal plane (Wh/m²/day)

Hopt: Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m²/day)

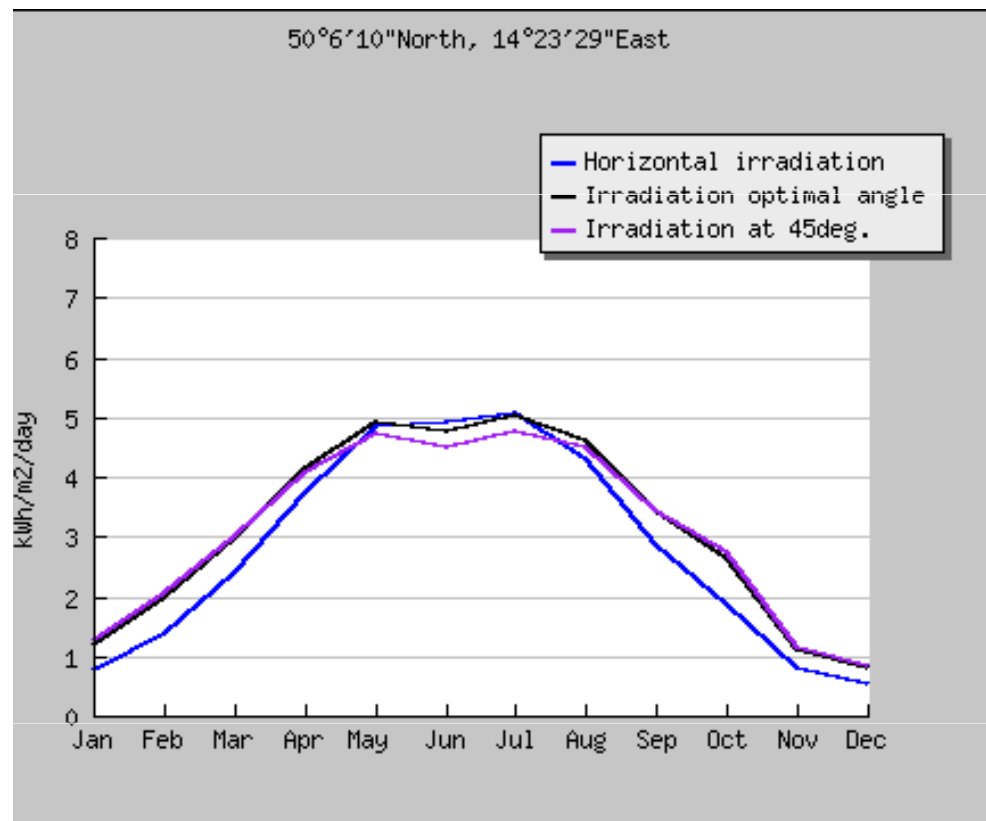
H(45): Irradiation on plane at angle: 45deg. (Wh/m²/day)

lopt: Optimal inclination (deg.)

TD: Average daytime temperature (°C)

T24h: 24 hour average of temperature (°C)

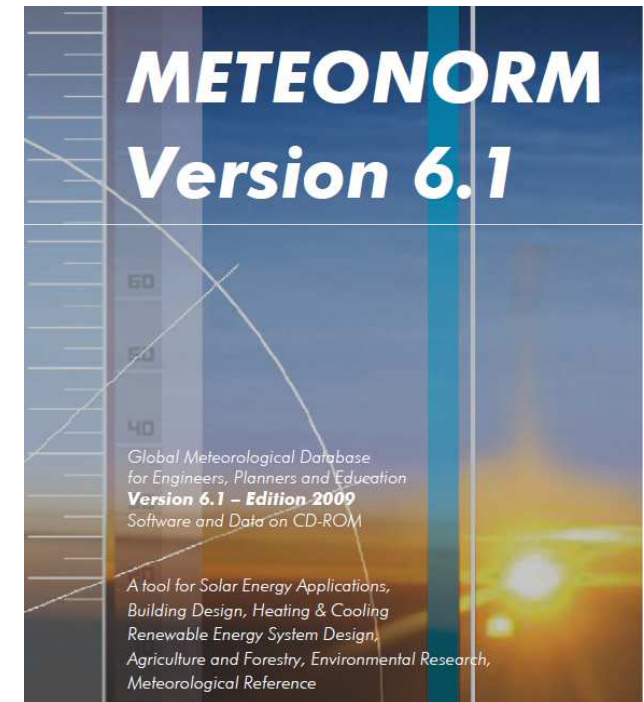
NDD: Number of heating degree-days (-)



zdroj: PVGIS

Meteonorm

- databáze klimatických údajů
klimatické údaje z více než **8055**
meteorologických stanic
- hodinové klimatické údaje
pro zadané podmínky
30 formátů pro různé simulační programy
TMY, TRY, DRY
programy TRNSYS, DOE, T-SOL,
POLYSUN



Meteonorm – webová aplikace

Climate data worldwide

Get an impression of METEONORM's capabilities! With a few clicks you can create climate diagrams for any site in the world.

Please center the desired site on the map...



... or select site

either by address, eg. "Hamburg, Germany":

or by Geographical coordinates:

 N

 E

... and get the result!

Geographical:

Lat: 46.953 N Lon: 7.423 E

UTM:

x: 380004 y: 5201148

UTM zone: 32

Swiss Grid:

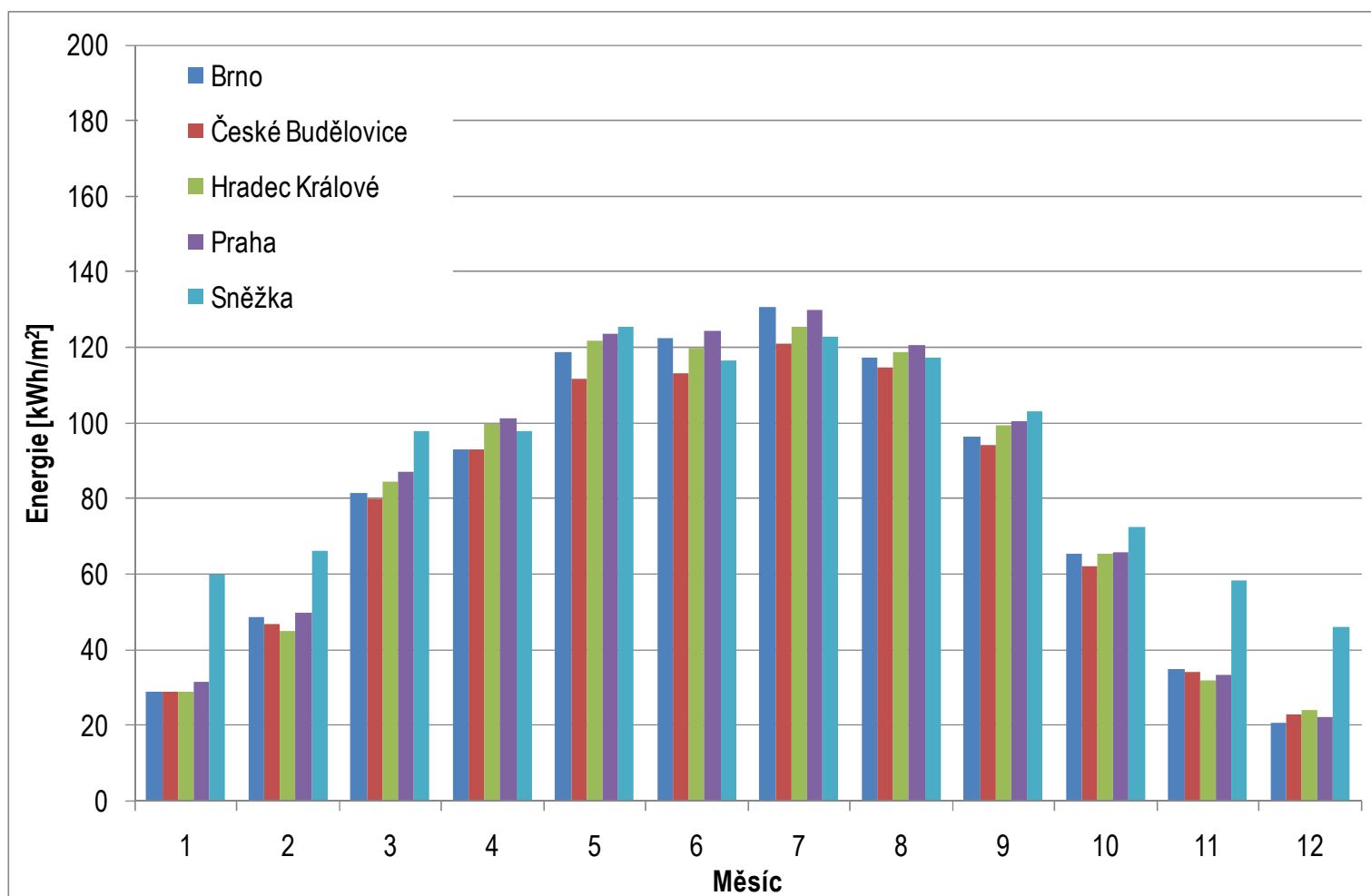
x: 598810 y: 200213

Altitude: 555 masl

Hint: To navigate, either use the map tools, or directly use the mouse (doubleclick = center and zoom, drag = move map).

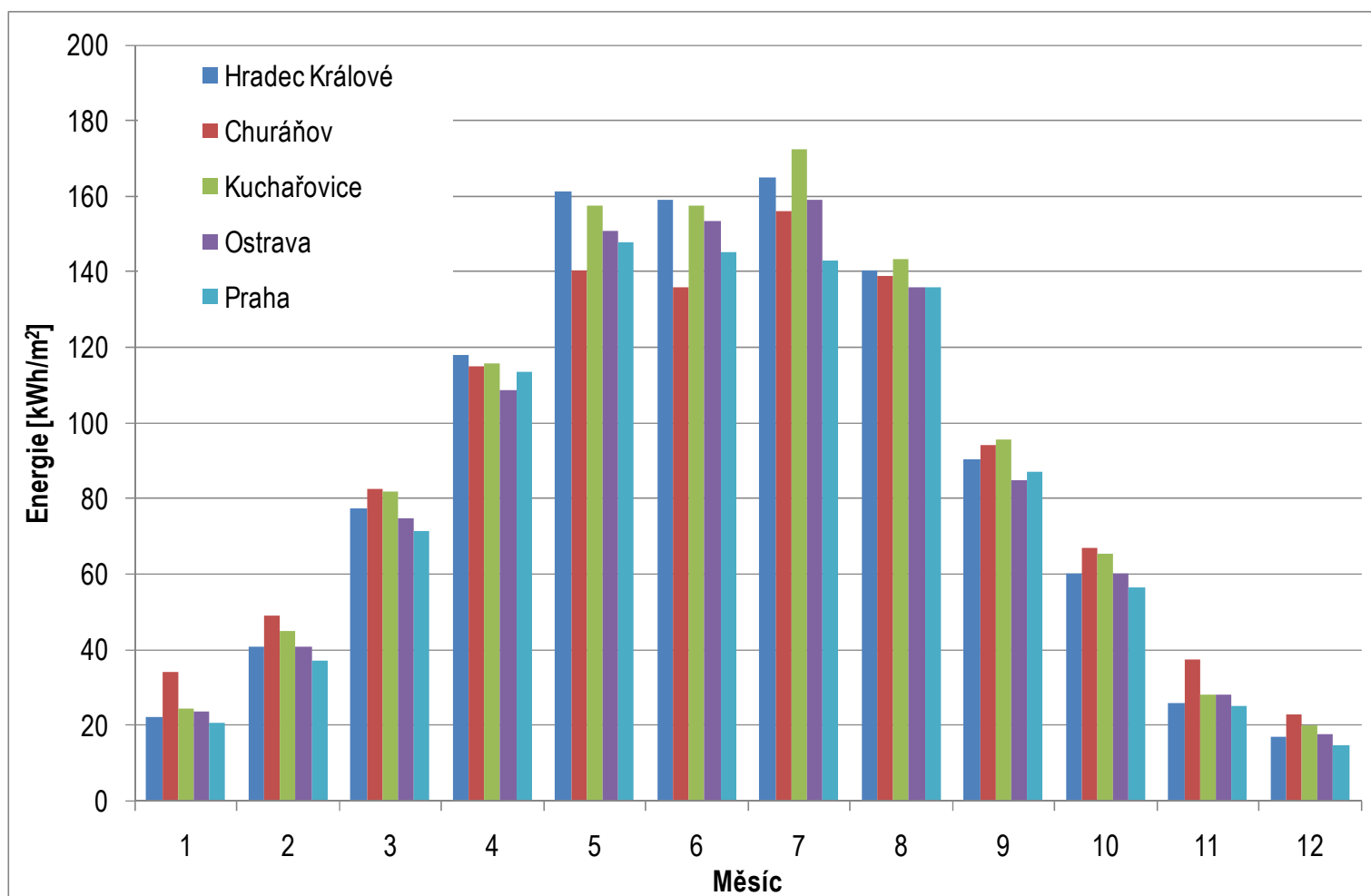
Porovnání dopadající energie

- J. Cihelka, Solární tepelná technika
- Průměr 984 kWh/m² odchylka max. 10 % (Sněžka)



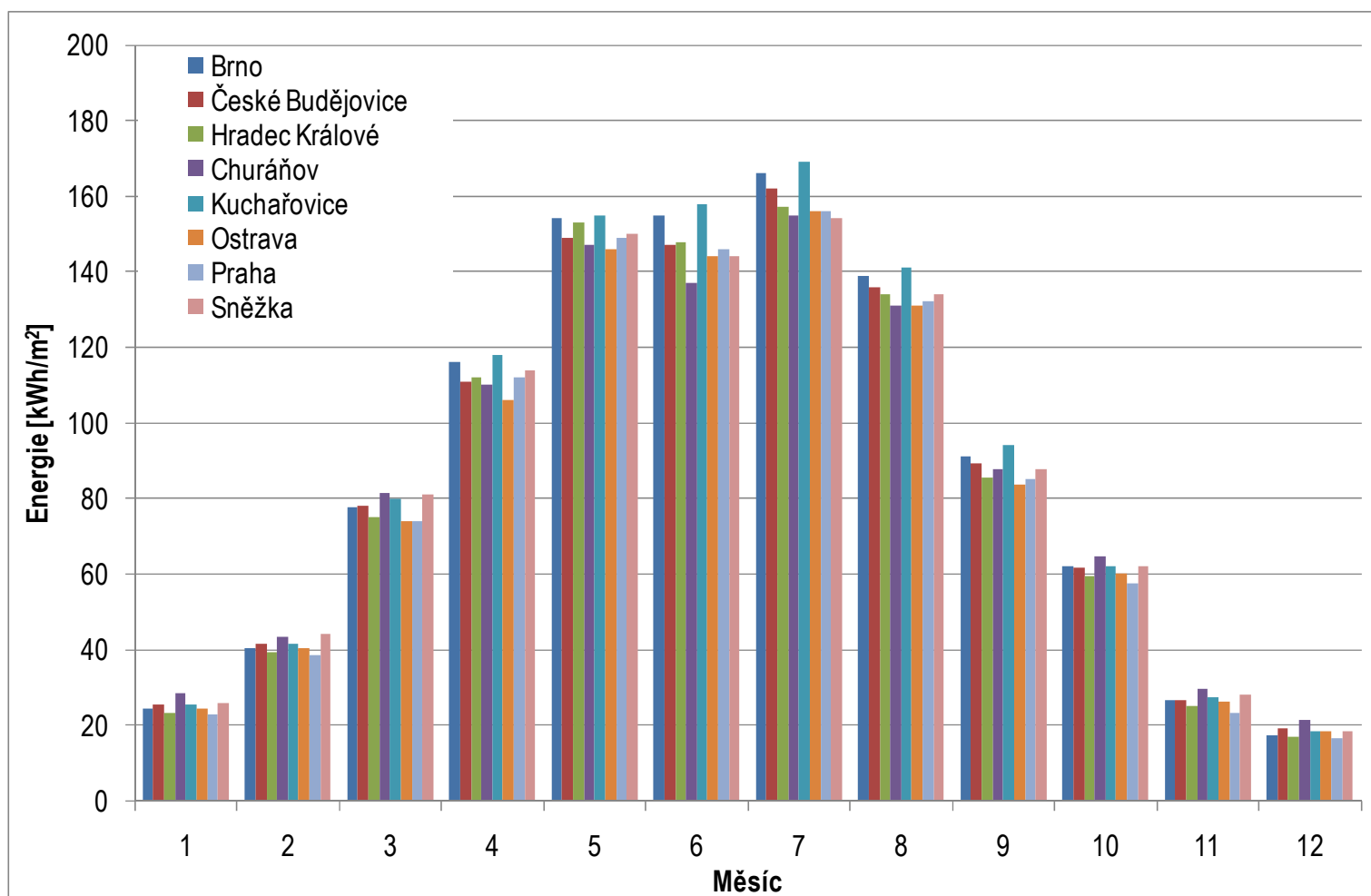
Porovnání dopadající energie

- Meteonorm
- Průměr 1059 kWh/m² odchylka max. 6 %

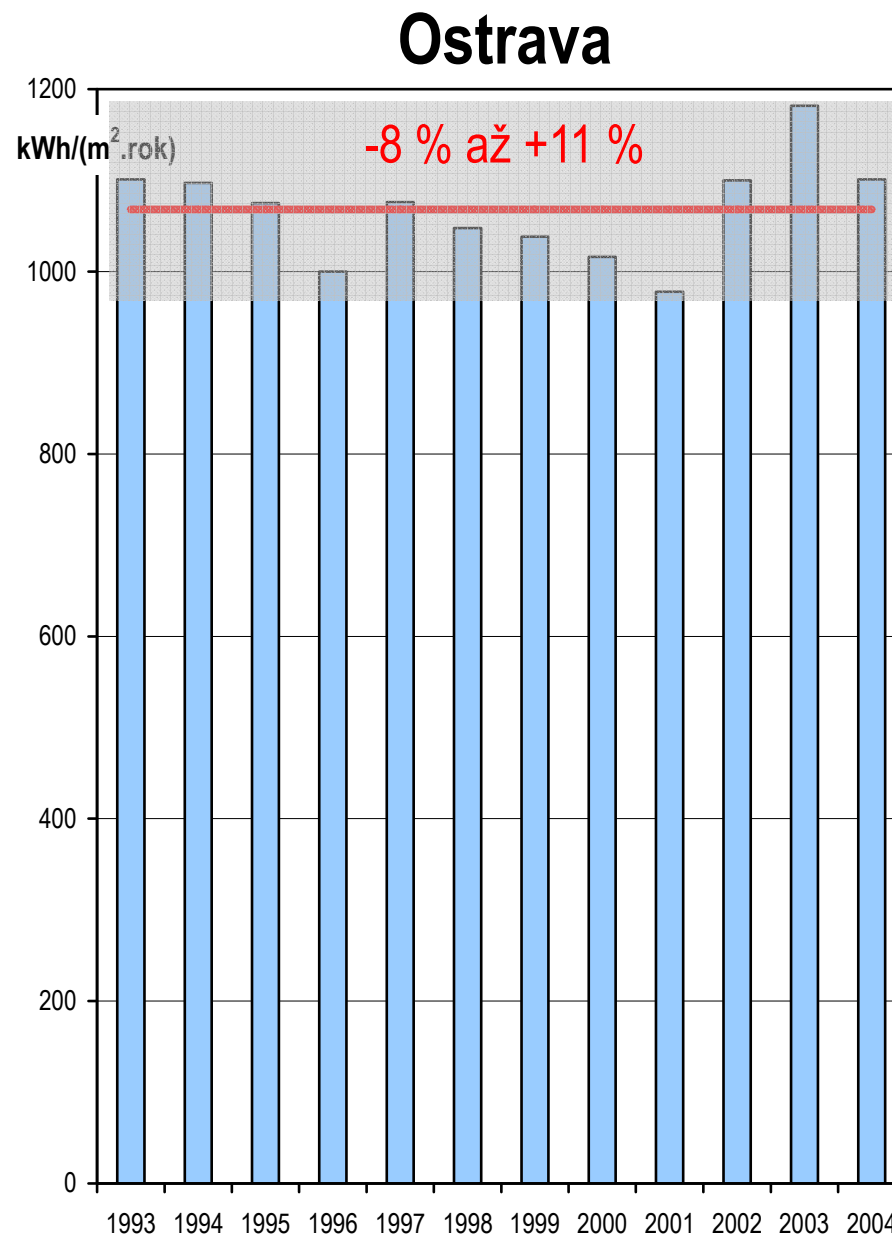
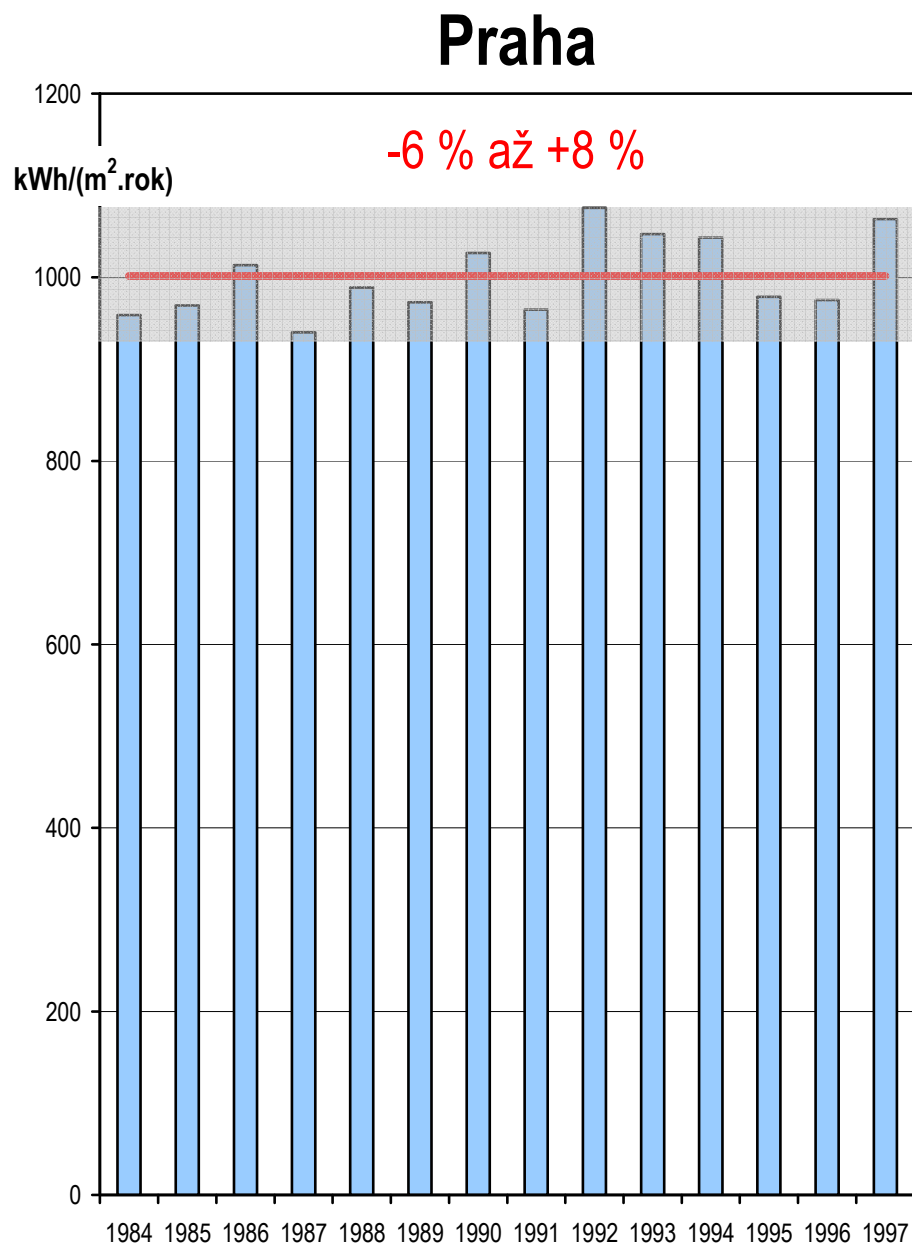


Porovnání dopadající energie

- PV GIS
- Průměr 1042 kWh/m² odchylka max. 5 %

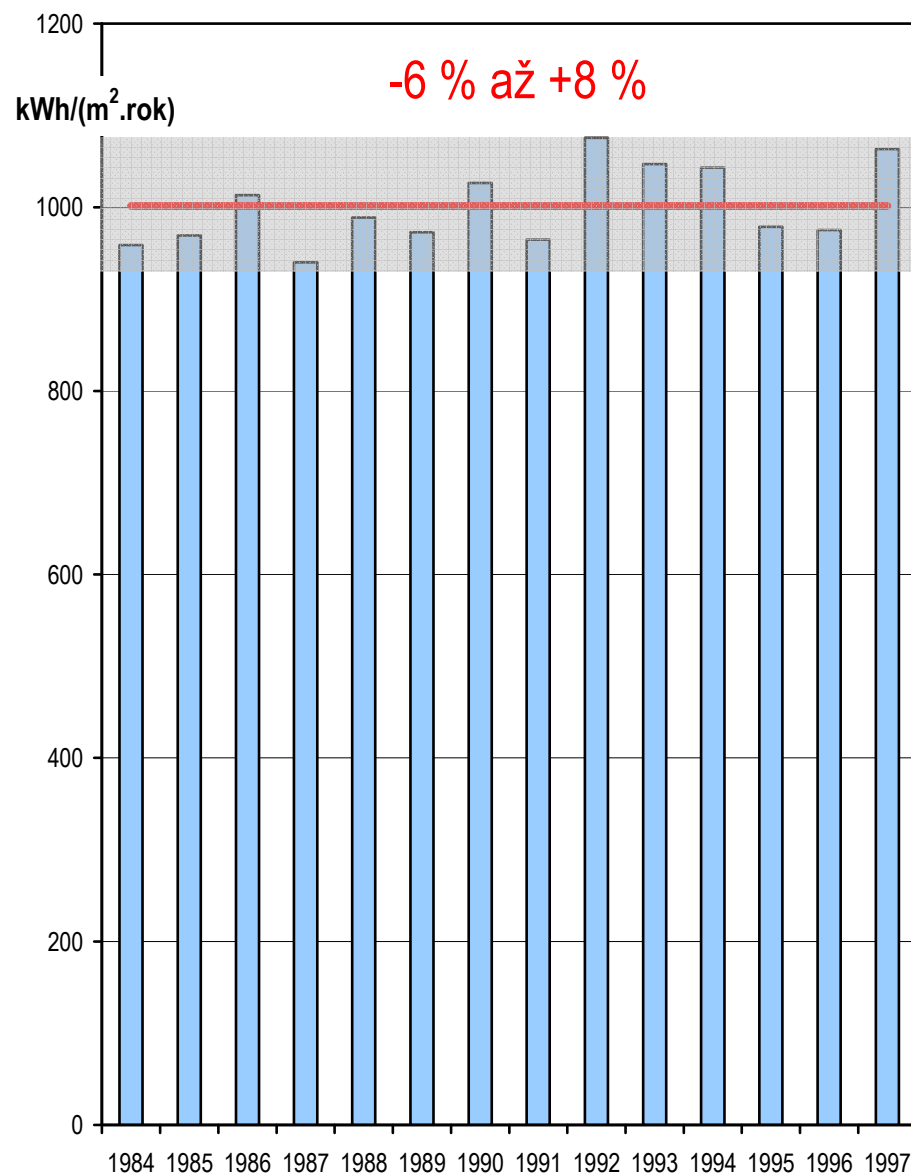


Jak se mění meziročně dopadlá energie?

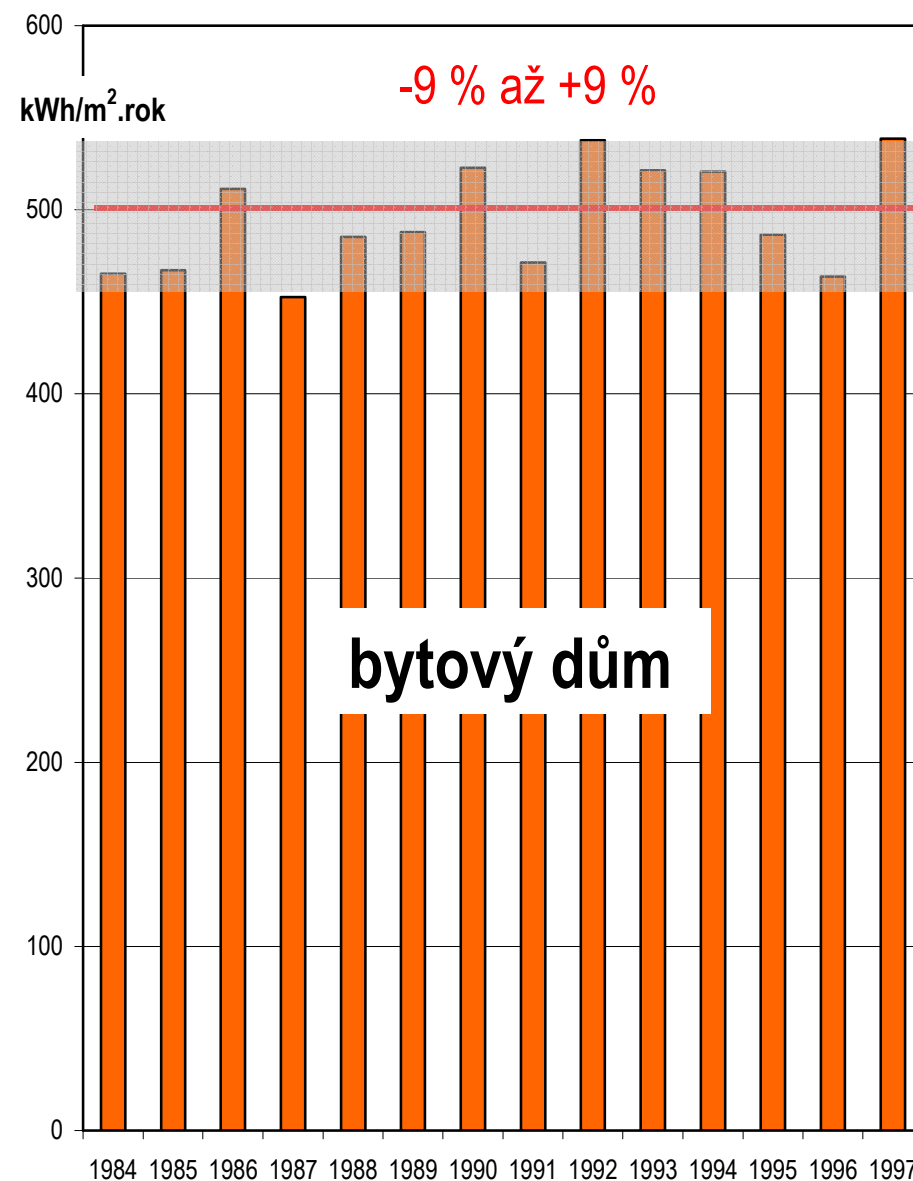


Mění se i zisky solární soustavy?

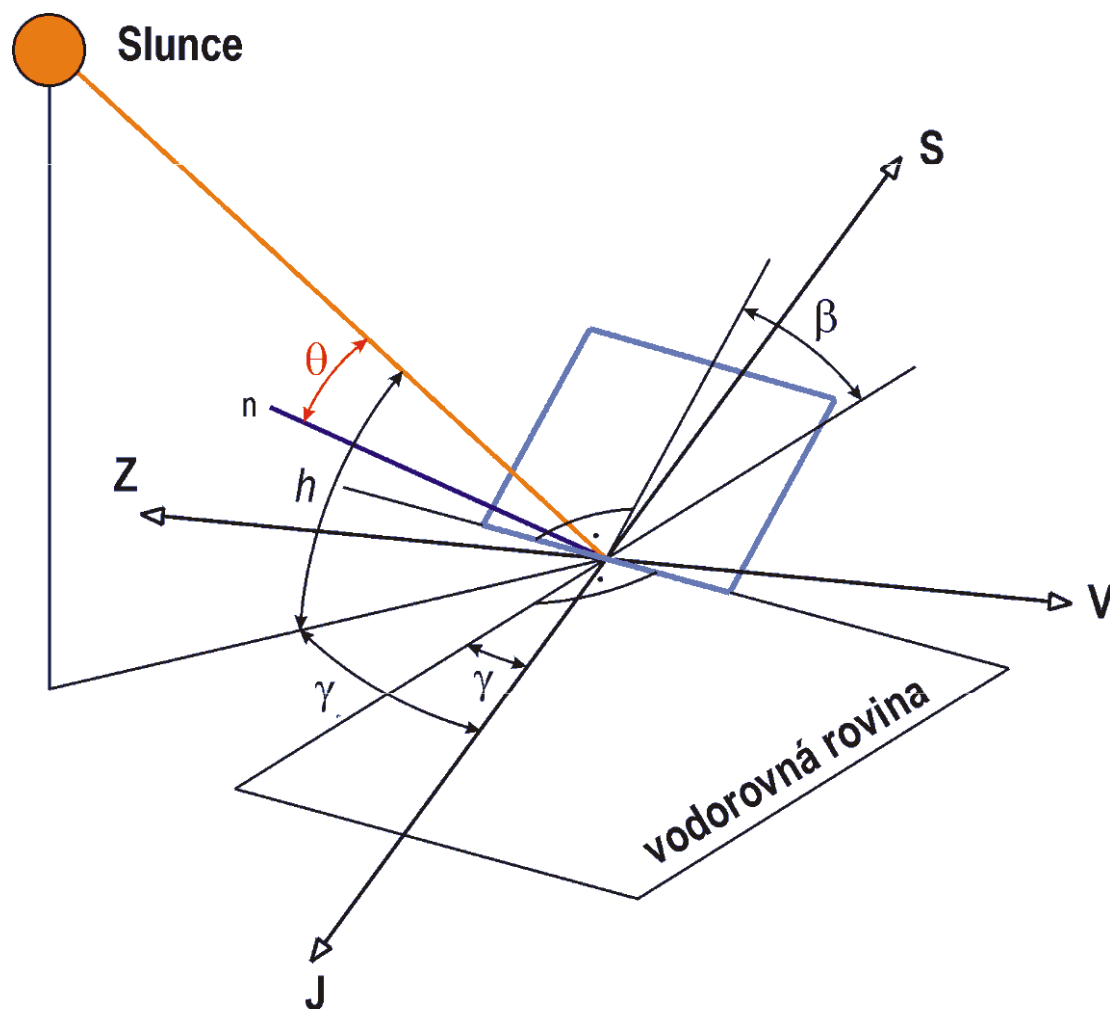
dopadající sluneční energie



měrné zisky solární soustavy



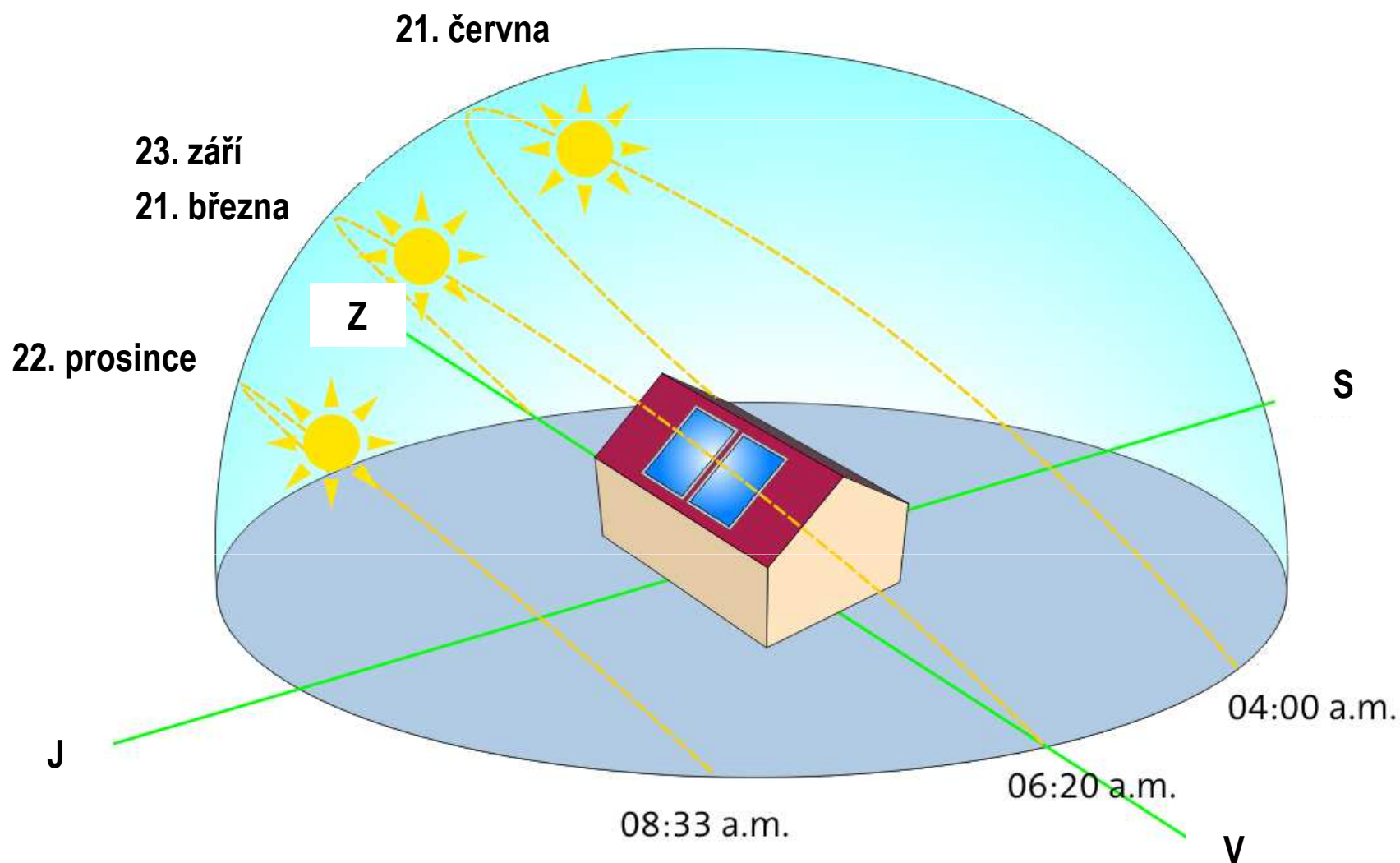
Geometrie slunečního záření



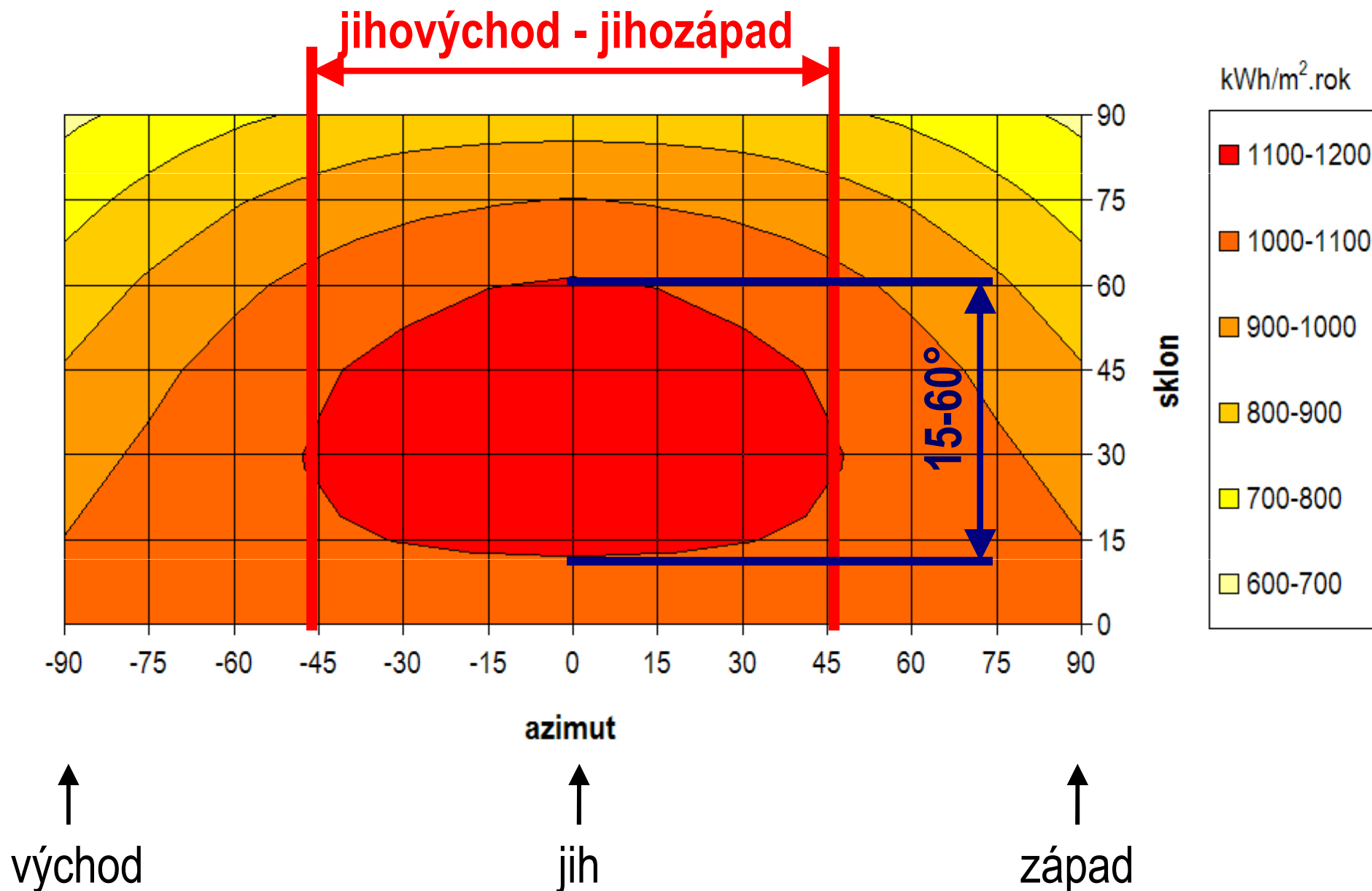
- sklon plochy β
 - azimut plochy γ
 - zeměpisná šířka místa ϕ
-
- čas, datum
 - sluneční časový úhel τ
 - deklinace δ
 - výška slunce nad obzorem h
 - azimut slunce γ_s
 - úhel dopadu paprsků θ

Geometrie slunečního záření

zdroj: solarpraxis



Optimální sklon ?



Orientace kolektoru ?

- orientace kolektorů x orientace střechy
 - zásadně orientovat jihovýchod – jih – jihozápad

	V	Z	JV	JZ
dopadlá energie	-18 %	-15 %	-6 %	-3 %

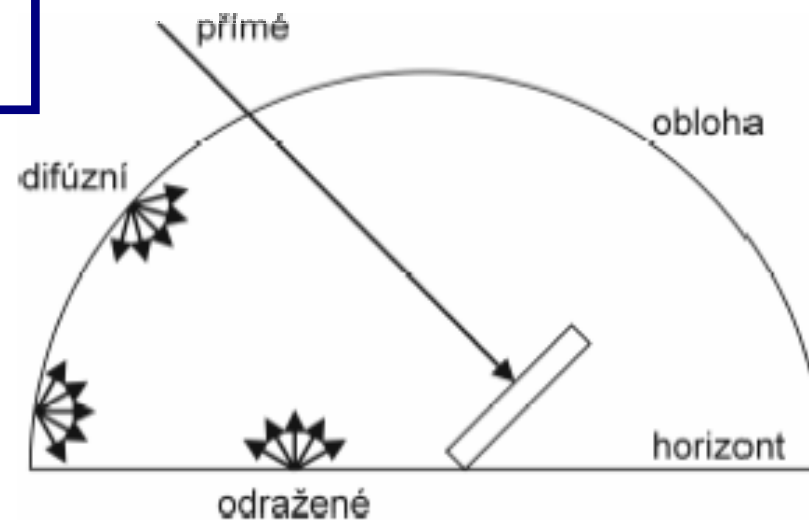
Sluneční ozáření na obecnou plochu

- celkové sluneční ozáření obecně orientované a skloněné plochy

$$G_T = G_{bT} + G_{dT} + G_{rT} \quad [\text{W/m}^2]$$

přímé ozáření difúzní ozáření z oblohy odražené ozáření od okolních ploch

difúzní charakter



Sluneční ozáření na obecnou plochu

- přímé sluneční ozáření na danou plochu

$$G_{bT} = G_{bn} \cos \theta = G_b \frac{\cos \theta}{\sin h} = G_b \frac{\cos \theta}{\cos \theta_z} \quad [\text{W/m}^2]$$

- difúzní sluneční ozáření na danou plochu

$$G_{dT} = \left(\frac{1 + \cos \beta}{2} \right) G_d \quad [\text{W/m}^2]$$

- odražené sluneční ozáření na danou plochu

$$G_{rT} = \rho_g \left(\frac{1 - \cos \beta}{2} \right) \cdot (G_b + G_d) \quad [\text{W/m}^2]$$

Odrazivost terénu (albedo)

- poměr mezi odraženou a dopadlou hustotou slunečního zářivého toku
- pro výpočty se uvažuje $\rho_g = 0,2$

běžná vegetace (tráva, zemina)	0,15 až 0,25	
čerstvý sníh	0,80 až 0,90	(starý 0,60)
omšelý beton	0,30	
asfalt	0,15	

Sluneční ozáření na vodorovnou plochu

- přímé sluneční ozáření na vodorovnou rovinu

$$G_b = G_{bn} \sin h \quad [\text{W/m}^2]$$

- difúzní sluneční ozáření na vodorovnou rovinu

$$G_d = 0,33 \cdot (G_{on} - G_{bn}) \cdot \sin h \quad [\text{W/m}^2]$$

zjednodušený model: 1/3 „ztraceného“ slunečního záření v atmosféře září dopadá na vodorovnou rovinu ($\sin h$) jako difúzní všesměrové záření

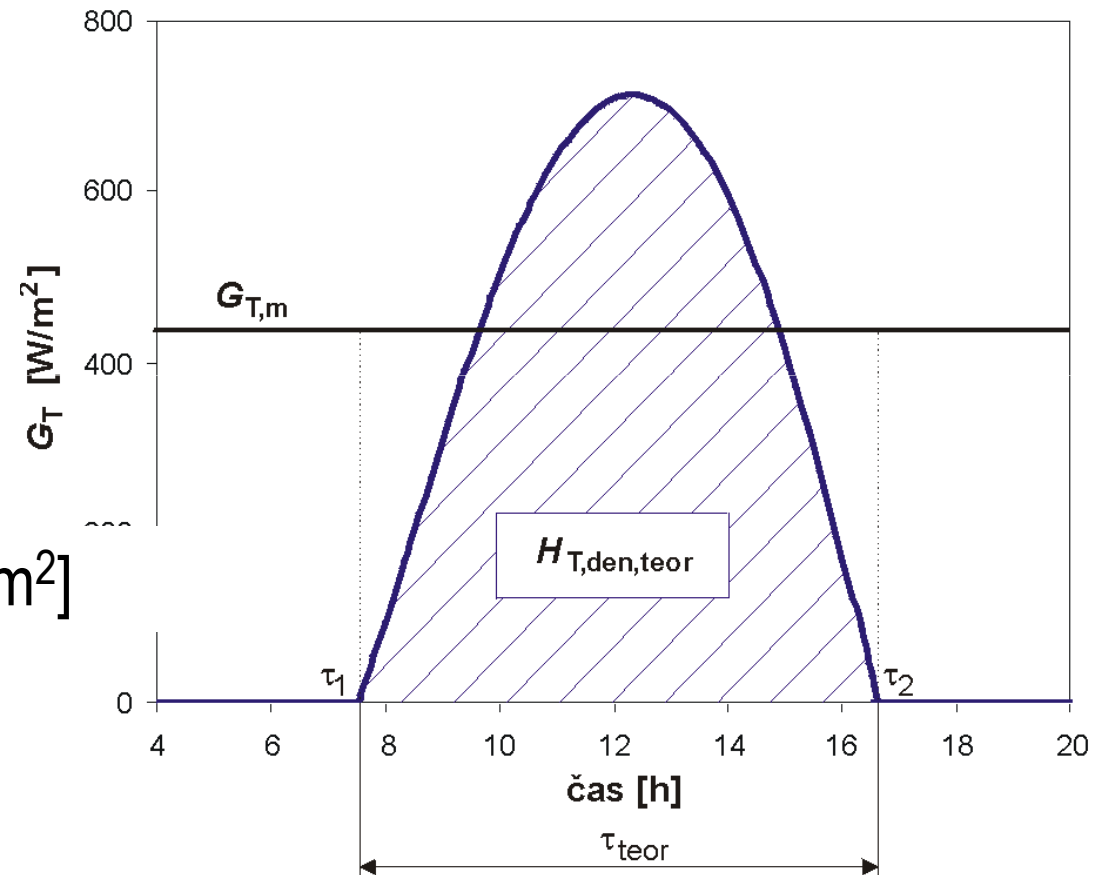
Dávka ozáření na obecnou plochu

- teoretická denní dávka slunečního ozáření, integrace slunečního ozáření plochy od východu τ_1 do západu τ_2 Slunce

$$H_{T,den,teor} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} G_T d\tau \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{den})]$$

- střední denní sluneční ozáření

$$G_{T,m} = \frac{H_{T,den,teor}}{\tau_{teor}} \quad [\text{W}/\text{m}^2]$$



Dávka ozáření na obecnou plochu

- difúzní denní dávka slunečního ozáření, integrace difúzního slunečního ozáření plochy od východu τ_1 do západu τ_2 Slunce

$$H_{T,den,dif} = \int_{\tau_1}^{\tau_2} G_{dT} d\tau \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{den})]$$

$H_{T,den,teor}$

$H_{T,den,dif}$

$G_{T,m}$



tabelovány v literatuře pro různé:
sklony, azimuty, oblasti (souč. znečištění)

Skutečná doba slunečního svitu

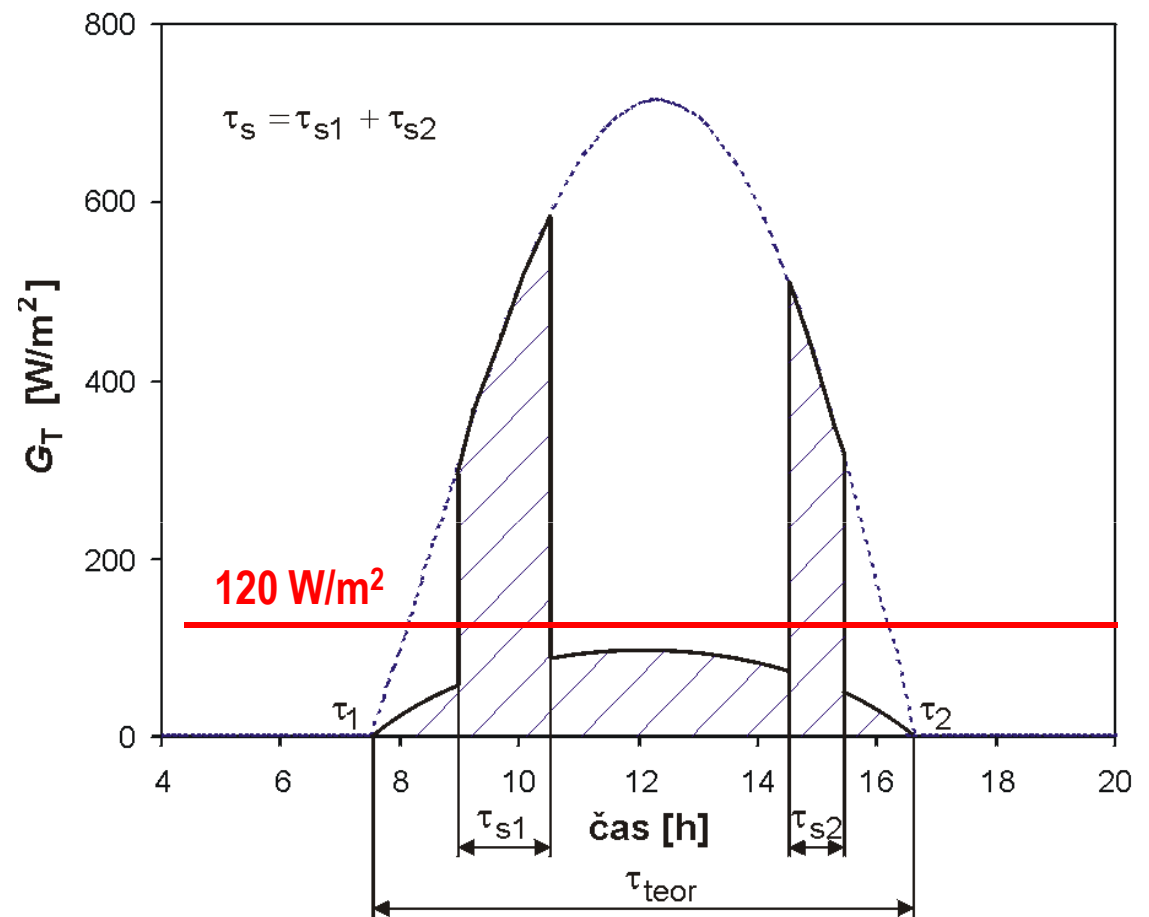
- doba trvání **přímého** slunečního záření $> 120 \text{ W/m}^2$

$$\tau_{skut} = \sum_i \tau_{s,i} \quad [\text{h}]$$

ČHMÚ měsíční údaje pro 22 stanic v České republice za posledních 10 let

- poměrná doba svitu

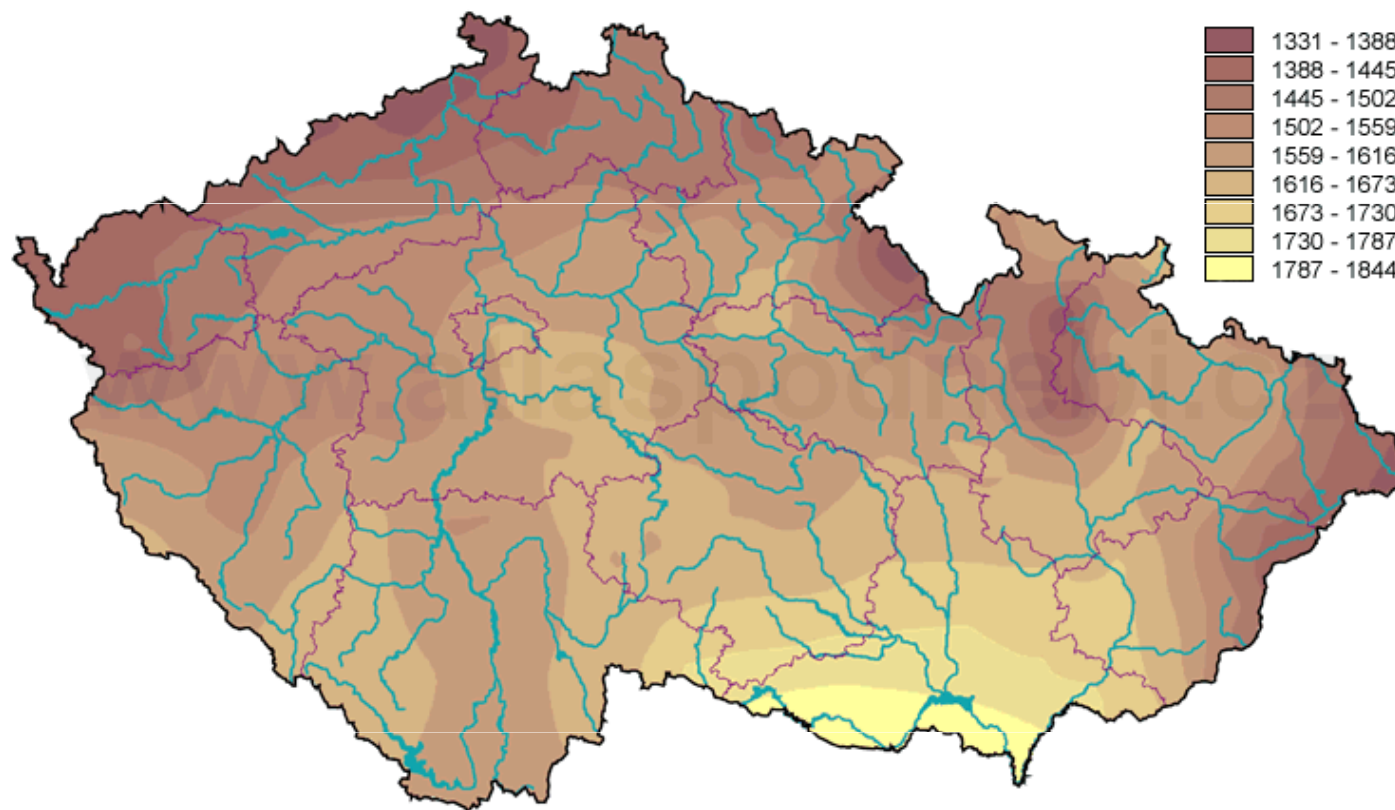
$$\tau_r = \frac{\tau_{skut}}{\tau_{teor}} \quad [-]$$



Skutečná doba slunečního svitu

měsíc	Skutečná doba slunečního svitu τ_{skut} [h]			
	Praha	České Budějovice	Hradec Králové	Brno
I.	53	46	47	46
II.	90	82	77	88
III.	157	136	149	142
IV.	187	164	185	163
V.	247	207	241	232
VI.	266	226	249	258
VII.	266	238	252	270
VIII.	238	219	233	230
IX.	190	174	188	179
X.	117	108	115	116
XI.	53	55	48	56
XII.	35	36	42	30
Σ	1 899	1 691	1 826	1 810

Skutečná doba slunečního svitu



zdroj: ČHMÚ

Doba slunečního svitu (přímé záření) v ČR: 1400 – 1900 h/rok

Skutečná denní dávka slunečního ozáření

- denní dávka slunečního ozáření

$$H_{T,den} = \tau_r \cdot H_{T,den,teor} + (1 - \tau_r) \cdot H_{T,den,dif} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{den})]$$

- měsíční dávka slunečního ozáření

$$H_{T,mes} = n \cdot H_{T,den} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{měs})]$$

- roční dávka slunečního ozáření

$$H_{T,rok} = \sum_I^{XII} H_{T,mes} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{rok})]$$

Tabulkové údaje, viz Matuška, T.: Solární tepelné soustavy, STP 2009.

Československá společnost pro sluneční energii (ČSSE)

Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1

Česká republika

info@solarnispolecnost.cz



CityPlan



Kontakt:

Ing. David Borovský

Adresa:

Jindřišská, 110 00 Praha 1

e-mail:

david.borovsky@cityplan.cz

www:

<http://www.cityplan.cz>



Solární kolektory

Tomáš Matuška

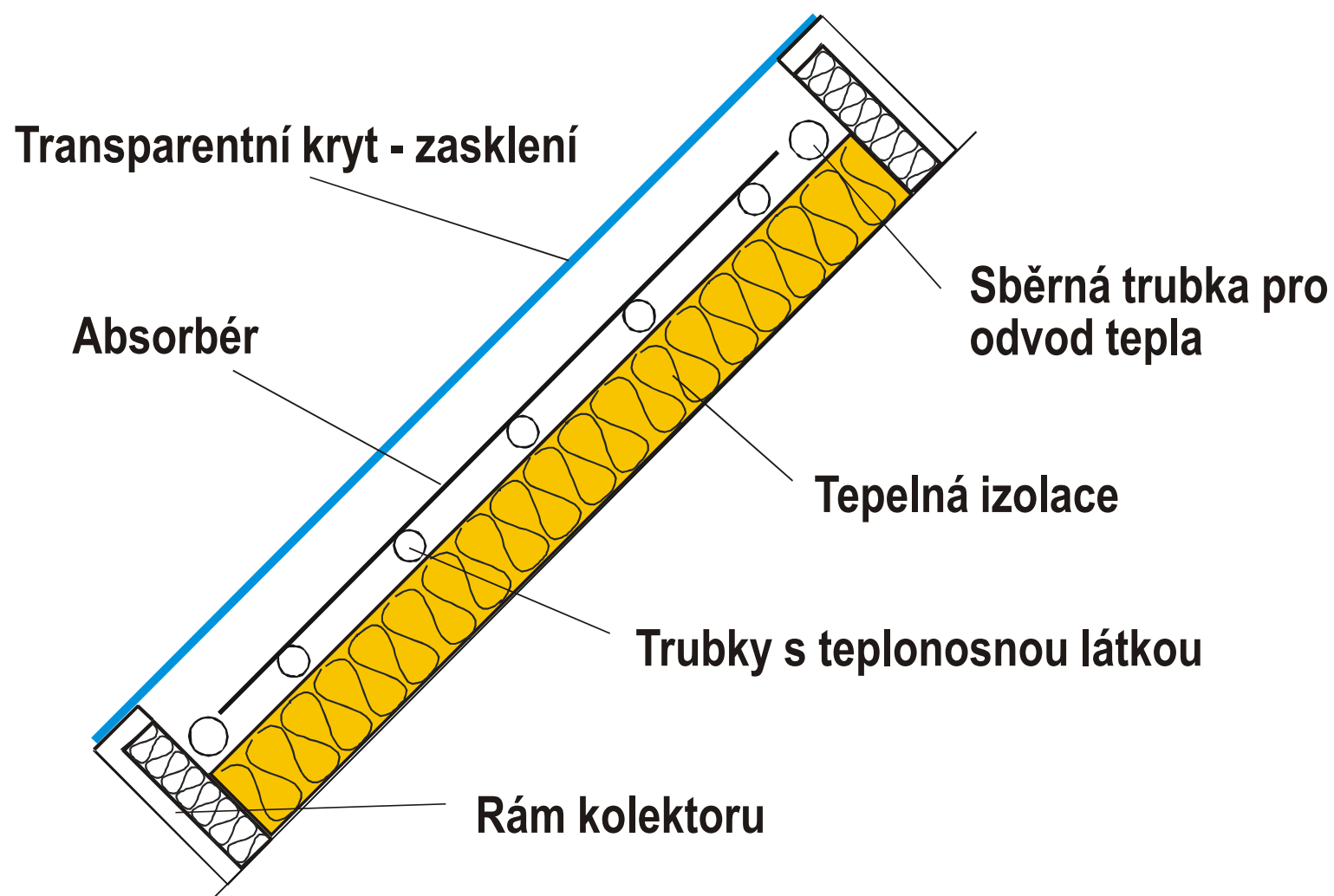
Ústav techniky prostředí

Fakulta strojní, ČVUT v Praze



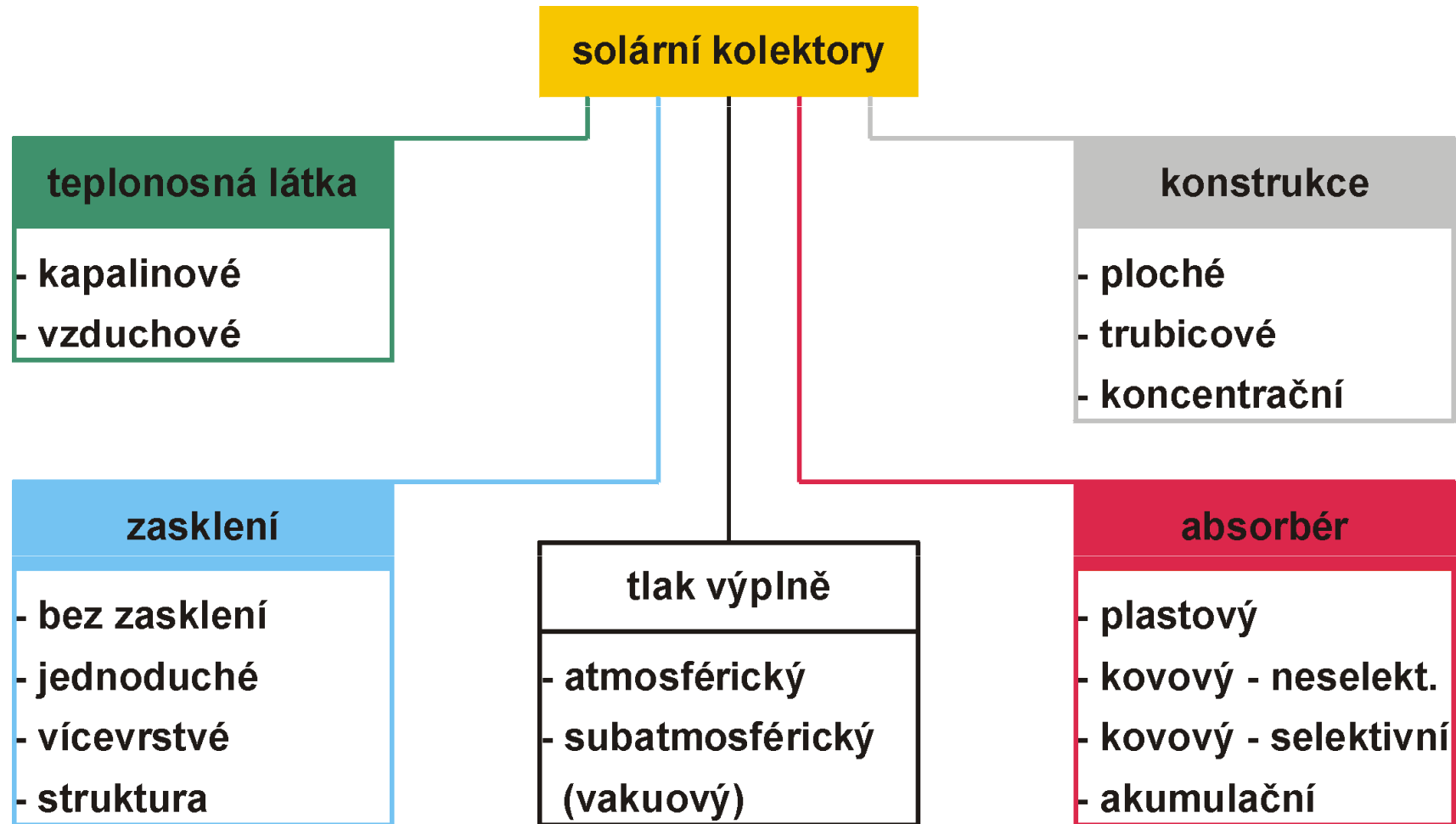


Solární kolektor





Solární kolektory - rozdělení





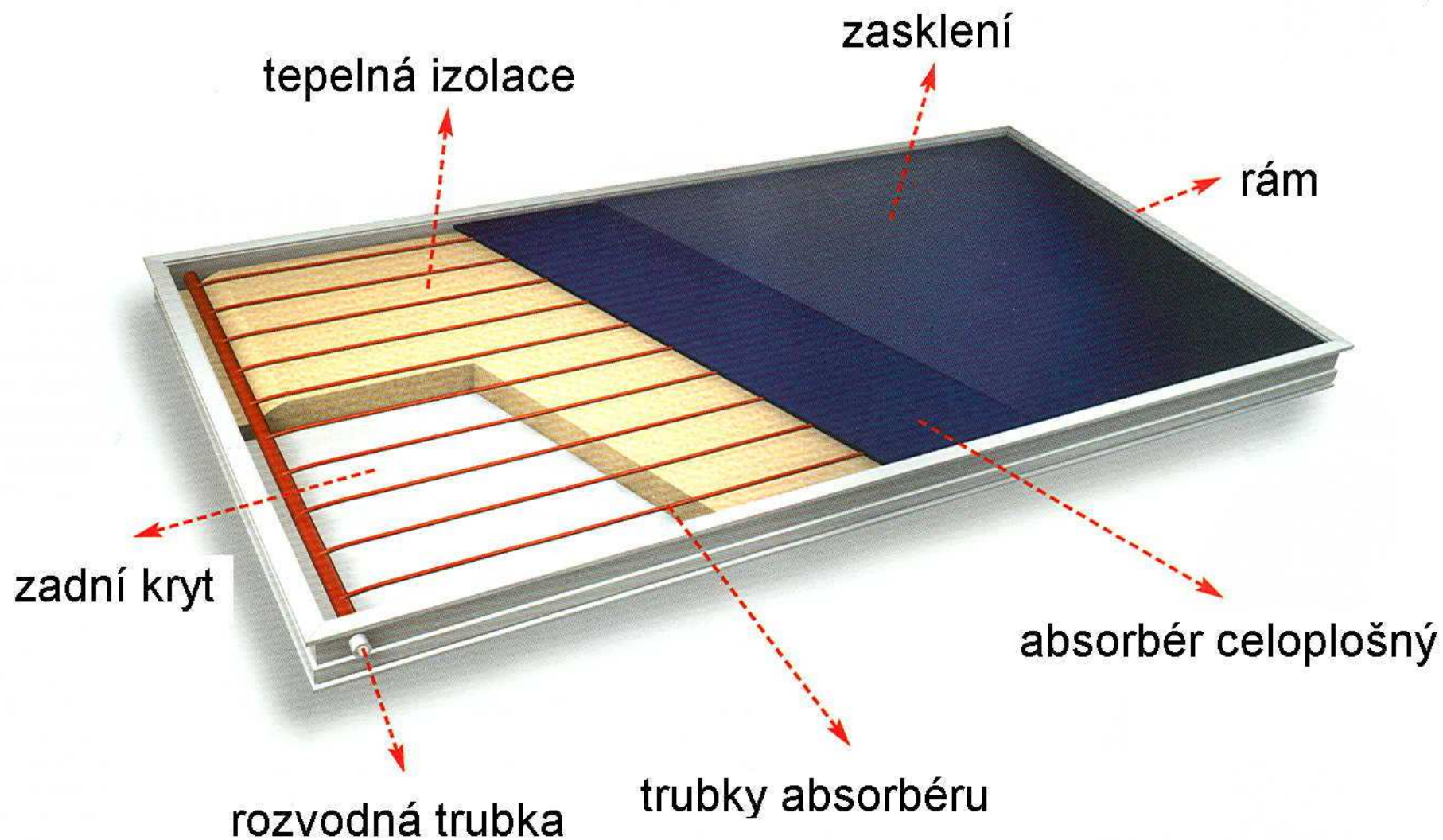
Nekryté solární kolektory

- teplotní hladiny do 40 °C
- vhodné pro sezónní aplikace, ohřev bazénové vody
- výrazně závislé na okolních podmínkách (teplota, proudění vzduchu)





Ploché kryté solární kolektory

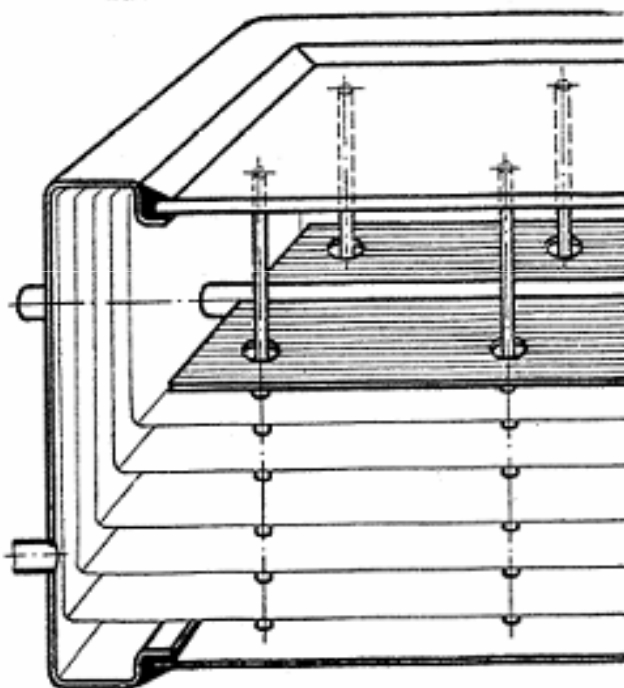




Ploché vakuové kolektory

podtlak pro omezení tepelných ztrát (absolutní tlak **1 až 10 kPa**)

zatížení plochého krycího skla (opěrky)

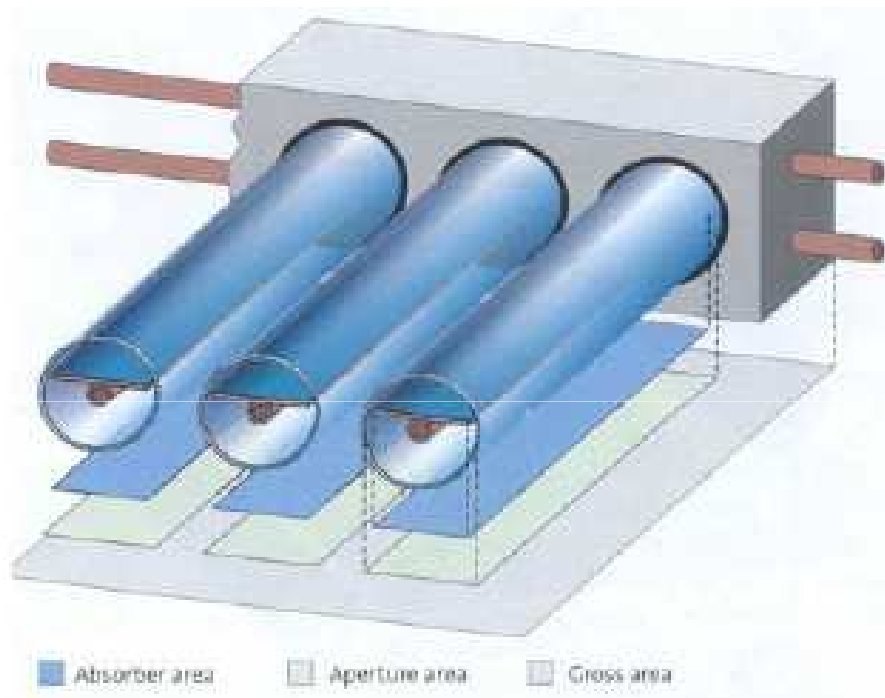


sálání zadní strany absorbérou je nutné stínit

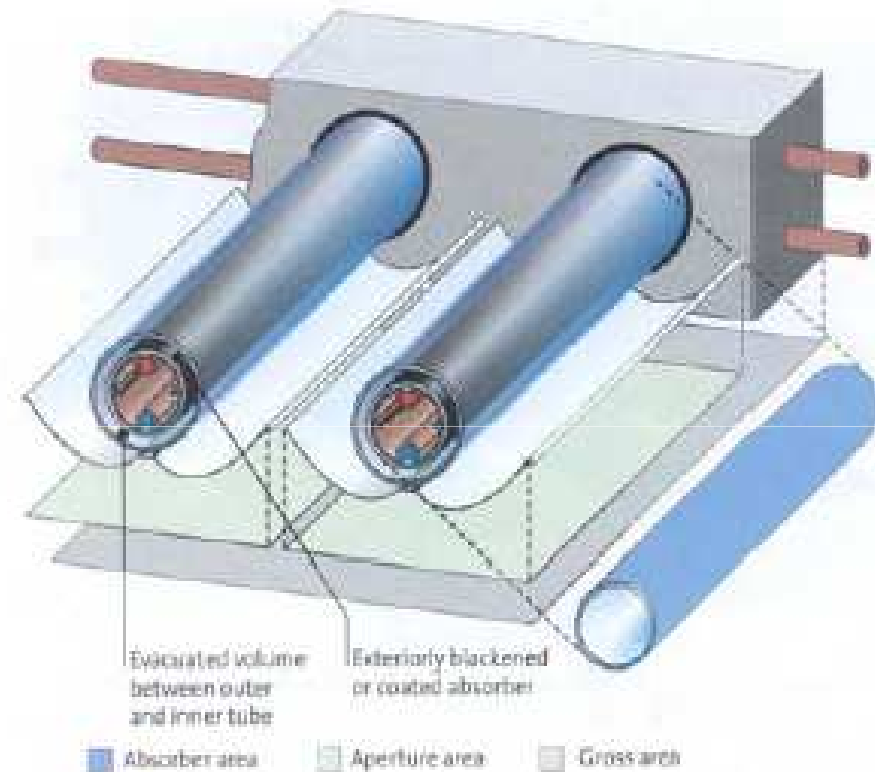


Vakuové trubkové solární kolektory

jednostěnná vakuová trubka
plochý absorbér



dvojitěnná vakuová trubka (Sydney)
válcový absorbér



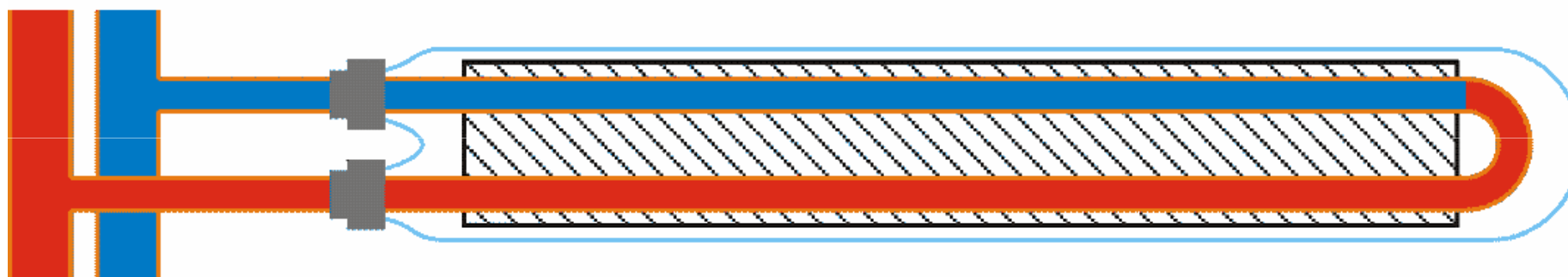
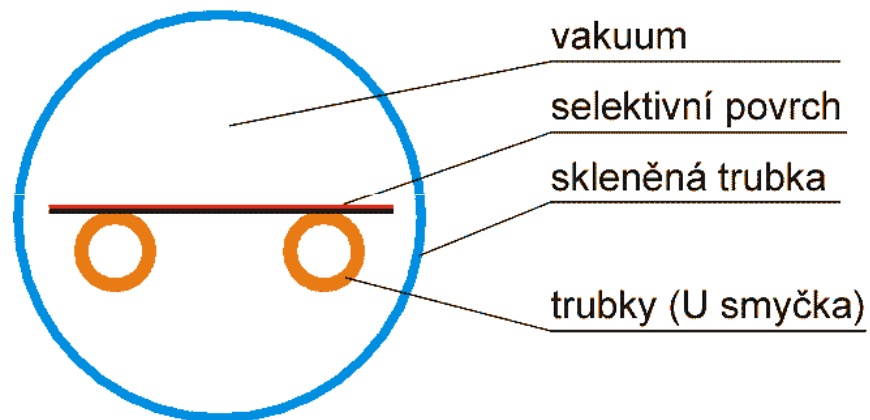
vakuum **1 mPa**



Vakuové trubkové solární kolektory

Jednostěnná vakuová trubka s plochým absorbérem

- přímo protékaný registr (PP)



absorbér navařen na trubkách

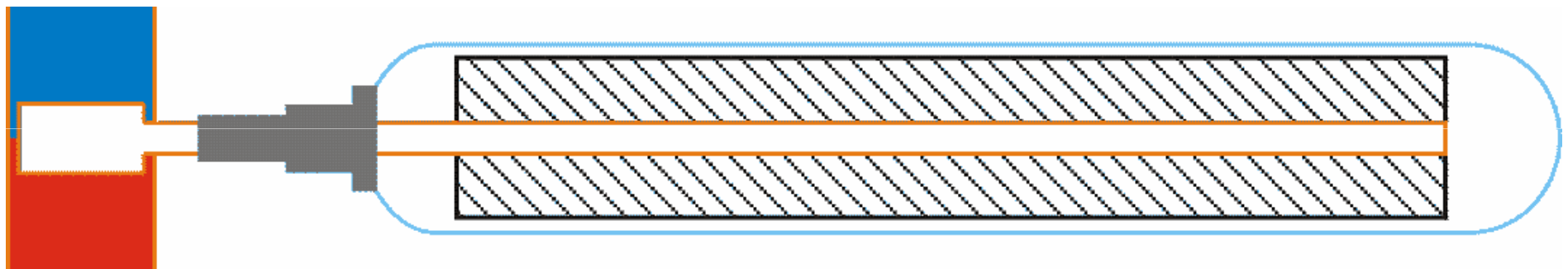
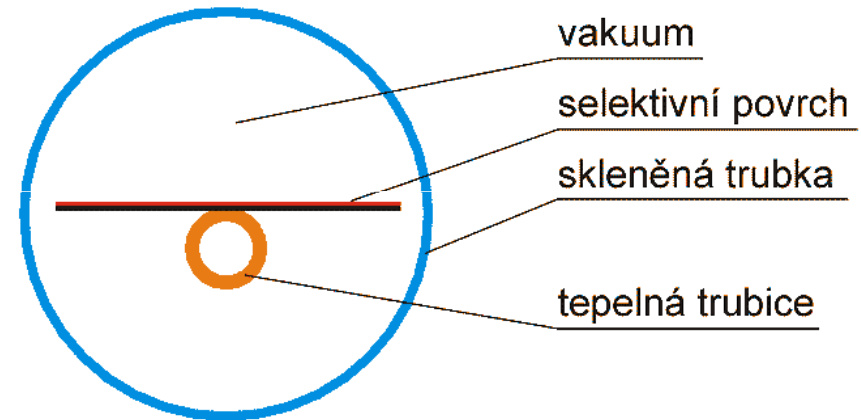
velmi kvalitní přestup tepla z absorbéru do kapaliny



Vakuové trubkové solární kolektory

Jednostěnná vakuová trubka s plochým absorberem

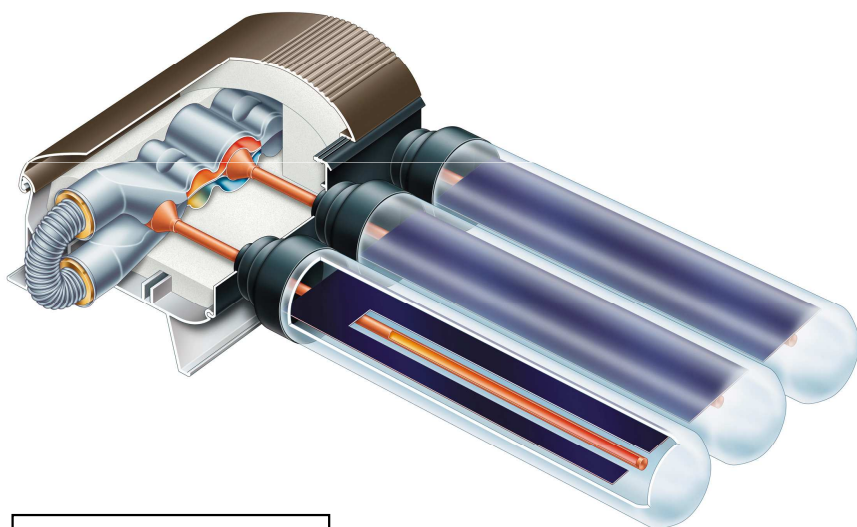
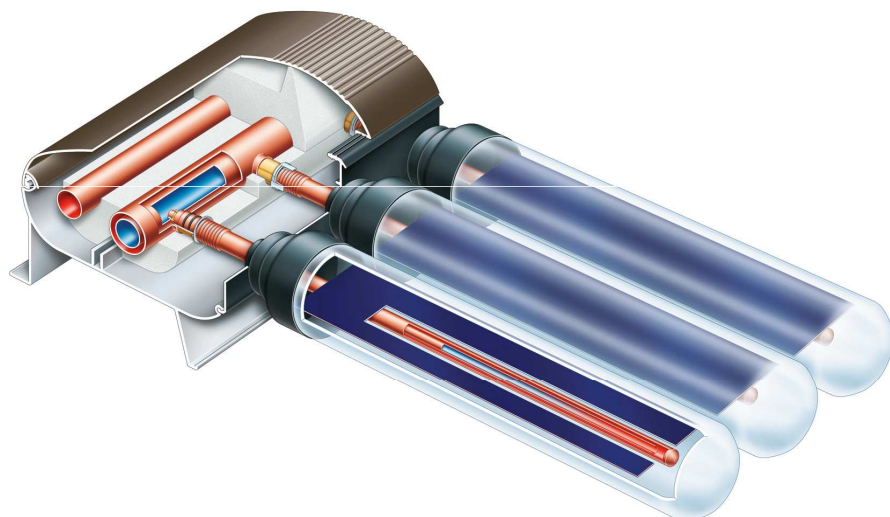
- tepelná trubice (TT)



absorbér navařen na výparníkové části tepelné trubice
velmi kvalitní přestup tepla z absorberu na výparník tepelné trubice



Vakuové trubkové solární kolektory



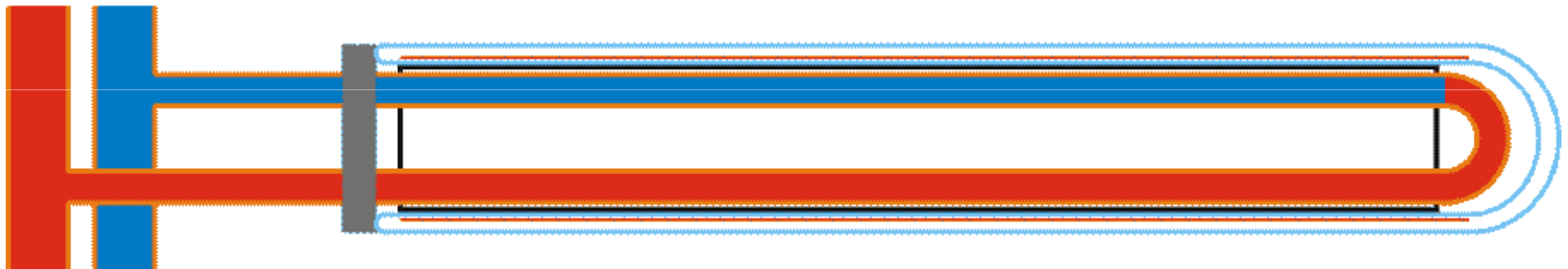
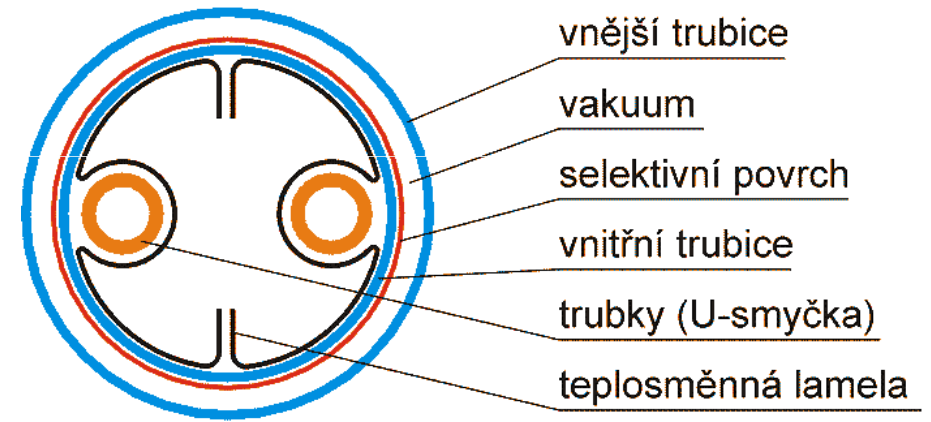
zdroj: Viessmann



Vakuové trubkové solární kolektory

Dvojstěnná vakuová Sydney trubka s válcovým absorbérem

- přímo protékaný registr
(s kontaktní lamelou), PP



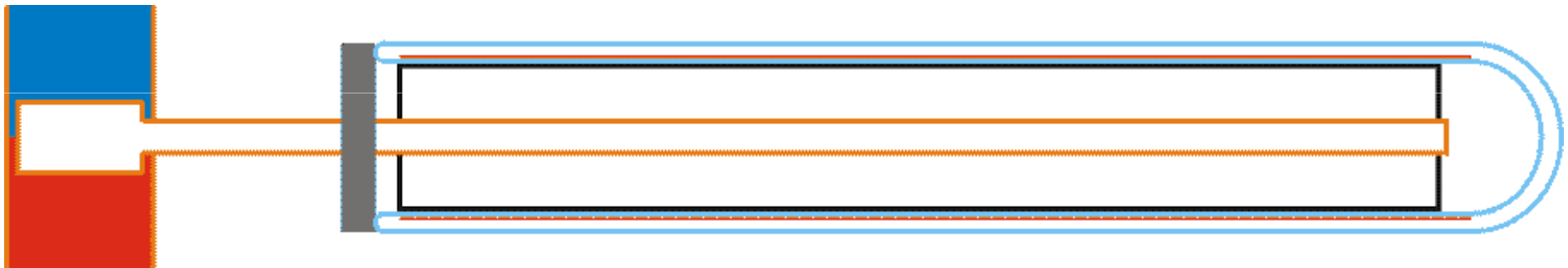
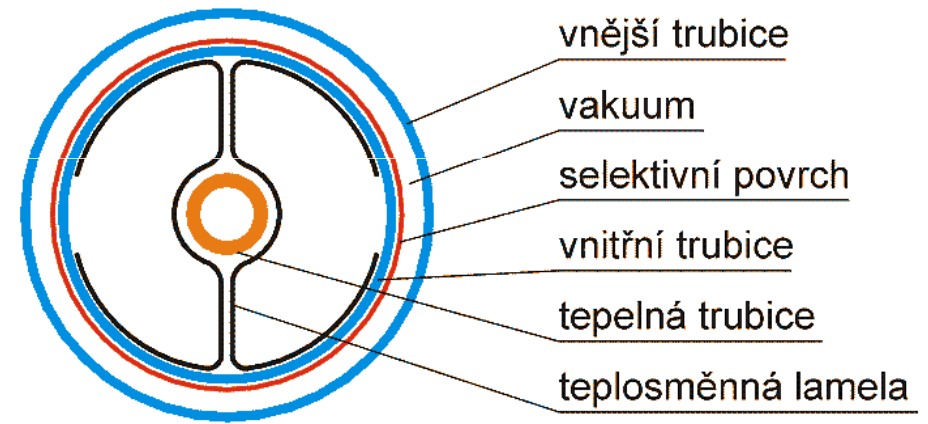
nezbytná tepelně vodivá teplosměnná lamela mezi absorbérem a
trubkovým registrem, kontakt (?) s potrubím a sklem



Vakuové trubkové solární kolektory

Dvojstěnná vakuová Sydney trubka s válcovým absorberem

- tepelná trubice
(s kontaktní lamelou), TT



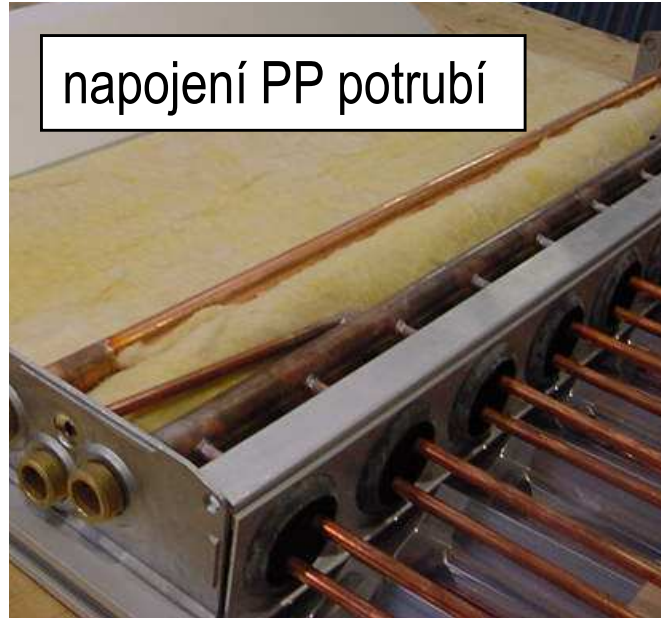
nezbytná tepelně vodivá teplosměnná lamela mezi absorberem a
trubkovým registrem, kontakt (?) s tepelnou trubicí a sklem



