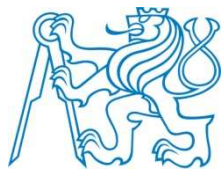




Komplexní vzdělávací program pro podporu environmentálně šetrných technologií ve výstavbě a provozování budov





Solární tepelné soustavy

Tomáš Matuška

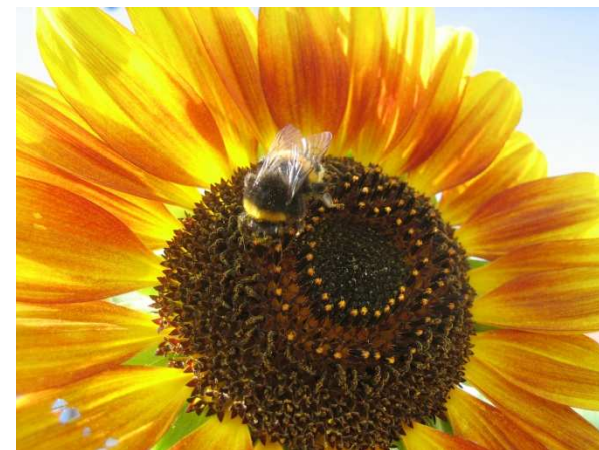
Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

ČVUT v Praze



Sluneční energie

- sluneční záření
- základní pojmy
- dopadající energie





Rozlišení termínů

Sluneční energie x solární energie

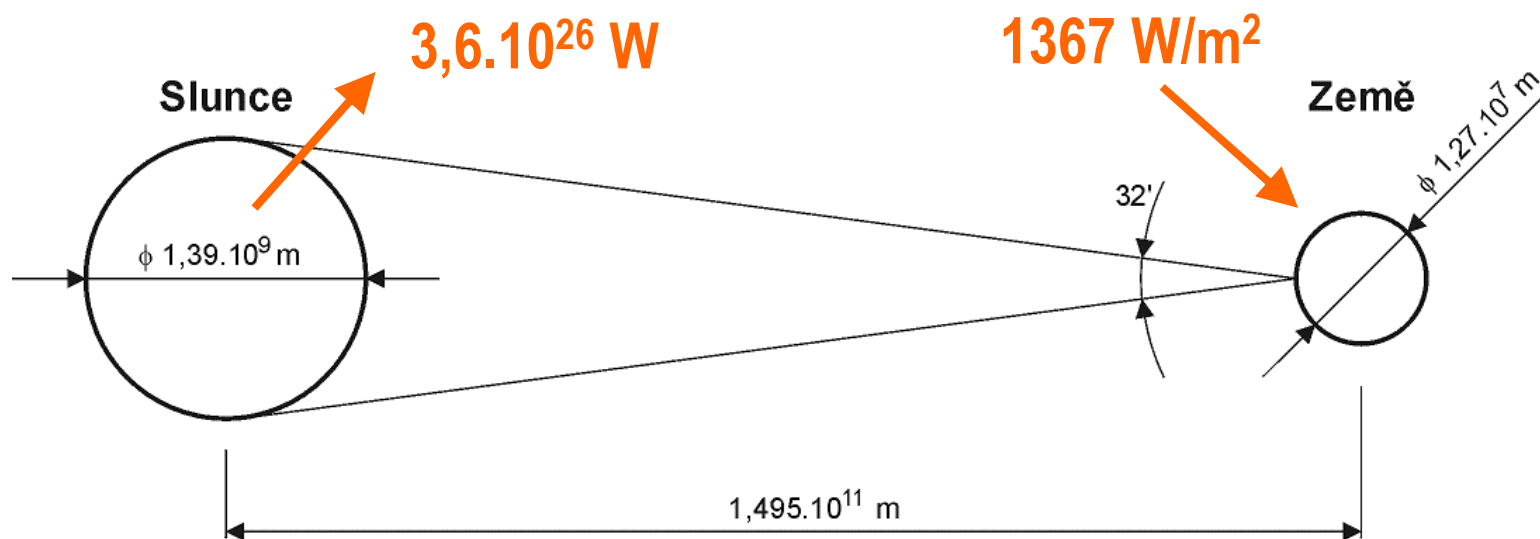
- **sluneční**: přicházející od Slunce, související se Sluncem
- sluneční záření, sluneční aktivita, dopadající sluneční energie

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



Sluneční energie - původ

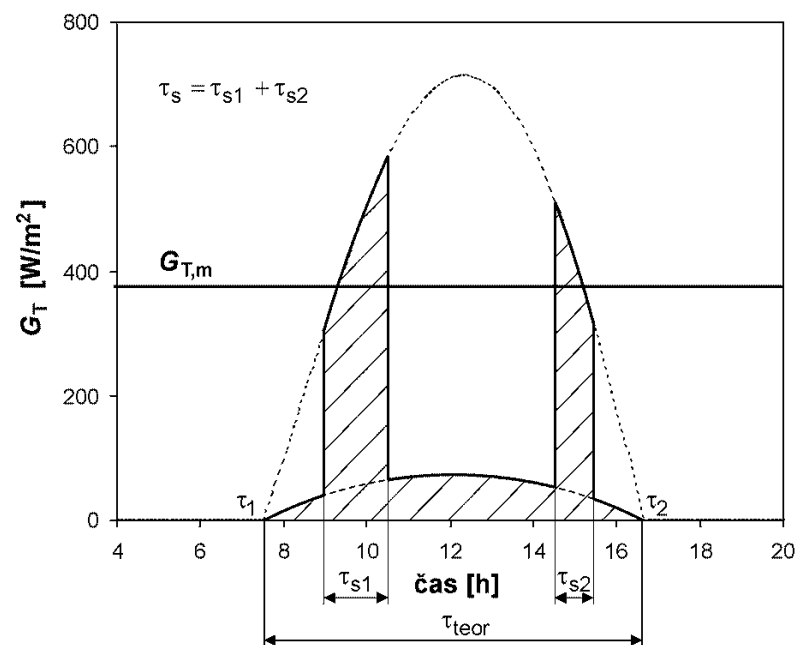
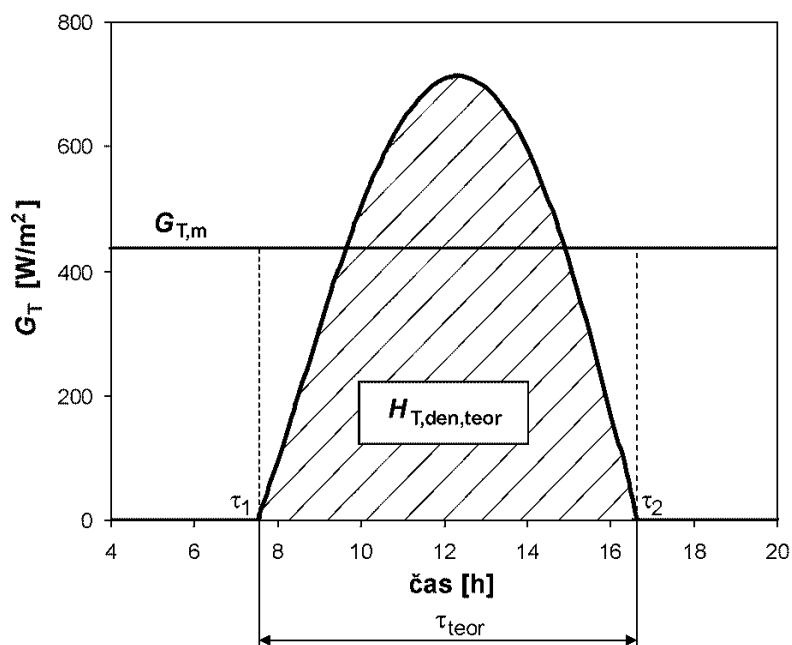
- původ sluneční energie v **jaderných** reakcích
- jaderná syntéza $564 \cdot 10^9$ kg/s H_2 na $560 \cdot 10^9$ kg/s He při teplotách 10^6 K a tlacích 10^{10} MPa
- rozdíl hmot $4 \cdot 10^9$ kg/s se vyzáří ve formě energie ($E = m \cdot c^2$)





Sluneční záření - pojmy

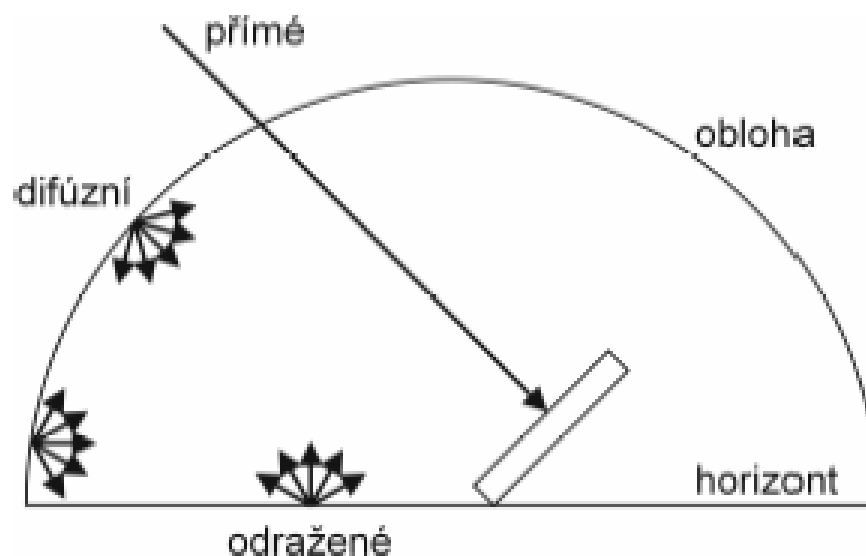
- **sluneční ozáření G [W/m²]** (nosp.intenzita sl. záření) - zářivý **výkon** dopadající na jednotku plochy (hustota zářivého toku)
- **dávka ozáření H [kWh/m², J/m²]** – hustota zářivé **energie**, hustota zářivého toku dopadající za určitý časový úsek, např. hodinu, den

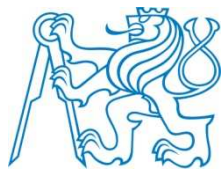




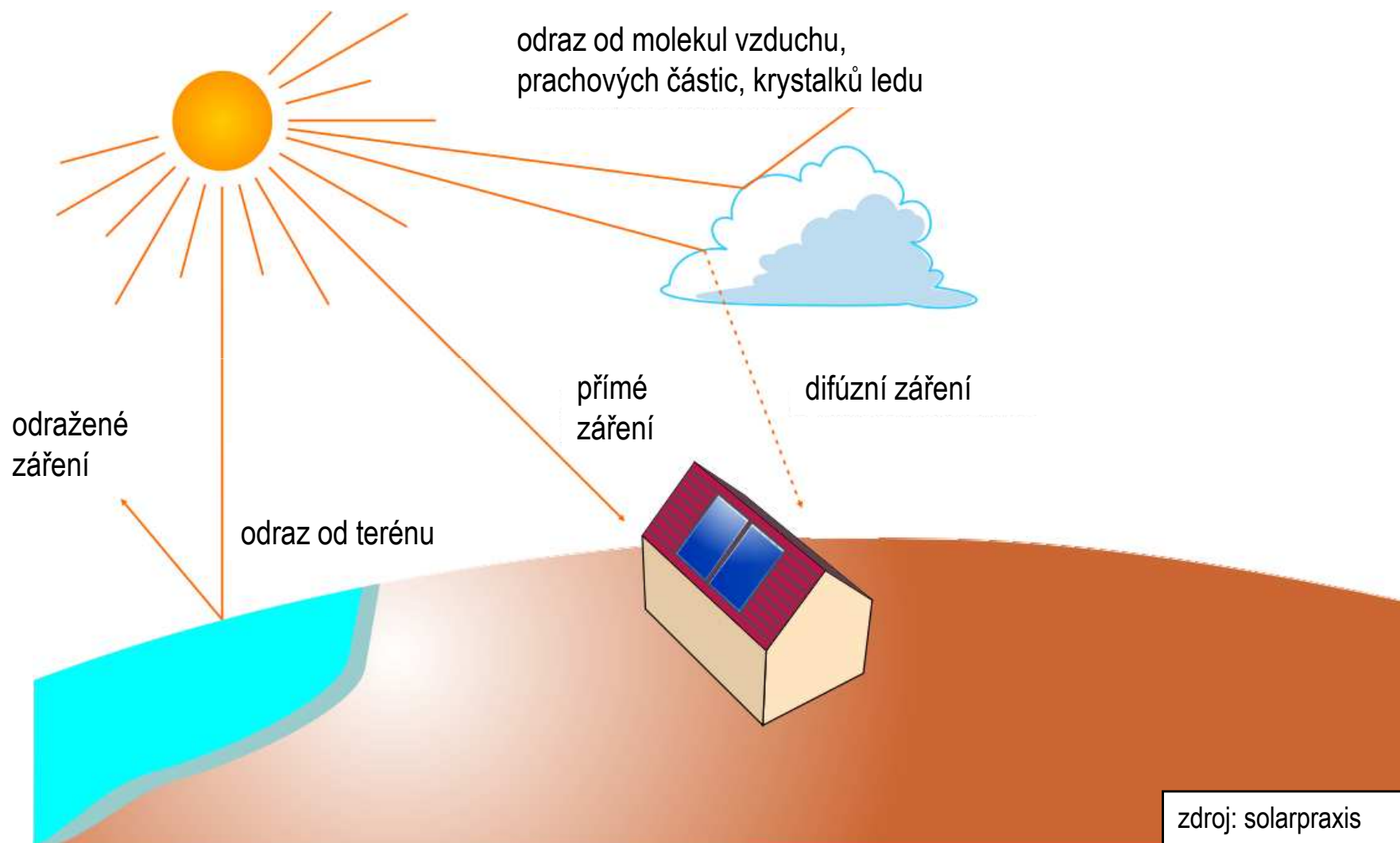
Sluneční záření - pojmy

- **přímé** sluneční záření (index „b“, beam) - dopadá na plochu bez rozptylu v atmosféře
- **difúzní** sluneční záření (index „d“, diffuse) - dopadá na plochu po změně směru vlivem rozptylu v atmosféře
- **odražené** sluneční záření (index „r“, reflected) - dopadá na plochu po změně směru vlivem odrazu od terénu, budov, aj.