Vakuové trubkové Sydney kolektory



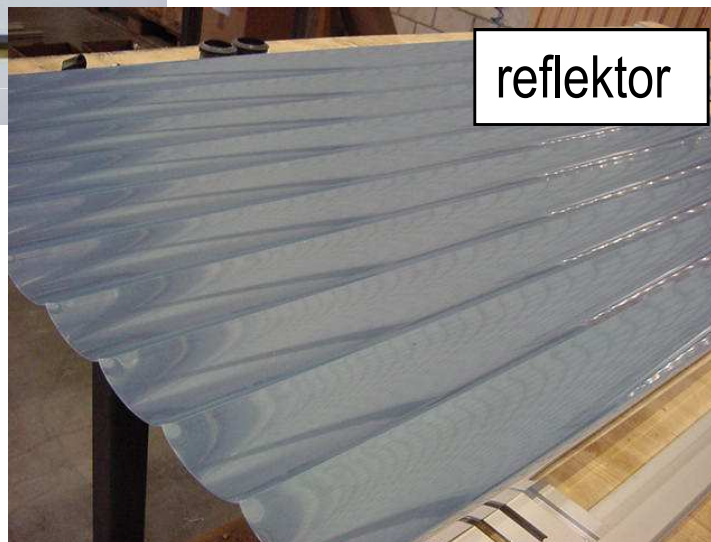
kontaktní lamela



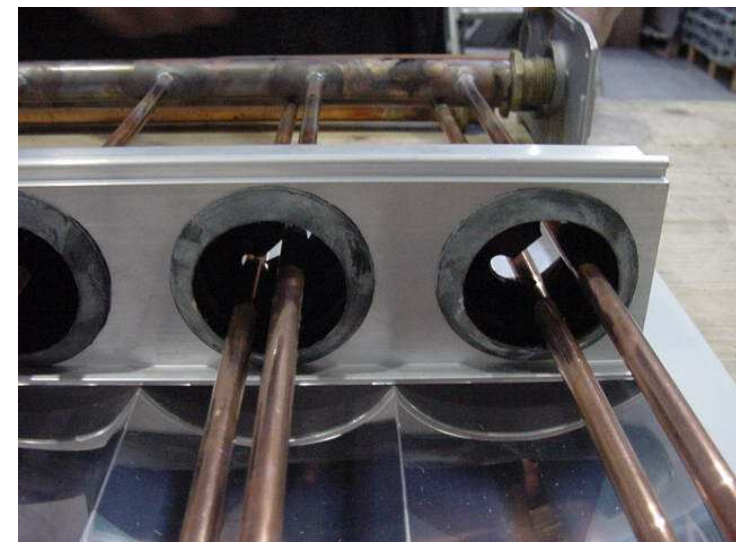
napojení PP potrubí



Sydney trubky



reflektor



zdroj: OPC

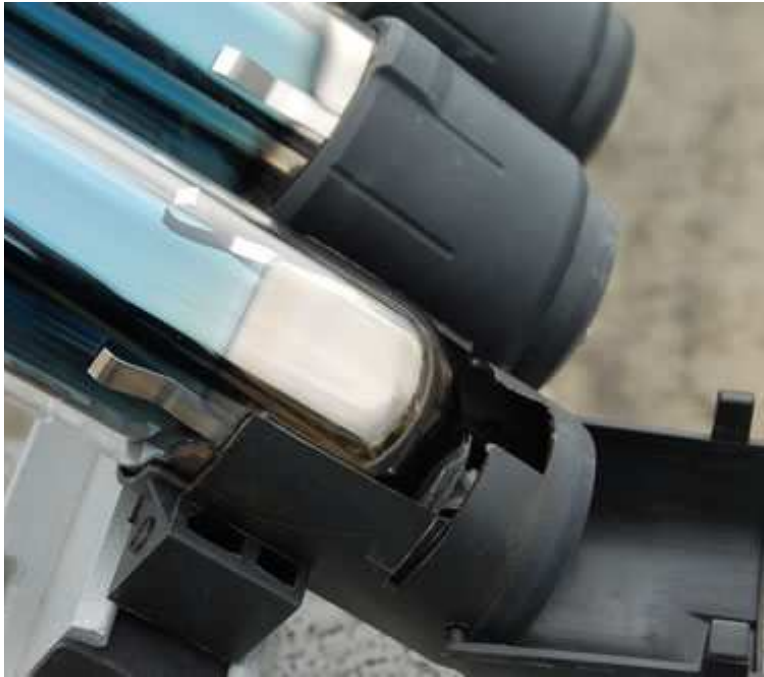


Vakuové trubkové Sydney kolektory





Vakuové trubkové solární kolektory



barium pro pohlcení plynů
změna barvy



Vakuové trubkové solární kolektory



vakuová izolace = sníh či námraza odtává velmi pomalu

akumulace sněhu: problematické použití reflektoru, šikmá střecha

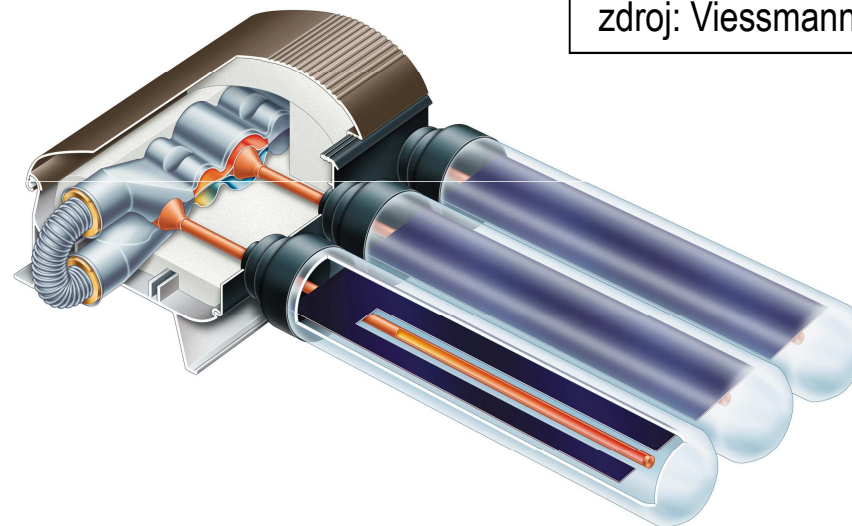


Trubkové kolektory - tepelná trubice (TT)

suché napojení tepelné trubice

kondenzátor uložen v pouzdru

pouzdro omývané teplonosnou
látkou



zdroj: Viessmann



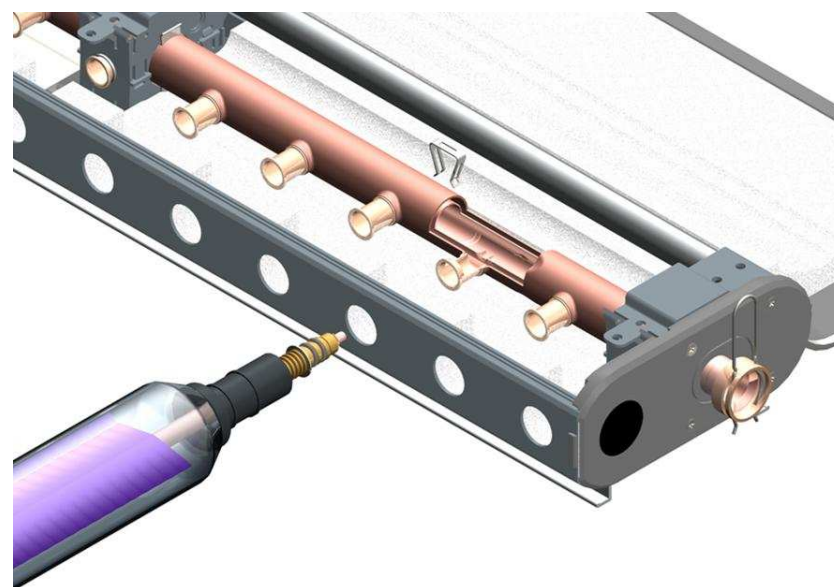


Trubkové kolektory - tepelná trubice (TT)



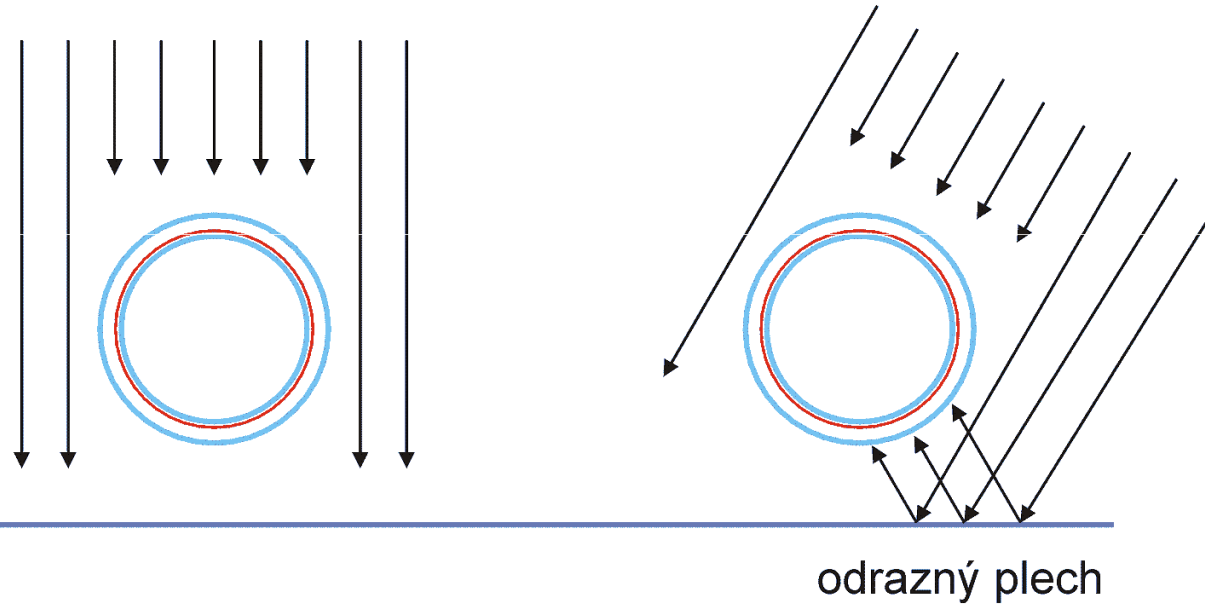
mokrý napojení tepelné trubice

kondenzátor tepelné trubice
přímo omývaný teplotnosnou
látkou





Trubkové solární kolektory s reflektorem



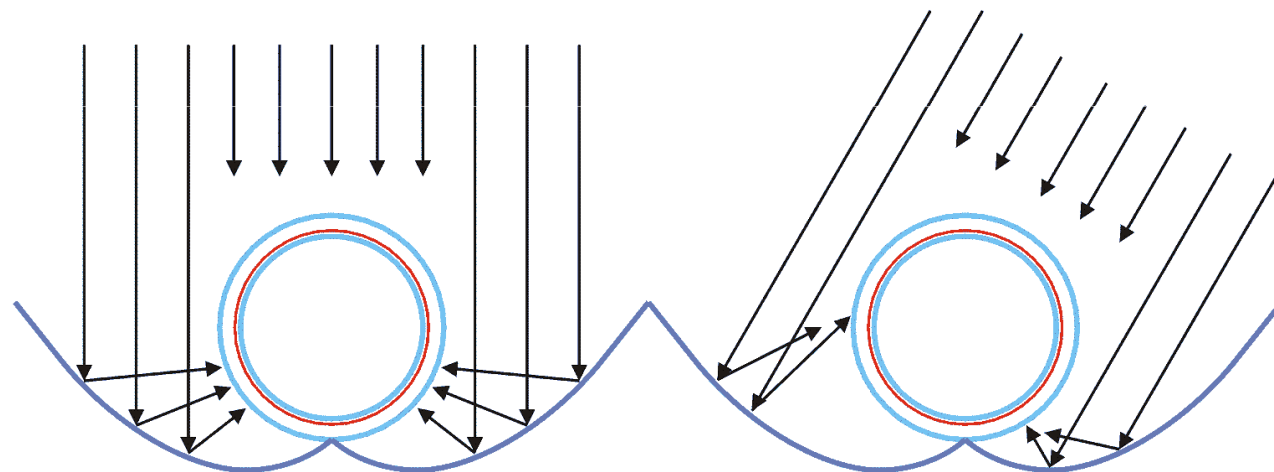
zrcadlový odraz

difúzní odraz

trvanlivost optické
kvality odrazného
plechu

zachycování a
kumulace sněhu
(ledu), poničení
trubek

**zvýšení aktivní
plochy kolektoru
(apertury)**



složený parabolický reflektor (CPC)



Koncentrační solární kolektory

koncentrace přímého slunečního záření

odrazem (zrcadla) x **lomem** (čočky)

lineární ohnisko

- parabolický reflektor
- Winstonův kolektor
- kolektor s Fresnelovou čočkou

bodové ohnisko

- paraboloidní reflektor
- fasetové reflektory, heliostaty

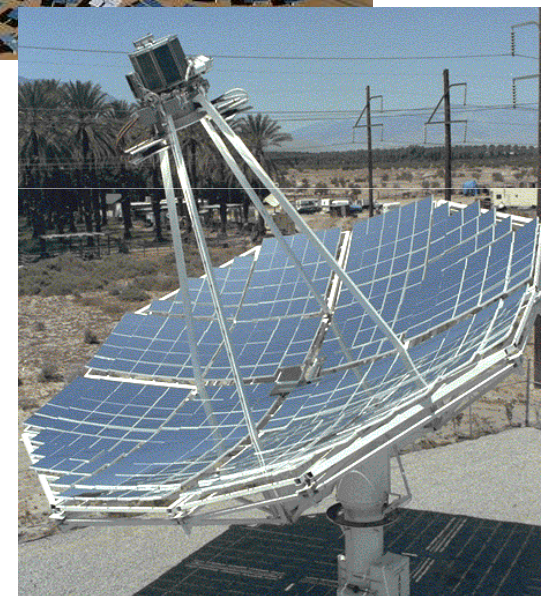
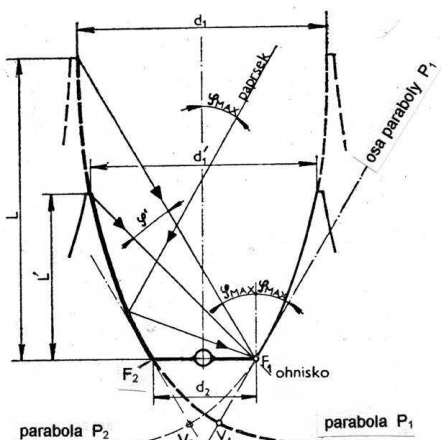




Koncentrační solární kolektory (odraz)

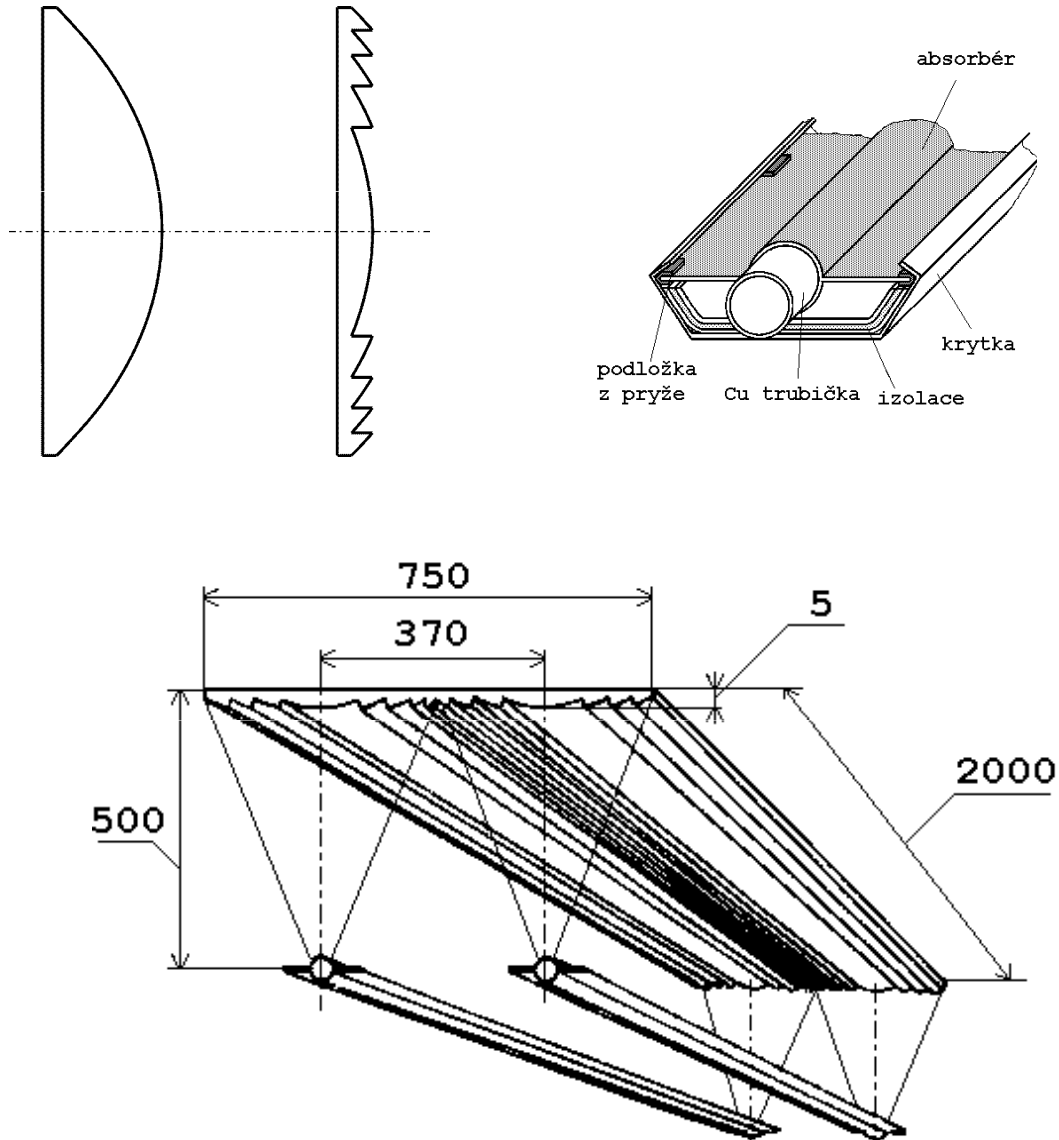


koncentrační poměr $C = d_1 : d_2$





Kolektory s Fresnelovými čočkami (lom)

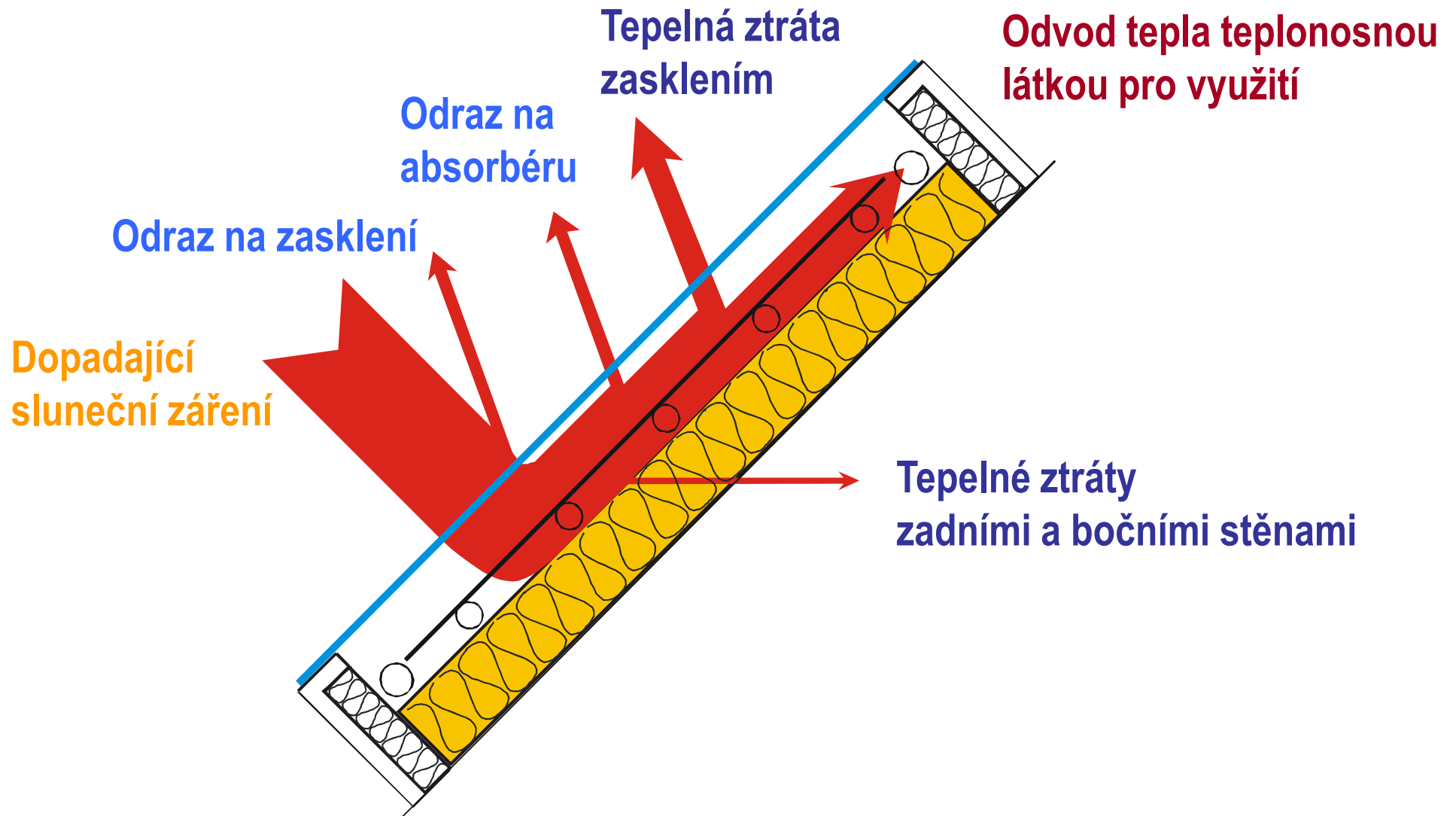


- přechod mezi aktivními a pasivními prvky





Solární kolektory - princip





Zasklení kolektoru

- **jednoduché zasklení**
- sklo s nízkým obsahem FeO_3 („solární“, „nízkoželezné“)
 - snížení pohltivosti materiálu zasklení
- antireflexní povlaky
 - snížení odrazivosti rozhraní sklo-vzduch
- prizmatické sklo (pyramidový vzor, textura)
 - zvýšení propustnosti při vyšších úhlech dopadu
- **dvojitě zasklení**
 - solární sklo + folie (teflon), nižší ztráty, nižší propustnost





Absorbér solárního kolektoru

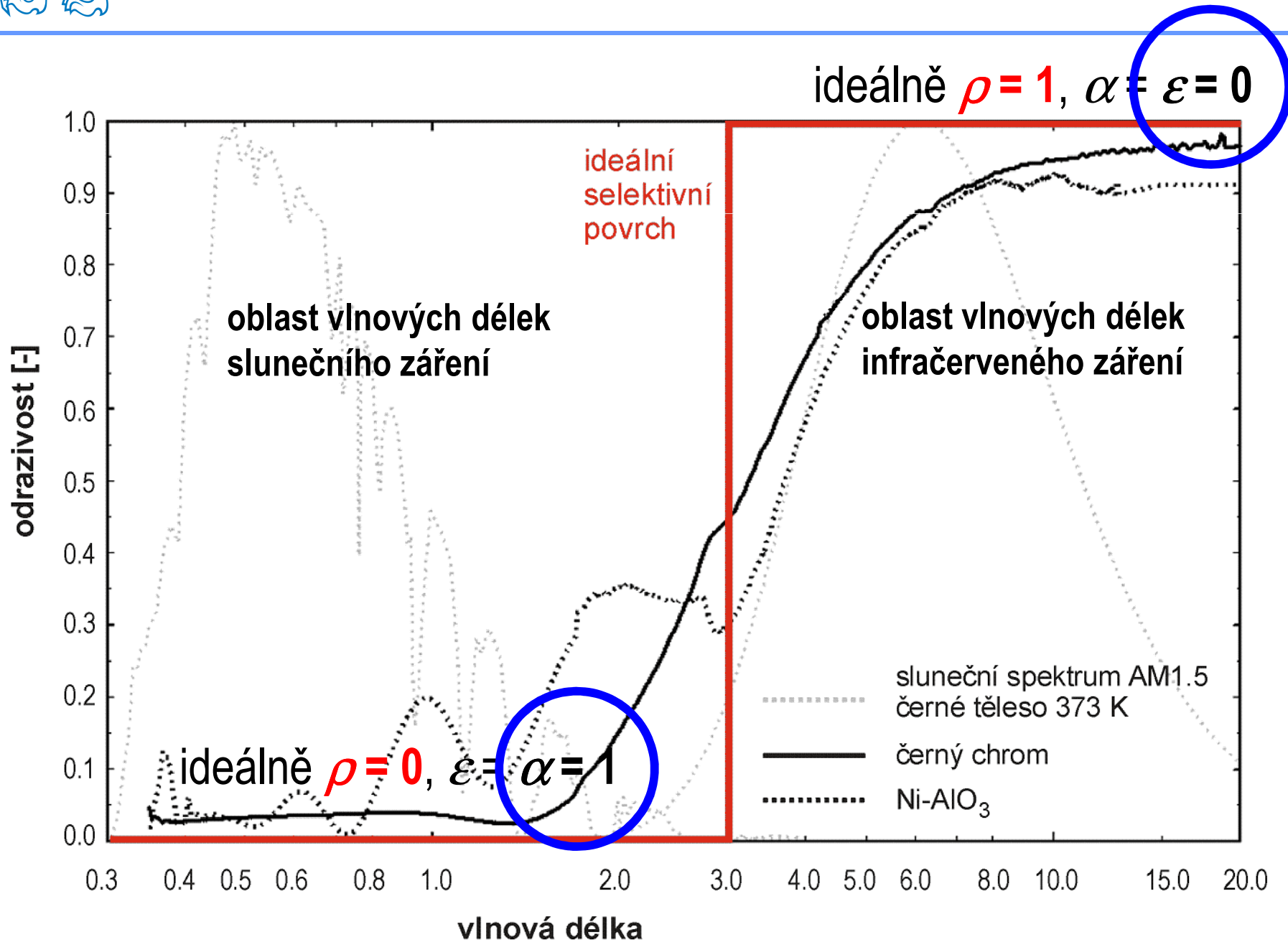
teorie záření, radiační vlastnosti těles

- pohltivost α + odrazivost $\rho = 1$ (pro záření nepropouštějící tělesa)
- pro danou vlnovou délku záření λ platí: pohltivost $\alpha_\lambda =$ emisivita ε_λ
- absolutně černá tělesa: $\alpha = 1, \rho = 0$ pro všechny vlnové délky
- absolutně bílá tělesa: $\alpha = 0, \rho = 1$ pro všechny vlnové délky
- šedá tělesa $0 < \alpha = \alpha_\lambda < 1, \rho = 1 - \alpha$ pro všechny vlnové délky
- **selektivní tělesa $0 < \alpha_\lambda < 1, \rho_\lambda = 1 - \alpha_\lambda$**

$$\alpha_{\text{SOL}} \neq \varepsilon_{\text{IR}}$$



Selektivita povrchu absorbéru





Selektivní povrchy

galvanické

- vytvoření struktury elektrochemickou cestou tyčinky na velmi odrazivém materiálu (substrátu), $\alpha = 0,93 - 0,96$, $\varepsilon = 0,10 - 0,16$

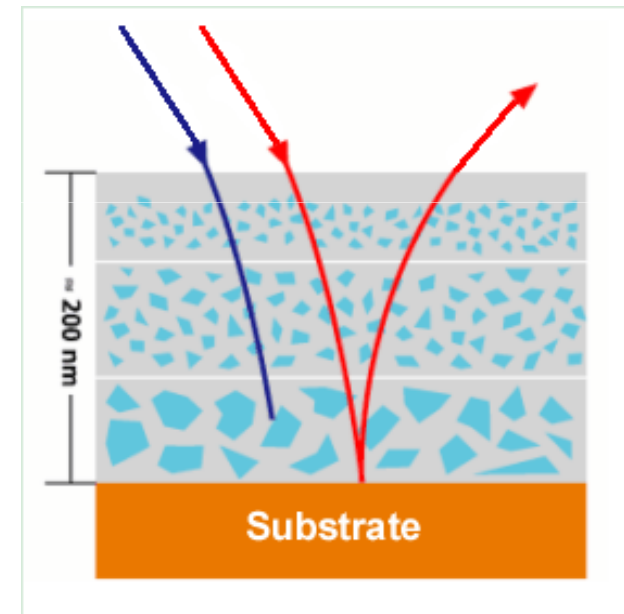


keramicko-kovové (ceramic-metal: **cermet**)

- naprašováním, PVD proces, velmi kvalitní povrchy, $\alpha = 0,95$, $\varepsilon = 0,05$

nátěry

- výrazně horší vlastnosti, $\alpha = 0,92$, $\varepsilon = 0,85$





Tepelná bilance kolektoru

$$\frac{dQ}{dt} = \dot{Q}_s - \dot{Q}_{z,o} - \dot{Q}_{z,t} - \dot{Q}_k \quad \text{obecný zápis}$$

$$\dot{Q}_k = \dot{Q}_s - \dot{Q}_{z,o} - \dot{Q}_{z,t} \quad \text{ustálené podmínky } dQ/dt = 0$$

Q_s dopadající výkon sl. záření

$$Q_s = G \cdot A_k$$

$Q_{z,o}$ optické ztráty

$$Q_{z,o} = Q_s - Q_s \tau \alpha$$

$Q_{z,t}$ tepelné ztráty

$$Q_{z,t} = U \cdot A_k (t_{\text{abs}} - t_e)$$

Q_k tepelný výkon kolektoru

$$Q_k = M \cdot c \cdot (t_{k2} - t_{k1})$$



Tepelné ztráty kolektoru

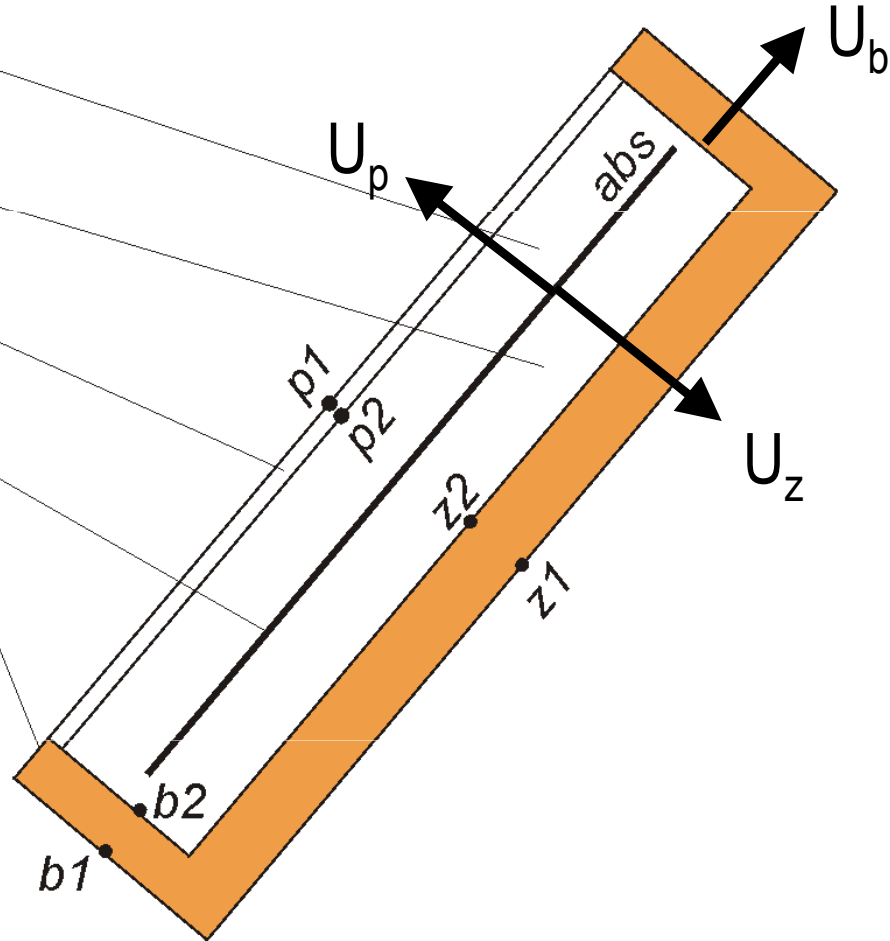
přední vzduchová mezera

zadní vzduchová mezera

krycí zasklení

absorbér

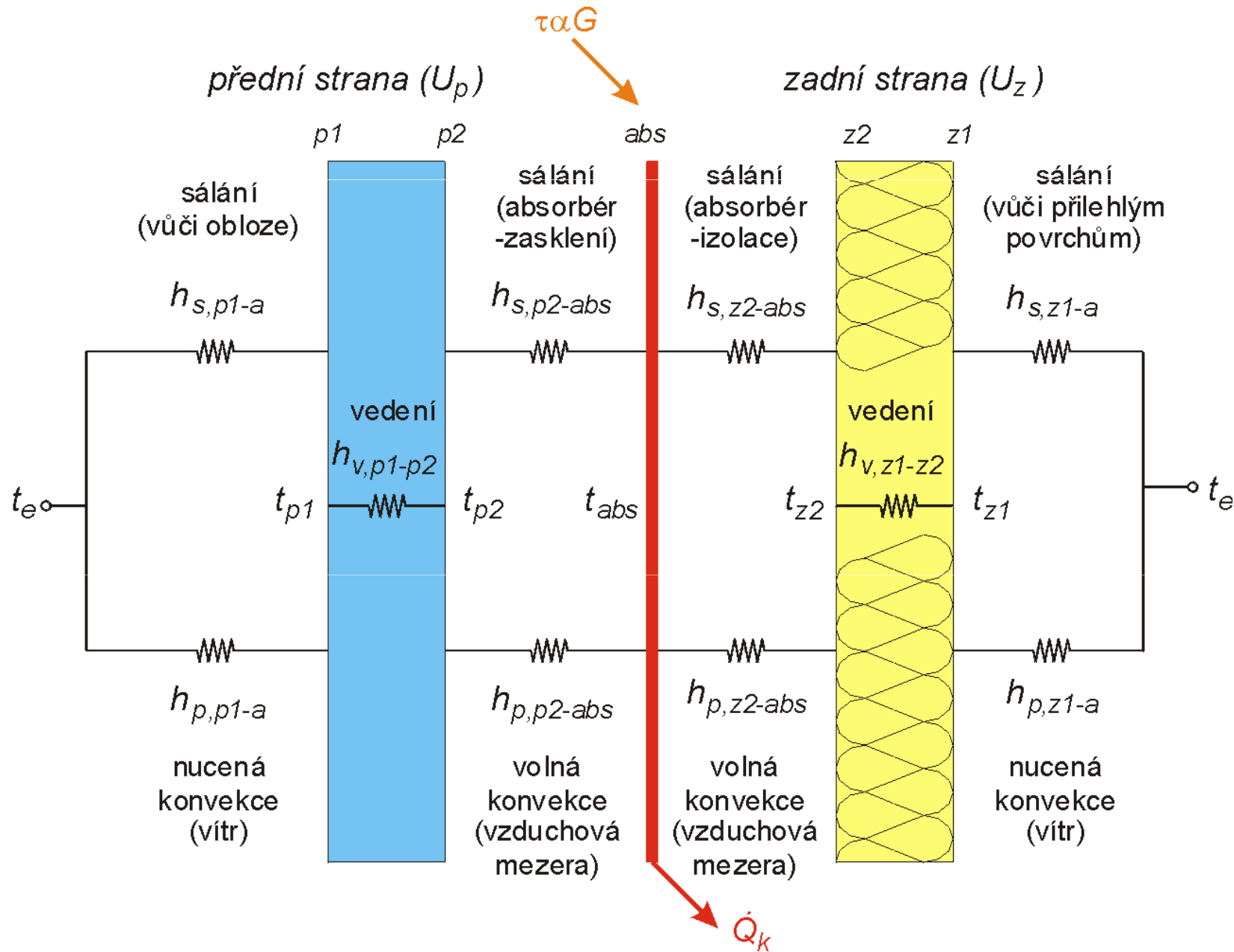
rám kolektoru (izolace)



$$\dot{Q}_{z,t} = U_p A_a (t_{abs} - t_e) + U_z A_a (t_{abs} - t_e) + U_b A_b (t_{abs} - t_e) = UA_a (t_{abs} - t_e)$$



Tepelné ztráty kolektoru v detailu





Výkon a účinnost kolektoru

výkon kolektoru:

$$\dot{Q}_k = GA_k \tau \alpha - UA_k (t_{abs} - t_e)$$

účinnost vztažená ke **střední teplotě absorberu**:

$$\eta = \frac{\dot{Q}_k}{\dot{Q}_s} = \frac{\dot{Q}_k}{GA_k} = \frac{GA_k \tau \alpha - UA_k (t_{abs} - t_e)}{GA_k}$$

$$\eta = \tau \alpha - U \frac{(t_{abs} - t_e)}{G}$$



Účinnost solárního kolektoru

$$\eta = \tau\alpha - U \frac{(t_{abs} - t_e)}{G}$$

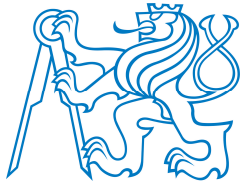
τ ... propustnost slunečního záření zasklení [-]

α ... pohltivost slunečního záření absorbérů [-]

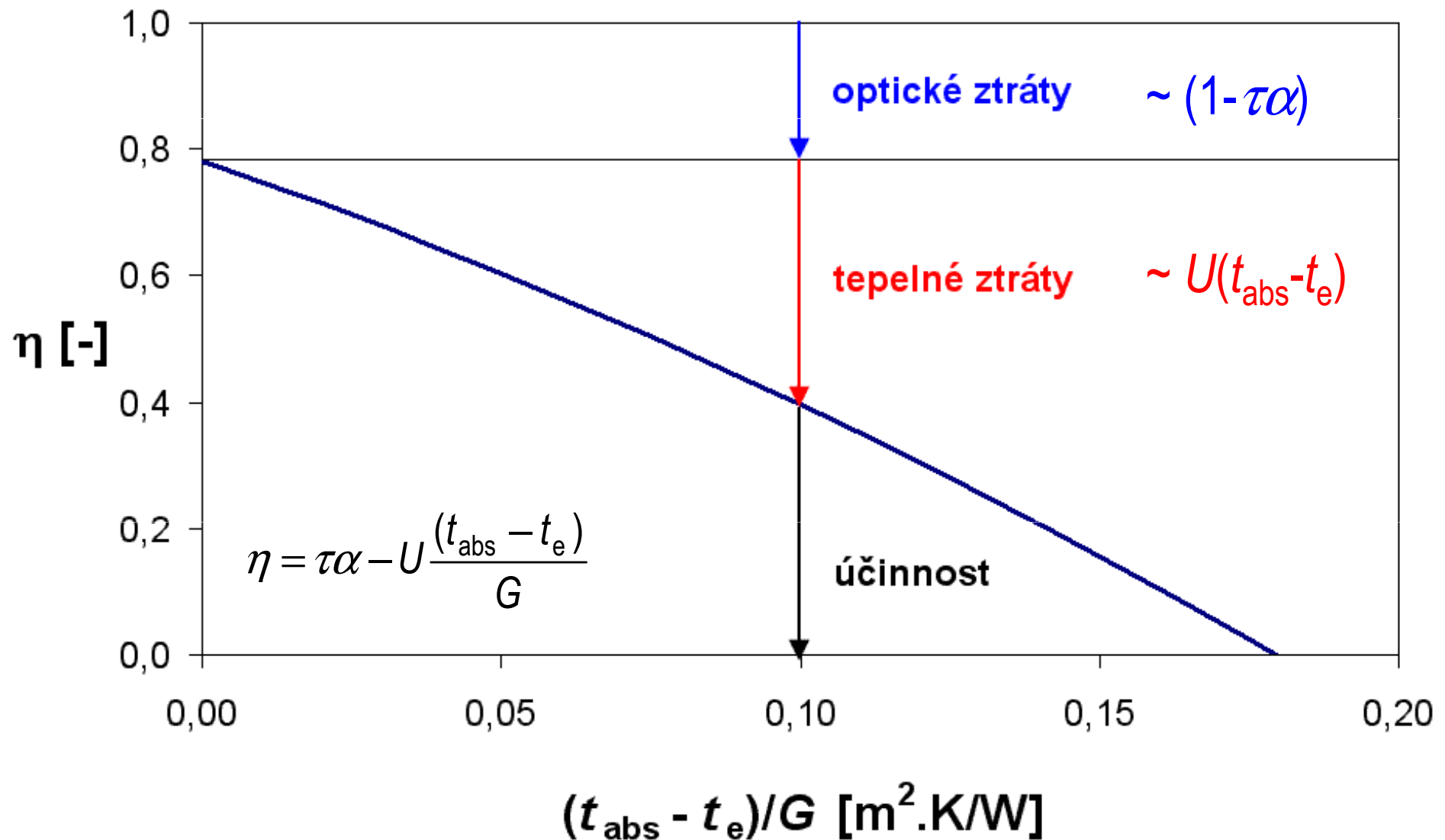
U ... součinitel prostupu tepla kolektoru [W/m².K]

t_{abs} ... **střední teplota absorbérů [°C]**

t_e ... teplota okolí [°C]



Účinnost solárního kolektoru





Účinnost solárního kolektoru

$$\eta = F' \left[\tau\alpha - U \frac{(t_m - t_e)}{G} \right]$$

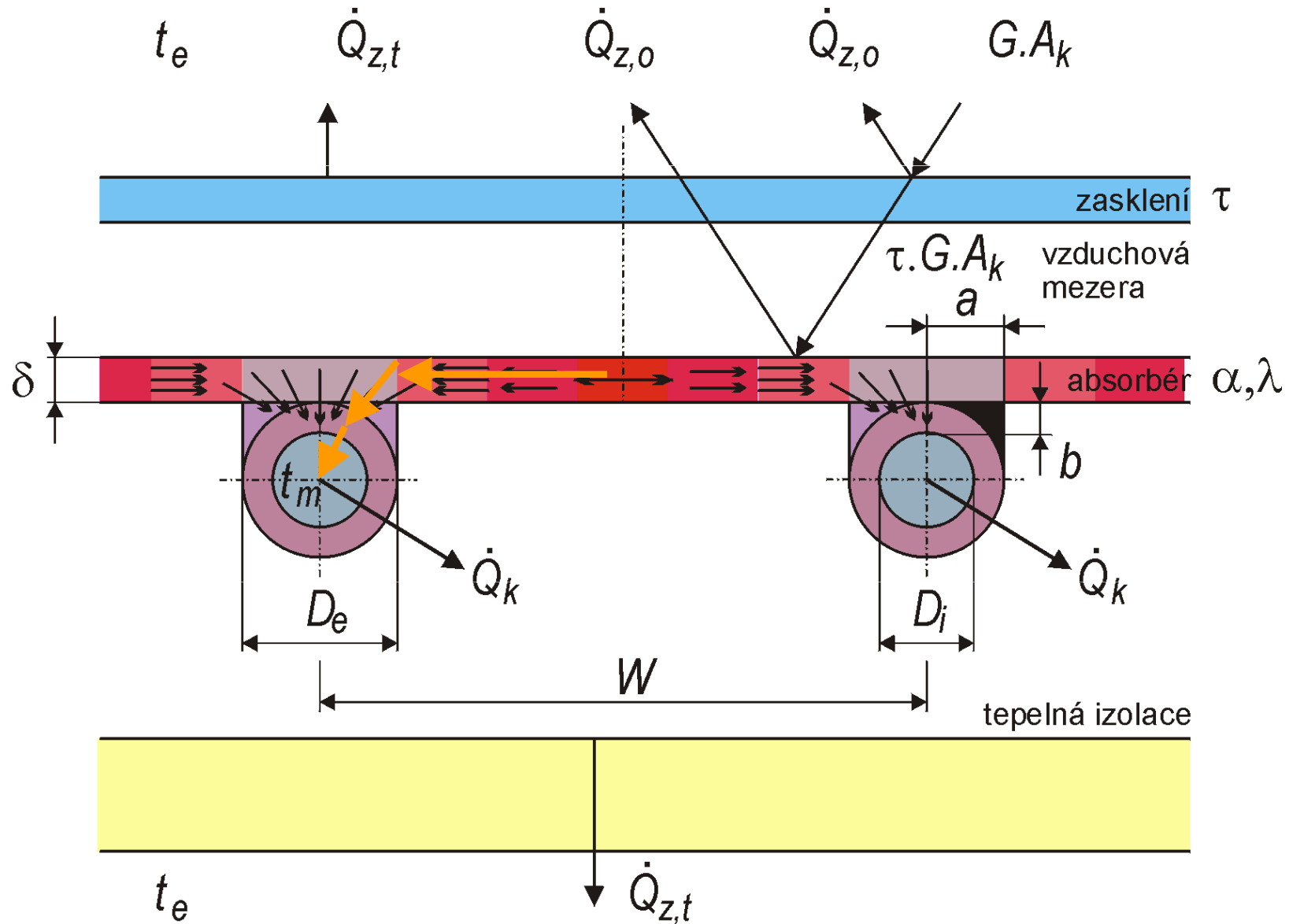
**F' ... účinnostní součinitel kolektoru > 0.90
závisí na geometrii a tepelných vlastnostech absorberu**

t_m ... střední teplota teplotnosné kapaliny v kolektoru

$$t_m = (t_{k1} + t_{k2}) / 2$$



Přenos tepla z povrchu absorbéru





Účinnostní součinitel kolektoru F'

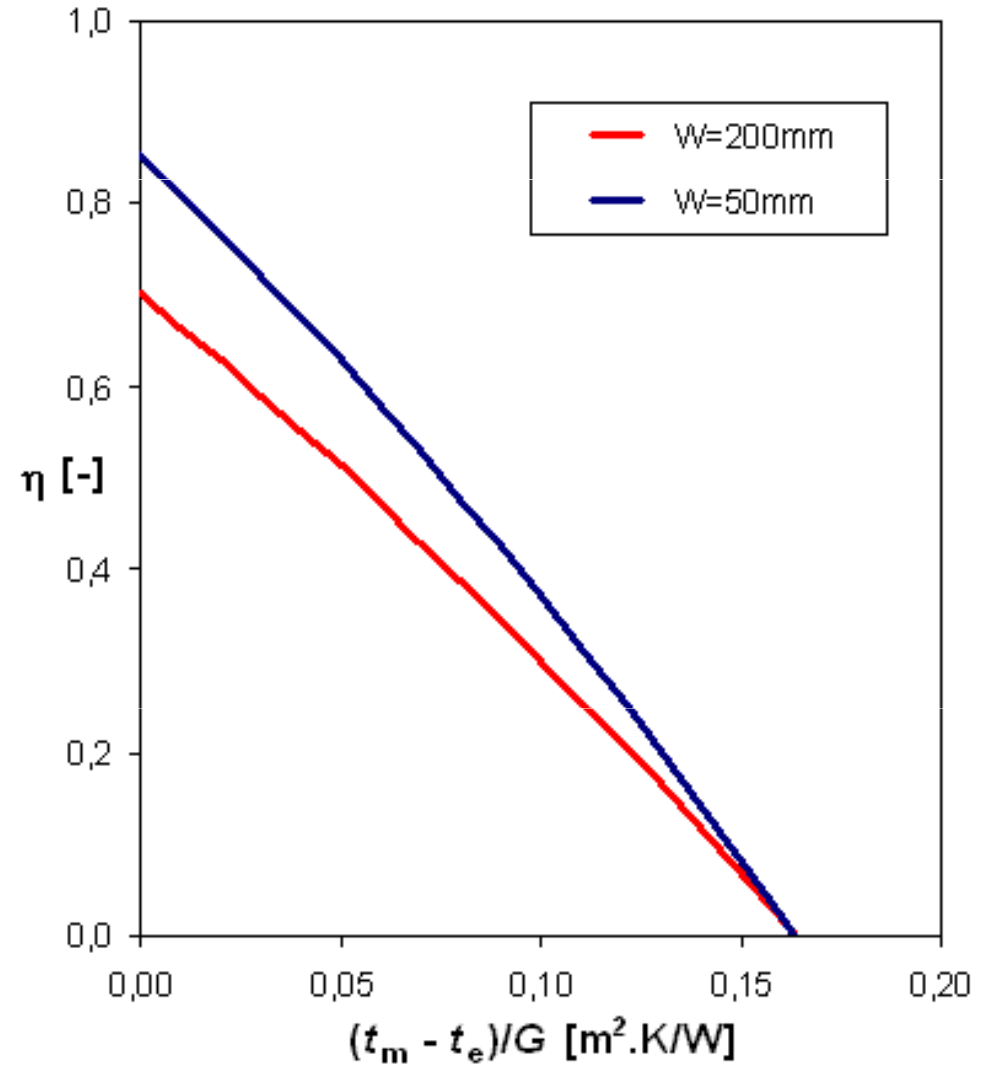
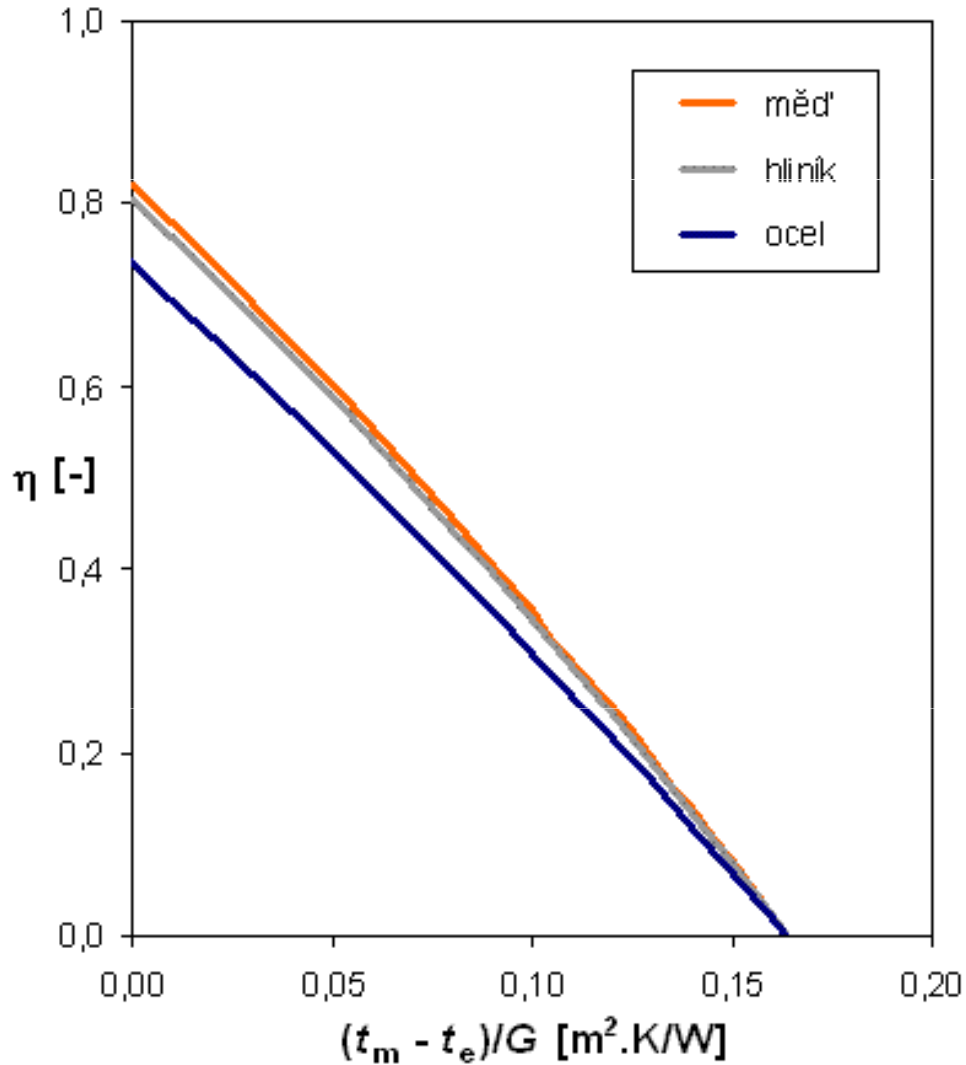
závisí na geometrických vlastnostech absorbéro

- geometrických vlastnostech absorbéro:
 - **rozteč trubek, průměr trubek, tloušťka spoje trubka-absorbér, tloušťka absorbéro**
- fyzikálních vlastnostech absorbéro:
 - **tepelná vodivost absorbéro, tepelná vodivost spoje trubka-absorbér**
- proudění uvnitř trubek: **přestup tepla ze stěny trubky do kapaliny**
- celkový součinitel prostupu tepla kolektoru U



Vliv materiálu a geometrie absorberu

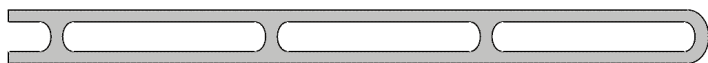
plochý kolektor





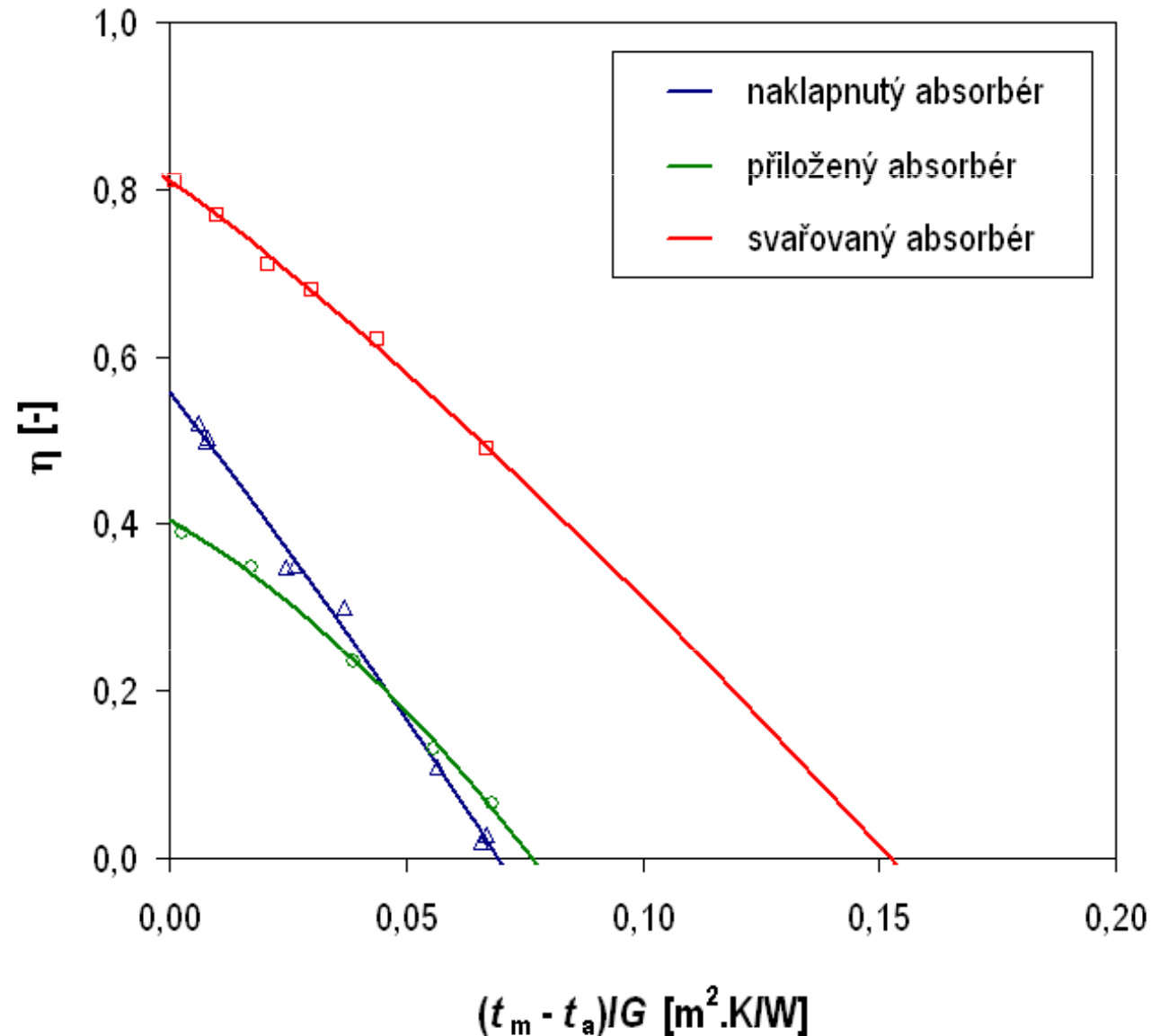
Plastové absorbéry

- tepelná vodivost plastů: **0.2 W/m.K** (měď: 390 W/m.K)
- pro zajištění dostatečného přenosu tepla:
 - malé rozteče trubek
 - silné stěny



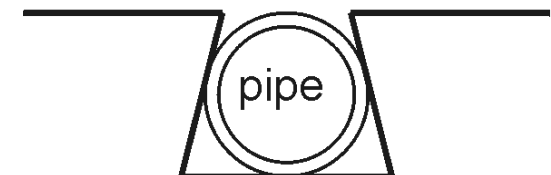


Vliv spoje na účinnost



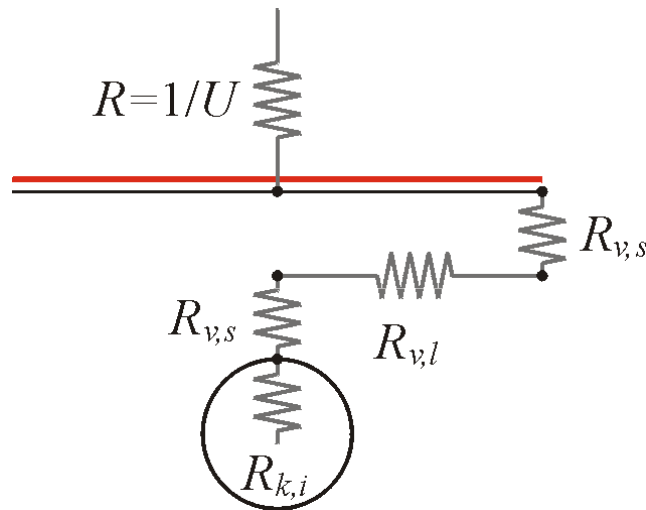
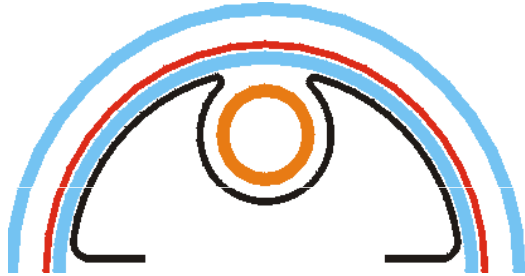
naklapnutý

absorber





Trubkové Sydney kolektory - lamela



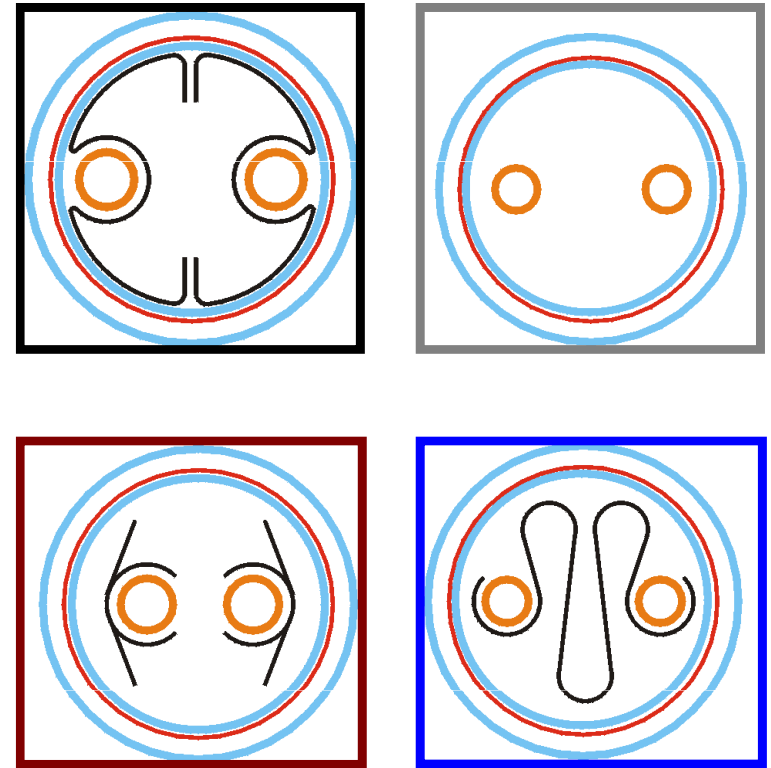
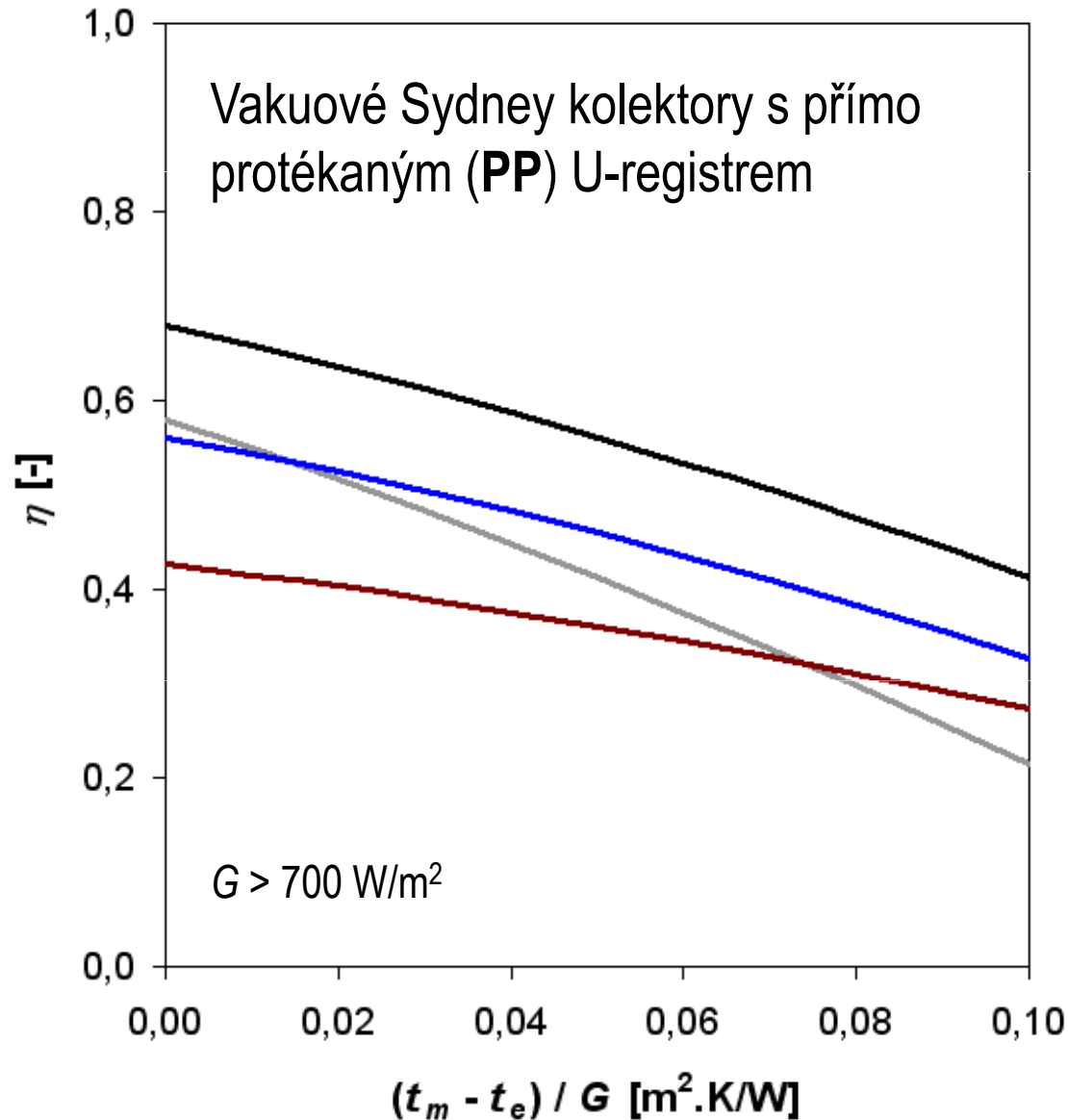
dáno Sydney trubkou

$$\eta = F' \left[\tau \cdot \alpha - U \cdot \frac{(t_m - t_e)}{G} \right]$$

kontaktní lamela: krátká, vodivá, silná, s těsným kontaktem



Vliv kontaktní lamely na účinnost (PP)



**kontaktní lamela je
zásadním prvkem
Sydney kolektoru**



Tloušťka izolace kolektoru

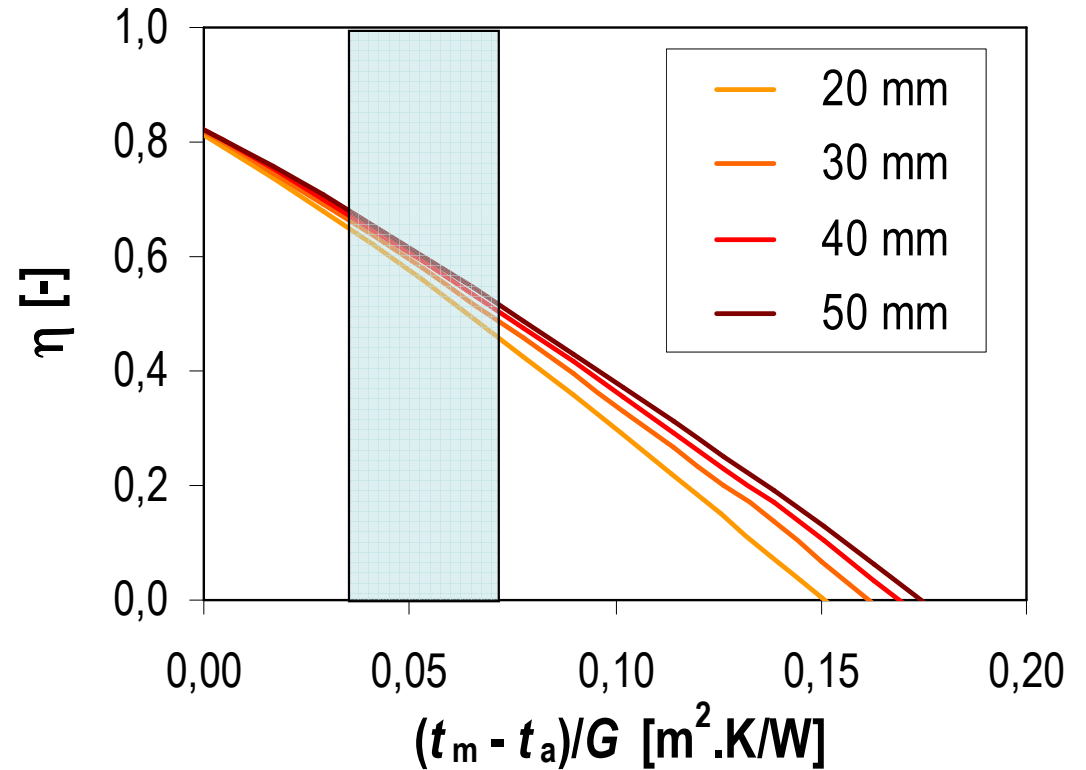
zasklení – propustnost 92 %

selektivní povrch – pohltivost 95 %

– emisivita 5 %

celoměděný absorbér

běžná konstrukce kolektoru



zvolit 20 nebo 50 mm ???

příprava teplé vody: 5 m²; 200 l/den 10 až 55 °C; zásobník 300 l; $t_{max} = 85$ °C

20 mm: solární podíl $f = 56$ %

měrné využitelné zisky $q_{ss,u} = 430$ kWh/m²

2 %

50 mm: solární podíl $f = 58$ %

měrné využitelné zisky $q_{ss,u} = 440$ kWh/m²



Emisivita absorbérou

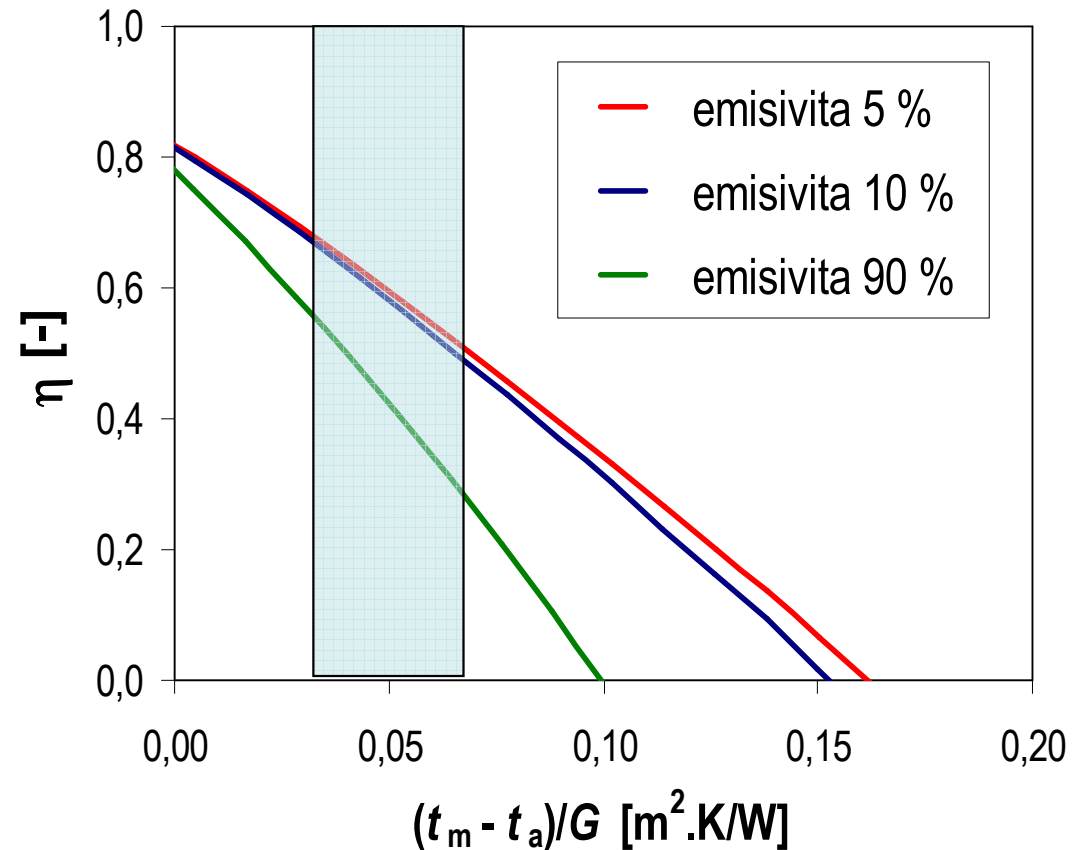
zasklení – propustnost 92 %

tepelná izolace – tloušťka 30 mm

celoměděný absorbér

běžná konstrukce kolektoru

vliv emisivity absorbérou ???



příprava teplé vody: 5 m²; 200 l/den 10 až 55 °C; zásobník 300 l; $t_{max} = 85$ °C

5 %: solární podíl **$f = 57$ %**

měrné využitelné zisky **$q_{ss,u} = 435$ kWh/m²** **< 1 %**

10 %: solární podíl **$f = 57$ %**

měrné využitelné zisky **$q_{ss,u} = 432$ kWh/m²**

90 %: solární podíl **$f = 52$ %**

měrné využitelné zisky **$q_{ss,u} = 398$ kWh/m²** **-10 %**



Zkoušení solárních kolektorů (podle EN)

ČSN EN 12975-1,2

Zkoušky výkonové

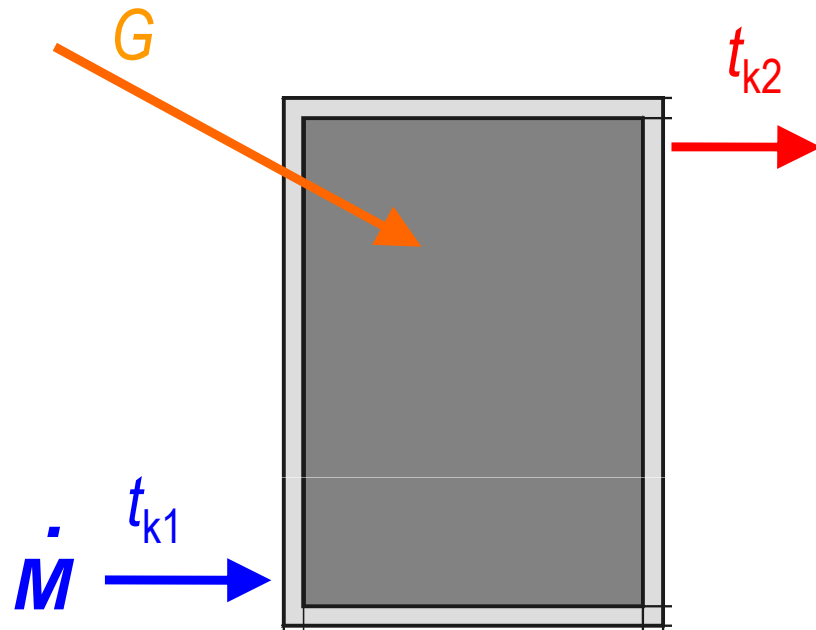
- tepelný výkon a účinnost kolektoru (určení η_0 , a_1 , a_2)
- určení modifikátoru úhlu dopadu (vliv úhlu dopadu na výkon kolektoru)
- určení účinné tepelné kapacity kolektoru (setrvačnost kolektoru)

- za **ustálených** podmínek ve venkovním / vnitřním prostředí
 - jasno, přímé sluneční záření $> 700 \text{ W/m}^2$, **kolmý dopad**, $w > 3 \text{ m/s}$

- za **dynamických** podmínek
 - proměnlivé počasí, více určených parametrů, výstupem je dynamický model kolektoru, včetně úhlové závislosti a vlivu setrvačnosti kolektoru



Stanovení výkonu a účinnosti



výkon

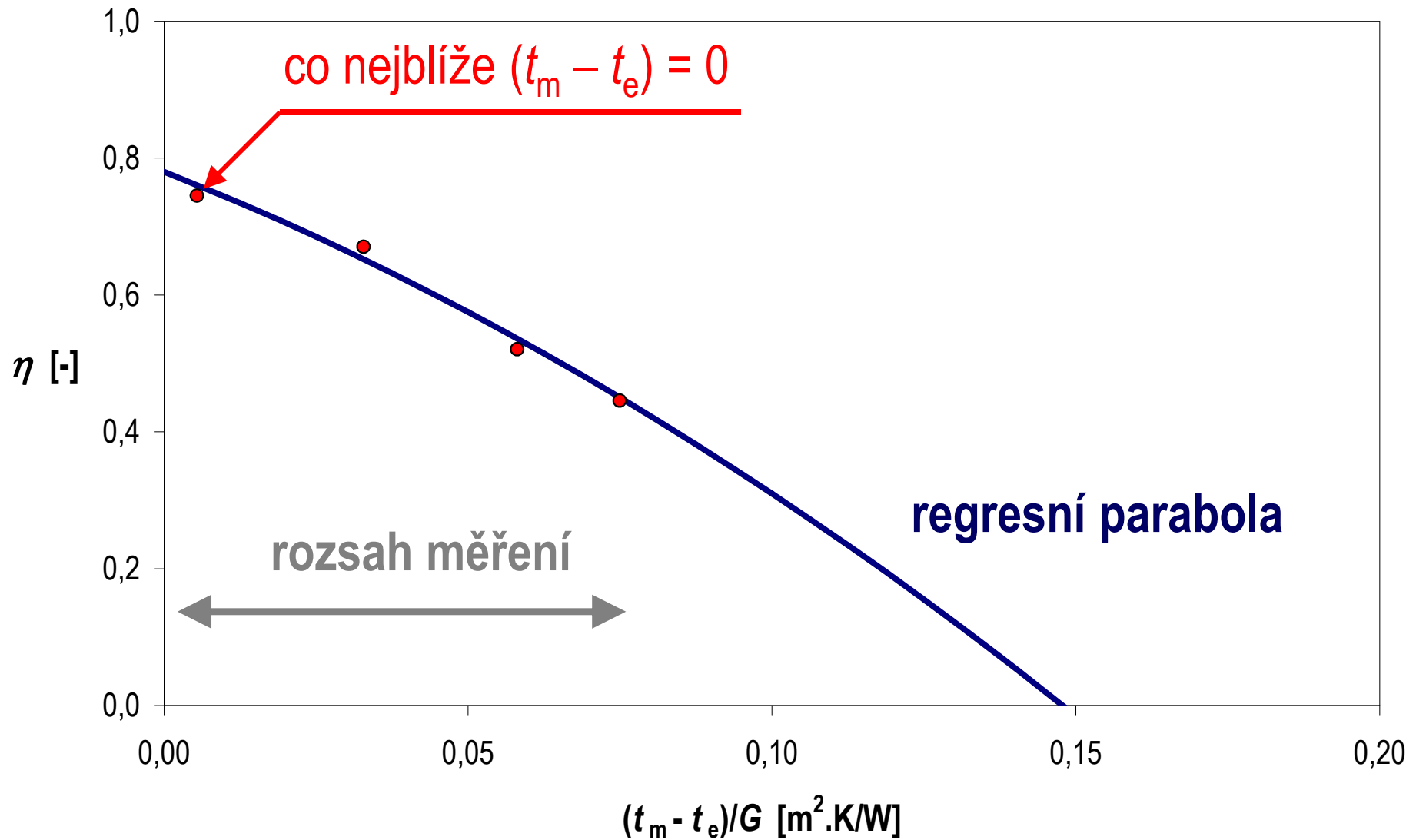
$$\dot{Q}_k = \dot{M} \cdot c \cdot (t_{k2} - t_{k1})$$

účinnost

$$\eta = \frac{\dot{Q}_k}{G \cdot A_k}$$



Proložení bodů účinnosti





Účinnost solárního kolektoru (měření)

regresní parabola proložená naměřenými hodnotami $y = a + bx + cx^2$

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

η_0 ... „optická“ účinnost [-], obecně $\eta_0 = F' \tau \alpha$

a_1 ... součinitel tepelné ztráty (lineární) [W/(m².K)]

a_2 ... součinitel tepelné ztráty (kvadratický) [W/(m².K²)]

$$\} a_1 + a_2(t_m - t_e) = F U$$

hodnoty η_0 , a_1 , a_2 udává výrobce, dodavatel kolektoru, případně zkušebna

s uvedením vztahné plochy A_k



Účinnost solárního kolektoru (měření)

regresní parabola proložená naměřenými hodnotami $y = a + bx + cx^2$

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

η_0 „optická“ účinnost [-], správně: účinnost při nulové tepelné ztrátě

a_1 součinitel tepelné ztráty (lineární) [W/(m².K)]

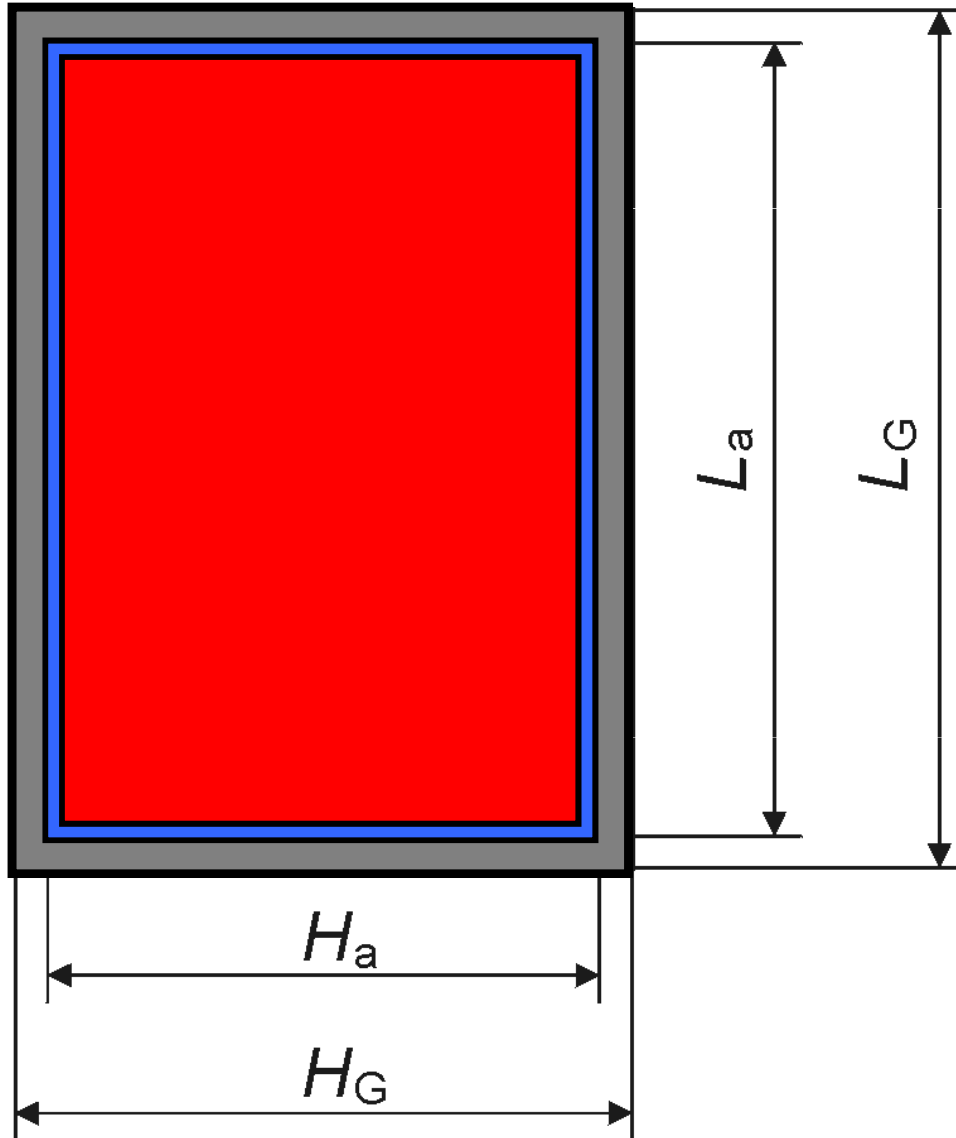
a_2 součinitel tepelné ztráty (kvadratický) [W/(m².K²)]

hodnoty η_0 , a_1 , a_2 s uvedením **vztažné plochy A_k**

udává výrobce, dodavatel kolektoru, případně zkušebna
na základě **protokolu o zkoušce v souladu s EN 12975-2**



Vztažná plocha kolektoru A_k



$$\eta = \frac{\dot{Q}_k}{G \cdot A_k}$$

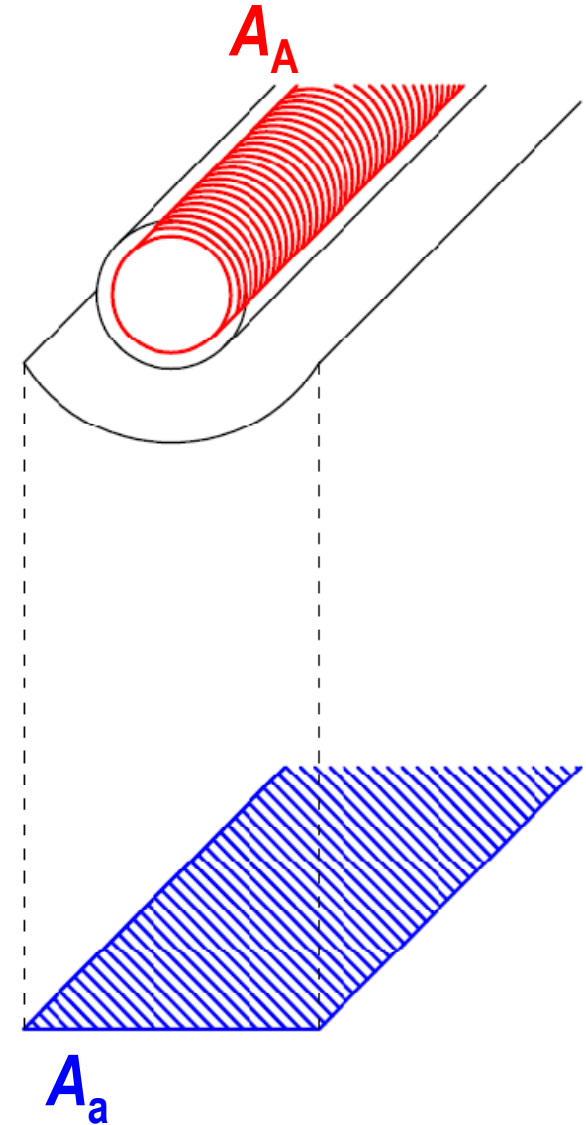
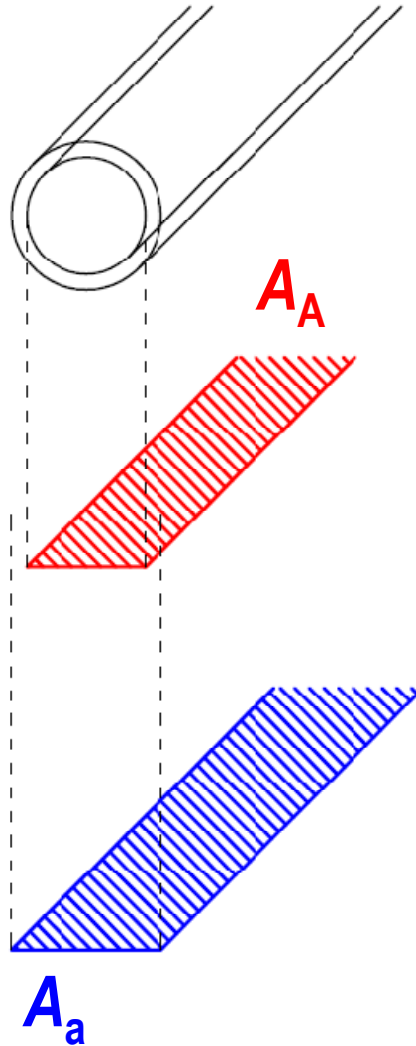
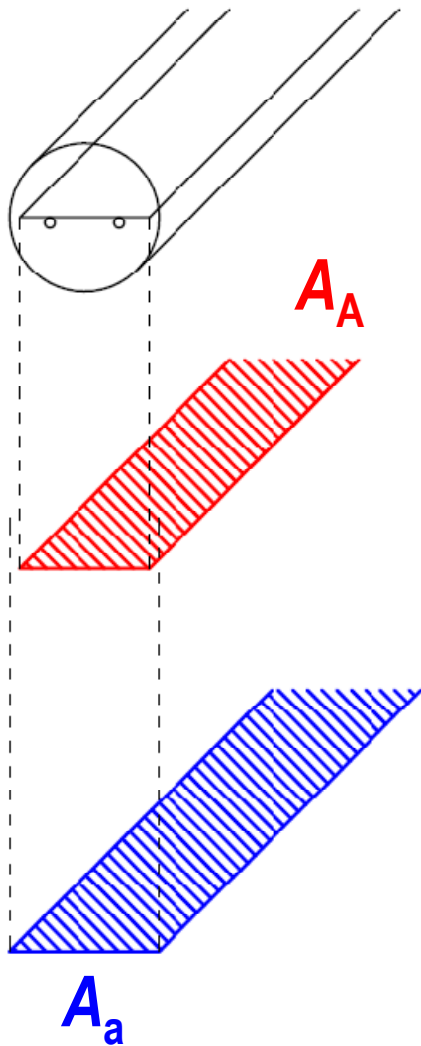
hrubá plocha: A_G

plocha apertury: A_a

plocha absorbéru: A_A

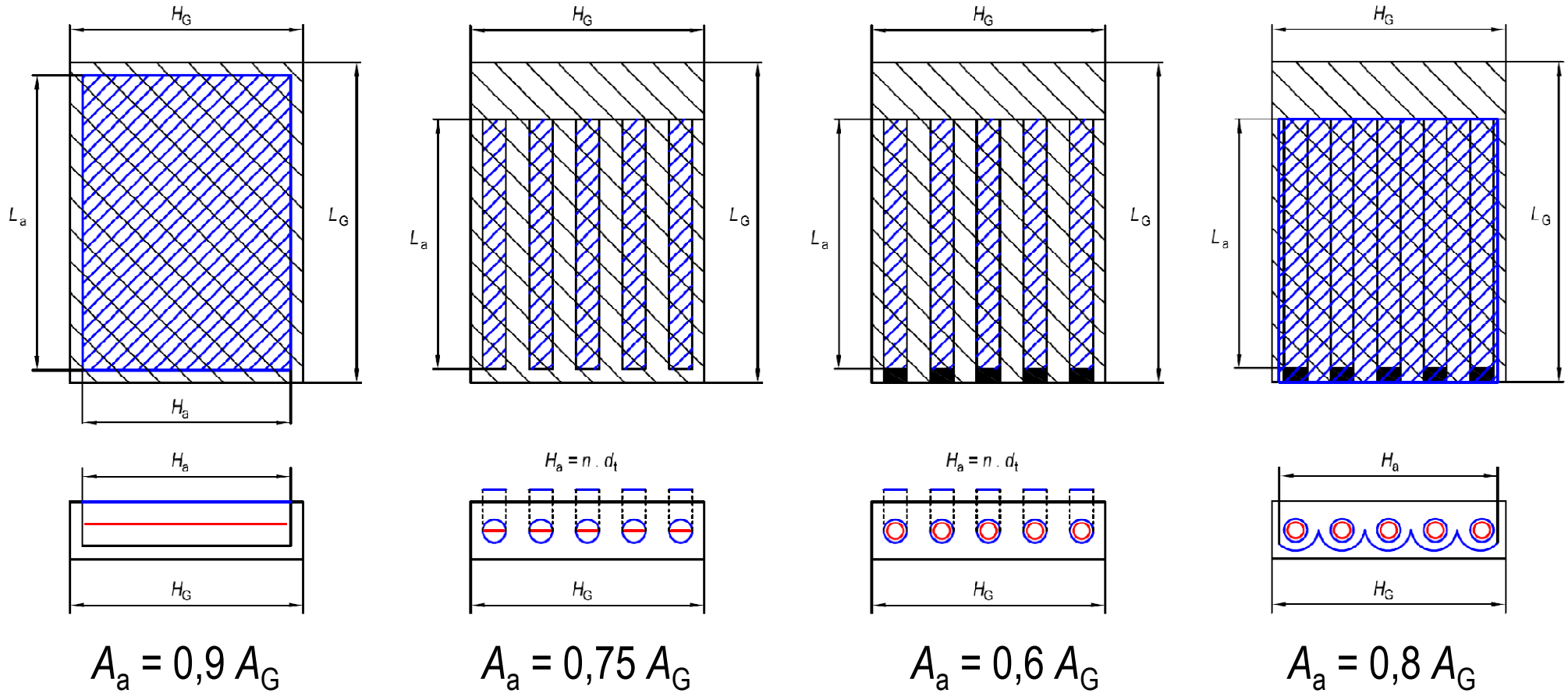


Vztažná plocha kolektoru A_k





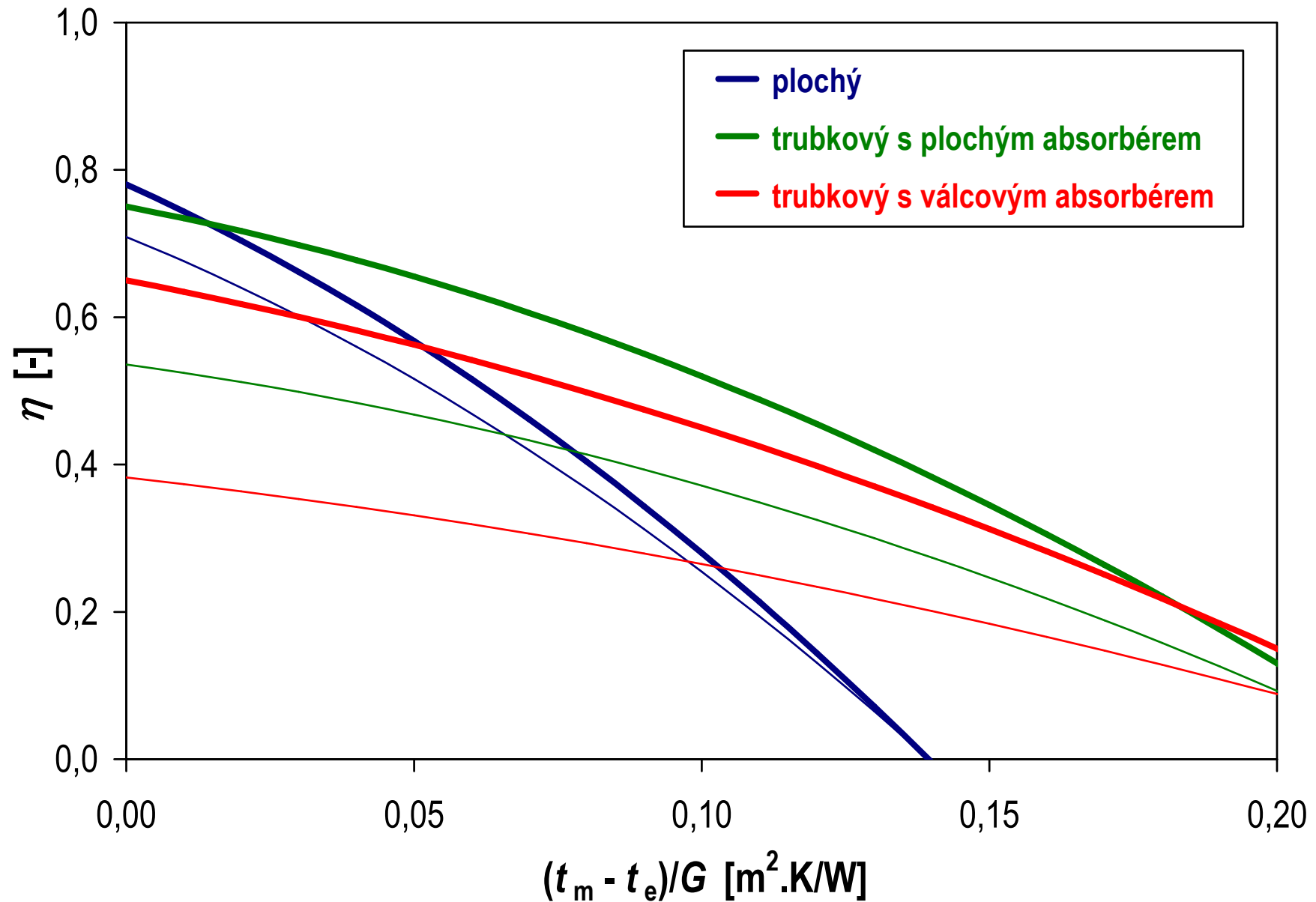
Vztažná plocha kolektoru A_k



- apertura: z hlediska porovnání vlastností kolektoru, konstrukce, provedení
- obrysová: z hlediska rozhodování o potenciálu kolektoru pro danou aplikaci



Účinnost solárního kolektoru $A_a \rightarrow A_G$

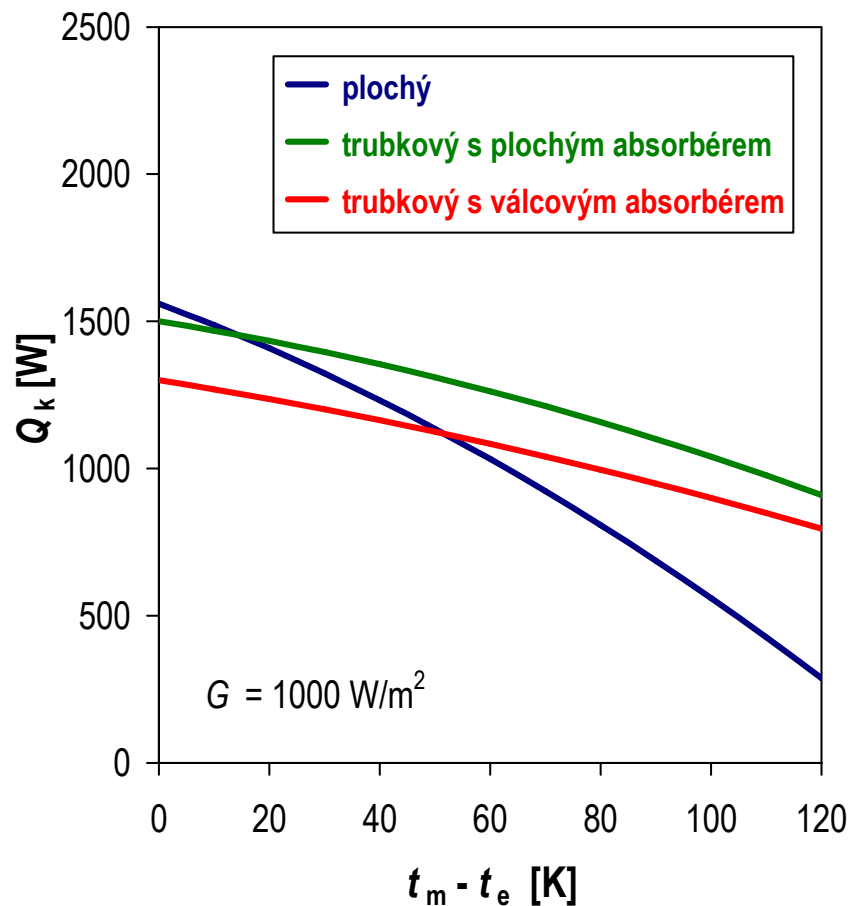




Výkon solárního kolektoru

výkon solárního kolektoru (kolmý dopad, jasná obloha)

$$\dot{Q}_k = A_k [\eta_0 G - a_1 \cdot (t_m - t_e) - a_2 \cdot (t_m - t_e)^2]$$



instalovaný (nominální, jmenovitý) výkon solárního kolektoru

– pro definované podmínky (podle ESTIF):

$$G = 1000 \text{ W/m}^2 \quad t_e = 20 \text{ }^\circ\text{C} \quad t_m = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

špičkový výkon kolektoru (bez tepelných ztrát)

$$\dot{Q}_k = A_k \eta_0 G$$

$$G = 1000 \text{ W/m}^2$$



Účinnost solárního kolektoru

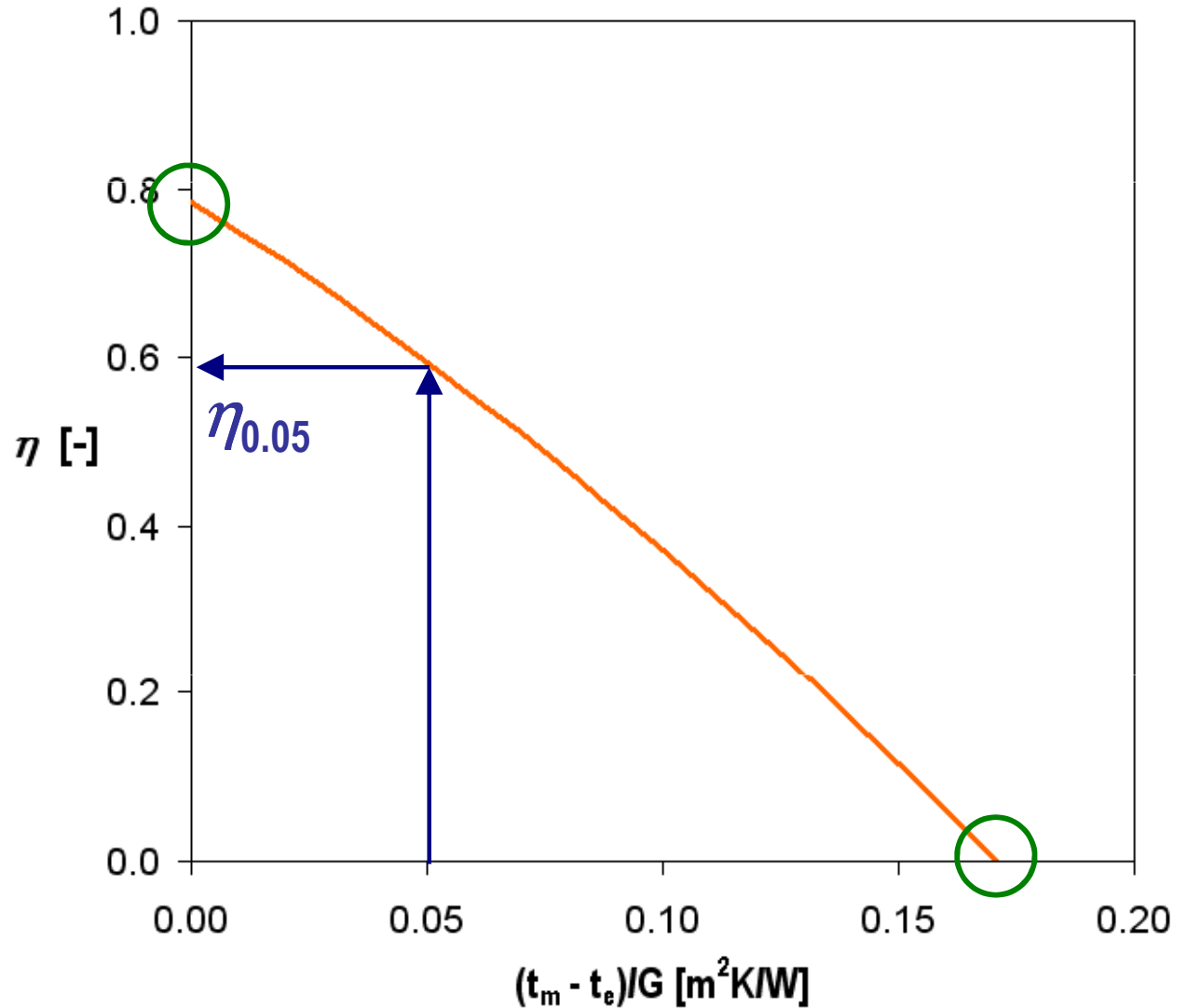
určena:

η_0 a_1 a_2

η_0

$[(t_m - t_e)/G]_{\eta=0}$

$\eta_{0.05}$





Stagnační teplota

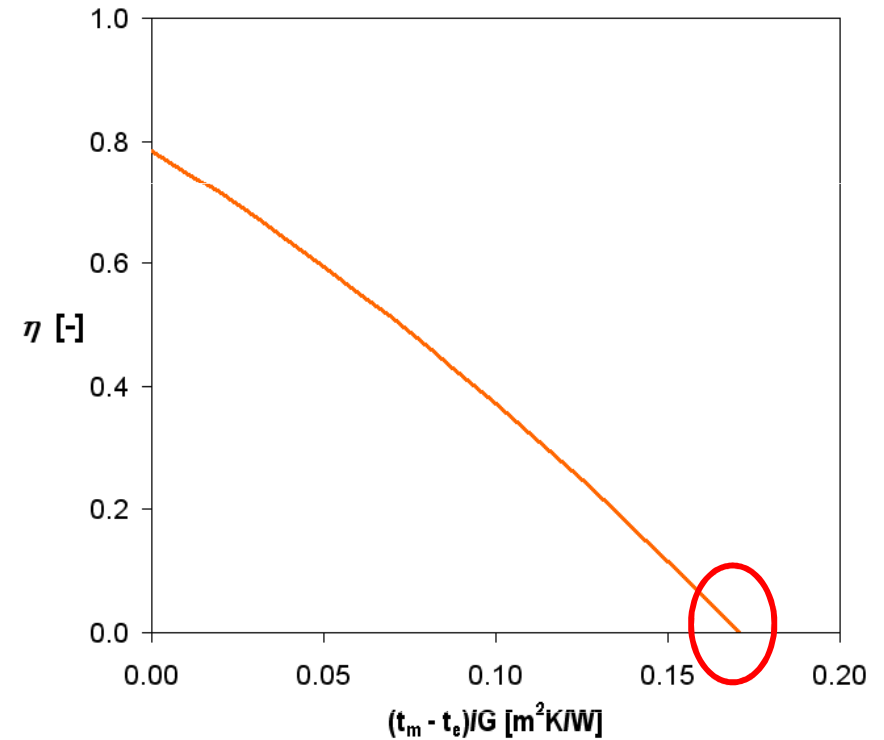
$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{t_m - t_e}{G} - a_2 \cdot \frac{(t_m - t_e)^2}{G} = 0$$

smluvní podmínky:

$$t_e = 30 \text{ °C}, G = 1000 \text{ W/m}^2$$

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

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



$$\left[\frac{t_m - t_e}{G} \right]_{\eta=0}$$

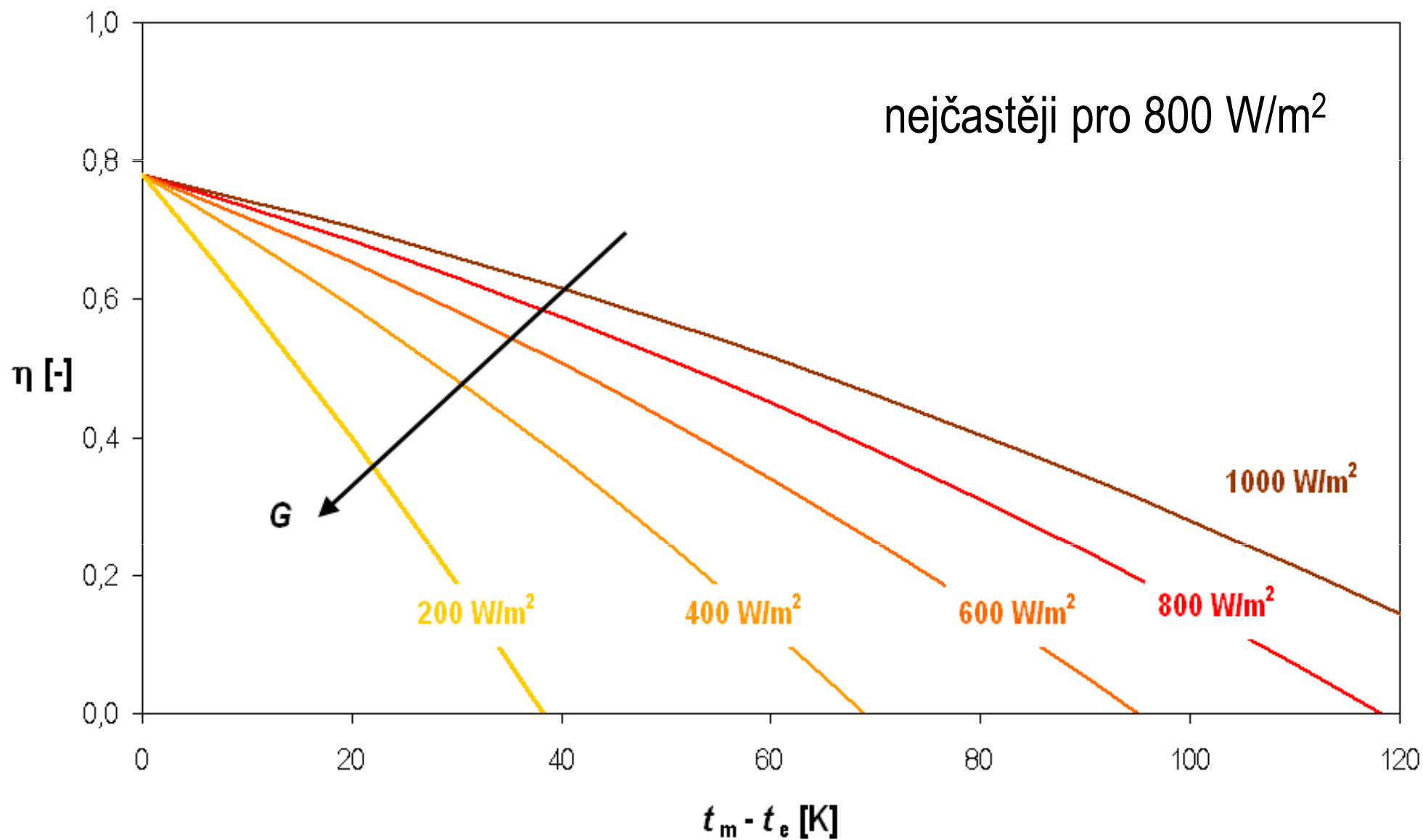


Typické stagnační teploty

Typ kolektoru	t_{sta} [°C]
Nezasklený kolektor	65
Zasklený neselektivní kolektor	100
Zasklený selektivní kolektor	180
Trubkový jednotěnný vakuový kolektor	300
Trubkový vakuový Sydney kolektor	250

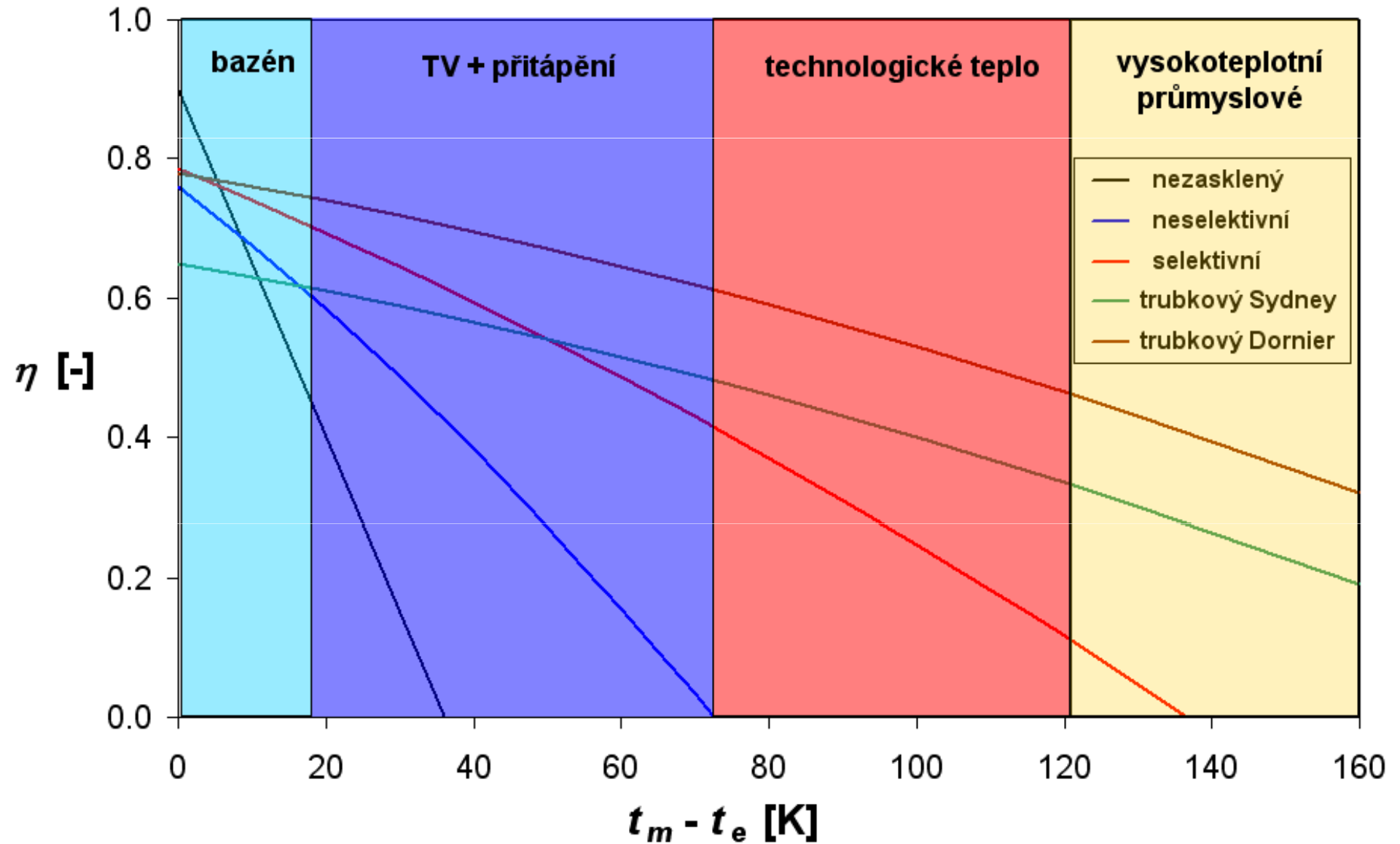


Křivka účinnosti = $f(t_m - t_e)$





Solární kolektory - aplikace





Solární kolektory - aplikace

- **nízkoteplotní (< 40 °C)**

ohřev bazénové vody (nezasklené rohože, neselektivní kolektory)
sušení plodin (vzduchové)

- **středněteplotní (< 90 °C)**

příprava teplé vody + pžitápění (ploché kolektory s jedním zasklením a selektivním absorberem, vakuové trubkové kolektory)

- **vysokoteplotní (> 90 °C)**

technologické teplo (vakuové kolektory, vícenásobná zasklení, koncentrační kolektory)



Modifikátor úhlu dopadu (K_θ , IAM)

křivka účinnosti platí pro kolmý úhel dopadu $\theta = 0^\circ$ x během roku $\theta \neq 0^\circ$

$$\eta(\theta) = \eta_0(\theta) - a_1 \cdot \frac{t_m - t_e}{G} - a_2 \cdot \frac{(t_m - t_e)^2}{G}$$

incidence angle modifier (IAM) – vliv úhlu dopadu slunečního záření na účinnost kolektoru, optická charakteristika kolektoru, činitel úhlové korekce

$$K_\theta = \frac{\eta_0(\theta)}{\eta_0(0^\circ)}$$

osově symetrické kolektory: $K_\theta(\theta)$

osově nesymetrické kolektory: $K_\theta(\theta) = K_L(\theta_L) \cdot K_T(\theta_T)$

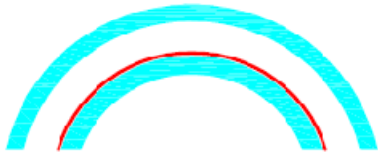


Optické charakteristiky kolektoru

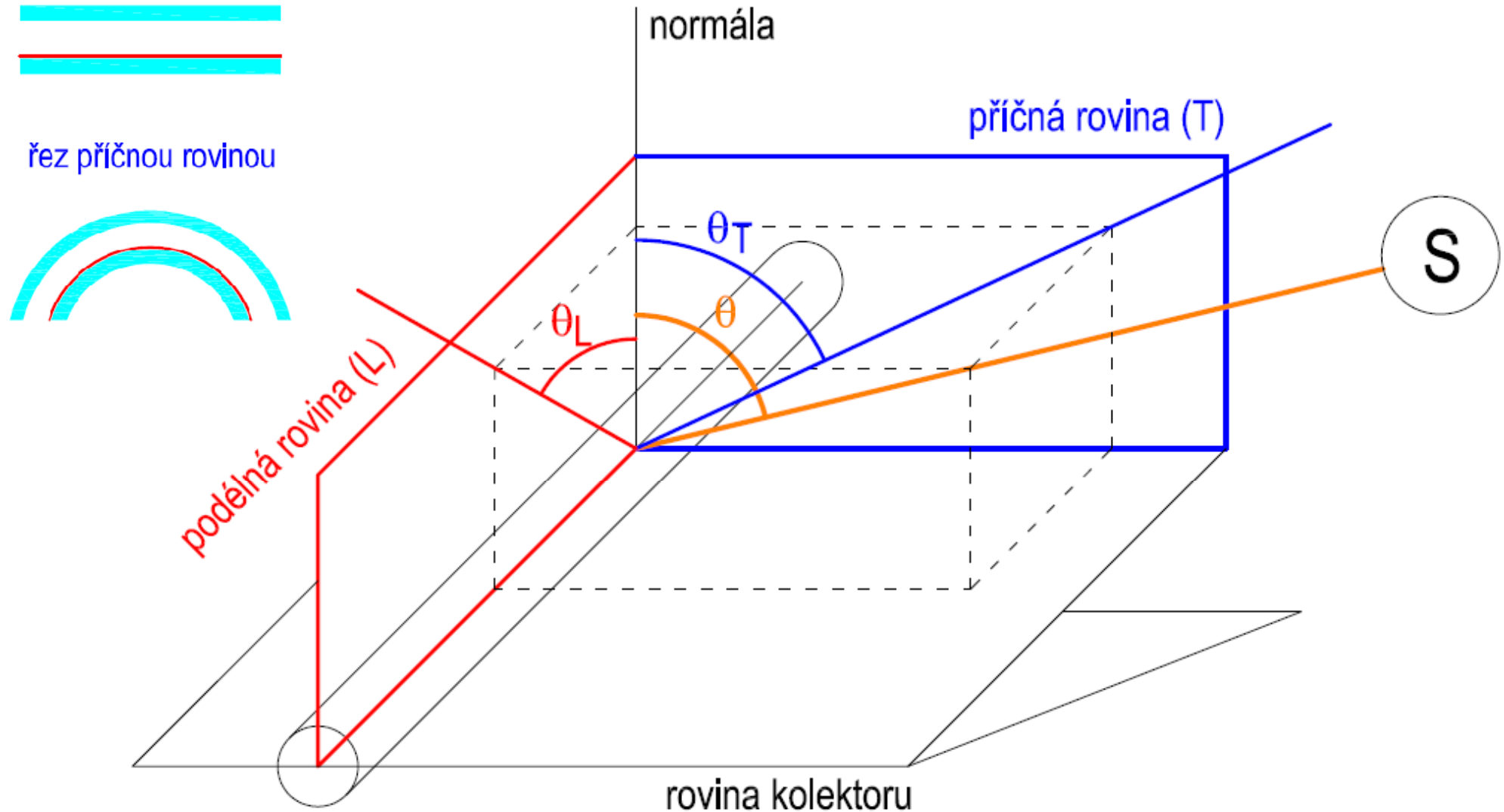
řez podélnou rovinou



řez příčnou rovinou



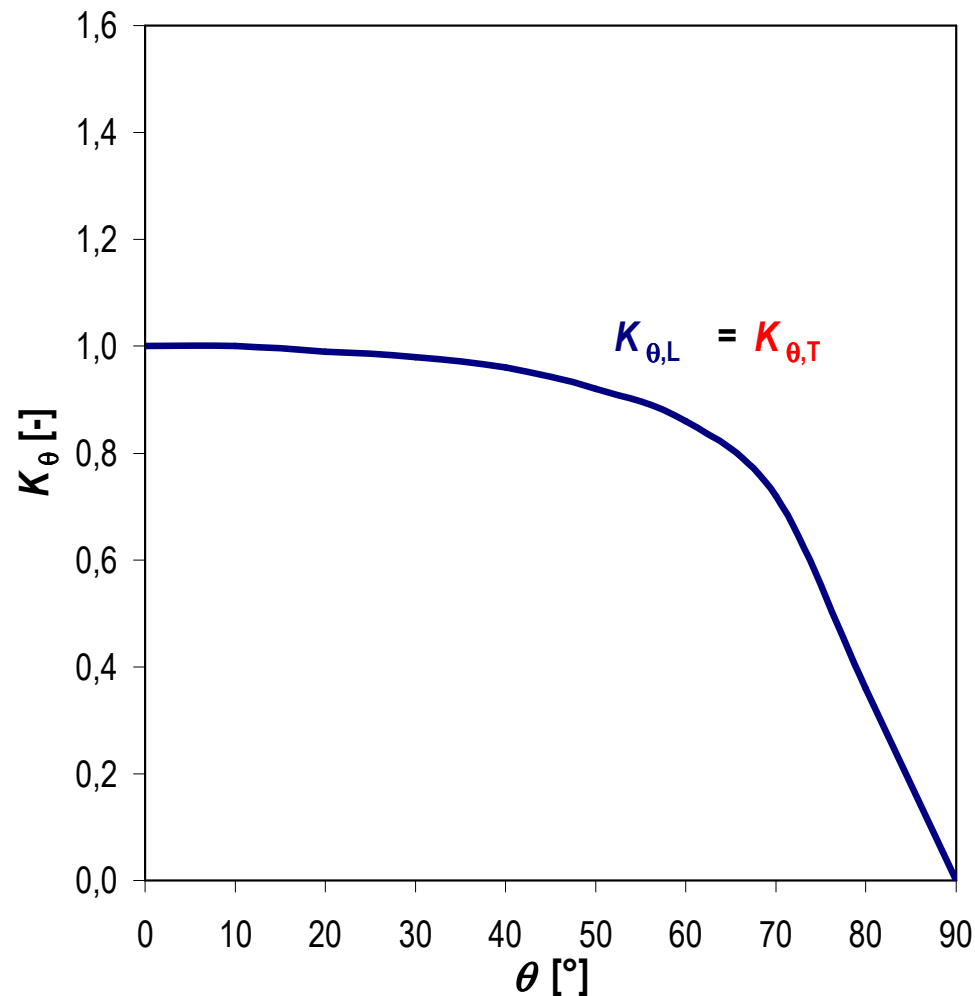
$$K_{\theta} = K_{\theta,L}(\theta_L) \cdot K_{\theta,T}(\theta_T)$$



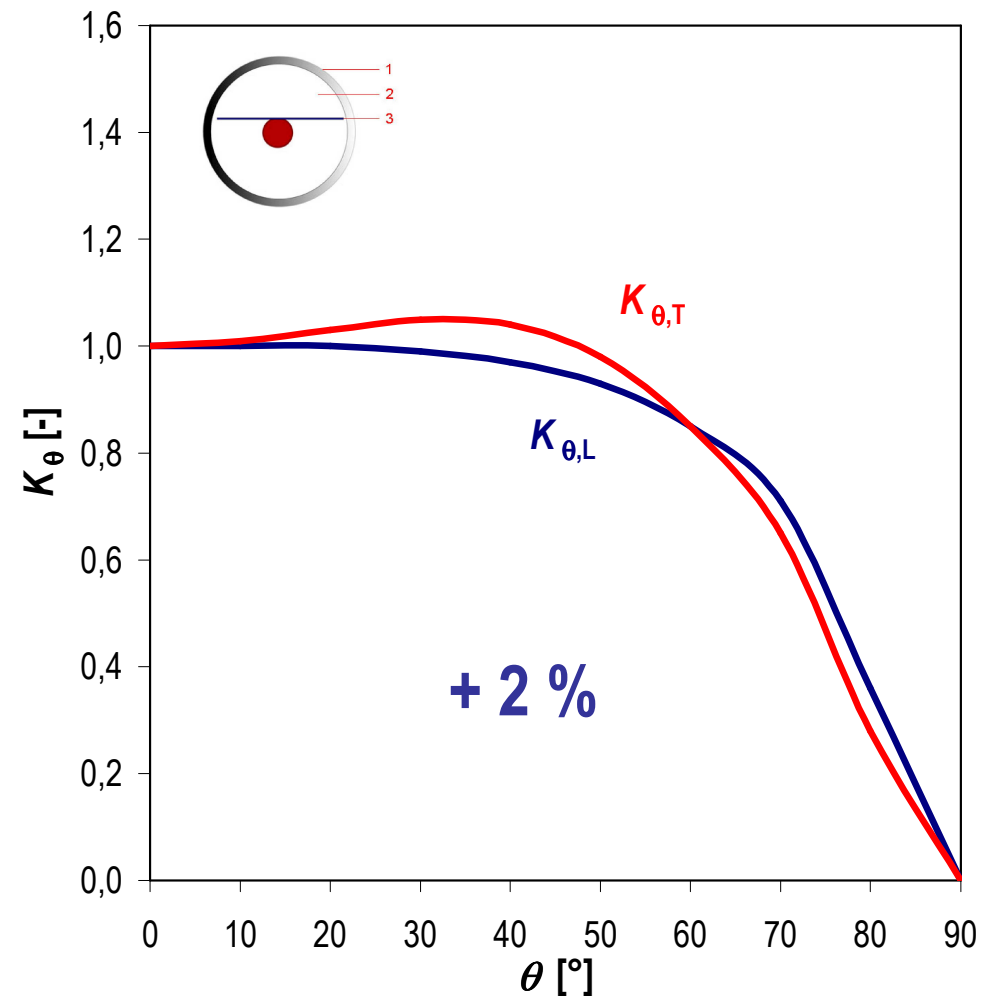


Modifikátor úhlu dopadu (K_θ , IAM)

plochý kolektor



trubkový kolektor s
plochým absorbérem

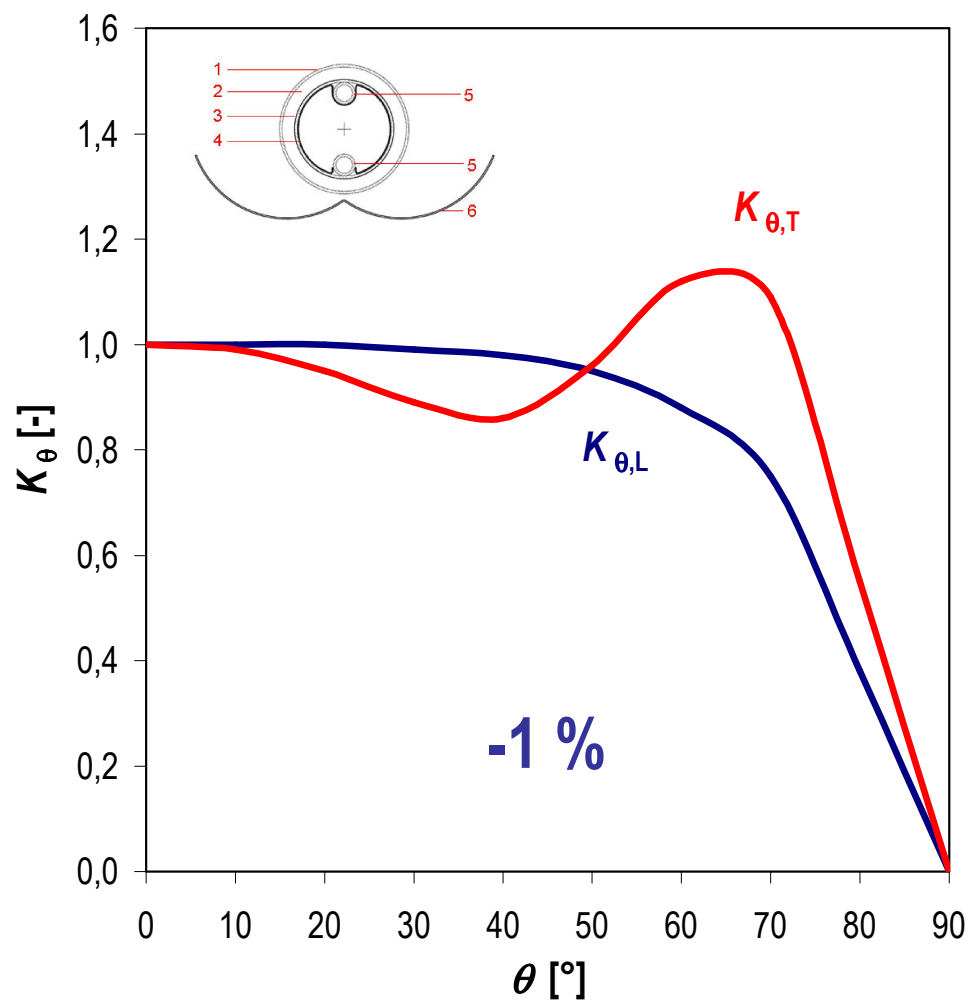
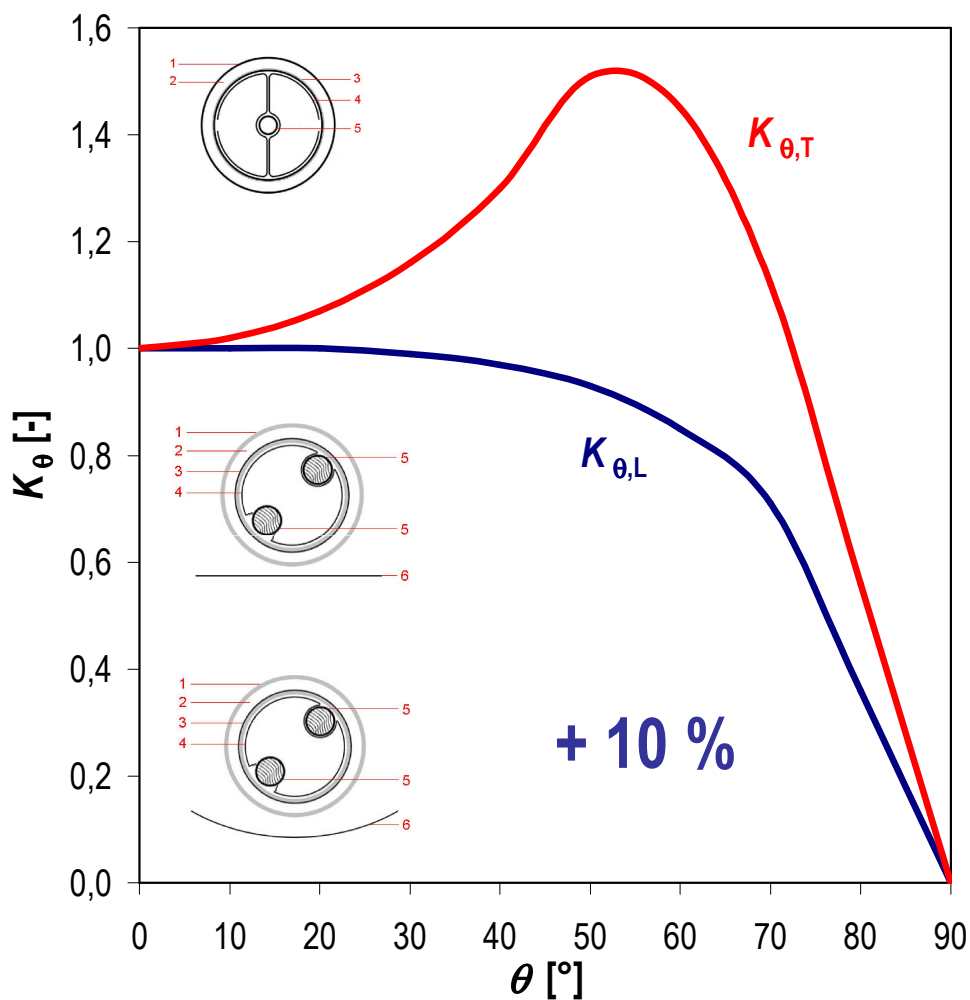




Modifikátor úhlu dopadu (K_θ , IAM)

trubkový kolektor s válcovým absorbérem bez reflektoru

trubkový kolektor s válcovým absorbérem s reflektorem

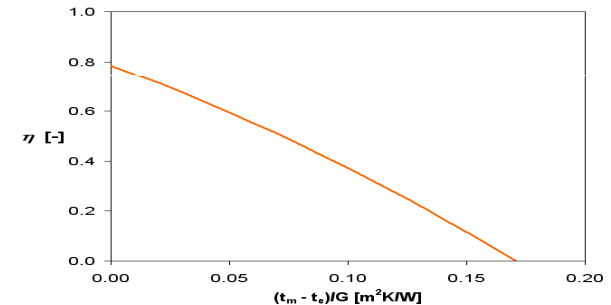




Výkon kolektoru v reálných podmínkách

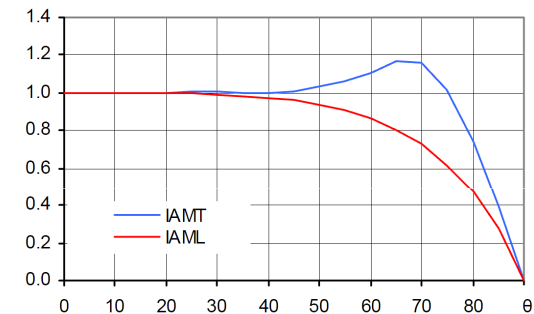
ze zkoušky tepelného výkonu podle EN 12975-2: křivka účinnosti

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{t_m - t_e}{G} - a_2 \cdot \frac{(t_m - t_e)^2}{G}$$



ze zkoušky modifikátoru podle EN 12975-2: křivka modifikátoru

$$K_{\theta,b} = \frac{\eta_0(\theta)}{\eta_0(0^\circ)} \quad K_{\theta,d} = \int_0^{\pi/2} K(\theta) \sin 2\theta d\theta$$

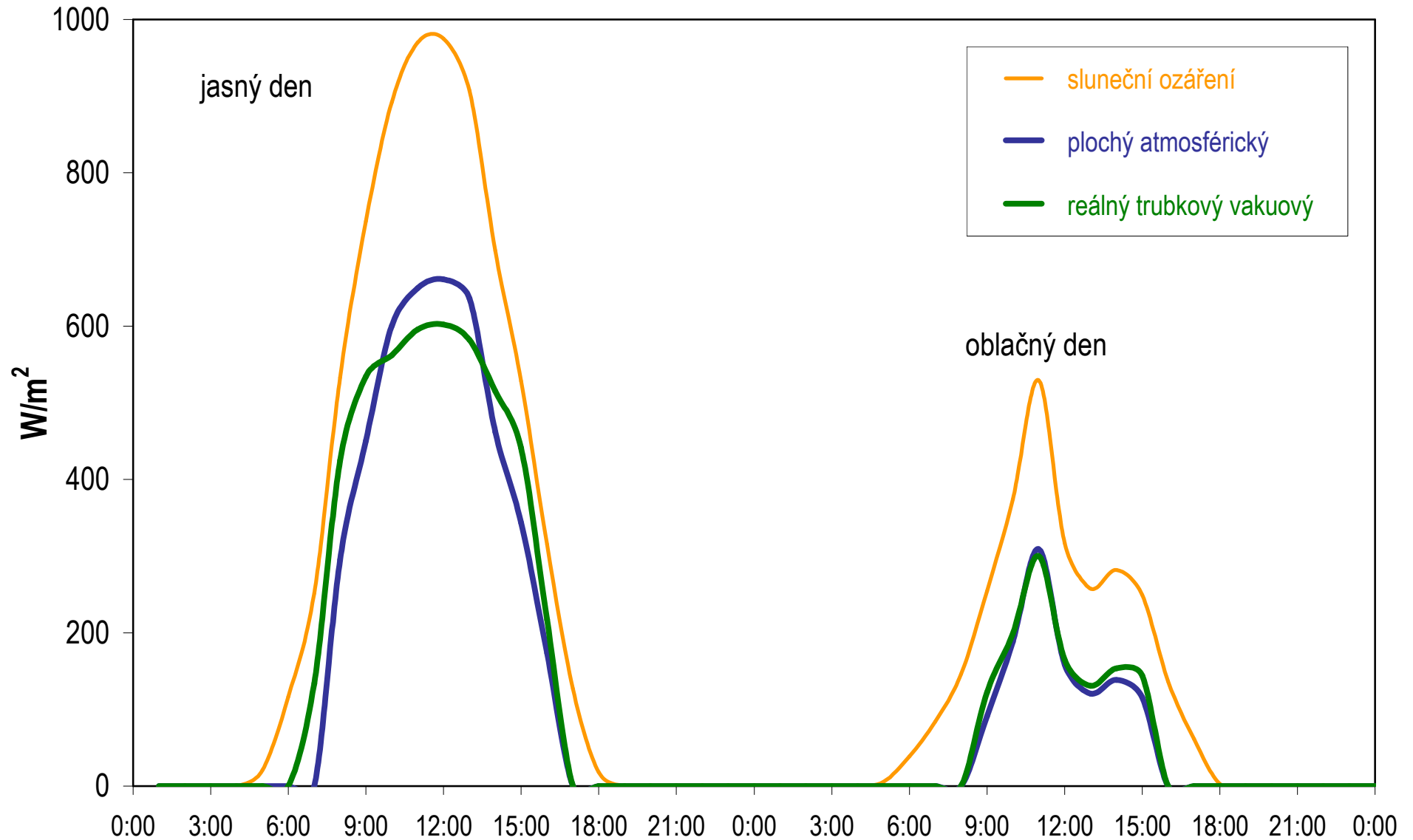


výkon kolektoru pro obecné podmínky (přímé, difúzní záření)

$$\dot{Q}_k = A_a [\eta_0 (K_{\theta,b} G_{b,T} + K_{\theta,d} G_{d,T}) - a_1 (t_m - t_e) - a_2 (t_m - t_e)^2]$$



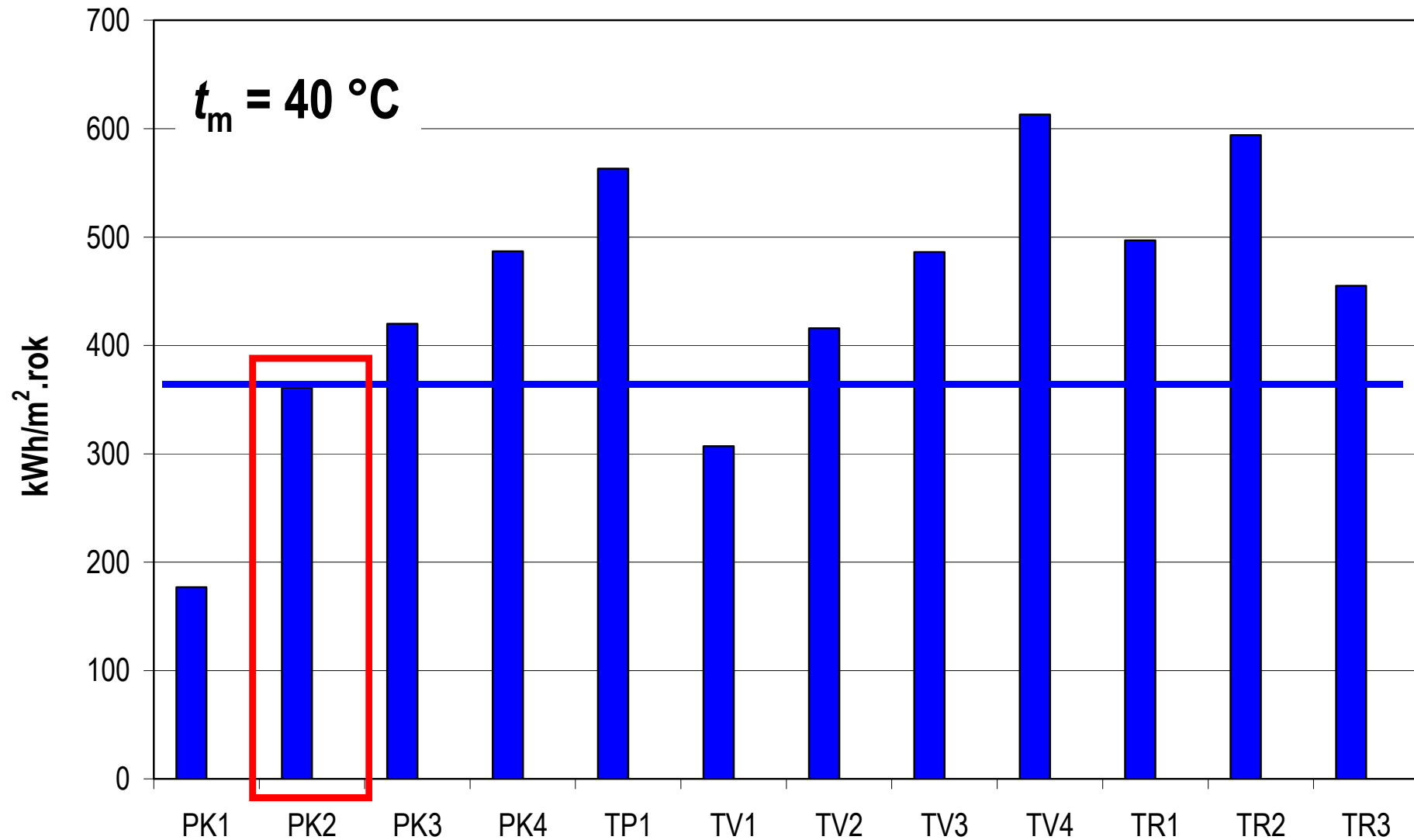
Výkon kolektoru v reálných podmínkách





Výkonnost solárního kolektoru

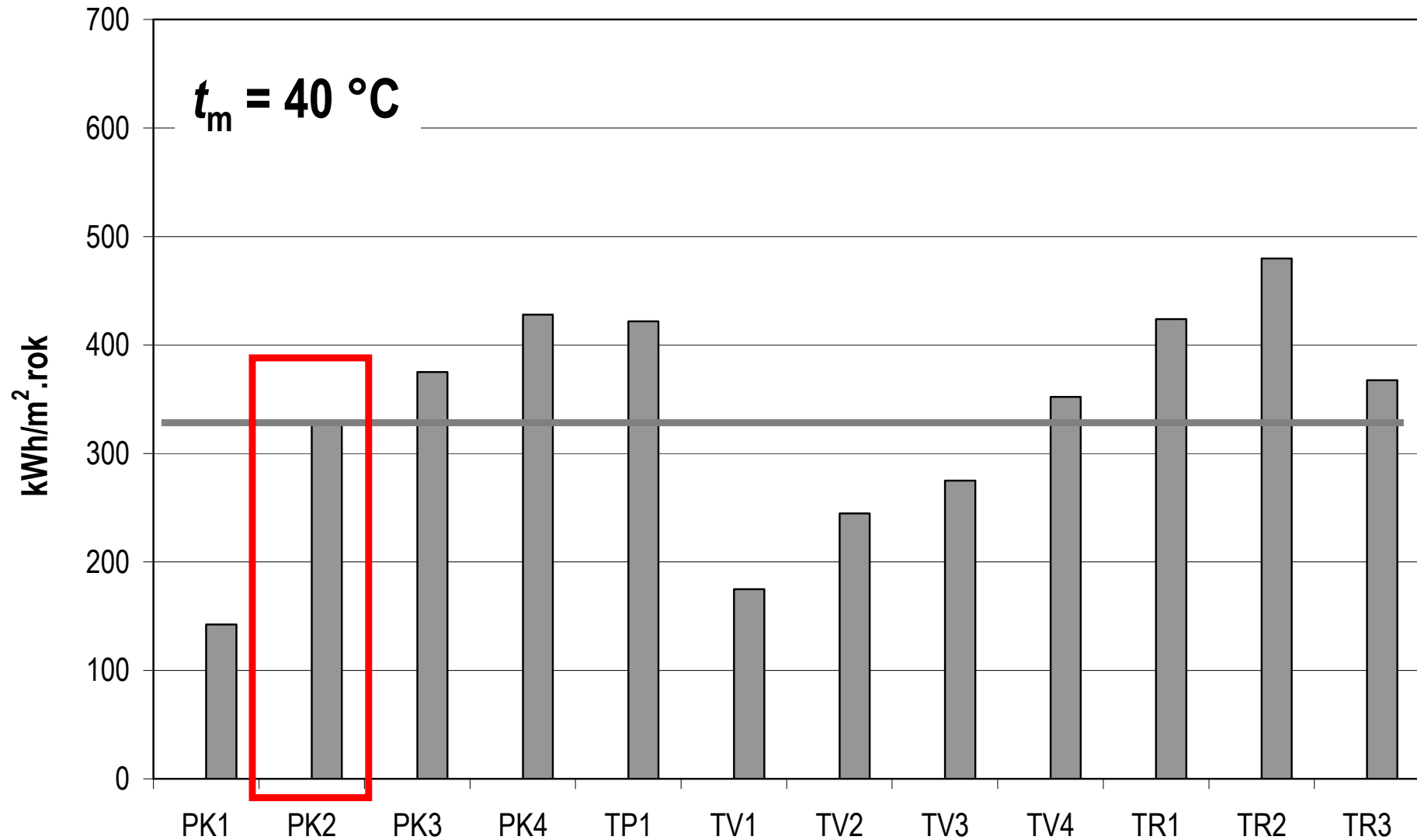
k ploše apertury A_a





Výkonnost solárního kolektoru

k hrubé ploše A_G

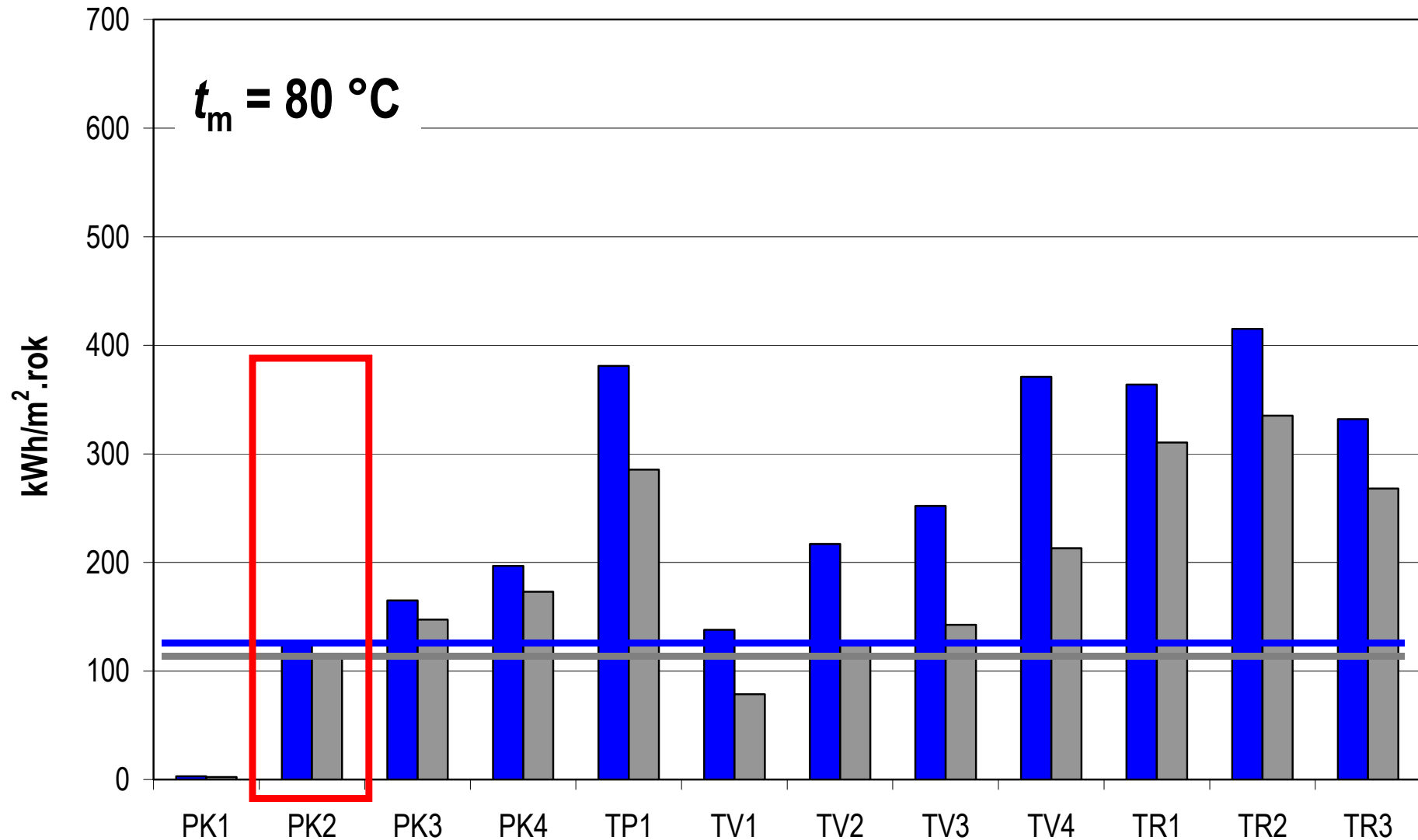




Výkonnost solárního kolektoru

k ploše apertury A_a

k hrubé ploše A_G





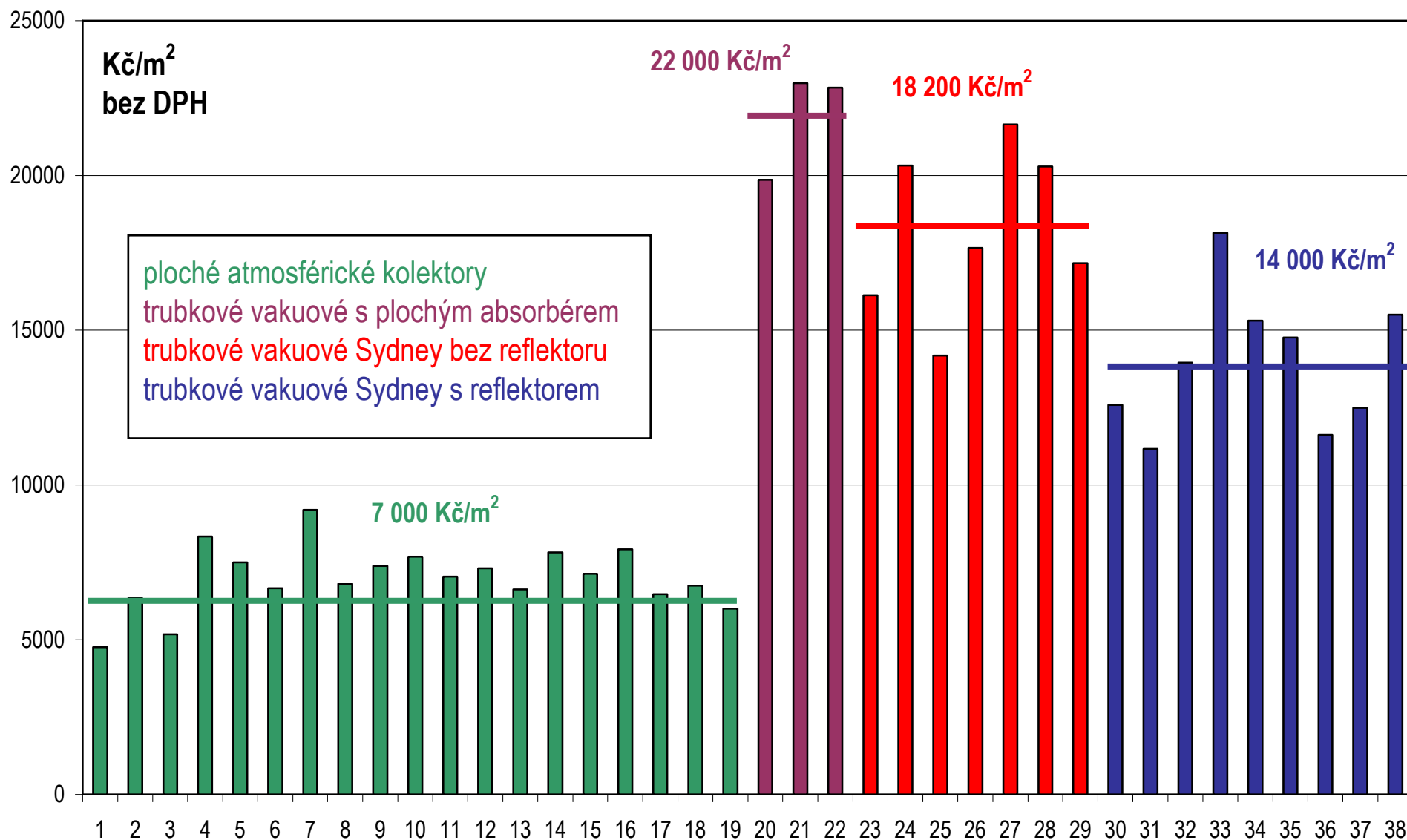
Nelze obecně paušalizovat ...

Pro zhodnocení vhodnosti solárního kolektoru:

- **nestačí pouze informace o typu kolektoru** (plochý atmosférický, vakuový s plochým absorbérem, vakuový Sydney s reflektorem, vakuový Sydney bez reflektoru)
- **nestačí pouze křivka účinnosti**, je nutné znát i **optickou charakteristiku** (zvláště u trubkových kolektorů)
- je **nutné znát provozní a klimatické podmínky** v jakých bude solární kolektor nasazen
- je **nutné znát konkrétní účel hodnocení** – vztažení zisků na plochu apertury nebo na hrubou plochu?



Porovnání ceny solárních kolektorů





Zkoušení solárních kolektorů (podle EN)

- **protokol o zkouškách v souladu s ČSN EN 12975**
 - křivka výkonu a účinnosti
 - vnitřní přetlak
 - odolnost proti vysokým teplotám
 - vystavení vnějším vlivům
 - vnější tepelný ráz
 - vnitřní tepelný ráz
 - průnik deště (zasklené)
 - mechanické zatížení
 - odolnost proti nárazu



žádné jiné certifikáty k prokázání vlastností nejsou potřeba !

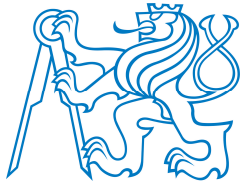


Solar Keymark



Certifikační značka kvality (vlastník CEN)

- průmyslově vyráběné solární kolektory, solární soustavy
- dobrovolná **certifikace** třetí stranou, komplexní shoda s danou EN
- nejde o CE značku ! (shoda s evropskými směrnici nebo normami), u běžných kolektorů **nelze** získat
- zdokumentovaná inspekce výroby (ISO 9000)
- inspektor vybírá **jakýkoli** kolektor ze skladu
- kontinuální shoda (stálý dohled - revize výrobku v časových intervalech)
- celkem 28 laboratoří zmocněných pro udělování značky
- informace: kolektor prošel **VŠEMI** zkouškami podle EN 12975-2
neříká, zda kolektor JE nebo NENÍ účinný, pouze neměnnost účinnosti



Modrý anděl

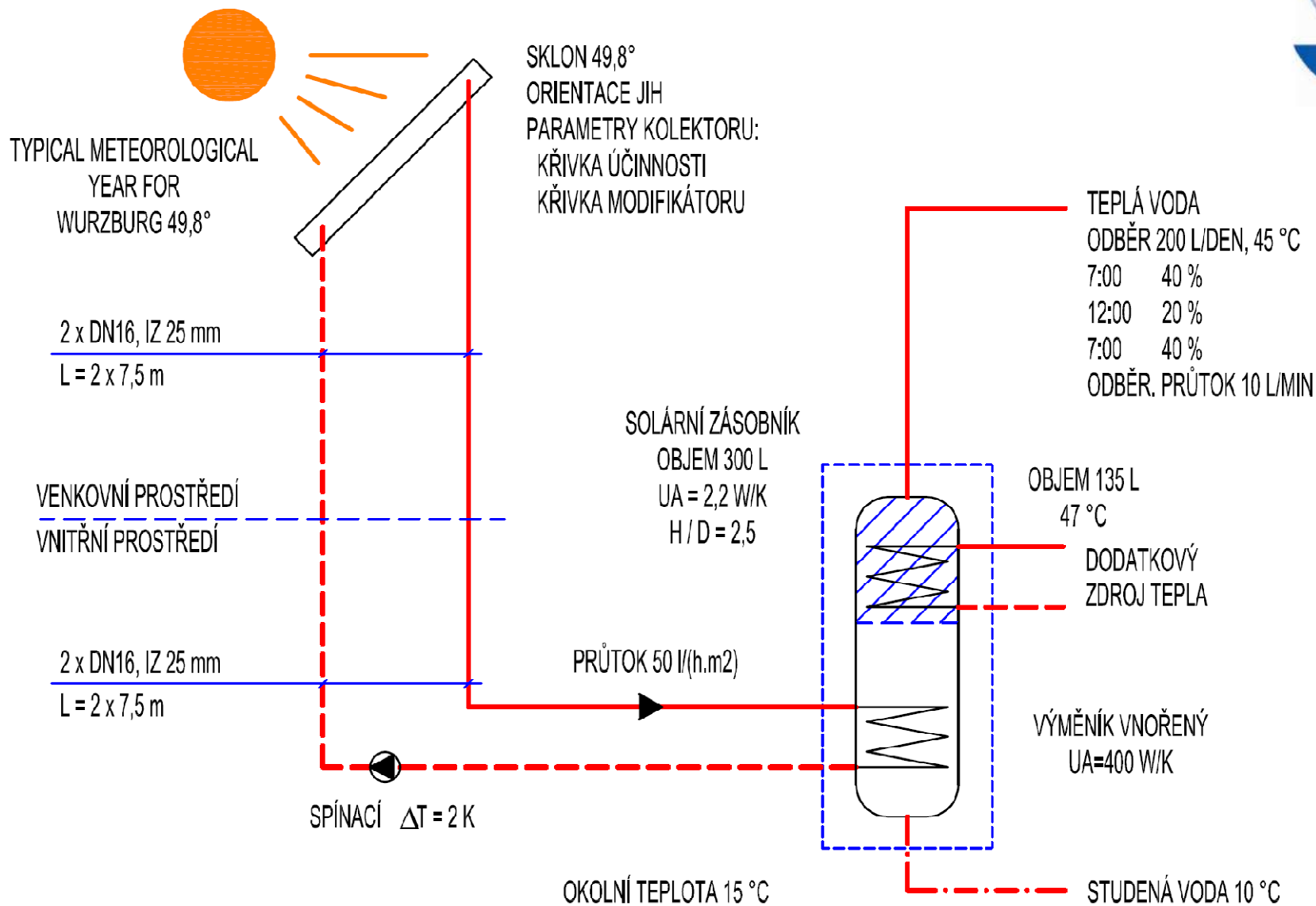


Ekologická známka

- obecně pro výrobky, v Německu nejznámější značka
- pro solární kolektory definuje materiály, které nelze použít z hlediska ekologie
- zavádí minimální zisk **525 kWh/m².rok** **stanovený simulací (!)**
v přesně definovaném modelu solární soustavy pro přípravu teplé vody
zásobník: objem, tl. izolace, vodivost izolace
potrubí: délka, průměr, tl. izolace, vodivost izolace
spotřeba teplé vody: množství, denní profil,
klimatické údaje: lokalita Wurzburg
požadavek: plocha kolektorů pro solární pokrytí **40 %**



Simulační model solární soustavy





Značka CE

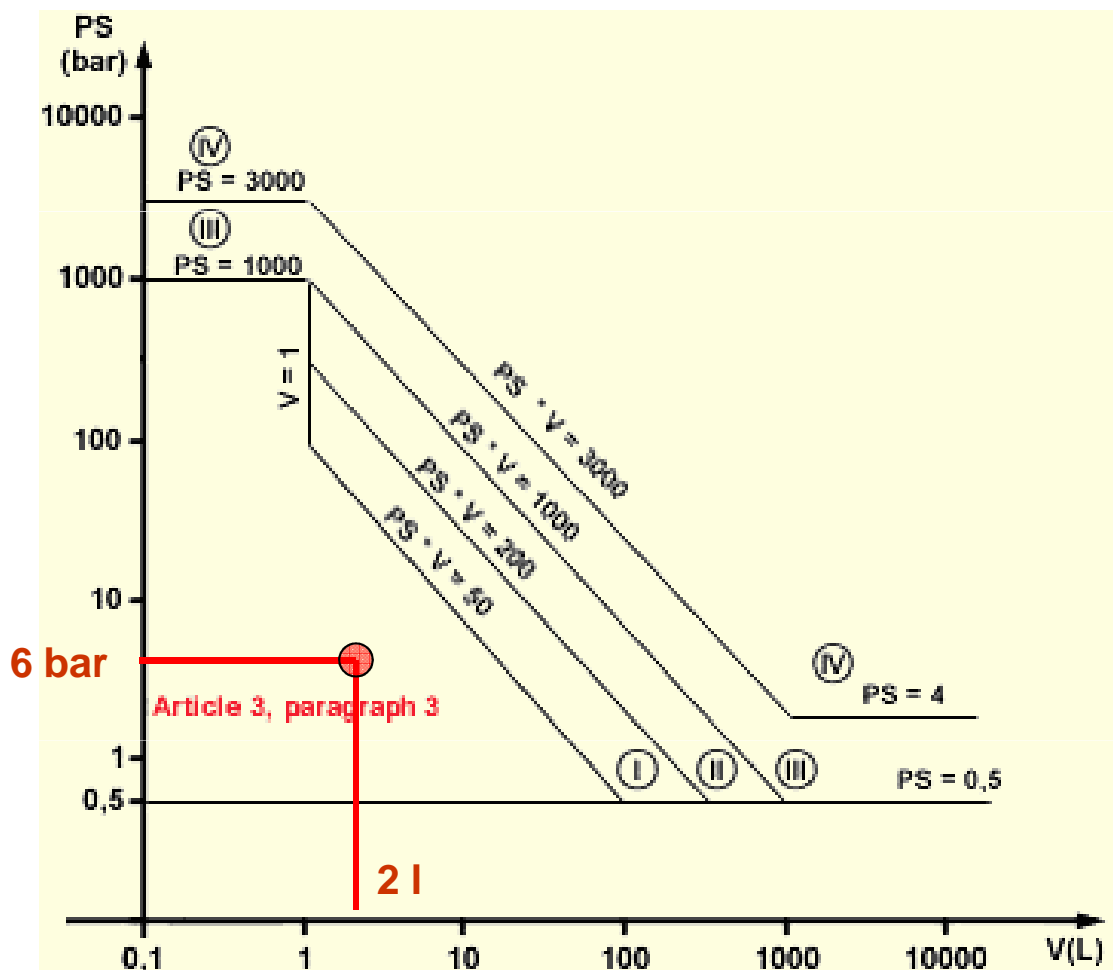


Značka shody (Conformité Européenne)

- výrobek splňuje požadavky na:
 - zákaznickou bezpečnost, zdraví a životní prostředí
- prohlášení o shodě vystavuje výrobce na základě:
harmonizované normy EN 12975 není harmonizována
evropské směrnice směrnice o tlakových zařízeních
27/93/EC (PED), NV 26/2003 Sb.
- „typický solární kolektor je klasifikován jako zařízení podle čl. 3. §3“
podle Guideline 2/23 of March 31st, 2006 to the Pressure equipment directive 97/23/EC
- **PED: „zařízení podle čl. 3. §3 nesmí být označeno CE značkou“**



Značka CE (Conformité Européenne)



CE značku podle PED lze použít u tlakových zařízení s $PS \cdot V > 50$

PS: max. dovolený tlak v bar

V: objem v litrech

běžné solární kolektory jsou tlaková zařízení, ale nikoli v kompetenci PED!

Neoprávněné označení CE může být postiženo sankcí ze strany České obchodní inspekce dle zákona č. 22/1997 Sb.



Děkuji za pozornost

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí

Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Technická 4, 166 07 Praha 6

tomas.matuska@fs.cvut.cz

Československá společnost pro
sluneční energii (národní sekce
ISES)

<http://www.solarnispolecnost.cz>

<http://www.solar-info.cz>



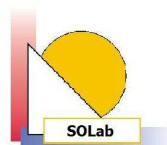
Solární laboratoř ÚTP FS ČVUT v Praze

<http://solab.fs.cvut.cz>



SOLAB

Solární laboratoř Ústavu techniky prostředí
Fakulty strojní ČVUT v Praze





Zásobníky tepla

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí

Fakulta strojní, ČVUT v Praze





Akumulace pro solární tepelnou techniku

nepravidelná
dodávka tepla



nepravidelná
spotřeba tepla



- během dne
- během roku

AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK = SRDCE SOLÁRNÍ SOUSTAVY

vysoce účinný kolektor + neúčinný zásobník = neúčinná soustava



Kritéria systémů akumulace

- hustota akumulace (kapacita)
- velikost akumulátoru (prostorové nároky)
- účinnost (ztráty, využitelnost akumulované energie - exergie)
- cena
- životnost
- bezpečnost
- ekologie



Typy akumulace

■ akumulace s využitím citelného tepla

- využití tepelné kapacity látek, úměrné rozdílu teplot
- hustota akumulace: **100 až 300 MJ/m³**

**komerčně dostupné
tepelné ztráty**

■ akumulace s využitím skupenského tepla

- využití změny skupenství tání-tuhnutí (při konst. teplotě) + tepelné kapacity
- hustota akumulace: **200 až 500 MJ/m³**

■ akumulace s využitím sorpčního tepla

- akumulace vodní páry v tuhé (adsorpce)
nebo kapalně (absorpce) látce, uvolňování tepla při sorpci
- hustota akumulace: **500 až 1000 MJ/m³**

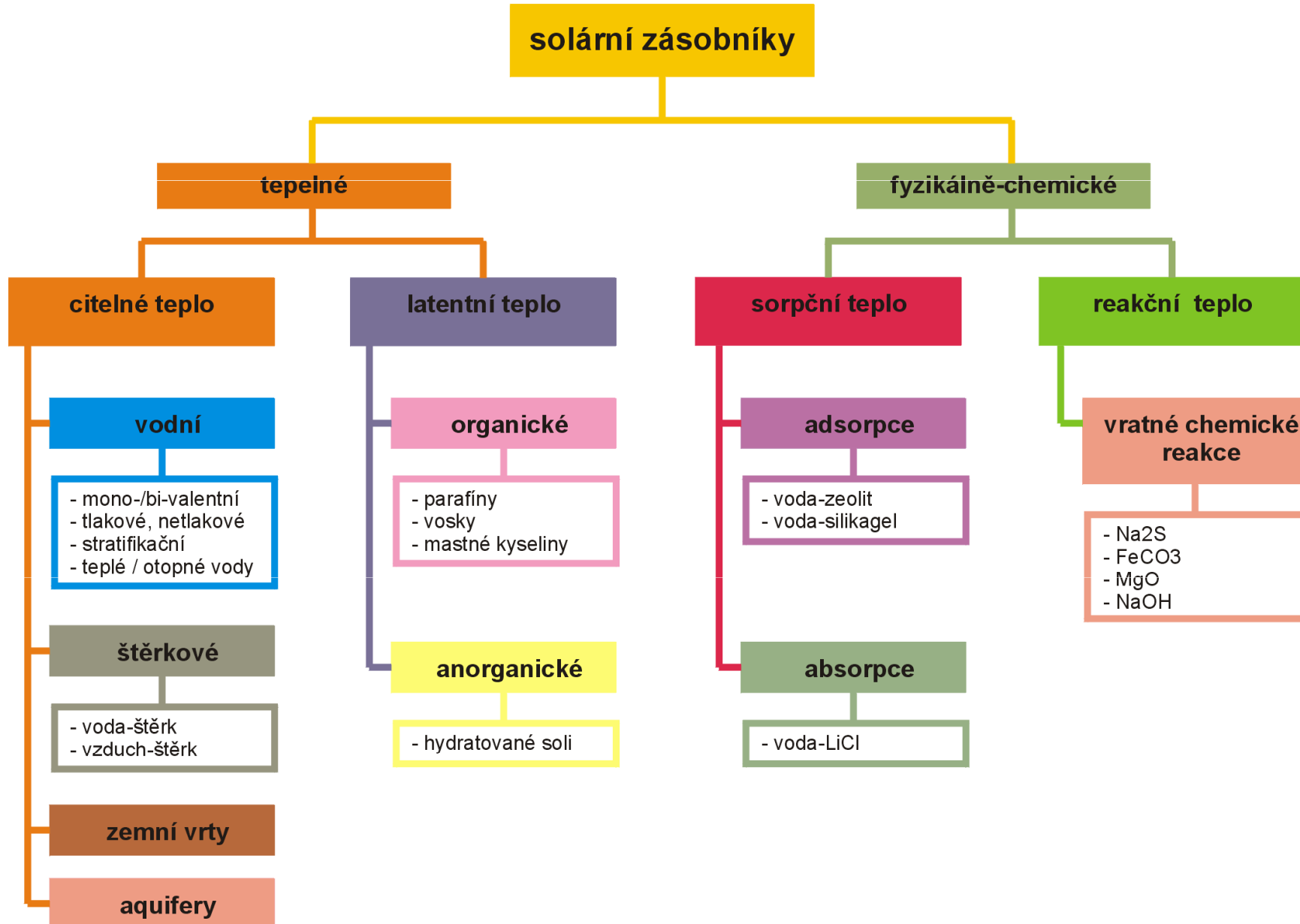
**ve vývoji, bezztrátové
skladování tepla**

■ akumulace s využitím chemických reakcí

- vratné chemické reakce doprovázené jímáním – uvolňováním tepla
- hustota akumulace: **1000 až 3000 MJ/m³**



Zásobníky tepla - rozdělení





Akumulace s využitím citelného tepla

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} V \cdot \rho \cdot c \cdot dt = V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_1 - t_2)$$

Pracovní látka	Rozsah teplot Δt [°C]	Měrná tepelná kapacita c [Wh/kg.K]	Hustota ρ [kg/m ³]	Objemová tepelná kapacita $\rho \cdot c$ [Wh/m ³ .K]
voda	0-100	1,16	998	1160
vzduch	-50-1000	0,28	1,1	0,31
olej	0-400	0,44-0,5	800-900	350-450
štěrk,písek	0-800	0,2	1800-2000	360-390
granit	0-801	0,21	2750	570
beton	0-500	0,24	1900-2300	460-560
cihla	0-1000	0,23	1400-1900	330-440
železo	0-800	0,13	7860	1000
štěrkovodní zásyp (37%vody)	0-100	0,37	2200	810



Voda jako akumulční látka

- dostupná
 - levná
 - netoxická
 - nehořlavá
 - výborné přenosové vlastnosti (vodivost)
 - vysoká tepelná kapacita
-
- omezený rozsah použití (0 až 100 °C)
 - malé povrchové napětí (úniky netěsnostmi)
 - korozivita



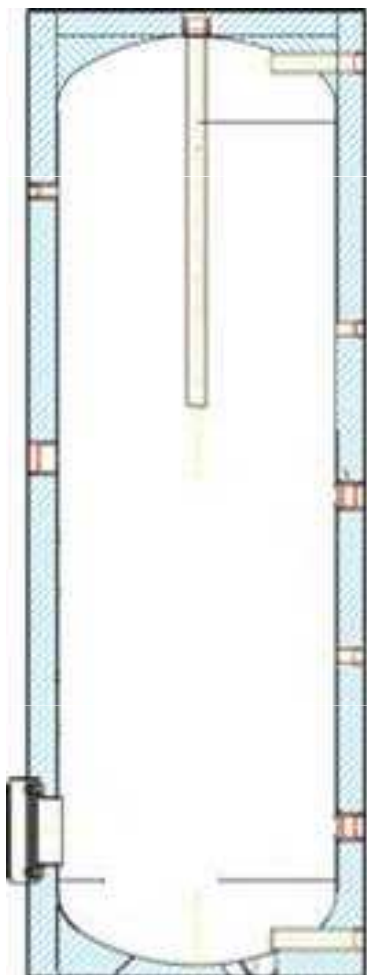


Typy zásobníků

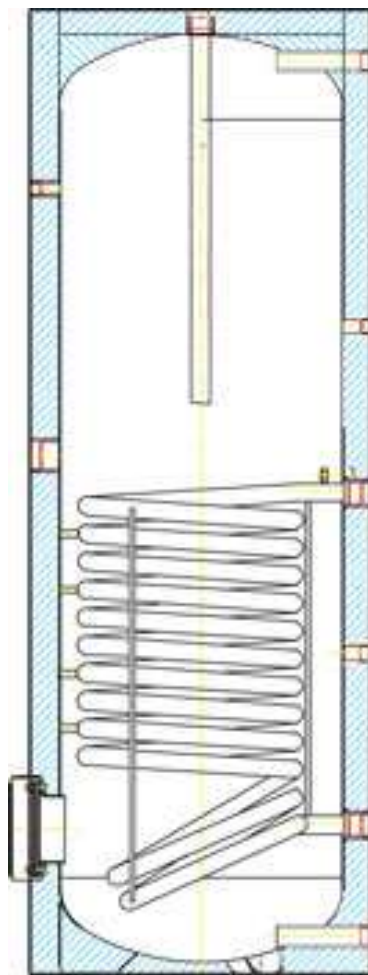
- podle účelu použití
 - zásobníky teplé vody
 - zásobníky otopné vody, zásobníky tepla, kombinované
- podle teplosměnné plochy (počtu)
 - nádrže (0), monovalentní (1), bivalentní (2), trivalentní (3), ...
- podle tlaku
 - tlakové
 - netlakové (volná hladina)
- podle periody akumulace
 - krátkodobé (denní, několikadenní)
 - dlouhodobé (sezónní)



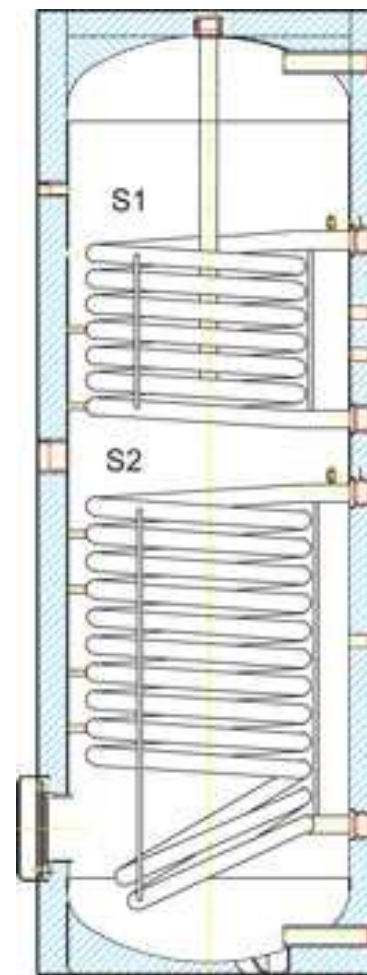
Vodní zásobníky TV – teplosměnné plochy



nádrže



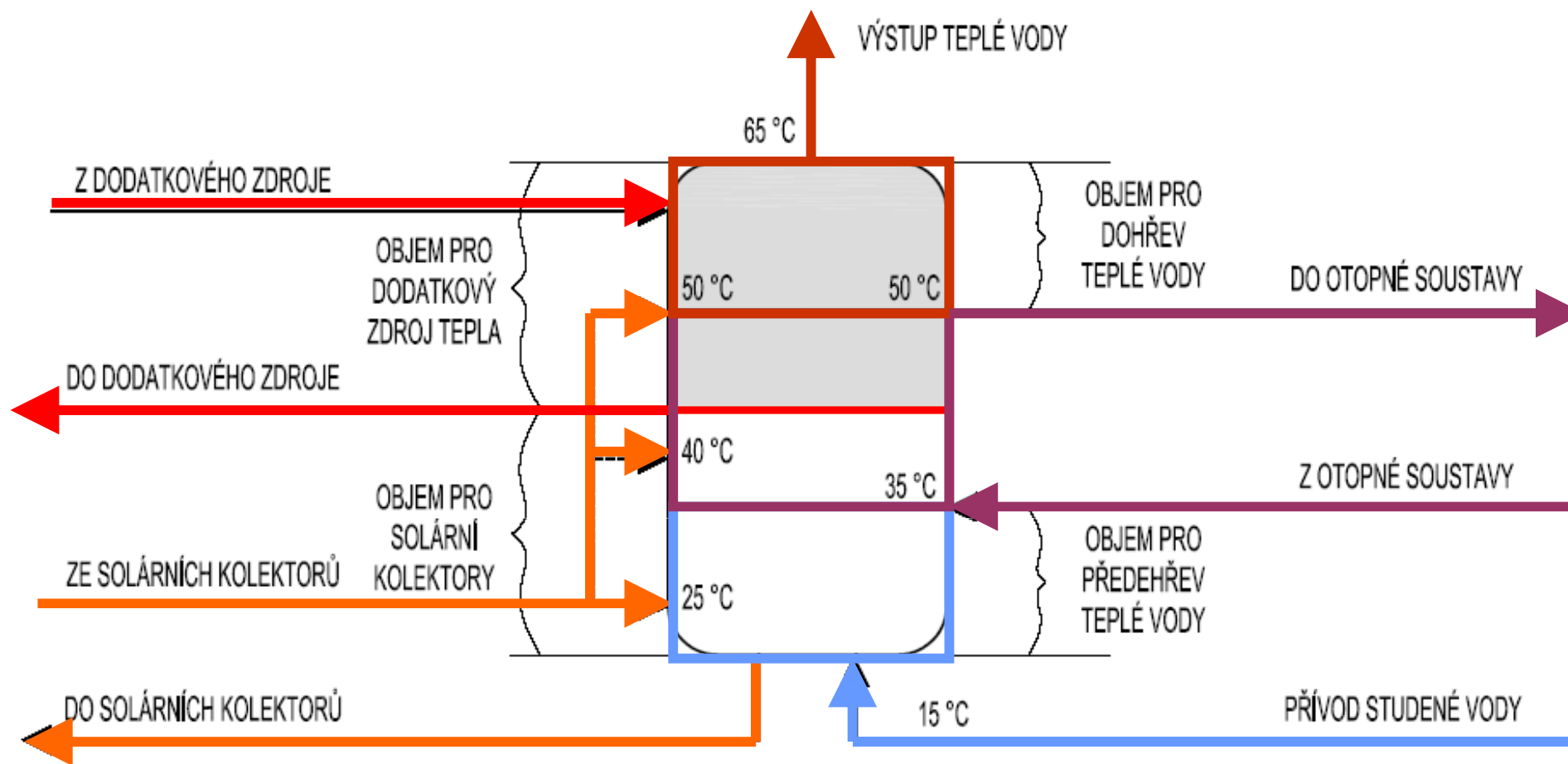
monovalentní



bivalentní



Vodní zásobníky kombinované (TV+VYT)

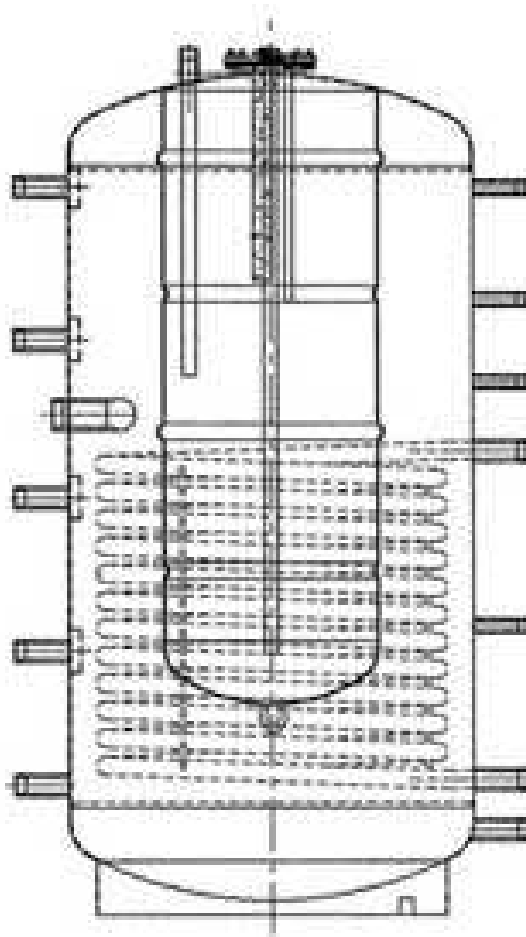




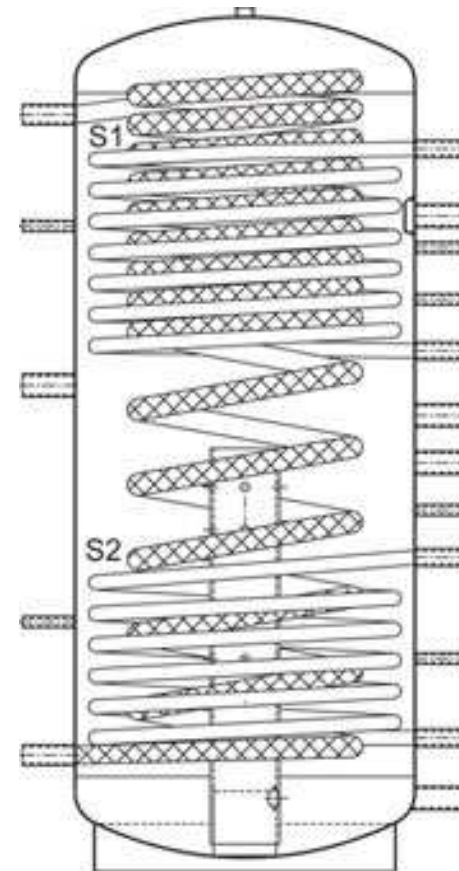
Vodní zásobníky – kombinované (TV+VYT)



s průtočným výměníkem



nádrž v nádrži

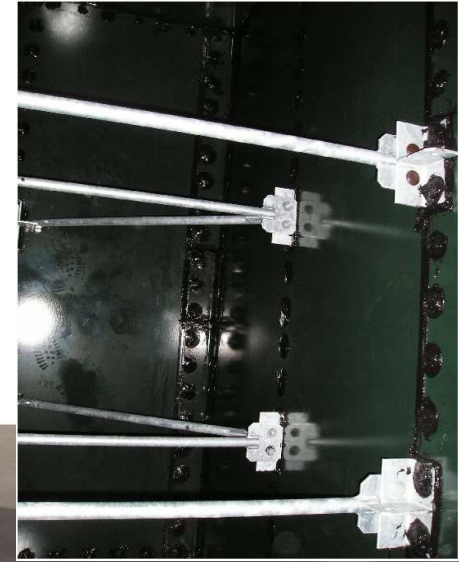
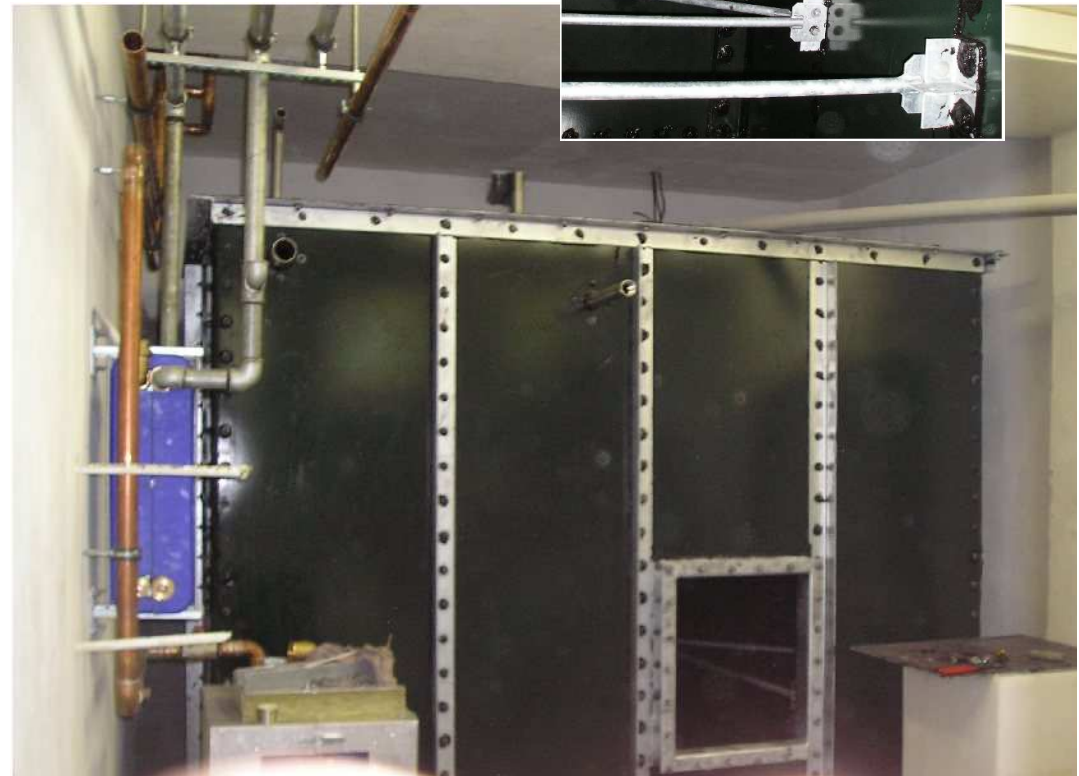


průtočný akumulční
výměník



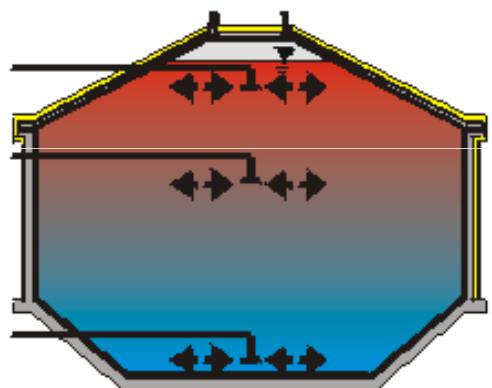
Zásobníky tepla

- tlakový zásobník x netlakový
 - umístění velkých objemů při rekonstrukcích

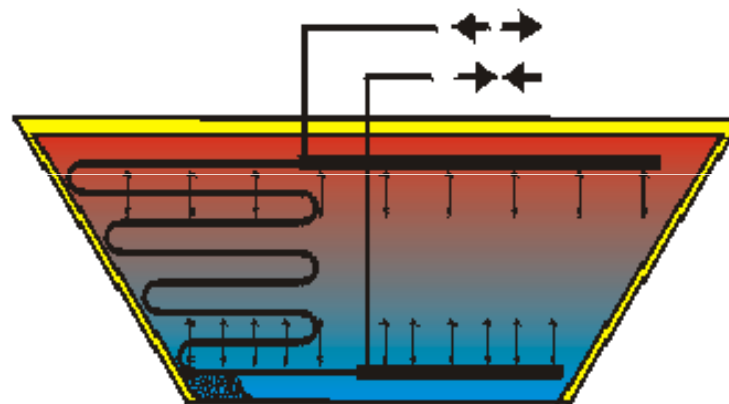




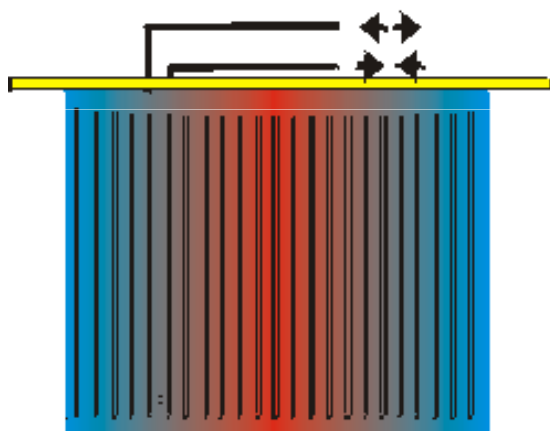
Sezónní zásobníky tepla



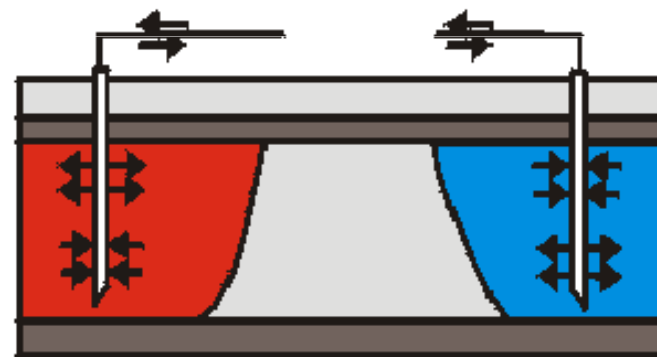
vodní zásobníky



šterko-vodní zásobníky



zemní sondy



aquifery



Sezónní zásobníky tepla

vodní zásobníky



zásobníky

šterko-vodní zásobníky



zemní sondy



zemský
masiv

aquifery

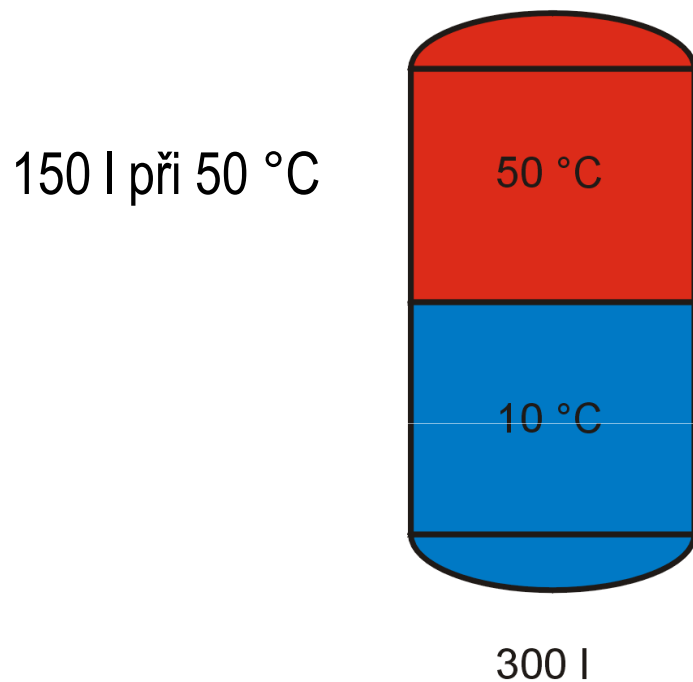




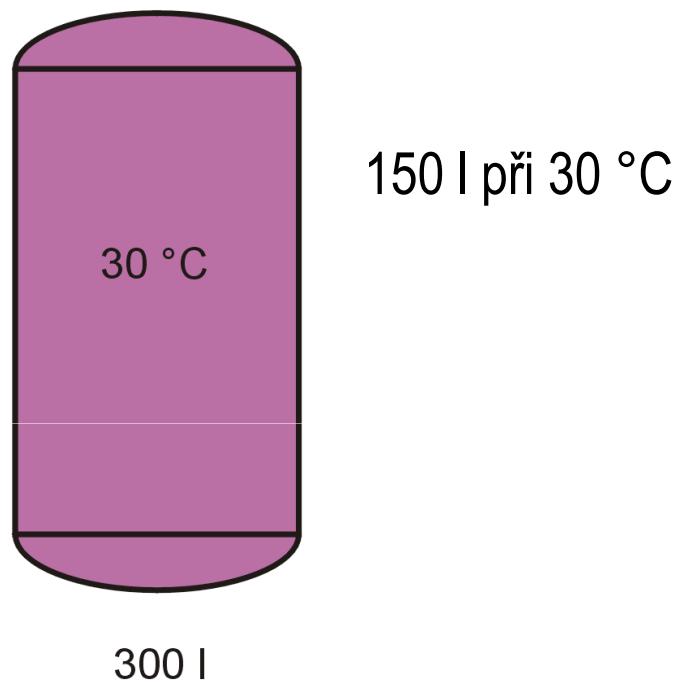
Exergie = využitelná energie (teplota)

využitelnost naakumulované energie ~ využitelné teplotě

teplotně rozvrstvený



zcela promíchaný



teplotní vrstvení = vysoká účinnost, vysoké pokrytí



Faktory ovlivňující vrstvení

- štíhlost zásobníku: poměr výška / šířka
- přívod teplé vody
- odběr teplé vody
- přívod studené vody
- tepelné ztráty zásobníku
- vertikální vedení tepla ve stěně zásobníku
- vedení pracovní látkou zásobníku