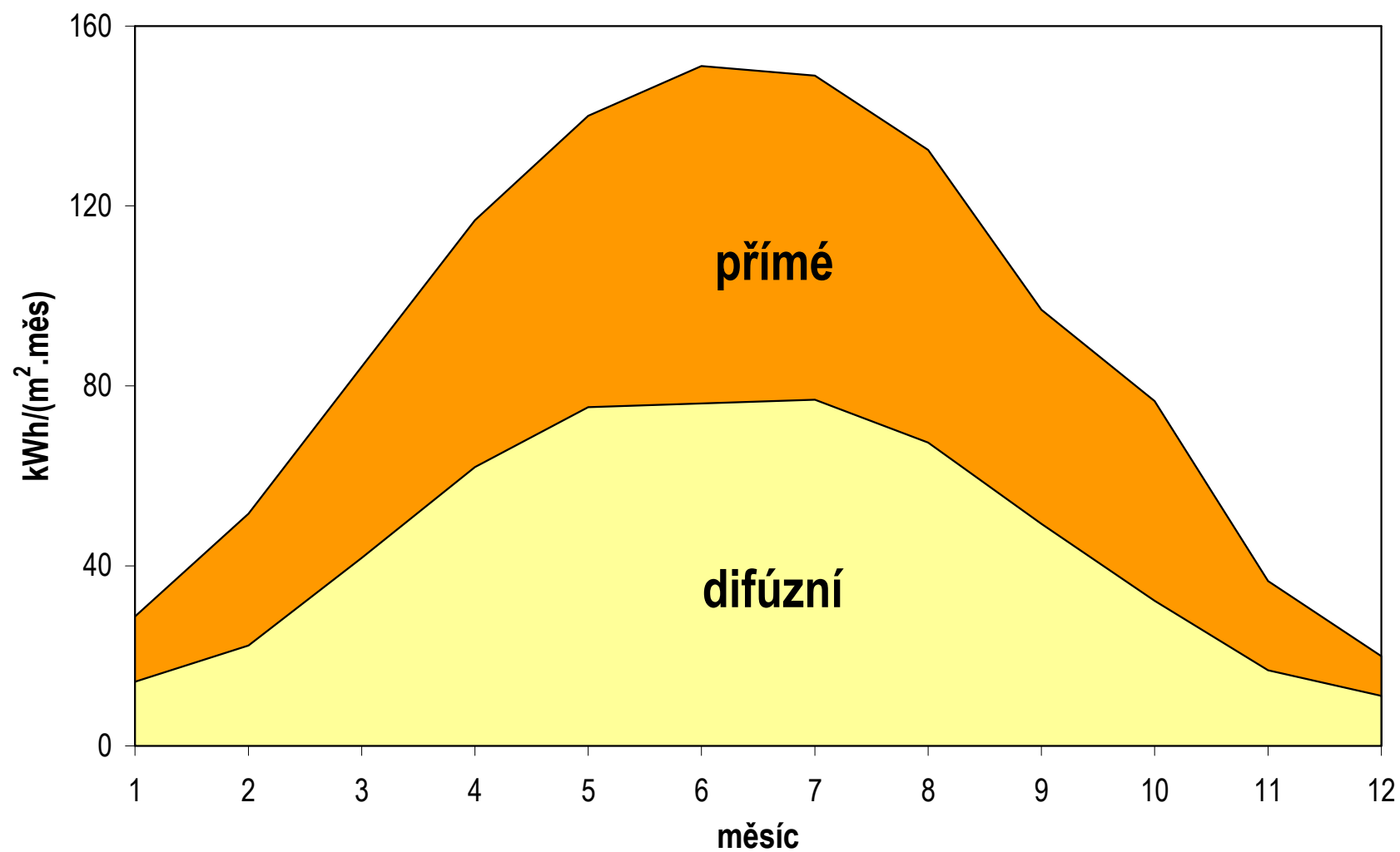


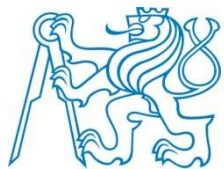
Sluneční záření - pojmy



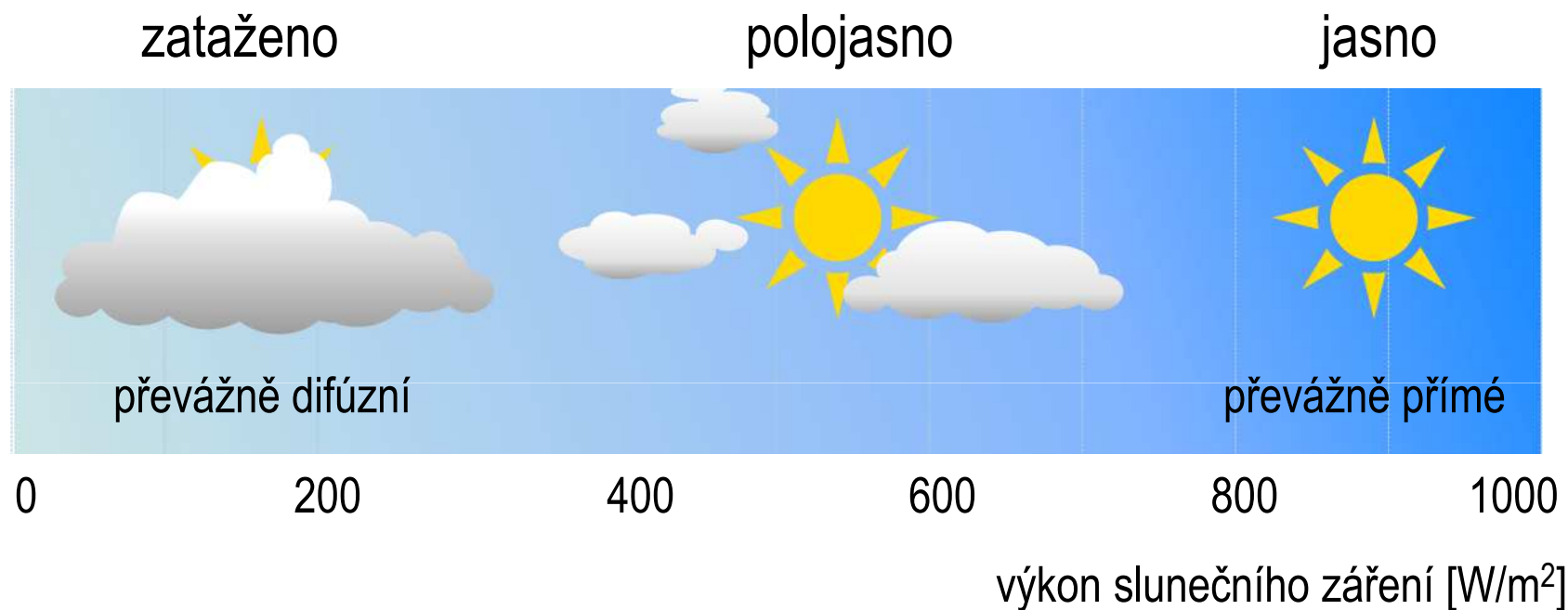


Přímé : difúzní = 50 : 50 %





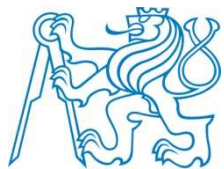
Sluneční energie v číslech



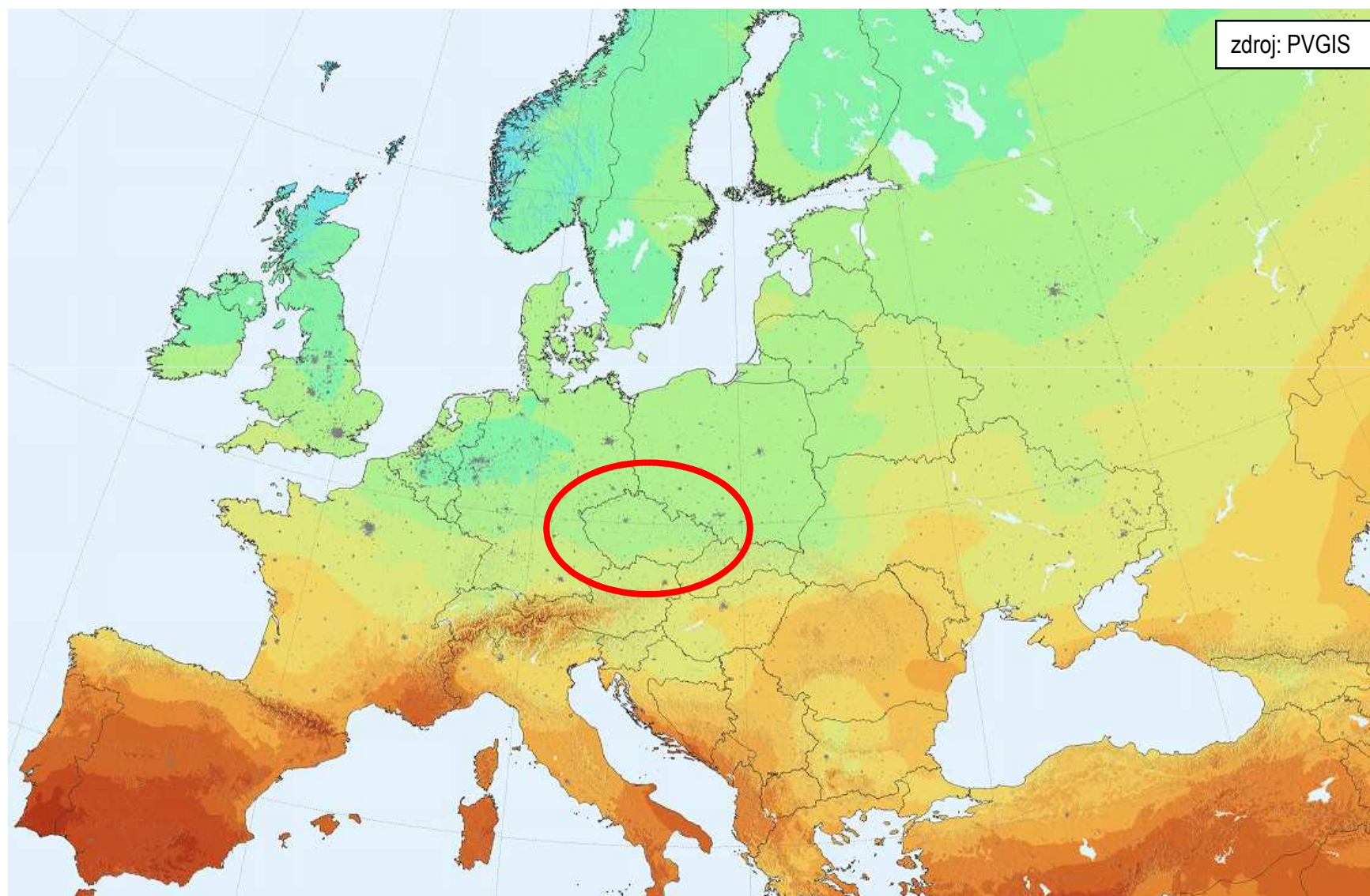
dopadající energie: jasný den

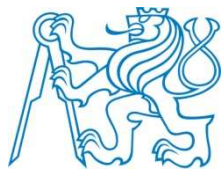
zdroj: solarpraxis

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

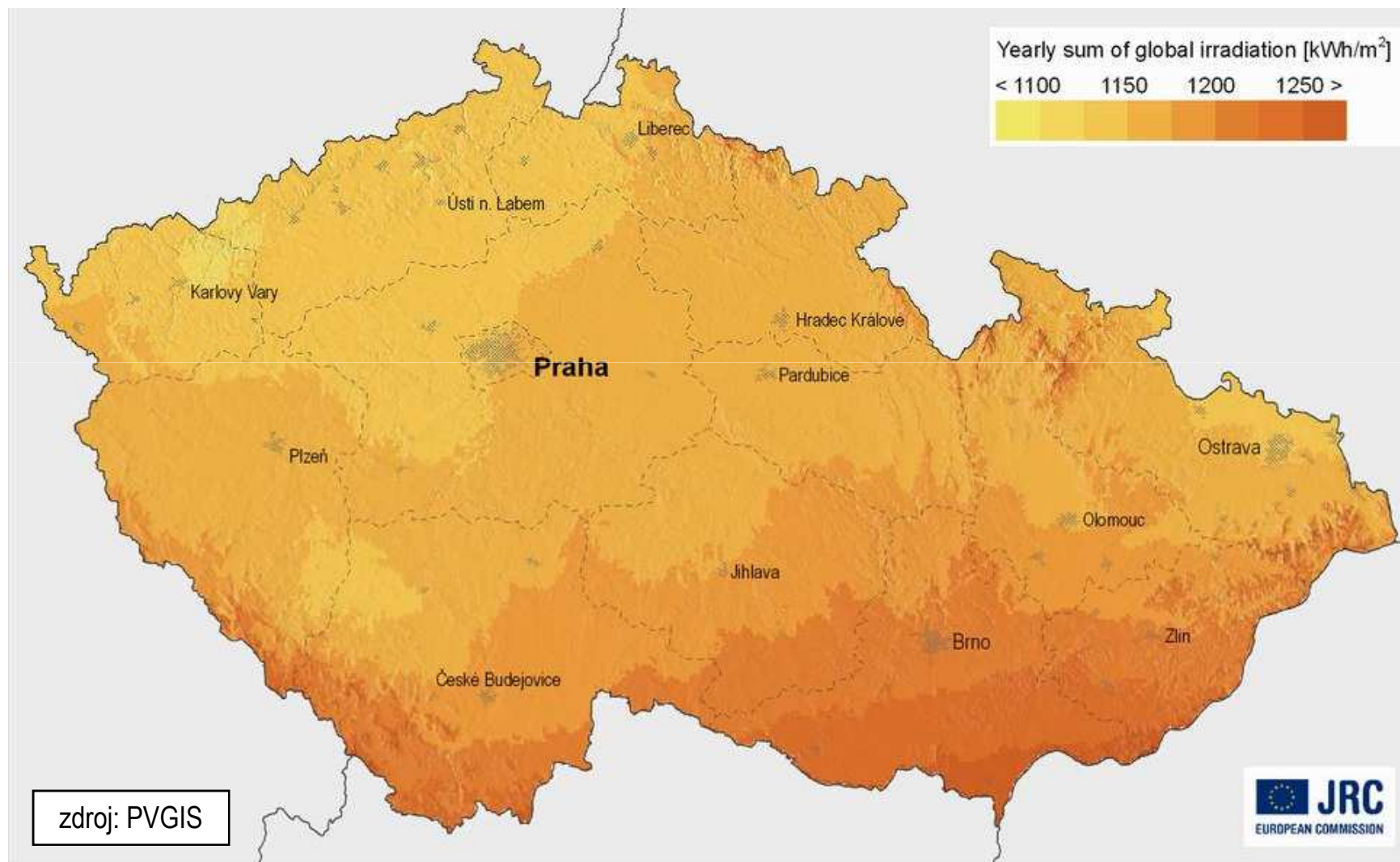


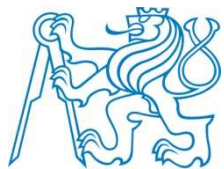
Sluneční energie v Evropě





Sluneční energie v České republice





Sluneční energie v Německu



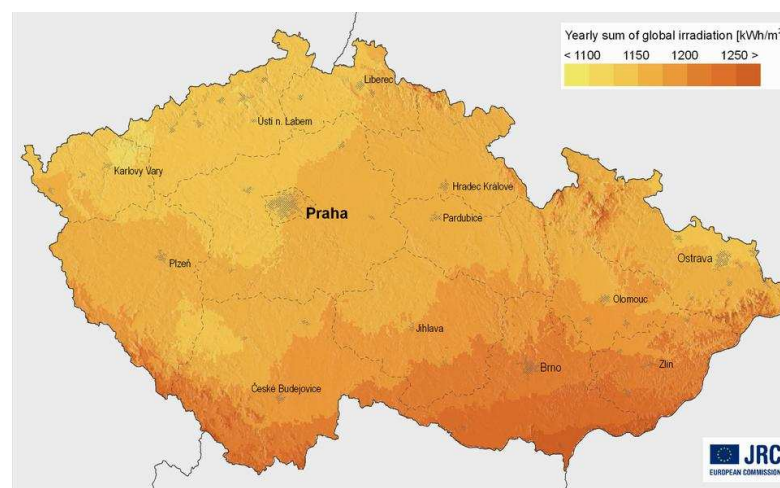
Německo a Česká republika

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

podobné solární soustavy

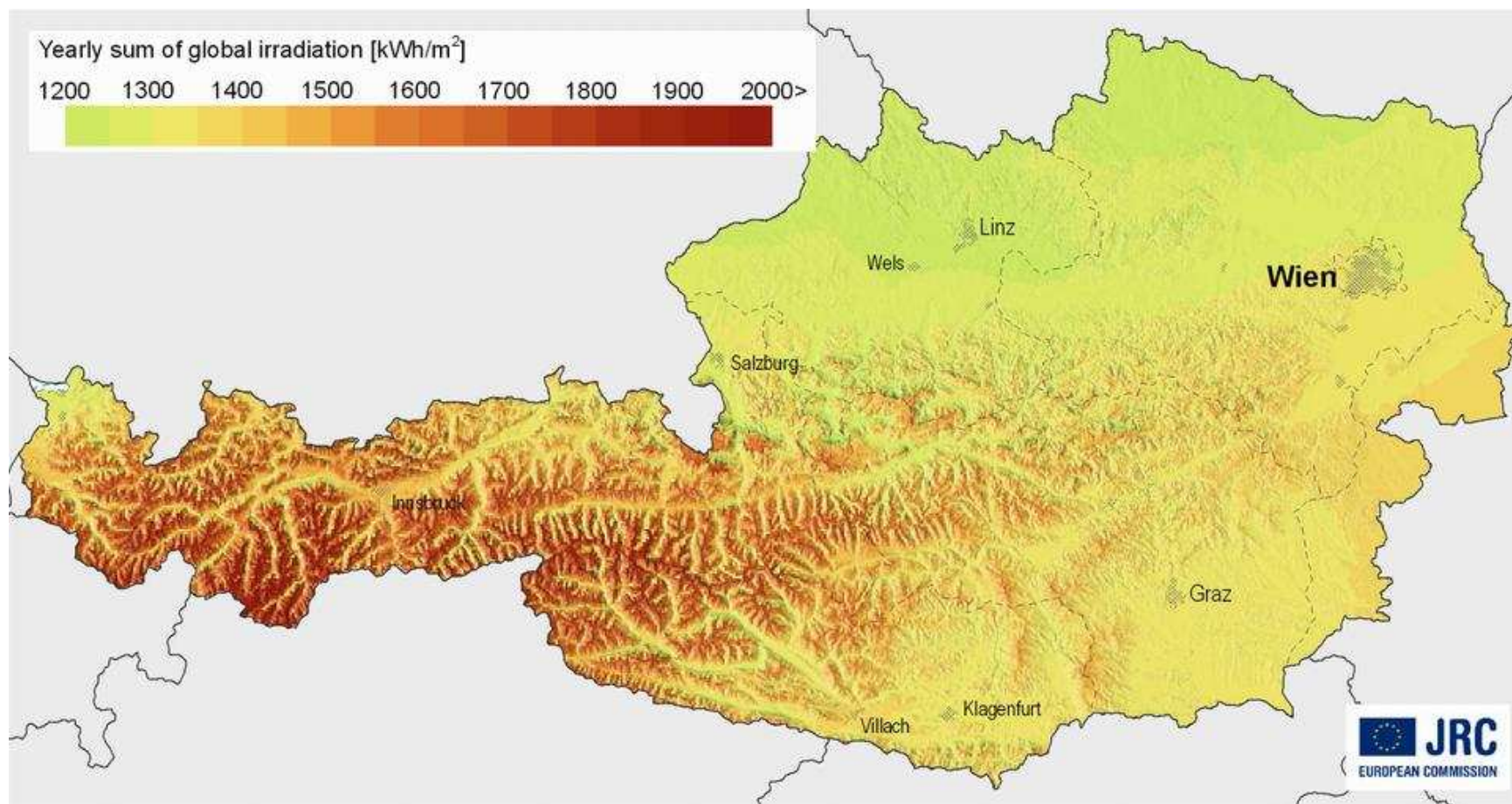
podobné typy solárních kolektorů

podobné roční tepelné zisky





Sluneční energie v České republice



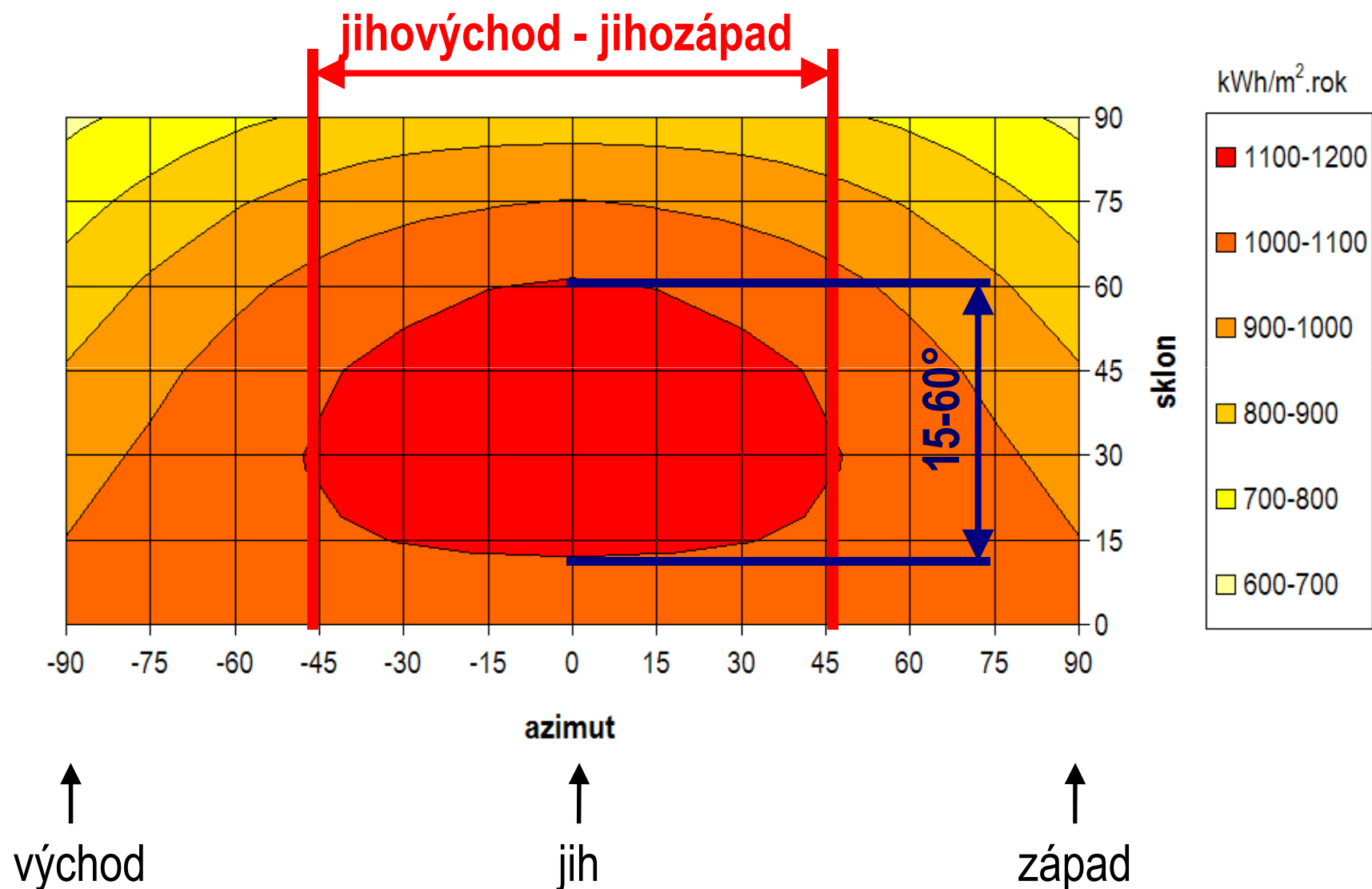
Sluneční potenciál Rakouska začíná tam kde potenciál ČR končí ...

zkušenosti z Rakouska přenášet opatrně !

zdroj: PVGIS



Optimální sklon ?