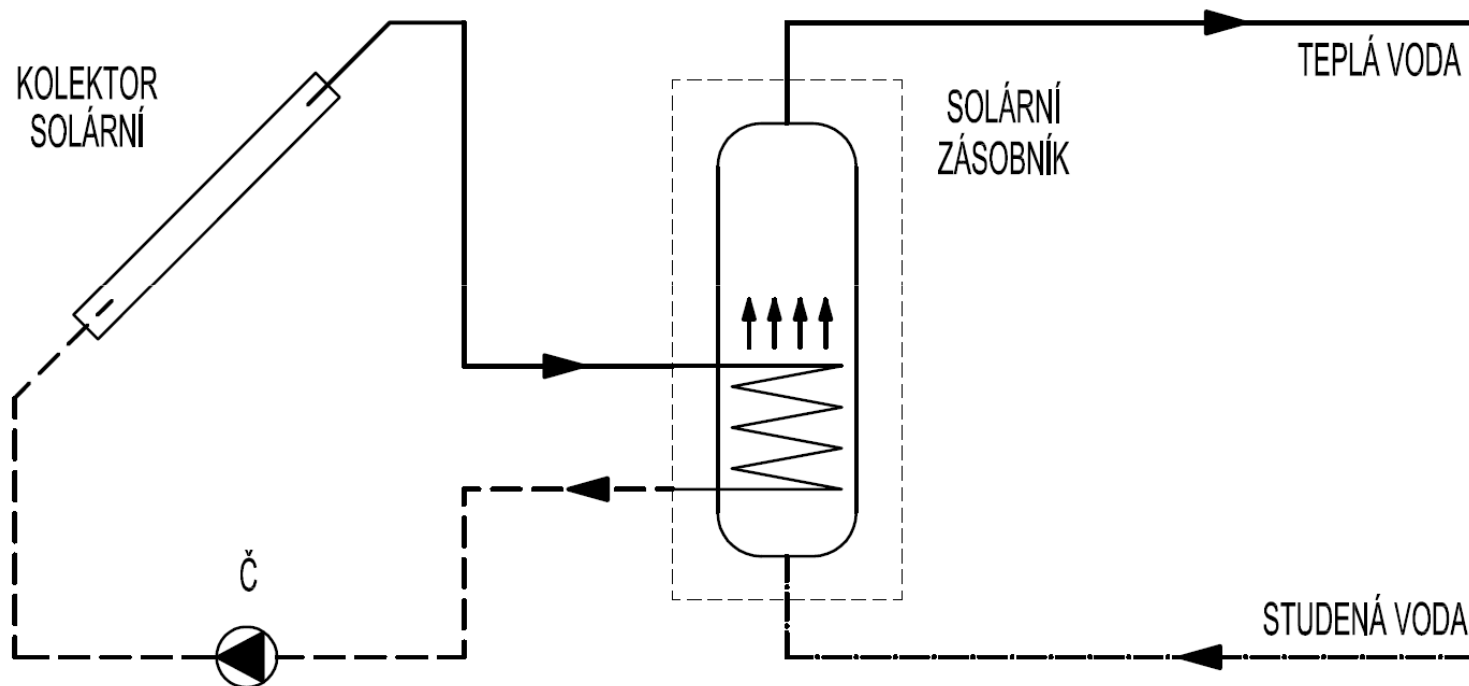


Vliv přívodu a odběru tepla

nepřímé nabíjení – přímé vybíjení

maloplošné solární soustavy pro přípravu teplé vody

výměník v dolní chladné části – účinnost kolektoru, využití objemu



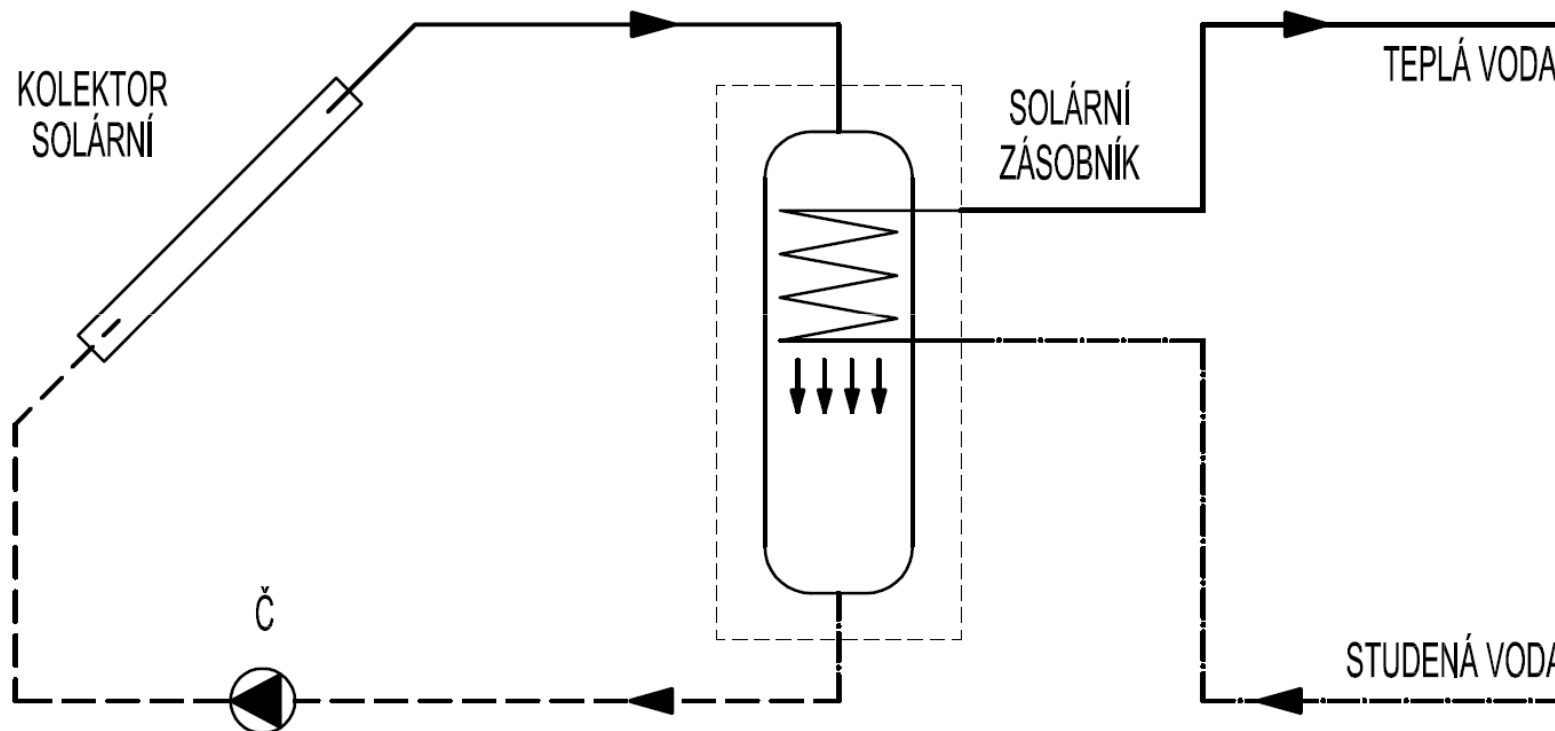


Vliv přívodu a odběru tepla

přímé nabíjení – nepřímé vybíjení

větší solární soustavy s externím výměníkem (kombinované soustavy)

nevhodné umístění výměníku (obr), lépe po celé výšce



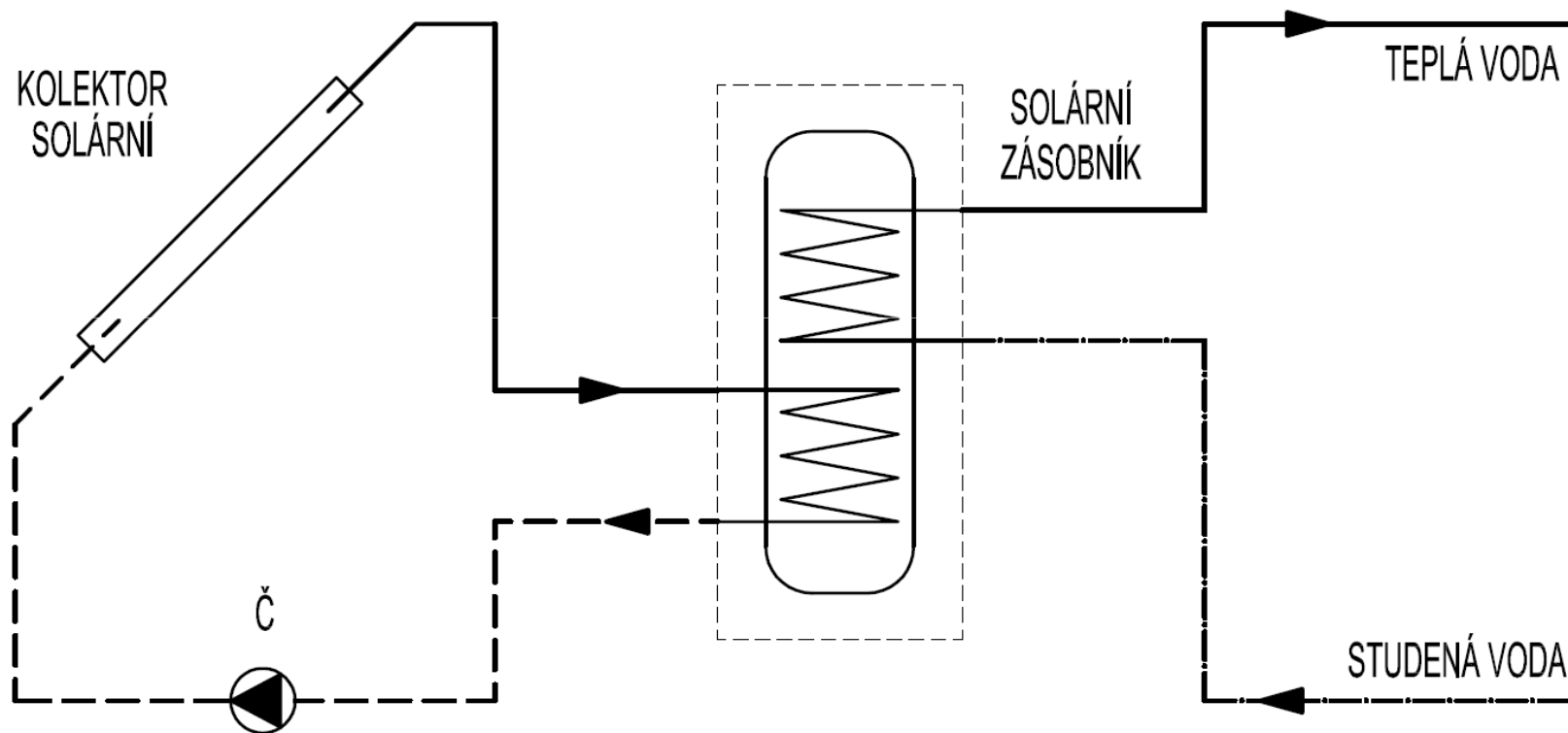


Vliv přívodu a odběru tepla

nepřímé nabíjení – nepřímé vybíjení

jednoduché kombinované solární soustavy soustavy

z hlediska vrstvení je zapojení podle obr nejméně účinné (promíchání)



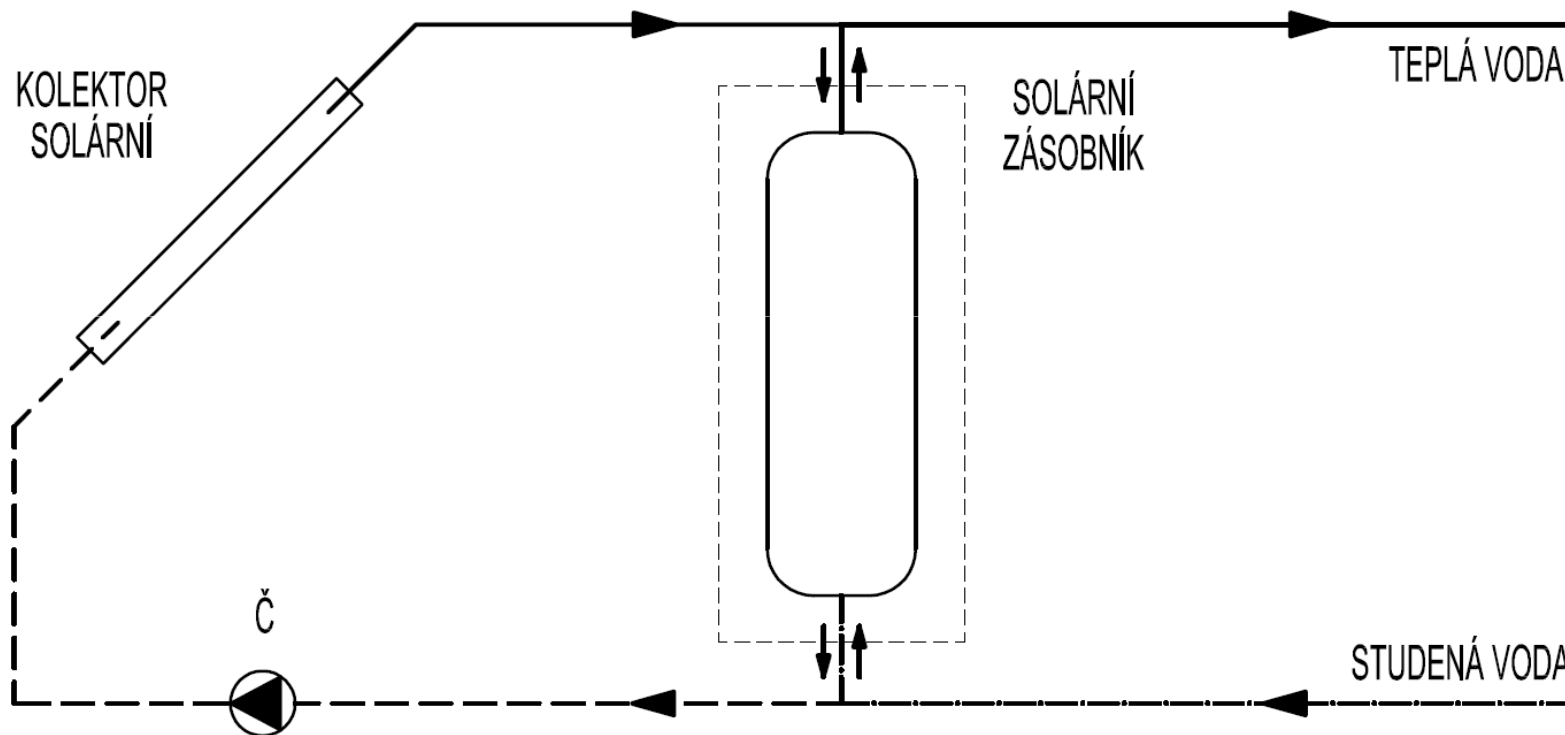


Vliv přívodu a odběru tepla

přímé nabíjení – přímé vybíjení

pokročilé zásobníky s teploním vrstvením

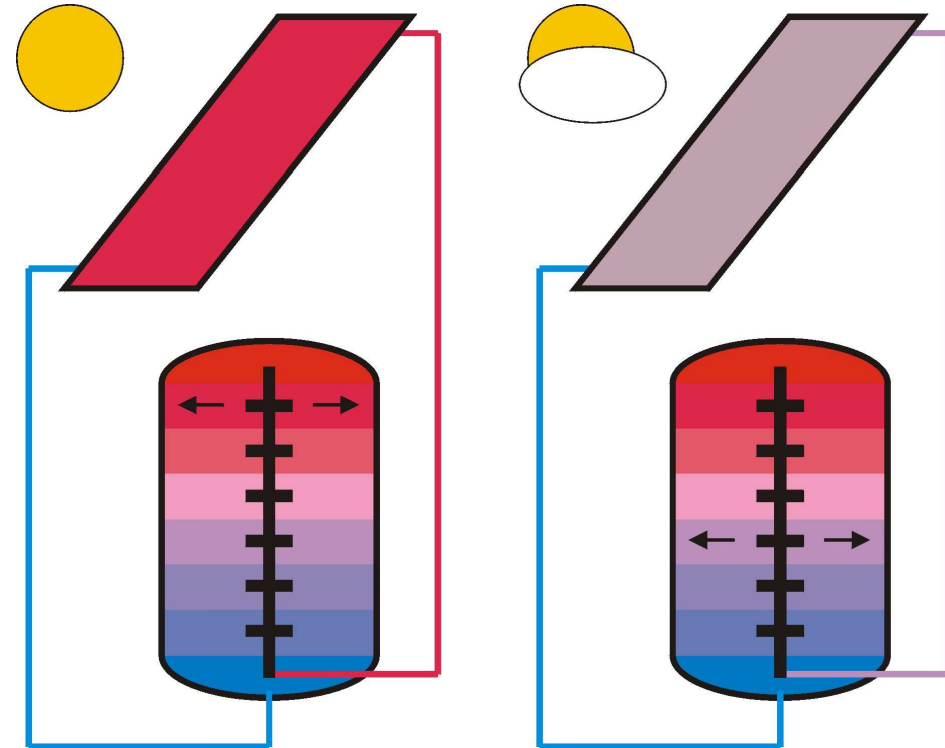
nabíjení i vybíjení po vrstvách (pístový efekt)





Zásobníky tepla se řízeným vrstvením

- **stratifikace** (teplotní vrstvení) objemu zásobníku podle teploty – ukládání tepla do vrstev o podobné teplotě
- v horní části je výrazně vyšší teplota než ve spodní části (udržuje se studená)
- snížení potřeby dodatkové energie
- zvýšení využití solárních zisků



zvýšení solárního podílu

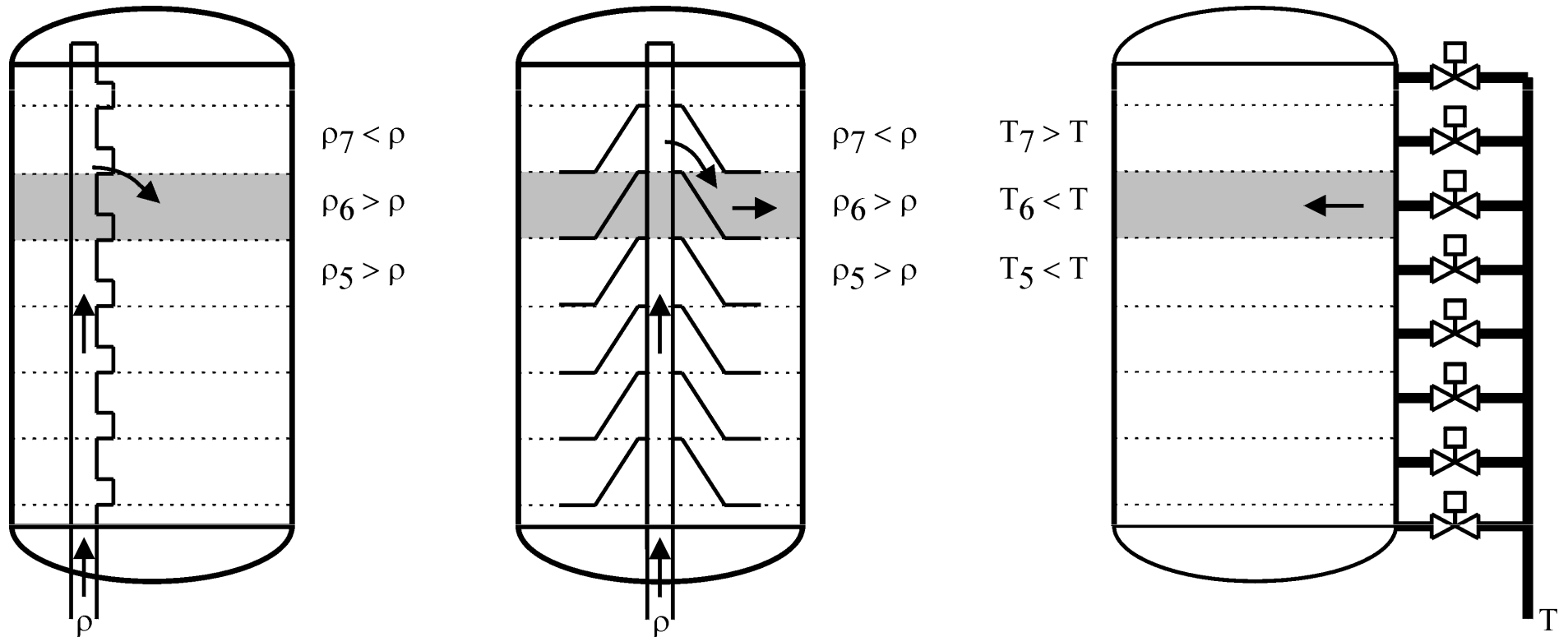


Zásobníky tepla se řízeným vrstvením

- předpokladem je nízký průtok (low flow) dosažení vyššího teplotního rozdílu na kolektoru (30 až 40 K)
- např. řízení soustavy na konstantní výstupní teplotu, „once – through“ režim – ohřev na požadovanou teplotu při jediném průchodu teplotně nosné kapaliny kolektorem
- stratifikační vestavby
 - aktivní
 - pasivní



Řízené teplotní vrstvení

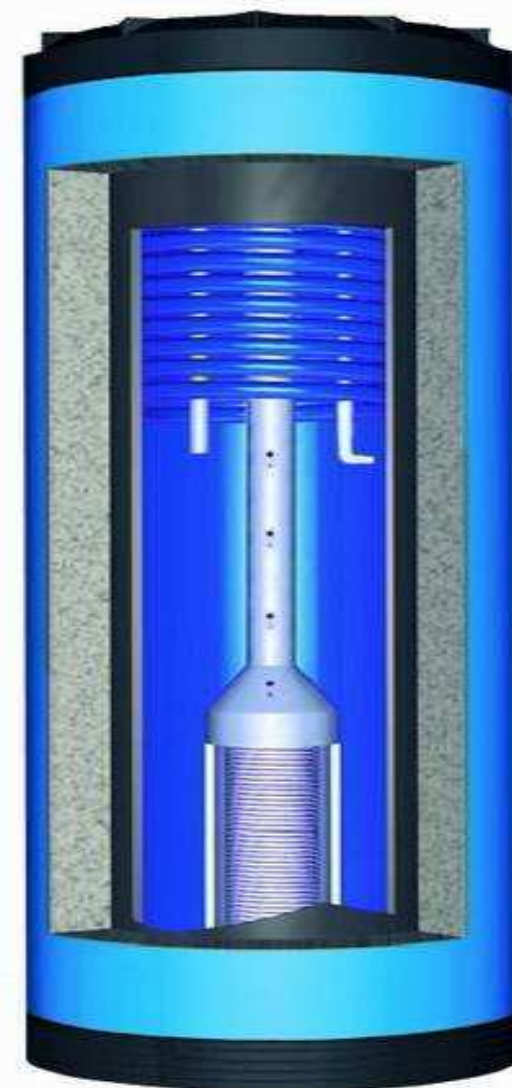
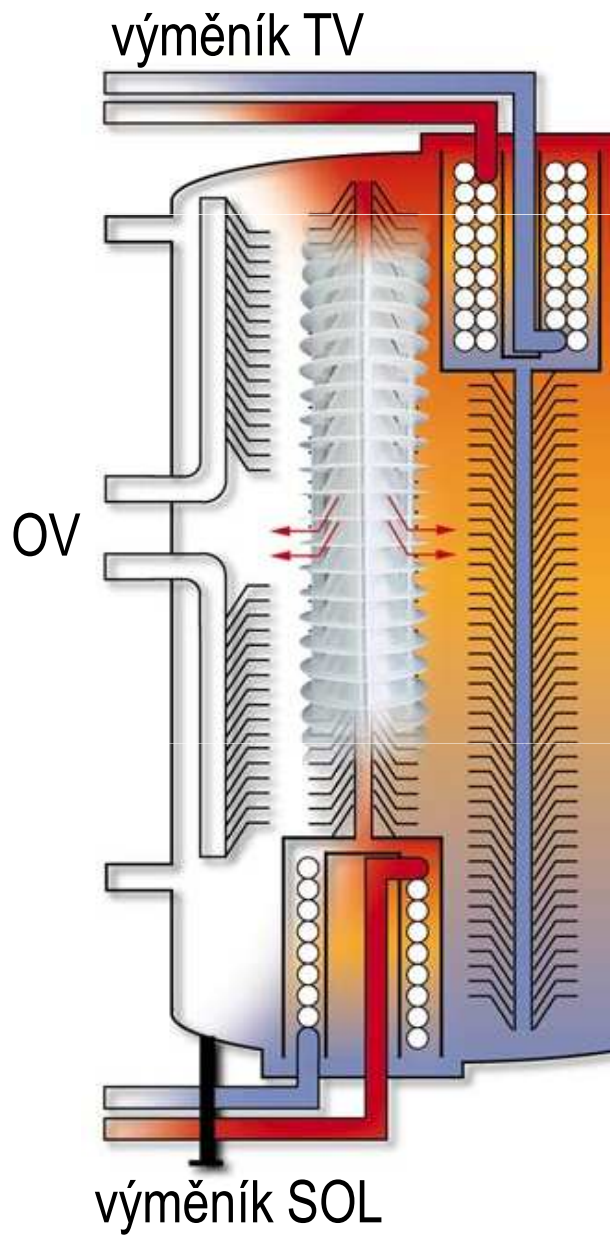
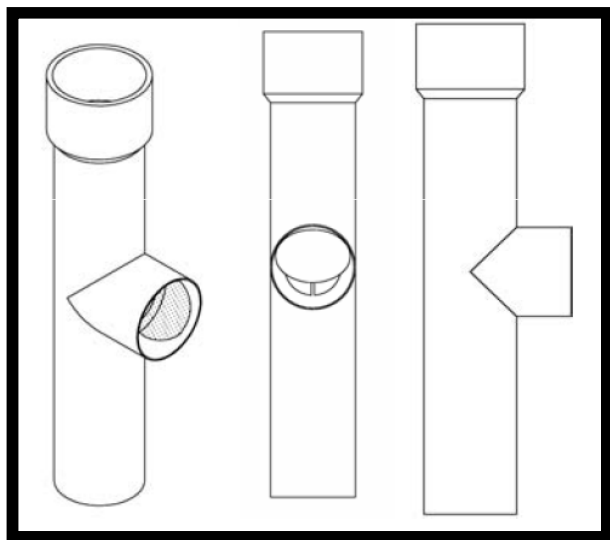


přívod do teplotně podobné vrstvy na základě podobné hustoty (pasivní)

pokročilá regulace aktivní prvky

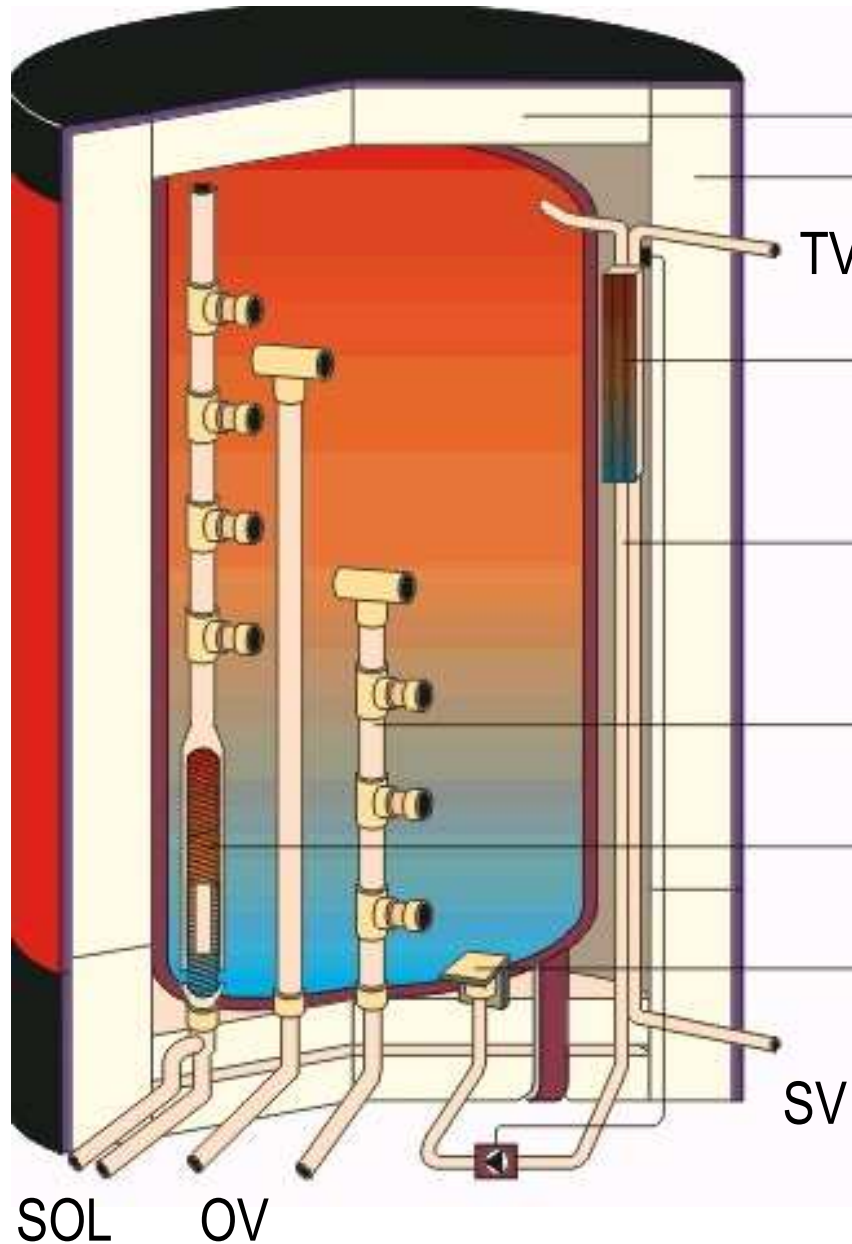


Stratifikační vestavby





Stratifikační vestavby



izolace

TV

výměník pro přípravu teplé vody (TV)

potrubí

stratifikace zpátečky otopné vody (OV)

stratifikační vestavba s integrovaným
výměníkem

přívod vychlazené vody z výměníku TV

SV

SOL

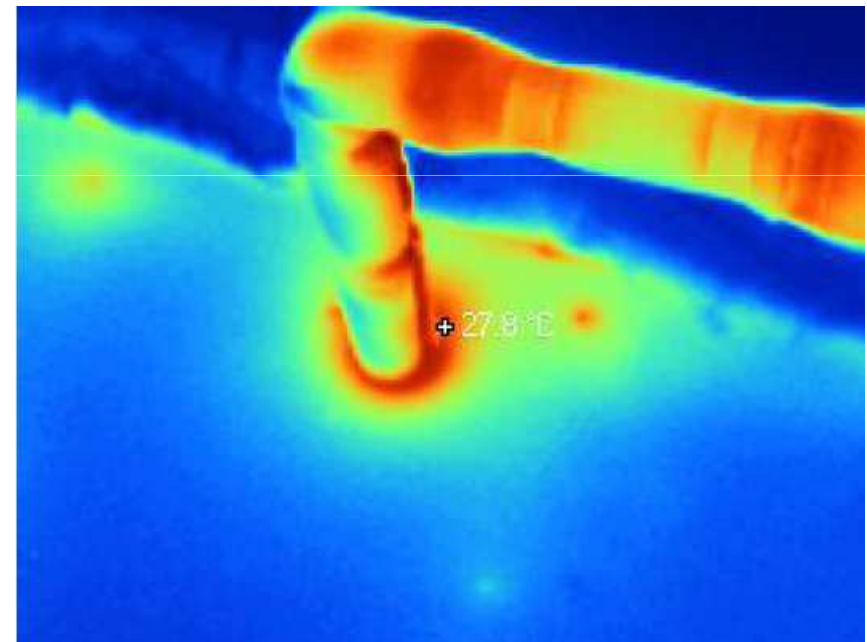
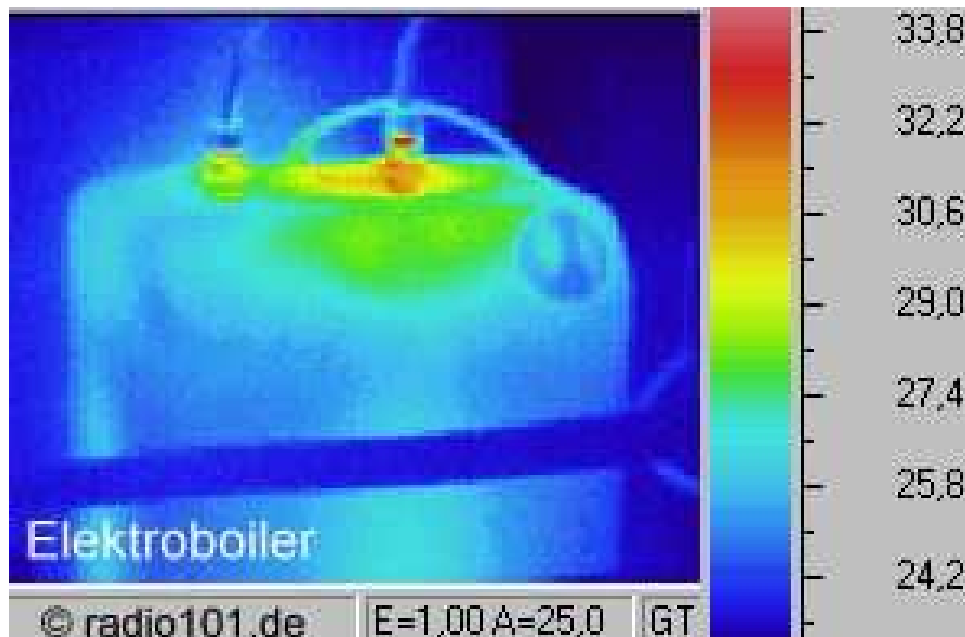
OV

zdroj: Solvis



Tepelné ztráty

- ovlivňují zásadně účinnost akumulace
- tepelná izolace zásobníků
- provedení přípojek – tepelné mosty
- provedení přípojek – degradace teplotního vrstvení





Tepelné ztráty zásobníku

- vyhláška 193/2007 Sb: požadavky na tepelné izolace zařízení
minimální tloušťka izolace 100 mm při 0,045 W/mK
součinitel prostupu tepla $U < 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
optimalizační výpočet (např. pro dlouhodobé zásobníky)
- vyhláška 442/2004 Sb., příloha 7: štítkování elektrických ohřivačů
tepelná ztráta za 24 hodin ($\Delta t = 45\text{K}$), vztažená k objemu ohřivače [l]

Třída energetické účinnosti	A	B	C	D	E	F	G
Denní tepelná ztráta Q_{24} [Wh/24/l]	< 5	5 – 7	7 – 9	9 – 11	11 – 13	13 – 15	>15



Tepelné ztráty zásobníku

- měrná tepelná ztráta válcového zásobníku $U.A$ [W/K]

$$UA = \underbrace{\frac{\pi \cdot (D_e + 2 \cdot s_{iz,s}) \cdot (L + 2 \cdot s_{iz,d})}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s_{iz,s}}{\lambda_{iz,s}} + \frac{s_{z,s}}{\lambda_{z,s}} + \frac{1}{\alpha_e}}}_{\text{stěna}} + \underbrace{2 \cdot \frac{\pi \cdot (D_e + 2 \cdot s_{iz,s})^2}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s_{iz,d}}{\lambda_{iz,d}} + \frac{s_{z,d}}{\lambda_{z,d}} + \frac{1}{\alpha_e}}}_{\text{2 x dno}}$$

D_e průměr zásobníku (bez izolace); $D_e + 2 \cdot s_{iz}$ (s izolací), L výška

s_{iz} tloušťka izolace

λ_{iz} tepelná vodivost izolace

s_z tloušťka stěny zásobníku

λ_z tepelná vodivost stěny

α_i součinitel přestupu tepla na straně kapaliny

α_e součinitel přestupu tepla na straně okolí



Tepelné ztráty zásobníku

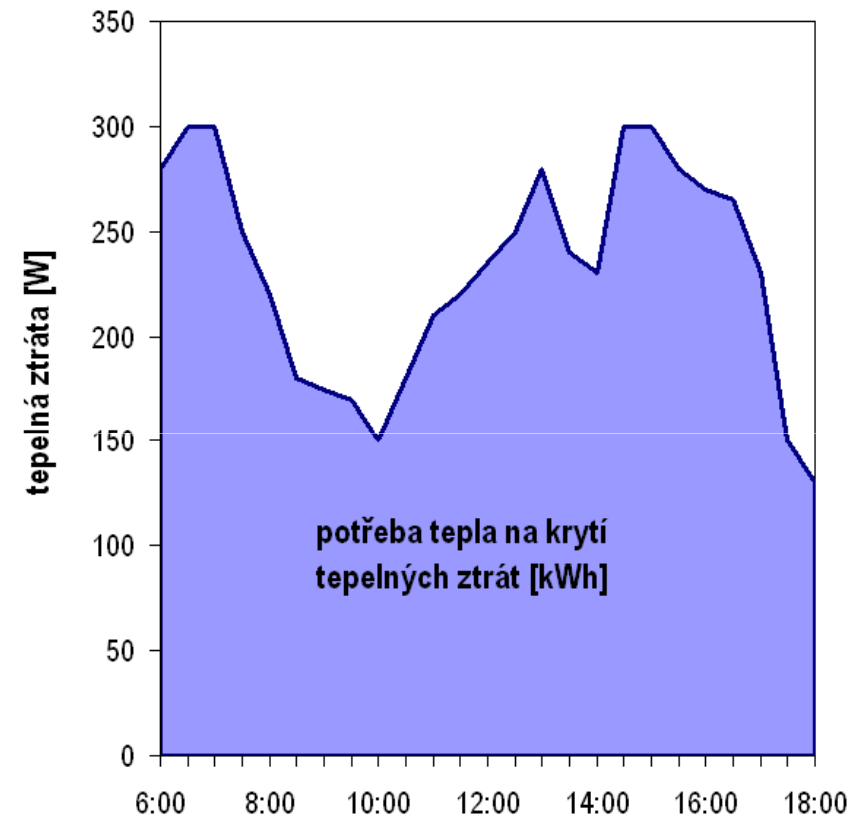
- tepelná ztráta zásobníku (výkon)

$$\dot{Q}_{z,aku} = U \cdot A \cdot (t_{aku} - t_{ok}) \quad [\text{W}]$$

- potřeba tepla na krytí ztrát (energie)

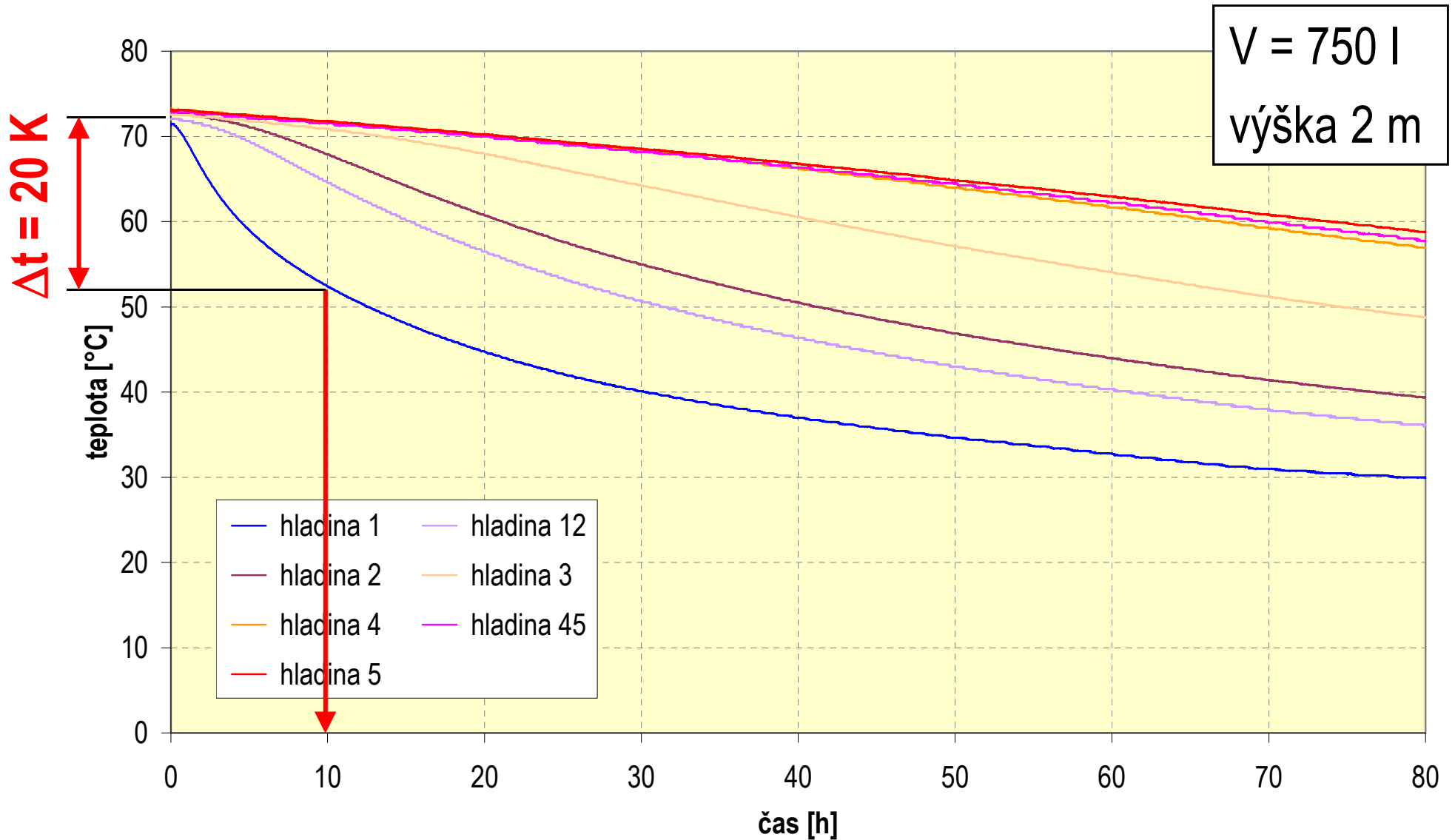
$$Q_{z,aku} = \int \dot{Q}_z d\tau \quad [\text{MJ}, \text{kWh}]$$

$$Q_{z,aku} = \sum_{i=1}^n U \cdot A \cdot (t_{aku,i} - t_{ok,i}) \cdot \Delta\tau_i$$



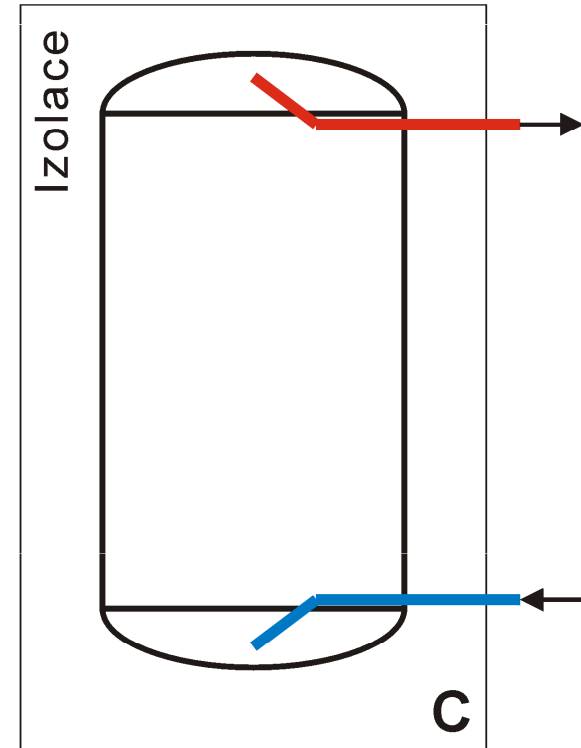
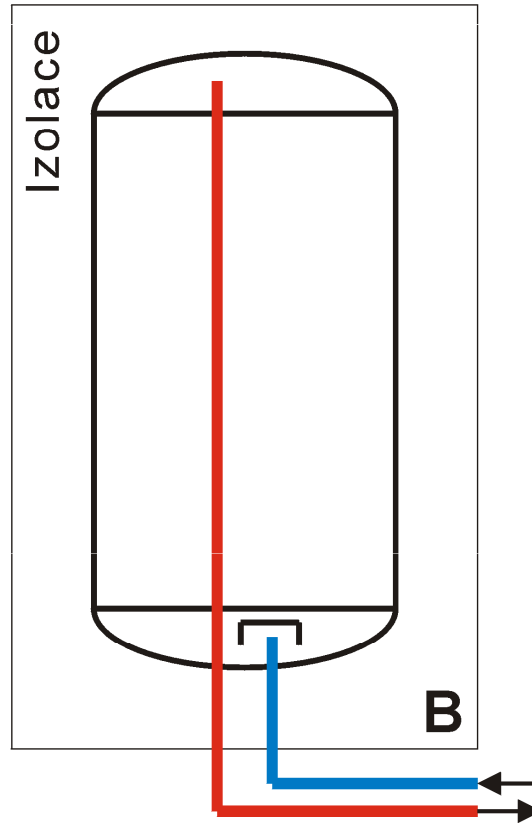
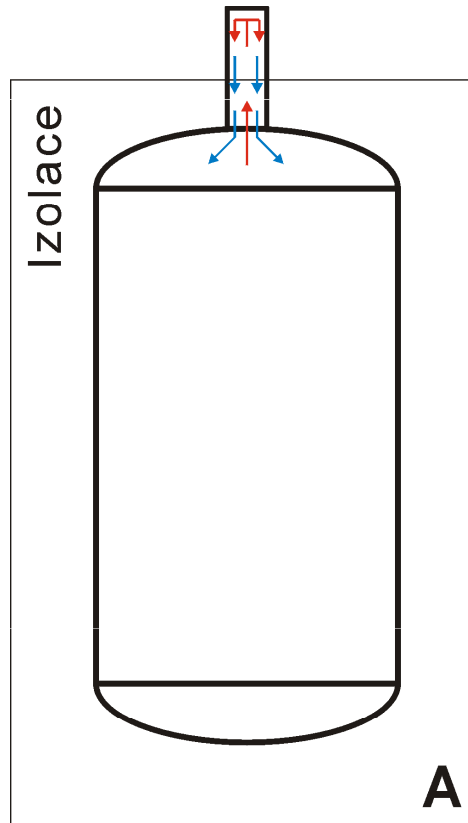


Tepelné ztráty zásobníku





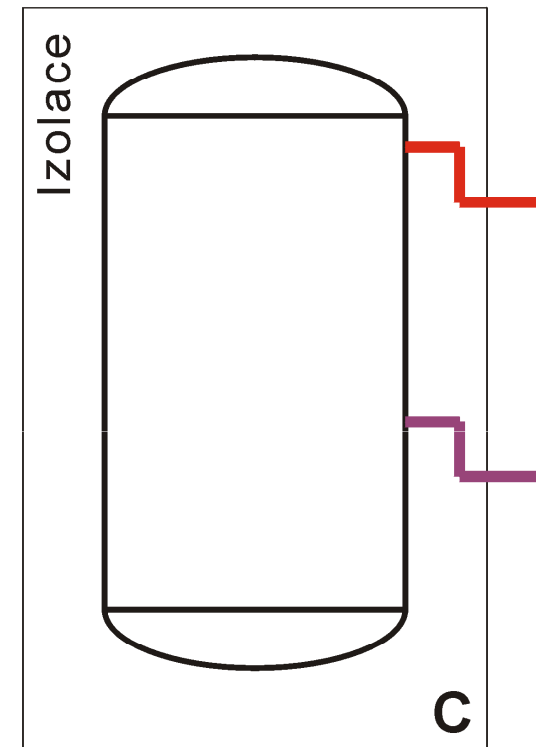
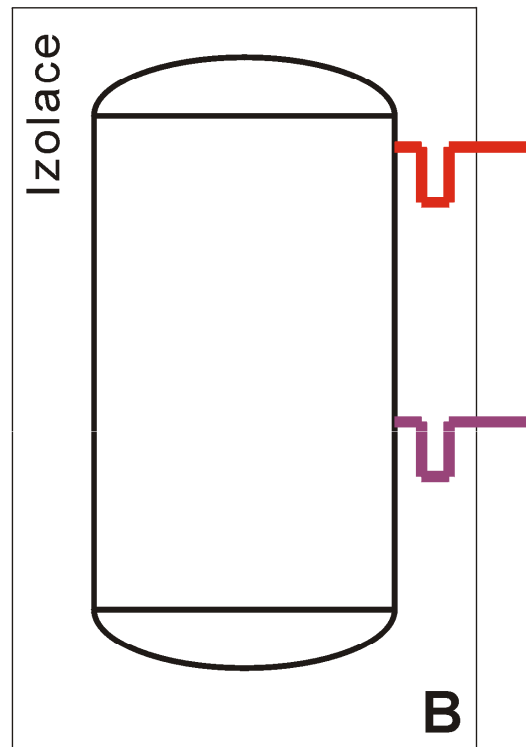
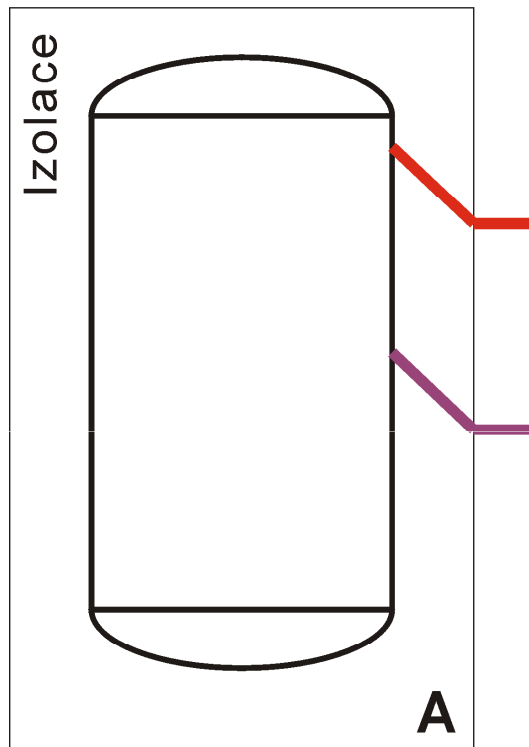
Vliv připojení potrubí





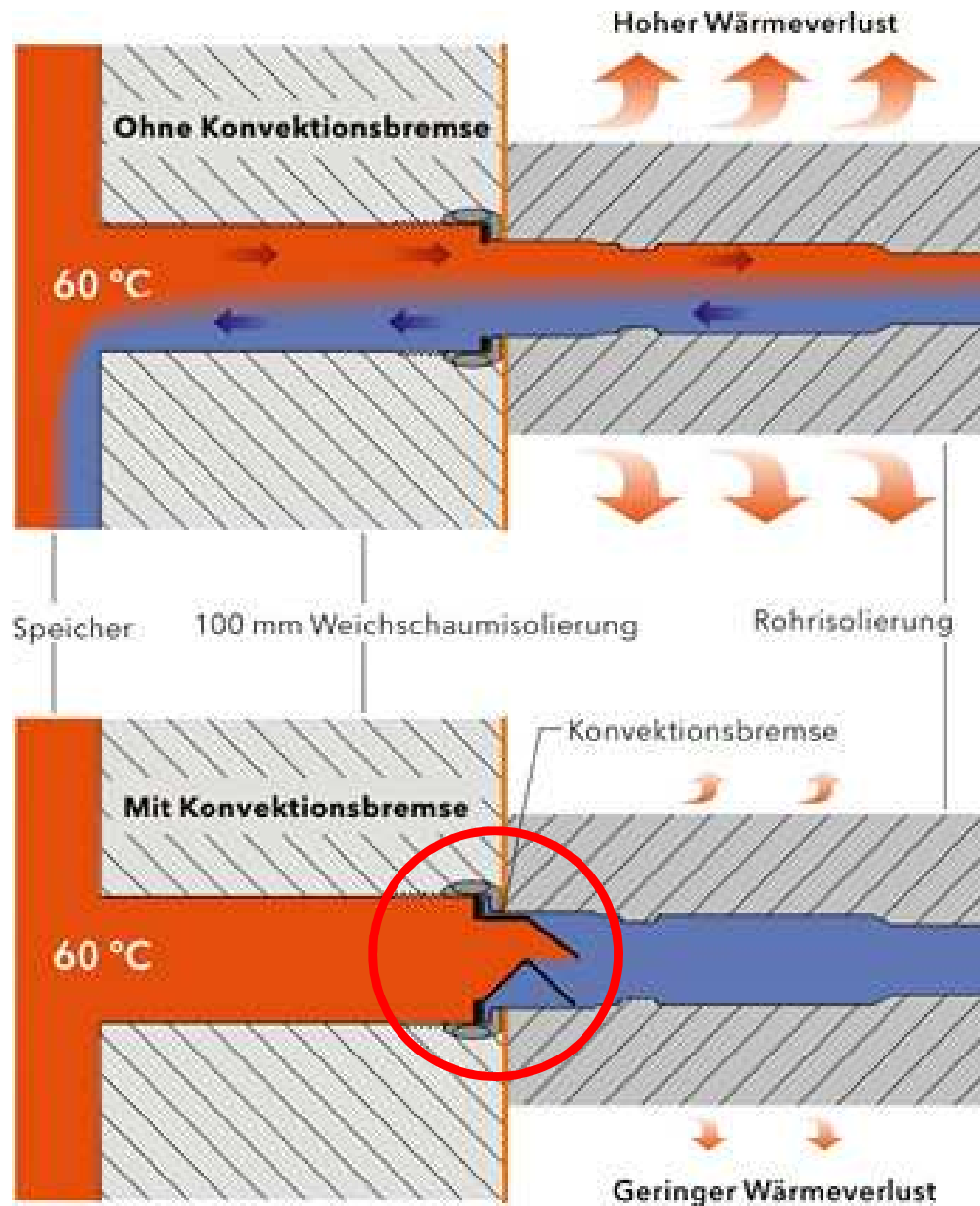
Vliv připojení potrubí

gravitační (konvekční) brzdy - přirozené zpětné klapky pro vychlazování





Vliv připojení potrubí



konvekční brzdy

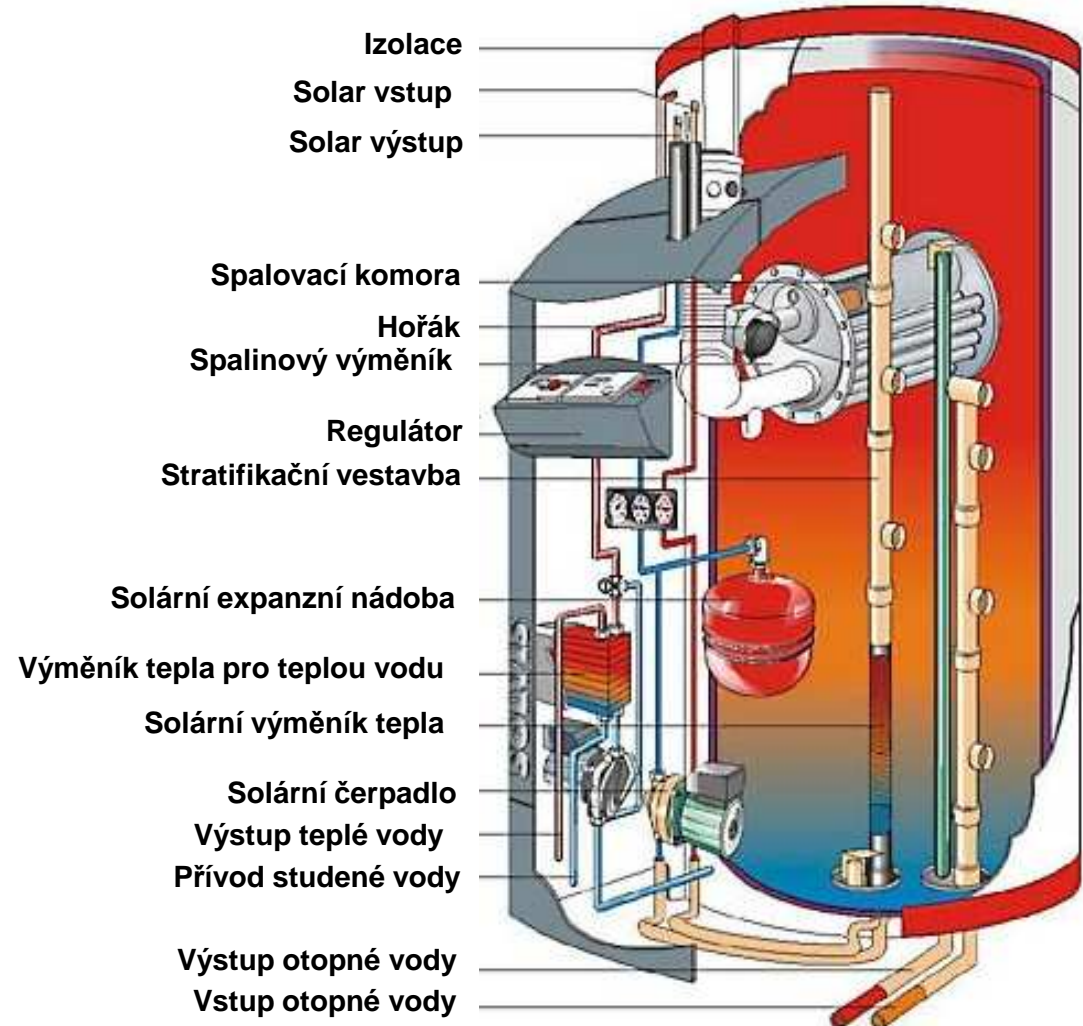




Trendy

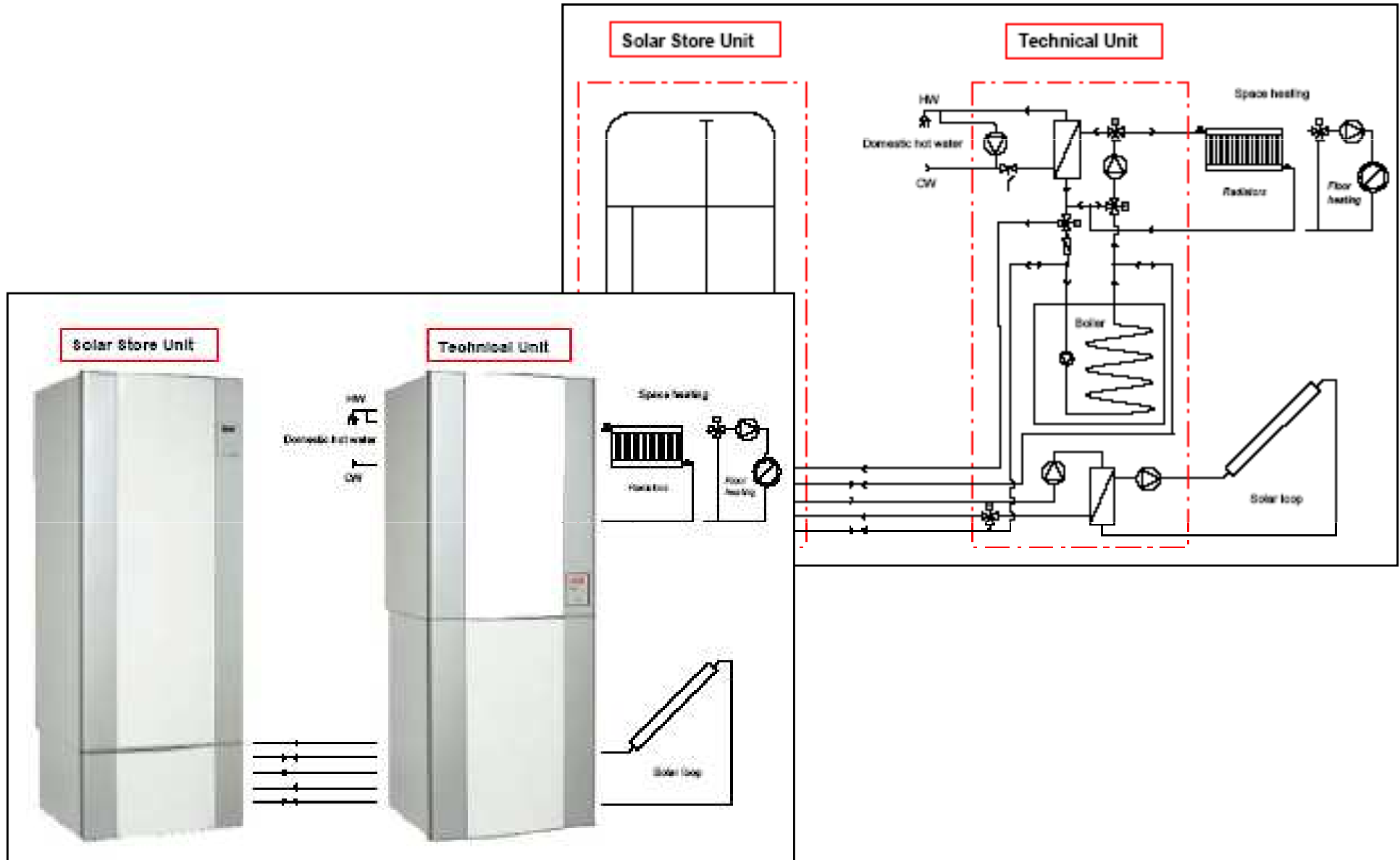
kompaktní (integrované) řešení

- minimalizace chyb montáže
- optimalizovaná hydraulika
- vysoká účinnost soustavy
- úspora místa
- umístění do obytných prostor





Trendy





Akumulace s využitím změny skupenství

- změna skupenství doprovázená jímáním / uvolňováním tepla
- kapalina – plyn: nevhodná změna objemu
- **kapalina – tuhá látka:** vhodné (tání – tuhnutí)

$$Q = V \cdot \boxed{\rho_p \cdot c_p (t_t - t_1)} + \boxed{\rho_t \cdot l_t} + \boxed{\rho_k \cdot c_k (t_2 - t_t)}$$

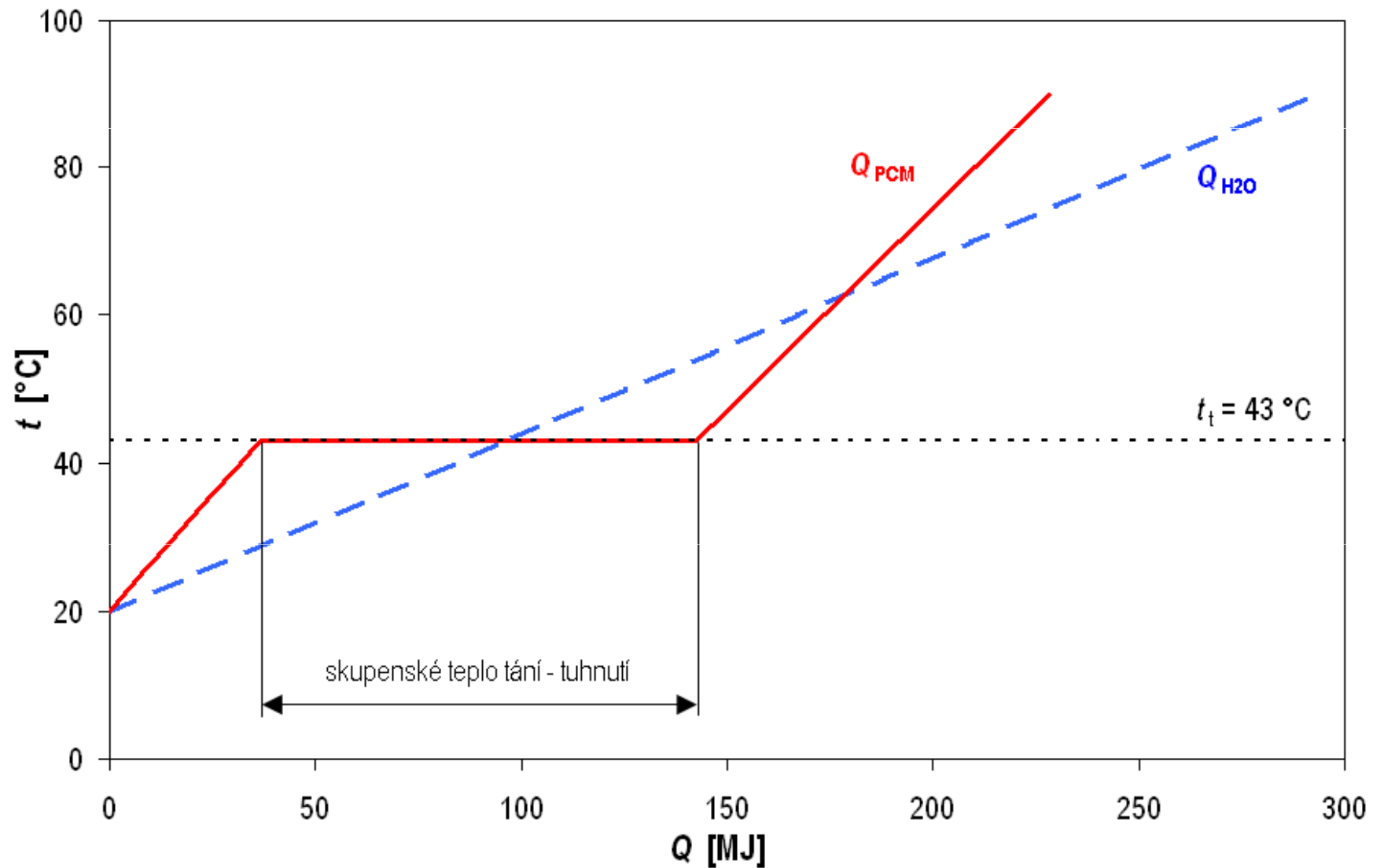
citelné teplo
pevné skupenství skupenské
teplo citelné teplo
kapalné skupenství

kde t_t ... teplota změny skupenství $t_1 < t_t < t_2$

l_t ... skupenské teplo tání - tuhnutí

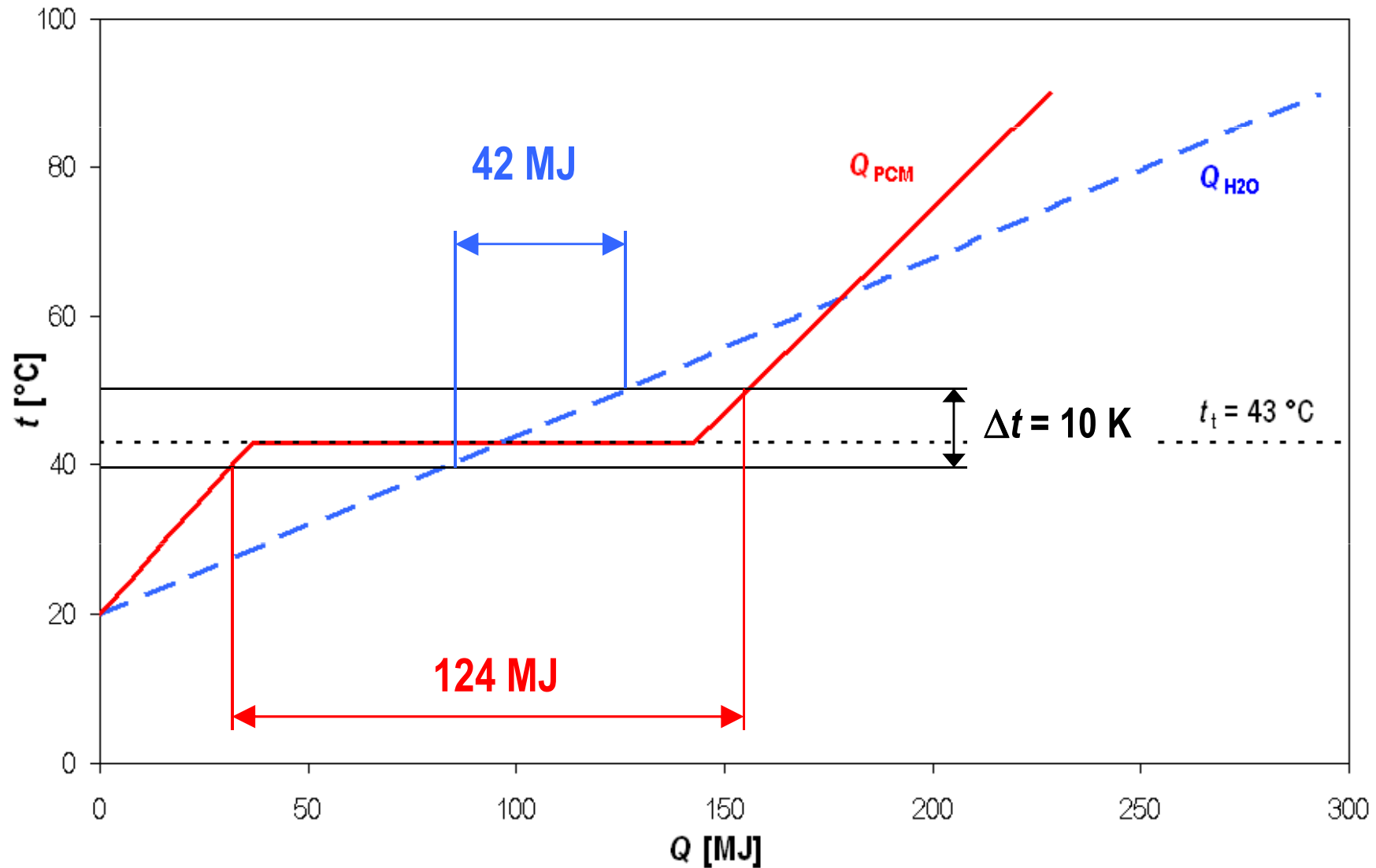


Akumulace s využitím změny skupenství



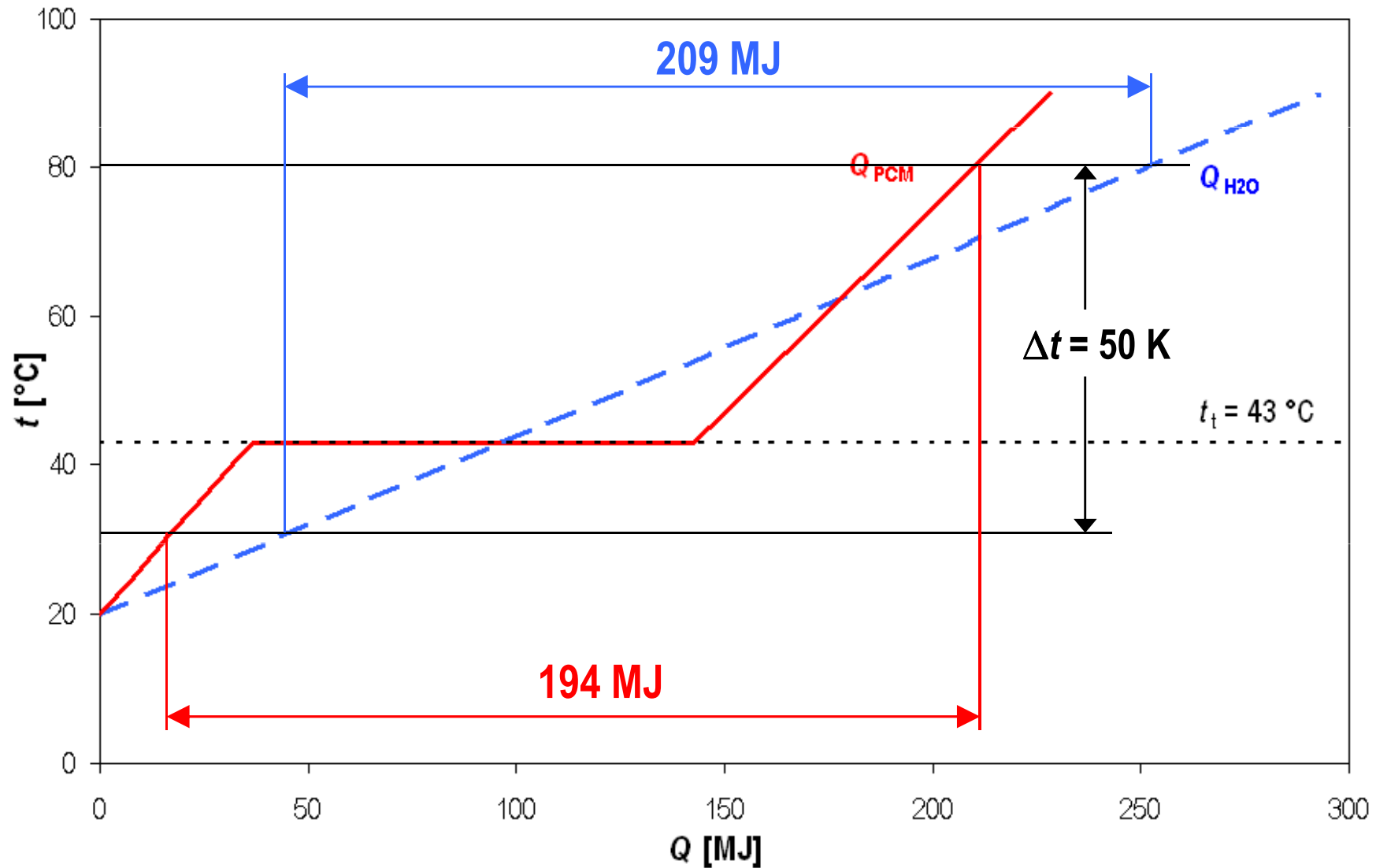


Akumulace s využitím změny skupenství



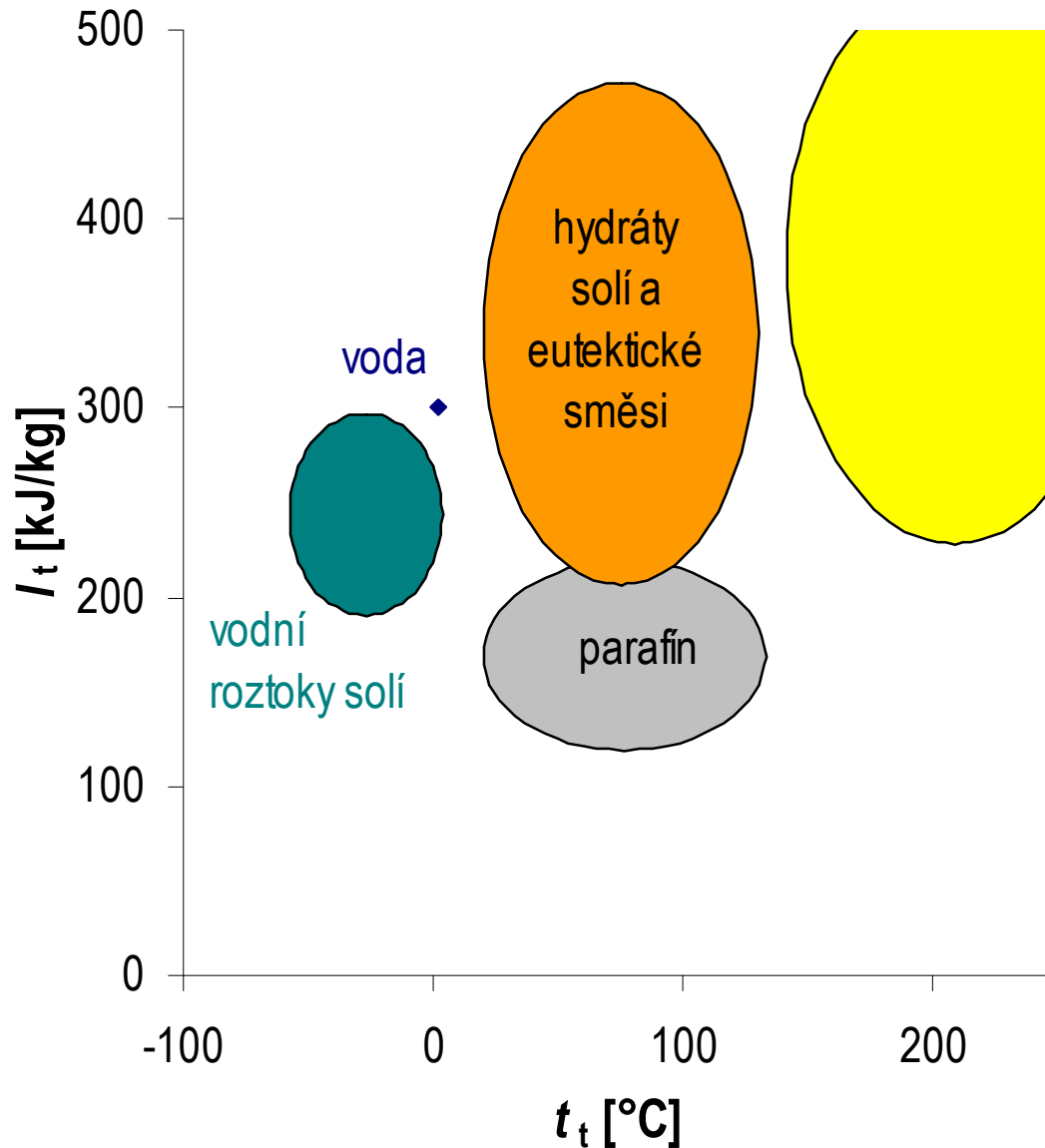


Akumulace s využitím změny skupenství





Látky se změnou skupenství (PCM)



anorganické PCM:

- hydráty solí (Glauberova)
- + vysoké teplo tání
- + vysoká tepelná vodivost
- korozivní
- podchlazování
- segregace fází

organické PCM:

- vosky, parafíny, mastné kys.
- + chemický a tepelně stabilní
- + nekorozivní
- nízká tepelná vodivost
- nízké teplo tání



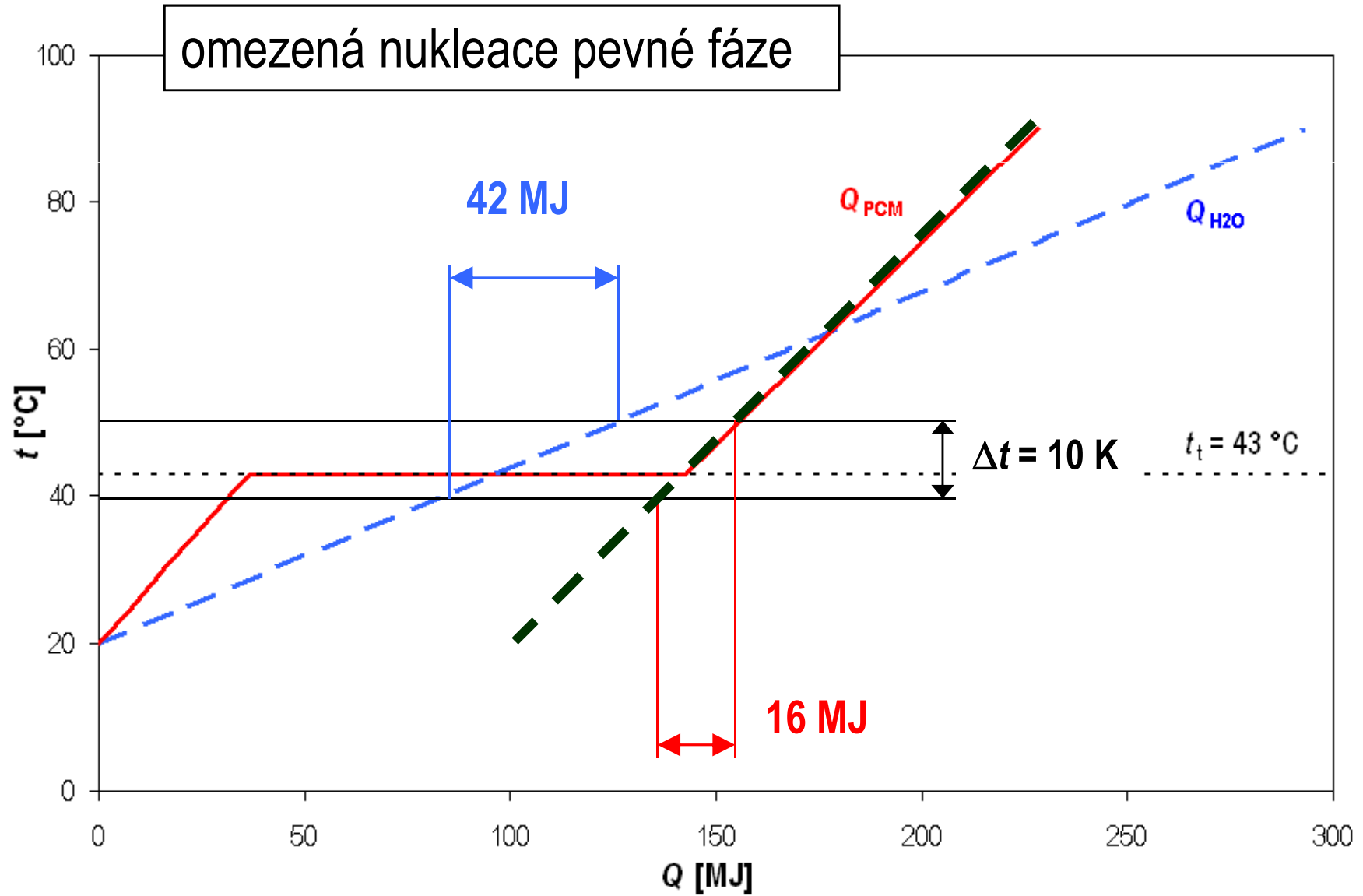
Látky se změnou skupenství (PCM)

vlastnosti

- vhodná teplota tání / tuhnutí
 - pro solární soustavy: 35 – 70 °C, možnost volby teploty „na míru“
- nízká tepelná vodivost (parafíny) - nerovnoměrné tání, snížení akumulační schopnosti
 - použití vodivých matric, kompozitní materiály (grafit)
- změna objemu při změně fáze – není kritické (do 15 %)
- koroze (soli)
- důraz na dlouhodobou stabilitu vlastností (cyklická změna skupenství)
- podchlazování: omezit nebo využít ?