Různý optimální sklon pro solární zařízení

fotovoltaika 35°

produkce el. energie

produkce do veřejné sítě
bez ohledu na místní
odběr

bez nutnosti akumulovat



maximalizace zisku



fototermika 45°

produkce tepla

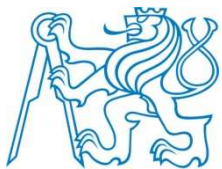
produkce pro místní
spotřebu (odběr)

nutnost akumulace

omezený přenos
solárního tepla sítěmi



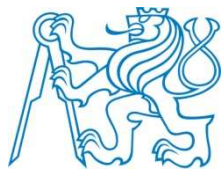
optimalizace zisku



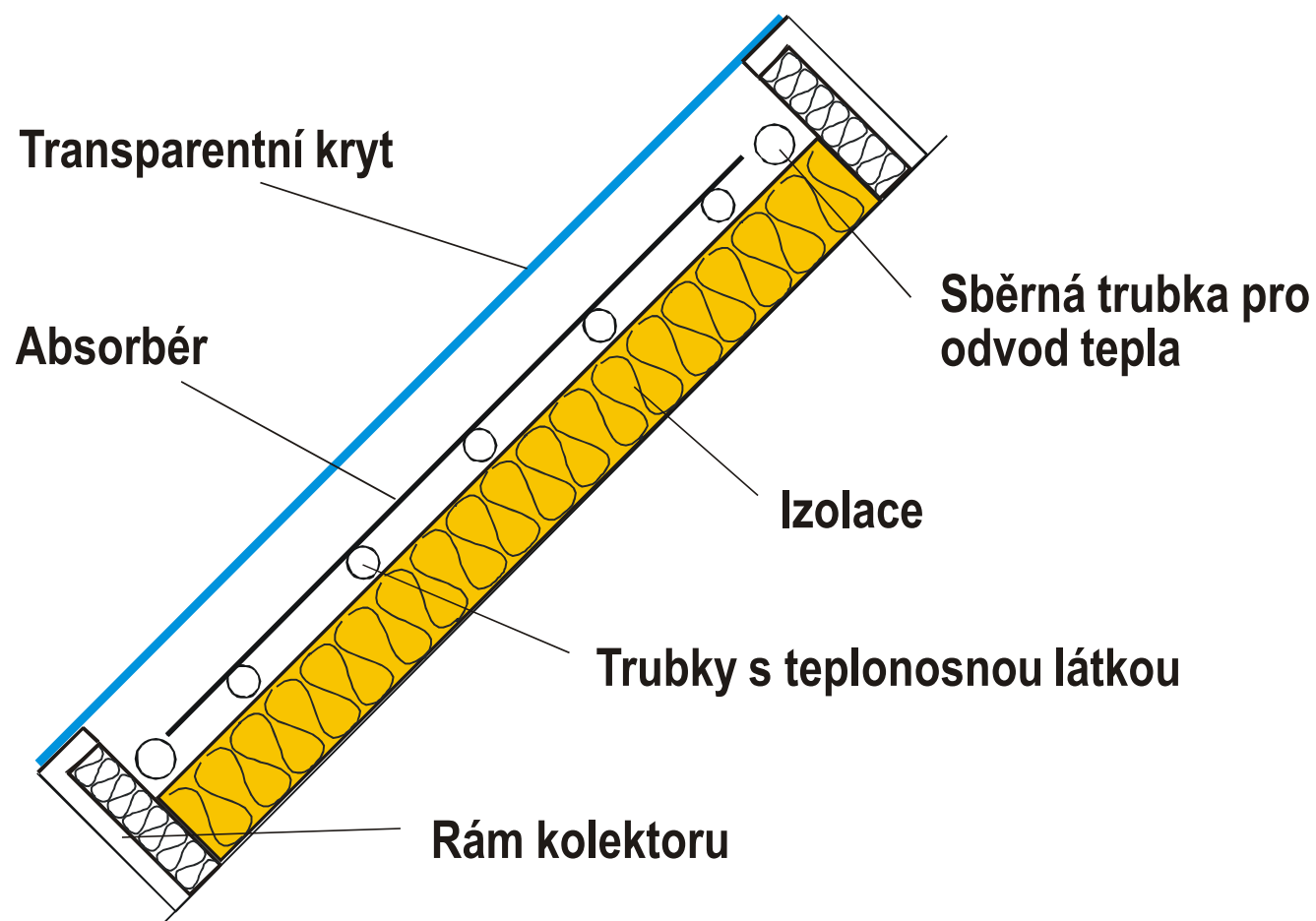
Solární kolektory

- typy
- účinnost
- použití



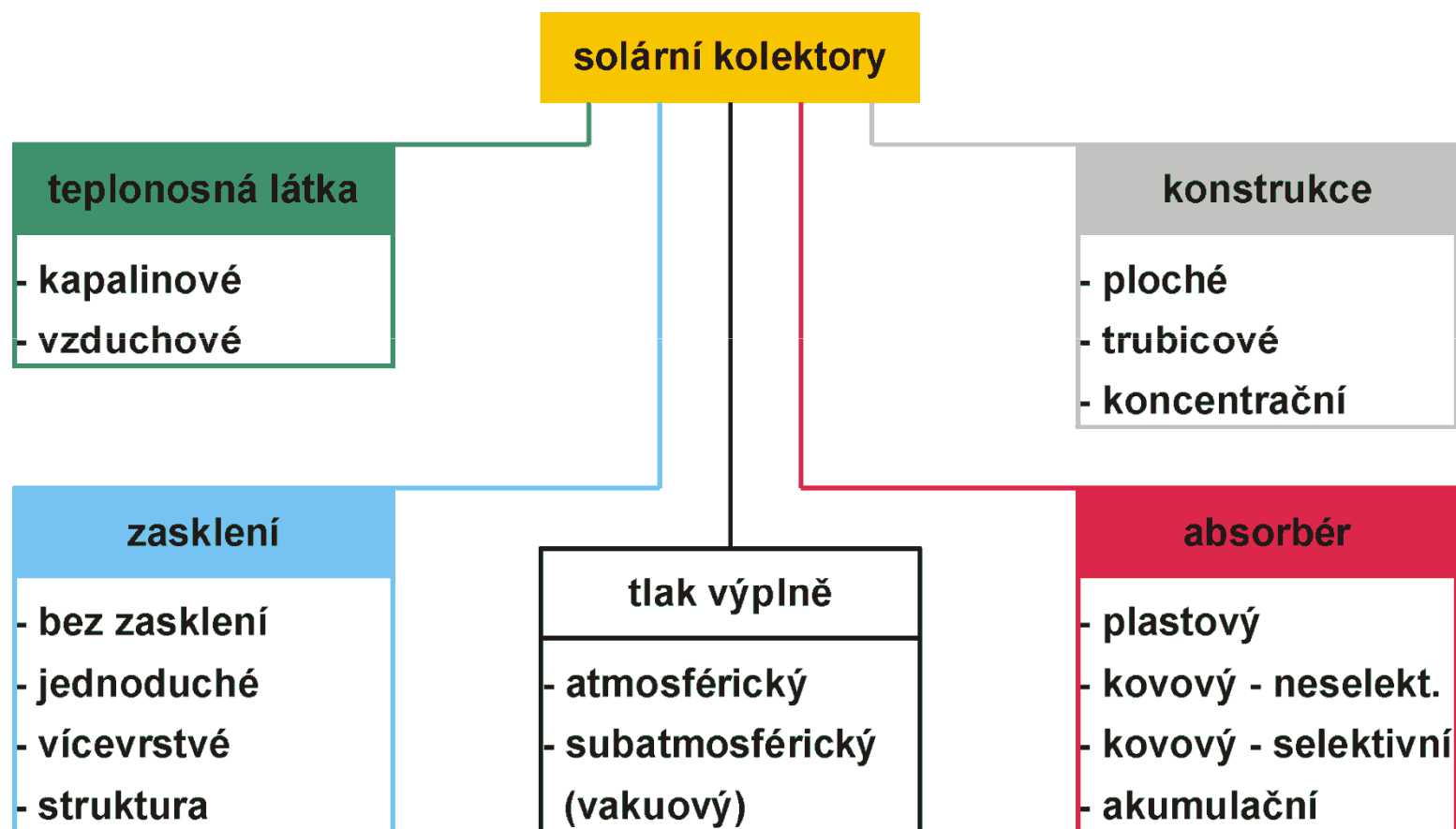


Solární kolektor



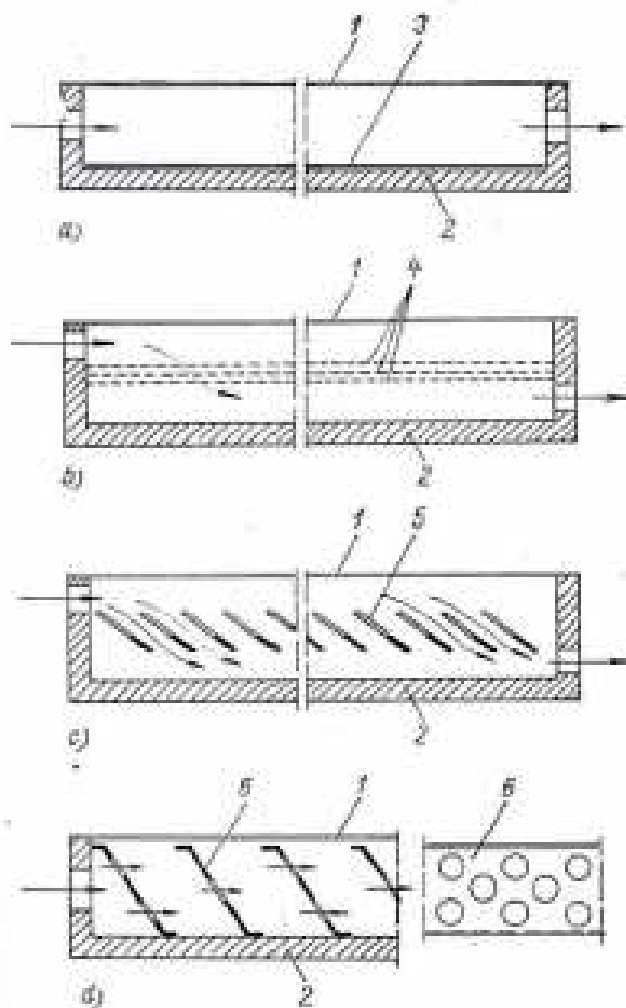


Solární kolektory - rozdělení

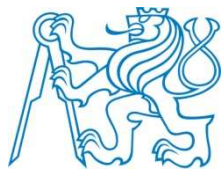




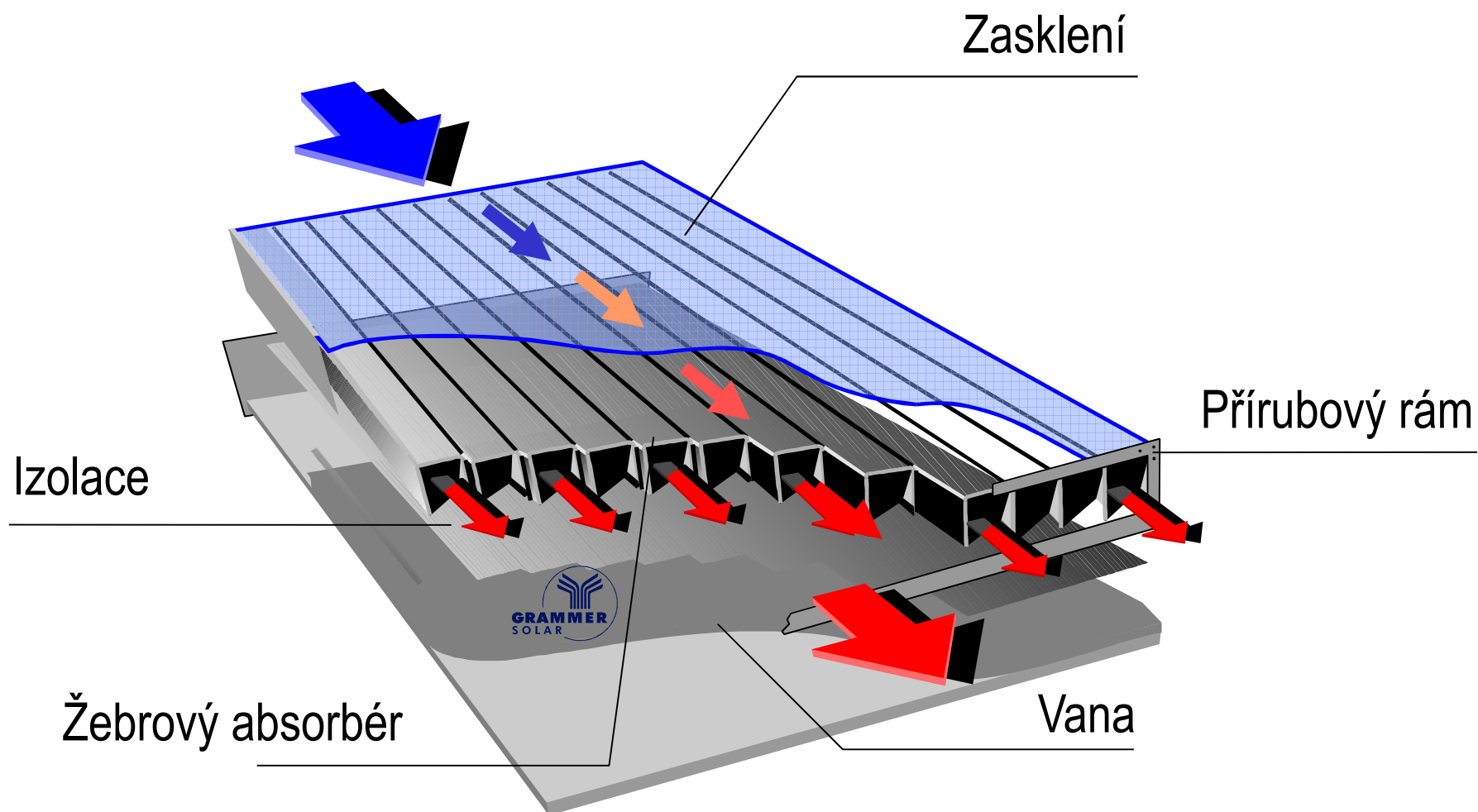
Vzduchové solární kolektory

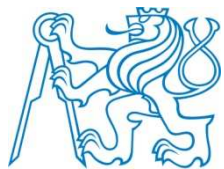


- teplonosnou látkou je **vzduch**
- ohřívá se vně nebo uvnitř absorberu
- použití:
 - zemědělství – sušení
 - obytné budovy – ohřev větracího vzduchu

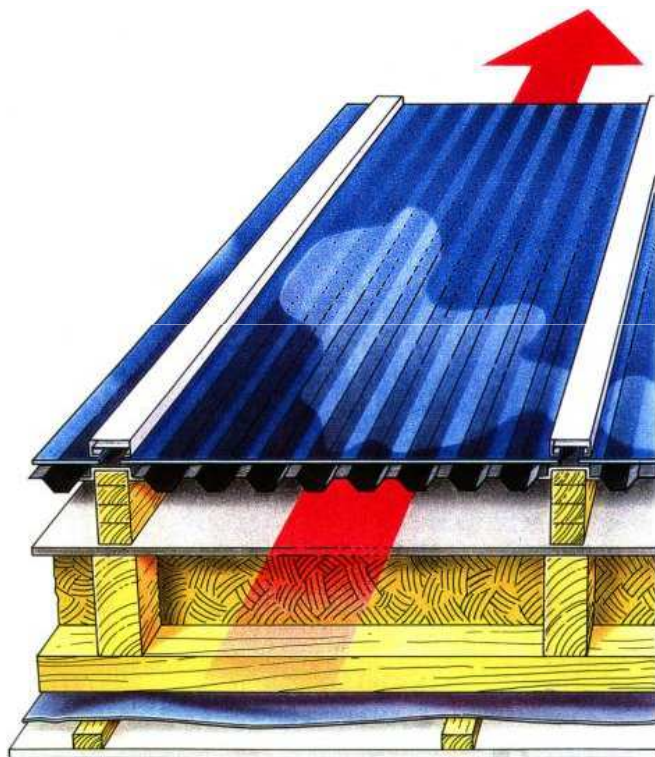


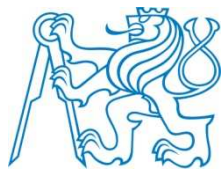
Vzduchové solární kolektory





Vzduchové solární kolektory





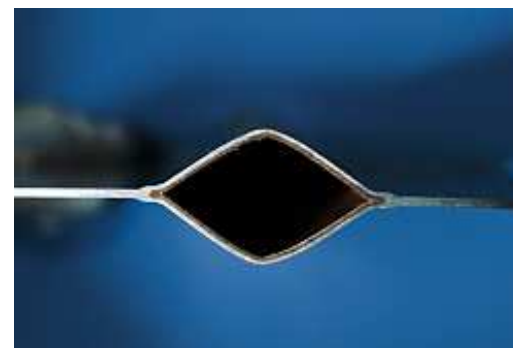
Vzduchové solární kolektory

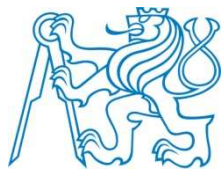




Kapalinové solární kolektory

- teplonosnou látkou je **kapalina**
(voda, nemrznoucí směs, olej, atd.)
- energie pohlčená na povrchu absorbéro je odváděna teplonosnou látkou proudící uvnitř trubek absorbéro