Podchlazování





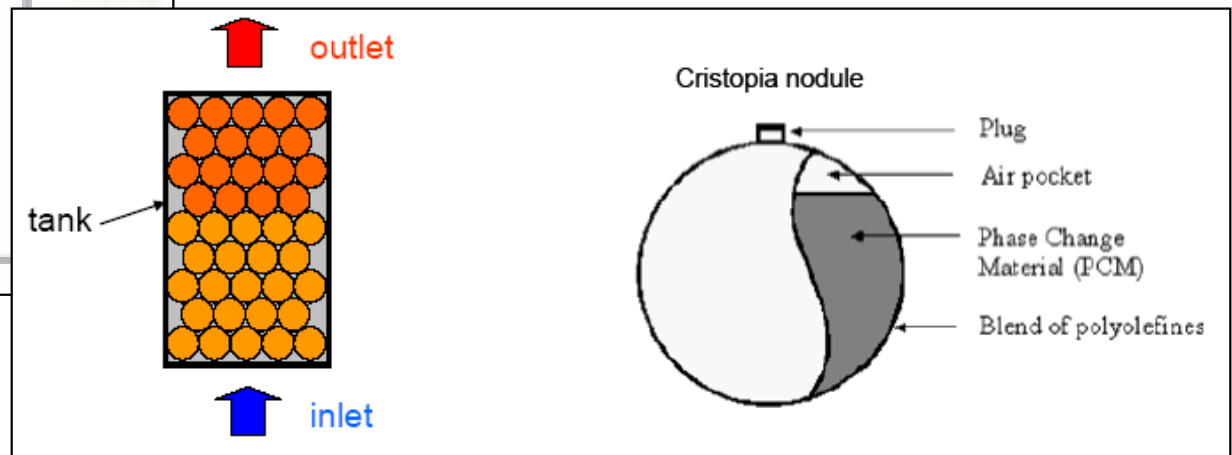
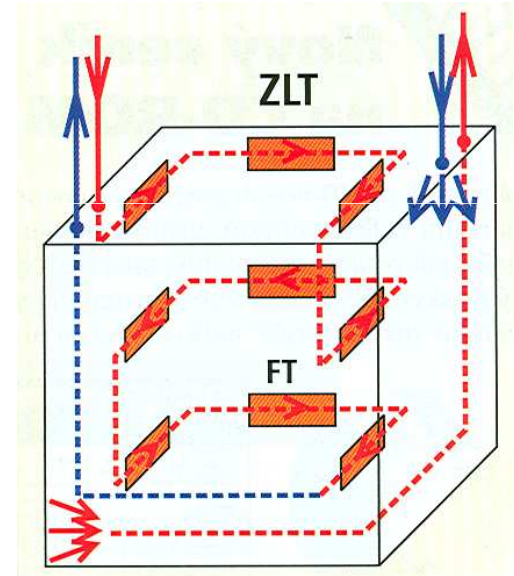
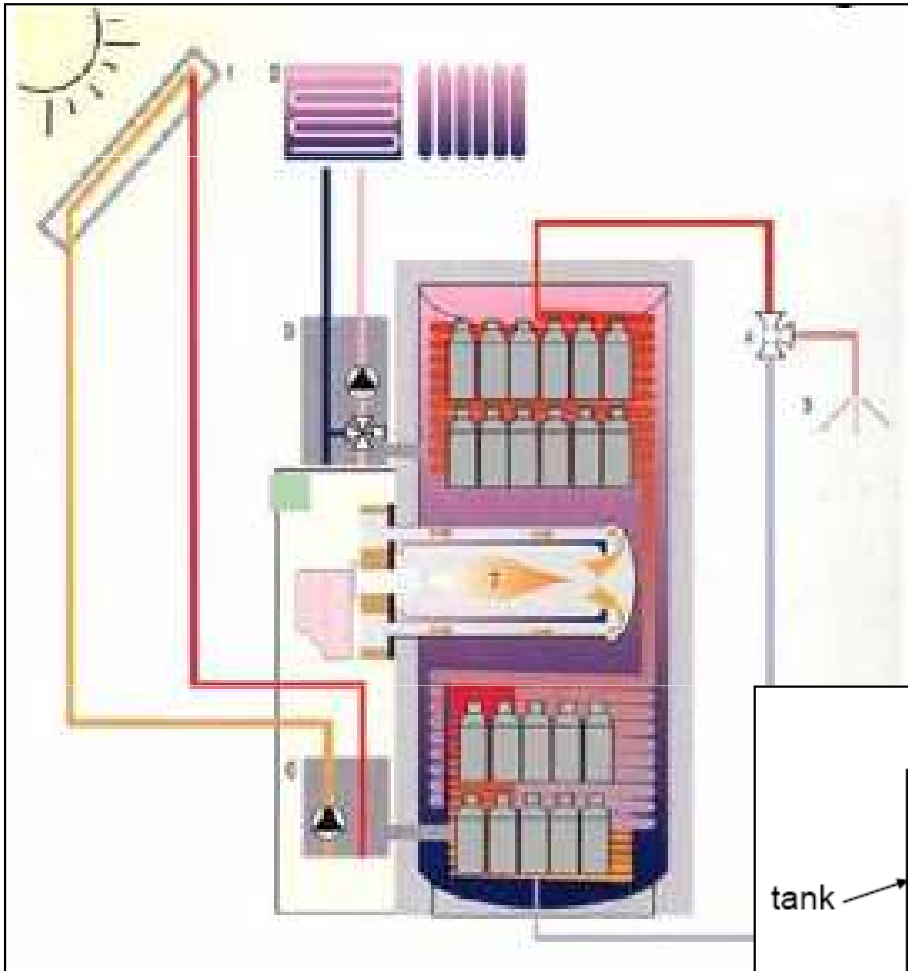
Parafíny

Product	Melting point ¹	Heat storage capacity ²
	[°C]	[kJ/kg]
RT 4	-4	179
RT 3	4	198
RT 4	4	182
RT 5	5	198
RT 6	6	175
RT 21	21	134
RT 27	27	179
RT 31	29	169
RT 42	41	174
RT 50	49	168
RT 52	52	173
RT 55	55	172
RT 58	58	178
RT 60	60	144
RT 62	61	146
RT 65	65	152
RT 82	82	176
RT 100	100	124



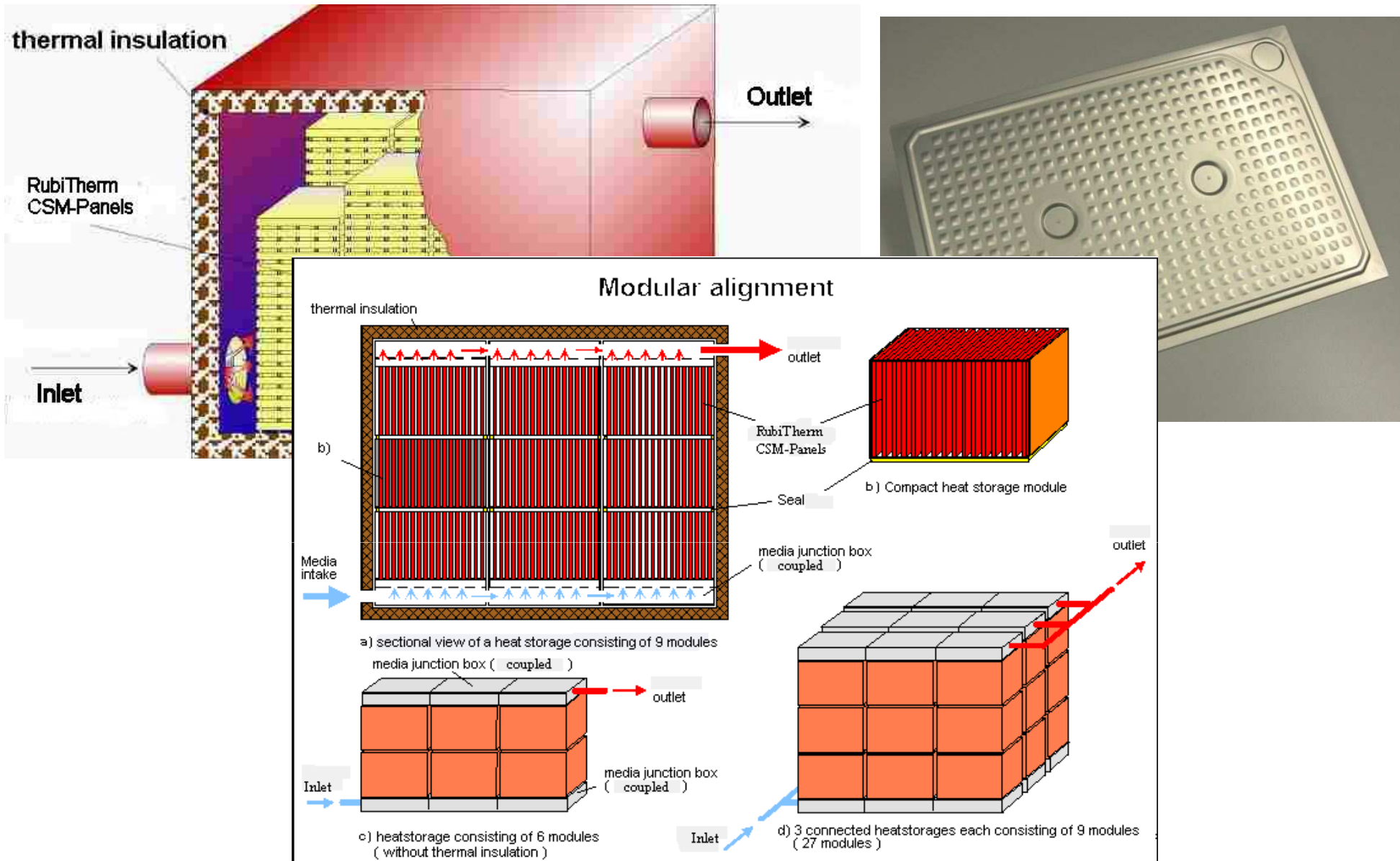


Aplikace - makropouzdra





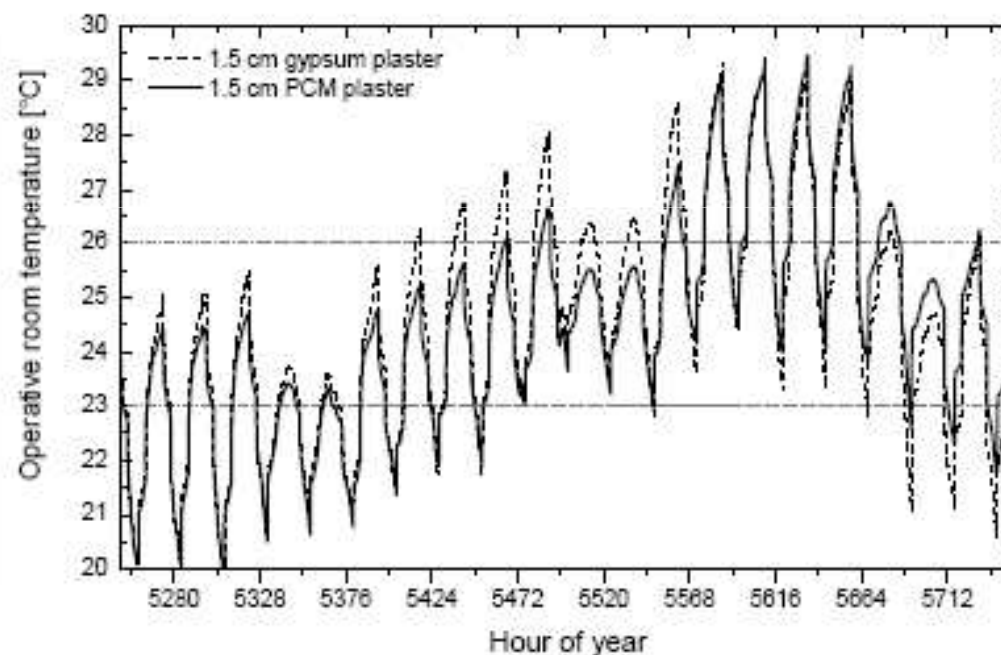
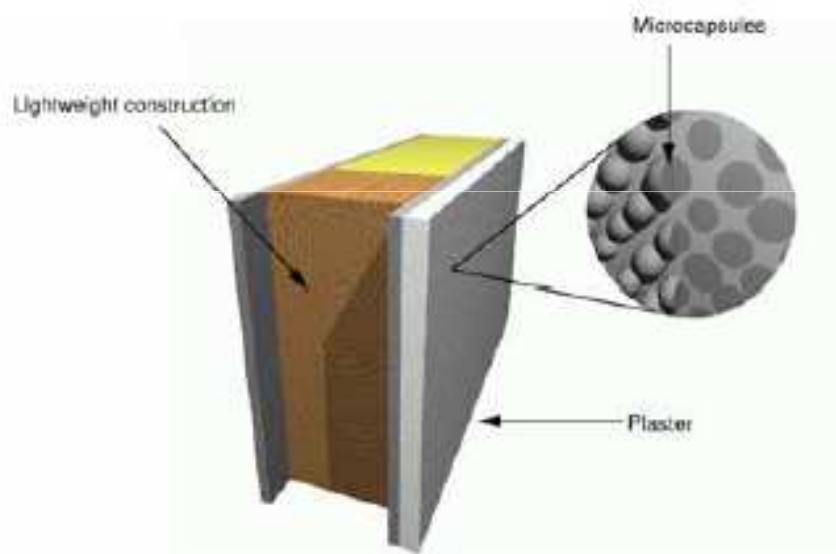
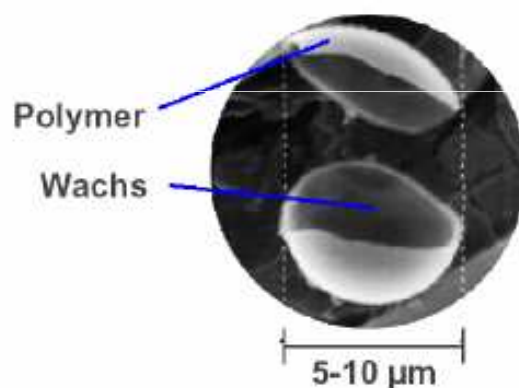
Aplikace - makropouzdra





Aplikace - mikropouzdra

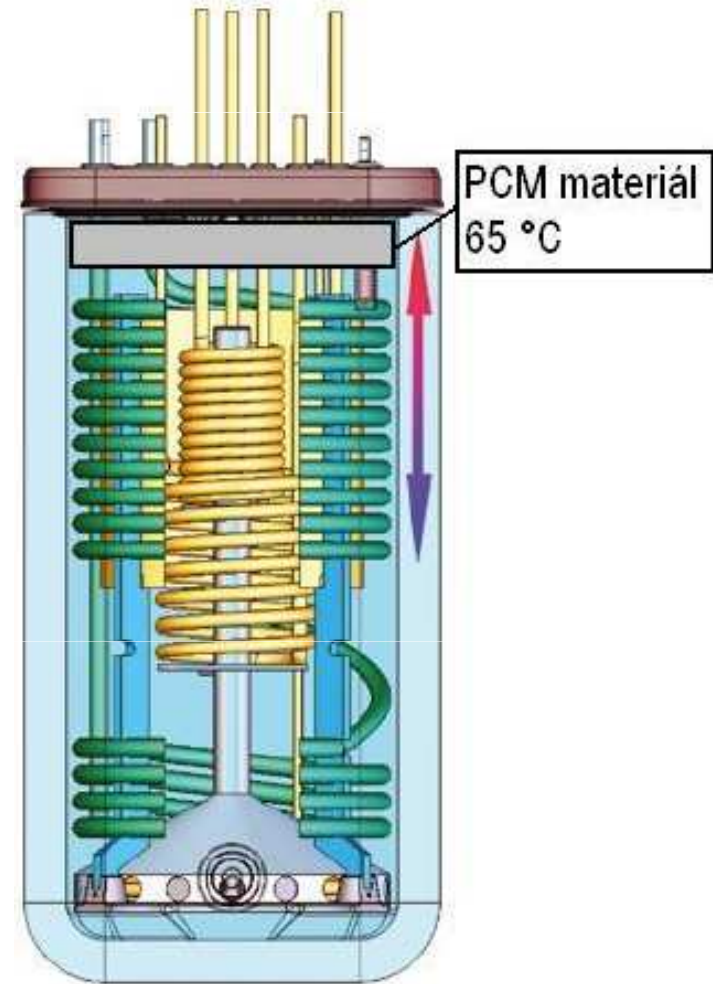
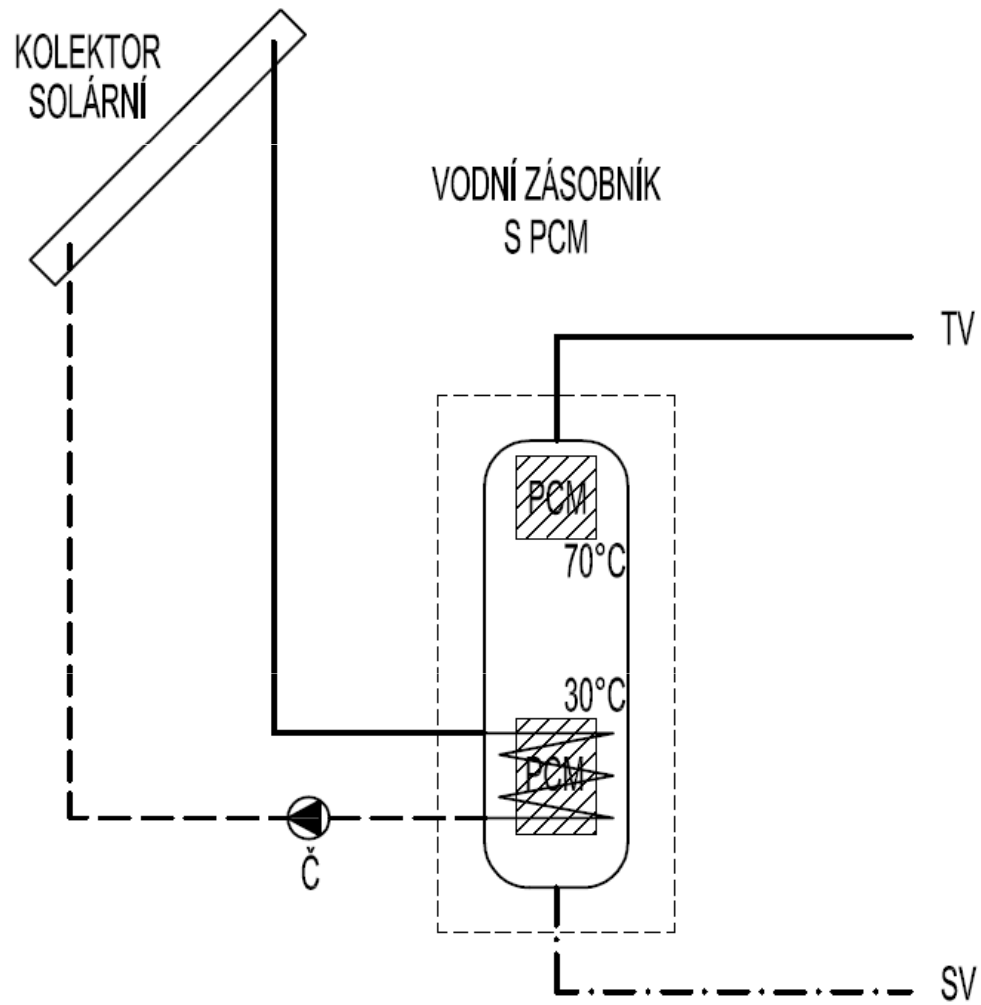
PCM kaly



finální vrstva stěn lehkých konstrukcí

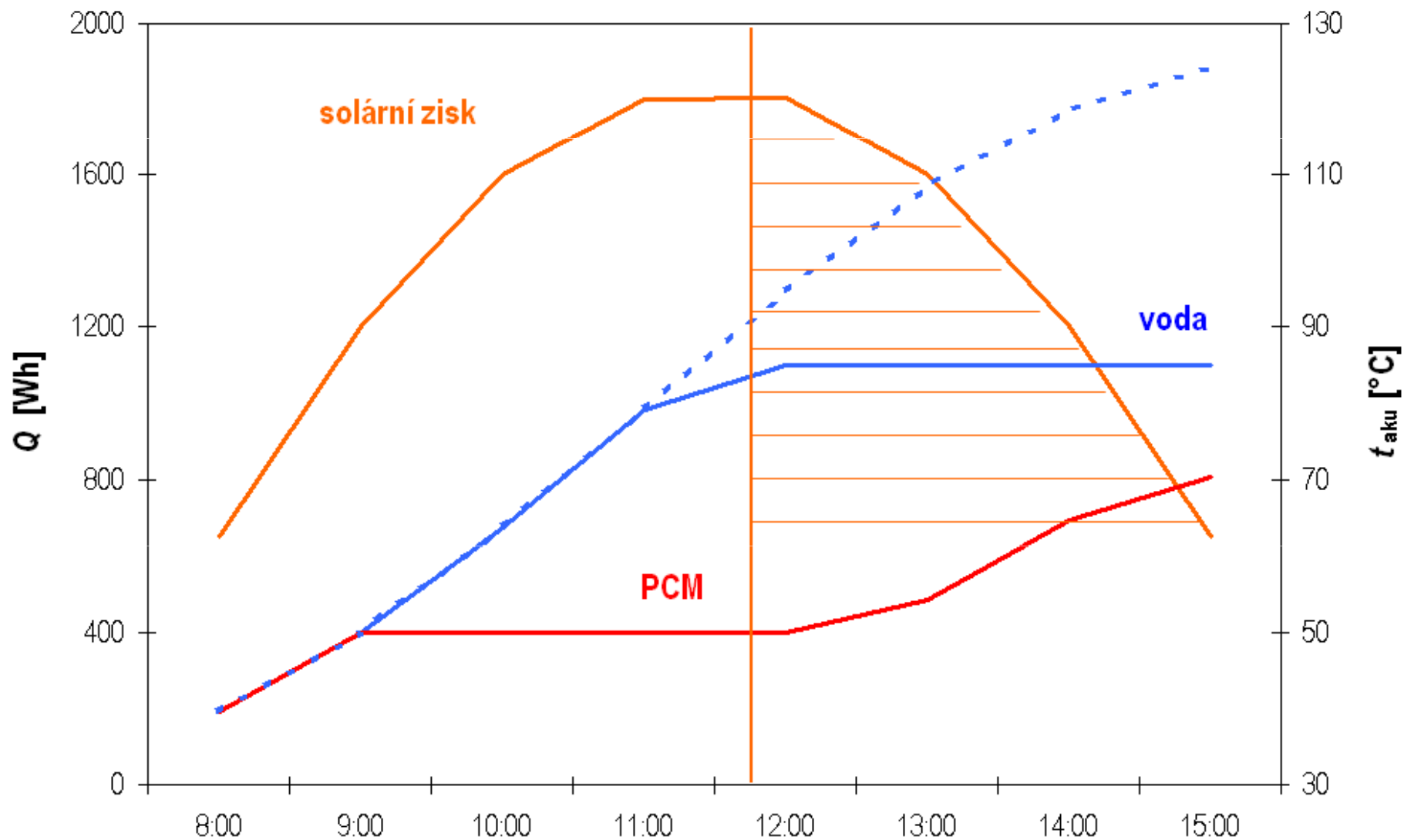


Využití PCM pro solární soustavy





Využití PCM pro solární soustavy





Děkuji za pozornost

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí

Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Technická 4, 166 07 Praha 6

tomas.matuska@fs.cvut.cz

Československá společnost pro
sluneční energii (národní sekce
ISES)

<http://www.solarnispolecnost.cz>

<http://www.solar-info.cz>



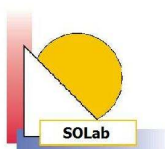
Solární laboratoř ÚTP FS ČVUT v Praze

<http://solab.fs.cvut.cz>



SOLAB

Solární laboratoř Ústavu techniky prostředí
Fakulty strojní ČVUT v Praze



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 2011"

Praha, květen 2011

SOLÁRNÍ KONCEPCE PO SVĚTOVÉ ROPNÉ KRIZI 1973

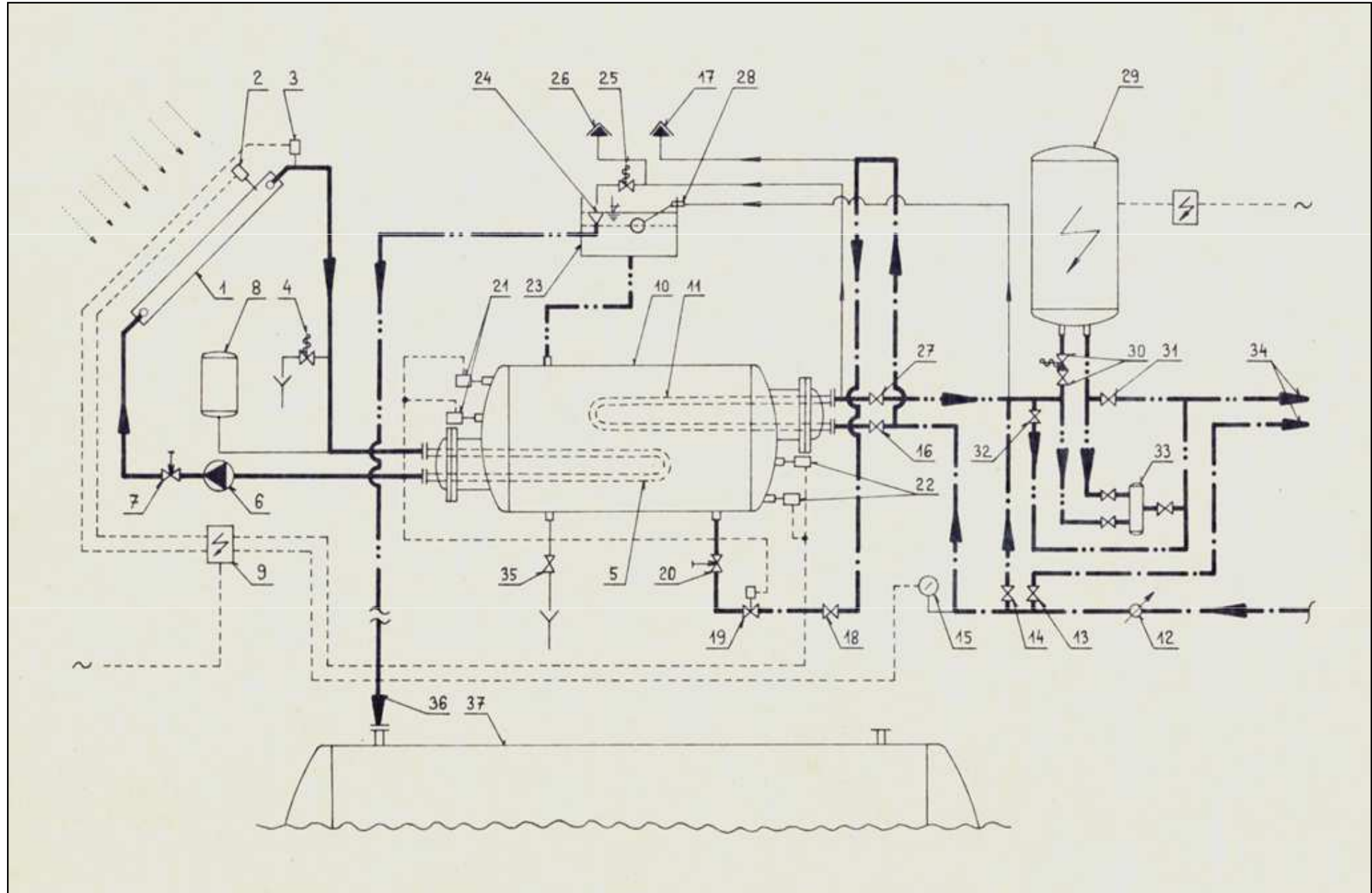
- **Dotované ceny energií nemotivovaly využívání SE v RD**
- **Pro průmyslové podniky byly každoročně vydávány státní cílové programy pro úsporu paliv a energií, které byly určitou motivací využívání SE**
- **Pro jednotná zemědělská družstva bylo využití SE vítané, investovala z vlastních prostředků**
- **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**

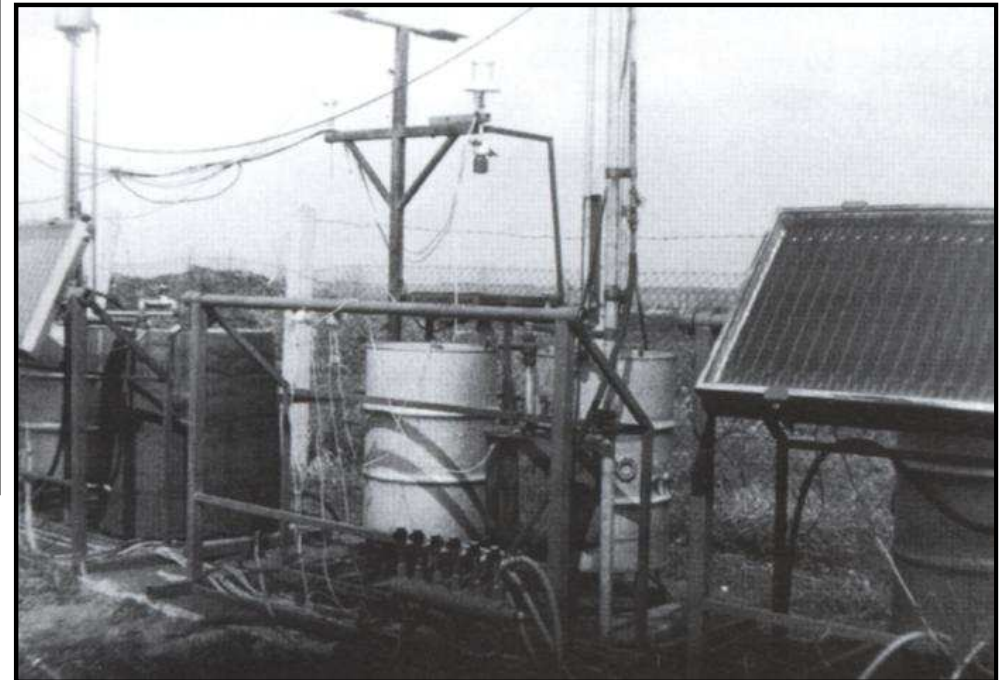
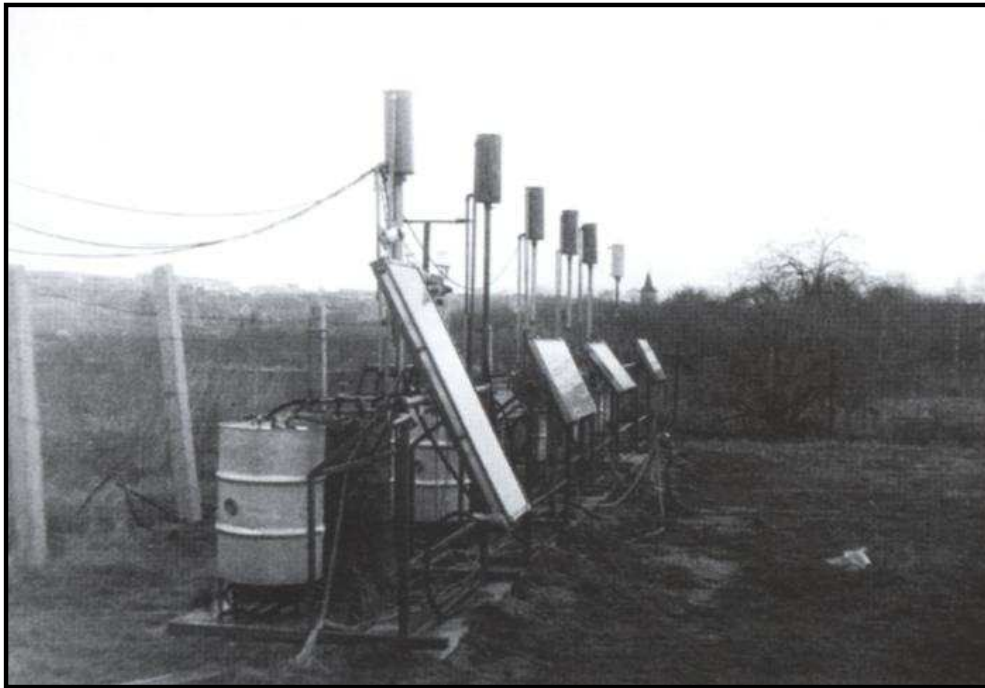


☐ Pokusné zařízení Sluneční domek Ondřejov



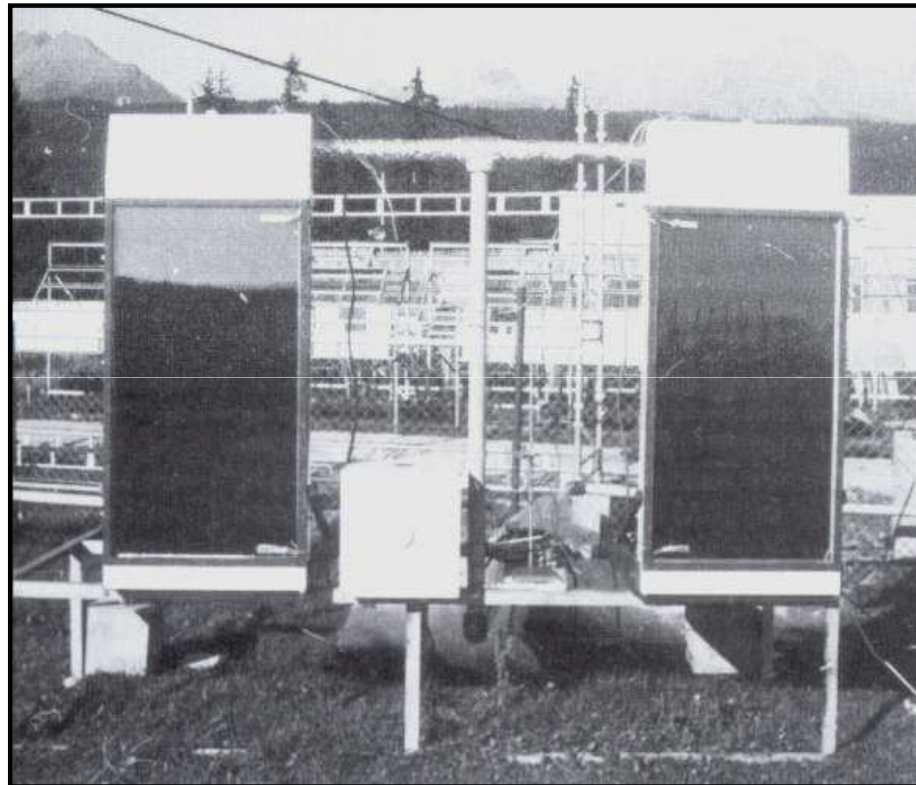
ZKOUŠENÍ KAPAL. KOLEKTORŮ

- 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 proháněn 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

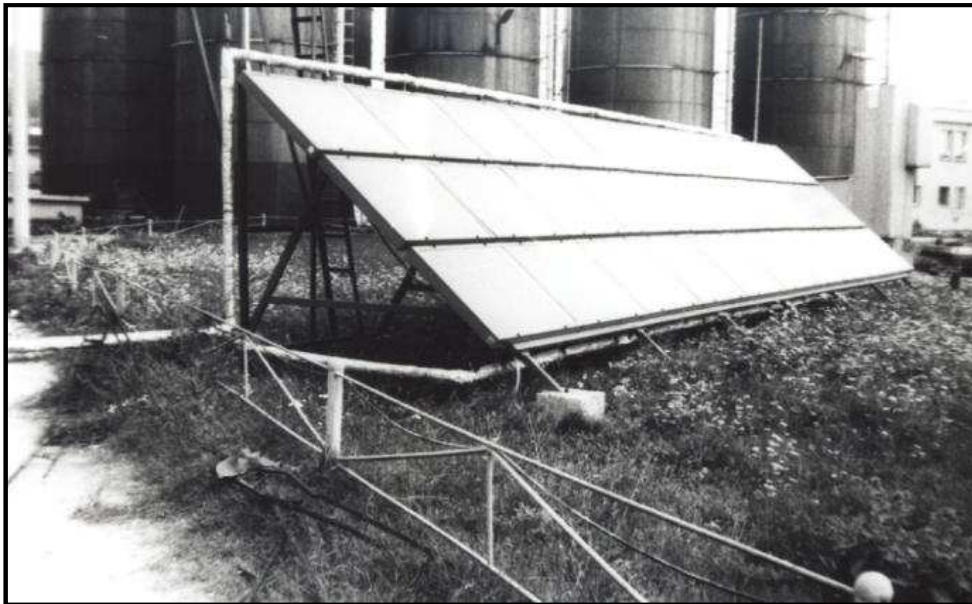
- **SALK MODUL 32**
Výstava Země živitelka, České Budějovice



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

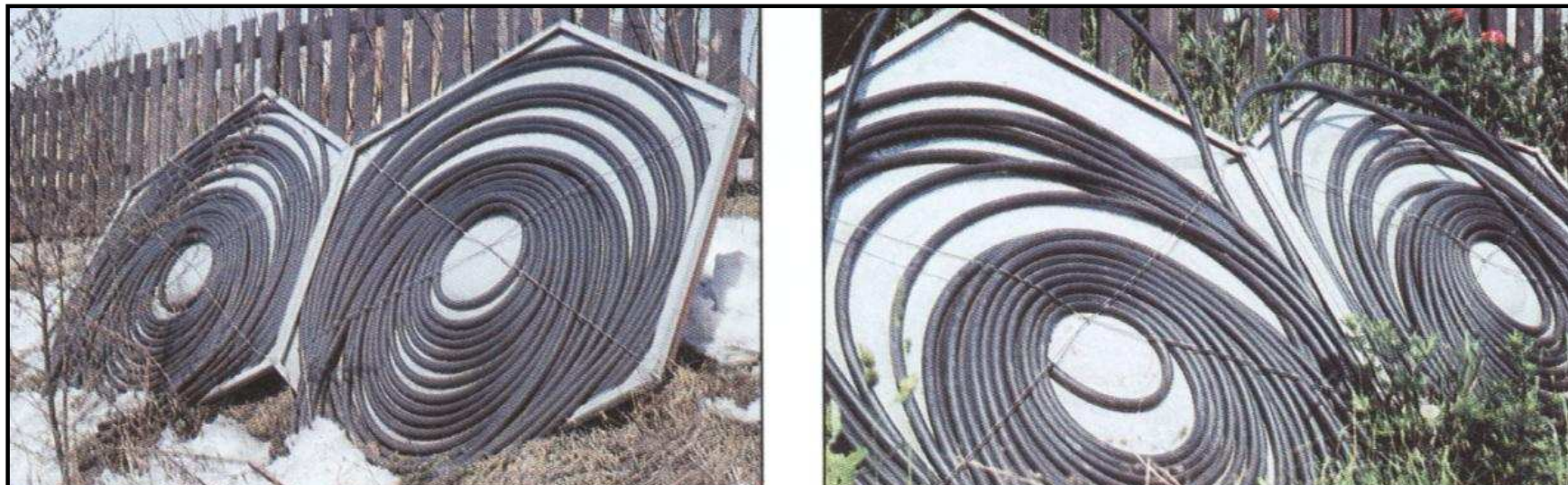


DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

▣ Hadicové absorběry

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 Agrokomplexu Nitra 1987

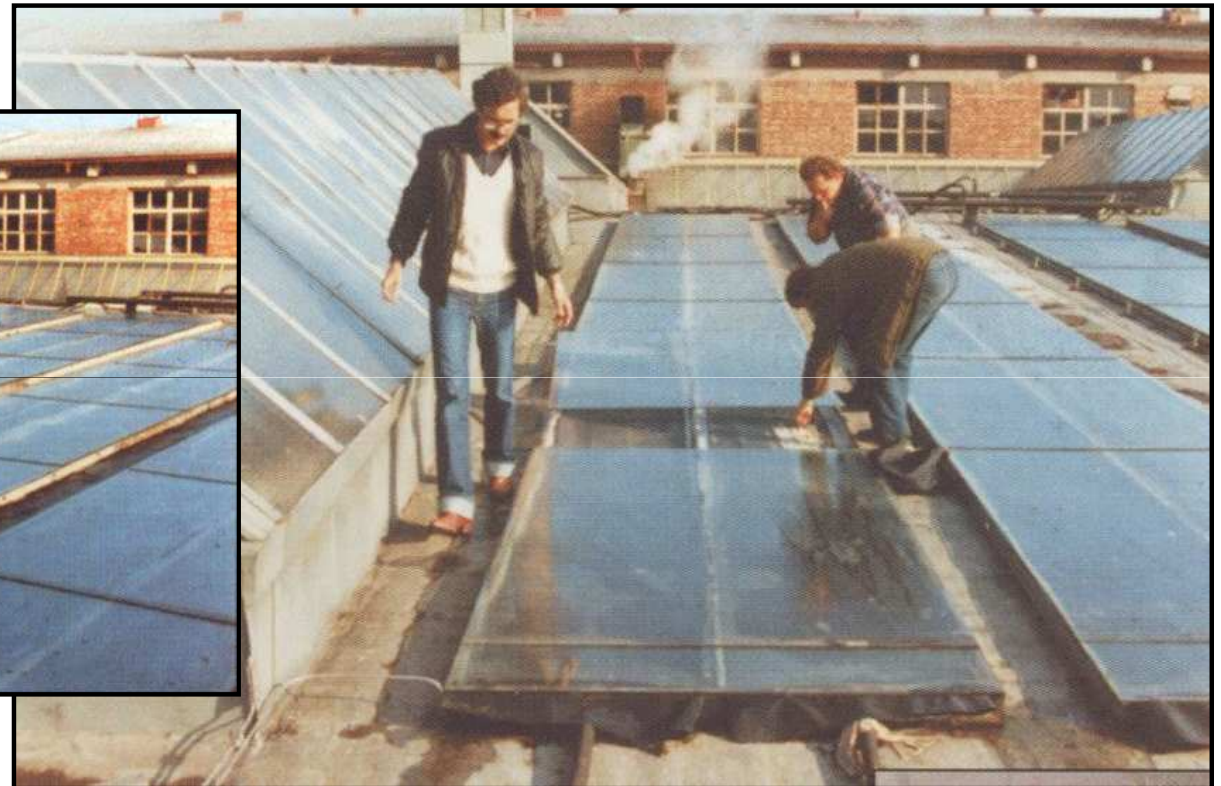


DALŠÍ TYPY KOLEKTORŮ

□ 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 šterbinového absorberu
 - 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 $2 \times 400 \text{ m}^2$ jako vzduchový solární kolektor
- soustava kanálů v základové betonové desce o rozloze 2400 m^2
- stejná deska mohla být v letním období předchlazena nočním vzduchem a využita ve dne k ochlazování větracího vzduchu



REALIZOVANÉ PROJEKTY

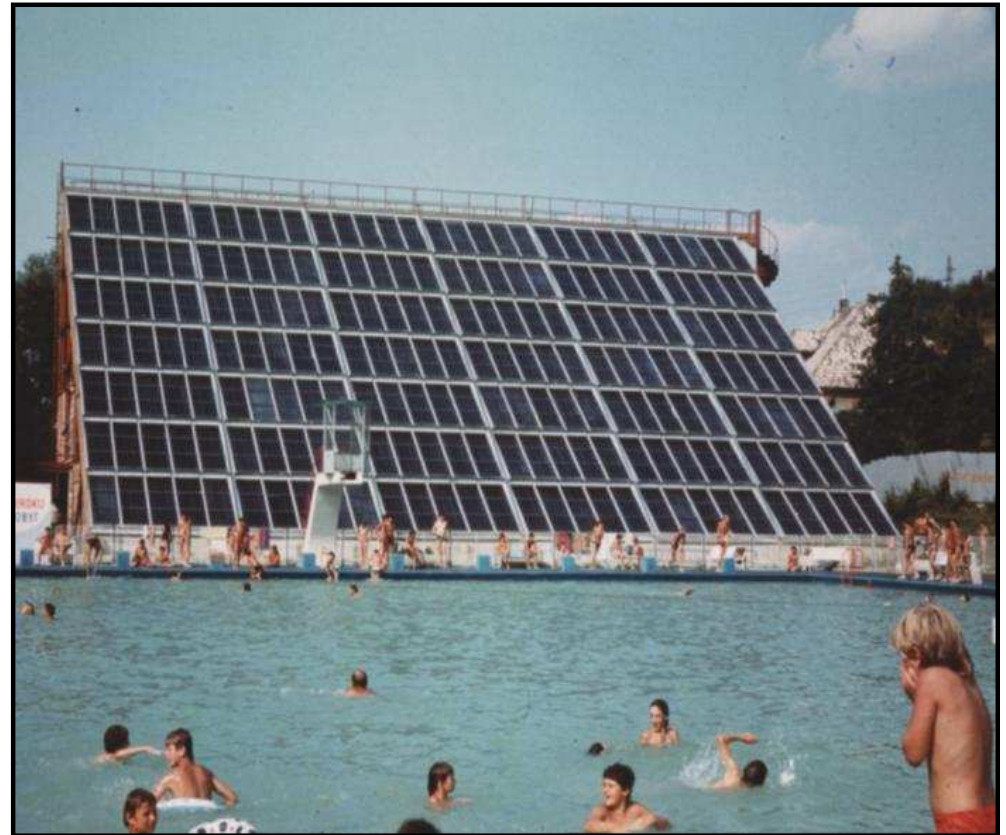
□ Koupaliště Rusava u Holýšova

- 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 m² (dnes 559,7 m²), později následovalo (1985-86) koupaliště Nereshnica s 578 m².



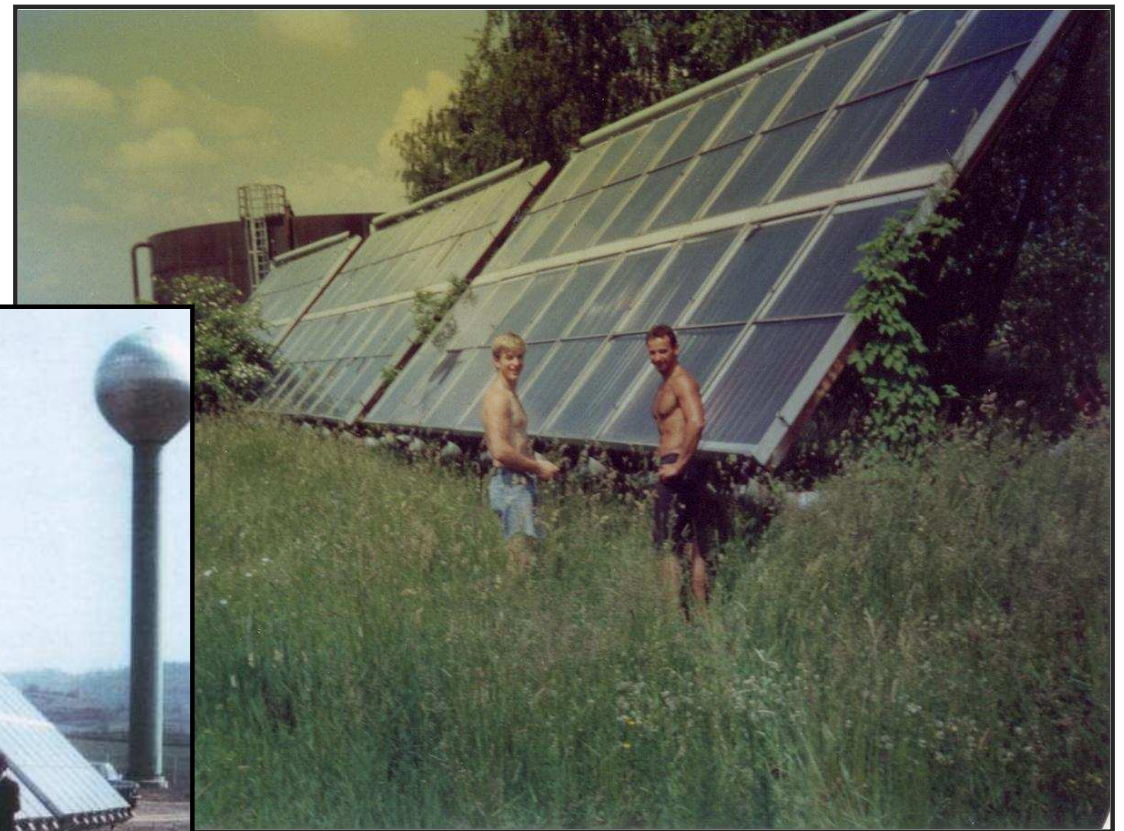
REALIZOVANÉ PROJEKTY

- **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**
 - příprava TV pro velkou dojírnu
 - 3 typizované moduly po 16 kolektorech SALK 2.1
 - demontáž 2007



REALIZOVANÉ PROJEKTY

- **Kúpalisko Drienok Mošovce, 1992**
 - bazén 1378 m³
 - celková plocha kolektorů 363 m²
 - 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 střеше



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



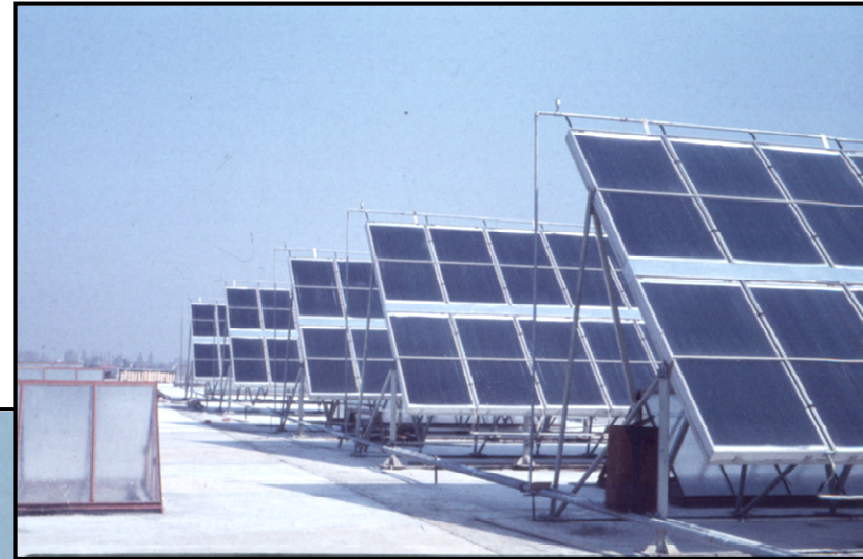
DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- 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**
měřicí stanice kolektorů



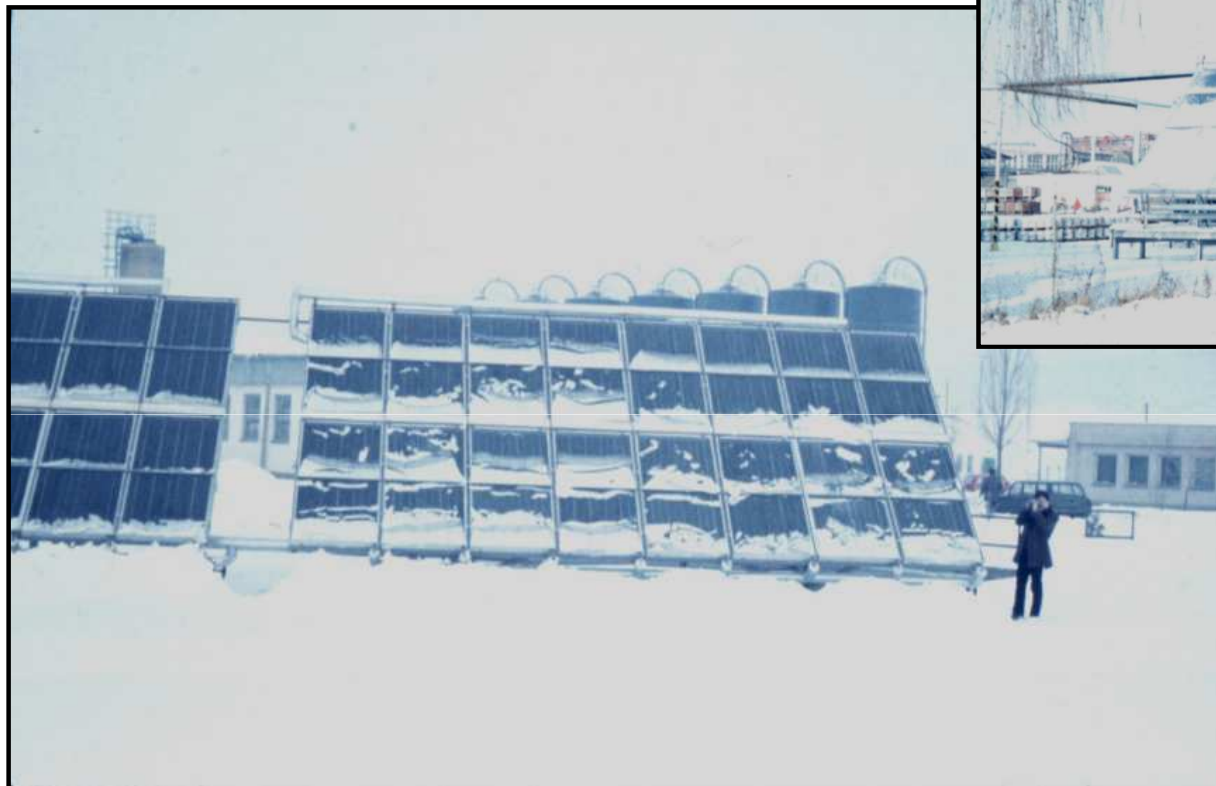
DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- Ocelové konstrukce Nováky



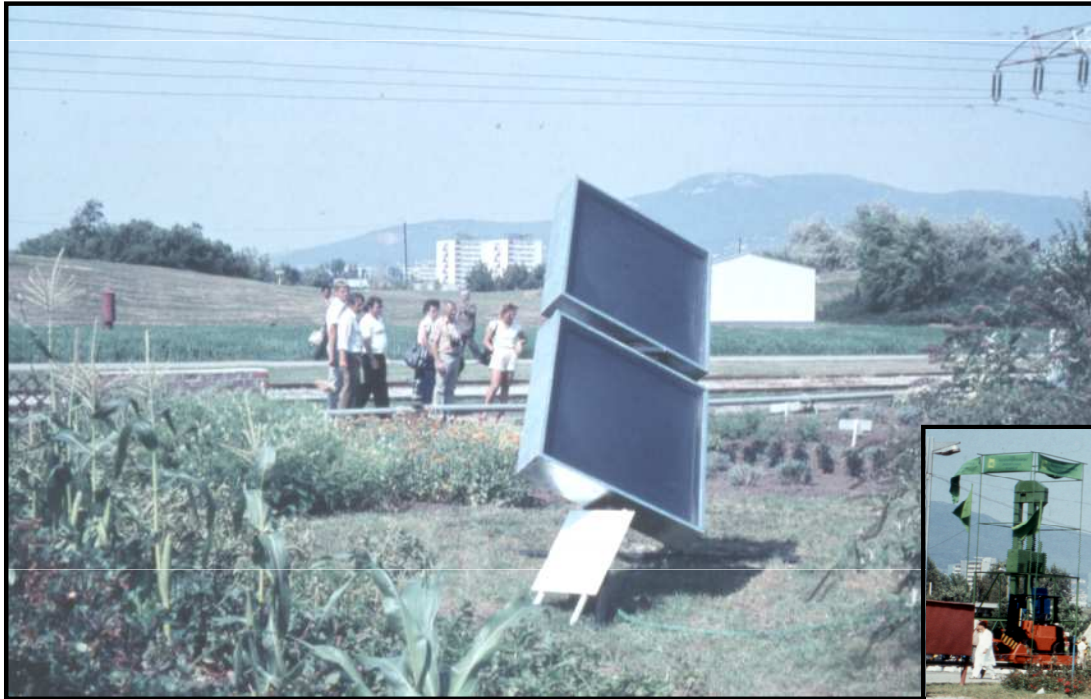
DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- Sjíždění sněhu Pliešovce, Uherské Hradiště
vypovídá o stavu zavzdušnění



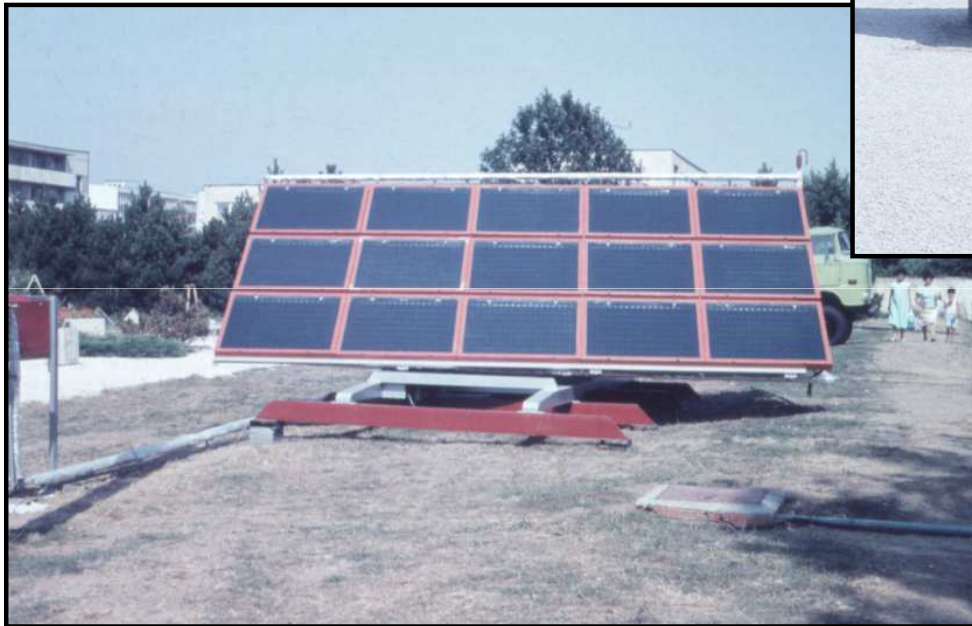
DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- Agrokomples Nitra 1987-8, I.



DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

Agrokomplex Nitra 1987-8, II.



DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- Stavokombinát Liberec



DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- **Montostroj Bratislava**



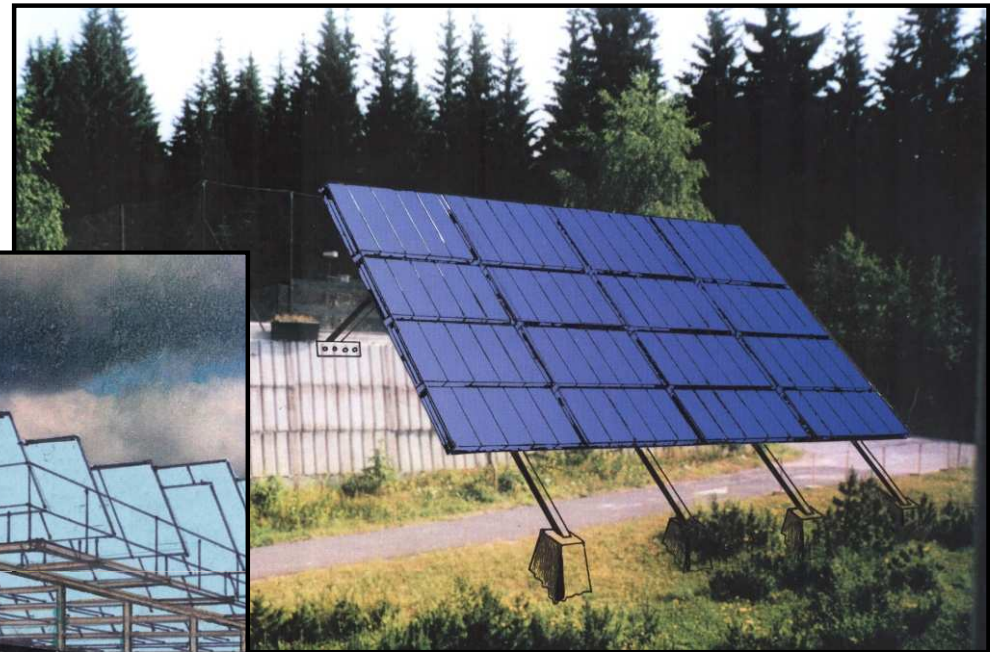
DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- Univerzální nosná konstrukce kolektorů na terénu



DALŠÍ TYPY REALIZACÍ

- Nerealizované zajímavé vizualizace



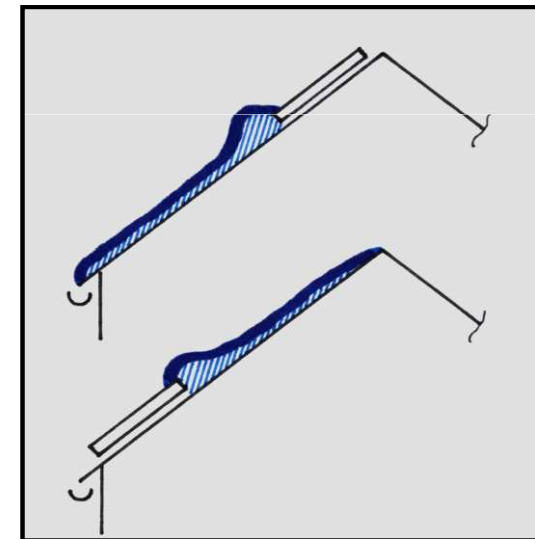
ŽIVOTNOST KOLEKTORŮ

- 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

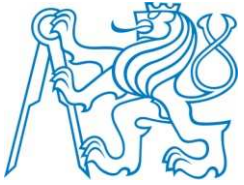


Děkuji za pozornost

**... 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

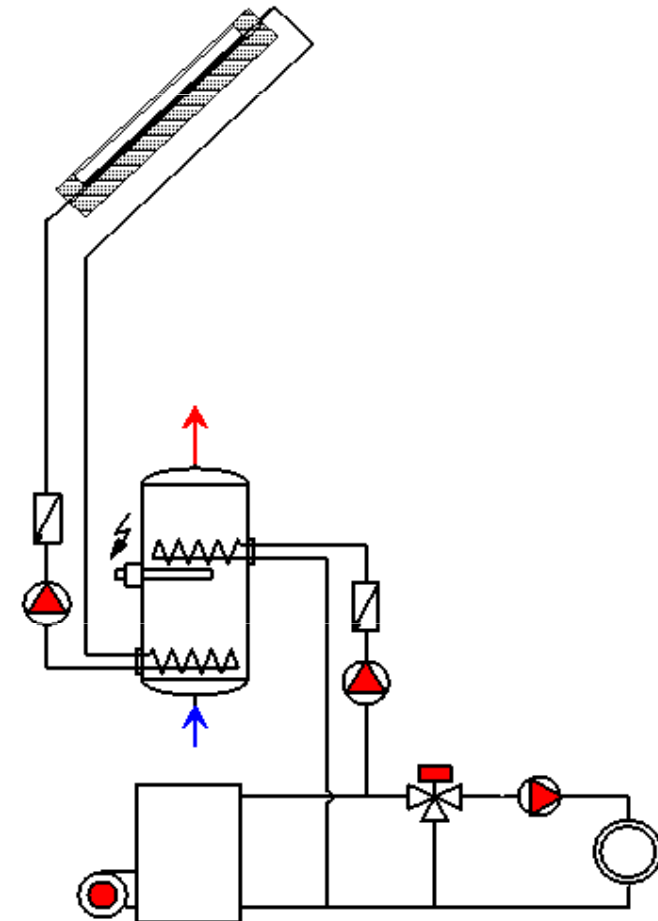


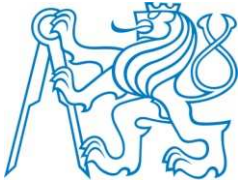
Solární soustavy základní parametry potřeba tepla

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí

Fakulta strojní, ČVUT v Praze





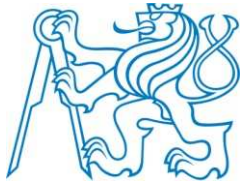
Aktivní solární soustavy

- soustavy pro ohřev bazénové vody (do 35 °C)
- soustavy pro přípravu teplé vody (do 70 °C)
- kombinované soustavy pro přípravu teplé vody a vytápění (do 80 °C)
- soustavy pro CZT s různým stupněm akumulace (sezónní)
- solární chlazení a klimatizace (do 150 °C)
- průmyslové solární soustavy (technologické teplo do 250 °C)
- solární tepelné elektrárny (vysokoteplotní, 300 až 600 °C)
- solární teplovzdušné soustavy (sušení, větrání)



Solární soustavy – podle plochy

- malé soustavy (< 20 m²)
 - rodinné domy, malé firmy, ...
- střední soustavy (< 200 m²)
 - zdravotnická a sociální zařízení, pečovatelské ústavy, sportovní zařízení a plovárny, hotely, školy s celoročním provozem, ...
- velké soustavy (> 200 m²)
 - soustavy centrálního zásobování teplem, výtopny pro sídliště (výhodná kombinace s biomasou), potravinářský a chemický průmysl, sportovní stadiony, ...

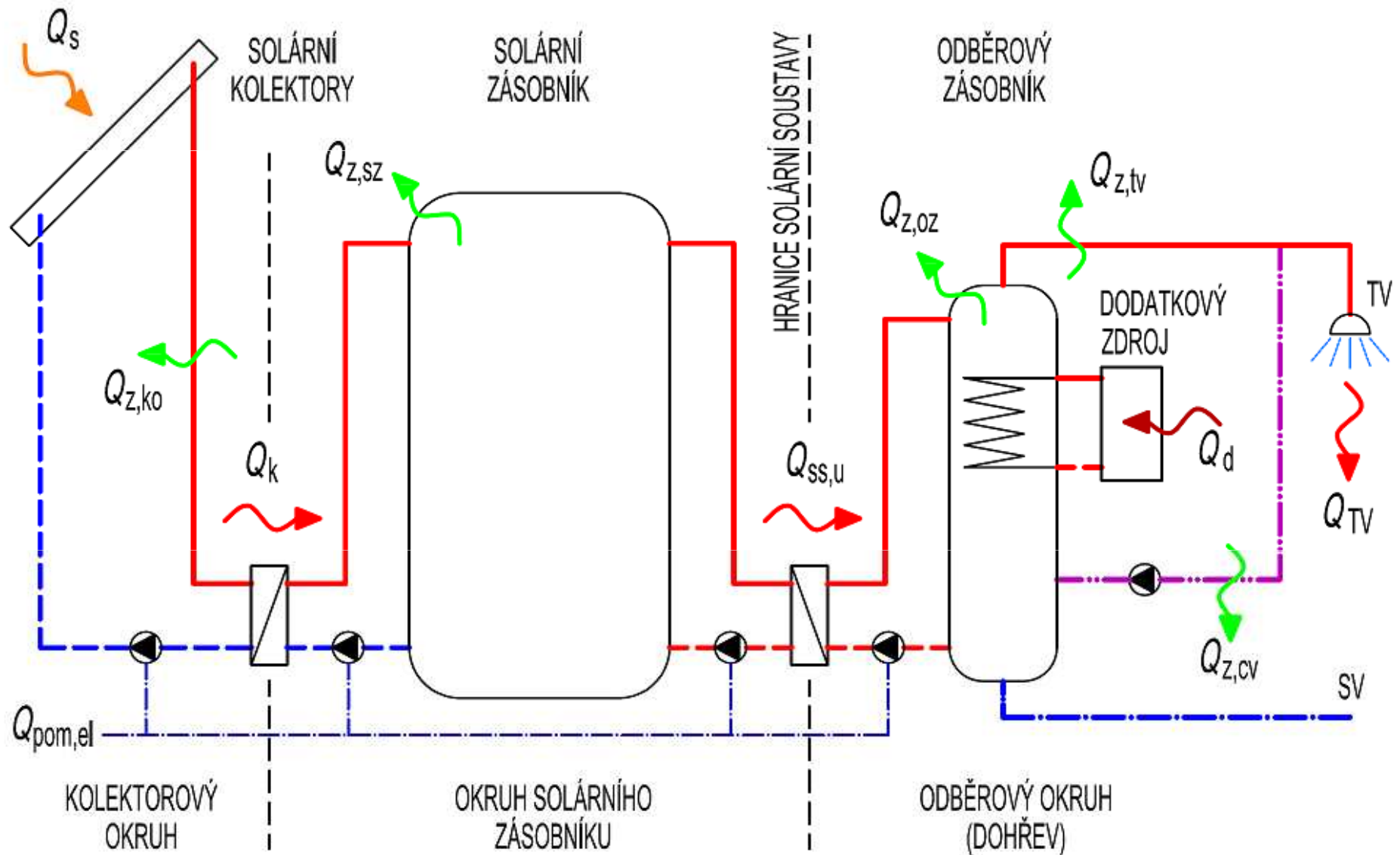


Solární soustavy – podle průtoku

- s vysokým průtokem (**high-flow**): **50 až 90 l/h.m²**
 - tradiční osvědčený provoz, pomalý náběh zásobníku, zvýšení teploty teplotnosné látky v kolektoru o **8 až 15 K**
- s nízkým průtokem (**low-flow**): **10 až 20 l/h.m²**
 - výrazně snížený průtok, zvýšení teploty **až o 50 K**, výhodné pouze ve spojení se stratifikačními zásobníky
 - malé dimenze, malé ztráty, sériové zapojení kolektorů
 - teplo o využitelné teplotě, snížení četnosti dohřevu, **vyšší energetické výnosy (o 5 až 20%)**
- s proměnným průtokem (**matched-flow**) **10 až 40 l/h.m²**
 - optimalizace provozu soustavy, např. regulace na konstantní výstupní teplotu



Bilance solární soustavy





Parametry solární soustavy

- **Roční solární zisk [kWh/rok]**
 - dodaný do solárního zásobníku Q_k
 - dodaný do odběru (spotřebiče) – využitý zisk soustavy $Q_{ss,u}$

- **Roční úspora energie Q_u [kWh/rok]**
 - závisí na skutečné **provozní účinnosti** nahrazovaného zdroje tepla η_{nz}
jak ji určit ? je známa?
 - spotřeba provozní el. energie pro pohon solární soustavy
 - podklad pro výpočet úspory primární energie, úspory emisí

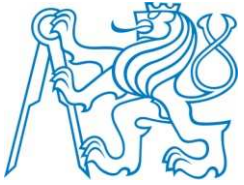


Parametry solární soustavy

- **Měrný roční solární zisk $q_{ss,u}$ [kWh/(m².rok)]**
 - vztažený k ploše apertury kolektoru A_a
 - měrná roční úspora nahrazované energie
 - ekonomické kritérium: úspora / m² x investice / m²
- **Solární pokrytí, solární podíl f [%]**

$f = 100 * \text{využitý zisk} / \text{potřeba tepla}$ (procentní krytí potřeby tepla)
- **Spotřeba pomocné elektrické energie $Q_{pom,el}$ [kWh/rok]**

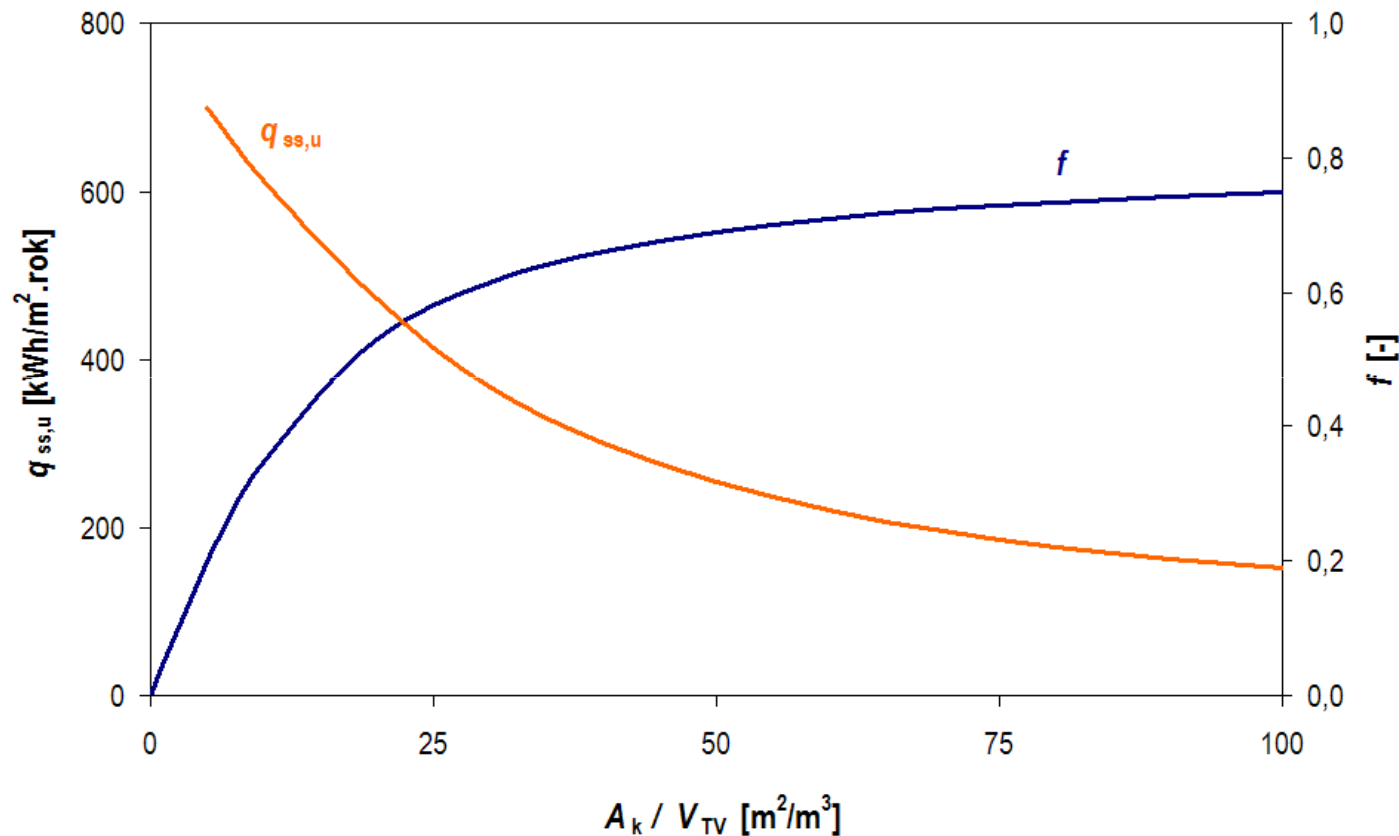
odhad: provoz 2000 h x příkon el. zařízení (čerpadla, pohony, reg.)
běžně **do 1 %** ze zisků ~ COP solární soustavy > 100

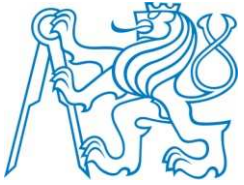


Solární soustavy – základní parametry

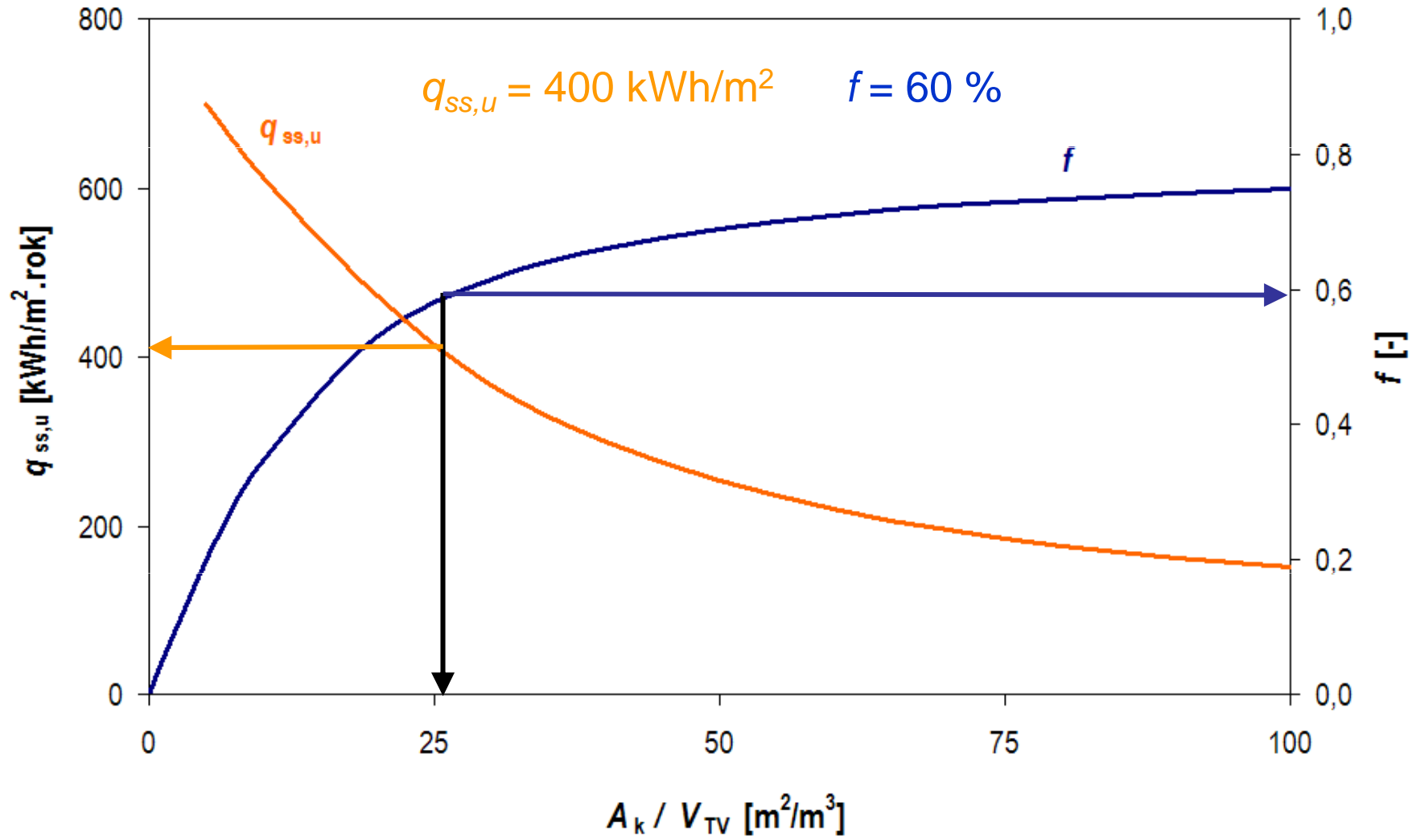
- měrné využité solární zisky $q_{ss,u}$ [kWh/m².rok]

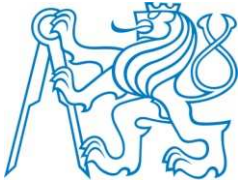
- solární podíl $f = \frac{Q_{ss,u}}{Q_{p,c}} = 1 - \frac{Q_d}{Q_{p,c}} = \frac{Q_{ss,u}}{Q_{s,u} + Q_d}$ [-]



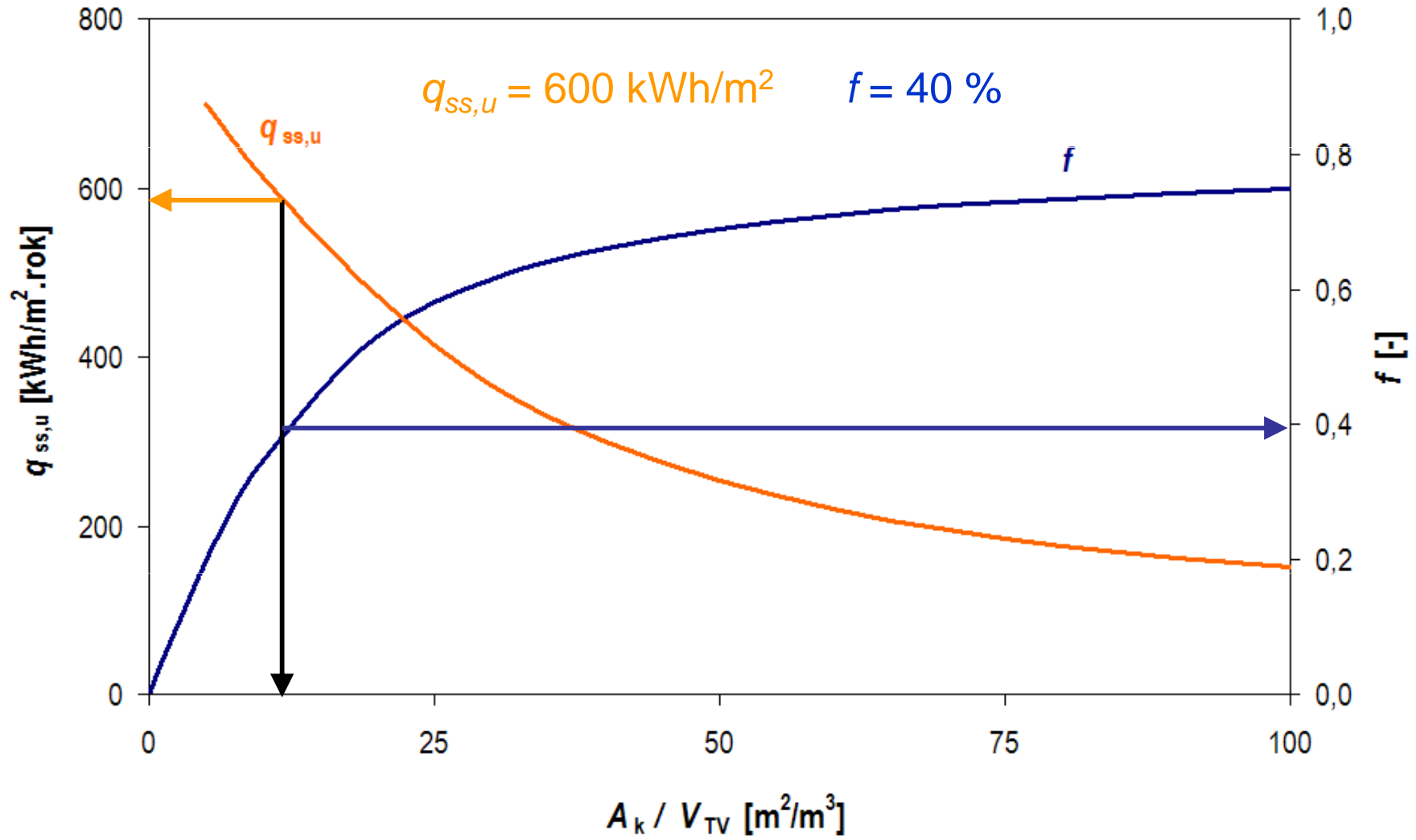


Bilance solární přípravy teplé vody



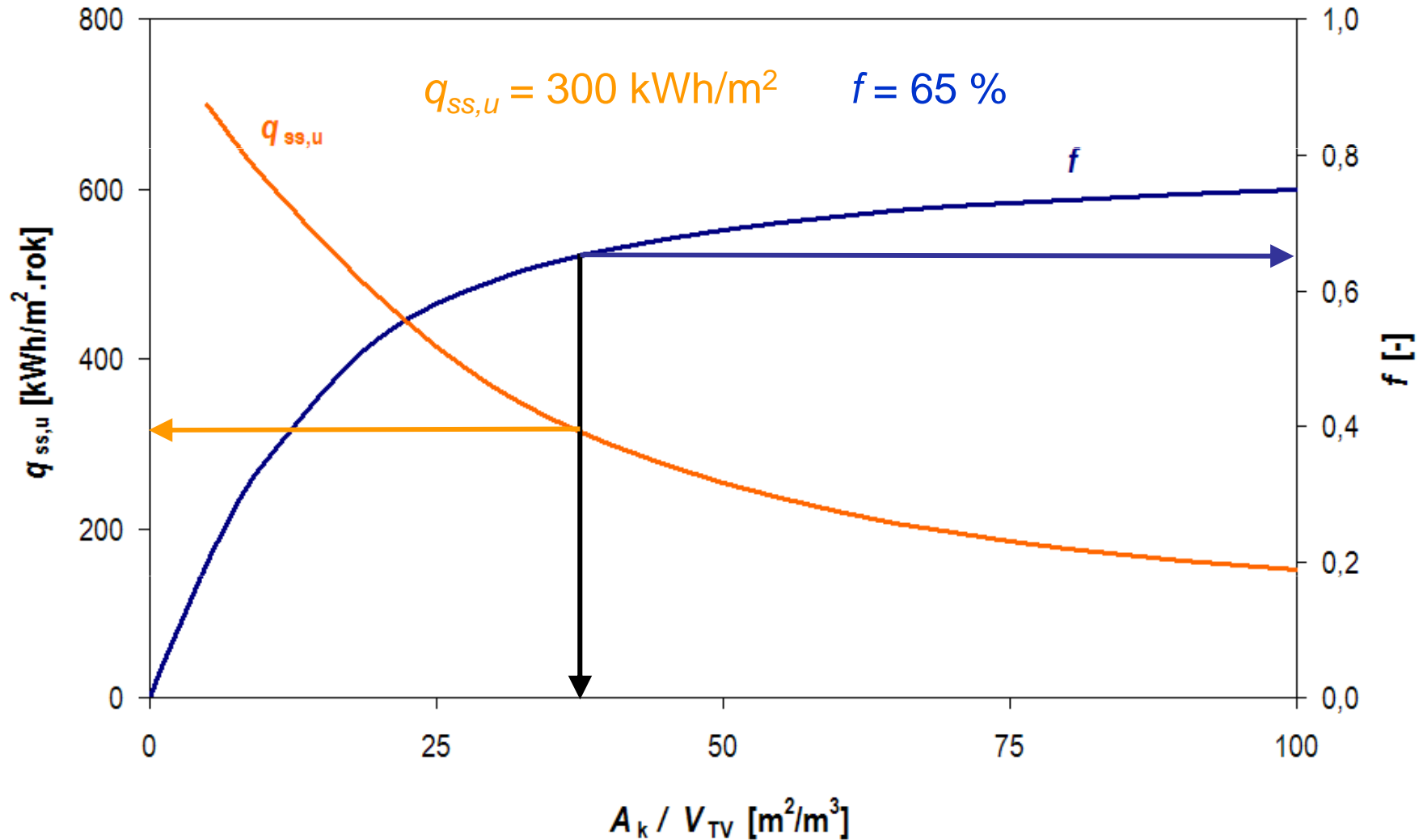


Bilance solární přípravy teplé vody

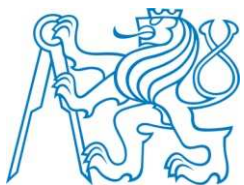




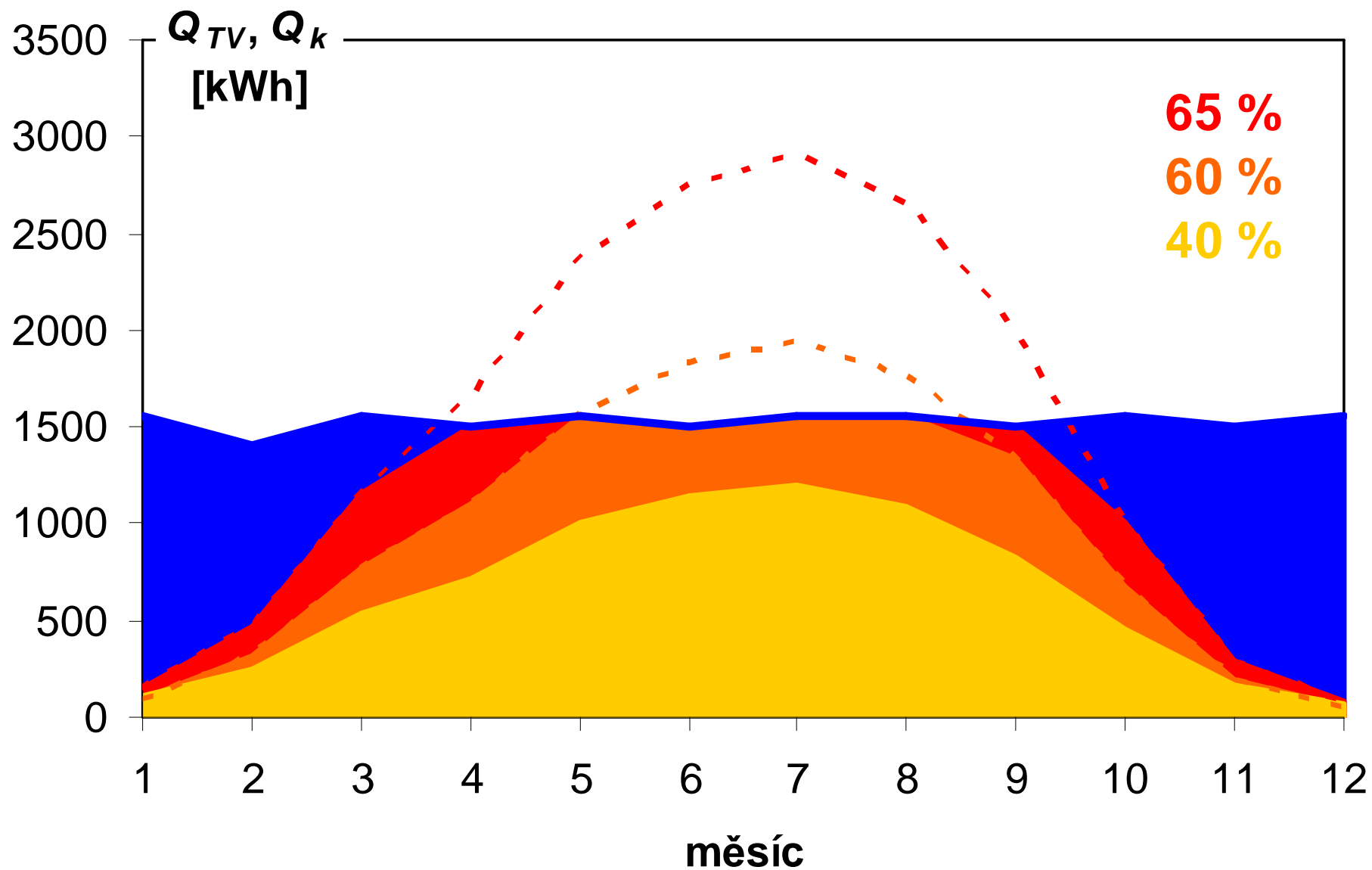
Bilance solární přípravy teplé vody

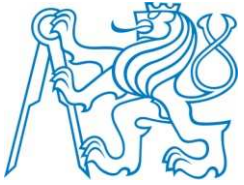


s rostoucím solárním pokrytím klesají měrné zisky soustavy



Bilance solární přípravy teplé vody





Solární soustavy pro přípravu TV

■ rodinné domy

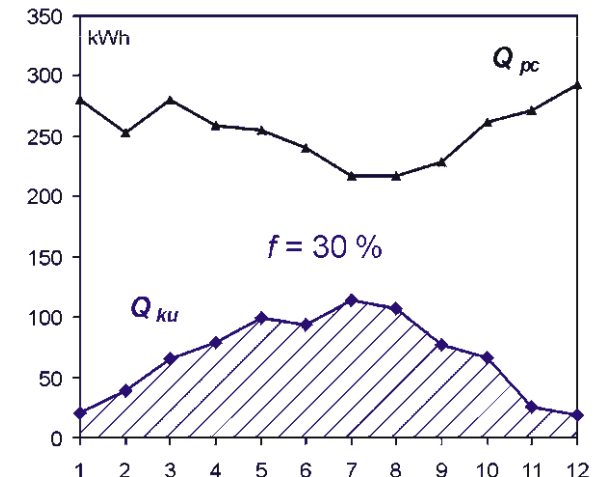
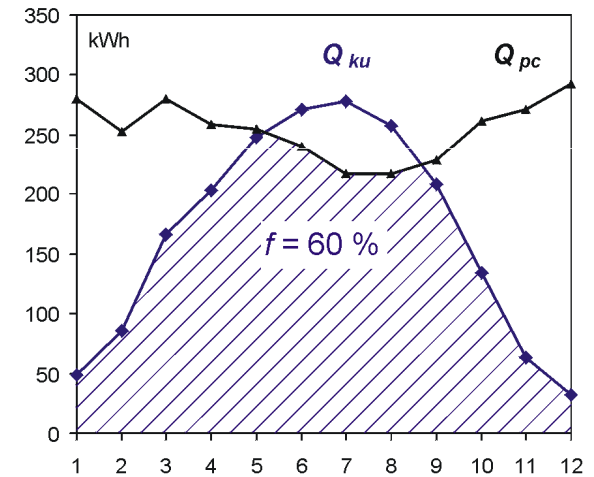
- (3 až 6 m²; 250 až 400 l), solární podíl 50 až 70 %
- solární zisky **300 až 400 kWh/m².rok**

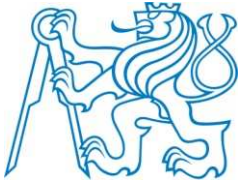
■ bytové domy, ústavy, hotely, ...

- (od 25 až 200 m²; 1 až 8 m³), solární podíl 40 až 50 %
- solární zisky **400 až 500 kWh/m².rok**

■ přehřev teplé vody

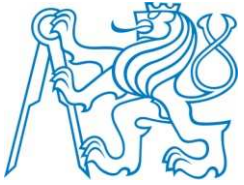
- solární podíl 20 až 40 %
- solární zisky **500 až 600 kWh/m².rok**





Ohřev bazénové vody

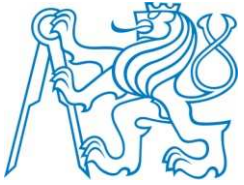
- celoroční využití – kryté bazény
- sezónní využití – otevřené, venkovní bazény
- pokrytí tepelných ztrát z hladiny bazénu, ohřev přiváděné čerstvé vody
- bazén jako akumulátor tepla
- kombinace přípravy teplé vody a ohřevu bazénové vody
- solární zisky nad **500 kWh/m².rok**



Navrhování solárních soustav

- snížení **spotřeby tepla** - úsporná opatření provádět jako první
- analyzovat skutečnou **spotřebu tepla**
- návrh solární soustavy

- **předimenzovaná solární soustava:**
 - zbytečně vysoká investice
 - nízké zisky, špatné ekonomické parametry
 - problematický provoz



Potřeba tepla

- celková potřeba tepla $Q_{p,c}$ v daném období (den, měsíc), která má být kryta solární soustavou (nebo její část $f \cdot Q_{pc}$)
 - vlastní potřeba tepla v dané aplikaci Q_p
 - tepelné ztráty soustavy (rozvody, zásobník) v daném období Q_z
 - detailní výpočet
 - paušální přírážka
- potřeba tepla na přípravu teplé vody $Q_{p,TV}$
- potřeba tepla na vytápění $Q_{p,VYT}$



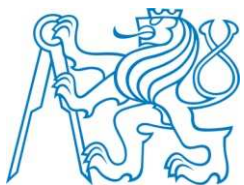
Příprava teplé vody

- **zásadně:** úsporná opatření provést před návrhem solární soustavy
 - úsporné výtokové armatury
 - individuální měření spotřeby teplé vody
 - minimalizace délky rozvodů teplé vody
 - omezení tepelných ztrát rozvodů teplé vody a cirkulace
 - omezení běhu cirkulace teplé vody na nezbytné minimum časové spínání, spínání podle teploty
 - hydraulické vyvážení dlouhých a větvených tras

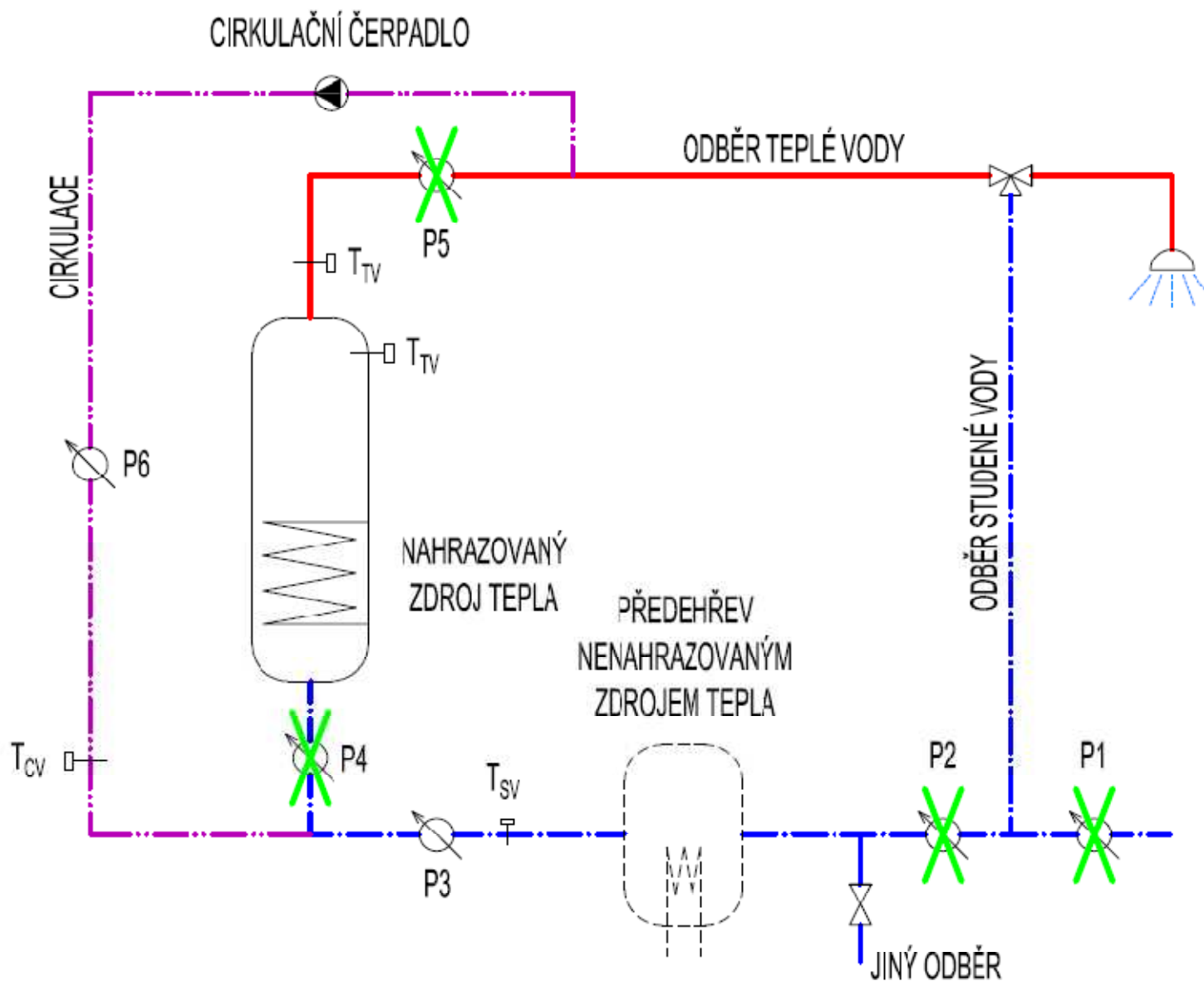


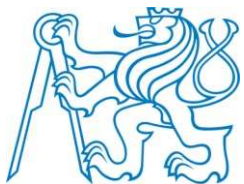
Potřeba teplé vody

- **stávající budovy:**
 - dodané teplo na patě objektu, nebo zásobníku, včetně cirkulace
 - celoroční údaje o spotřebovaném množství TV se zohledněním teploty SV a TV, ztráty odhadem
 - měření energie zdroje pro přípravu TV, např. spotřeba plynu, **odhad provozní účinnosti zdroje tepla (!)**
 - alespoň týdenní měření průběhu spotřeby teplé vody

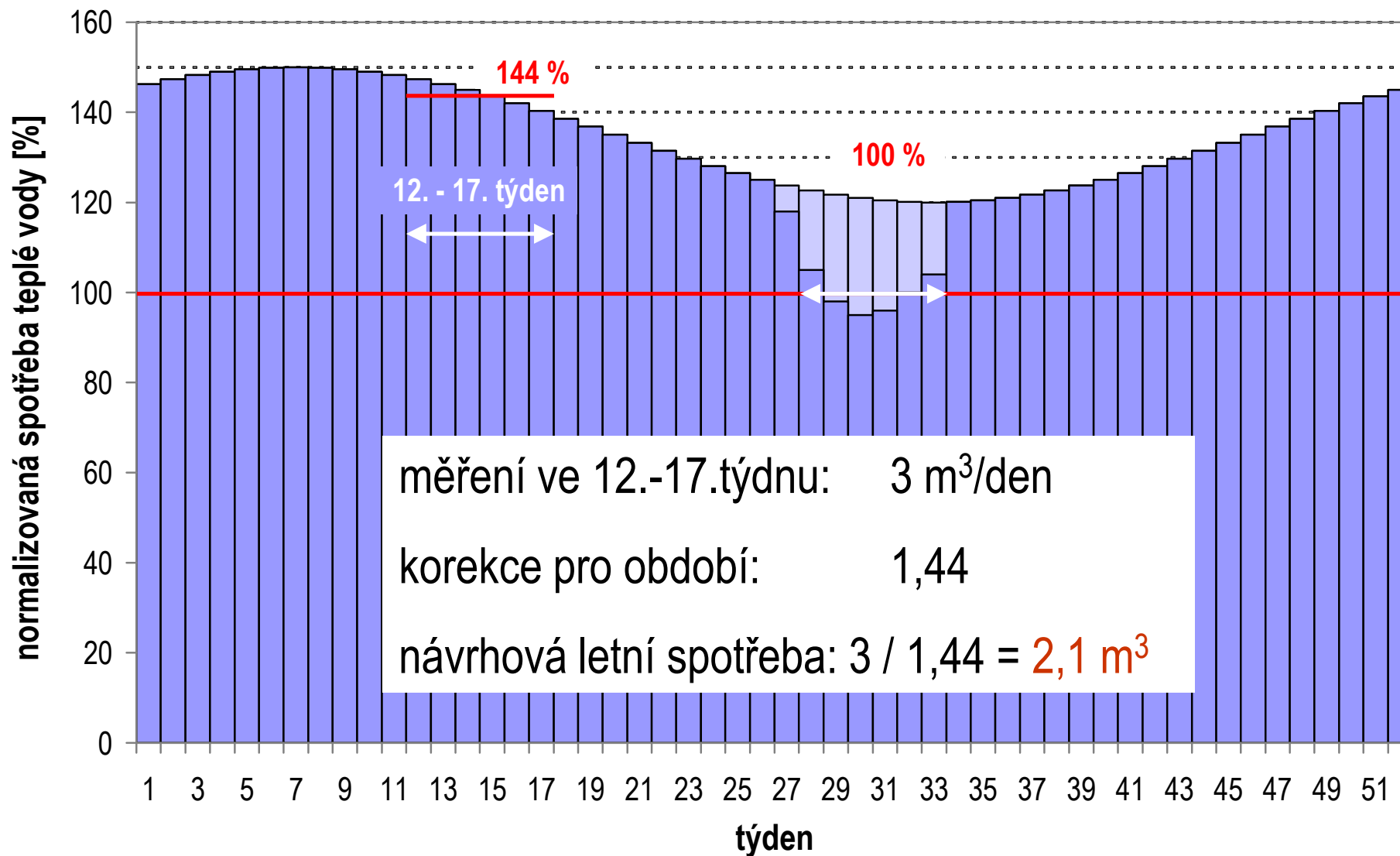


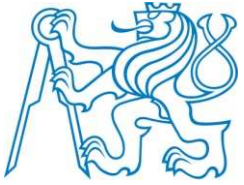
Měření spotřeby tepla na přípravu TV





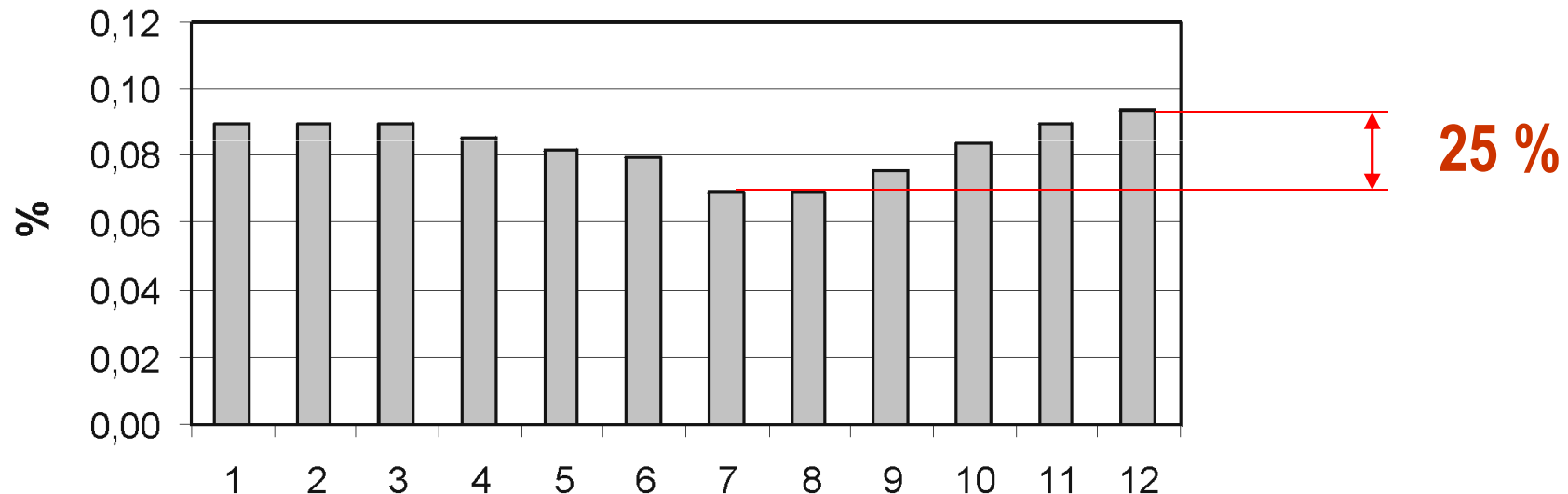
Vyhodnocení krátkodobého měření

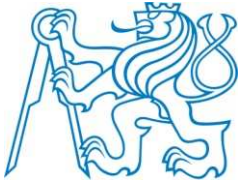




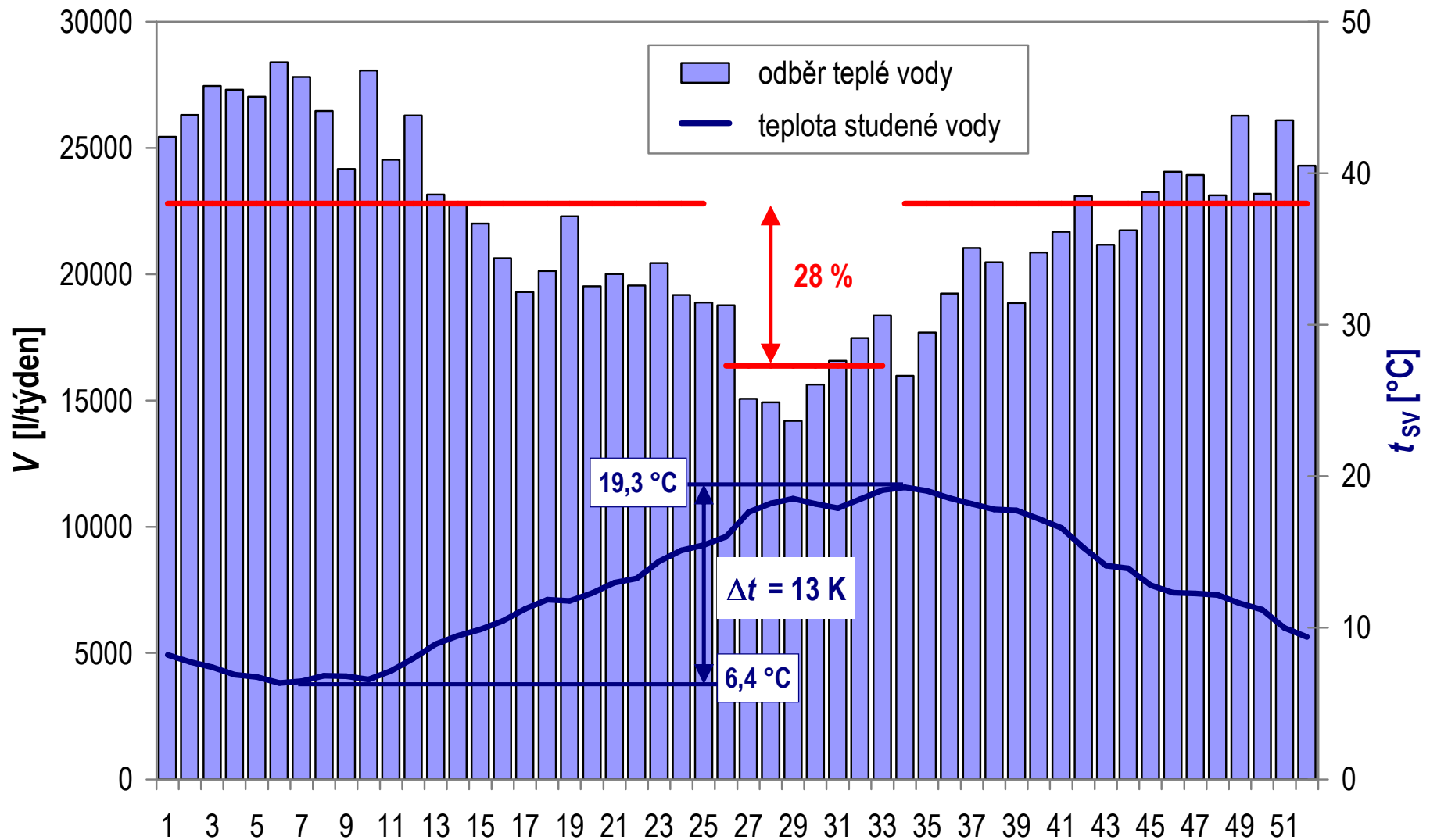
Profil potřeby tepla na přípravu TV

- **letní pokles (bytové domy) oproti zimnímu období:**
 - školní prázdniny, dovolená
 - vyšší teplota studené vody
 - chování uživatelů (letní sprcha, zimní vana)





Měření v BD Stodůlky





Potřeba teplé vody

- **novostavby:**
 - nejsou k dispozici reálná data
 - směrné hodnoty z literatury

obytné domy (60 / 15 °C)	
nízký standard	10 až 20 l/os.den
střední standard	20 až 40 l/os.den
vysoký standard	40 až 80 l/os.den

ENERGO 2004:
49 l/os.den, vč. ztrát

další údaje lze nalézt v ČSN EN 15316-3-1, VDI 2067-4, Sešit projektanta Solární tepelné soustavy

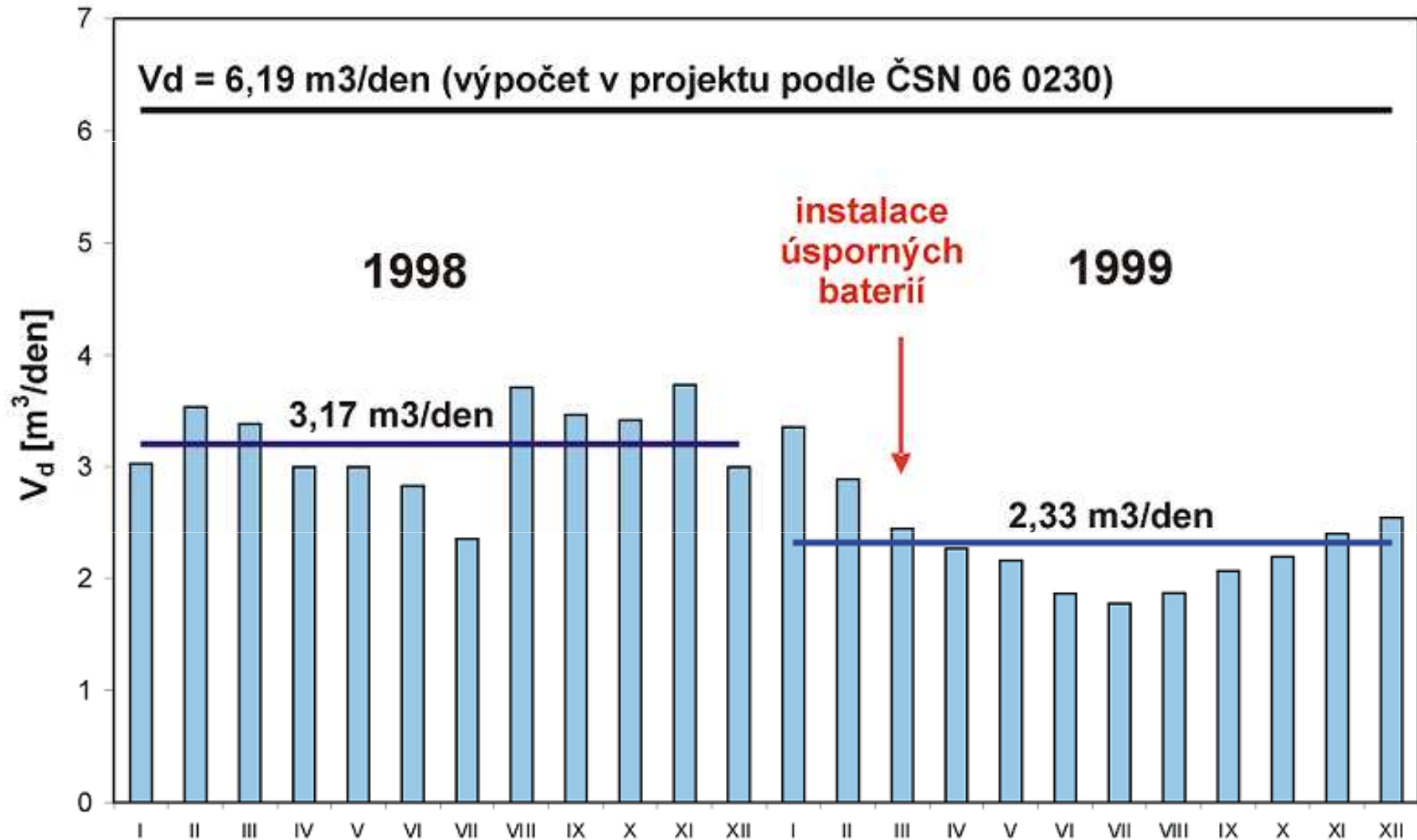


Potřeba teplé vody (ČSN 06 0320)

- **zásadně nepoužívat** údaje o potřebě TV z normy ČSN 06 0320 – Ohřívání užitkové vody – Navrhování a projektování
82 l/os.den (55 / 10 °C); 4,3 kWh/os.den
- norma je určena pro návrh objemu a tepelného příkonu ohřivače (vyhovět i extrémním podmínkám)
- nevhodné pro návrh solárních soustav
 - předimenzované plochy vedou k četným odstávkám zvláště během léta
 - primární okruh pracuje s vysokou provozní teplotou
 - nízká účinnost solárních kolektorů
 - vysoké tepelné ztráty rozvodů a solárních zásobníků

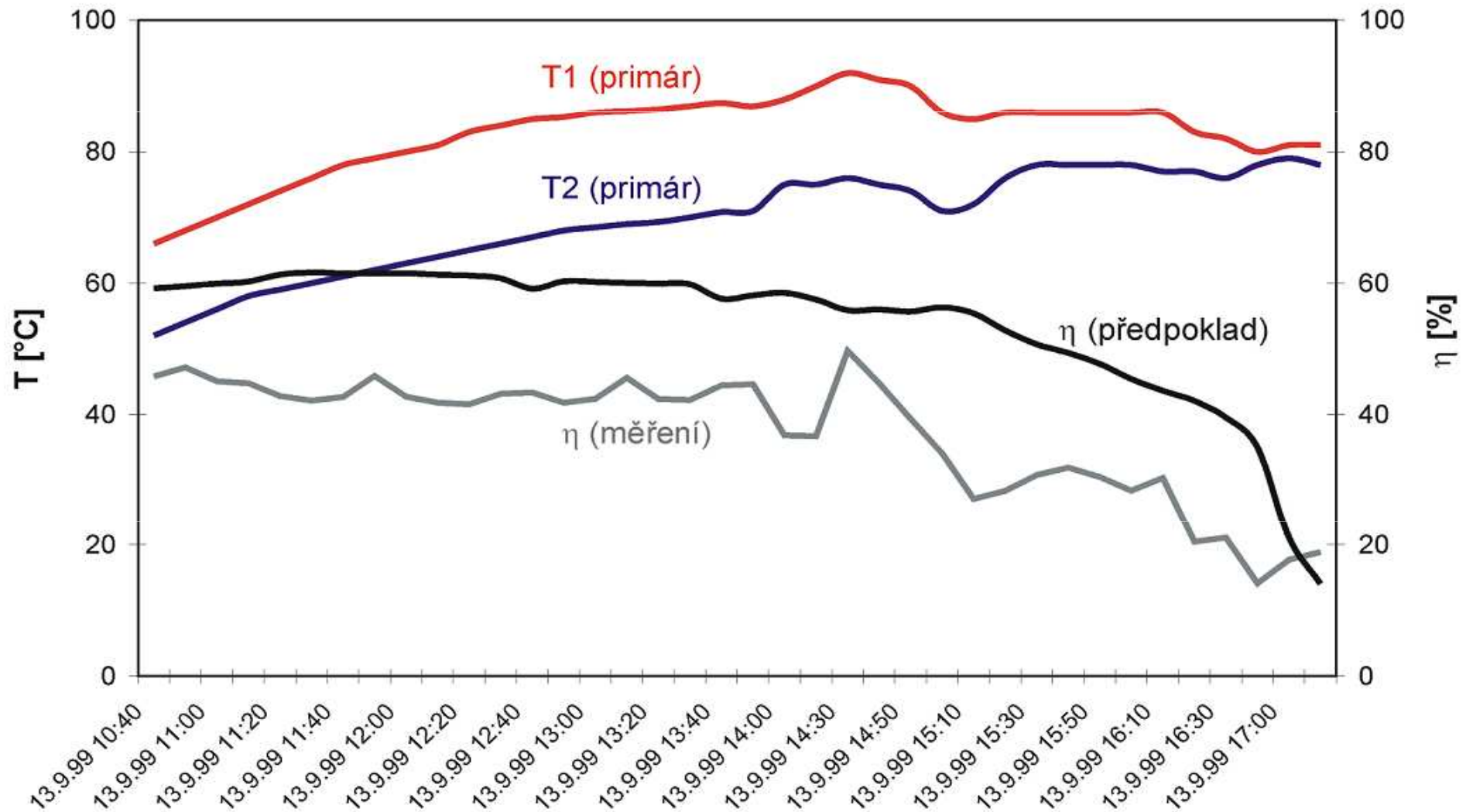


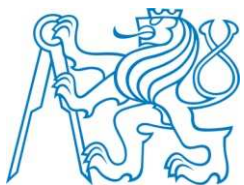
Předimenzovaná soustava





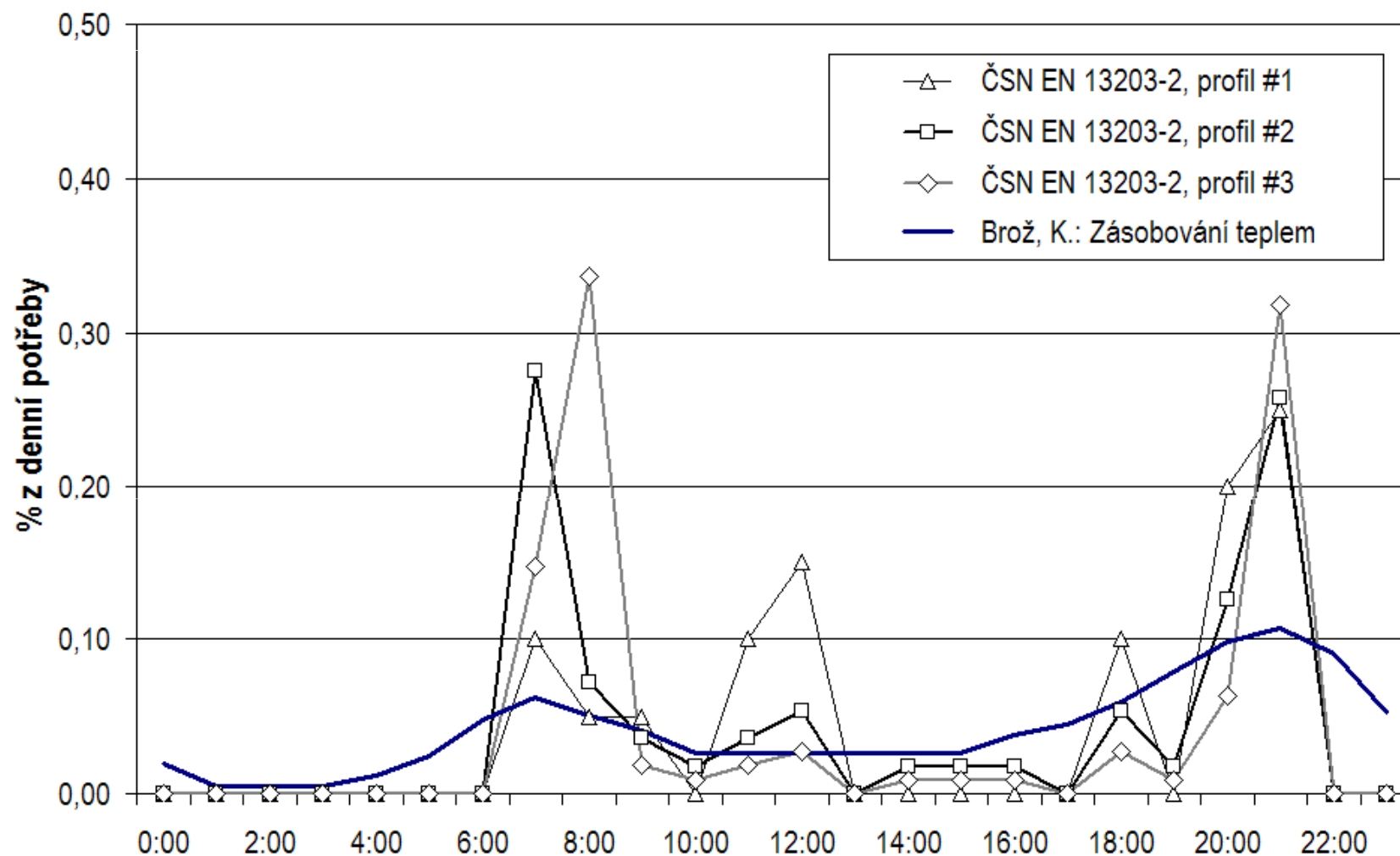
Předimenzovaná soustava





Profil potřeby teplé vody

- denní profil (hodinové simulace, simulační softwary)





Denní potřeba tepla na ohřev TV

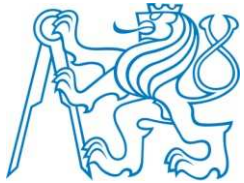
$$Q_{TV} = \frac{V_{TV,den} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{TV} - t_{SV})}{3,6 \times 10^6}$$

$V_{TV,den}$	průměrná denní potřeba teplé vody	[m ³ /den]
ρ	hustota vody	998 kg/m ³
c	měrná tepelná kapacita vody	4187 J/kg.K
t_{SV}	teplota studené vody	15 °C
t_{TV}	teplota teplé vody	60 °C



Tepelné ztráty přípravy TV

- **denní tepelná ztráta $Q_{z,TV}$**
 - vlastní přípravy TV (zásobníky, ohřívač)
 - rozvod teplé vody (TV, CV)
- **výpočet podle norem** (precizní, ale komplikovaný, náročný na vstupní údaje, součinitele U , délky rozvodů)
 - ČSN EN 15316-3-2: rozvody TV a CV (využití denních profilů odběru, běhu CV)
 - ČSN EN 15316-3-3: příprava, zásobníky (využití denních profilů odběru, využití denních profilů nabíjení)
- **simulační výpočet** (náročný na vstupní údaje, součinitele U , délky rozvodů)
 - pouze některé simulační programy, hydraulické schéma rozvodů teplé vody



Tepelné ztráty přípravy TV

- paušální přírážka

$$Q_{p,c} = Q_{p,TV} = Q_{TV} + Q_{z,TV} = (1 + z) \cdot Q_{TV}$$

Typ přípravy TV	z
Lokální průtokový ohřev	0,00
Centrální zásobníkový ohřev bez cirkulace	0,15
Centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací	0,30
Centrální zásobníkový ohřev s neřízenou cirkulací	1,00
CZT, příprava TV s meziobjektovými přípojkami, TV, CV	> 2,00



Příprava TV a vytápění

- **kombinované** soustavy pro přípravu teplé vody a vytápění
 - snížení spotřeby tepla na přípravu teplé vody (viz uvedené)
 - snížení spotřeby tepla na vytápění:
nízkoenergetické a energeticky pasivní domy
 - nízkoteplotní otopné plochy (teplotní spád 45/35 °C):
podlahové a stěnové vytápění, teplovzdušné vytápění
 - vhodná návaznost na ostatní zdroje tepla a technologie v budově včetně regulace
 - možnost využití letních přebytků tepla z kolektorů
 - vhodná orientace a sklon (70 - 90°)



Potřeba tepla na vytápění

- **ČSN EN ISO 13790** – Energetická náročnost budov – Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení

měsíční bilance, hodinová bilance, bilance za otopnou sezónu

- tepelná ztráta prostupem a větráním
- vnitřní tepelné zisky (osoby, spotřebiče)
- solární zisky s ohledem na světové strany průsvitných konstrukcí
- stupeň využití tepelných zisků na základě akumulární schopnosti objektu (výpočet tepelné kapacity, časové konstanty)
- zohlednění speciálních konstrukcí (stínění oken, Trombeho stěna, aj.)

náročné na vstupní data – výsledky v dobré shodě s poč. simulacemi



Potřeba tepla na vytápění

- Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění
 - **TNI 73 0329 (rodinné domy)**
 - **TNI 73 0330 (bytové domy)**

okrajové podmínky výpočtu

- vnitřní zisky, přítomnost osob, max. uvažovaný počet osob
- výměna vzduchu (úroveň větrání), přítomnost osob
- klimatické údaje (venkovní teplota, sluneční záření)
- způsob výpočtu (měsíční)



Potřeba tepla na vytápění

- denostupňová metoda

denní potřeba tepla [kWh/den]

$$Q_{VYT} = 24 \cdot \varepsilon \cdot \dot{Q}_z \cdot \frac{(t_{ip} - t_{ep})}{(t_{iv} - t_{ev})}$$

Q_z [kW] výpočtová tepelná ztráta

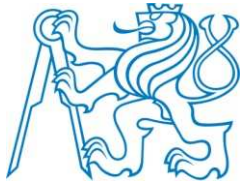
t_{iv} [°C] výpočtová vnitřní teplota

t_{ev} [°C] výpočtová venkovní teplota

t_{ip} [°C] průměrná vnitřní teplota během daného dne

t_{ep} [°C] průměrná venkovní teplota během daného dne

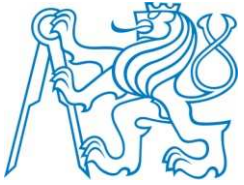
ε [-] korekční součinitel



Potřeba tepla na vytápění

- korekční součinitel denostupňové metody

Energetická náročnost budovy (vytápění)	ϵ
<i>běžný standard</i> tepelné vlastnosti konstrukcí vyhláškou požadované	0,75
<i>nízkoenergetický standard,</i> vyhláškou doporučené tepelné vlastnosti konstrukcí	0,60
<i>pasivní standard</i> tepelné vlastnosti konstrukcí nad rámec vyhláškou doporučených hodnot	0,50

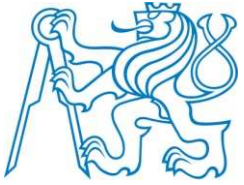


Potřeba tepla na vytápění

- celková potřeba tepla na vytápění z věrohodného výpočtu (např. simulace)
 - celková potřeba tepla na vytápění Q_{VYT} [kWh/rok]
 - měrná potřeba tepla na vytápění q_{VYT} [kWh/m²rok]
- rozpočet do jednotlivých měsíců, resp. dnů

$$Q_{\text{VYT},i} = Q_{\text{VYT}} \frac{(t_{\text{ip}} - t_{\text{ep}})_i}{\sum_{IX} (t_{\text{ip}} - t_{\text{ep}})} = q_{\text{VYT}} A_p \frac{(t_{\text{ip}} - t_{\text{ep}})_i}{\sum_{IX} (t_{\text{ip}} - t_{\text{ep}})}$$

t_{ep} průměrná denní venkovní teplota v jednotlivých měsících



Tepelné ztráty otopné soustavy

- **denní tepelná ztráta $Q_{z,VYT}$**
 - vlastní ohřev otopné vody (kombinovaný zásobník)
 - rozvod otopné vody (tepelné ztráty do nevytápěných místností)
 - setrvačnost otopné soustavy (přetápění)
- **podrobný výpočet** (precizní, ale komplikovaný, náročný na vstupní údaje)
 - ČSN EN 15316-2-1: sdílení tepla („účinnost“ otopných ploch)
 - ČSN EN 15316-2-3: rozvody tepla (otopné vody)

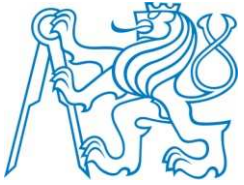


Tepelné ztráty otopné soustavy

- paušální přírážka

$$Q_{p,VYT} = Q_{VYT} + Q_{z,VYT} = (1 + v) \cdot Q_{VYT}$$

$$v = 5 \%$$



Potřeba tepla na přípravu TV a VYT

- celkové potřeba tepla na vytápění a přípravu teplé vody se vyhodnocuje společně

$$Q_{p,c} = Q_{p,TV} + Q_{p,VYT}$$

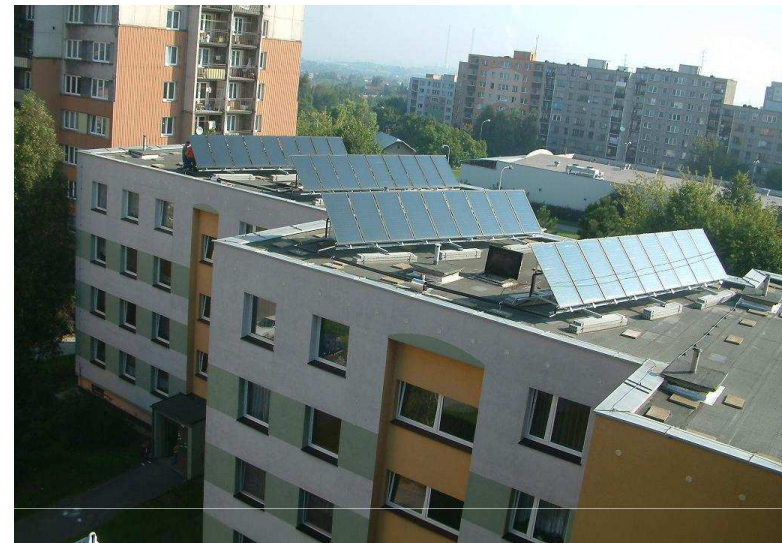


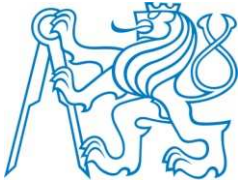
Solární soustavy návrh a bilancování

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí

Fakulta strojní, ČVUT v Praze





Kritéria návrhu plochy kolektorů

- **ekonomické řešení** - maximalizace měrných zisků solární soustavy $q_{ss,u}$ [kWh/m²rok]
- **ekologické řešení** - maximalizace solárního pokrytí f [%] - maximální nahrazení primárních paliv
- **optimalizované řešení** - požadovaný solární podíl f (optimalizace návrhu)
- **omezené řešení** - podmínky struktury budovy, omezující parametry (velikost střechy, možný sklon kolektorů, architektonické souvislosti)



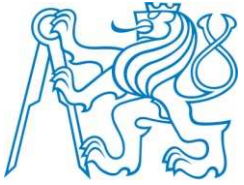
správně navržená soustava splňuje očekávání investora



Návrh plochy

Návrh plochy solárních kolektorů A_k

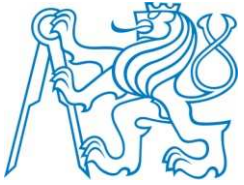
- pro zajištění určitého stupně pokrytí f
- pro daný **návrhový den** v návrhovém měsíci (okrajové podmínky)
- stanovení potřeby tepla v dané aplikaci
- stanovení využitelných zisků ze solárních kolektorů
- z porovnání vyplývá potřebná plocha kolektorů A_k pro zvolené pokrytí potřeby tepla (nejčastěji 100 % v návrhovém měsíci)



Bilancování tepelných zisků

Bilancování solární soustavy

- pro danou plochu solárních kolektorů A_k
- pro **všechny měsíce roku** (referenční dny, okrajové podmínky roku)
- stanovení potřeby tepla v dané aplikaci
- stanovení využitelných zisků ze solárních kolektorů
- z porovnání vyplývá využitelnost zisků z kolektorů pro krytí potřeby tepla, **přebytky nelze započítat**

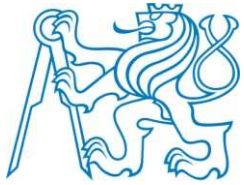


Teoreticky využitelný zisk kolektorů

- teoreticky využitelný tepelný zisk $Q_{k,u}$ [kWh/m²] solárních kolektorů v daném období (den, měsíc)

$$Q_{k,u} = 0,9 \cdot \eta_k \cdot H_{T,den} \cdot A_k \cdot (1 - p) \quad \text{kWh/den}$$

- skutečná denní dávka slunečního ozáření plochy kolektoru $H_{T,den}$
 - *tabulky v TNI 73 0302 – jednotné klimatické údaje*
- účinnost solárního kolektoru v dané aplikaci η_k
- tepelné ztráty solární soustavy
 - paušální procentní srážka p
 - *tabulky v TNI 73 0302 podle typu a velikosti solární soustavy*



Tepelné ztráty solární soustavy

- paušální srážka

$$Q_{k,u} = 0,9 \cdot \eta_k \cdot H_{T,den} \cdot A_k \cdot (1 - p)$$

Typ solární soustavy	p
Příprava teplé vody, do 10 m ²	0,20
Příprava teplé vody, od 10 do 50 m ²	0,10
Příprava teplé vody, od 50 do 200 m ²	0,05
Příprava teplé vody, nad 200 m ²	0,03
Příprava teplé vody a vytápění, do 10 m ²	0,30
Příprava teplé vody a vytápění, od 10 do 50 m ²	0,20
Příprava teplé vody a vytápění, od 50 do 200 m ²	0,10
Příprava teplé vody a vytápění, nad 200 m ²	0,06

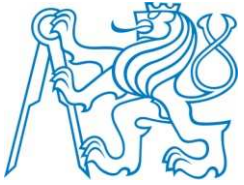


Účinnost solárního kolektoru

- účinnost solárního kolektoru η_k (střední denní, resp. měsíční účinnost)

$$\eta_k = \eta_0 - a_1 \cdot \frac{t_{k,m} - t_{e,s}}{G_{T,m}} - a_2 \cdot \frac{(t_{k,m} - t_{e,s})^2}{G_{T,m}}$$

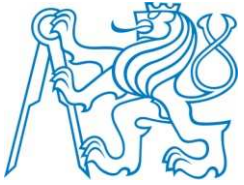
- pro průměrnou teplotu kapaliny $t_{k,m}$ v kolektoru během dne
 - tabulky v TNI 73 0302 *podle typu a velikosti solární soustavy*
- pro průměrnou venkovní teplotu v době slunečního svitu $t_{e,s}$
 - tabulky v TNI 73 0302 – *jednotné klimatické údaje*
- pro střední sluneční ozáření $G_{T,m}$ během dne na uvažovanou plochu (sklon, orientace) ... předpoklad: jasný den
 - tabulky v TNI 73 0302 – *jednotné klimatické údaje*



Účinnost solárního kolektoru

- průměrná denní teplota kapaliny v kolektoru $t_{k,m}$

Typ aplikace	$t_{k,m}$ [°C]
Přehřev teplé vody, pokrytí < 35 %	35
Příprava teplé vody, 35 % < pokrytí < 70 %	40
Příprava teplé vody, pokrytí > 70 %	50
Příprava teplé vody a vytápění, pokrytí < 25 %	50
Příprava teplé vody a vytápění, pokrytí > 25 %	60



Návrh plochy solárních kolektorů

Návrh plochy solárních kolektorů A_k

- pro daný **návrhový den** v **typickém** návrhovém měsíci
 - klimatické a provozní okrajové podmínky
- pro zajištění plného nebo částečného (podíl f) pokrytí potřeby tepla
 - podle typu aplikace, podle místní dispozice

$$Q_{k,u} = 0,9 \cdot \eta_k \cdot H_{T,den} \cdot A_k \cdot (1 - p) = f \cdot Q_{p,c}$$

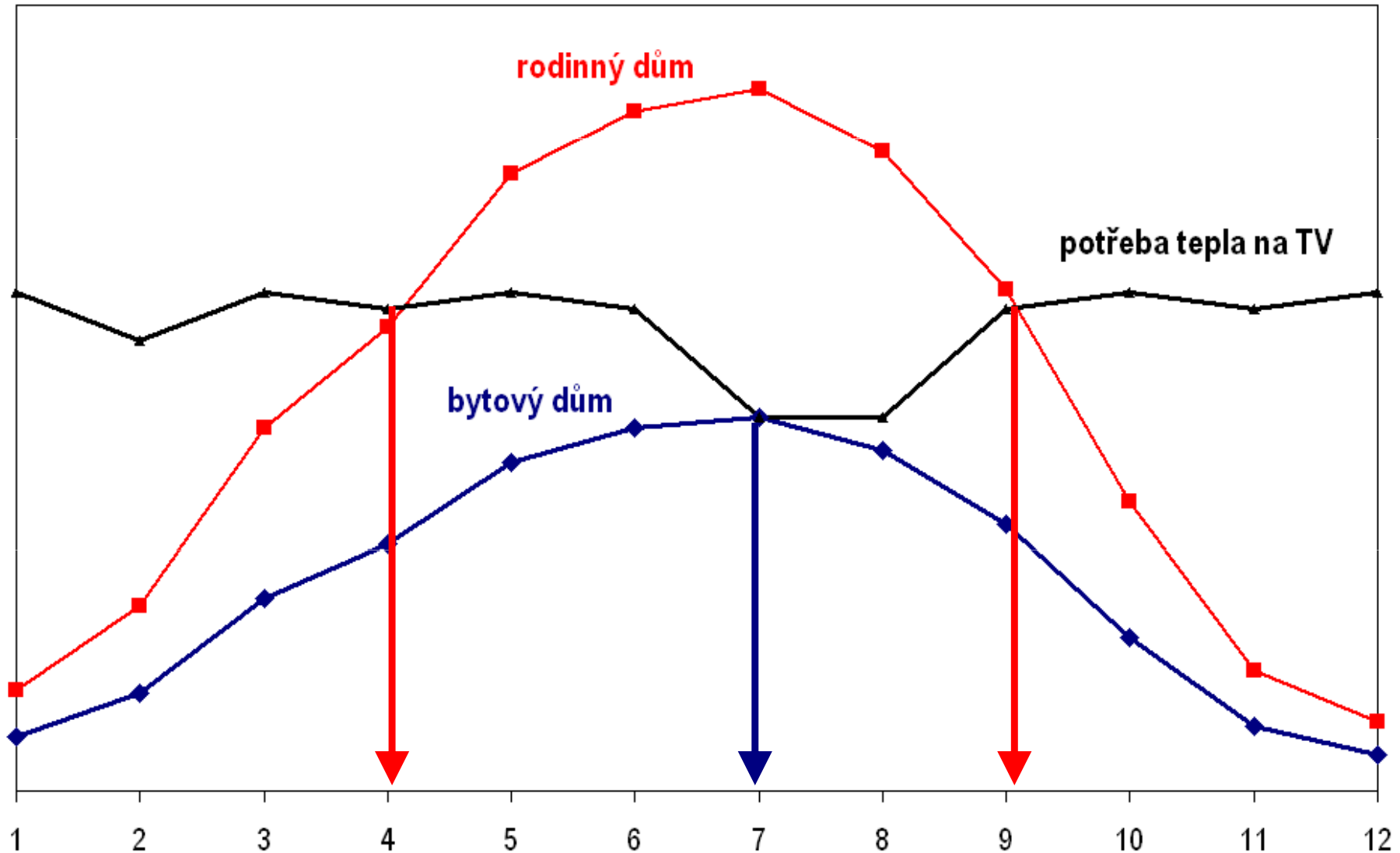


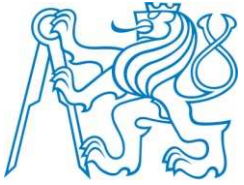
Návrh plochy kolektorů: příprava TV

- **rodinné domy**
 - návrhové měsíce **duben** a **září** (100% návrhové pokrytí)
 - střední teplota teplonosné kapaliny $t_{k,m} = 40 \text{ °C}$
 - odpovídá pokrytí cca **60 %** roční potřeby tepla na přípravu TV
- **bytové domy**
 - návrhový měsíc **červenec** (100% návrhové pokrytí)
 - střední teplota teplonosné kapaliny $t_{k,m} = 40 \text{ °C}$
 - odpovídá pokrytí **40 - 50 %** roční potřeby tepla na přípravu TV



Návrh plochy kolektorů: příprava TV



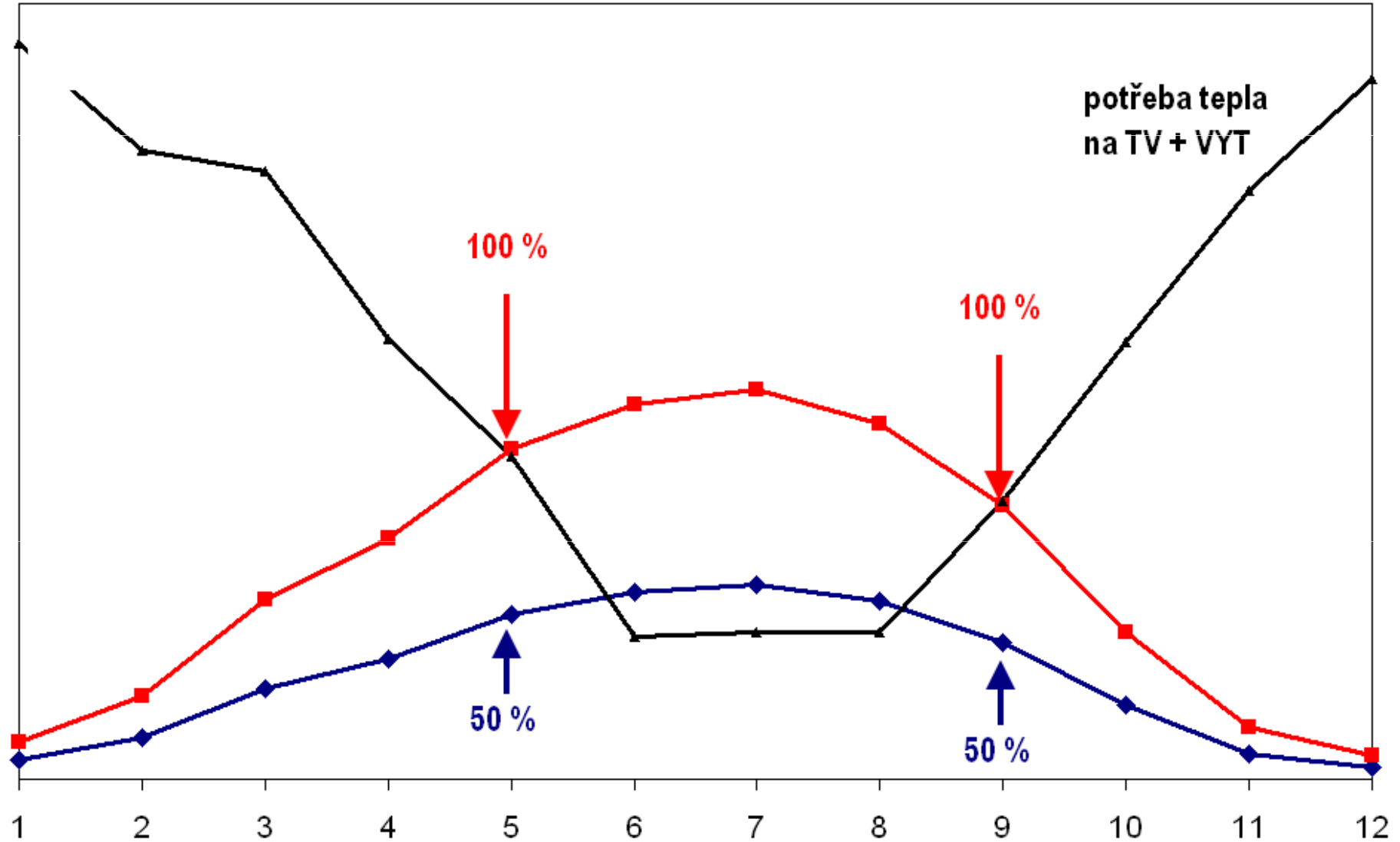


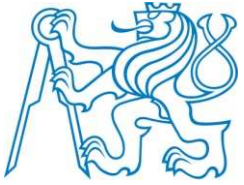
Návrh plochy kolektorů: TV + VYT

- **příprava TV a vytápění**
 - návrhové měsíce **květen a září**
 - střední teplota teplonosné kapaliny $t_{k,m} = 50 \text{ °C}$
 - uvážit smysluplné využití letních přebytků
 - uvážit stupeň pokrytí v přechodových měsících (100 % ?)



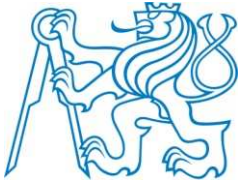
Návrh plochy kolektorů: TV + VYT





Vliv plochy na dimenzování prvků

- **průtok solární soustavou**
 - návrh světlosti potrubí
 - návrh tloušťky izolace
- **tlakové ztráty solární soustavy, členění a hydraulika okruhů**
 - oběhové čerpadlo
- **objem solární soustavy**
 - velikost expanzní nádoby, případně nárazníkové nádoby
- **nosné konstrukce**
- **výměník tepla (výkon)**

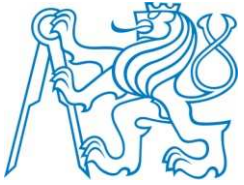


Navrhování prvků solárních soustav

Návrh prvků

- plocha a počet solárních kolektorů, umístění
- nosné konstrukce pro kolektory
- objem a konstrukce solárních zásobníků
- architektonická a systémová integrace
- hydraulická zapojení solárních soustav
- světlost potrubí a tloušťka izolací
- výměníky tepla (optimalizace cena x zisk)
- oběhová čerpadla (výpočet tlakových ztrát)
- pojistná a zabezpečovací zařízení





Bilancování tepelných zisků

Bilancování solární soustavy (TNI 73 0302)

- pro danou plochu solárních kolektorů A_k
- pro **všechny měsíce roku** (referenční dny, okrajové podmínky roku)

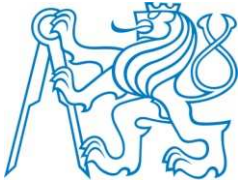
$$Q_{ss,u} = \min (Q_{k,u}; Q_{p,c}) = \min (\text{teoretických zisků; celkové potřeby tepla})$$

- z porovnání v jednotlivých měsících vyplývá využitelnost zisků z kolektorů pro krytí potřeby tepla
- **přebytky nelze započítat (!)**
- **bilančních výpočtů je možné výhodně využít pro návrh plochy** (optimalizace návrhu z hlediska ekonomických parametrů)



Simulační nástroje (návrh, bilance)

- simulace s hodinovým krokem a menším, dynamické modely prvků (zásobník, kolektor), hodinové klimatické údaje pro různé oblasti
 - náročné na vstupní údaje, které často nejsou k dispozici (modifikátor úhlu dopadu, rozměry potrubí, tloušťky izolací, profily spotřeby, atd.)
 - nutná zkušenost
 - cena (x0.000 Kč)
-
- **Polysun (Professional, Designer)**
 - **T-Sol (Professional, Expert)**
 - **GetSolar**



Polysun (SPF Rapperswil)

Polysun Light

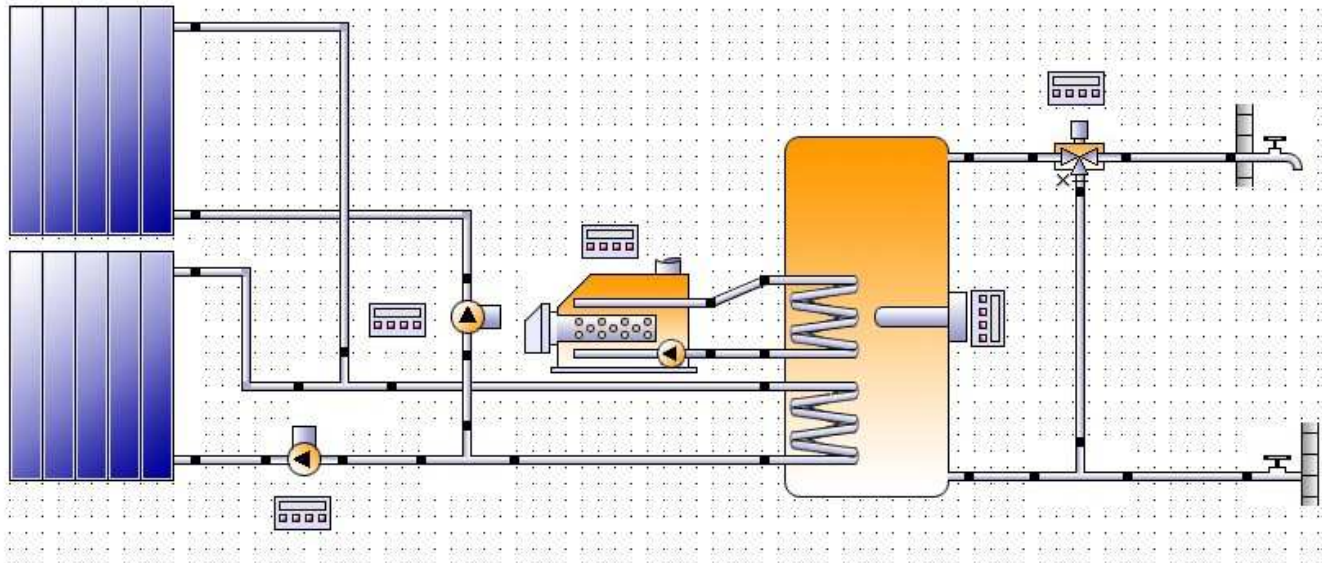
Intuitivní ovládání pomocí asistentů a šablon hydrauliky

Polysun Professional

Možnost definovat vlastní komponenty, více šablon

Polysun Designer

Flexibilita a modularita při konstrukci hydraulických systémů



velasolaris.com
www.opc15.com



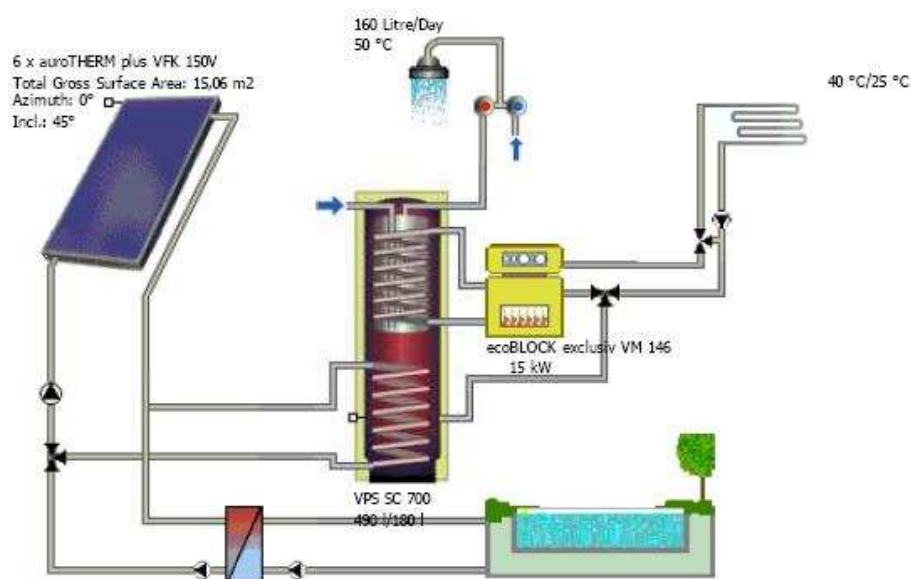
T*SOL (Valentin Software)

T*SOL Pro (advanced)

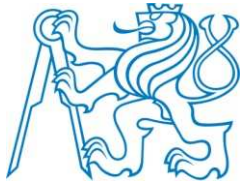
80 předdefinovaných konfigurací pro přípravu teplé vody a vytápění, bazén, navrhování soustav

T*SOL Expert (premium)

expertní, vývoj a optimalizace soustav, monitoring, validace parametrů, komplexní soustavy (CZT, průmysl, atd)



valentin.de
ekowatt.cz



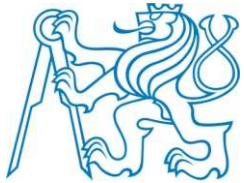
Zjednodušené metody (návrh, bilance)

- **TNI 73 0302 - Energetické hodnocení solárních tepelných soustav**
 - vydal ÚNMZ, 2009, 210 Kč
 - program Bilance SS 5.42, Excel podle TNI 73 0302
 - zdarma ke stažení na <http://solab.fs.cvut.cz>, **Zelená úsporám (06/2010)**
- **ČSN EN 15316-4-3 – Tepelné soustavy v budovách Výroba tepla na vytápění, tepelné sluneční soustavy (v angl. jazyce)**
 - *f*-chart metoda = korelační výpočet na základě x1000 simulací ze 70. let
 - solární pokrytí v jednotlivých měsících = $f(X, Y)$
 - vstupní údaje: průměrná teplota, průměrná intenzita záření (včetně noci)
 - referenční teplota: pro přípravu TV: 90 až 140 °C (???)
 - fyzikálně nejasné parametry, pro pochopení nutné hlubší znalosti
 - nejsou národní klimatické údaje



Zjednodušený postup TNI 73 0302

- původně vytvořen pro Operační program Životní prostředí (jako pomoc auditorům), nyní i **Zelená úsporám (metodika výpočtu zisků)**
- jednoduchý výpočet s použitím Excel, **minimalizace vstupů** (oproti simulacím)
- započtení tepelných ztrát dané aplikace paušální přírážkou k potřebě tepla
- uvažování konstantní střední teploty v kolektorech v celém roce, nezohlední velikost zásobníku a změnu teploty s navrženou plochou (předimenzování – nárůst teploty, poddimenzování – pokles teploty)
- započtení tepelných ztrát solární soustavy paušální srážkou ze zisků
- v měsíční bilanci nelze přesně zahrnout vliv optické charakteristiky kolektoru, aj.
- platná v rozsahu pokrytí 30 až 75 %, udává **mírně optimistické výsledky**



Výpočtový program Balance SS 5.42

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2										
3	Akce:				Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.):	4	jednotek			
4					Spotřeba na jednotku:	50	l/jedn.den			
5	Adresa:				Je snížená spotřeba tepla v letních měsících u obytných budov	NE				
6					Příprava teplé vody a vytápění					
7					Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}(15^\circ\text{C} / 60^\circ\text{C})$	200	l/den			
8	Typ budovy	Typ spotřeby	$V_{TV,den,os}$		Studená voda t_{ev}	10	$^\circ\text{C}$			
9			[l/os.den]		Teplá voda t_{TV}	65	$^\circ\text{C}$			
10	Obytné budovy	Nízký standard	10 - 20		Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát ρ	0,2	Příprava teplé vody vytápění, od 10 do 50 m ²			přírážka CZT
11		Střední standard	20 - 40		Přírážka na tep. ztráty při přípravě teplé vody z	0,3	Centrální zásobník ohřev s řízenou cirkulací			2,1
12		Vysoký standard	40 - 80		Vytápění objektu - použít data z výpočtu podle ČSN EN 13790					
13		Nízké (letní) vytížení	$0,75 \times V_{TV}$		Tepelná ztráta domu Q_z	12	kW			
14	Nemocnice, domovy důchodců	Nízké (letní) vytížení	25 - 30		Vnitřní výpočtová teplota t_{iw}	20	$^\circ\text{C}$			
15		Zbýlá část roku	30 - 60		Venkovní výpočtová teplota t_{ew}	-12	$^\circ\text{C}$			
16	Studentské domovy, koleje	Nízké (letní) vytížení	20 - 25		Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění)		pasivní standard, tepelné vlastnosti konstrukcí nad rámec vyhláškou doporučených hodnot			
17		Zbýlá část roku	25 - 50		Přírážka na tepelné ztráty otopné soustavy v	5	%			
18	Školy	Nízké (letní) vytížení	0		Bazén					
19		Zbýlá část roku	5 - 10		Plocha vodní hladiny bazénu A_b	24	m ²			
20	Hostince, restaurace*	Nízký standard	5		Typ bazénu		Vnější - mimo doby provozu zadržovaný			
21		Střední standard	15		Teplota bazénové vody v době provozu t_{wp}	24	$^\circ\text{C}$			
22		Vysoký standard	30		Teplota bazénové vody mimo dobu provozu t_{wn}	24	$^\circ\text{C}$			
23	Ubytovací zařízení**	Nízký standard	20		Teplota vzduchu v prostorech bazénu v době provozu t_{up}		$^\circ\text{C}$			
24		Střední standard	35		Teplota vzduchu v prostorech bazénu mimo provoz t_{un}		$^\circ\text{C}$			
25		Vysoký standard	70		Denní provozní doba bazénu τ_p	8	h			
26	Sportovní zařízení***	Nízký standard	30		Počet návštěvníků za měsíc		osob/měs			
27		Střední standard	60		Parametry solárních kolektorů					
28		Vysoký standard	100		Optická účinnost η_0	0,78	-			
29	sprchu				Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	3,5	W/m ² .K			
30					Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,004	W/m ² .K ²			
31					Počet kolektorů	4	ks			
32					Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1}	2	m ²			
33					Celková plocha apertury kolektorů	8	m ²			
34					Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	50	$^\circ\text{C}$	Příprava teplé vody a vytápění, pokrytí < 25 %		
35					Sklon kolektoru β	45	$^\circ$			
36					Azimut kolektoru α (lib = 0 $^\circ$)	0	$^\circ$			

navod a komentář \ Zadání \ VYHODNOCENÍ \ BAZ \ data solar \ data /

teplá voda

vytápění

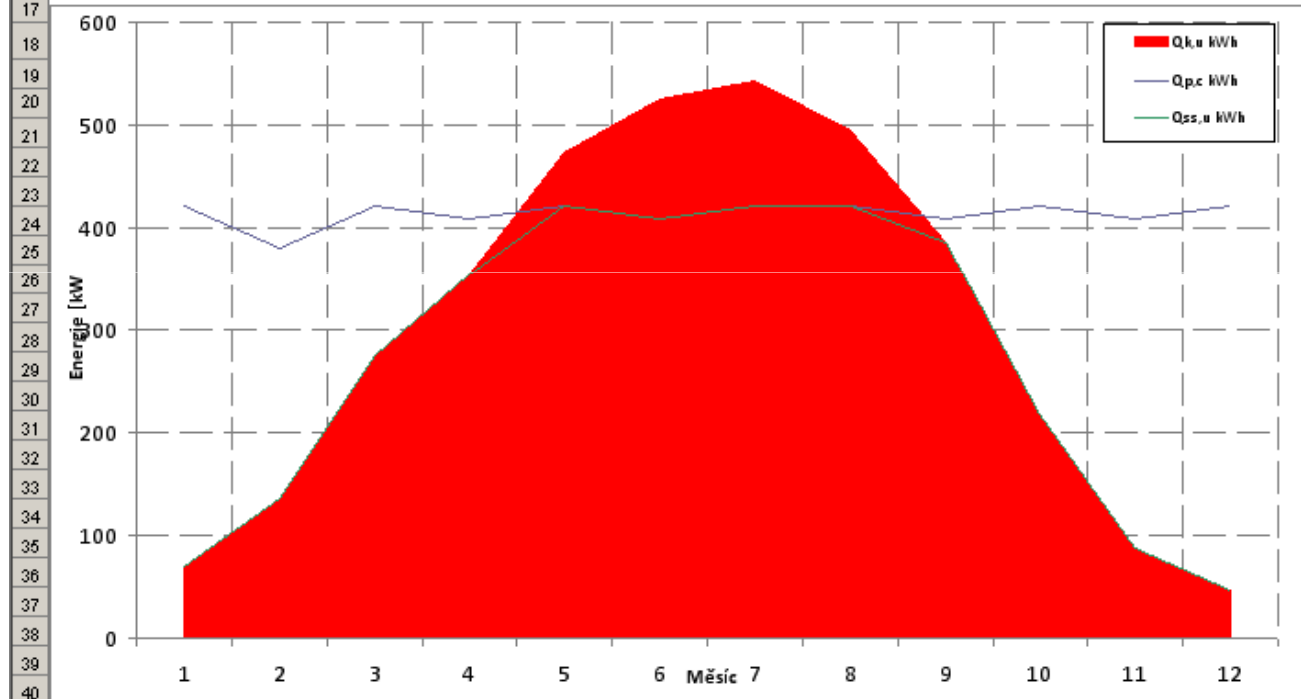
bazén

kolektory



Výpočtový program Bilance SS 5.42

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
měsíc	n	t _{ep}	t _{ec}	G _{T,m}	η _k	H _{T,den}	H _{T,měs}	Q _{k,u}	Q _{p,TV}	Q _{p,VYT}	Q _{p,BV}	Q _{p,o}	Q _{ss,u}	V _{TV,den}	Q _{p,VYT}			
	dny	°C	°C	W/m ²	-	kWh/m ² .den	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	l/den	GJ			
1	31	-1,5	2,2	418	0,36	1,10	34,2	70	422	0	0	422	70					
2	28	0	3,4	489	0,43	1,97	55,3	137	381	0	0	381	137					
3	31	3,2	6,5	535	0,48	3,20	99,2	275	422	0	0	422	275					
4	30	8,8	12,1	527	0,52	3,96	118,8	354	408	0	0	408	354					
5	31	13,6	16,6	521	0,55	4,84	150,1	473	422	0	0	422	422					
6	30	17,3	20,6	517	0,57	5,29	158,6	525	408	0	0	408	408					
7	31	19,2	22,5	512	0,59	5,19	160,7	543	422	0	0	422	422					
8	31	18,6	22,6	515	0,59	4,71	145,9	494	422	0	0	422	422					
9	30	14,9	19,4	516	0,57	3,95	118,4	386	408	0	0	408	386					
10	31	9,4	13,8	488	0,51	2,40	74,5	219	422	0	0	422	219					
11	30	3,2	7,3	427	0,41	1,21	36,4	87	408	0	0	408	87					
12	31	-0,2	3,5	387	0,34	0,77	24,0	47	422	0	0	422	47					
								1176	3608	4967	0	0	4967	3247	0	0		

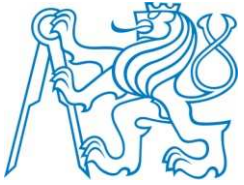


Zadat profil spotřeby TV

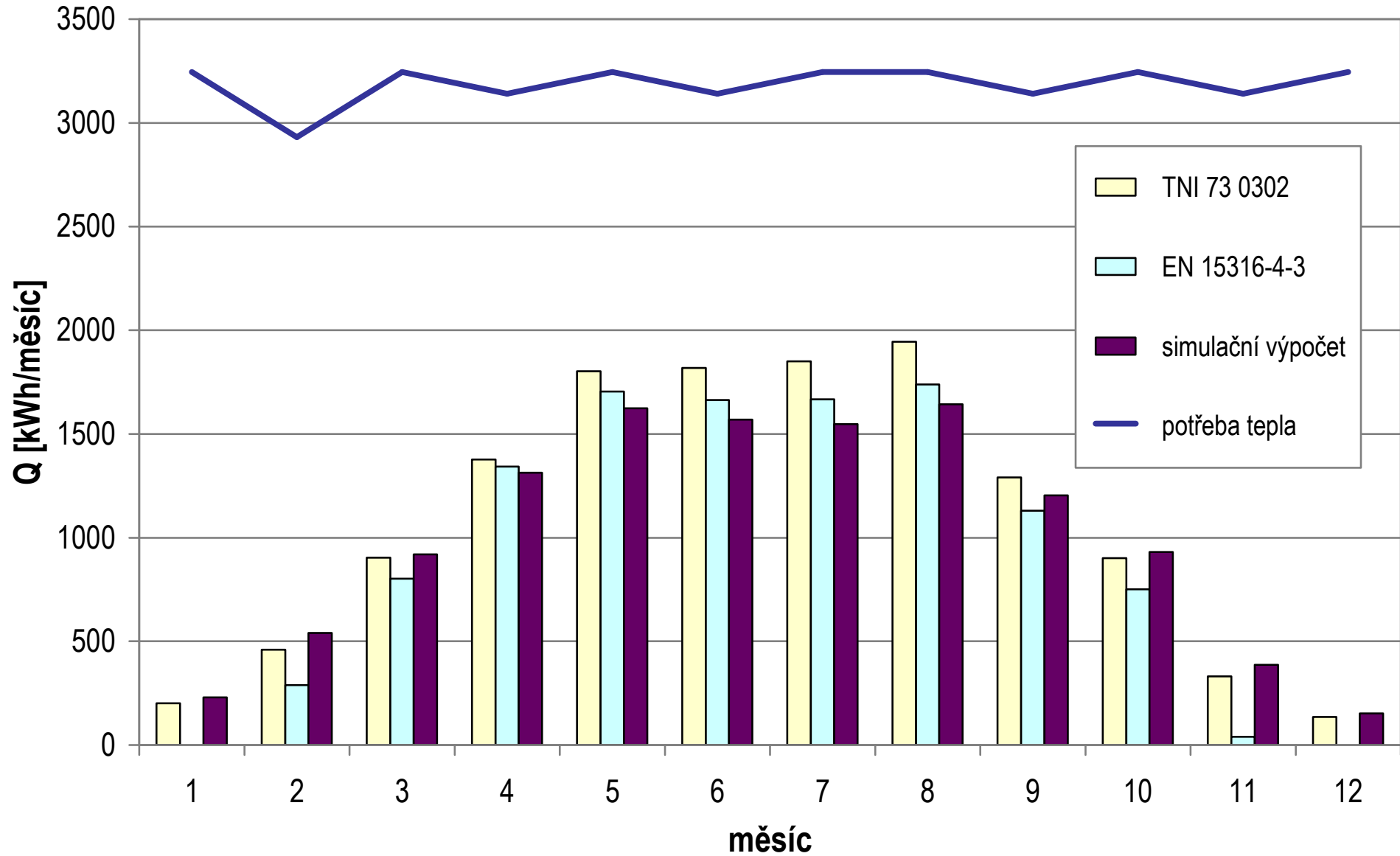
Zadat hodnoty získané výpočtem p
ČSN EN 13 790

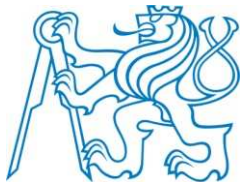
q _{ss,u}	406 kWh/m ² .rok
f	65 %
Q _{ss,u}	3247 kWh/rok

podle TNI 730302
zpracoval
ing. Bořivoj Šourek
borivoj.sourek@fs.cvut.cz
ke stažení na:
solab.fs.cvut.cz



Porovnání výpočtových přístupů





Děkuji za pozornost

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí

Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Technická 4, 166 07 Praha 6

tomas.matuska@fs.cvut.cz

Československá společnost pro
sluneční energii (národní sekce
ISES)

<http://www.solarnispolecnost.cz>

<http://www.solar-info.cz>



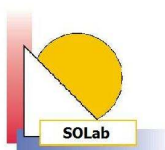
Solární laboratoř ÚTP FS ČVUT v Praze

<http://solab.fs.cvut.cz>



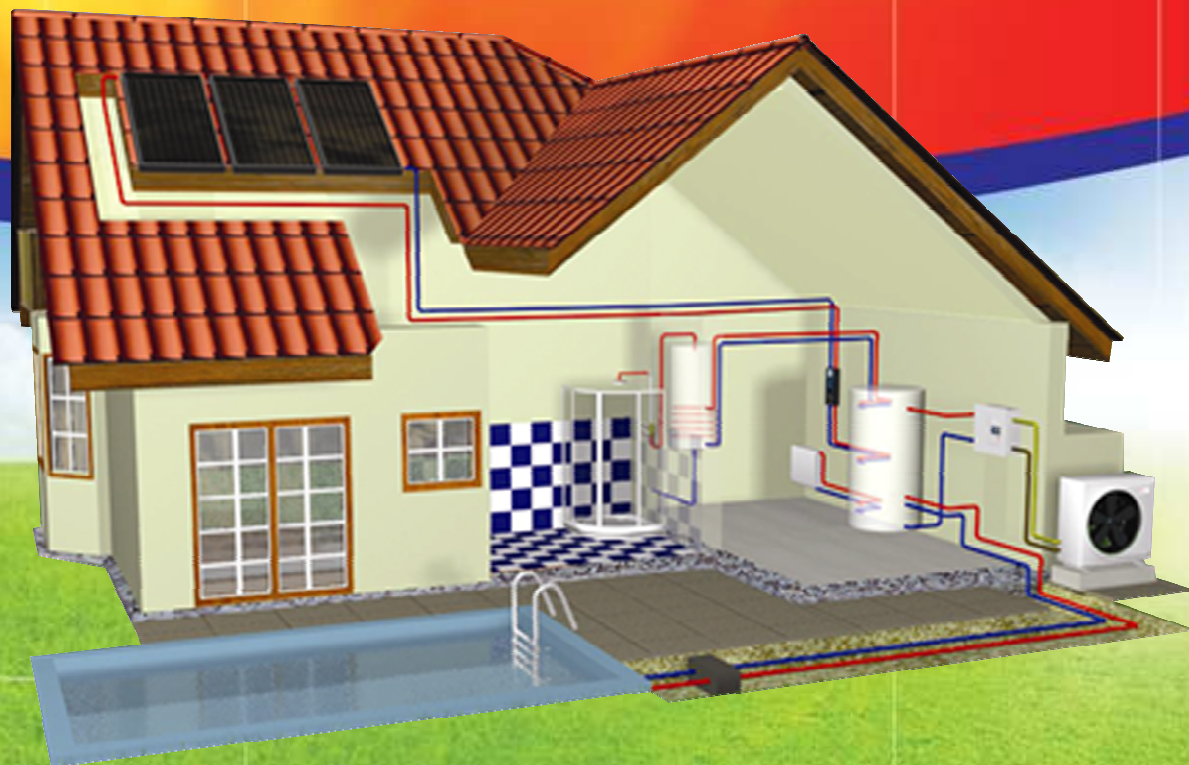
SOLAB

Solární laboratoř Ústavu techniky prostředí
Fakulty strojní ČVUT v Praze



Solární soustavy pro přípravu teplé vody, vytápění a bazény

Jiří Kalina



Regulus

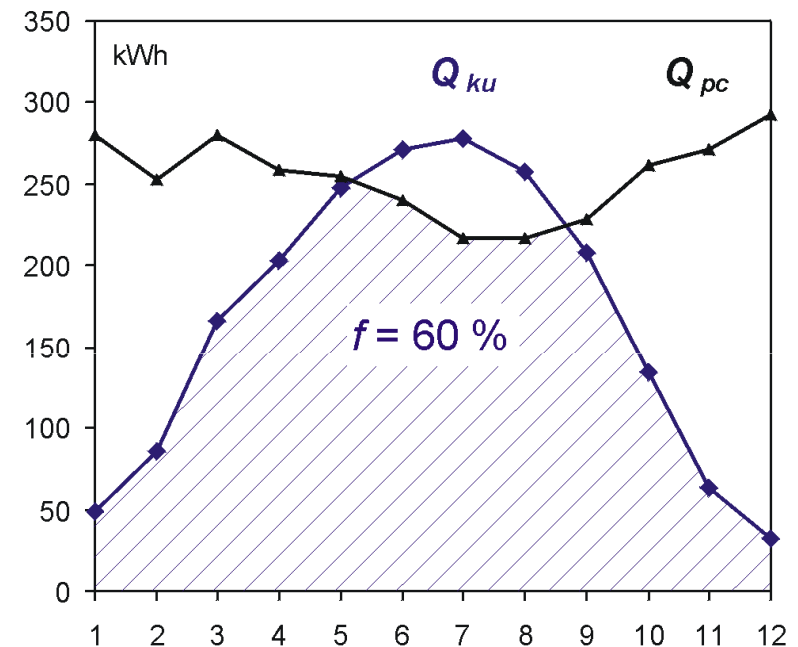
- **příprava teplé vody**
- **příprava teplé vody a vytápění**
- **ohřev bazénové vody**
- centralizované zásobování teplem
- ohřev vzduchu (větrání, sušení, ...)

nízkoteplotní aplikace
do 90 °C

- technologický ohřev
- solární chlazení

vysokoteplotní aplikace
do 250 °C

- **celkové tepelné zisky využité pro krytí potřeby tepla [kWh/rok]** nižší než zisky solárních kolektorů (ztráty), čím větší soustava tím menší podíl ztrát
neznamenají nutně úsporu (ta závisí na účinnosti nahrazovaného zdroje)
- **měrné využité tepelné zisky [kWh/m².rok]**
celkové zisky vztažené k ploše kolektoru (apertury)
- **solární pokrytí [%]**
procentní krytí potřeby tepla



- **rodinné domy**

- (3 až 6 m²; 250 až 400 l), solární pokrytí 50 až 70 %
- solární zisky **300 až 400 kWh/m².rok**

- **bytové domy, ústavy, hotely, ...**

- (od 25 až 200 m²; 1 až 8 m³), solární pokrytí 40 až 50 %
- solární zisky **400 až 500 kWh/m².rok**

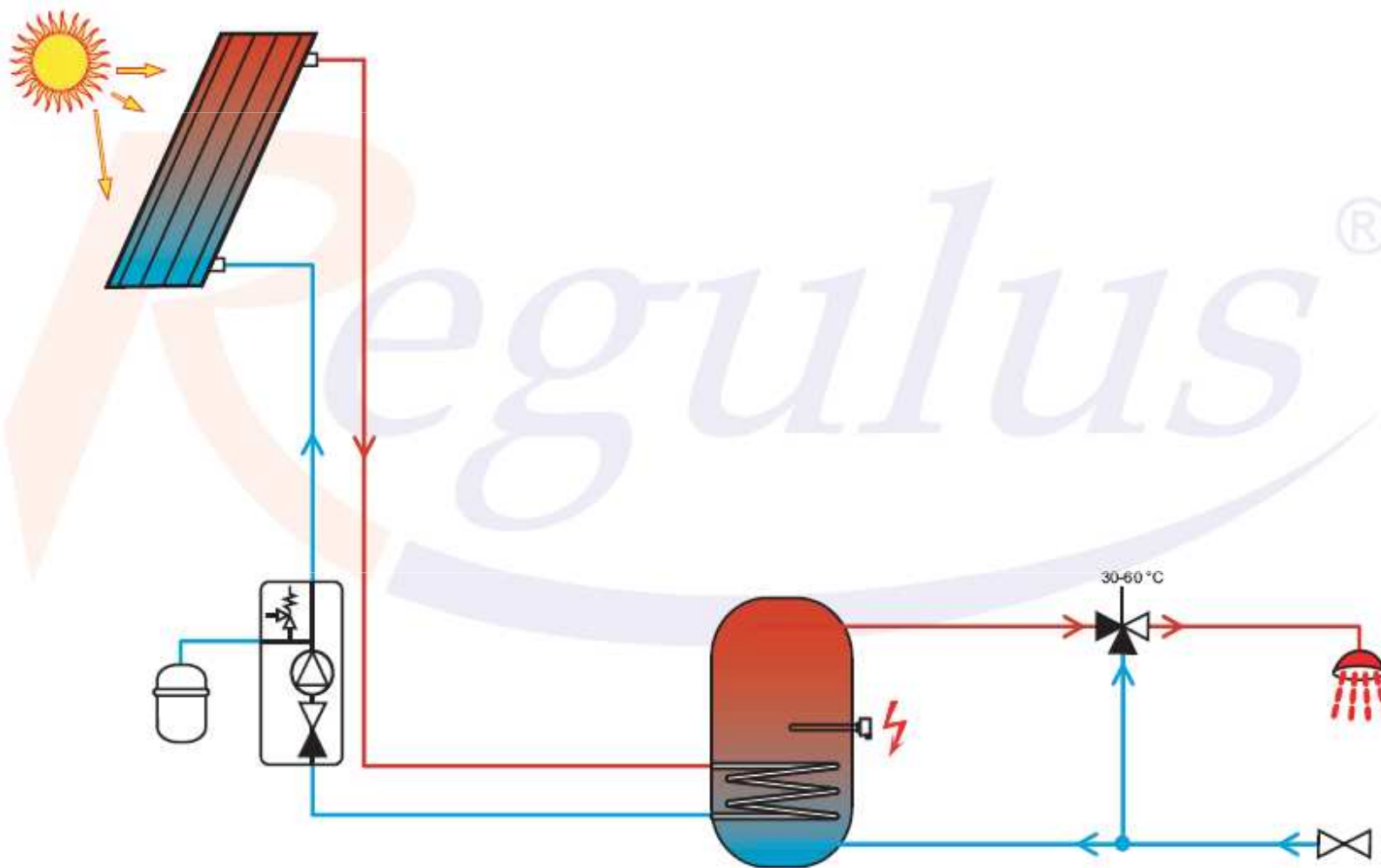
- **přehřev teplé vody**

- solární pokrytí 20 až 40 %
- solární zisky **500 až 600 kWh/m².rok**

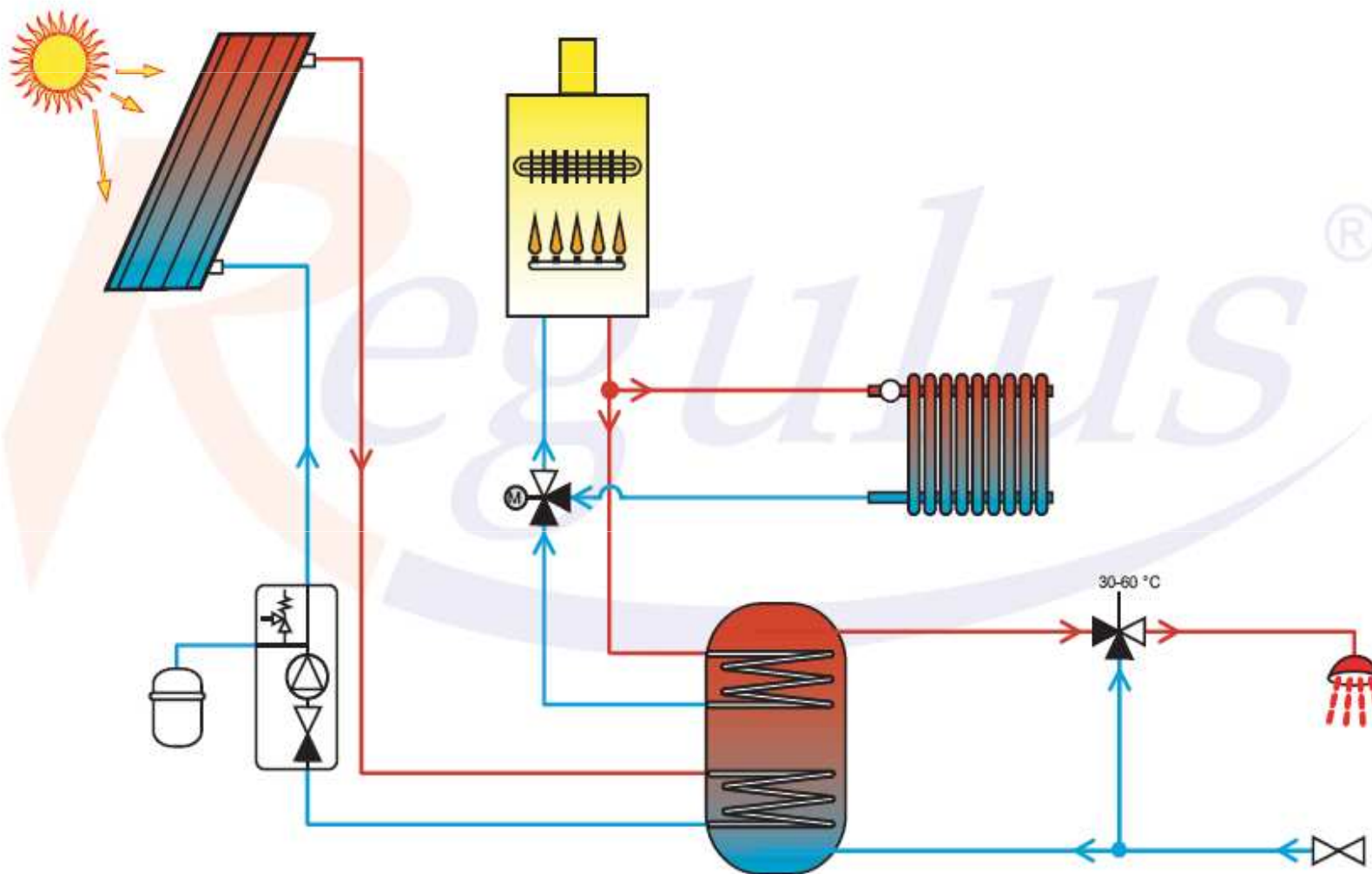
rodinné domy (maloplošné)



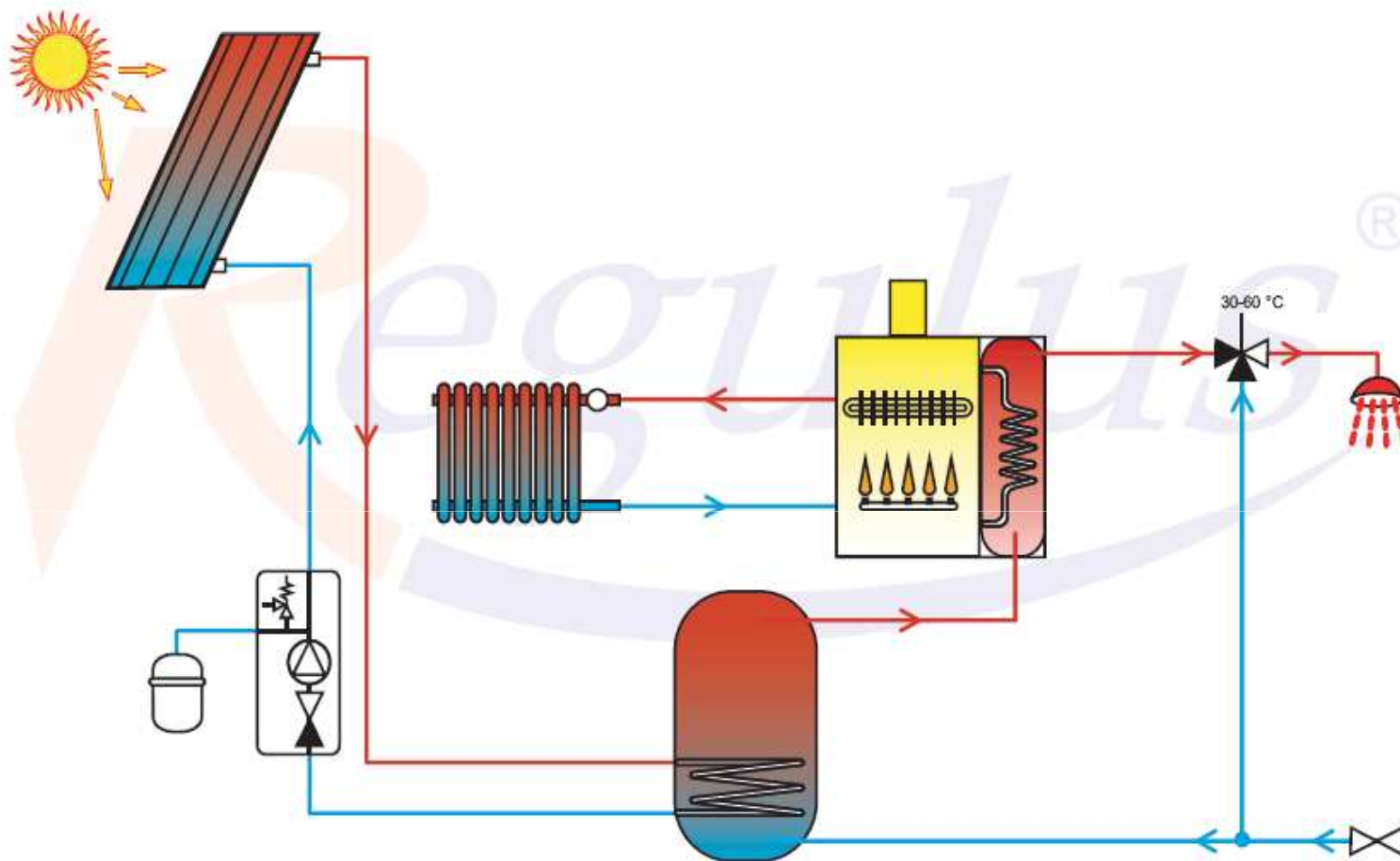
příklad zapojení s jedním polem kolektorů a jedním spotřebičem



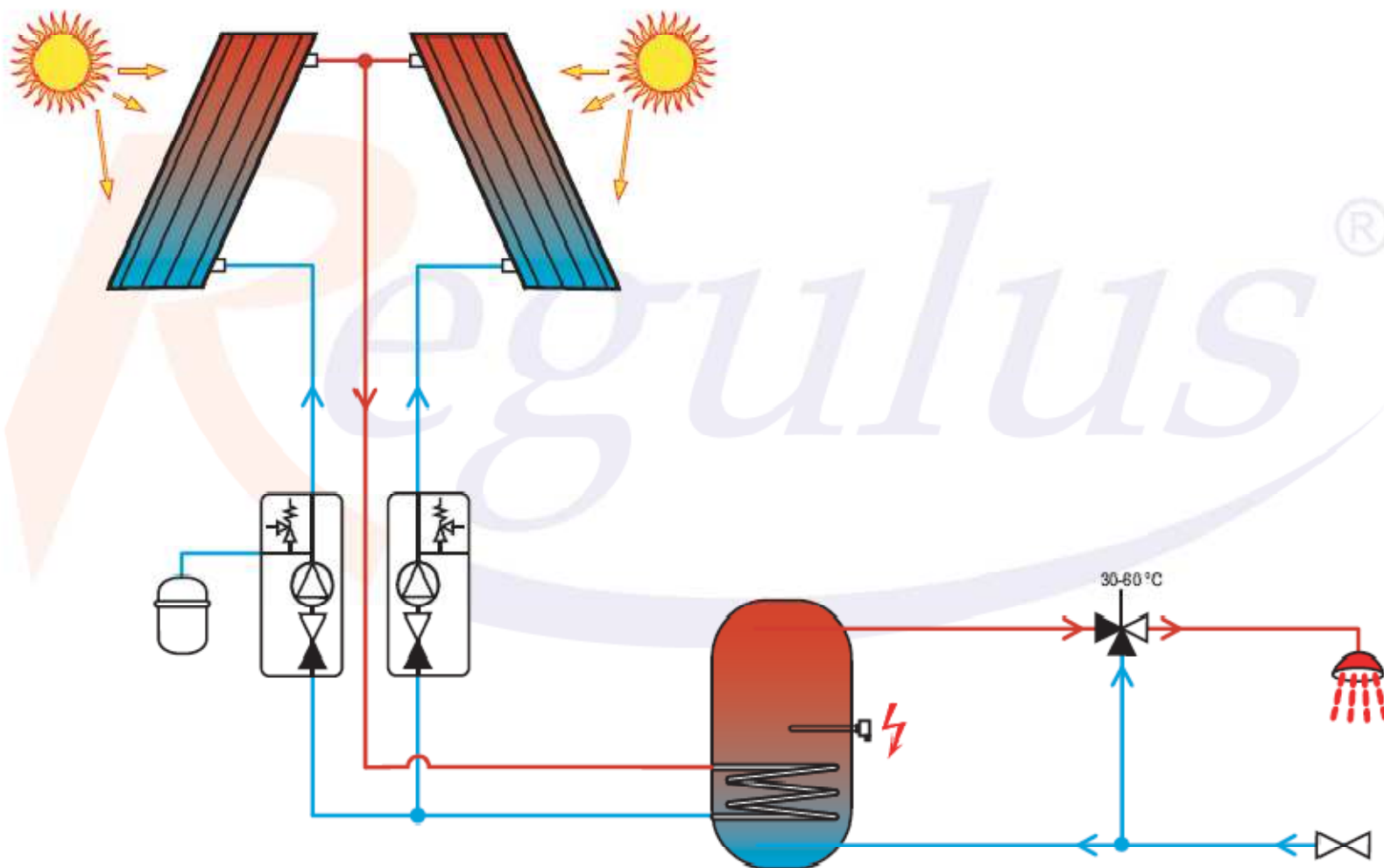
příklad zapojení s jedním polem kolektorů a jedním spotřebičem



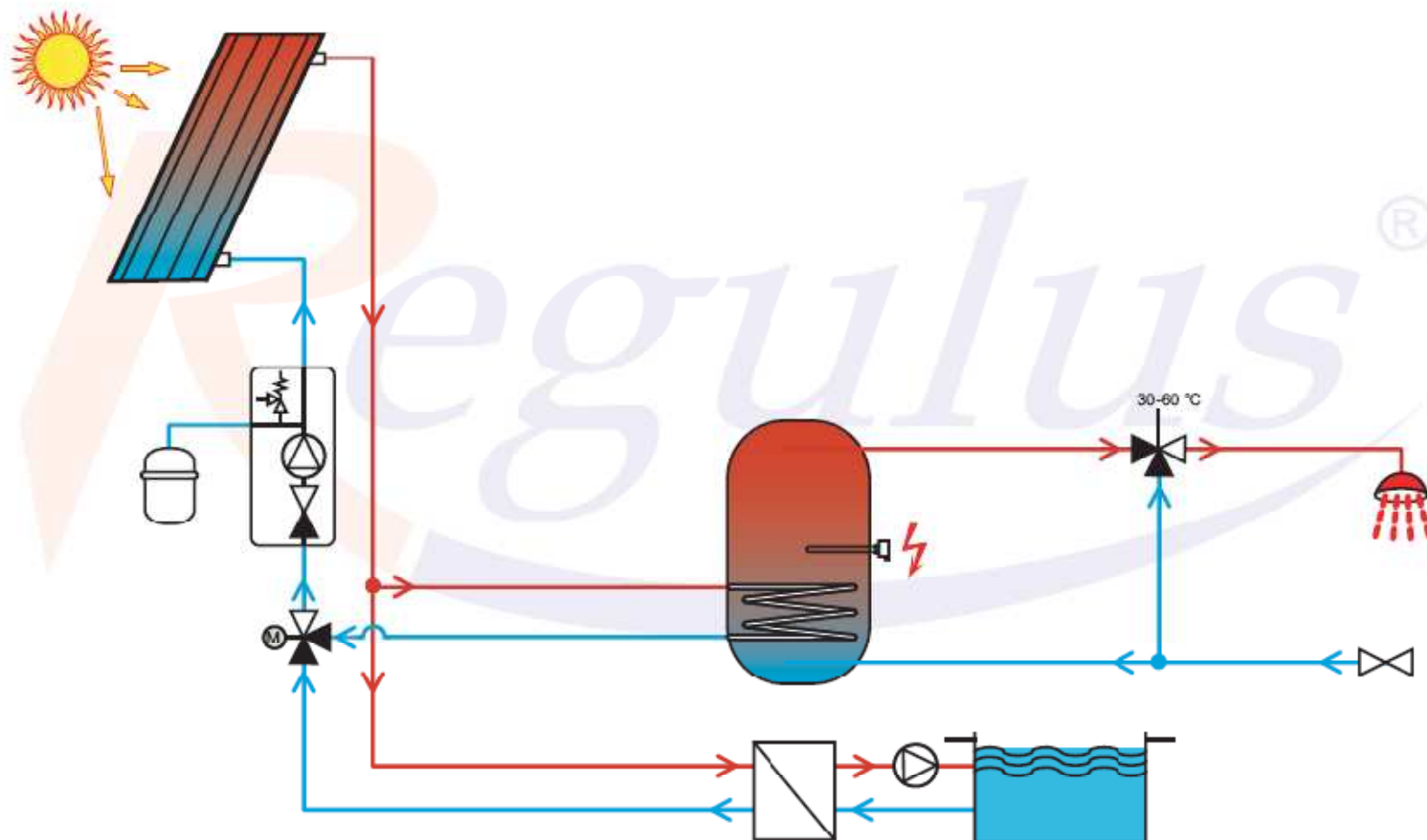
příklad zapojení s jedním polem kolektorů a jedním spotřebičem



příklad zapojení systému východ/západ



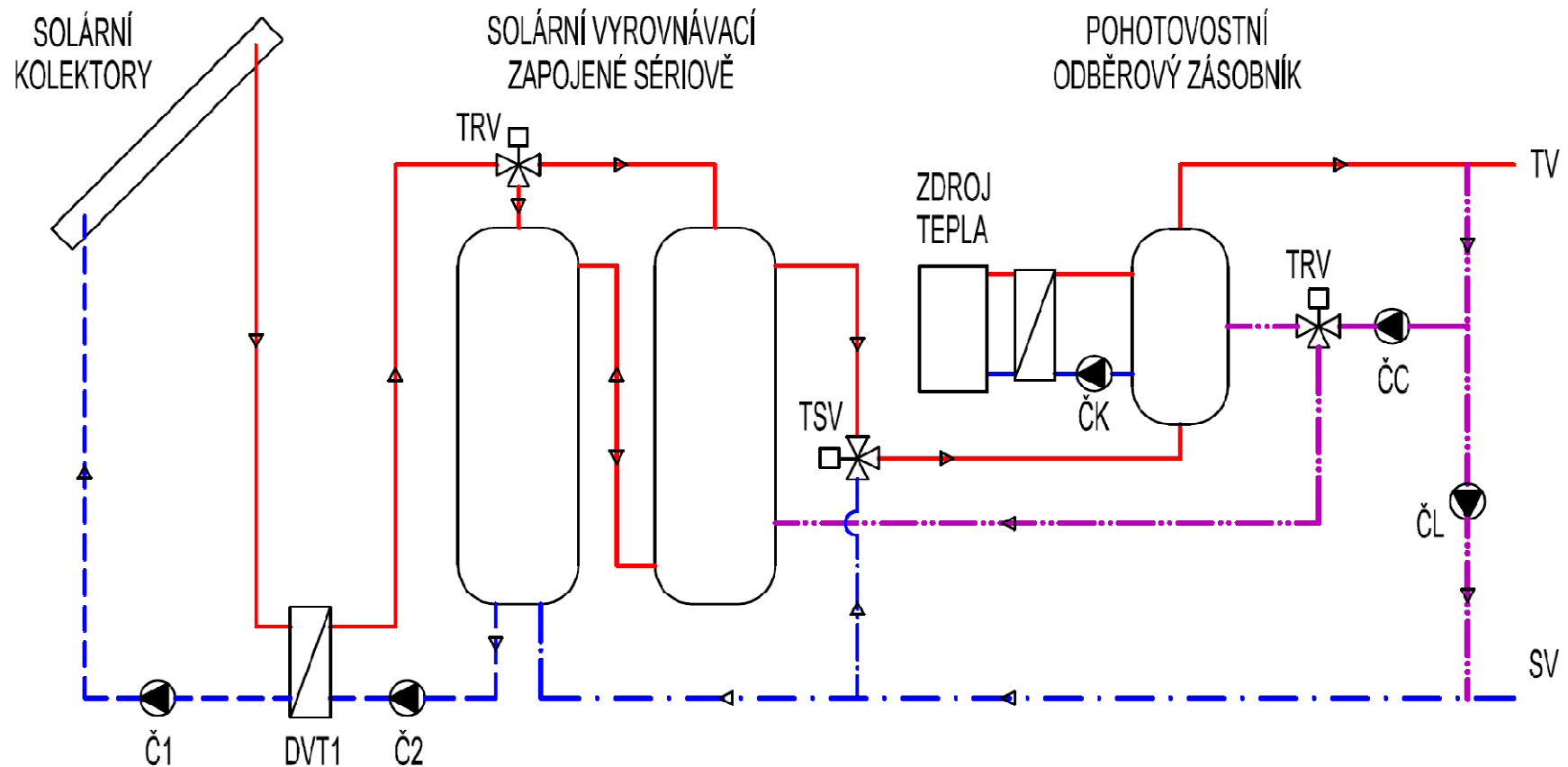
příklad zapojení systému se dvěma spotřebiči