Nekryté solární kolektory

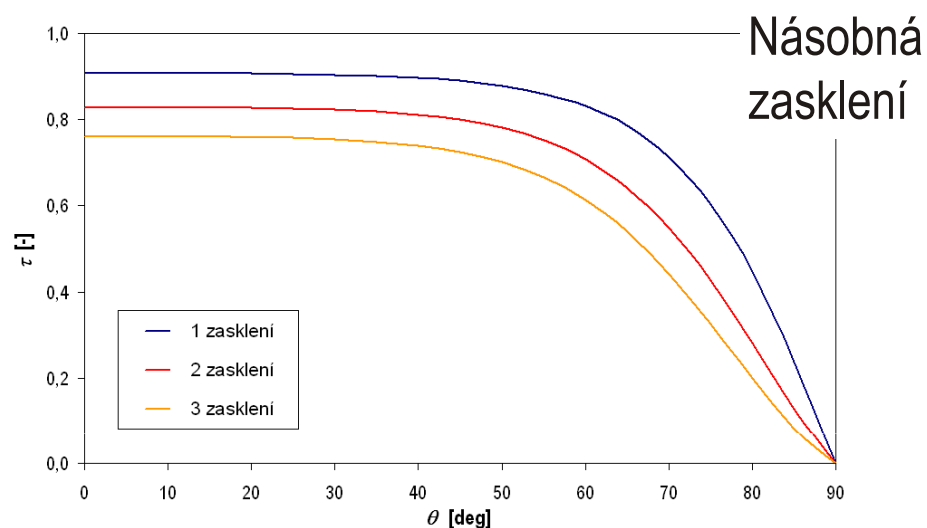
- teplotní hladiny do 40 °C
- vhodné pro sezónní aplikace, ohřev bazénové vody
- výrazně závislé na okolních podmínkách (teplota, proudění vzduchu)



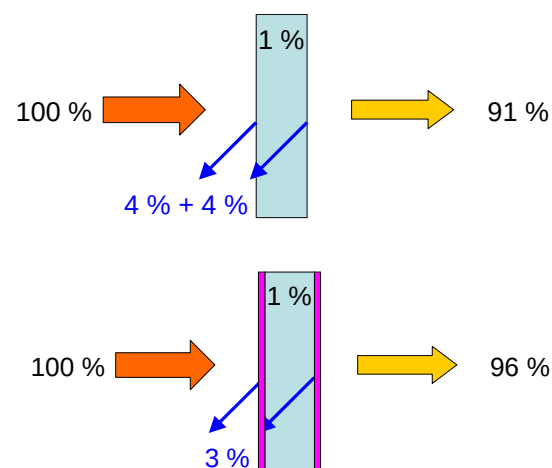


Kryté solární kolektory

- jednoduché zasklení
- sklo s nízkým obsahem Fe_2O_3 („solární“)
- antireflexní povlaky
- prizmatické sklo
- tepelná ztráta zasklením cca **75-85 %** celk. ztráty
- násobná zasklení
- speciální struktury



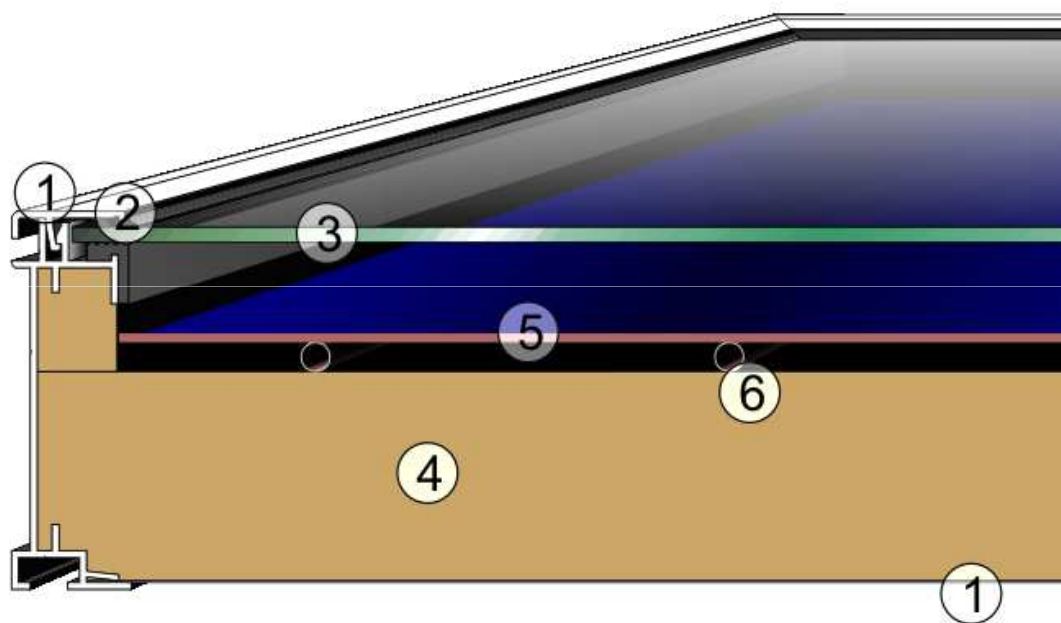
Antireflexní povlaky

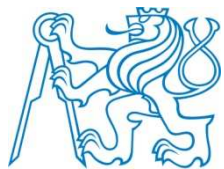




Ploché kryté solární kolektory

- 1 rám
- 2 těsnění
- 3 transparentní kryt
- 4 tepelná izolace
- 5 absorbér
- 6 trubkový registr

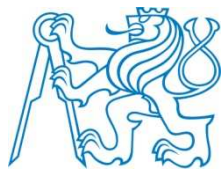




Ploché solární kolektory

- výhodné z hlediska integrace do obálky budovy
- vysoký podíl aktivní plochy (apertury)

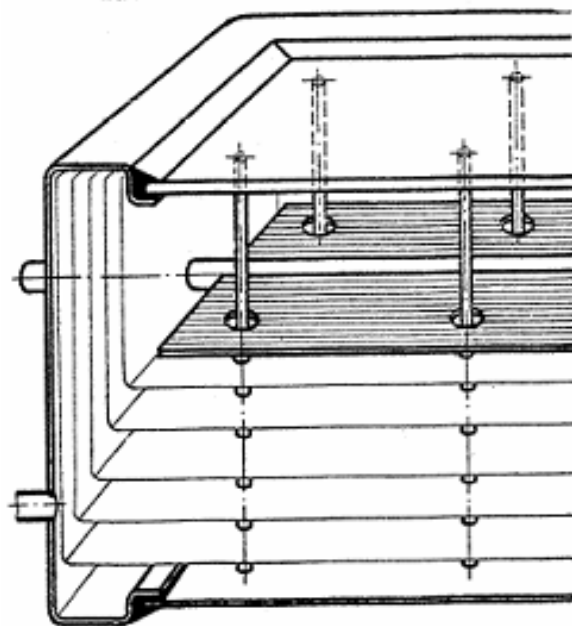




Ploché vakuové solární kolektory

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

zatížení plochého krycího skla (opěrky)

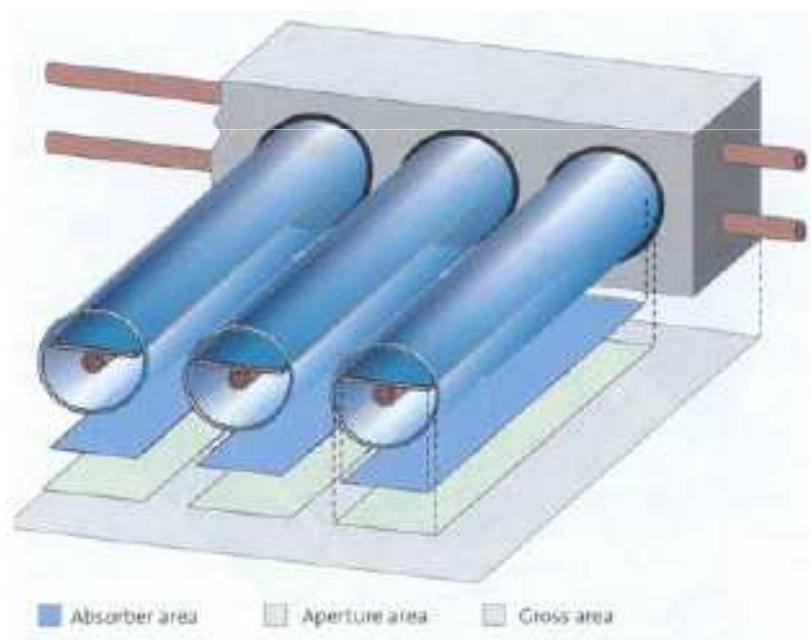


sálání zadní strany absorbérů je nutné stínit

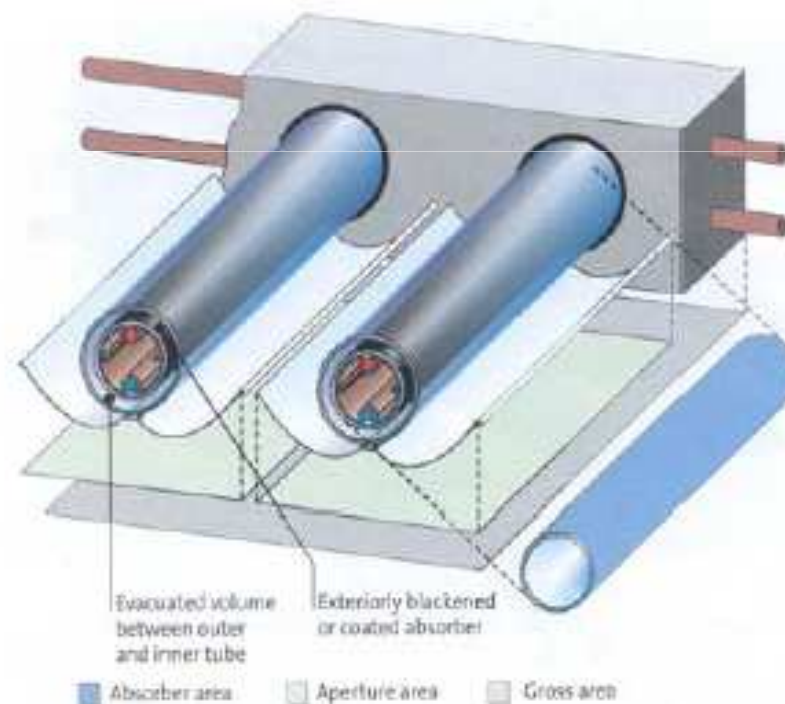


Vakuové trubkové solární kolektory

jednostěnná vakuová trubka
plochý absorbér



dvojstěnná vakuová trubka (Sydney)
válcový absorbér

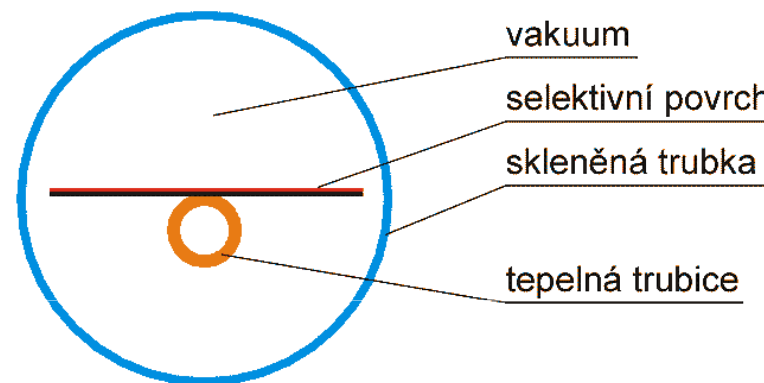
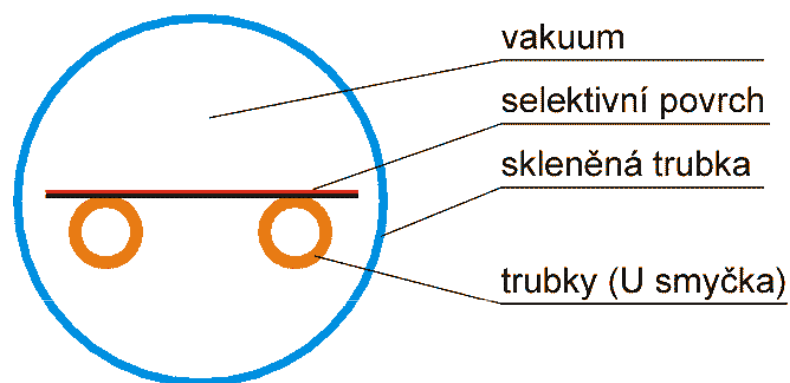


vakuum 1 mPa

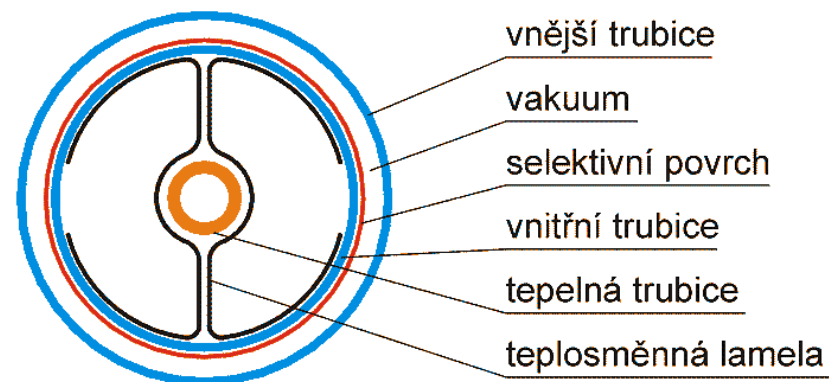
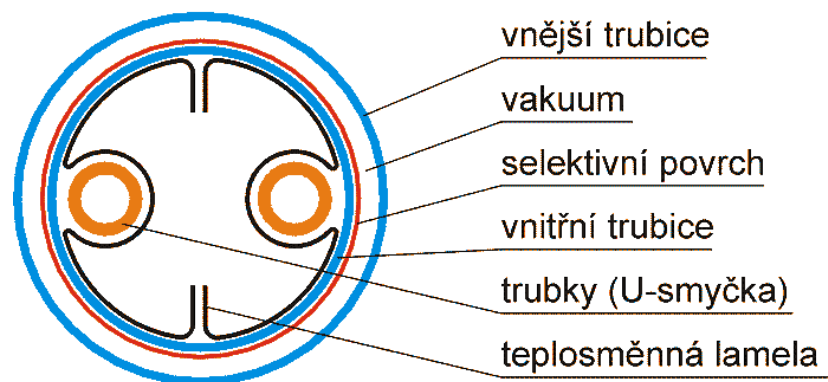


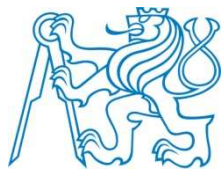
Vakuové trubkové solární kolektory

jednostěnná vakuová trubka („evropský“ typ)



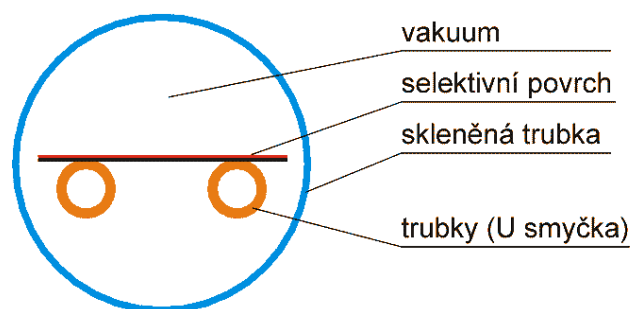
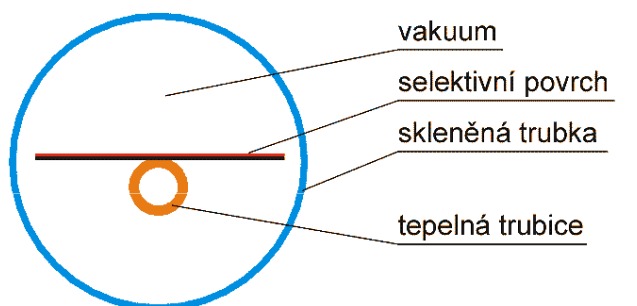
dvojstěnná vakuová trubka („čínský“ typ, Sydney)