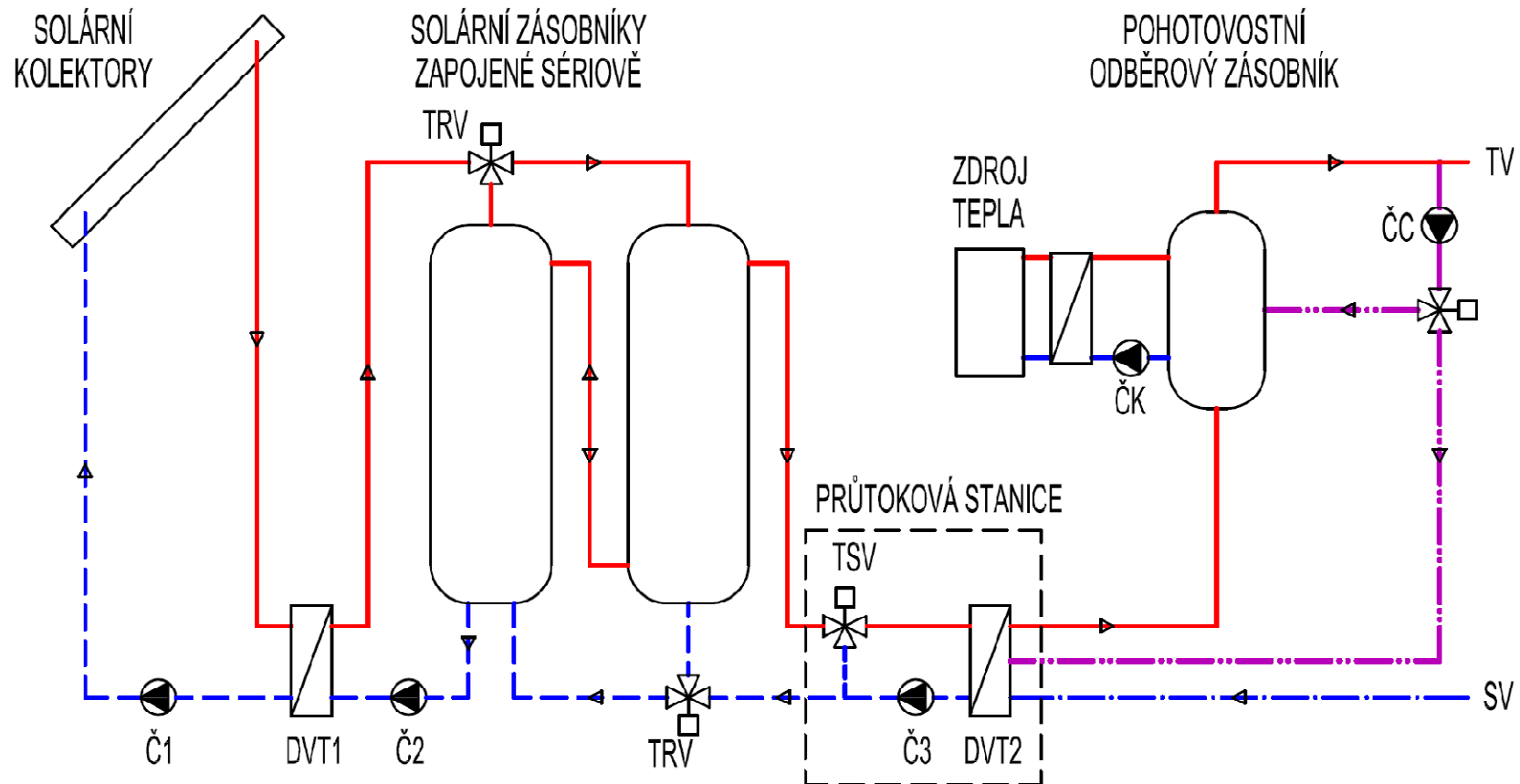
bytové domy (velkoplošné)



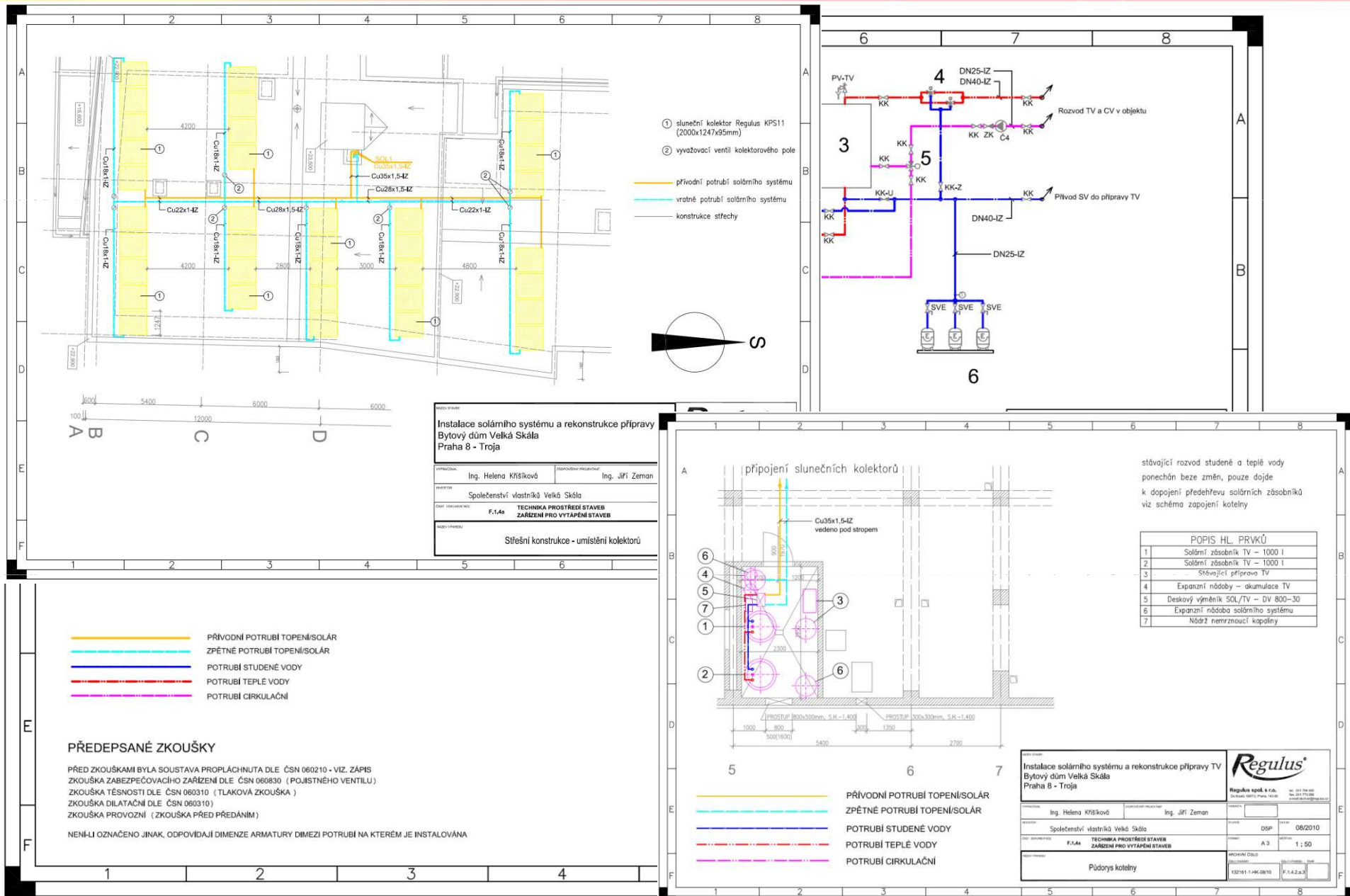
BD Bechyně
32 m² – 1500 litrů



se solárními zásobníky teplé vody – odběrový okruh (studená a teplá voda) přímo napojen na solární zásobníky



se solárními zásobníky tepla – oddělení odběrového okruhu výměníkem tepla (průtokový nebo zásobníkový předeheřv vody, dohřev dodatkovým zdrojem)



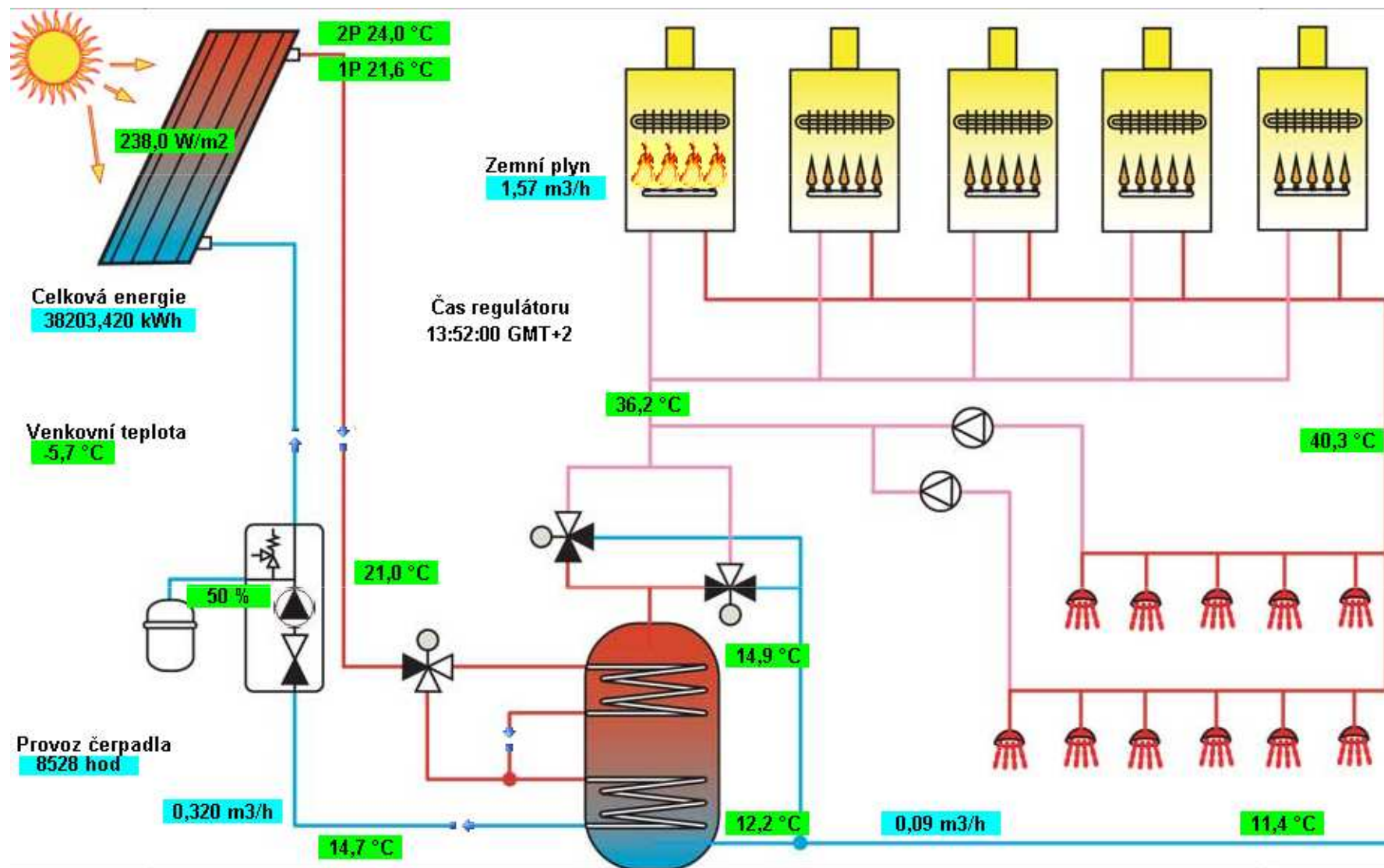




ETA a.s. Hlinsko

20 m² – 1000 litrů





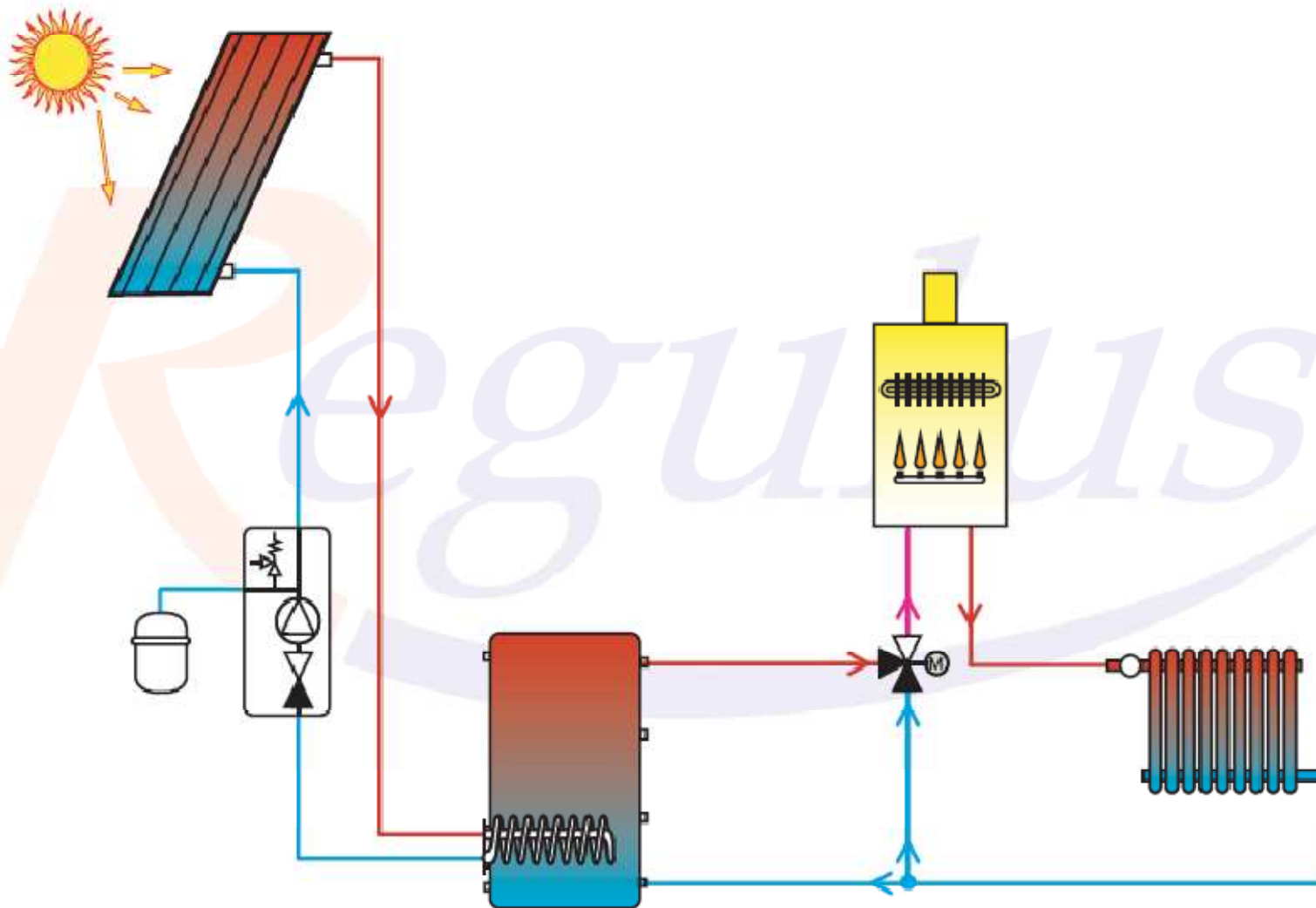
- **rodinné domy**

- (6 až 12 m²; do 1 500 l)
- solární pokrytí: standardní domy 10 až 20 %
- solární pokrytí: nízkoenergetické, pasivní domy 20 až 40 %
- solární zisky **250 až 350 kWh/m².rok**

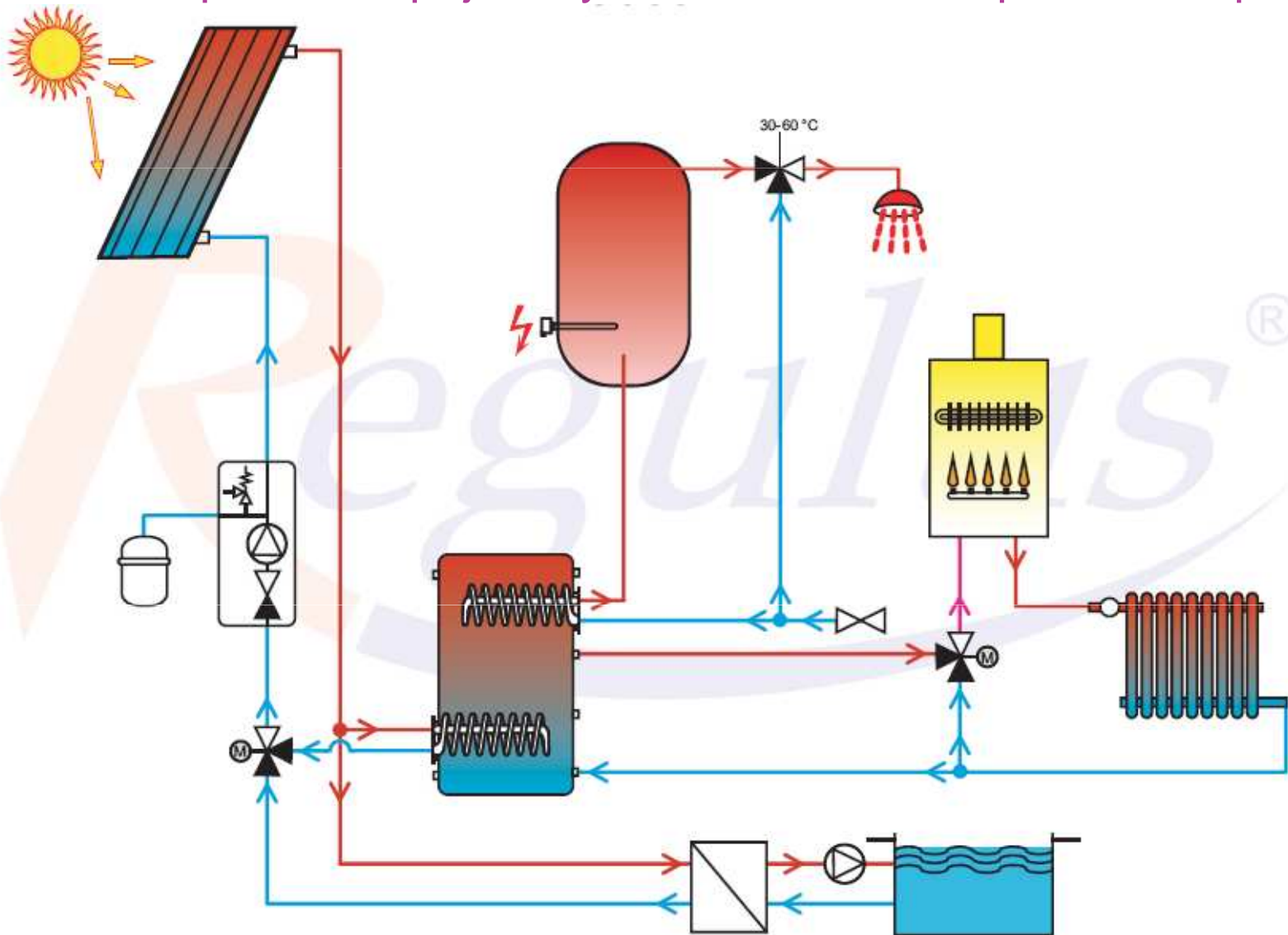
- **bytové domy**

- (20 až 200 m²; 1 až 16 m³)
- solární pokrytí 10 až 20 %
- solární zisky **350 až 450 kWh/m².rok**

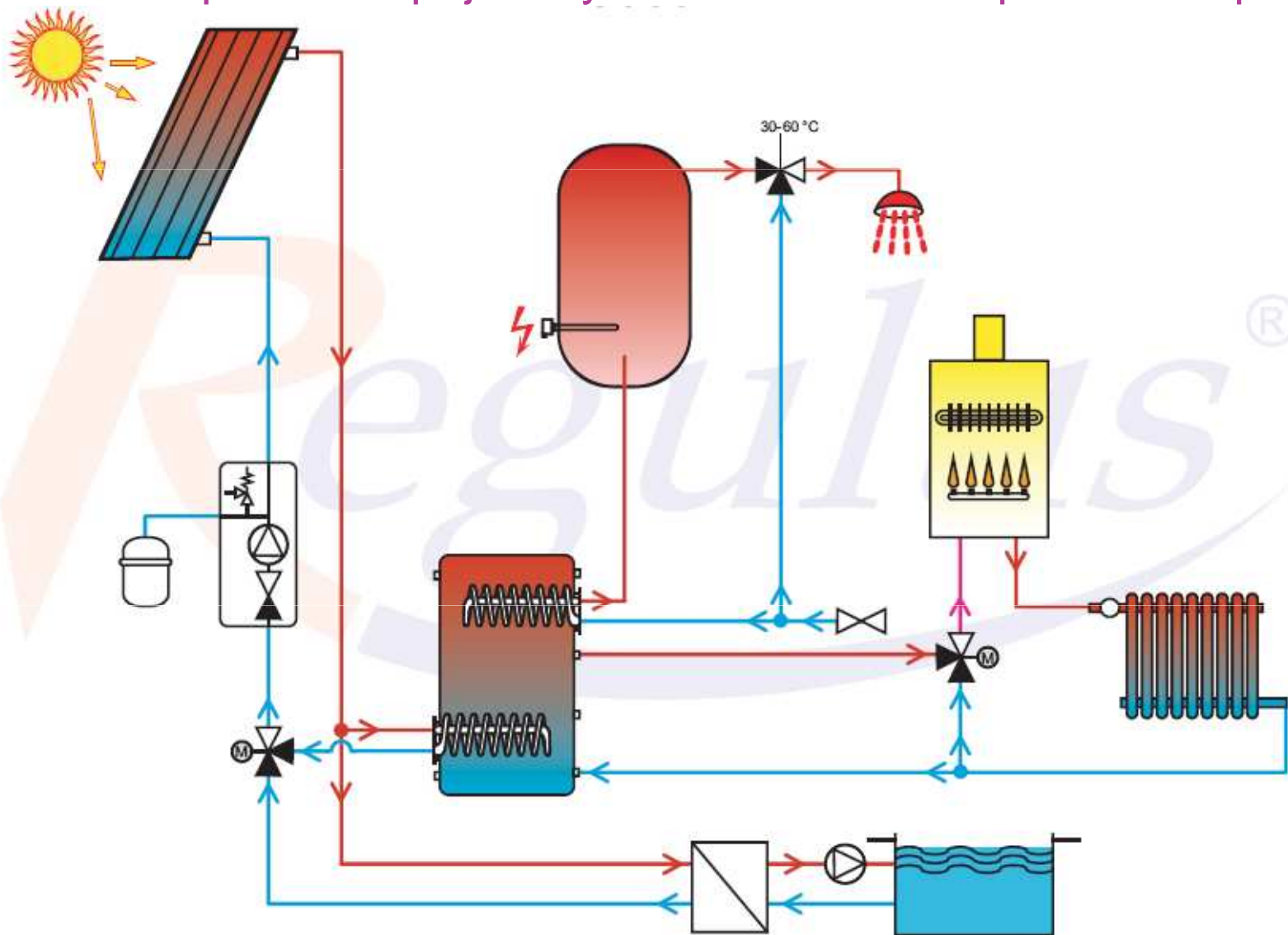
příklad zapojení systému s přitápěním



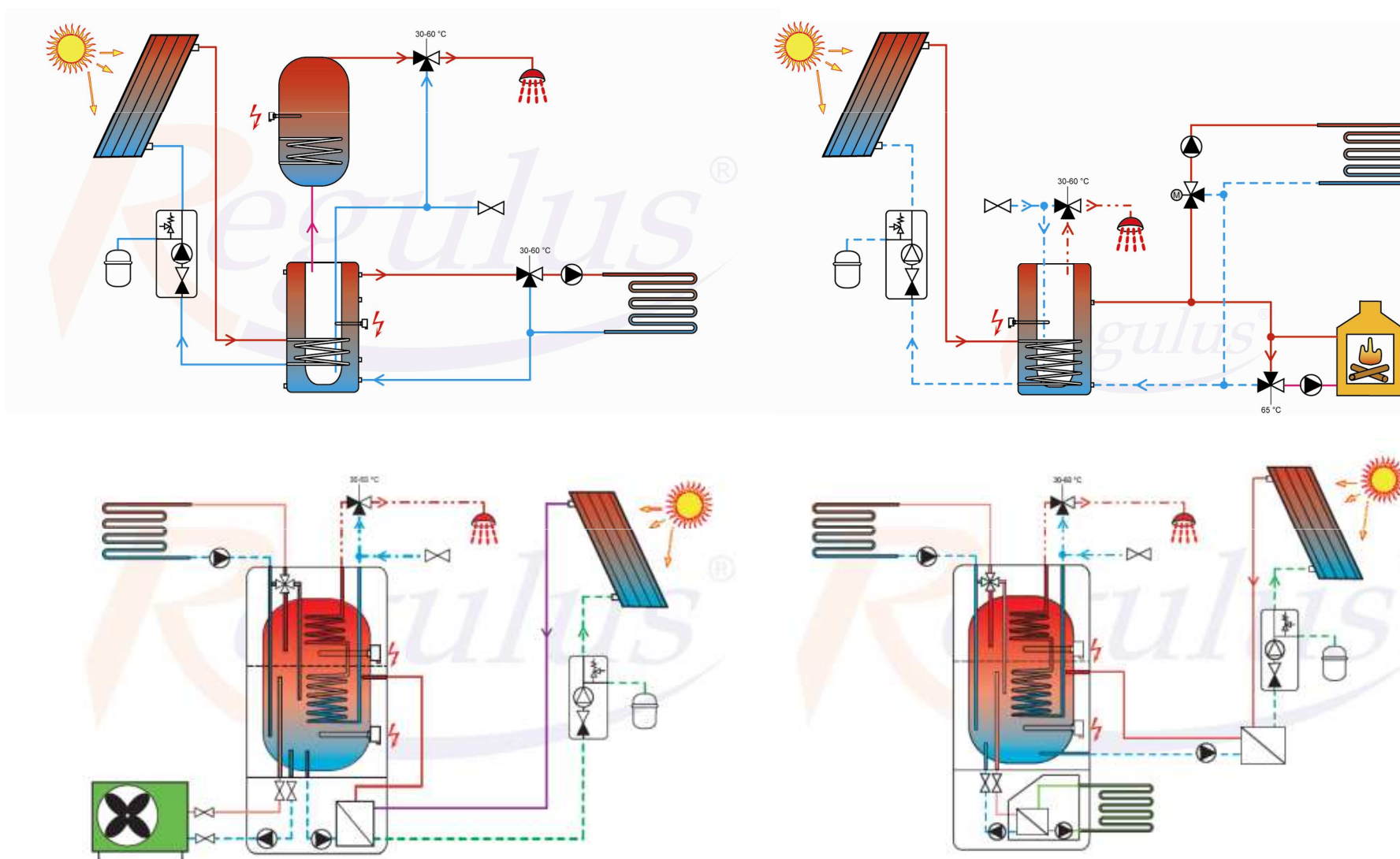
příklad zapojení systému se dvěma spotřebiči a přitápěním

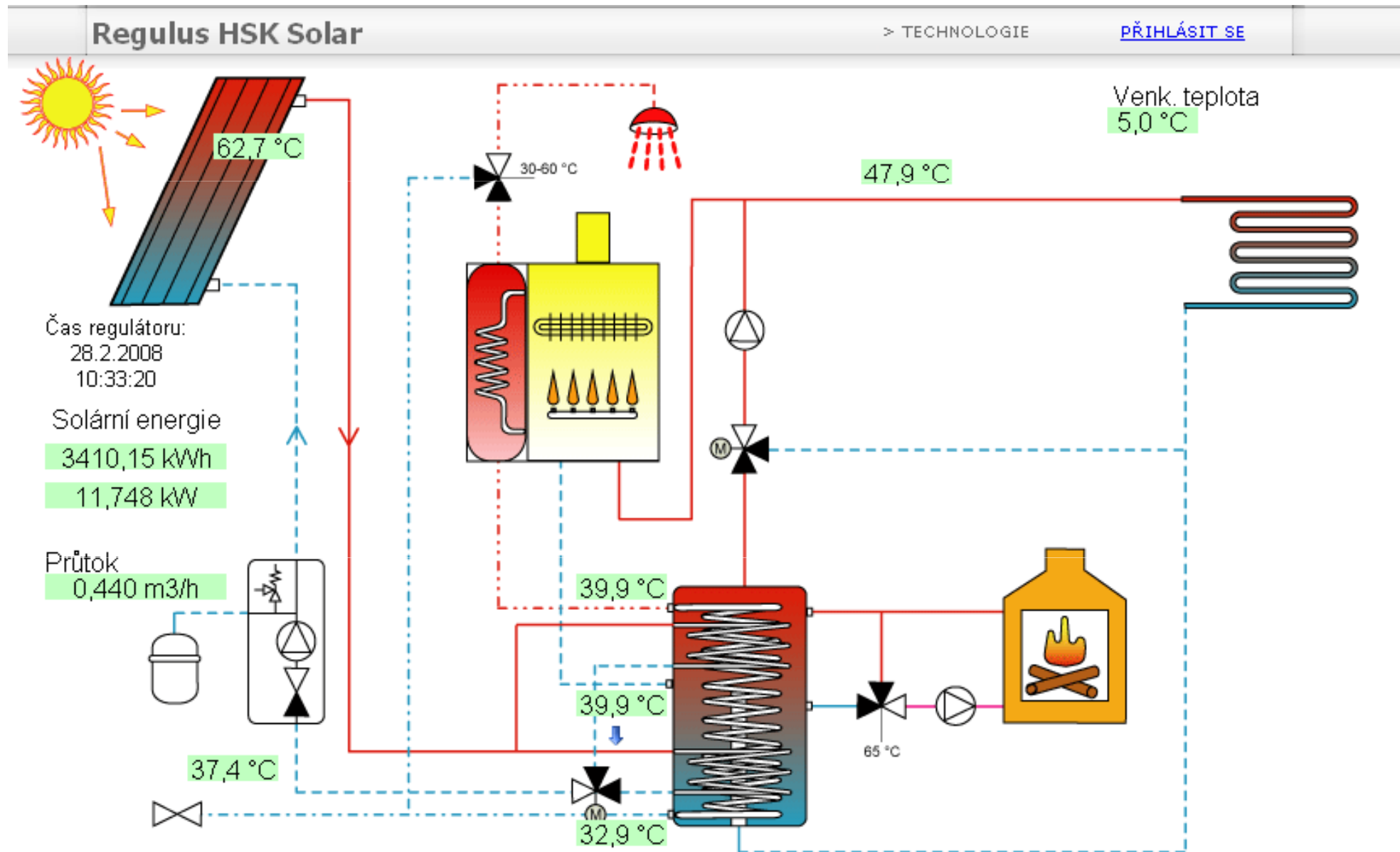


příklad zapojení systému se dvěma spotřebiči a přitápěním



rodinné domy (maloplošné)



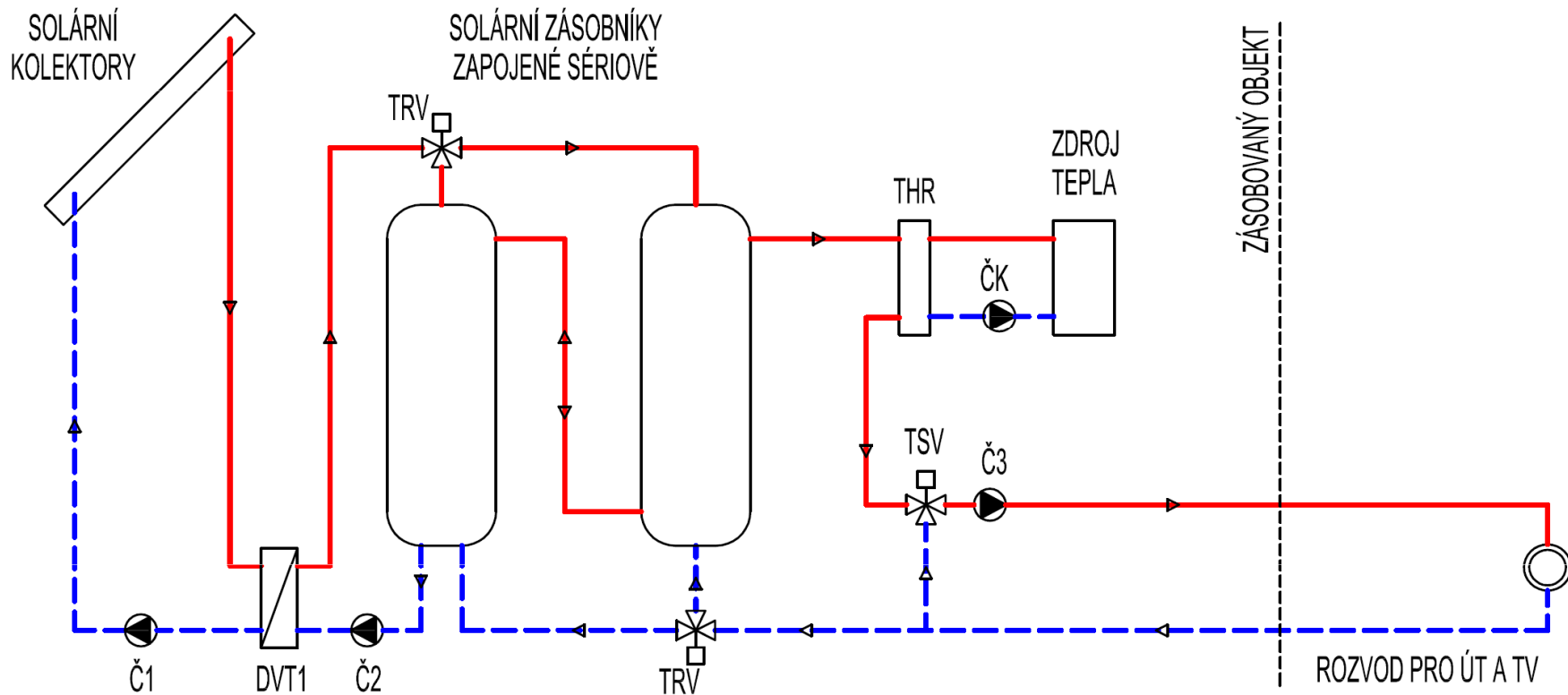




RD Hamry – 12 m² – 1000 litrů



bytové domy (velkoplošné)



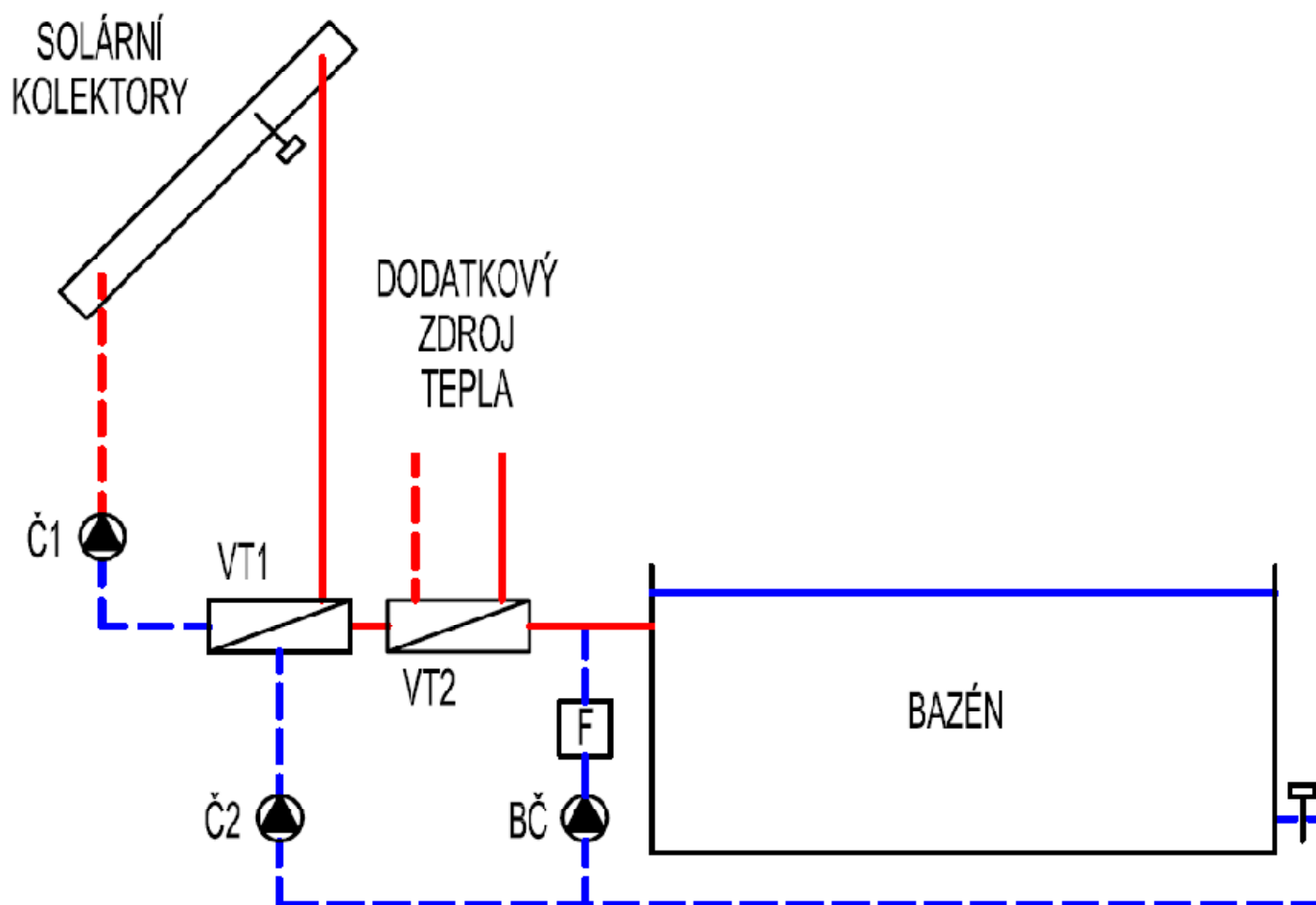
dvojtrubkový rozvod (přívodní + zpětné)

tlakově závislé bytové předávací stanice, regulace OS a příprava TV v bytech



MŠ Praha 13 – 36 m² – 2000 litrů

- **celoroční využití** – kryté bazény
- **sezónní využití** – otevřené, venkovní bazény
- pokrytí tepelných ztrát z hladiny bazénu, ohřev přiváděné čerstvé vody
- bazén jako akumulátor tepla
- možnost kombinace přípravy teplé vody a ohřevu bazénové vody
- solární zisky nad **500 kWh/m².rok**





Aquapark Ostrava Zábřeh – 157 m²

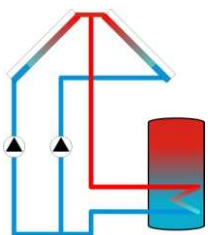


Koupaliště Velké Karlovice – 210 m²

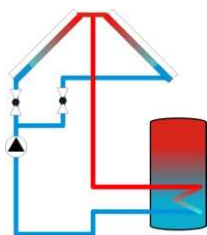
Zapojení volit vždy s ohledem na regulaci!!!

- **zvláště u soustav s více spotřebiči**
- **sériové a paralelní řazení**
- prioritá teplé vody
- další řazení podle priorit
- přednastavené aplikace v solárních regulátorech
- volně programovatelné regulace **> 30.000,- Kč**

system 2:

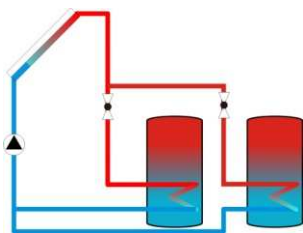


varianta 1

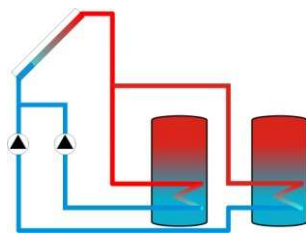


varianta 2

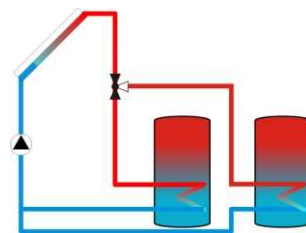
system 3:



varianta 1

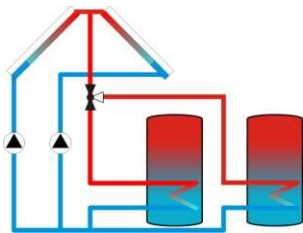


varianta 2

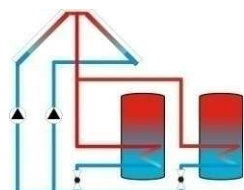


varianta 3

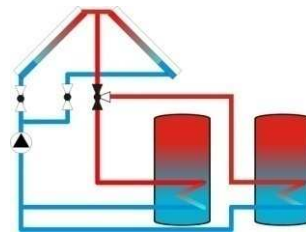
system 4:



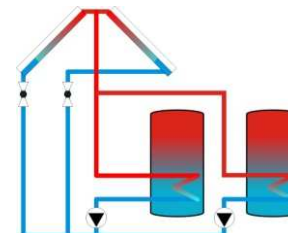
varianta 1



varianta 2

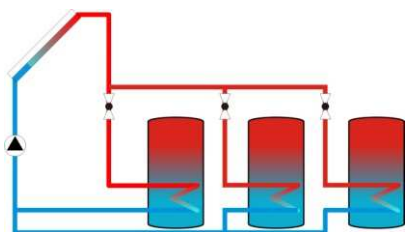


varianta 3

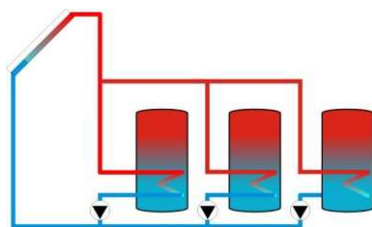


varianta 4

system 5:

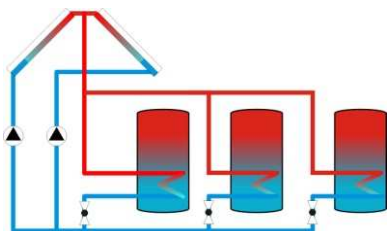


varianta 1

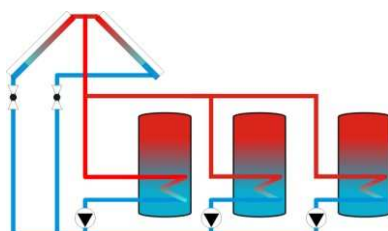


varianta 2

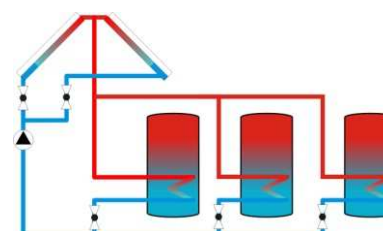
system 6:



varianta 1

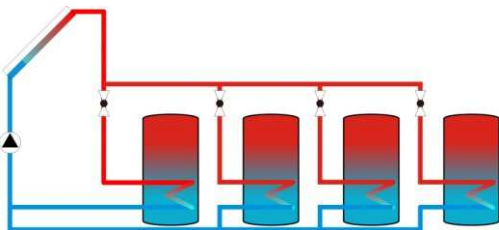


varianta 2

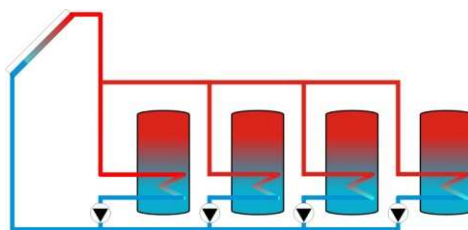


varianta 3

system 7:



varianta 1



varianta 2

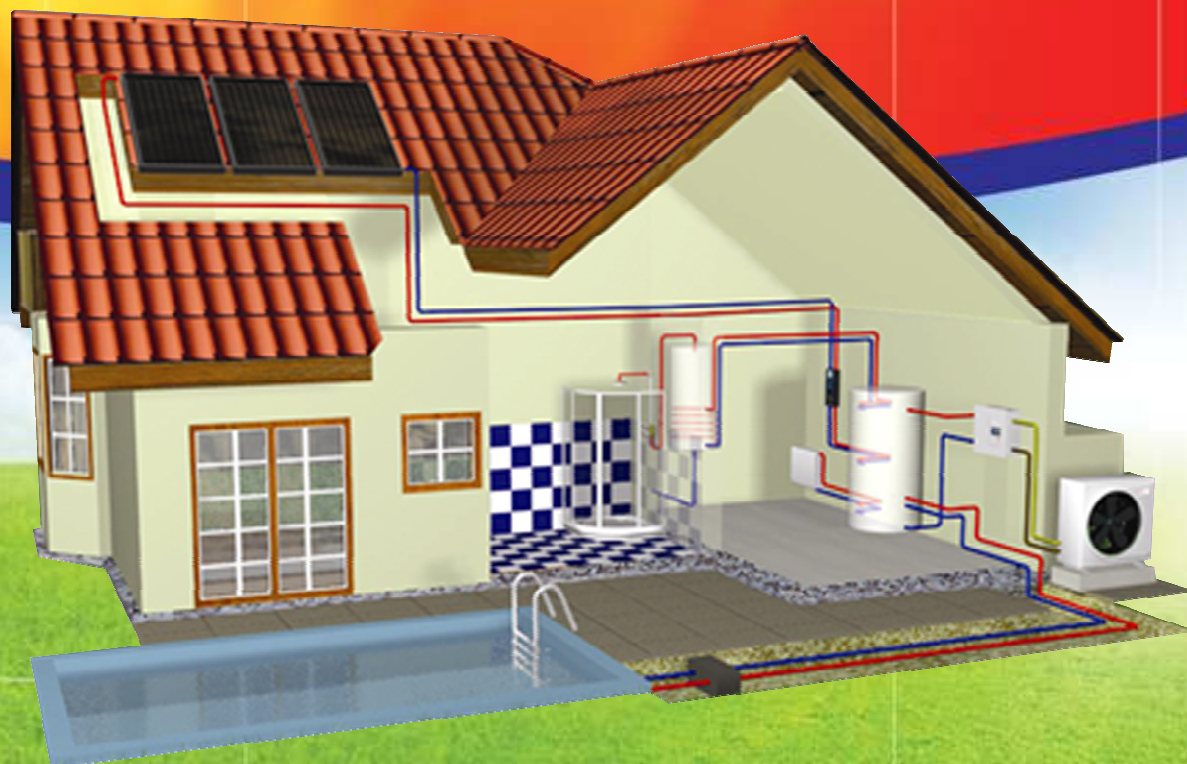
Děkuji za pozornost

Jiří Kalina

E-mail: kalina@regulus.cz

Tel.: 244 016 911

www.regulus.cz



Regulus



Solární soustavy jako zdroje tepla pro dálkové zásobování teplem

IEE 2008 Project
SDHtake-off - Solar District
Heating in Europe

Supported by

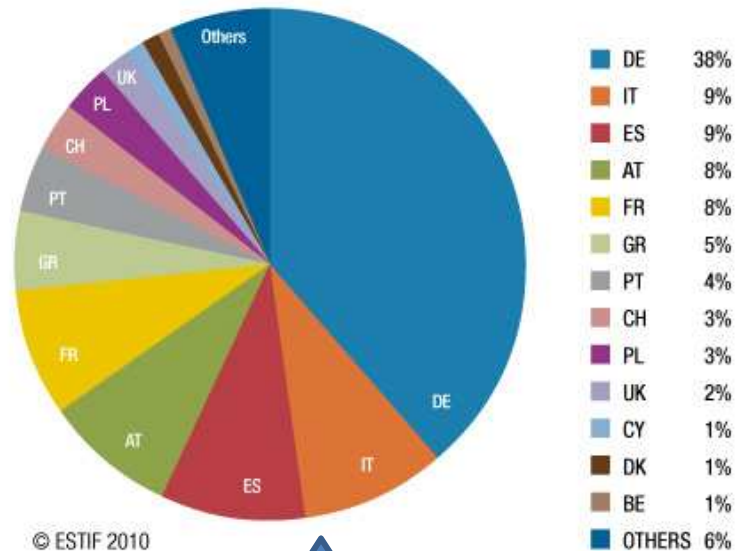


The sole responsibility for the content of this document lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the funding authorities. The funding authorities are not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

- 1. Trh se solárními kolektory**
- 2. Solární soustavy v CZT**
- 3. Solární soustavy v průmyslu**
- 4. Solární chlazení**

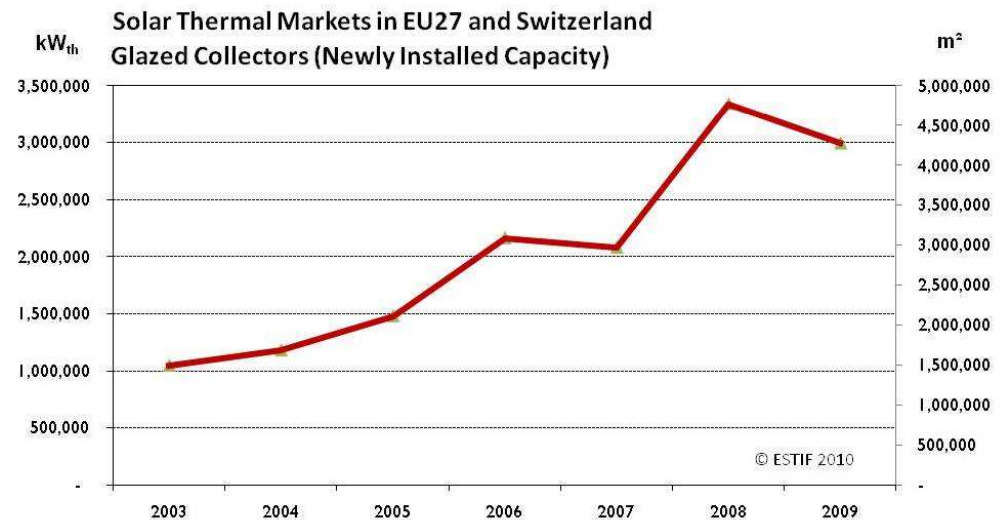
1. Trh se solárními kolektory

Shares of the European Solar Thermal Market (Newly Installed Capacity)

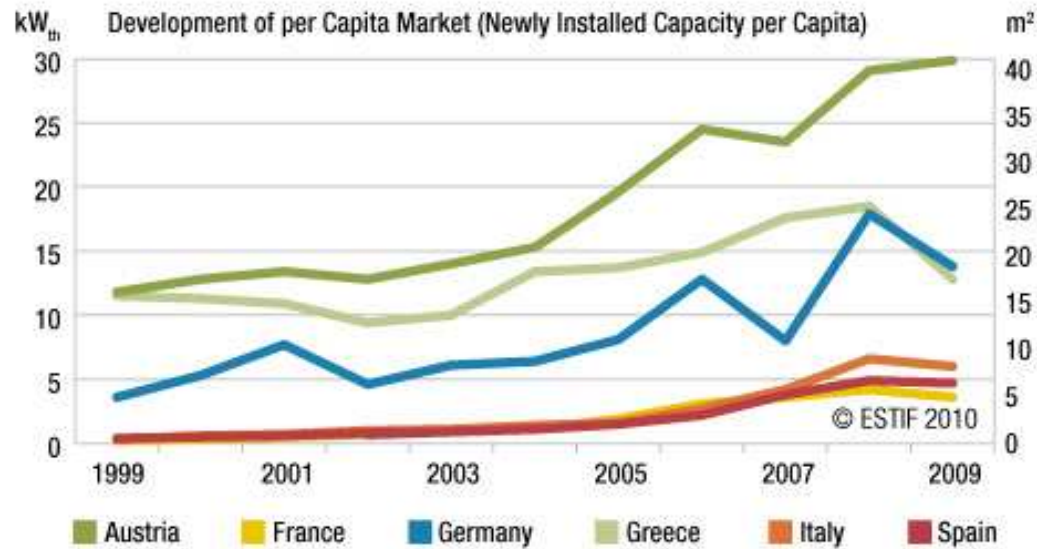


38 %
nově instalované
kolektorové plochy
v Německu

4 500 000 m²/rok

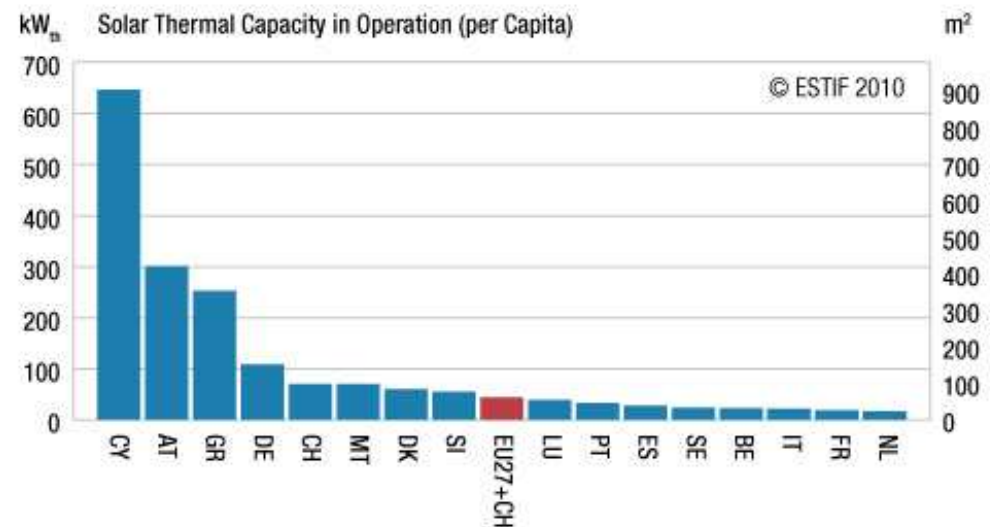


1. Trh se solárními kolektory



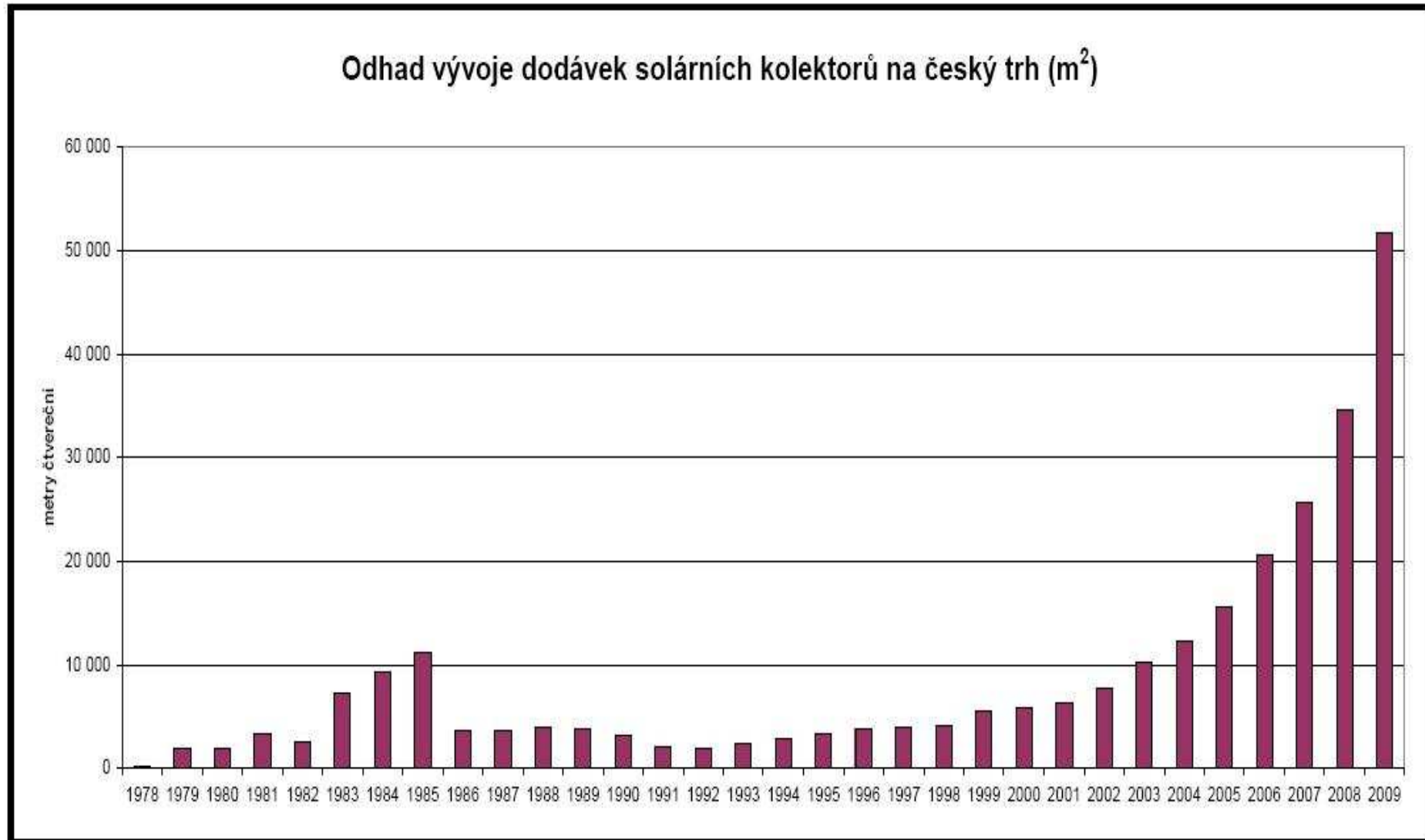
**Instalovaná plocha
Kypr
0,9 m²
na obyvatele**

**Rakousko
0,04 m²
na obyvatele a rok**

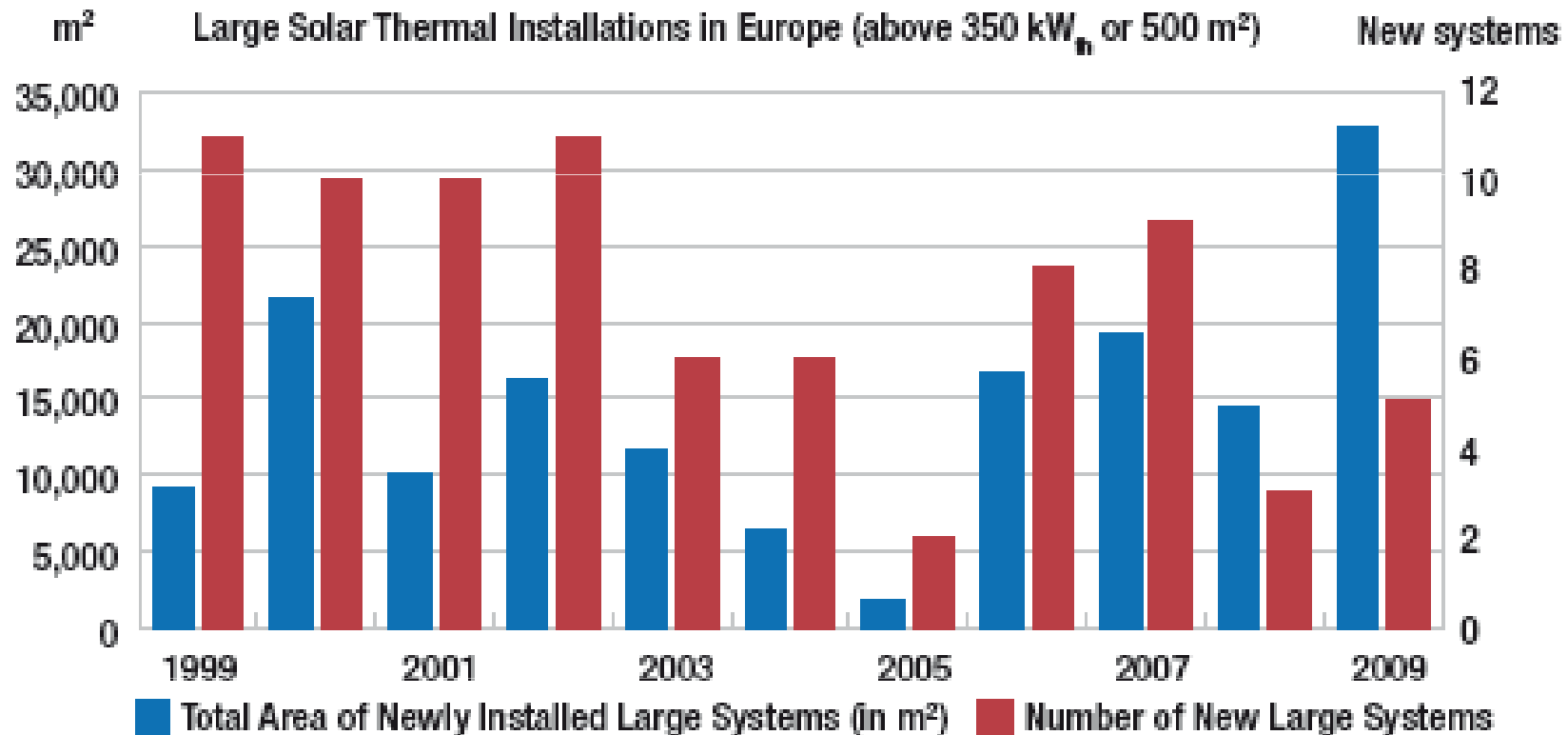


1. Trh se solárními kolektory

Podíl solárních kolektorů na celkové tepelné bilanci



1. Trh se solárními kolektory



Source : Jan-Olof Dalenbäck – SDH Take-off project (www.solar-district-heating.eu)

Velké soustavy (více než 500 m²) tvoří necelé 1 % trhu.

2. Solární soustavy v CZT

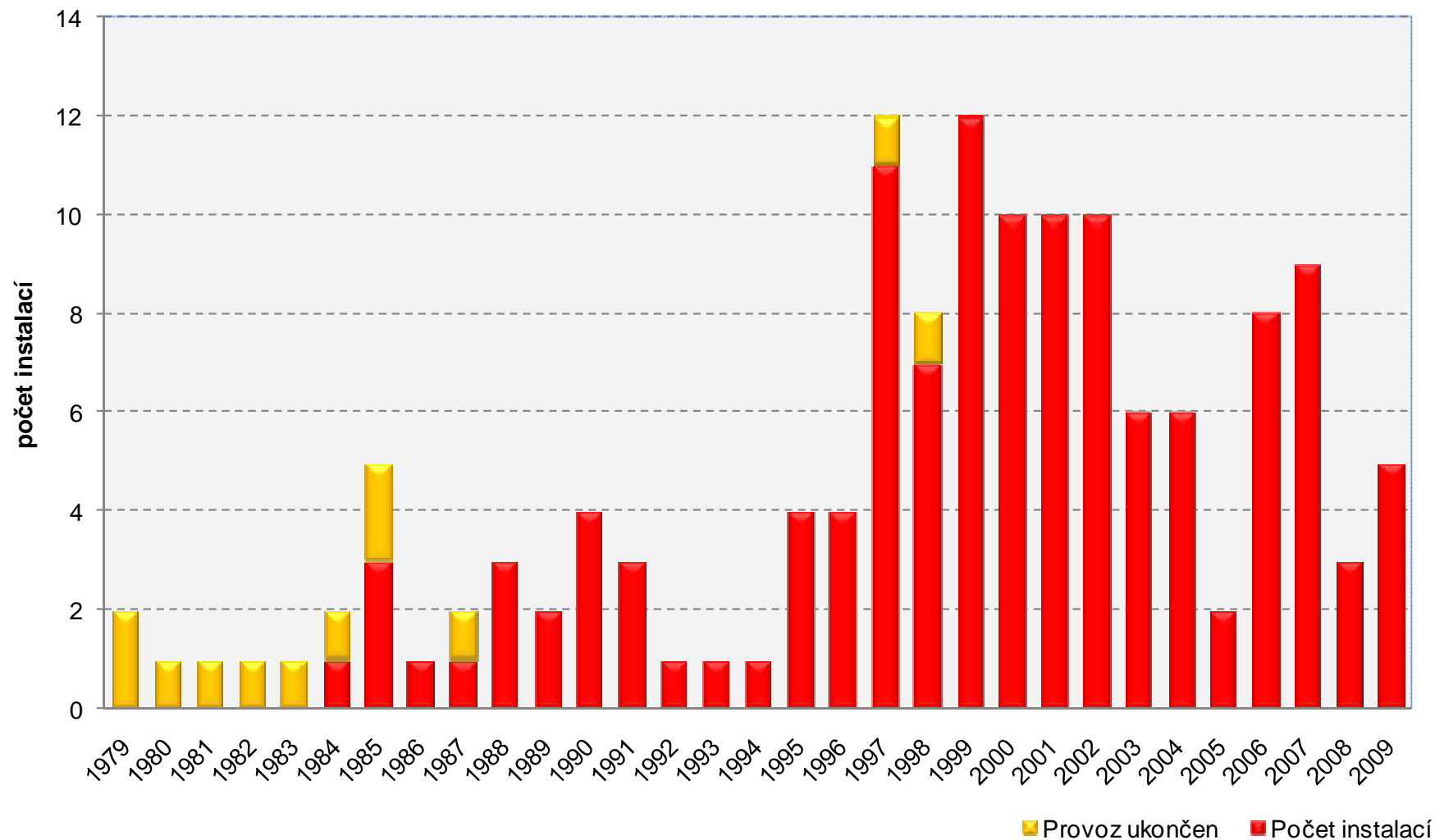
Stávající stav

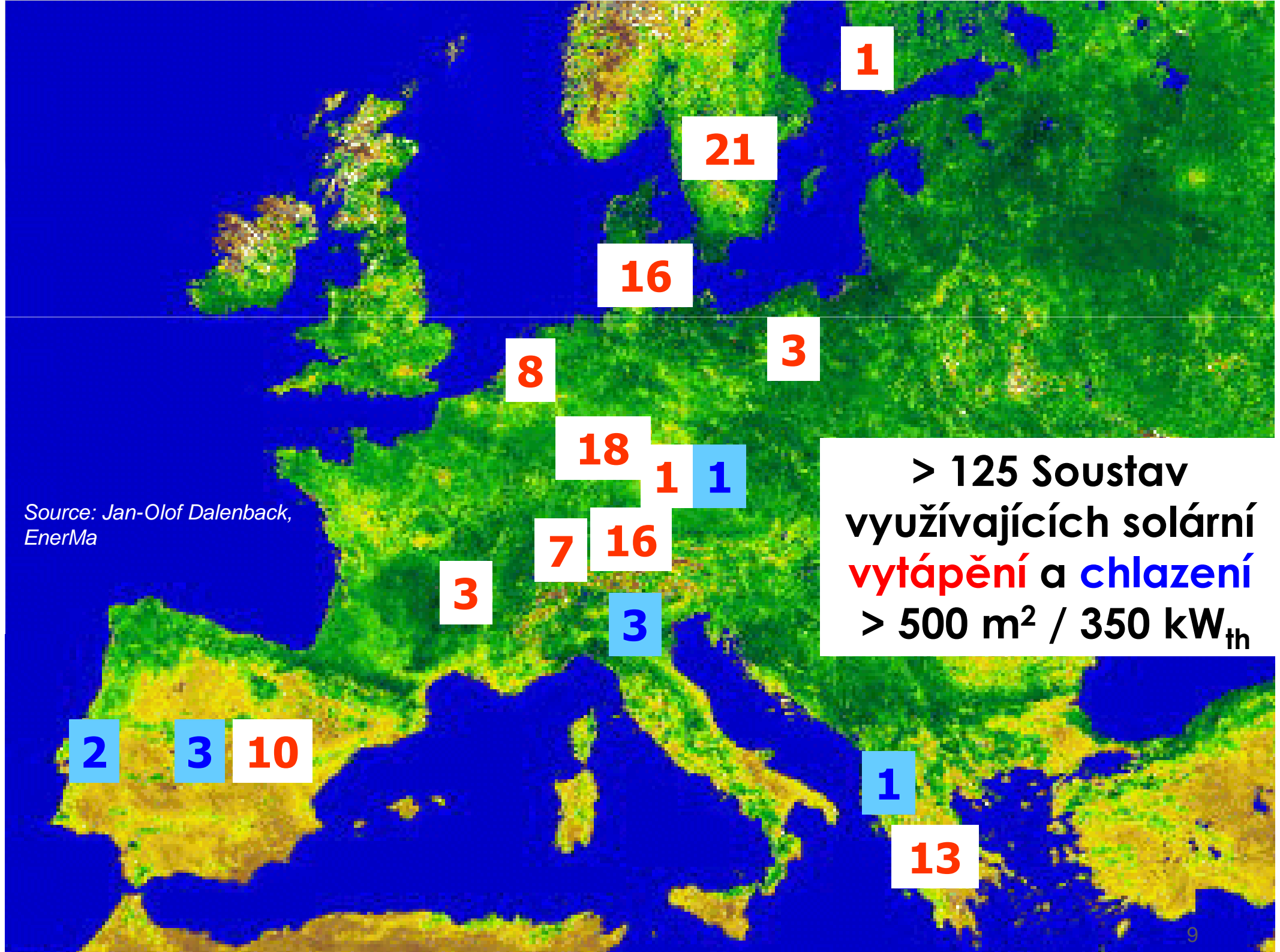
- Některé pilotní soustavy jsou v provozu již od 80. let
- Existuje pouze malé množství specializovaných firem
- Většina soustav využívá solárních kolektorů umístěných na střechách budov, přičemž 22 soustav ve Švédsku a v Dánsku má kolektorová pole umístěná na zemi
- Téměř všechny soustavu pracují s nemrznoucí směsí (voda-glykol)
- Poměrně častá je kombinace se spalováním biomasy
- 80 % soustav využívá plochých velkoplošných solárních kolektorů
- Většina soustav je navržena na pokrytí letní spotřeby tepla tzn. příprava teplé vody a ztráty v rozvodech při použití „denních“ vodních zásobníku tepla. Součástí 20 soustav jsou sezónní zásobníky tepla umožňující vyšší solární podíl na celkové spotřebě tepla.
- V deseti případech je sezónní zásobník teplovodní (nadmírní či podzemní), sedmkrát je využito k akumulaci tepla zeminy, dvakrát podzemní vody. 10 soustav je navrženo pro pokrytí potřeby chladu v letním období.

2. Solární soustavy v CZT

Stávající stav

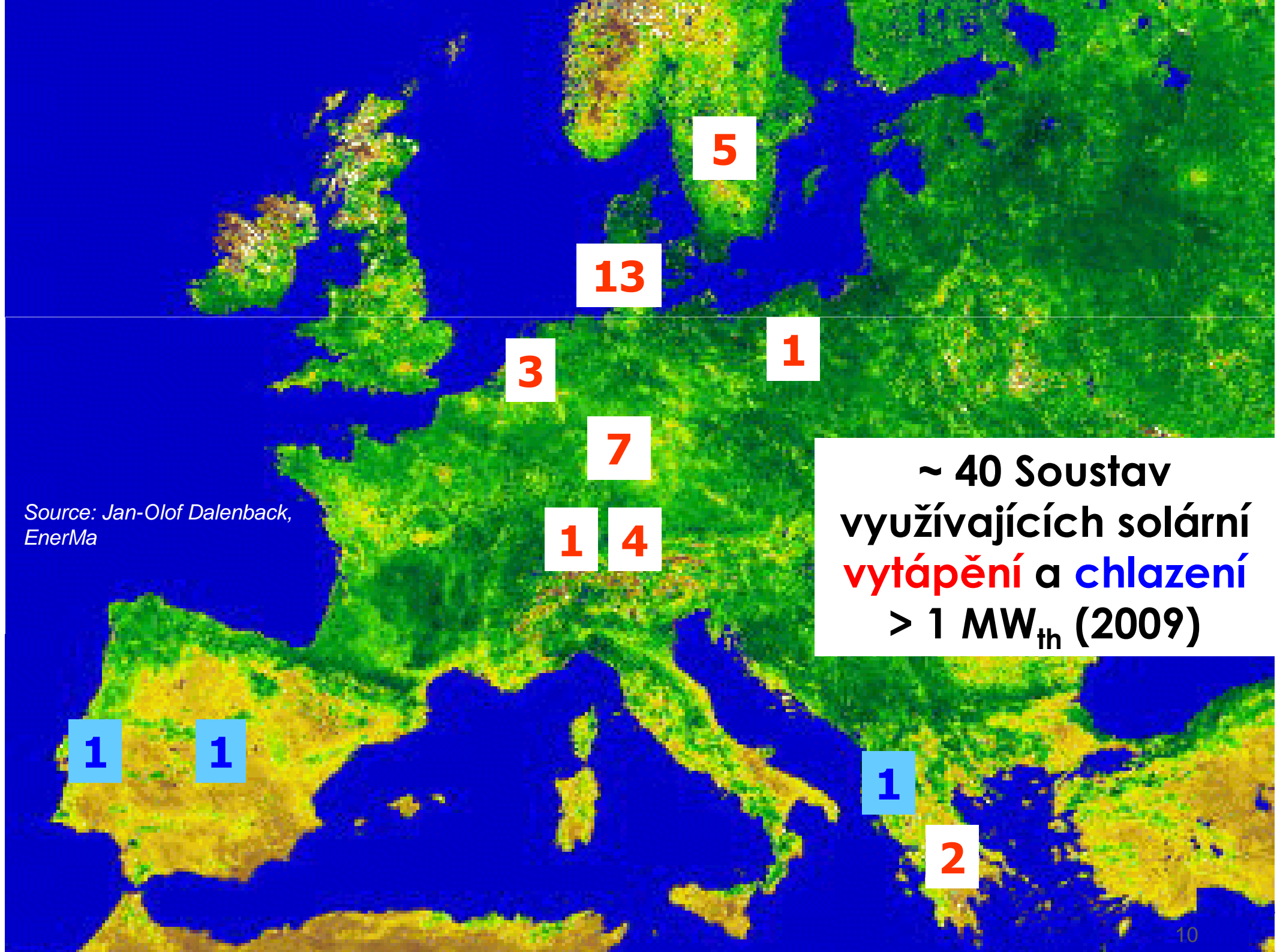
Počet instalací > 500 m² (350 kWt)





> 125 Soustav
 využívajících solární
vytápění a **chlazení**
 > 500 m² / 350 kW_{th}

Source: Jan-Olof Dalenback, EnerMa



~ 40 Soustav
využívajících solární
vytápění a **chlazení**
> 1 MW_{th} (2009)

Source: Jan-Olof Dalenback,
EnerMa

2. Solární soustavy v CZT

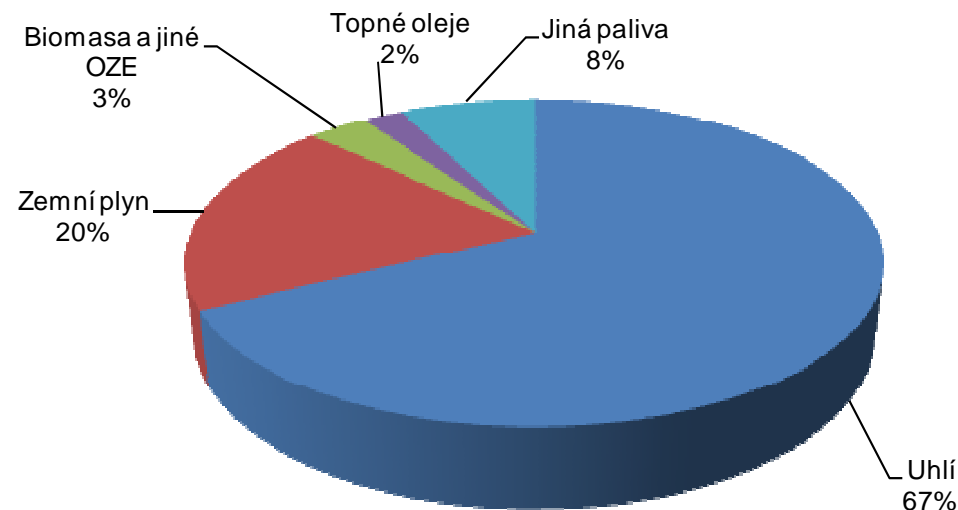
Proč Solar District Heating (SDH)

- systémy CZT jsou závislé na uhlí a zemním plynu
- v následujících letech hrozí reálný nedostatek uhlí na trhu
- zemní plyn je z 99 % dovážen
- potenciál dřevní štěpky je či v brzké době bude vyčerpán

SDH je zdroj

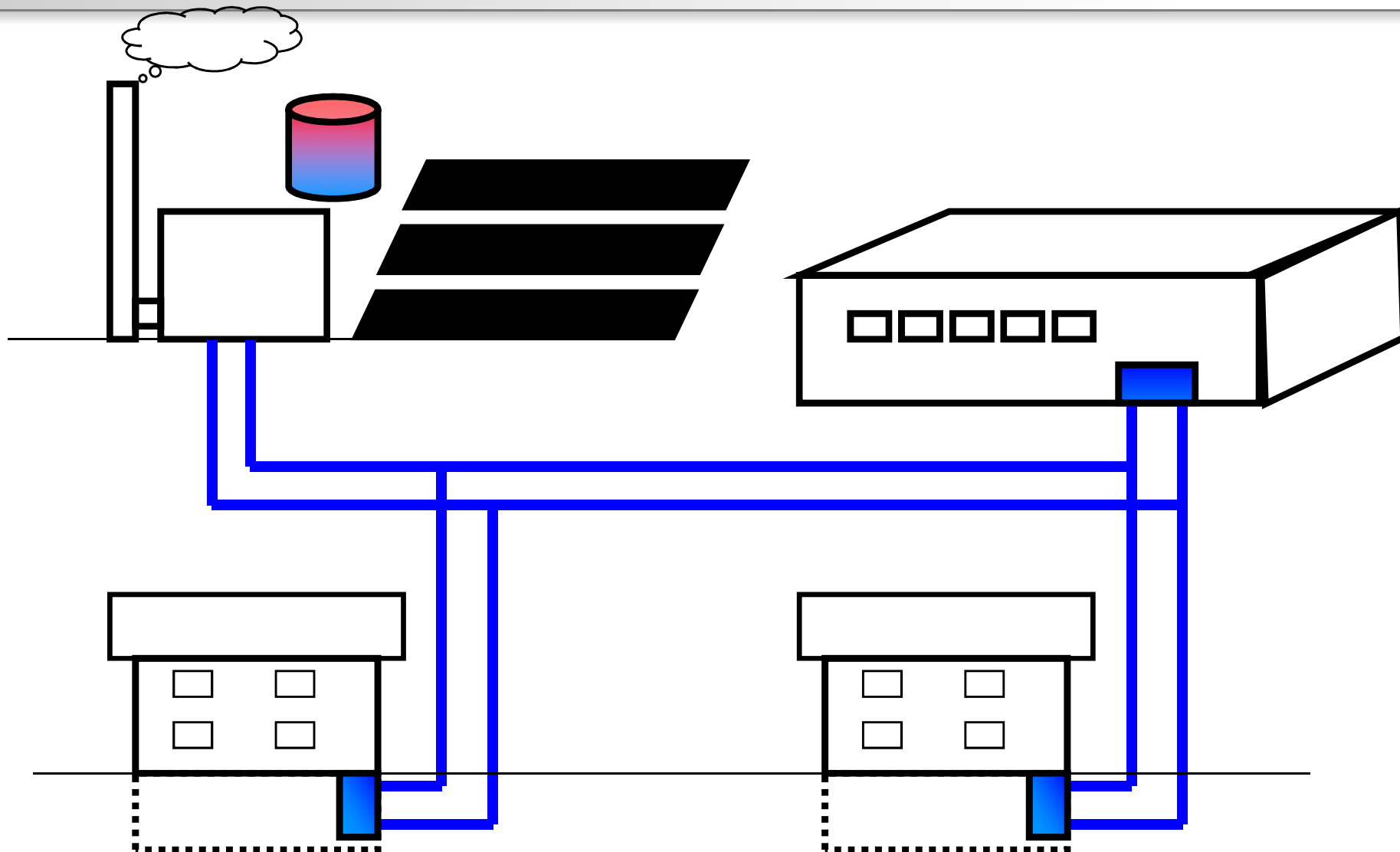
- tuzemský a v podstatě nevyčerpatelný
- s vysokou provozní spolehlivostí (malé nároky na údržbu)
- s dlouhou životností
- s velmi nízkými provozními náklady

Podíl jednotlivých paliv na celkové dodané tepelné energii



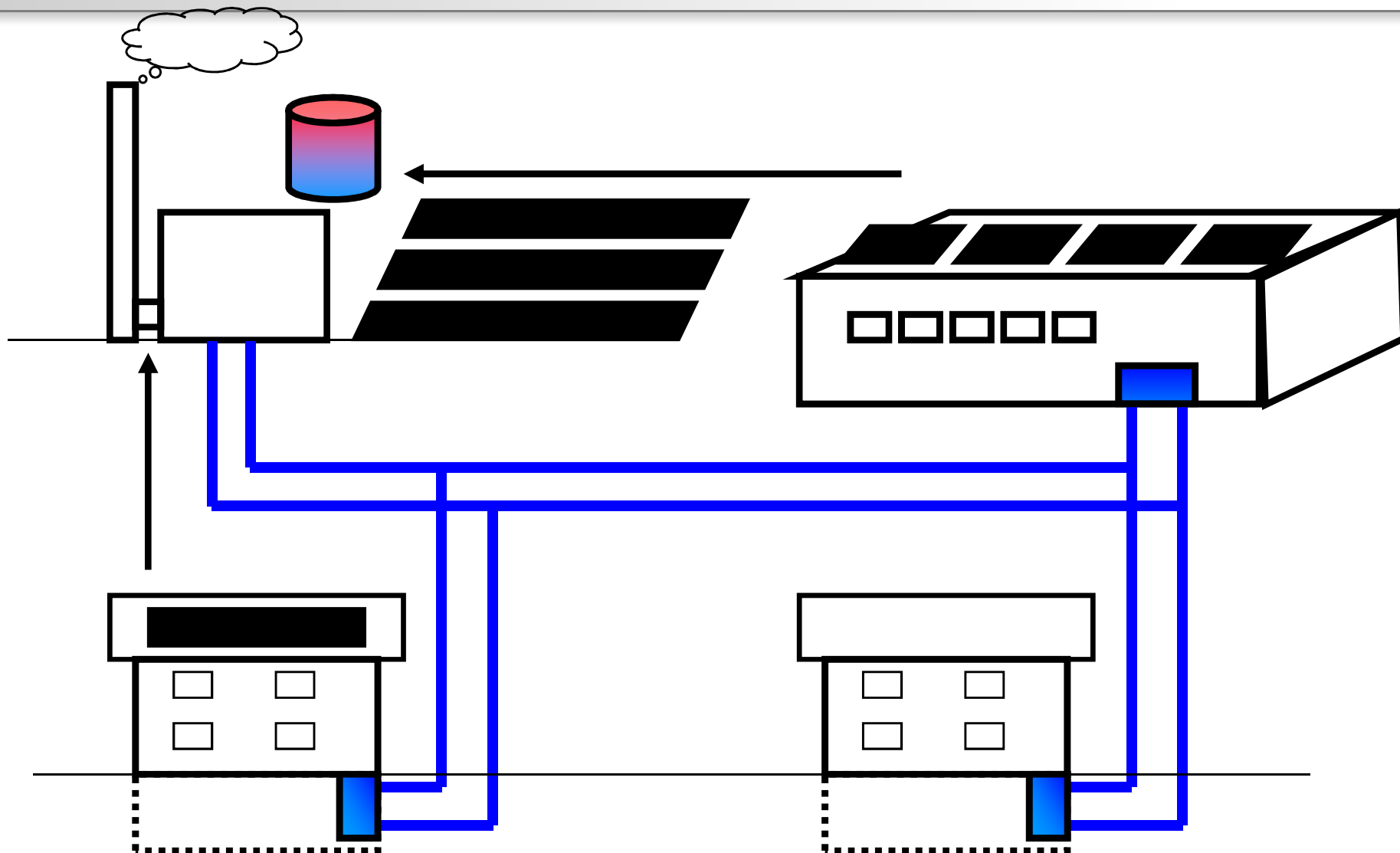
2. Solární soustavy v CZT

Typy soustav



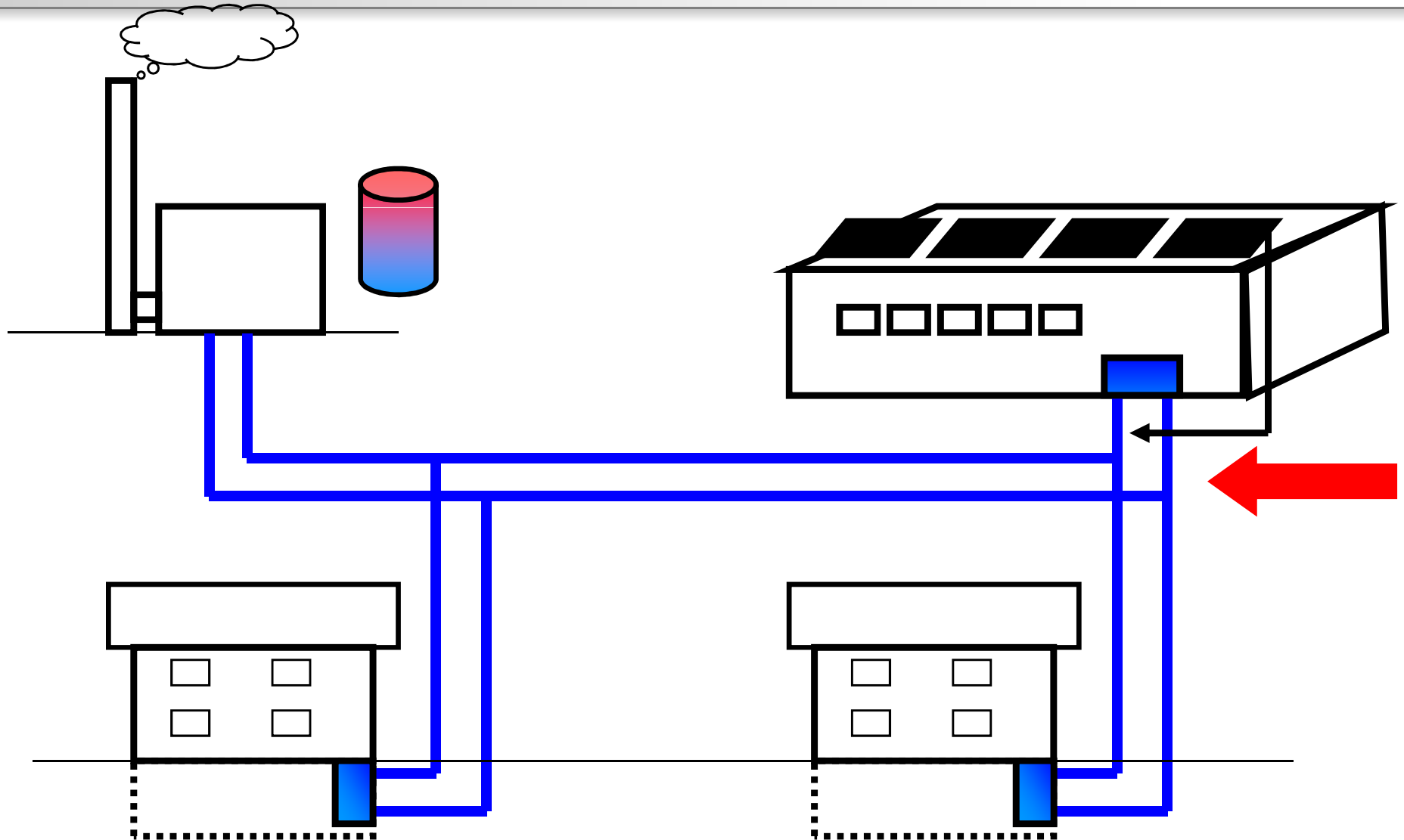
2. Solární soustavy v CZT

Typy soustav



SDH plants

Plant schemes and integration



2. Solární soustavy v CZT

Příklady soustav – Brædstrup

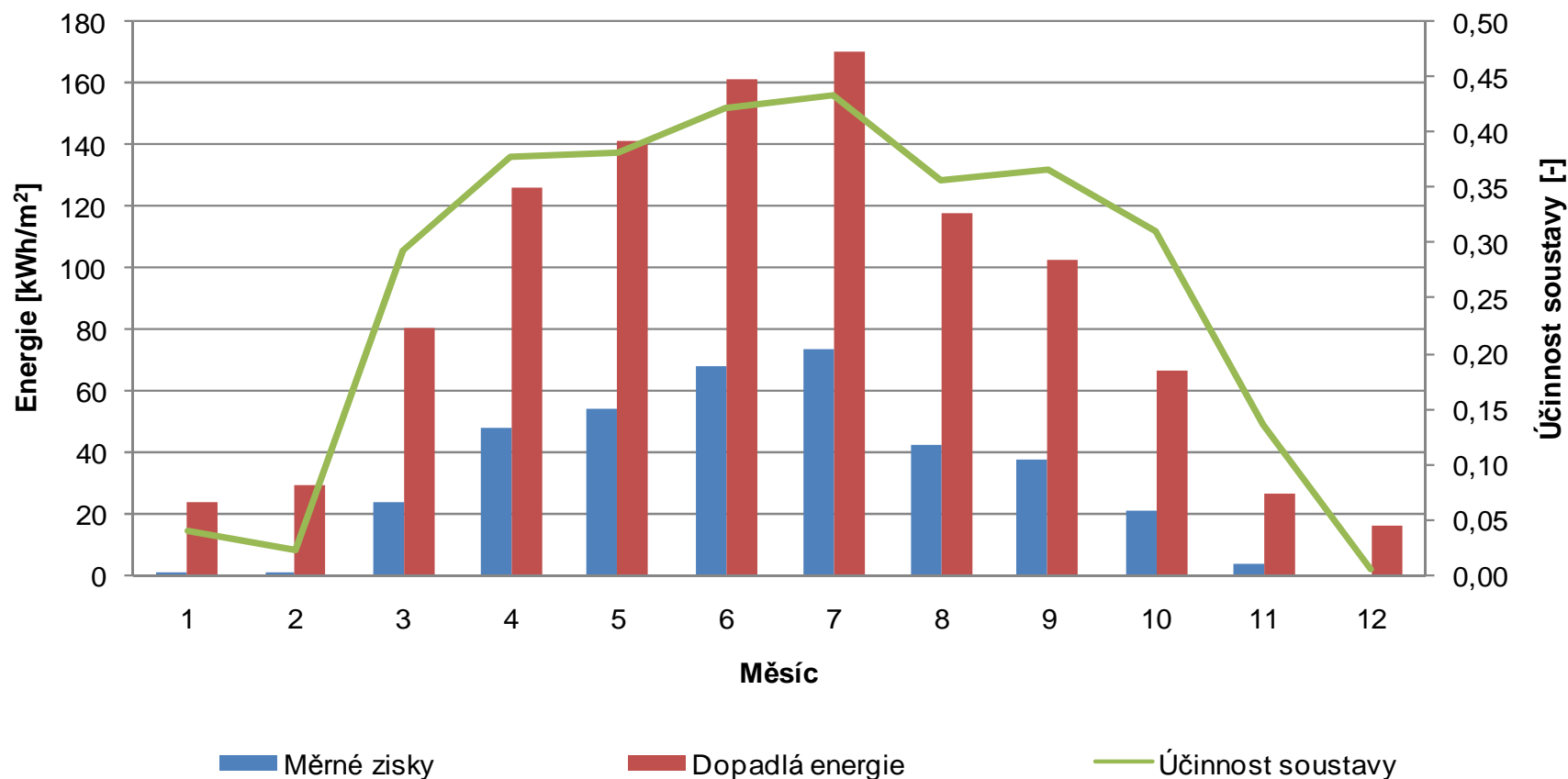
1. Brædstrup, DK

- Solární podíl – 8 %
- Celková roční spotřeba v systému je 42 GWh
- Z kolektorová plochy 8 000 m² je dodáváno cca 3,4 GWh
- Je použit vodní ocelový zásobník o objemu 2 000 m³
- Investiční náklady – 1 960 000 € (52,92 mil. Kč)
- tzn. 245 €/m² (6 615 Kč/m²)
- Provozní náklady (údržba, elektřina na provoz čerpadel) – 660 €/GWh (cca 60 tis. Kč/rok)
- investiční dotace 320 000 € (16 %)

2. Solární soustavy v CZT

Příklady soustav – Brædstrup

Měrné zisky a účinnost (Brædstrup 2010)



Roční měrné zisky soustavy 372 kWh/m² při dopadající sluneční energii 1062 kWh/m².