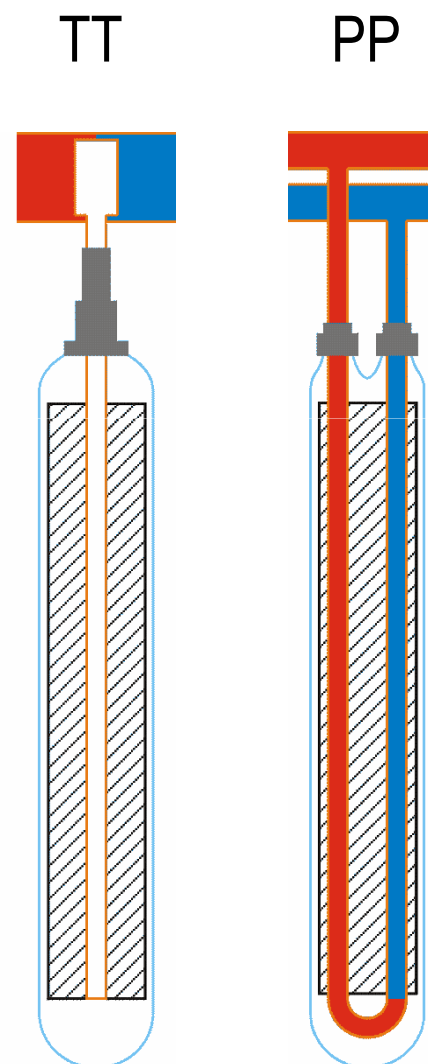


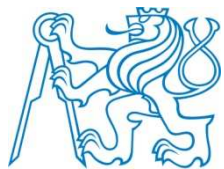
Jednostěnné vakuové trubkové kolektory

- tepelná trubice (TT)
- přímo protékaný registr (PP)

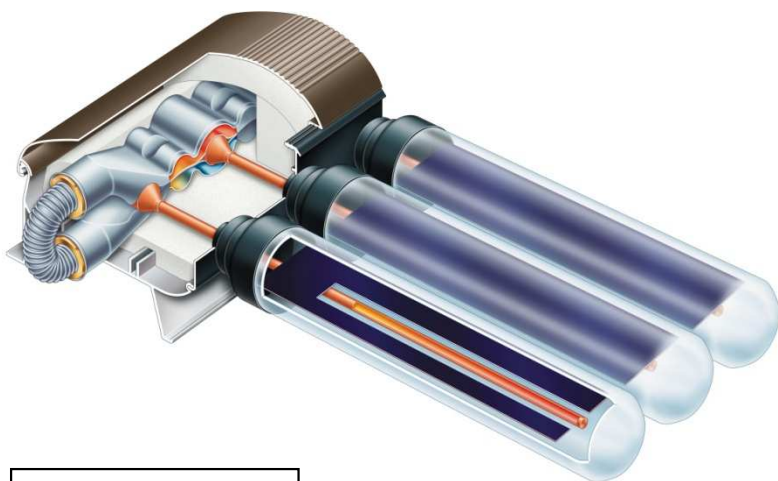
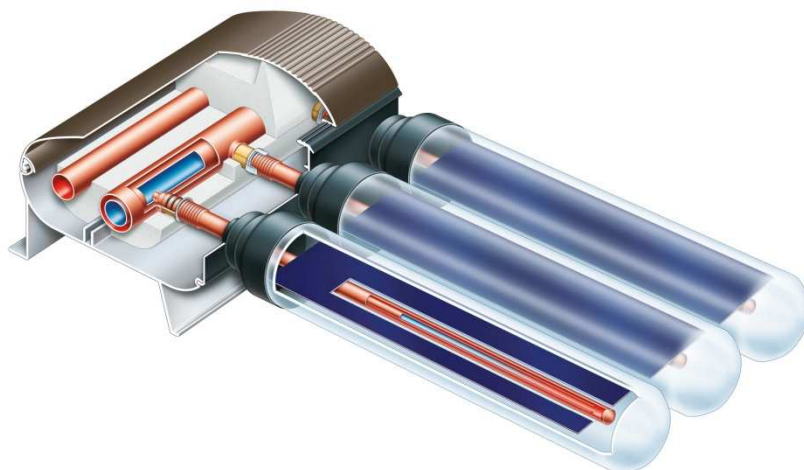


velmi kvalitní přestup tepla z absorbéru do kapaliny,
resp. na výparník tepelné trubice



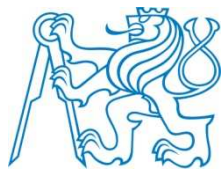


Vakuové trubkové solární kolektory



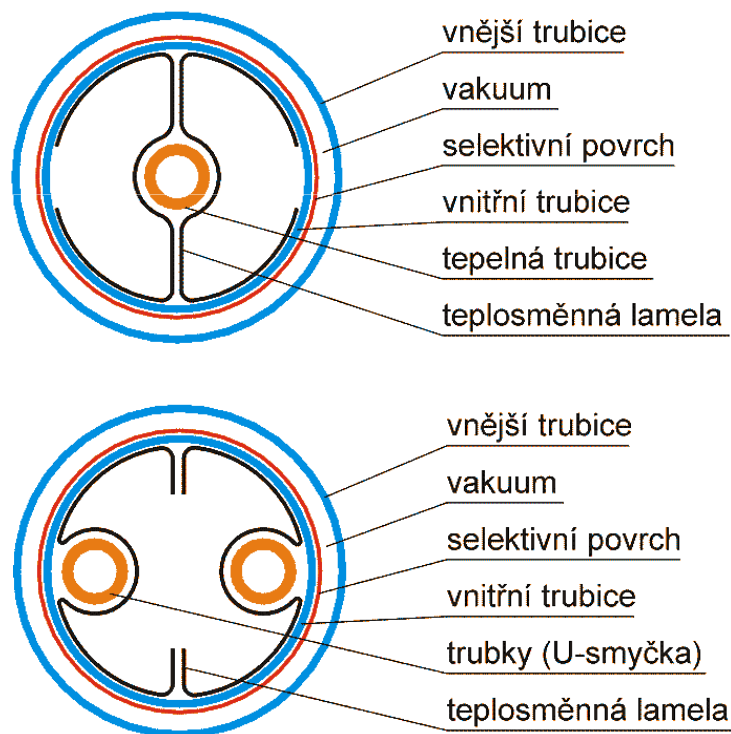
zdroj: Viessmann





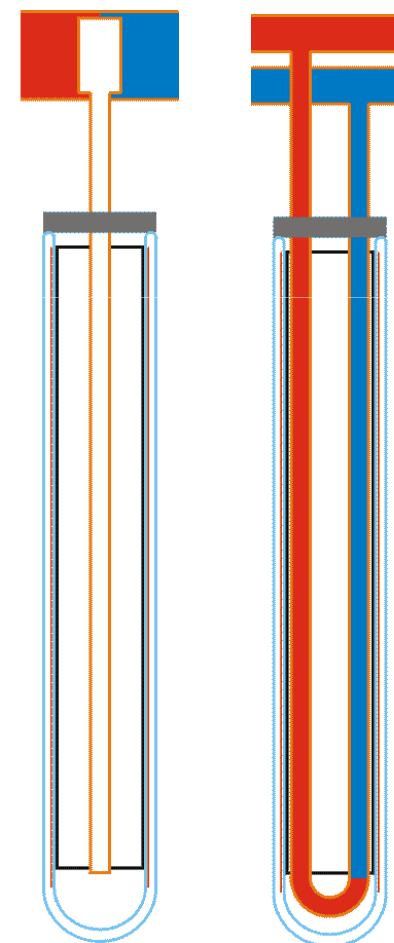
Dvojstěnné vakuové trubkové kolektory

- tepelná trubice (TT)
- přímo protékaný registr (PP)

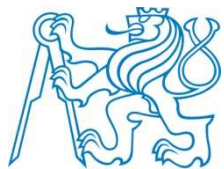


TT

PP



kontaktní teplosměnná lamela je zcela nezbytným prvkem



Vakuové trubkové Sydney kolektory



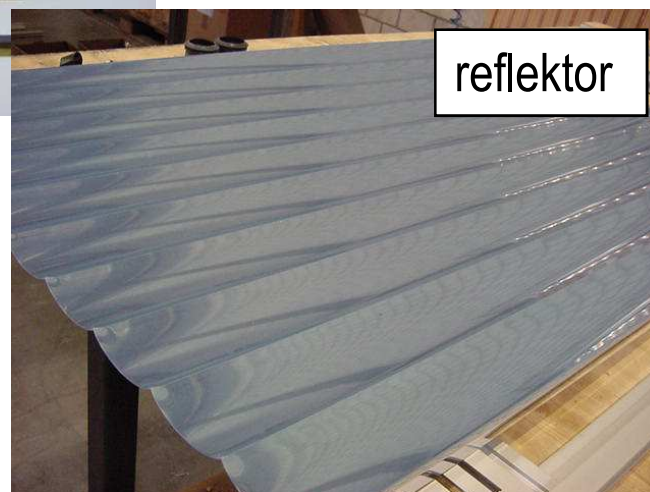
kontaktní lamela



napojení PP potrubí



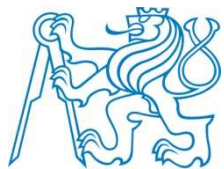
Sydney trubky



reflektor

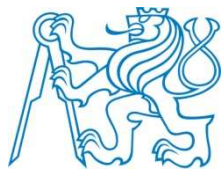


zdroj: OPC

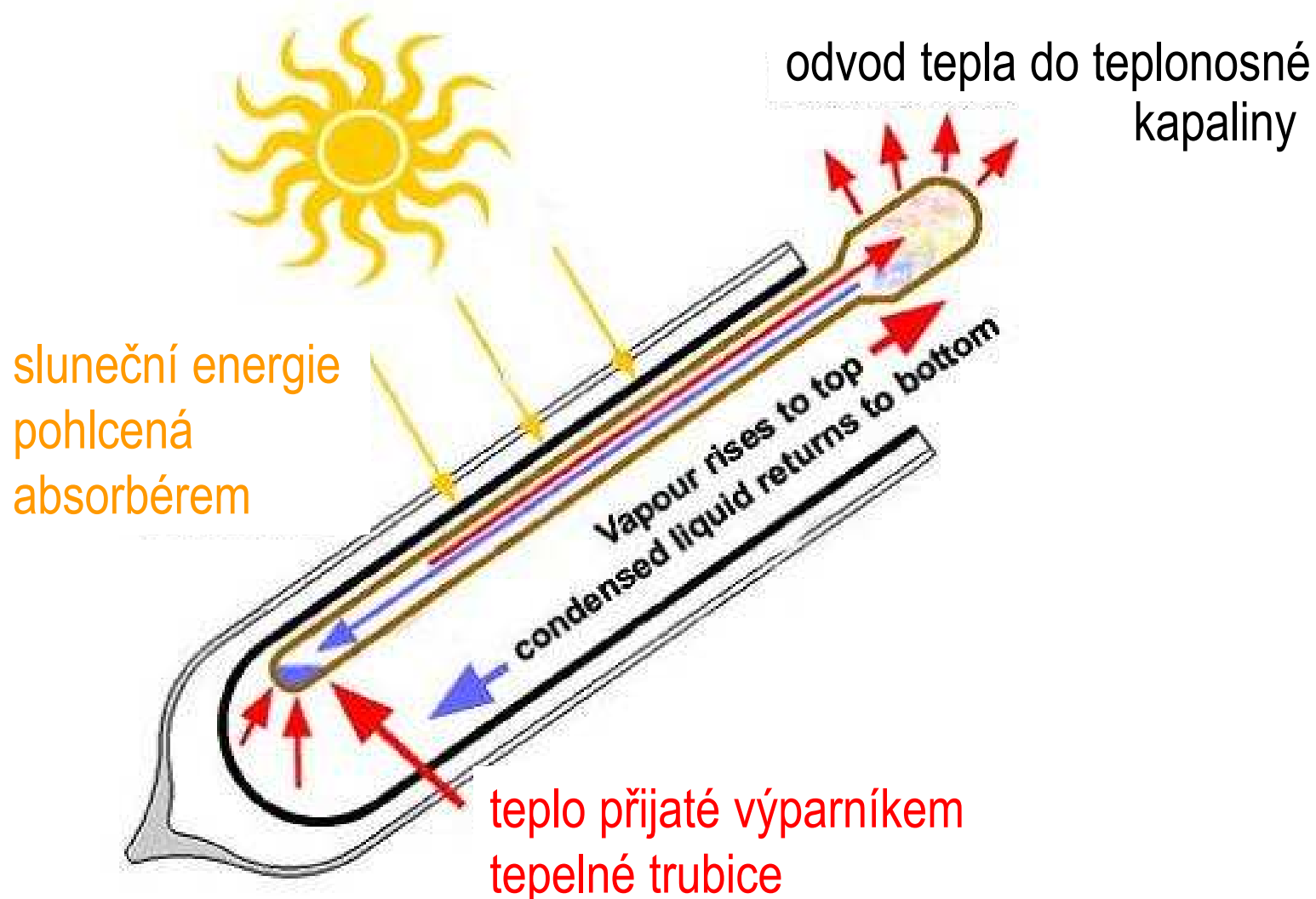


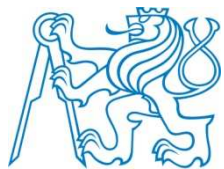
Vakuové trubkové Sydney kolektory





Trubkové kolektory - tepelná trubice (TT)



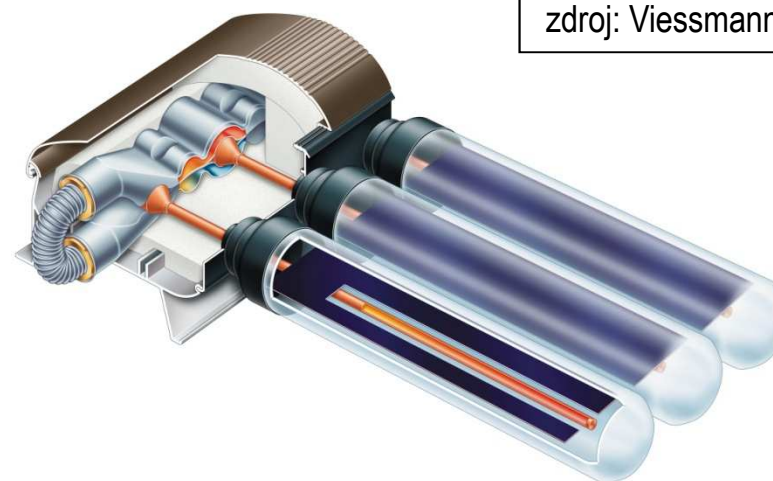


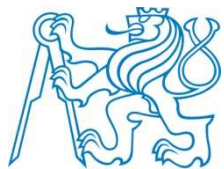
Trubkové kolektory - tepelná trubice (TT)

suché napojení tepelné trubice

kondenzátor uložen v pouzdru

pouzdro omývané teplonosnou
látkou



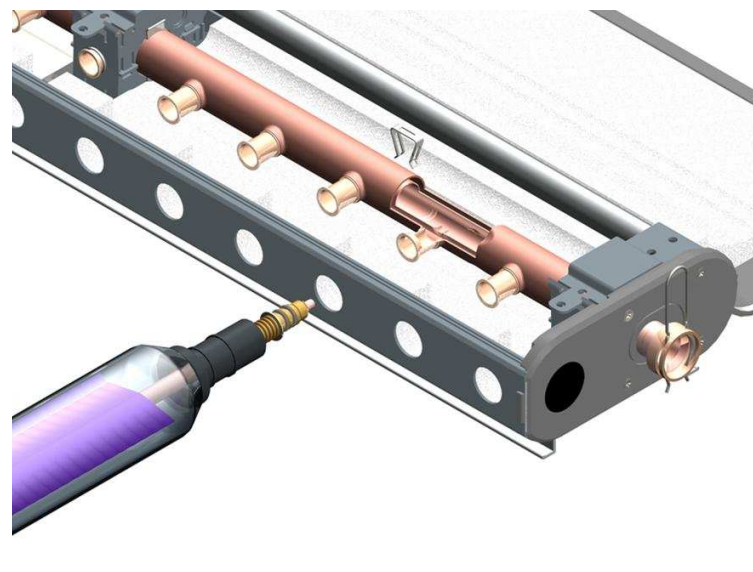


Trubkové kolektory - tepelná trubice (TT)



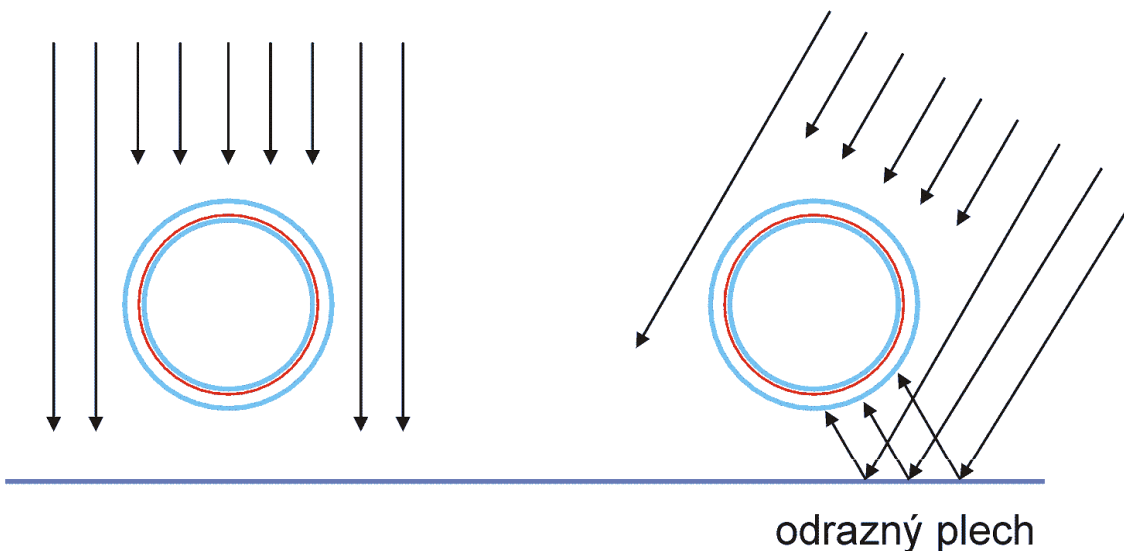
mokrý napojení tepelné trubice

kondenzátor tepelné trubice
přímo omývaný teplonosnou
látkou





Trubkové solární kolektory s reflektorem



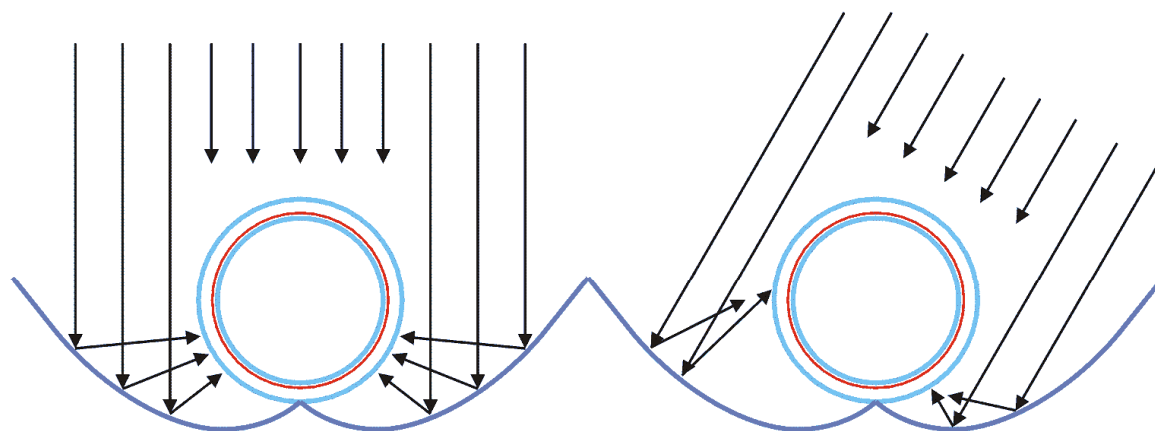
**zvýšení aktivní
plochy** kolektoru
(apertury)

zrcadlový odraz

difúzní odraz

trvanlivost optické
kvality odrazného
plechu

zachycování a
akumulace sněhu
(ledu), poničení
trubek



složený parabolický reflektor (CPC)