2. Neckarsulm, DE

- Solární podíl – 46 %
- Celková roční spotřeba v systému je 3 GWh
- Z kolektorové plochy 5 670 m² je dodáváno cca 1,38 GWh/rok
- Jsou použity dva vodní ocelové zásobníky o objemu 100 m³ a sezónní zásobník BTES (Borehole thermal energy storage) 63 000 m³
- Investiční náklady – 7 000 000 € (189 mil. Kč)
 - **tzn. 1 234 €/m² (33 333 Kč/m²)**
- cena tepla ze solární soustavy vypočtená pro dlouhodobý provoz 0,265 €/kWh
(1987 Kč/GJ)
 - *investiční dotace 3 500 000 € (50 %)*

2. Solární soustavy v CZT Příklady soustav – Neckarsulm



2. Graz, AT (Wasserwerke Andritz)

- Soustava připojená do velkého systému CZT
- Teplo je dodáváno primárně do přilehlého administrativního objektu
- Je použit vodní ocelový zásobník o objemu 60 m³ – přebytky do CZT
- Z kolektorové plochy 3 855 m² je dodáváno cca 1,62 GWh/rok
- Investiční náklady – 1 600 000 € (40 mil. Kč)
- **tzn. 415 €/m² (10 376 Kč/m²)**



2. Solární soustavy v CZT *SDH v České republice*

- Pouze dvě velkoplošné soustavy nad 500 m² (Rusava, Hotel Duo) – nedodávají teplo do systémů centrálního zásobování teplem
- V provozu jen několik „malých“ soustav

Provozovatel [-]	Rok spuštění [-]	Adresa [-]	Plocha kolektorů [m ²]	Typ kolektoru [-]
TEREA Cheb s.r.o.	1997	B. Němcové 11, Cheb	90	ploché
TEREA Cheb s.r.o.	2002	Palackého 16, Cheb	60	ploché
TEPO s.r.o.	2003	Vodárenská, Kladno	24	vakuové trubkové
TEPO s.r.o.	2004	Kladno, Rozdělov	24	ploché
-	-	Nové Ervěnice	66	ploché
SATE Hulín, s.r.o.	2007	Družba 1198, Hulín	209	ploché

- Soustavy jsou umístěné buď přímo na nebo poblíž výměňkových stanic systémů dálkového zásobování teplem
- Zřejmě ideální typ instalace pro integraci do stávajících systémů v ČR
- Dvě soustavy jsou provozovány ve Slovenské republice

Provozovatel [-]	Rok spuštění [-]	Adresa [-]	Plocha kolektorů [m ²]	Typ kolektoru [-]
-	2003	Žilina, Hliny VII	268	ploché
Dalkia	2010	Bratislava, Petržalka	142	ploché

Projekt SDHtake-off

- podpořeno z Intelligent Energy Europe
- partnerské země: Německo, Dánsko, Švédsko, Rakousko, Itálie, Česká republika
- v ČR – CityPlan spol. s r.o., Teplárenské sdružení České republiky
- Činnosti projektu:
 - analýza trhů v jednotlivých zemích
 - vytvoření technických standardů (či příruček) pro interakci teplárenských systémů se solárními soustavami
 - přenos informací
 - propagace v dalších evropských zemích

www.solar-district-heating.eu/cz



3. Solární soustavy v průmyslu

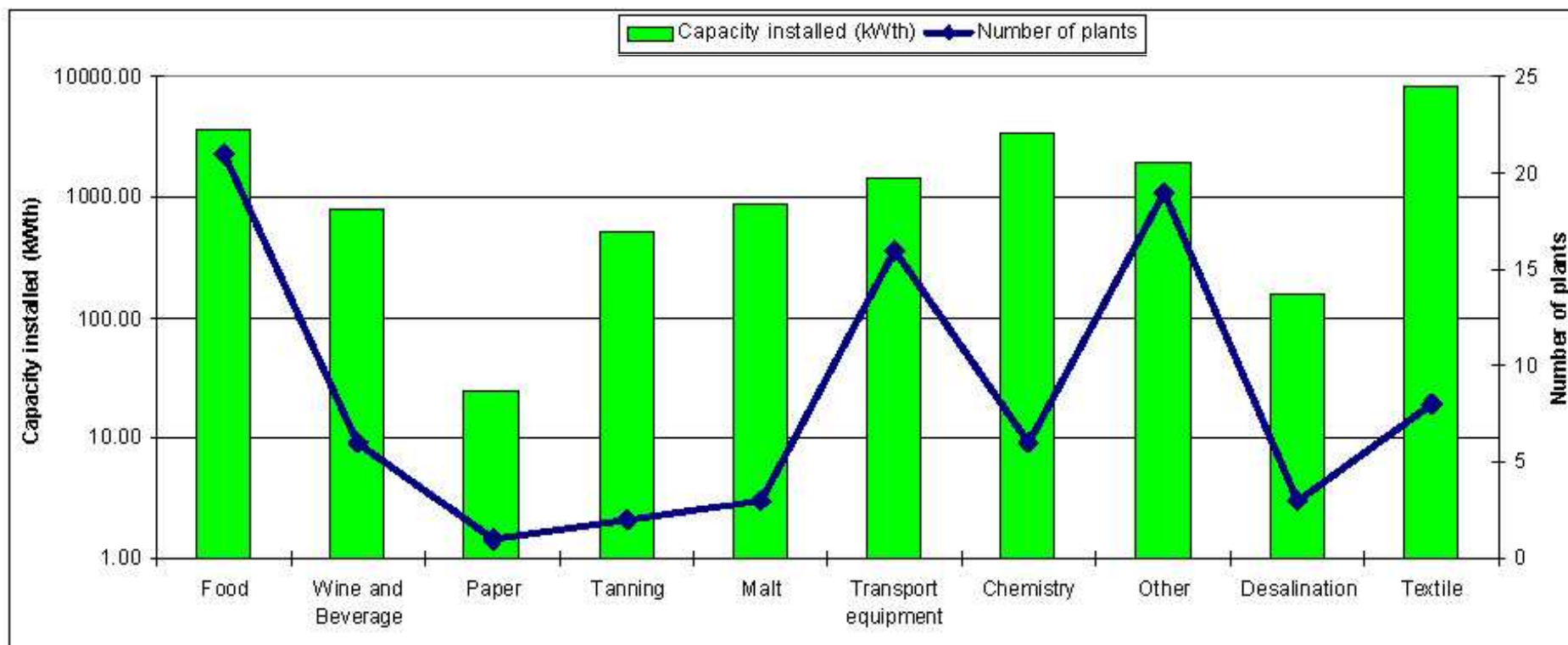
- 27 % z celkové spotřeby tepla připadá na průmysl
- 30 % tepla v průmyslu je využívána na teplotní úrovni 100 °C a nižší
- celá řada možných aplikací
 - příprava TV pro mytí a čištění
 - předehřev vody pro přípravu páry
 - ohřev vzduchu – sušení
- ...
- v Evropě je v provozu pouze 70 soustav (celkem svět 90)
- v rámci IEE je na tuto problematiku zaměřen projekt SO-PRO (ECČB)

3. Solární soustavy v průmyslu

Industrial Sector	Process	Temperature Level [°C]
Food and Beverages	Drying	30 - 90
	Washing	40 - 80
	Pasteurizing	80 - 110
	Boiling	95 - 105
	Sterilizing	140 - 150
	Heat Treatment	40 - 60
Textile Industry	Washing	40 - 80
	Bleaching	60 - 100
	Dyeing	100 - 160
Chemical Industry	Boiling	95 - 105
	Distilling	110 - 300
	Various chem. Processes	120 - 180
All Sectors	Pre-heating of Boiler Feed-water	30 - 100
	Heating of Production Halls	30 - 80

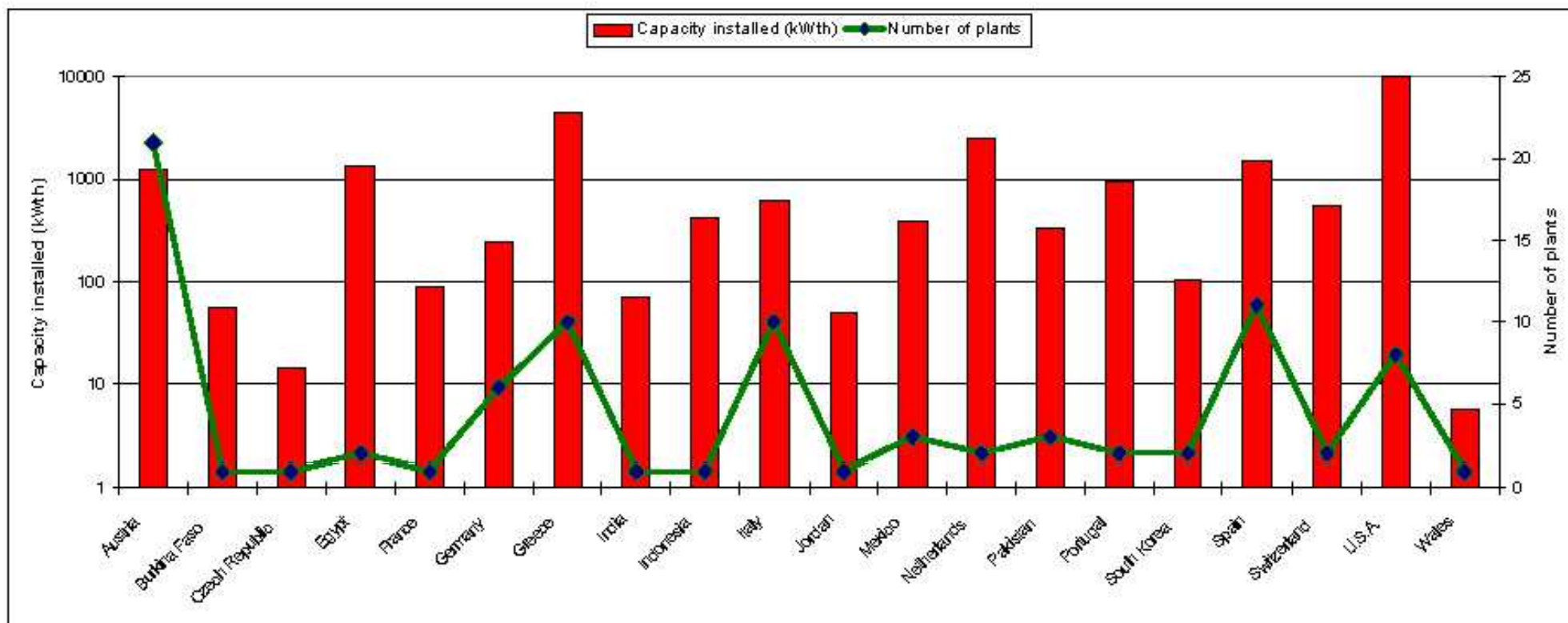
3. Solární soustavy v průmyslu

Počet soustav v jednotlivých odvětvích



3. Solární soustavy v průmyslu

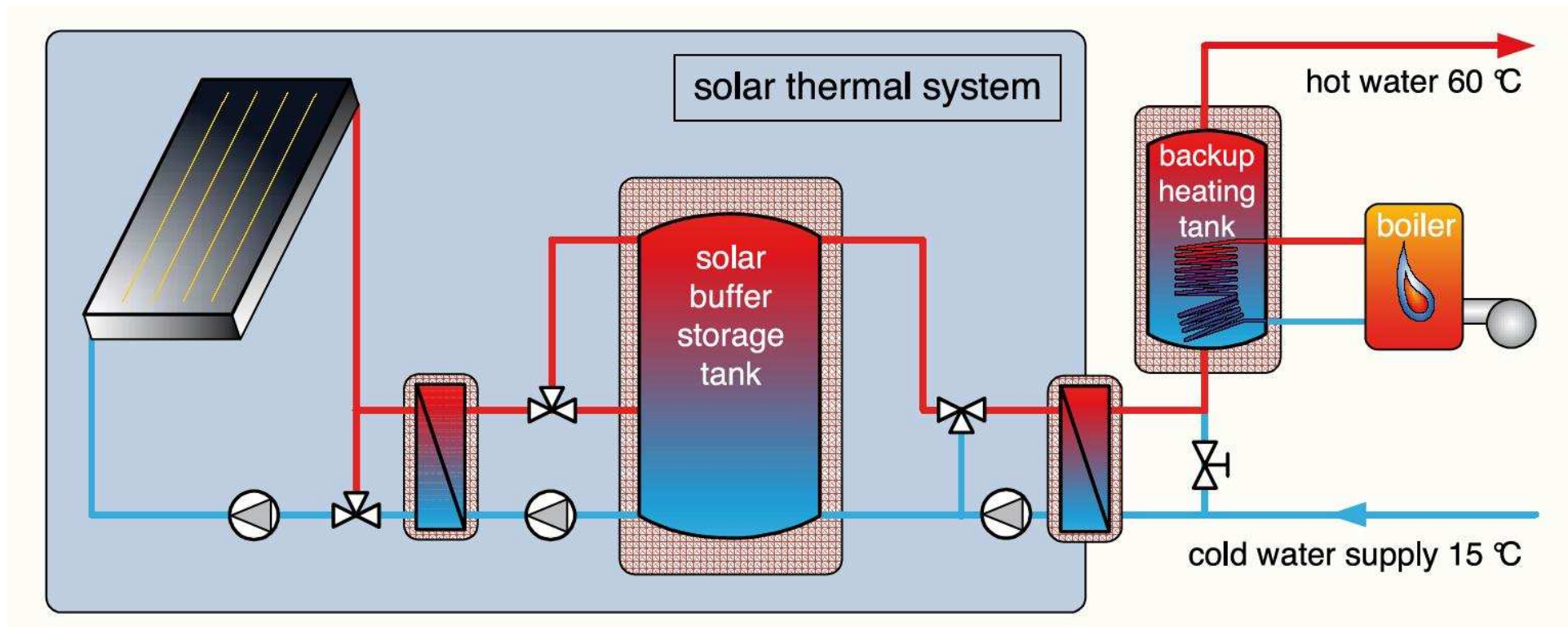
Počet soustav v jednotlivých zemích



3. Solární soustavy v průmyslu

Typy soustav

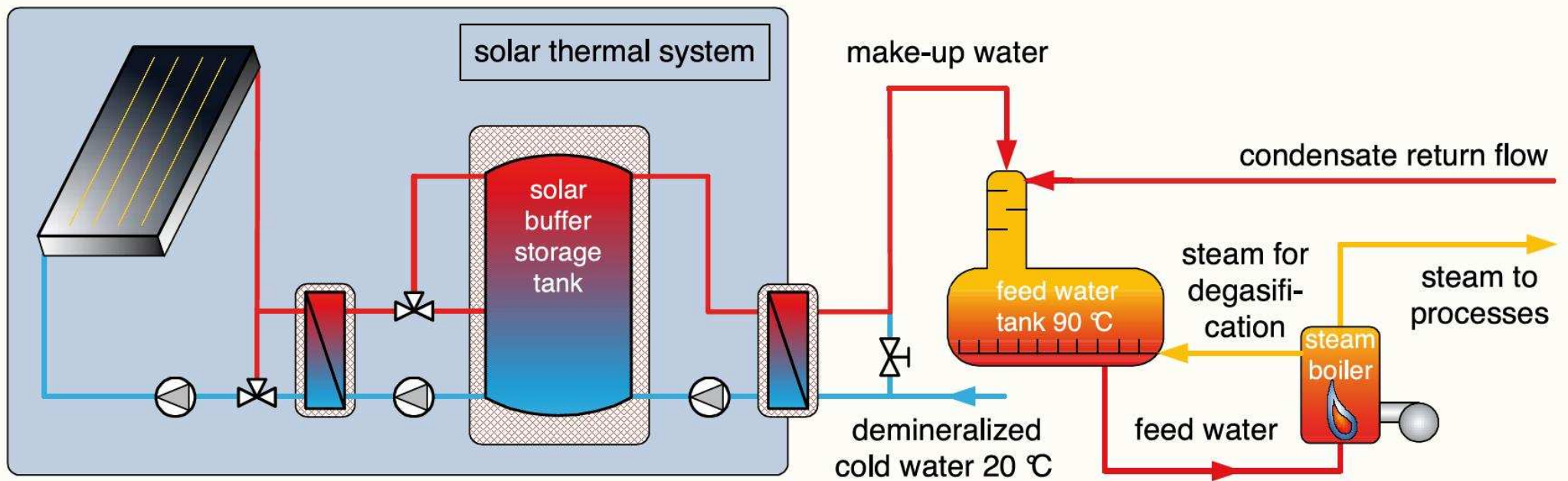
- příprava TV pro mytí a čištění



3. Solární soustavy v průmyslu

Typy soustav

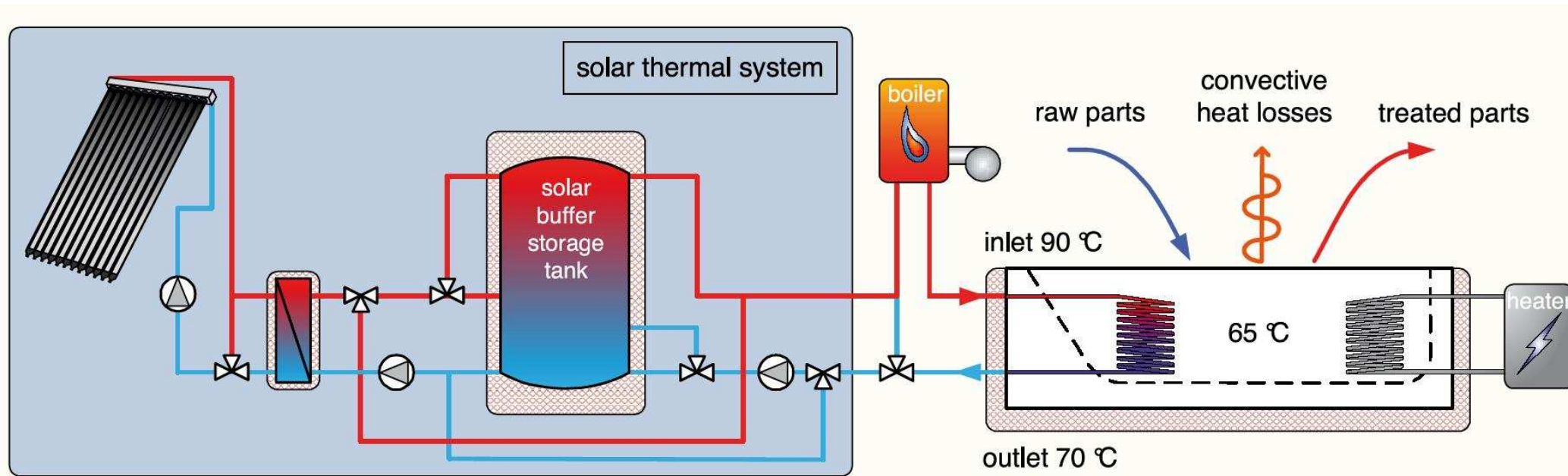
- přehřev vody před vyvíječem páry



3. Solární soustavy v průmyslu

Typy soustav

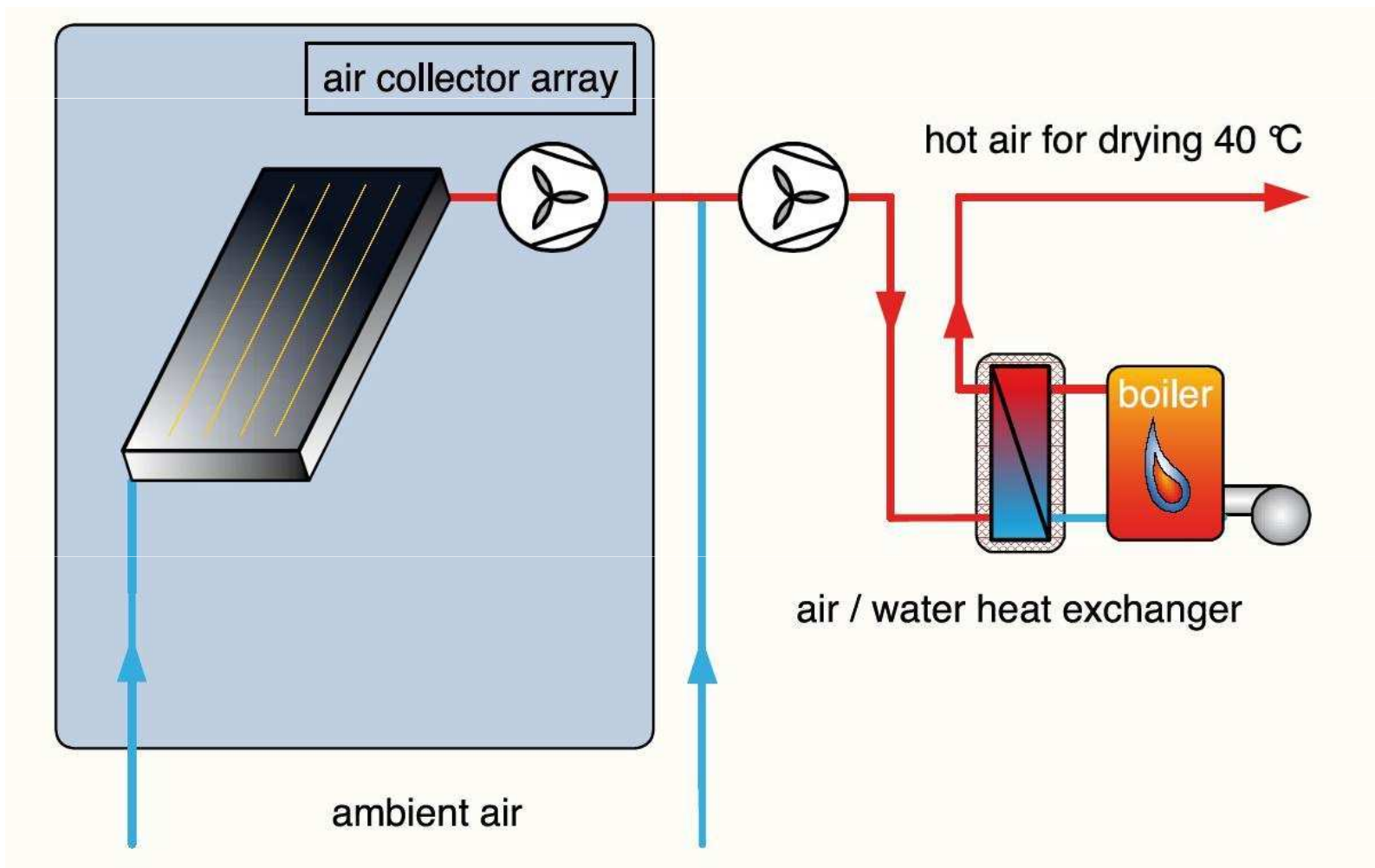
- příprava TV pro průmyslové lázně (např. galvanizace)



3. Solární soustavy v průmyslu

Typy soustav

- ohřev vzduchu pro sušení



3. Solární soustavy v průmyslu

Příklady soustav: Montesano – Tenerife (ESP)

- soustava určená pro přípravu TV na mytí a čištění
- v provozu od roku 2008
- 290 m² plochých solárních kolektorů, zásobník o objemu 23 m³
- dodává technologickou TV o teplotě mezi 40 a 60 °C
- solární podíl 45 %
- vhodné provozní nastavení soustavy spolu s příznivými klimatickými podmínkami mají z následek vysoké měrné
- celkové roční zisky jsou 314 MWh
- solární soustava doplňuje původní zdroj k
- investiční náklady 200 tis. EUR



3. Solární soustavy v průmyslu

Příklady soustav: Steinbach & Vollmann, Heiligenhaus
(GER)

- soustava určená pro přípravu TV, která je využívána v galvanizačních vanách
- přebytky tepla jsou spotřebovávány na vytápění a přípravu TV
- v provozu od roku 2008
- 400 m² vakuových trubkových kolektorů, zásobník o objemu 9 m³
- dodává technologickou TV o teplotě mezi 60 a 80 °C
- solární podíl 30 až 35 %
- solární soustava byla realizována v rámci rek
- hlavním zdrojem jsou kotle spalující zemní pl
- investiční náklady 240 tis. EUR



3. Solární soustavy v průmyslu

Příklady soustav: Laguna – Marburg (GER)

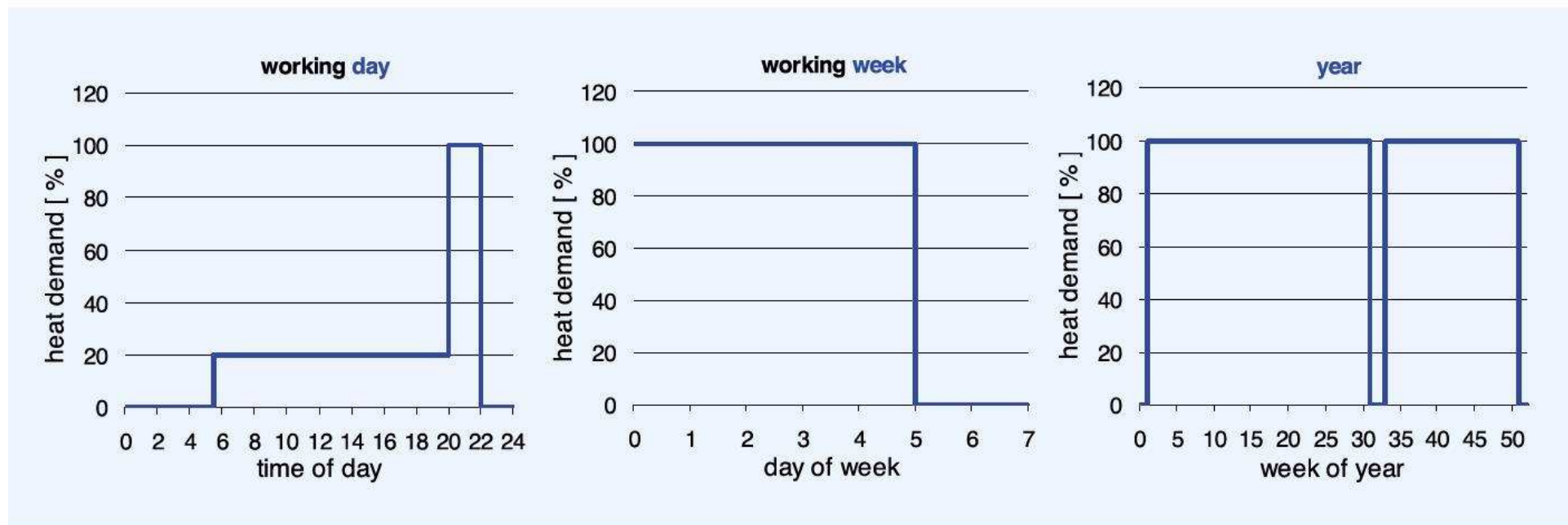
- soustava určená pro přípravu TV, která je využívána pro předehřev v úpravně vody
předehřev vody před parním kotlem
příprava TV pro pračky
- v provozu od roku 2010
- 57 m² plochých kolektorů vybavených reflektory, zásobník o objemu 3,3 m³
- dodává TV o teplotě mezi 20 až 120 °C



3. Solární soustavy v průmyslu

Návrh soustavy

- důležitá je stejně jako v případě ostatních solárních soustav znalost spotřeby
- bezpodmínečně nutné je, ale i zjištění profilu (denního, týdenního a ročního) spotřeby



3. Solární soustavy v průmyslu

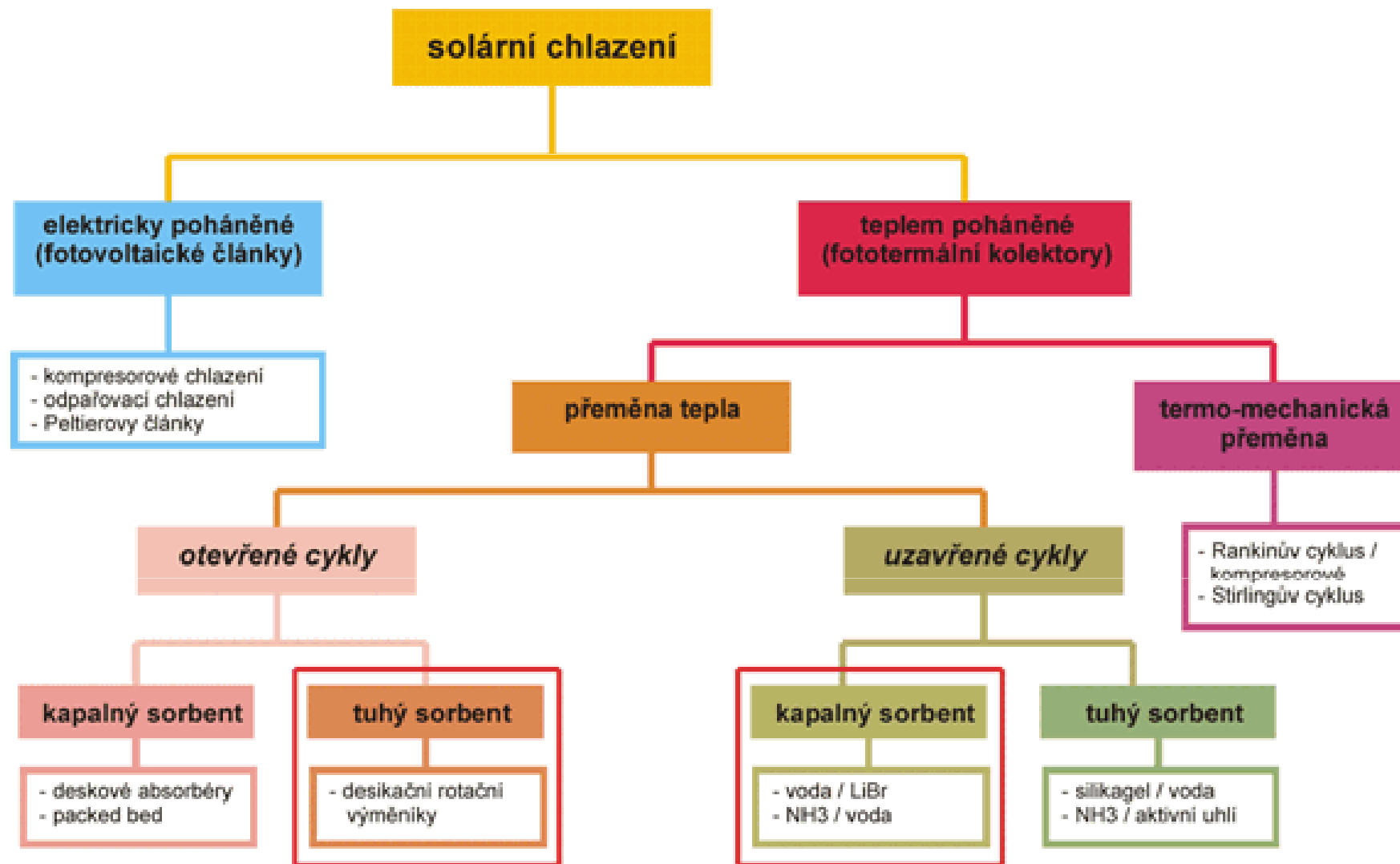
- pro předběžné určení kolektorové plochy lze použít vztah

$$A_{AP} = (Q_{Roční} \cdot 0,4) / \dot{q}_{Roční} \left[m^2 \right]$$

- při předběžném návrhu se v podmínkách střední Evropy uvažuje 50 l zásobníku na 1 kolektorové plochy

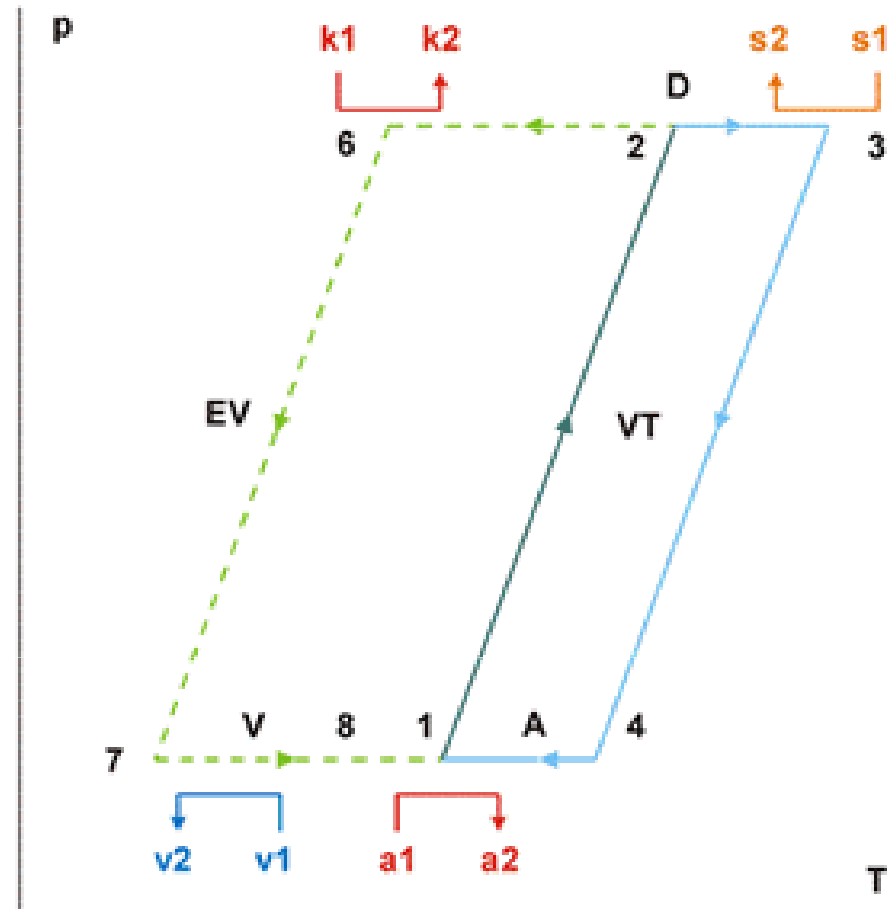
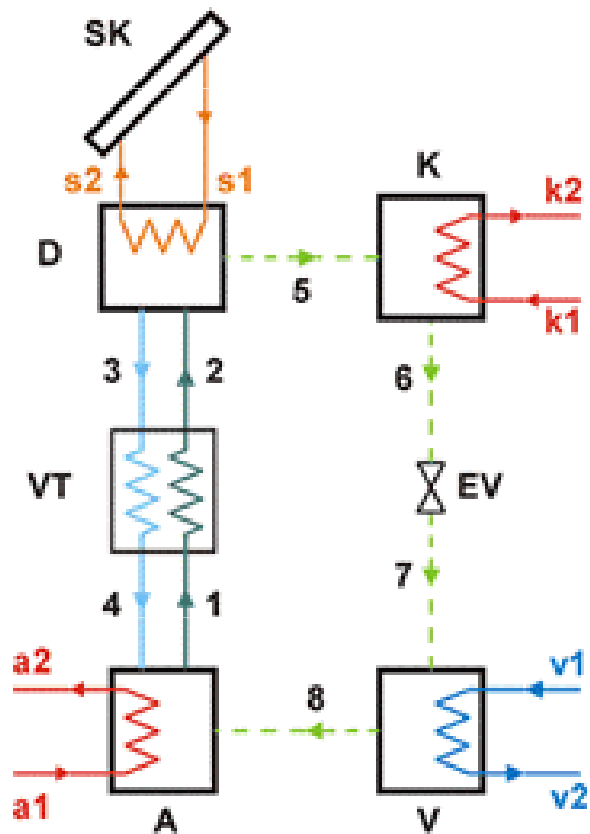
$$V_Z = A_{AP} \cdot 50 / 1000 \left[m^3 \right]$$

3. Solární chlazení



3. Solární chlazení

Absorbční chlazení v uzavřeném cyklu

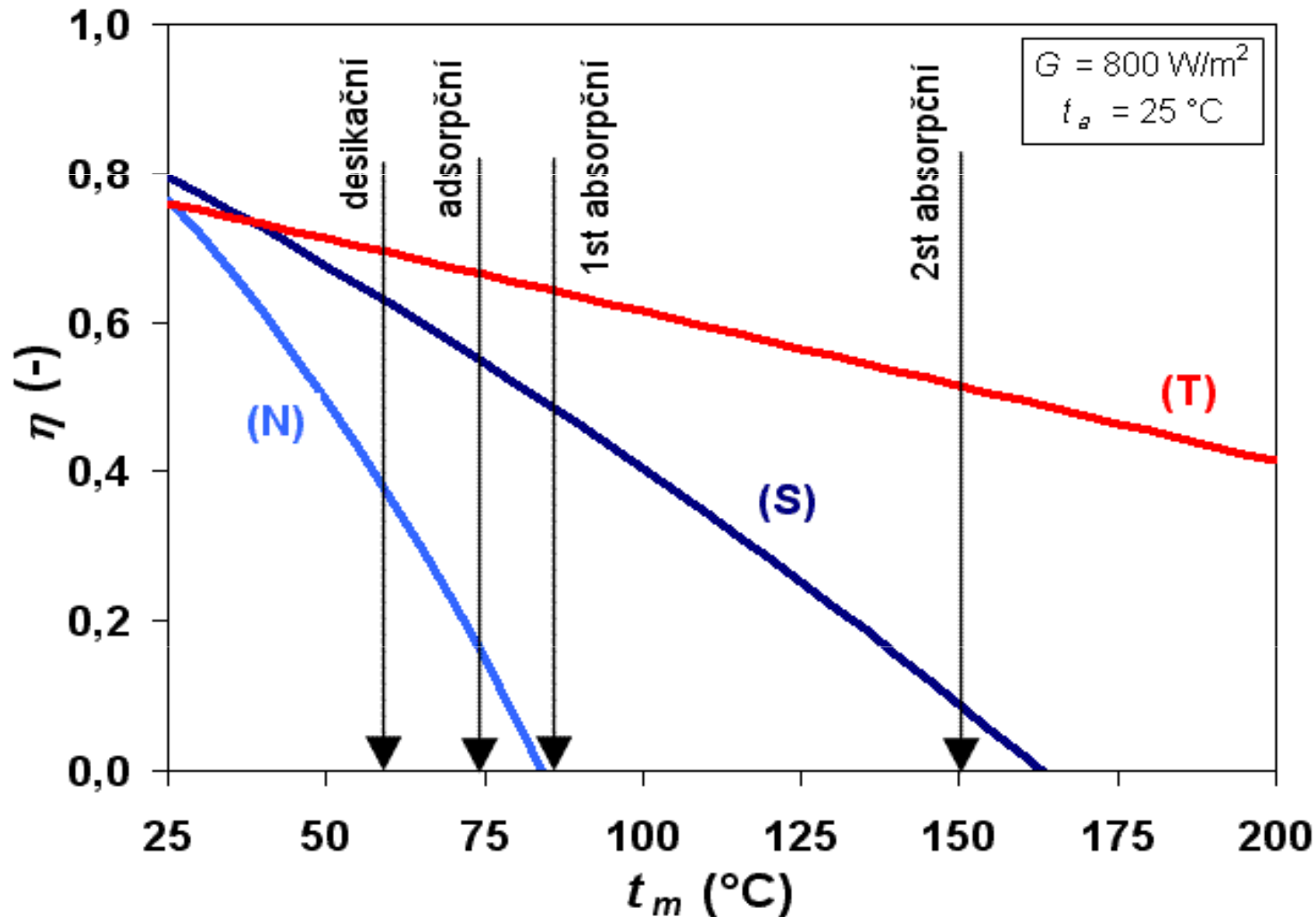


3. Solární chlazení

Absorbční chlazení v uzavřeném cyklu

- široká výkonová škála absorbčních jednotek
- dvě kombinace pracovních látek
 - LiBr/H₂O pro teploty chladicí vody od 6 do 20 °C
 - H₂O/NH₃ pro teploty od -60 do 20 °C
- chladicí faktory
 - jednostupňové 0,6 až 0,8 80 až 100 °C
 - dvoustupňové 1,1 až 1,4 120 až 170
 - trojstupňové až 1,7 > 200 °C
- vícestupňové cykly ale vyžadují vyšší teplotu teplotonosné látky ze zdroje

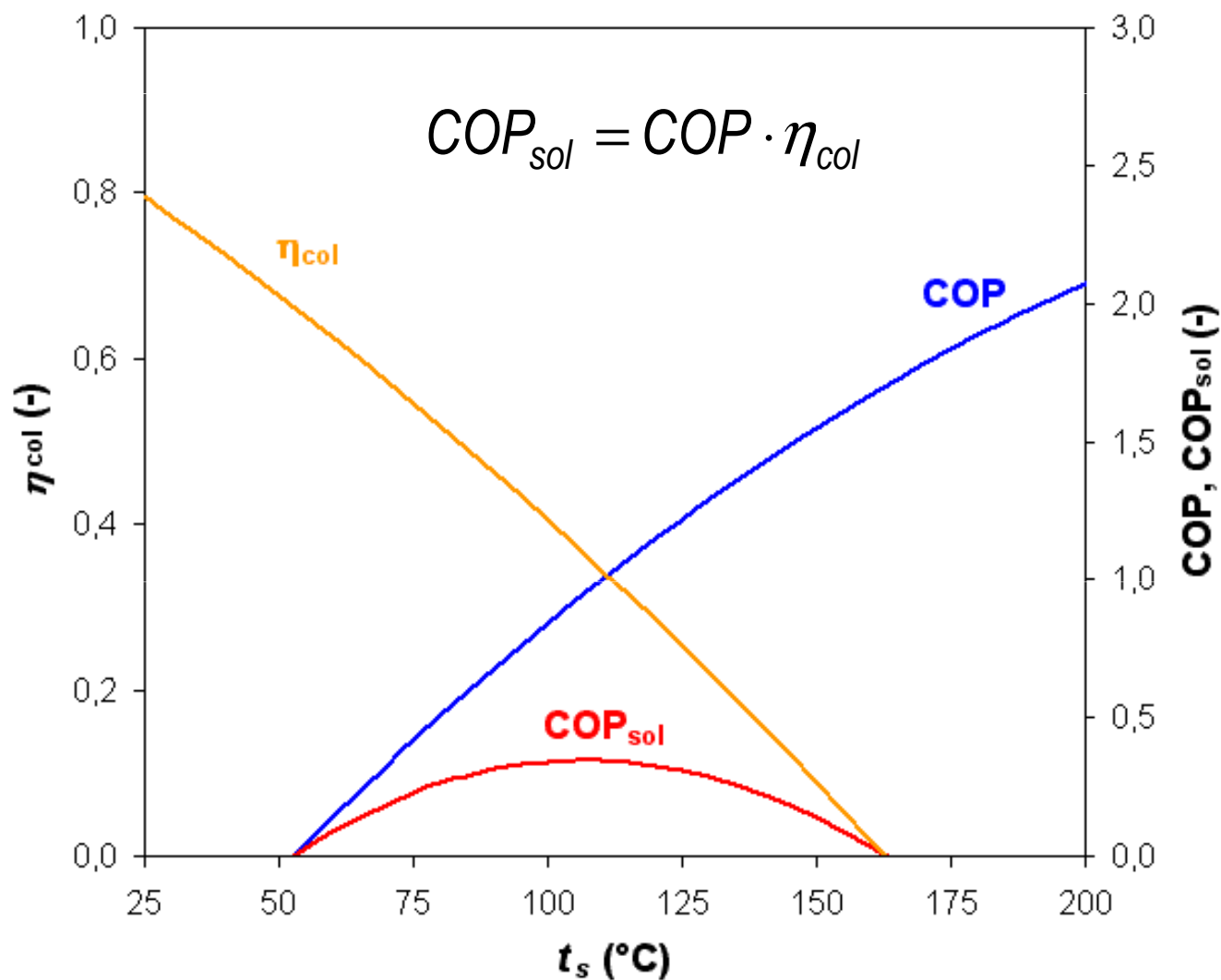
3. Solární chlazení



provozní teploty **80 až 150 °C** → pokročilé solární kolektory

3. Solární chlazení

solární chladičí faktor



3. Solární chlazení

Příklad soustavy

- Hotel Duo (Praha) systém využívající teplo ze solárních kolektorů pro chlazení
- absorpční jednotka s chladicím výkonem 560 kW
- akumulace chladicí vody 4 m³
- 282 vakuových trubkových kolektorů VK 180 (GreenOneTec) = 448 m²
- teplotní spád kolektorového pole 90 / 78 °C
- teplotní spád chladicí soustavy 6 / 12 °C
- akumulace TV ze solární soustavy 15,2 m³
- celkové zisky z kolektorového pole – 972,6 GJ
- z toho na chlazení využito – 591,9 GJ (61 %)
- měrné roční zisky soustavy – 533 kWh/m²
- v zimním a přechodovém období (říjen až duben) je teplo ze soustavy primárně využíváno pro předehřev TV a bazénové vody

3. Solární chlazení

Příklad soustavy



3. Solární chlazení

Příklad soustavy



Kontaktní informace

CityPlan spol. s r.o.

Jindřišská 17, 110 00 Praha 1

www.cityplan.cz

Ing. David Borovský

david.borovsky@cityplan.cz

tel.: 221 184 215



Ekonomika solární soustavy, výpočet ekonomických parametrů, ekonomická a ekologická úspora, příklad výpočtu ekonomických parametrů, okrajové podmínky výpočtu



Solární tepelné soustavy 2011

Praha 4.5.2011

Ing. Lukáš Emingr



- 1) Základní rozdělení solárních systémů
- 2) Vstupní informace pro hodnocení solárních systémů
- 3) Základní údaje o využívání sluneční energie
- 4) Růst cen energií, nutnost energetických úspor
- 5) Způsoby výpočtu ekonomického vyhodnocení
- 6) Stanovení úspor emisí
- 7) 3 konkrétní příklady z praxe
- 8) Závěry a doporučení



- Základní rozdělení solárních systémů
 - aktivní = strojní zařízení s hnacími a rozvodnými prvky
 - pasivní = stavební prvky (dvojité fasády, ...)
- Rozdělení soustav dle instalované plochy
 - malé ($A < 20\text{m}^2$)
 - střední ($20\text{m}^2 < A < 200\text{m}^2$)
 - velké ($A > 200\text{m}^2$)
- Rozdělení soustav dle průtoku
 - s vysokým průtokem (50 – 90 l/h.m²)
 - s nízkým průtokem (10 – 20 l/h.m²)
 - s proměnlivým (10 – 40 l/h.m²)



Údaje nutné pro energetickou bilanci a návrh solárního systému

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

➤ Základní údaje pro využívání sol. energie



Celková dopadající energie na vodorovnou plochu	950 – 1150 kWh/m ² .rok
Zisk z této energie v pasivních systémech	20 – 50 % v topné sezoně
Zisk z této energie v aktivních systémech ÚT	30 – 40 % v topné sezoně
Zisk z této energie v aktivních systémech TV	50 – 80 % za rok
Zisk z této energie v aktivních systémech s letním bazénem	70 – 90 % za sezonu
Zisk z této energie v plochém kolektoru pro TV	400 – 550 kWh/m ² .rok
Max. dopadající sluneční energie v letním období	Až 8 kWh/m ² . den
Účinnost slunečních kolektorů (dle umístění a využití)	50 – 80 %

» Optimální solární systém v ČR



optimální orientace kolektorů	jih – jihozápad
vyhovující orientace kolektorů	jih – jihovýchod
maximální výkon kolektorů	kolem 14. hodiny
optimální sklon pro letní provoz	kolem 30° od vodorovné roviny
optimální sklon pro celoroční provoz	kolem 45°
optimální sklon pro zimní provoz	kolem 60° - 75°



Údaje nutné pro ekonomickou bilanci a návrh solárního systému

- investiční náklady na pořízení solárního systému
- náklady na provoz a údržbu systému
- náklady na stavební úpravy spojené s instalací systému
- roční využití instalovaného výkonu
- typ stávajícího paliva pro přípravu TV a vytápění
- stávající cena energie pro přípravu TV a vytápění
- úroková sazba případného úvěru
- vlastní zdroje investora pro financování investice
- předpokládaný meziroční růst ceny energie



- Prostá doba návratnosti T_s = doba splácení investice
 - pouze pomocné kritérium
 - nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz
 - ukazuje pokrytí inv. nákladů příjmy z projektu

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

kde: IN investiční výdaje projektu

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



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

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

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

Diskont = diskontní míra
= „meziroční změna hodnoty úrokové míry“



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

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

kde: T_z doba životnosti (hodnocení) projektu



- Cash Flow

- tok hotovosti CF v daném roce

$$CF = U - IN$$

- U = úspory provozních nákladů vyvolaných realizací daného opatření
(náklady před – náklady po realizaci)

- IN = investiční náklady spojené s realizací opatření



Údaje nutné pro hodnocení ekologických ukazatelů a pro vyčíslení úspor misí

- druh původního paliva pro přípravu TV a vytápění
- úspora energie (MWh/GJ) vzniklá přechodem na solární systém

Z emisních koeficientů (vyhláška č. 425/2004, Nařízení vlády č. 352/2002 Sb. + jeho aktualizací) a energetické úspor vzniklé přechodem na solární systém lze snadno vyčíslit úsporu emisí a tím pádem pozitivní vliv na životní prostředí



Všeobecné emisní faktory oxidu uhličitého dle Vyhlášky č. 425/2004 Sb.

Druh paliva	Emisní faktor CO ₂
Hnědé uhlí	0,36
Černé uhlí	0,33
Těžký topný olej	0,27
Lehký topný olej	0,26
Zemní plyn	0,20
Biomasa	0
Elektrina	1,17

Emisní faktory jsou uvedeny v tunách CO₂/MWh výhřevnosti paliva. Ostatní emisní faktory (tuhé látky, NO_x, CO, SO₂, organické látky) vycházejí z NV č. 352/2002 Sb. a jeho aktualizací



- Vstupní informace
 - Spotřeba teplé vody (důležité pro návrh solárního systému)
 - Spotřeba energie (na přípravu TV i vytápění) důležité pro vyčíslení úspor (ekonomických i ekologických)
 - Investiční náklady
 - Podmínky úvěru
 - Obsazenost objektu

Pro stanovení úspor je dobré znát reálnou spotřebu TV v průběhu jednotlivých měsíců v roce (stanovit rozdíl mezi létem a zimou).
Nejdůležitějším údajem je ale **denní spotřeba TV**.



Bytový dům – příprava teplé vody

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

» Příklad návrhu – výpočet 1



Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.):	142	jednotek
Spotřeba na jednotku:	35	l/jedn.den
Je snižená spotřeba tepla v letních měsících u obytných budov	ANO	
Příprava teplé vody a vytápění		
Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}(15^{\circ}\text{C} / 60^{\circ}\text{C})$	4970	l/den
Studená voda t_{sv}	10	$^{\circ}\text{C}$
Teplá voda t_{TV}	55	$^{\circ}\text{C}$
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát ρ	0,05	Příprava teplé vody, od 50 do 200 m ²
Přirážka na tep. ztráty při přípravě teplé vody z	0,15	Zásobníkový ohřev bez cirkulace
		přirážka CZT 2,1
Vytápění objektu - použít data z výpočtu podle ČSN EN 13790		
Tepelná ztráta domu Q_z		kW
Vnitřní výpočtová teplota t_{iu}		$^{\circ}\text{C}$
Venkovní výpočtová teplota t_{eu}		$^{\circ}\text{C}$
Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění)		pasivní standard, tepelné vlastnosti konstrukcí nad rámec vyhlášku doporučených hodnot
Přirážka na tepelné ztráty otopné soustavy v	5	%
Bazén		
Plocha vodní hladiny bazénu A_b		m ²
Typ bazénu		Vnitřní - mimo doby provozu zakrývaný
Teplota bazénové vody v době provozu t_{wp}		$^{\circ}\text{C}$
Teplota bazénové vody mimo dobu provozu t_{wn}		$^{\circ}\text{C}$
Teplota vzduchu v prostorech bazénu v době provozu t_{up}		$^{\circ}\text{C}$
Teplota vzduchu v prostorech bazénu mimo provoz t_{un}		$^{\circ}\text{C}$
Denní provozní doba bazénu τ_p		h
Počet návštěvníků za měsíc		osob/měs

» Příklad návrhu – výpočet 2



Parametry solárních kolektorů

Optická účinnost η_0	0,788	-
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	3,48	W/m ² .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,005	W/m ² .K ²
Počet kolektorů	34	ks
Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1}	2,26	m ²
Celková plocha apertury kolektorů	76,84	m ²
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	40	°C Příprava teplé vody, 35 % < pokrytí < 70 %
Sklon kolektoru β	45	°
Azimut kolektoru γ (jih = 0°)	0	°

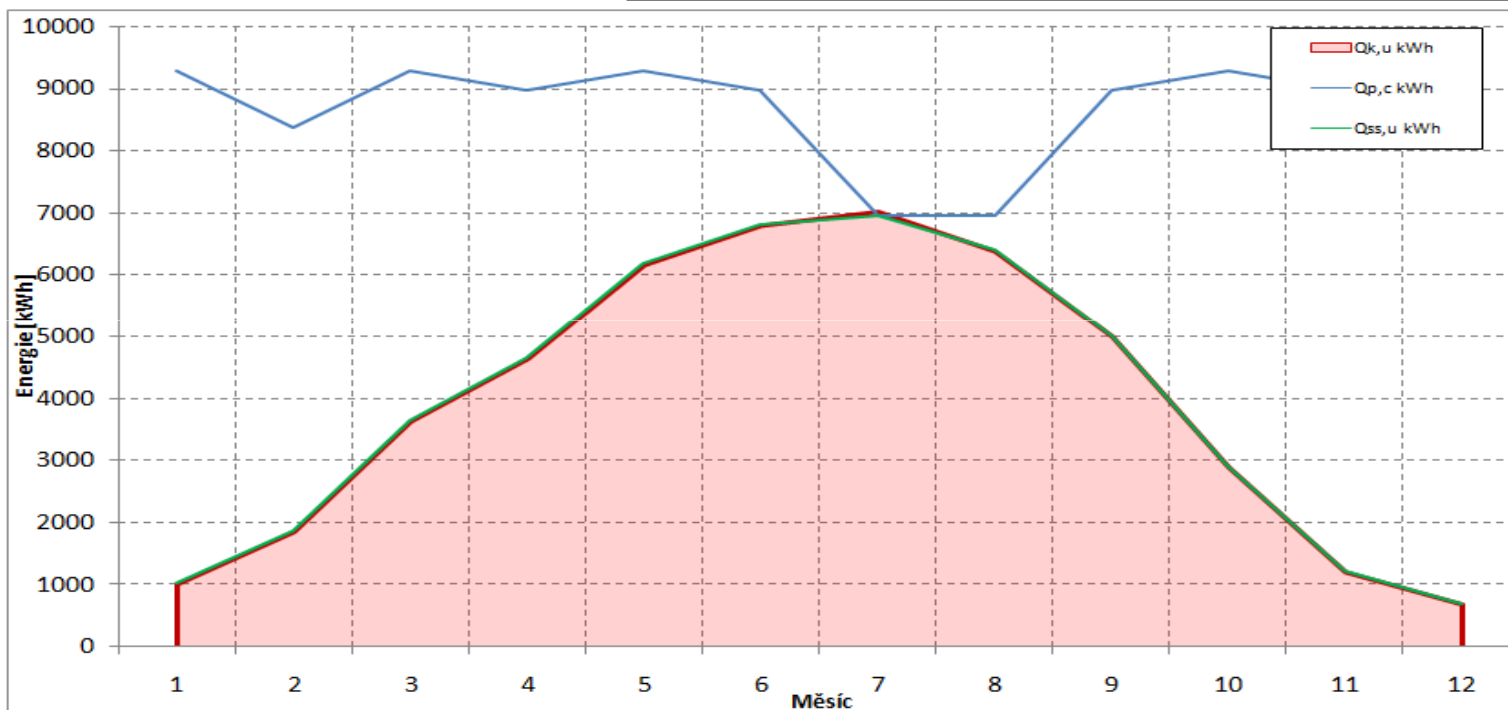
Vyhodnocení

Měrný energetický zisk ze solární soustavy $q_{ss,\mu}$	617	kWh/m ² .rok
Celkový energetický zisk ze solární soustavy Q_{ss}	47378	kWh/rok
Solární pokrytí (podíl solární soustavy) f	45	%

» Příklad návrhu



měsíc	n	t _{ep}	t _{es}	G _{T,m}	η _k	H _{T,den}	H _{T,měs}	Q _{k,u}	Q _{p,TV}	Q _{p,WYT}	Q _{p,BV}	Q _{p,c}	Q _{ss,u}
	dný	°C	°C	W/m ²	—	kWh/m ² .den	kWh/m ²	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	-1,5	2,2	418	0,46	1,10	34,2	1024	9273	0	0	9273	1024
2	28	0	3,4	489	0,51	1,97	55,3	1867	8376	0	0	8376	1867
3	31	3,2	6,5	535	0,56	3,20	99,2	3647	9273	0	0	9273	3647
4	30	8,8	12,1	527	0,60	3,96	118,8	4654	8974	0	0	8974	4654
5	31	13,6	16,6	521	0,63	4,84	150,1	6179	9273	0	0	9273	6179
6	30	17,3	20,6	517	0,65	5,29	158,6	6813	8974	0	0	8974	6813
7	31	19,2	22,5	512	0,67	5,19	160,7	7034	6955	0	0	6955	6955
8	31	18,6	22,6	515	0,67	4,71	145,9	6398	6955	0	0	6955	6398
9	30	14,9	19,4	516	0,64	3,95	118,4	5018	8974	0	0	8974	5018
10	31	9,4	13,8	488	0,59	2,40	74,5	2907	9273	0	0	9273	2907
11	30	3,2	7,3	427	0,51	1,21	36,4	1218	8974	0	0	8974	1218
12	31	-0,2	3,5	387	0,44	0,77	24,0	697	9273	0	0	9273	697
							1176	47456	104548	0	0	104548	47378



» Příklad návrhu – vstupní údaje



Zadání

počet bytů/obyvatel	48	142
stávající systém	CZT s vlastní výměňíkovou stanicí	
typ kolektorů	ploché	
počet kolektorů	34	

Potřeby energie a dohřev

denní ohřev TV podle spotřeb energie, vč. ztrát	.....	8 456 litrů
průměrná denní spotřeba TV dle měření	.....	5 000 litrů
teplota studené vody	.....	10 °C
požadovaná teplota TV na výstupu ohřevu	.....	55 °C
celková účinnost technologie přípravy TV	.....	59,13 %

Náklady na dohřev bivalentním zdrojem

		Kč/kWh	Kč/GJ
stávající cena za 1 kWh bivalentního zdroje pro dohřev TV	.....	1,50	418
předpokládané roční zdražení energie bivalentního zdroje	.....	7 %	

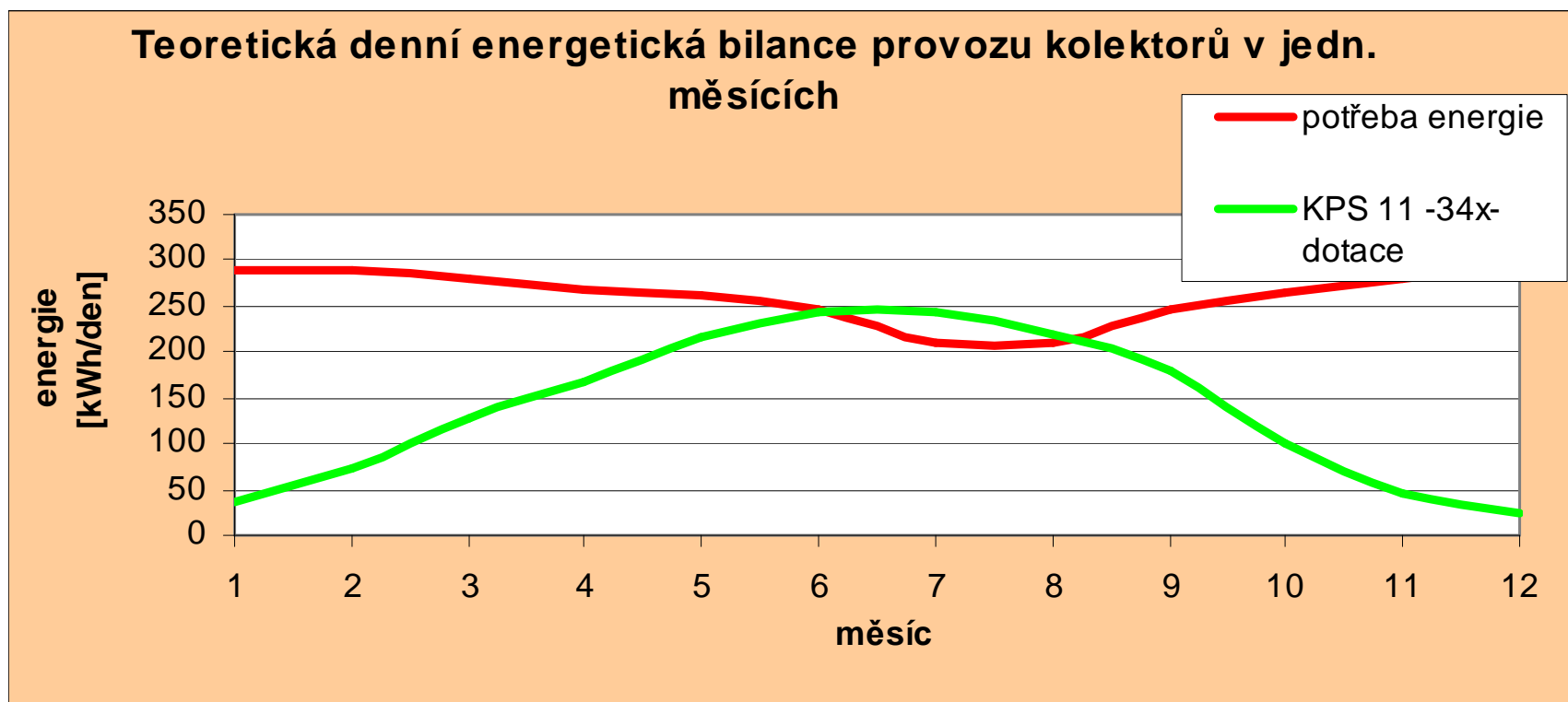
➤ Příklad návrhu – energetická bilance



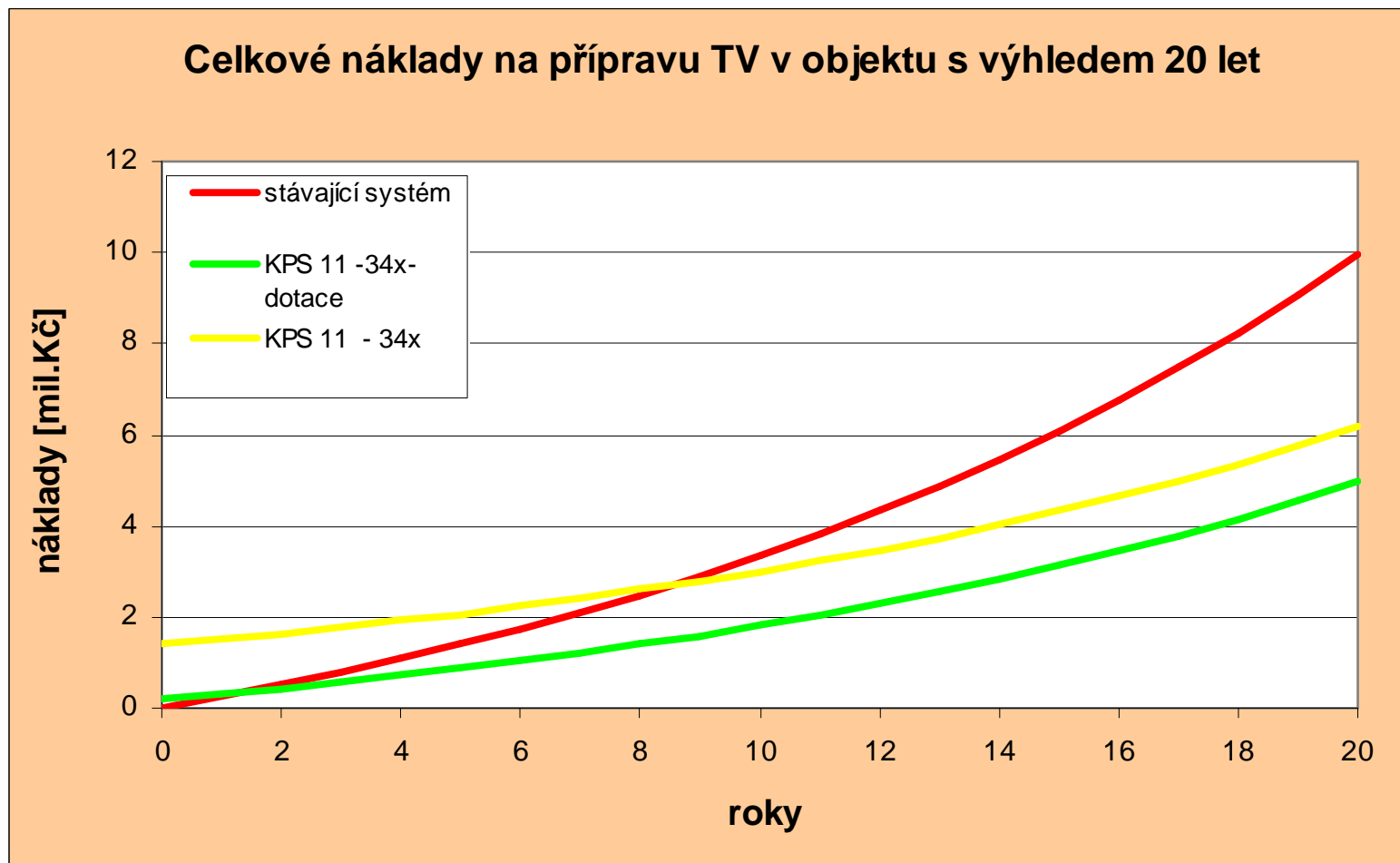
Potřeba energie, solární zisky a úspory na přípravě TV

Potřeba energie na přípravu TV	95325	kWh/rok	342,14	GJ/rok
Stávající spotřeba energie	161211	kWh/rok	580,31	GJ/rok
Využitelný solární zisk, bez letních přebytků	47378	kWh/rok	170,55	GJ/rok
Potřeba energie na dohřev	47947	kWh/rok	171,59	GJ/rok
Spotřeba bivalentního zdroje na dohřev TV (účinnost)	81510	kWh/rok	293,41	GJ/rok
Solární podíl na přípravě TV / rok	49%		49%	
Zisk z 1 m2 kolektorové plochy	617	kWh/rok	2,22	GJ/rok
Úspora energie	79701	kWh/rok	286,9	GJ/rok
Úspora CO ₂	28,69	t		

► Příklad návrhu – energetická bilance



➤ Příklad návrhu – návratnost investice



» Příklad návrhu - financování



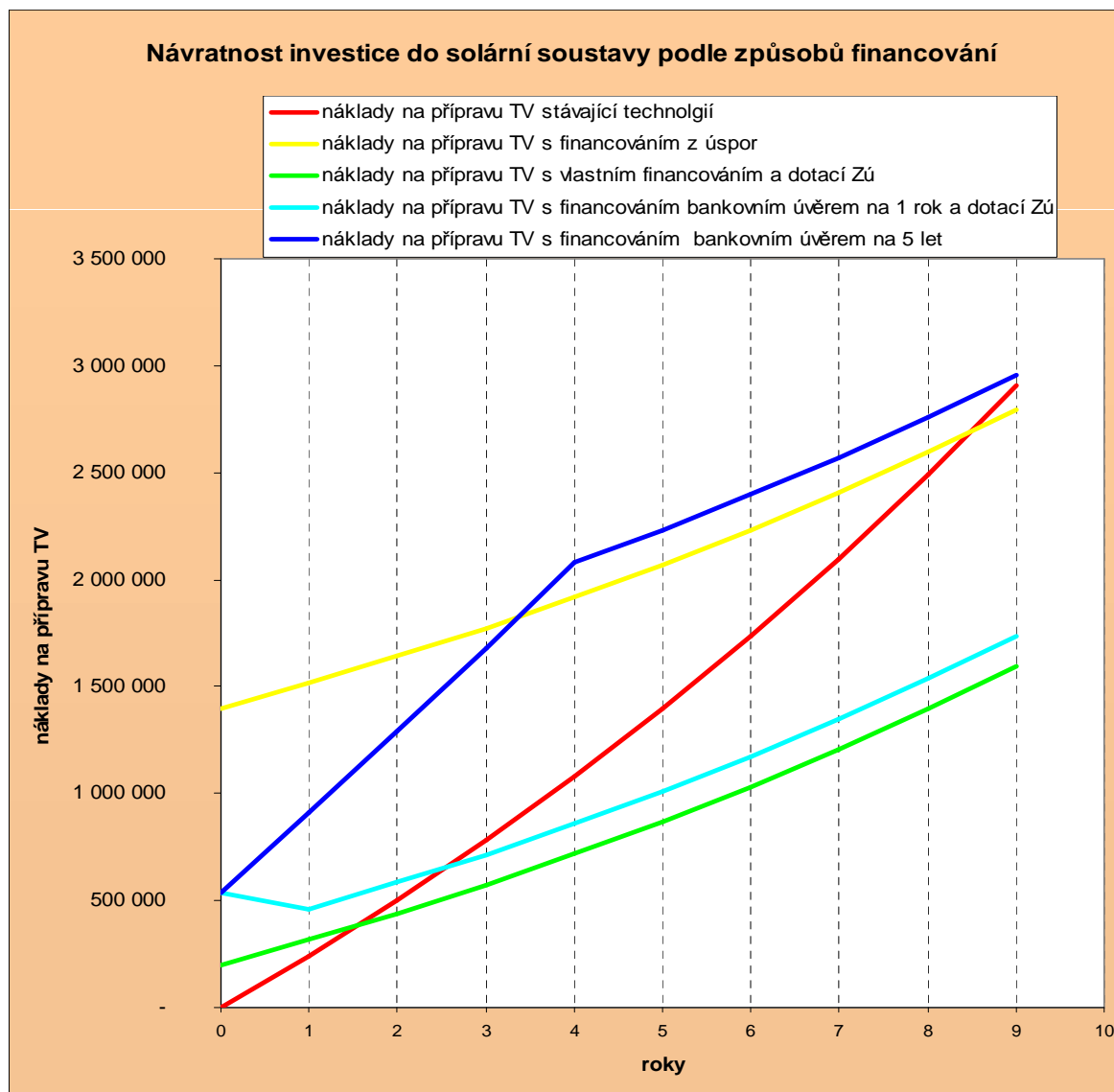
- Základní podmínky investičního úvěru
 - splatnost úvěru do 15 let
 - úroková sazba 5 – 6%
 - jednorázové čerpání úvěru / postupné
 - splácení úvěru postupné i anuitní, max 5% neplatičů z celkových 142 osob
 - 20% spoluúčast z vlastních zdrojů
 - měsíční splátka úvěru = max. 80% měsíční platby do fondu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

Možnosti financování investice



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

» Návratnost investice dle financování





- Vstupní údaje:
 - rodinný dům se sedlovou střechou – 2 b.j.
 - 5 osob
 - 40l/os/den
 - současná příprava TV – el. zásobník 200l
 - cena elektřiny včetně paušálů:
2950,17 Kč/MWh
 - současná platba za přípravu TV: 14455,83Kč/rok
 - ploché sol. Kolektory (akční sady výrobců)
 - instalace: sklon 45°, odklon od jihu 45°

» Výpočet dle ZÚ



Bilance solárních systémů pro potřeby programu Zelená úsporám v souladu s Dodatkem č. 1 ke Směrnici MŽP č. 9/2009

Akce:	RD - Velim	Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.):	5	jednotek
Adresa:	Velim 333	Spotřeba na jednotku:	40	l/jedn.den
		Je snížená spotřeba tepla v letních měsících u obytných budov	ANO	5
Příprava teplé vody a vytápění				
		Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$ (15°C / 60°C)	200	l/den
		Studená voda t_{SV}	10	°C
		Teplá voda t_{TV}	55	°C
		Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p	0,2	Příprava teplé vody, do 10 m ²
		Přirážka na tep. ztráty při přípravě teplé vody z	0,15	Zásobníkový ohřev bez cirkulace
		Vytápění objektu - použít data z výpočtu podle ČSN EN 13790	NE	
		Tepelná ztráta domu Q_z		kW
		Vnitřní výpočtová teplota t_{iv}		°C
		Venkovní výpočtová teplota t_{ev}		°C
		Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění)	běžný standard, vyhláškou požadované tepelné vlastnosti konstrukcí	
		Přirážka na tepelné ztráty otopné soustavy v	5	%

Typ budovy	Typ spotřeby	$V_{TV,den,os}$ [l/os.den]
Obytné budovy	Nízký standard	10 - 20
	Střední standard	20 - 40
	Vysoký standard	40 - 80

Parametry solárních kolektorů

Optická účinnost η_0	0,77	-
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	3,681	W/m ² .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,0173	W/m ² .K ²
Počet kolektorů	2	ks
Plocha apertury solárního kolektoru A_{K1}	2,26	m ²
Celková plocha apertury kolektorů	4,5	m ²
Střední denní teplota v solárních kolektorech t_{KM}	40	°C
Sklon kolektoru β	45	°
Azimut kolektoru γ (jih = 0°)	45	°

Vyhodnocení

Hodnota se vyplňuje do krycího listu verze 2.1 ř.27	Potřeba tepla pro přípravu TV	4207	kWh/rok	
	Potřeba tepla pro vytápění	0	kWh/rok	
Hodnota se vyplňuje do krycího listu verze 2.1 ř.62	Měrný využitelný zisk solární soustavy $q_{SS,U}$	415	kWh/m ² .rok	VYHOVUJE podmínkám programu ZÚ v oblasti podpory C31
Hodnota se vyplňuje do krycího listu verze 2.1 ř.76	Celkový využitelný zisk solární soustavy $Q_{SS,U}$	1878	kWh/rok	
Hodnota se vyplňuje do krycího listu verze 2.1 ř.77	Tepelný zisk solární soustavy využitý pro přípravu TV	1878	kWh/rok	
Hodnota se vyplňuje do krycího listu verze 2.1 ř.78	Tepelný zisk solární soustavy využitý pro vytápění	0	kWh/rok	
	Solární podíl (pokrytí potřeby tepla) f	45	%	



- Výstupy a závěry:
 - solární podíl na přípravě TV = 45%
 - úspora 6505 Kč / rok
 - přechod z el. na plynový dohřev = spontánní úspora ze změny paliva = 2194 Kč/ rok
 - celková úspora za rok: 8699Kč

Investice:

- nový plynový kotel = 25000 Kč
- kpl. solární systém = 137000 Kč
- celkové investiční náklady na realizaci = 162000 Kč
- dotace 55000 Kč (dotace Zelená úsporám)
- celkové náklady: 107000 Kč (po odečtení dotace)

Návratnost = $107000/8699\text{Kč} = 12,30$ let (s dotací)

Návratnost = $162000/8699\text{Kč} = 18,60$ let (bez dotace)

➤ Příklad 3 - MŠ – prostá doba návratnosti



- Vstupní údaje:
 - MŠ s plochou střechou
 - 60 dětí + 6 osob personálu
 - 35l/os/den
 - současná příprava TV – 5 x elektrický zásobník
 - současná platba za přípravu TV: 18910Kč/rok
 - 6 x plochý sol. kolektor
 - instalace: sklon 45°, odklon od jihu 0°
 - návrh nového zdroje – TČ vzduch/voda
 - nutná centralizace přípravy TV

» Závěry hodnocení MŠ



- Výstupy a závěry:
 - solární podíl na přípravě TV = 60%
 - úspora 8400 Kč / rok
 - přechod z el. na TČ vzduch/voda
 - celková plocha apertury = 13,5 m²
 - instalovaný výkon = 9,2 KW
 - využitelný zisk = 6,21 MWh / rok

Investice:

- kpl. solární systém + úpravy = 348000 Kč
- úspora instalací sol. Systému = 8390 Kč/rok (8,0 GJ)

Návratnost = 348000/8390Kč = 41,0 let (bez dotace)

» Závěry a doporučení



Ekonomika solárních soustav závisí na:

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



DĚKUJI ZA POZORNOST

Kontakt:

Ing. Lukáš Emingr

e-mail: lukas.emingr@energy-benefit.cz

gsm: +420 731 533 817

Energy Benefit Centre o.p.s., Thákurova 4, 160 00 Praha 6

tel.: 270 003 308

e-mail: kontakt@energy-benefit.cz

Web: www.energy-benefit.cz



Cena energie, dotační a systémová podpora v ČR - historický vývoj, současnost a budoucnost



Solární tepelné soustavy 2011

Praha, 4. května 2011

Ing. Libor Novák



Obsah:

Cena energie – trvalý růst

Historie dotací - OZE a úspory energie

SFŽP, ČEA, zákon o OZE

Dostupné dotační programy v ČR

OPŽP, Eko-energie, Zelená úsporám

Budoucnost dotačních programů v ČR?

Směrnice Evropské komise o OZE

Systemová podpora – Směrnice EU, Německo



Cena energie – trvalý růst

- » od roku 1990 vzrostla cena energie (plyn, elektřina, teplo) o 500 %
- » v letošním roce vzrostla cena elektřiny „pouze“ o cca 5%
- » svět, EU, ČR – vyrábí energii ze zdrojů škodlivých ŽP, případně zdrojů kde je nutné investovat obrovské finanční prostředky do záruk bezpečnější výroby energie (jaderná energie)
- » ČR téměř 50% energie (energetických surovin) dováží - závislost

versus

- » cena jednoho plochého solárního kolektoru střední kvality se v roce 2000 pohybovala na úrovni 15 000,-Kč
- » v roce 2010 pořídíme kvalitnější kolektor za 10 000,-Kč
- » cena nákupu a instalace solární soustavy v roce 2000 a 2010 je obdobná, vzrostly vstupní náklady na montáž, dopravu, cena výrobků trvale klesá, kvalita roste rozdíl je v kvalitě komponentů = vyšší solární zisky



Cena energie – trvalý růst





Historie dotací - OZE a úspor energie

1991:

Vznik Státního fondu životního prostředí ČR (zákon č. 388/1991 Sb.)

Od roku 1994 poskytuje dotace na využívání OZE, především výstavba MVE, centrální zdroje na biomasu

Finance: 5 – 30 mil. Kč/rok

Zajímavost: Finanční prostředky byly poskytovány především zálohou (nízkoúročené půjčky), většinou byl žadatelem podnikatelský subjekt – řada nerealizovaných projektů a dodnes nevrácených finančních prostředků

1998:

Státní program na podporu úspor energie a využívání OZE

Finanční prostředky poskytuje pro všechny typy subjektů. Financován ze SFŽP a státního rozpočtu (ČEA a 12 dalších resortů)

Finance: 100 – 300 mil. Kč/rok

Zajímavost: Dotace pro fyzické osoby na využití OZE již od r. 1999. Program nikdo nezná není publikován. Fyzickým osobám byly vždy žádosti podpořeny – nikdy nedošlo k nepřidělení podpory. (nesplnění podmínek x nedostatek a ukončení programu. Program slunce do škol, 1 kW = 0,5 mil.Kč.



Historie dotací - OZE a úspor energie

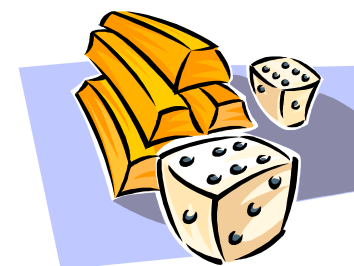
2004:

Přístup ČR k EU – Operační program infrastruktura - 2004 - 2006

Dotace pro veřejný a neziskový sektor – podpora obnovitelných zdrojů

Finance: Až 1 mld. Kč/rok

Zajímavost: Finanční prostředky se zcela nevyčerpaly.



2006:

Zákon č. 180/2005 Sb. tzv. o obnovitelných zdrojích

Výkupní ceny resp. zelené bonusy určuje ERÚ vždy k následujícímu roku. Zákon garantuje výrobcí pevné ceny po dobu min. 15 let. Platí distribuční soustavy resp. všichni odběratelé elektřiny.

Finance: v roce 2010: 1 – 10 mld Kč/rok

Zajímavost: Prezident Klaus zákon v roce 2005 nepodepsal, vzhledem k tomu, že nepodporuje tržní prostředí, či spíše naopak. Distribuční společnosti nyní odmítají připojit FVE, hlavní důvod růst cené „zelené energie“



Historie dotací - OZE a úspor energie

2007:

Programovací období na roky 2007 až 2013. OPŽP, Eko – energie.

Dotace pro veřejný a podnikatelský sektor – nově podpora ZATEPLOVÁNÍ BUDOV a též obnovitelných zdrojů. Realizovat lze až do roku 2015.

Finance: okolo 3 mld. Kč/rok

Zajímavost: Finanční prostředky v objemu 9 mld. Kč jsou „rezervovány“ v rámci PO 3.2. zateplování budov. Vyčerpáno fakticky za 2 roky.

2009:

Zelená úsporám 2009 - 2012– lukrativní program

Dotace prioritně pro bydlení pro RD a zděné BD, následně panelové domy a veřejný sektor. Do konce roku 2012 musí být zrealizováno, profinancováno.

Finance: 10 mid Kč/rok

Zajímavost: Dotace někdy paradoxně až 100% celkových nákladů. Jde proti historii – doposud se všechny programy tlumily – omezovali se výše dotací. ZÚ opak – nečerpání, změkčení podmínek, umožnění příspěvků na PD, rozšíření podpory OZE, veřejné budovy. **POZASTAVEN !**



Efektivní OZE a úspory energie - Dostupné dotační programy

Fungující!

» dotace pro veřejný sektor:

Operační program Životní prostředí 2007 -2013
(MŽP, SFŽP, zateplování, OZE, cca 18 mld. Kč cca 75%)

» dotace pro podnikatelské subjekty:

Operační program Podnikání a Inovace 2007 – 2013
(MPO, Czechinvest, Eko-energie, úspory, cca 8,5 mld. Kč cca 40%)

» dotace pro bydlení a nejen fyzické osoby:

Zelená úsporám, od 1.4.2009 – 31.12.2012
(MŽP, SFŽP – zateplování, kotle, solární soustavy, TČ, cca 25 mld. Kč)

POZASTAVEN !





Operační program životní prostředí – PO 3.1 solární soustavy - tradiční úskalí

- » vymezeno příjemci podpory (obce, města, neziskový sektor)
- » vhodné pouze pro některé typy budov s celoroční spotřebou TV (vč. letních prázdnin – školy, školky, administrativní budovy x koupaliště)
- » složitá a finančně nákladná příprava projektů - EA budovy alespoň řešení TV, projektová dokumentace + statika (větší soustavy na plochých střeších), žádost a přílohy. Problémem malých projektů je Fondem finančně omezena podpora přípravy projektů.
- » přes zajímavou podporu, okolo 80%, to veřejný sektor nezajímá (má jiné starosti, akutně výpadek příjmů, když ano, pak většinou pouze u objektů, které komerčně využívá = veřejná podpora)
- » veřejná podpora - dotace max. 40% (objekty komerčně využity, investor může čerpat de-minimis, což je omezeno na IČO)



ZELENÁ ÚSPORÁM – manažerská selhání

- » nedostatečná příprava programu před jeho vyhlášením v dubnu 2009 (Vládou schváleny finance již v červnu 2008, vyhlášeno před volbami do parlamentu EU)
- » zbytečné změkčení programu již v létě 2009 (bez potřebné analýzy, která by prokázala, že právě o tolik je třeba program "změkčit", analýza existovala pouze k prvotním podmínkám z dubna 2009)
- » otevření pro panelové domy, ačkoliv "funguje" podpora programu Panel (nepochopitelně lukrativní podmínky souběhu Panel a ZÚ, jen pro ty, kteří aktuálně řeší zateplení paneláků)
- » otevření pro veřejné budovy, ačkoliv "funguje" OPŽP
- » odkládání uzávěrky příjmu žádostí až na čas po volbách (analýzy o možném vyčerpání disponibilních prostředků byly Fondem a MŽP již v srpnu 2010)



Budoucnost dotačních programů v ČR? OBAVY.

- » Ukončení období, kdy je ČR tzv. „příjemcem dotací“ z EU. Do konce roku 2013 ještě poběží PO 3.1 (**zbývá 5,5 mld. Kč**). OPŽP, program Eko-energie, možná dojde k realokaci financí z prioritních os kde se nečerpají prostředky. (PO 2) **Po roce 2013 ??**
- » Zelená úsporám – **mínus 8 mld. Kč**. Současně je program ve smyslu příjmu nových žádostí pozastaven. Je těžko bude obnoven. Program končí k 2012. **Po roce 2012 ??**
- » Národní programy financovány z příjmů SFŽP a státního rozpočtu byly zrušeny vzhledem ke kofinancování programů EU. **Budou někdy obnoveny v době finančních škrťů?**
- » Turbulence ministrů ŽP z ODS (Bízková, Drobil, Chalupa) – pozastavení dotací, omezení zákona OZE (vliv nejen na fotovoltaiku).
- » Stále spíše negativní postoj a přístup MPO k podporám OZE a úsporám energie.



Směrnice Evropské komise o OZE

Základní teze:

- » směrnice stanoví souhrnný cíl pro společenství: Do roku 2020 vyrábět 20% energie prostřednictvím obnovitelných zdrojů energie.
- » každý členský stát má přiděleny své národní cíle na základě svého podílu výroby energie z obnovitelných zdrojů v roce 2005 a její HDP na obyvatele.
- » jednotlivé členské státy mohou svobodně rozhodnout o nejvhodnější kombinaci obnovitelných zdrojů energie, které mají být použity ke splnění svých cílů. Jsou povinný předložit národní akční plány do 1/2 roku 2010 Evropské komisi. Jejich součástí bude plán dosažení svých národních cílů. Následně budou rovněž povinny podávat zprávy o jejich přiblížení cíle každé dva roky.
- » nejsou nastaveny žádné finanční sankce – EK si pouze vyhradila nárok podniknout právní kroky proti členským státům, které nebudou prokazovat průběžné pokroky

Česká republika:

- » **Cíl: do roku 2020 vyrábět 13% energie z OZE.....*SOUČASNOST: 6%***



Zákon o teple z obnovitelných energií - Německo

platí od 1. 1. 2009

Základní teze:

- » povinnost pro nově budované objekty se zastavěnou plochou nad 50 m², které jsou vytápěny nebo chlazeny - musí část z této energie pokrýt z obnovitelných zdrojů.
- » u slunečního záření je minimální podíl potřeby tepelné energie 15%
- » u biomasy je minimální podíl potřeby tepelné energie 50%
- » náhradním opatřením může být objekt pokryt alespoň 50 % potřeby z **odpadního tepla, kogenerace** nebo **připojením na CZT** (ale i zde musí min. z 50 % pocházet z OZE, kogenerace, odpadního tepla případně kombinace)
- » náhradní opatřením je také zateplení, které o 15 % přesáhne požadavky vyhlášky o úsporách energie

Podpora:

- » dotační prostředky - využívání obnovitelných energií k výrobě tepla bude v letech 2009 až 2012 podpořeno až 500 milióny euro ročně



DĚKUJI ZA POZORNOST

Kontakt:

Ing. Libor Novák

e-mail: libor.novak@energy-benefit.cz

Energy Benefit Centre o.p.s., Thákurova 4, 160 00 Praha 6

tel.: 270 003 301

e-mail: kontakt@energy-benefit.cz

Web: www.energy-benefit.cz





SLUNEČNÍ ENERGIE - ENERGIE PRO VŠECHNY



O SPOLEČNOSTI

Československá společnost pro sluneční energii (ČSSE) je sdružením právnických a fyzických osob a zastupuje všechny subjekty, jejichž zájem je **využívání sluneční energie**. ČSSE je národní sekci Mezinárodní společnosti pro sluneční energii (ISES) a sdružuje odborníky z České a Slovenské republiky.

ČSSE obrací svou pozornost na širokou oblast zahrnující výzkumné aktivity, vývoj a produkci technologických zařízení a jejich aplikace umožňující účinné komerční využívání slunečního záření a současně chce usnadňovat všem zájemcům přístup k podpůrným nástrojům technického, ekonomického a legislativního charakteru, které jsou v různých mírách přístupné.

ČSSE je kontaktním a koordinačním centrem pro profesionály a aktivity v oblasti obnovitelných zdrojů využívajících

AKTUALITY

11.3.2011

Evropské dny Slunce v ČR

Ve dnech 1. až 14. 5. 2011 proběhnou v ČR tzv. Evropské dny Slunce, které mají za cíl zvýšit ...

2.3.2011

Kurz Solární tepelné soustavy 2011

V roce 2011 proběhne kurz k projektování solárních soustav jak v Čechách (květen) tak na Moravě ...

» [více novinek...](#)

SOLÁRNÍ LIGA

18.4.

Česke dny Slunce v premiéře

15.4.

Chcete poznat vítěze 2. ročníku EU-ligy OZE?

5.4.

Tisková zpráva k 7. ročníku Solární ligy ČR

4.4.

<http://www.solarnispolocnost.cz>



PROJEKTY 2011



**SOLÁRNÍ
KOLEKTORY**



PASIVNÍ DOMY



**ENERGETICKÉ
SLUŽBY A ÚSPORY**

OBOROVÉ RUBRIKY

- ☑ Normy a právní předpisy
- ☑ Teorie
- ☑ Energetická politika
- ☑ Provoz a údržba
- ☑ Solární kolektory
- ☑ Fotovoltaika
- ☑ Geotermální energie
- ☑ Větrná energie
- ☑ Vodní energie
- ☑ Biomasa
- ☑ Peletky

Solární kolektory

Nová rubrika **Solární kolektory** na TZB-info shrnuje nejnovější poznání o **solárních kolektorech** a celých **solárních soustavách** určených k **vytápění, přípravě teplé vody, ohřevu bazénové vody** a **chlazení**. Určena je jak investorům, kterým pomůže s výběrem **solárního kolektoru** a usnadní rozhodnutí o pořízení **solární soustavy**, tak profesionálům, kteří zde získají podklady pro návrh **solárního kolektoru, zásobníku** a **solární soustavy** jako celku.

Odborný garant projektu Solární kolektory: [Československá společnost pro sluneční energii \(ČSSE\)](#)

☑ **Sluneční energie - základní informace**

☑ **Investoři - rozhodujeme se pro solární kolektory**

☑ **Projektanti - navrhujeme solární kolektory**

☑ **On-line návrh solárního kolektoru**

☑ **Doporučené články**

<http://www.solar-info.cz>

EVROPSKÉ DNY SLUNCE - PRO JASNOU BUDOUCNOST

Přijďte si prohlédnout obnovitelné zdroje energie zblízka!

PŘIHLÁŠENÍ

- Přihlásit
- Registrovat
- Návod

STÁHNĚTE SI LETÁK S KOMPLETNÍM PROGRAMEM

- ▶ Leták a program Evropských dnů Slunce v ČR
- ▶ Pozvánka na slavnostní zahájení

HLAVNÍ MEDIÁLNÍ PARTNER



NÁRODNÍ DIVADLO PODPORUJE EVROPSKÉ DNY SLUNCE

Národní divadlo

V Evropských dnech Slunce v ČR bude hrát důležitou roli Národní divadlo. Stalo se jejich partnerem a

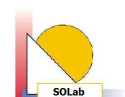
<http://www.evropskednyslunce.cz>

Solární laboratoř



SOLAB

Solární laboratoř Ústavu techniky prostředí
Fakulty strojní ČVUT v Praze



vývoj solárních kolektorů

zkoušky solárních kolektorů podle normy ČSN EN 12975

konzultační činnosti v oblasti solární tepelné techniky

studie s využitím simulačních nástrojů (TRNSYS)

ke stažení: prezentace z akcí STP, ČSSE, aj.

programy (VYKON_SK, BILANCE_SS)

<http://solab.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.solarnispolecnost.cz>



Třeboňské inovační centrum (TIC)

Dukelská 145

Třeboň

<http://www.tic.trebon.cz>