Koncentrační solární kolektory

koncentrace přímého slunečního záření

odrazem (zrcadla) x **lomem** (čočky)

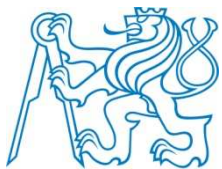
lineární ohnisko

- parabolický reflektor
- Winstonův kolektor
- kolektor s Fresnellovou čočkou

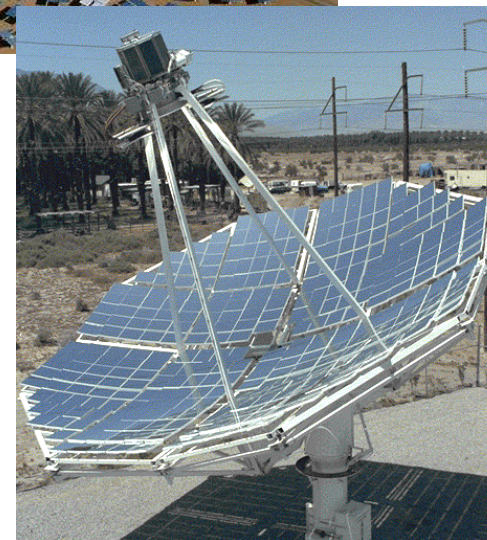
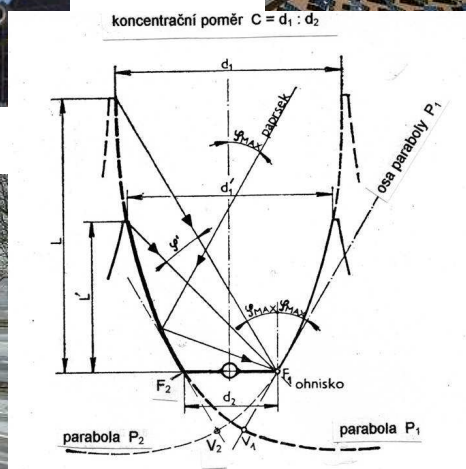
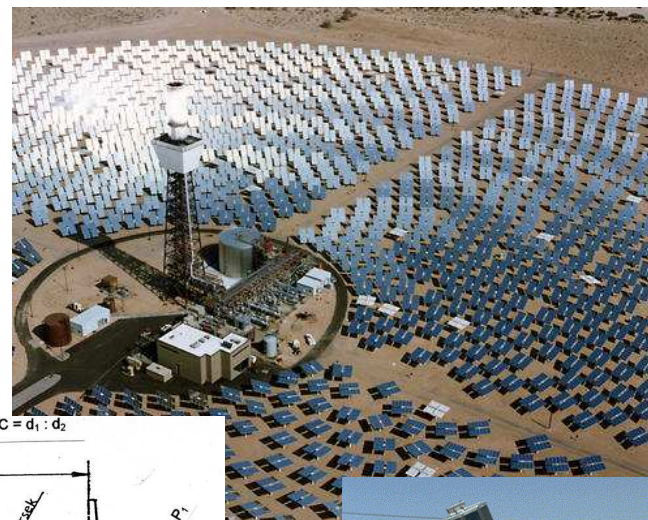
bodové ohnisko

- paraboloidní reflektor
- fasetové reflektory, heliostaty



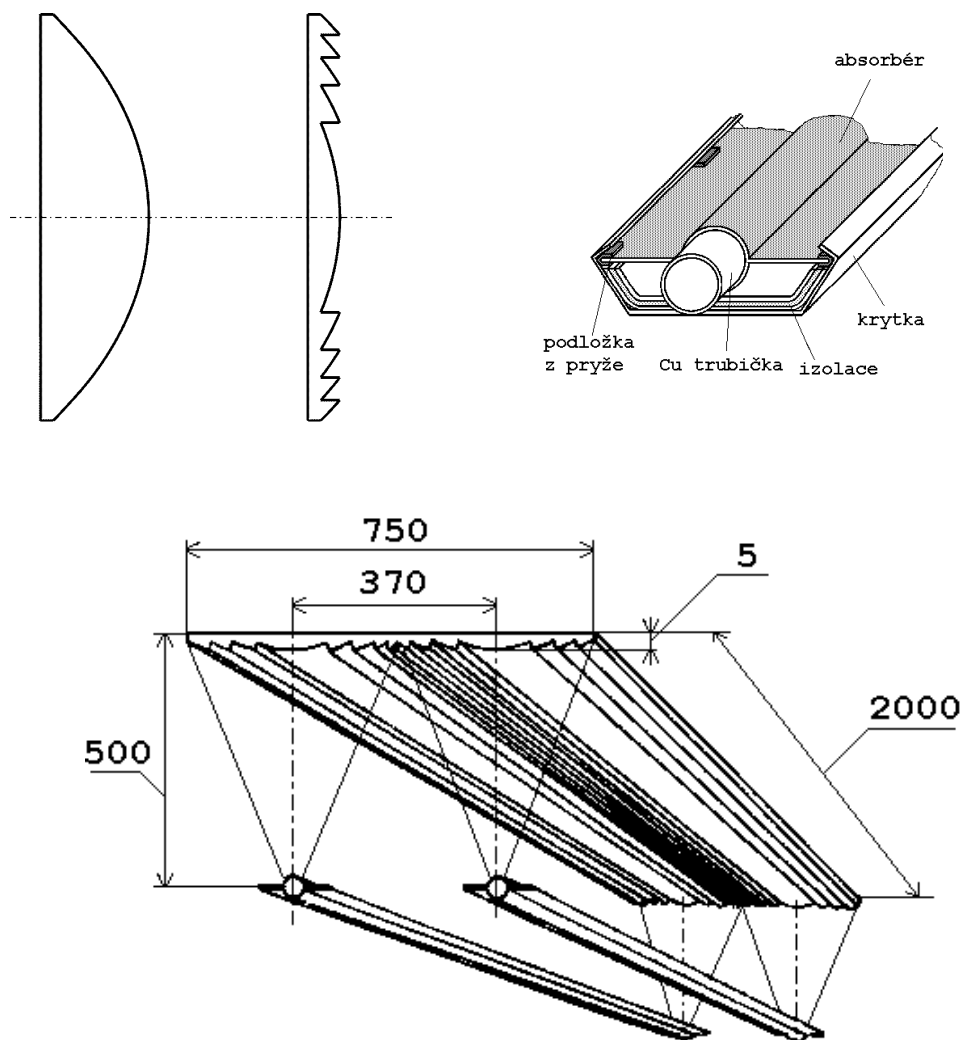


Koncentrační solární kolektory (odraz)





Kolektory s Fresnellovými čočkami (lom)

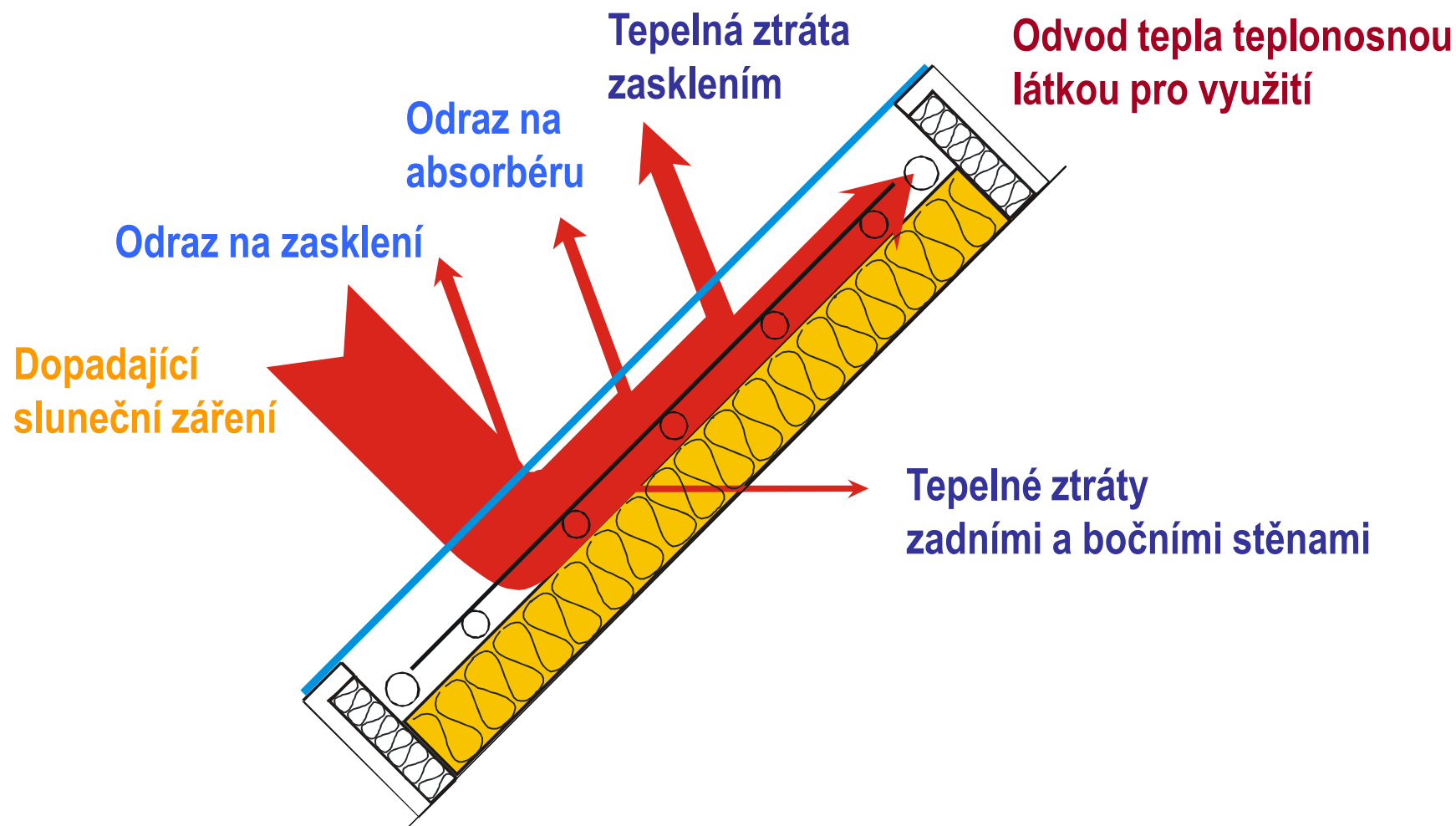


- přechod mezi aktivními a pasivními prvky





Solární kolektory - princip





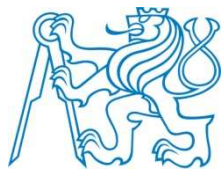
Účinnost solárního kolektoru

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

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

t_m ... střední teplota teponosné kapaliny v kolektoru

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



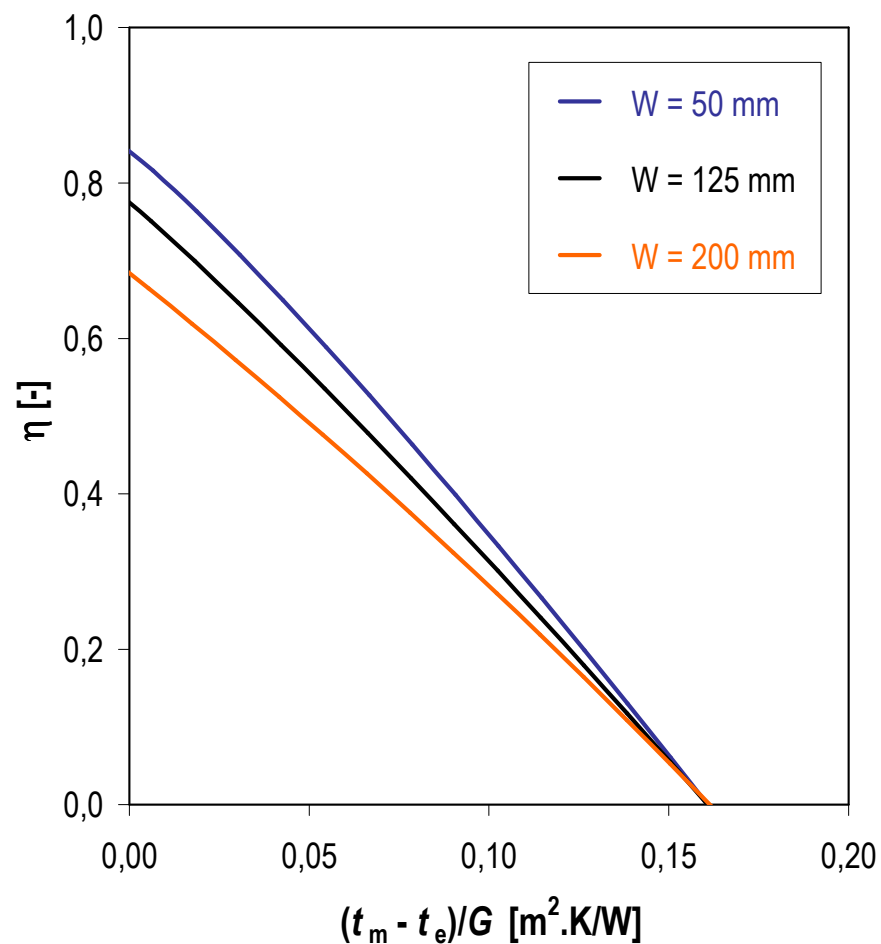
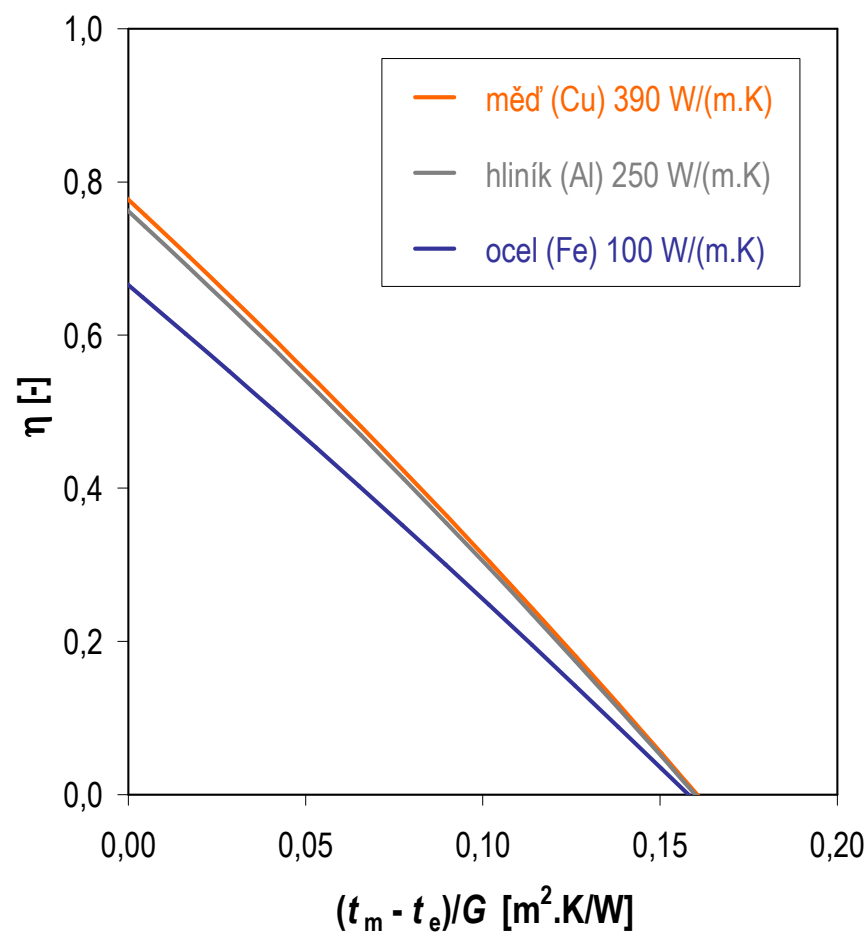
Účinnostní součinitel kolektoru F'

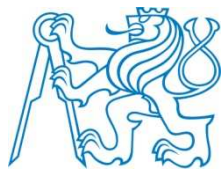
závisí na geometrických vlastnostech absorberu

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



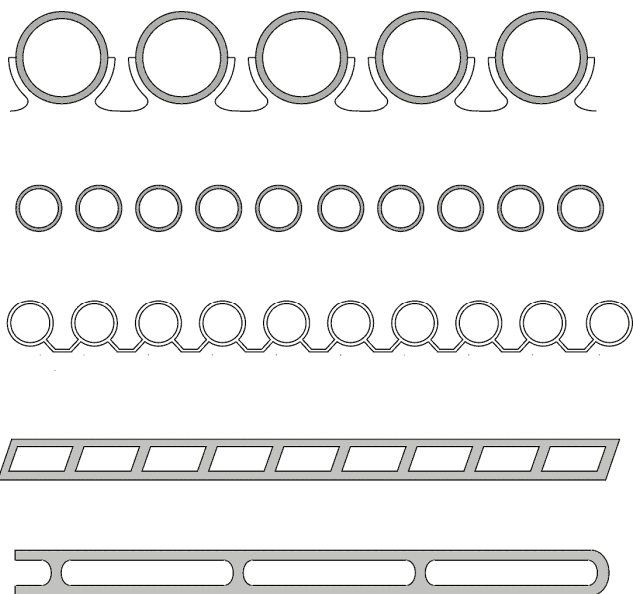
Vliv materiálu a geometrie absorbéru





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



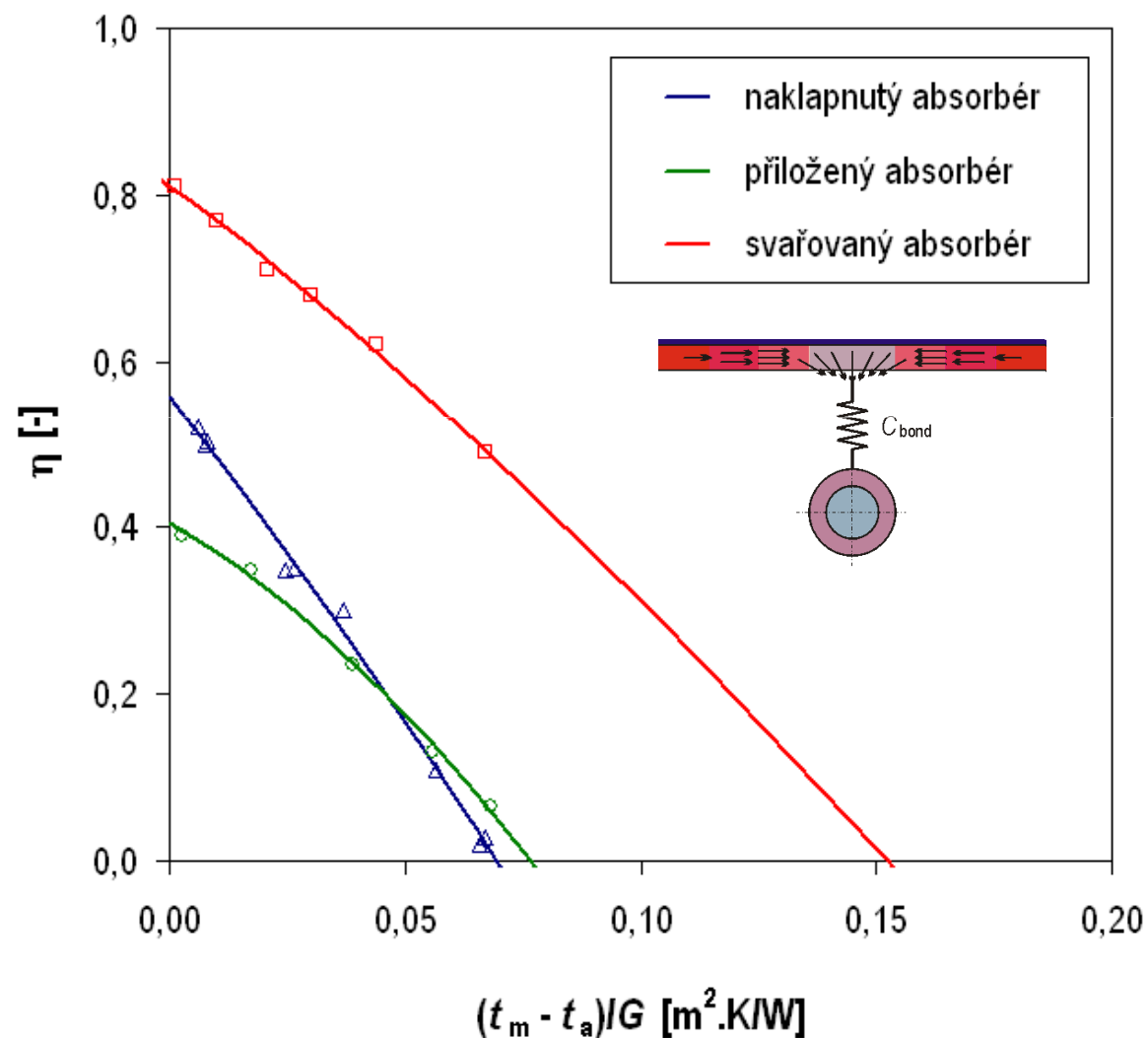
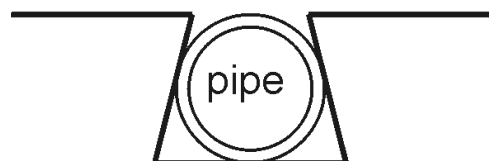


Vliv spoje na účinnost



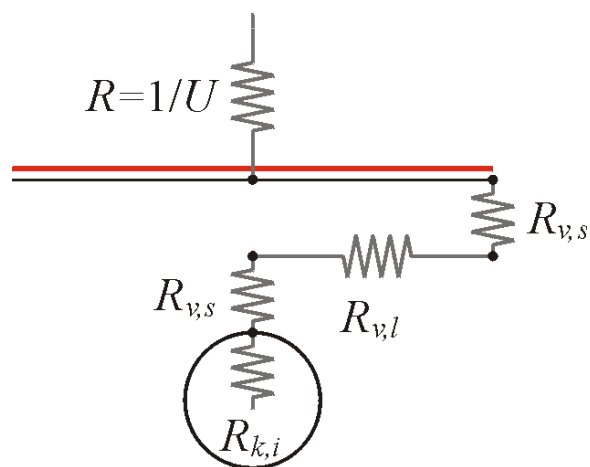
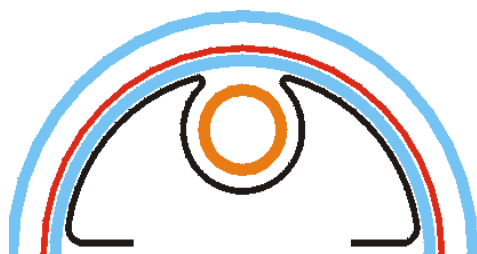
naklapnutý

absorber





Trubkové Sydney kolektory - lamela



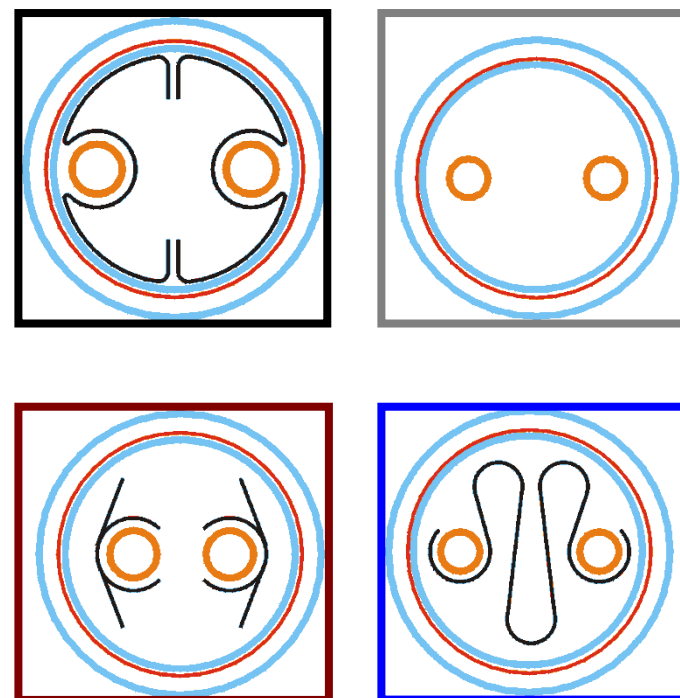
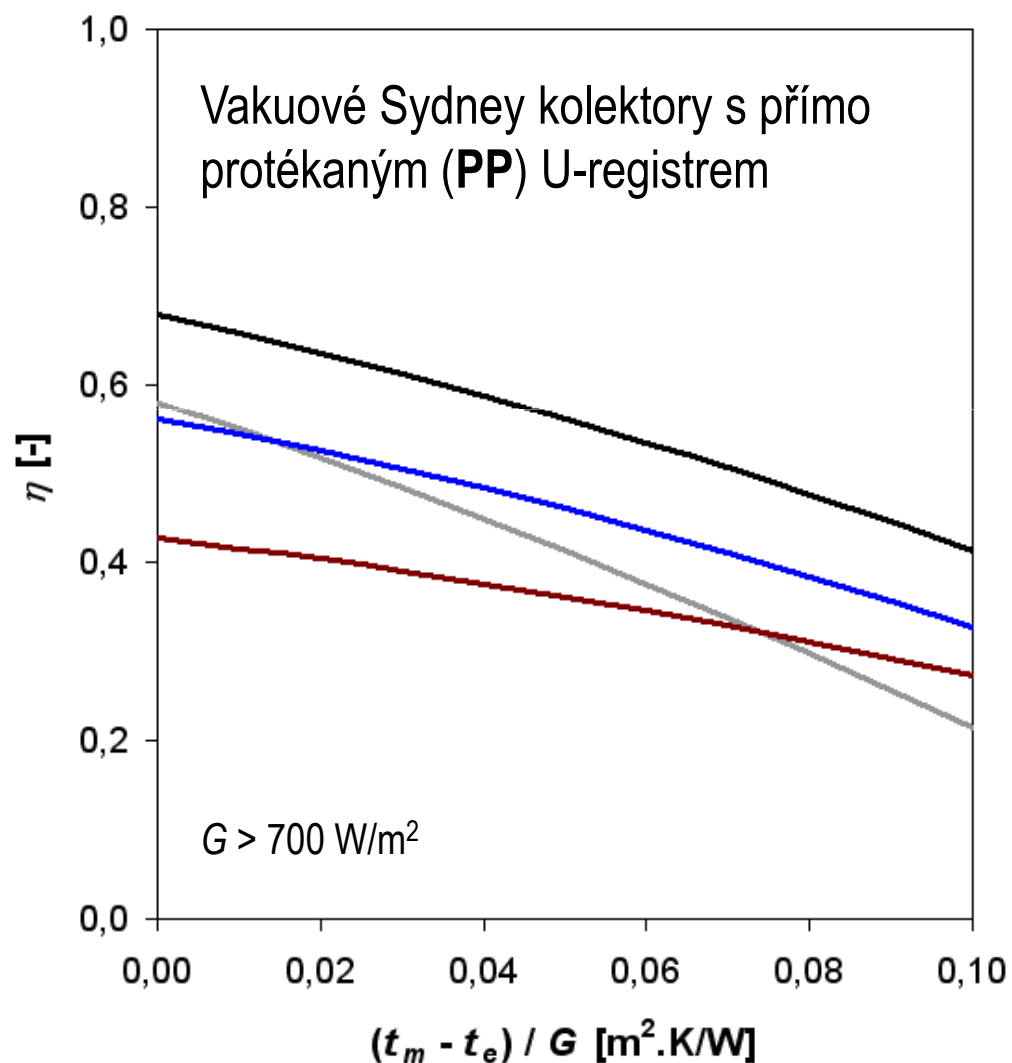
dáno Sydney trúbkou

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

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



Vliv kontaktní lamely na účinnost (PP)



**kontaktní lamela je
zásadním prvkem
Sydney kolektoru**



Zkoušení solárních kolektorů (podle EN)

ČSN EN 12975-1,2 (v českém překladu)

Zkoušky výkonové

- tepelný výkon a účinnost kolektoru
- modifikátor úhlu dopadu (vliv úhlu dopadu na výkon kolektoru)
- účinná tepelná kapacita kolektoru (setrvačnost kolektoru), časová konstanta

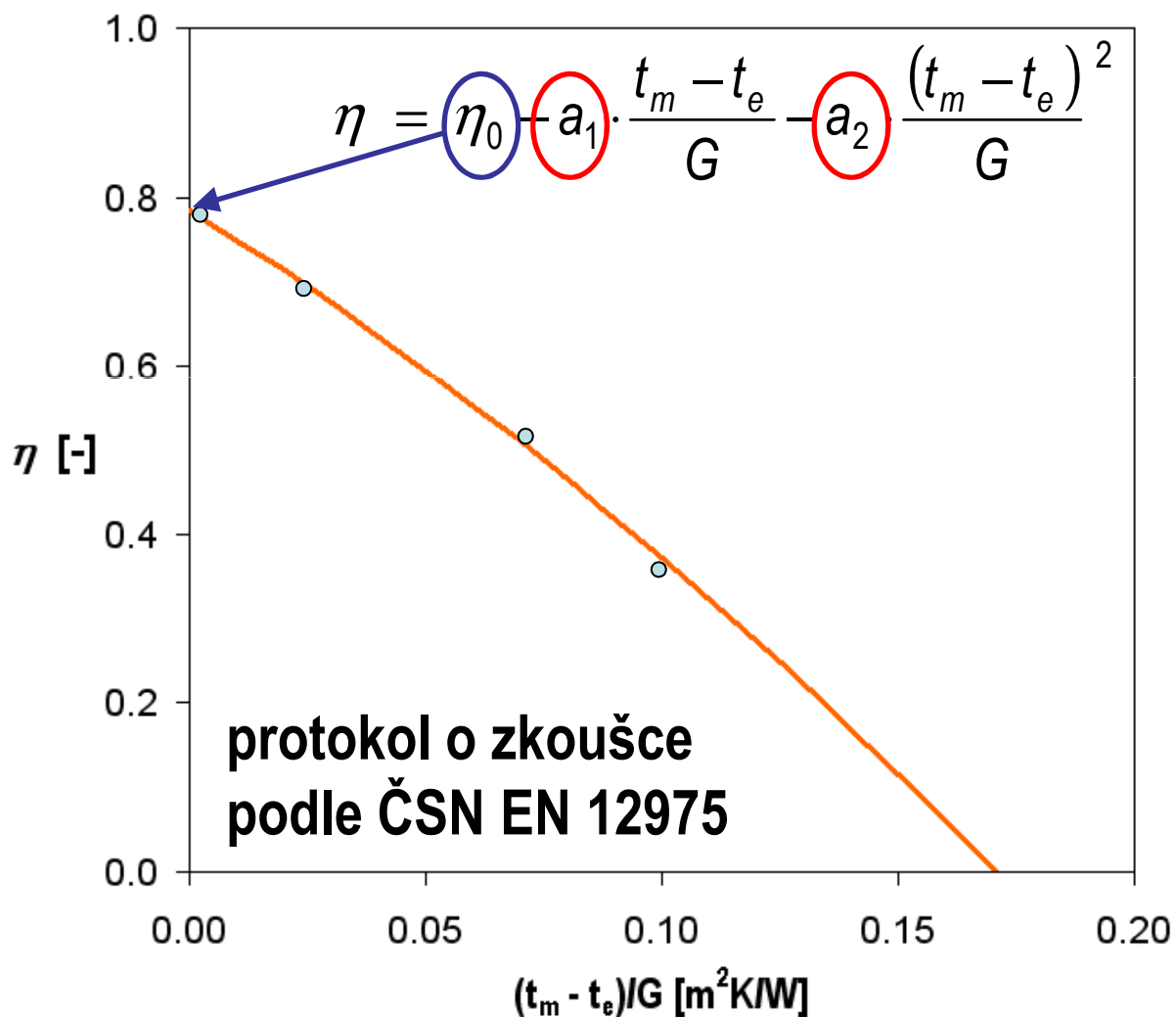
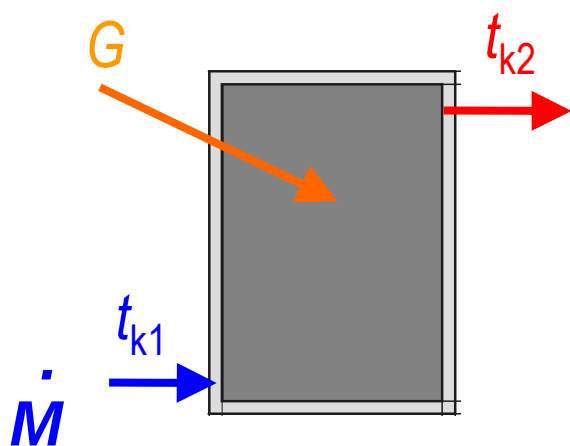




Účinnost solárního kolektoru

$$\eta = \frac{\dot{Q}_k}{\dot{Q}_s}$$

$$\eta = \frac{\dot{M} \cdot c \cdot (t_{k2} - t_{k1})}{G \cdot A_k}$$





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

obecně $\eta_0 = F' \tau \alpha$

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

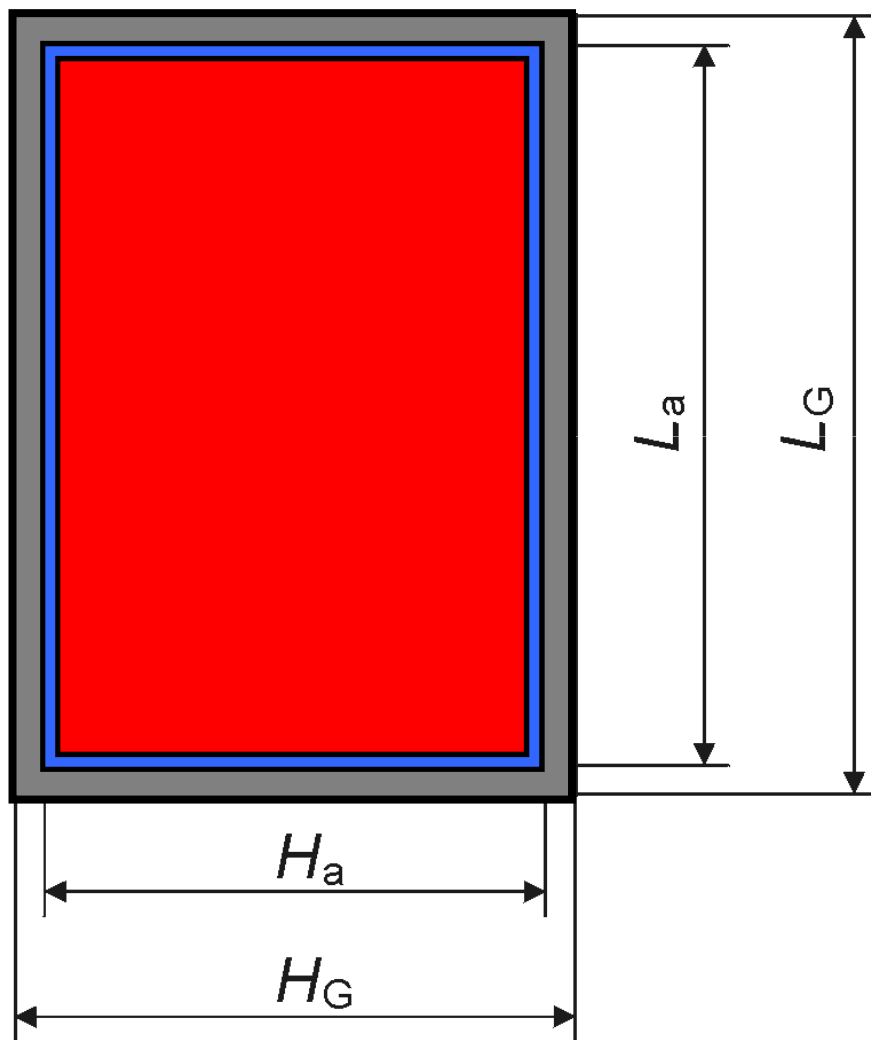
a_2 součinitel tepelné ztráty (kvadratický) [W/(m².K²)]

$$\left. \begin{array}{l} a_1 \\ a_2 \end{array} \right\} a_1 + a_2(t_m - t_e) = F' U$$

hodnoty η_0 , a_1 , a_2 udává výrobce, dodavatel kolektoru, případně zkušebna
na základě zkoušky v souladu s EN 12975-2



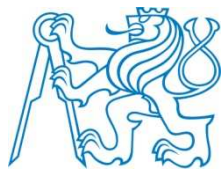
Plocha solárního kolektoru



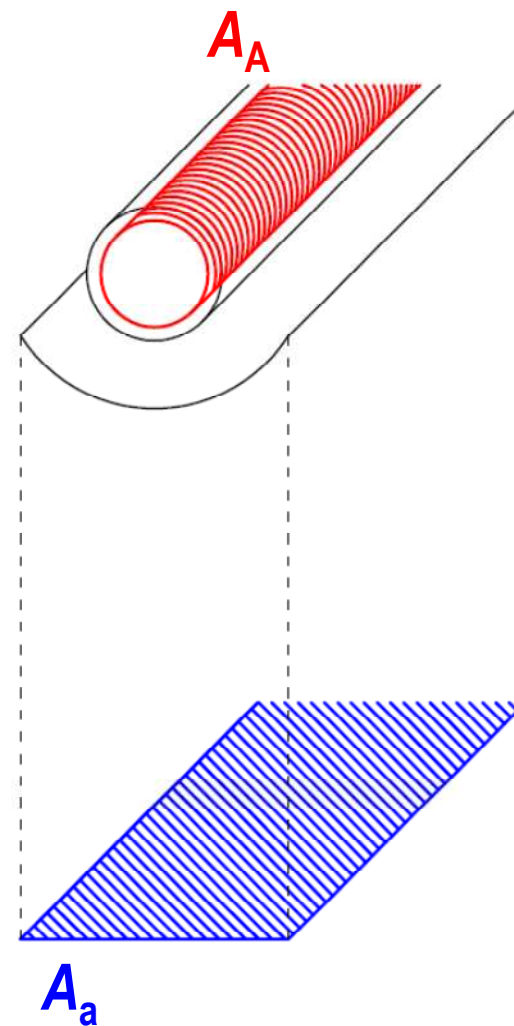
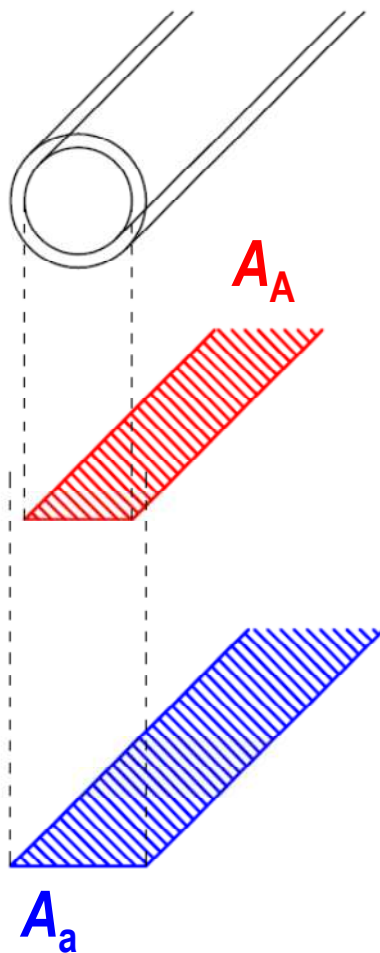
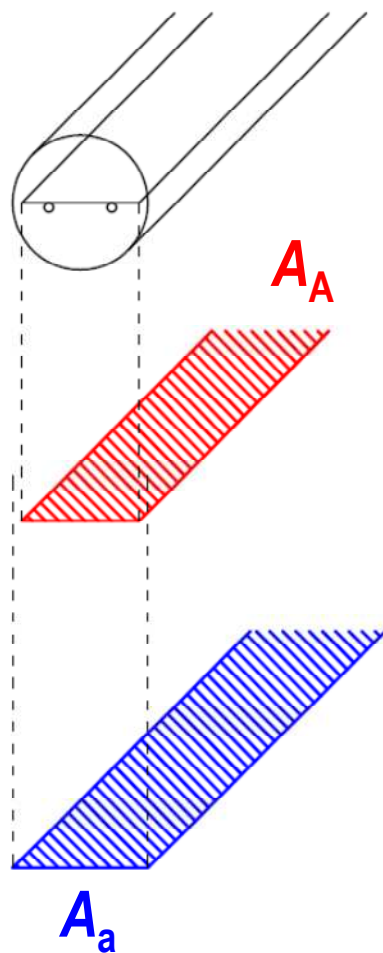
hrubá plocha: A_G

plocha apertury: A_a

plocha absorberu: A_A

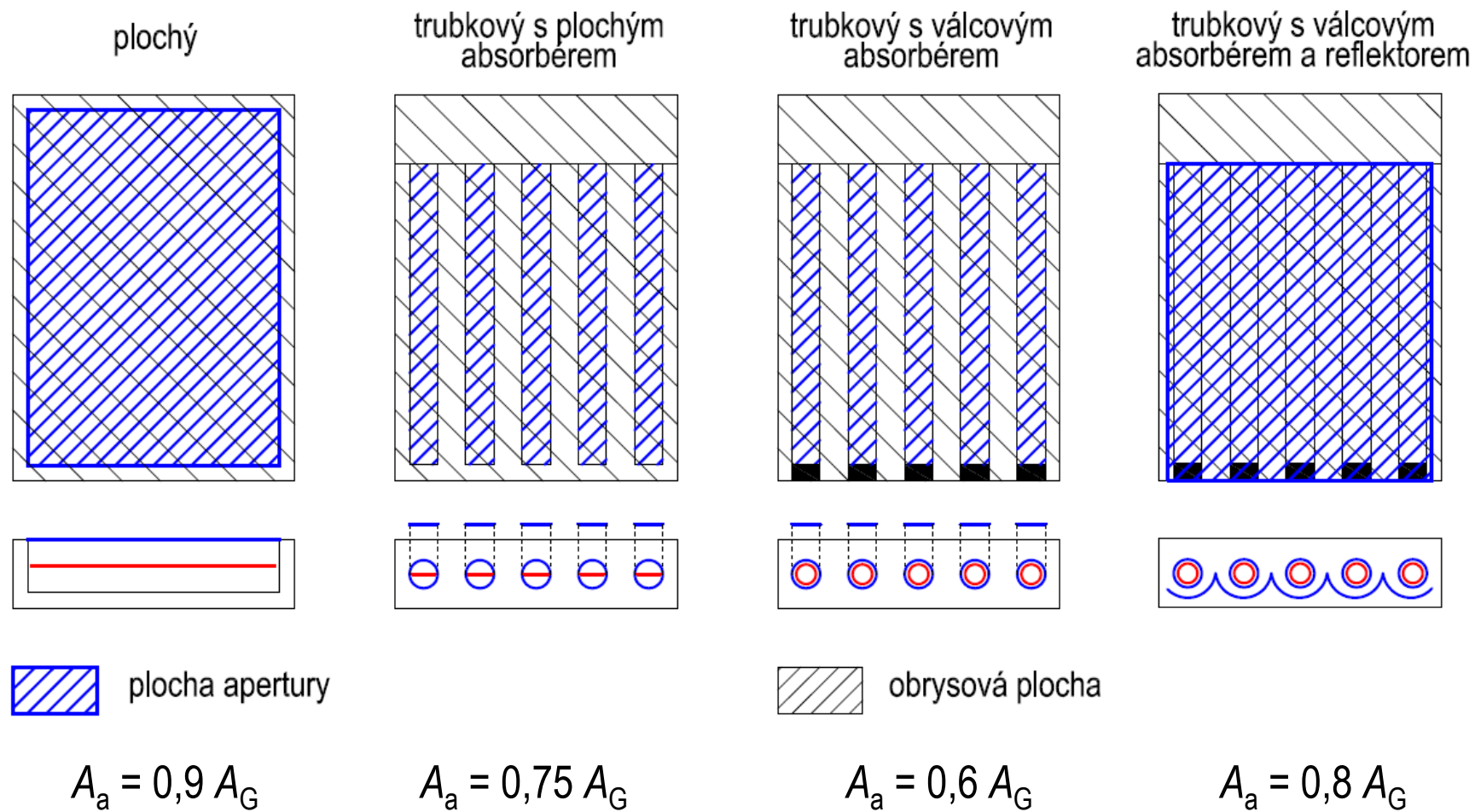


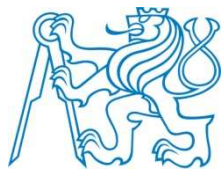
Plocha solárního kolektoru



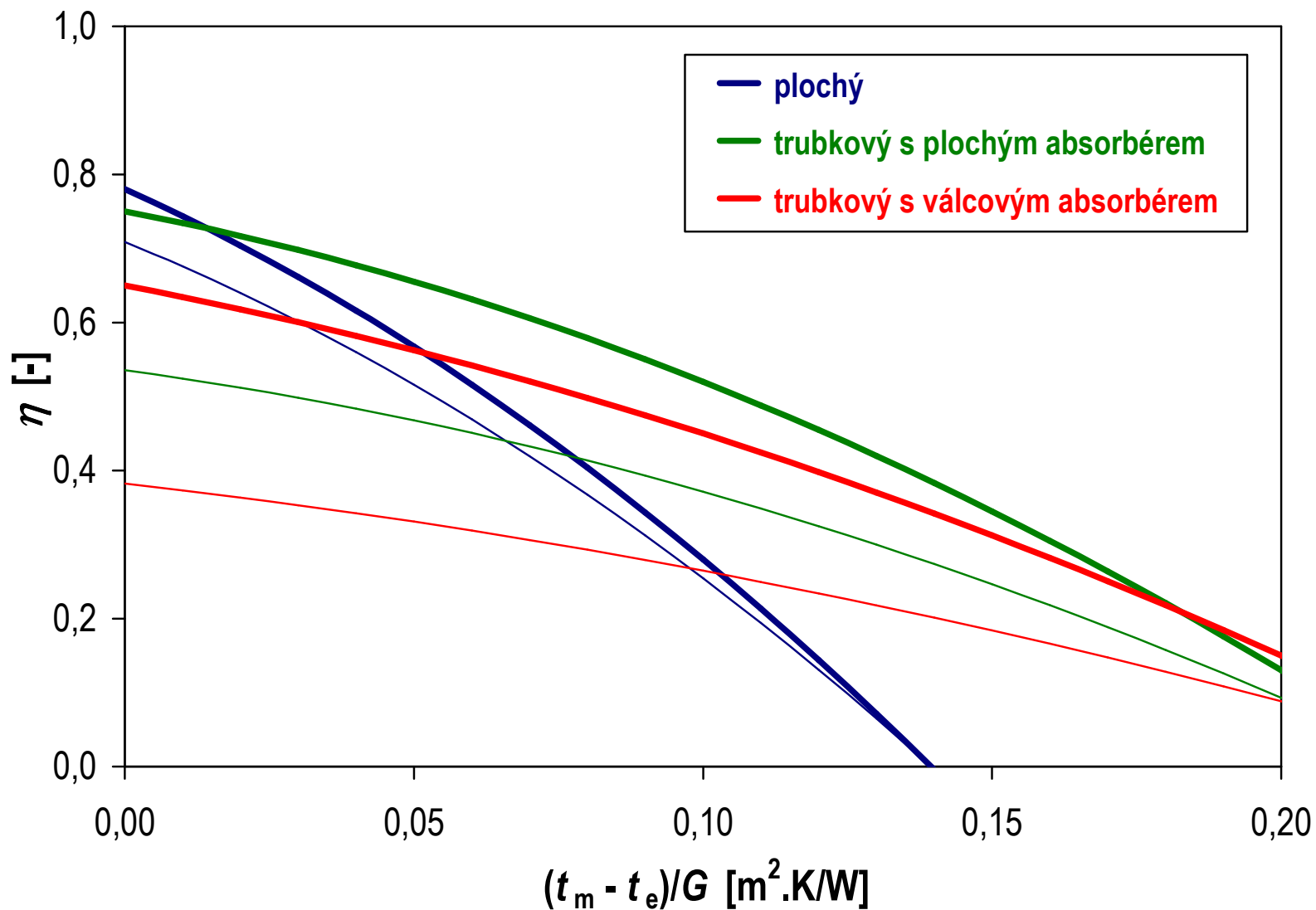


Plocha solárního kolektoru



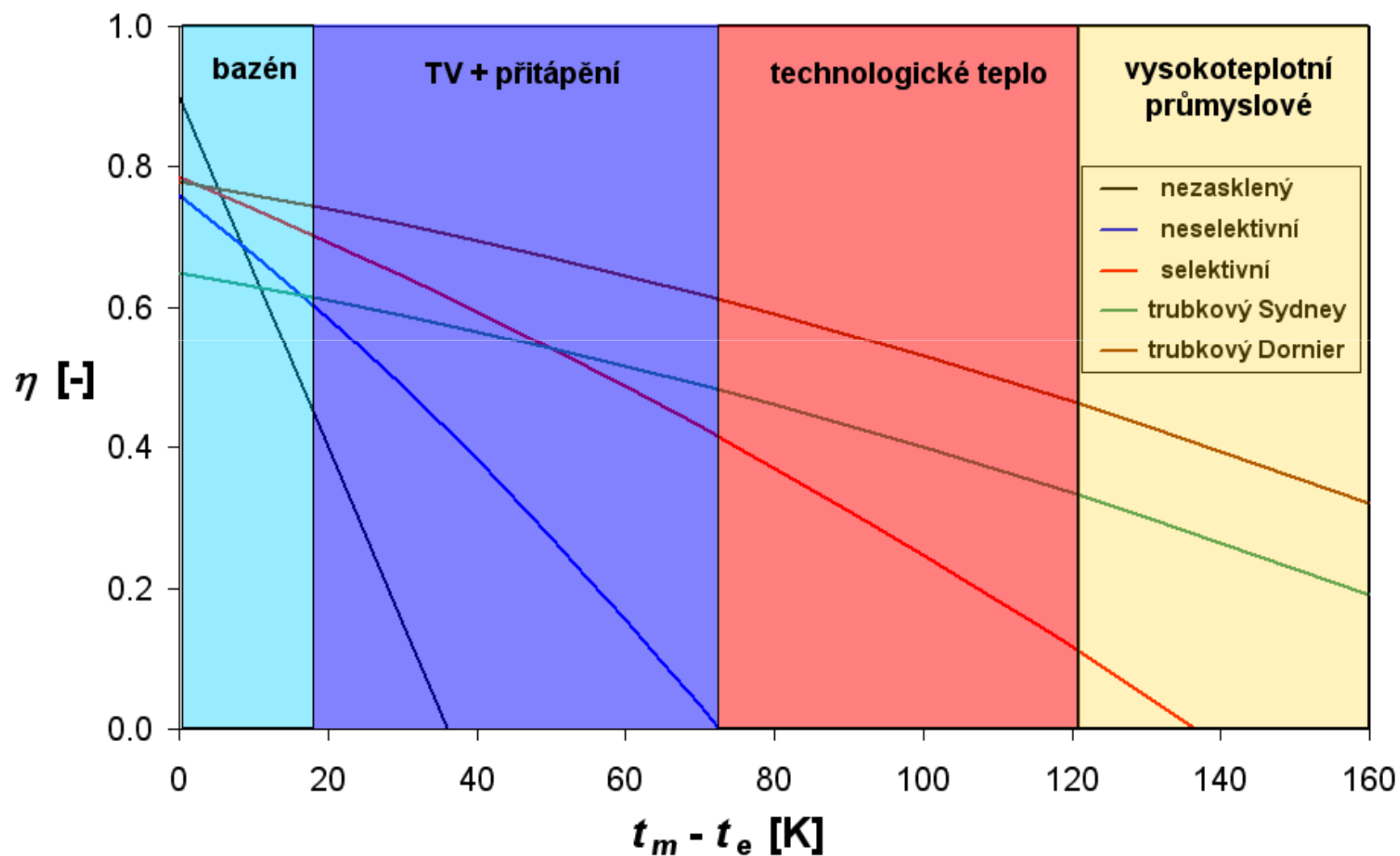


Účinnost solárního kolektoru $A_a \rightarrow A_g$





Solární kolektory - aplikace





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):

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

$$t_e = 20 \text{ °C}$$

$$t_m = 50 \text{ °C}$$

špičkový výkon kolektoru (bez tepelných ztrát)

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

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



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

$$K_\theta = \frac{\eta_0(\theta)}{\eta_0(0^\circ)} = \frac{F'(\tau\alpha)_\theta}{F'(\tau\alpha)_n}$$

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

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

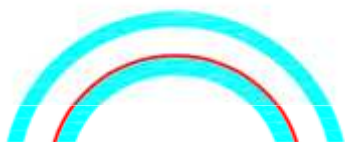


Opticky osově nesymetrický kolektor

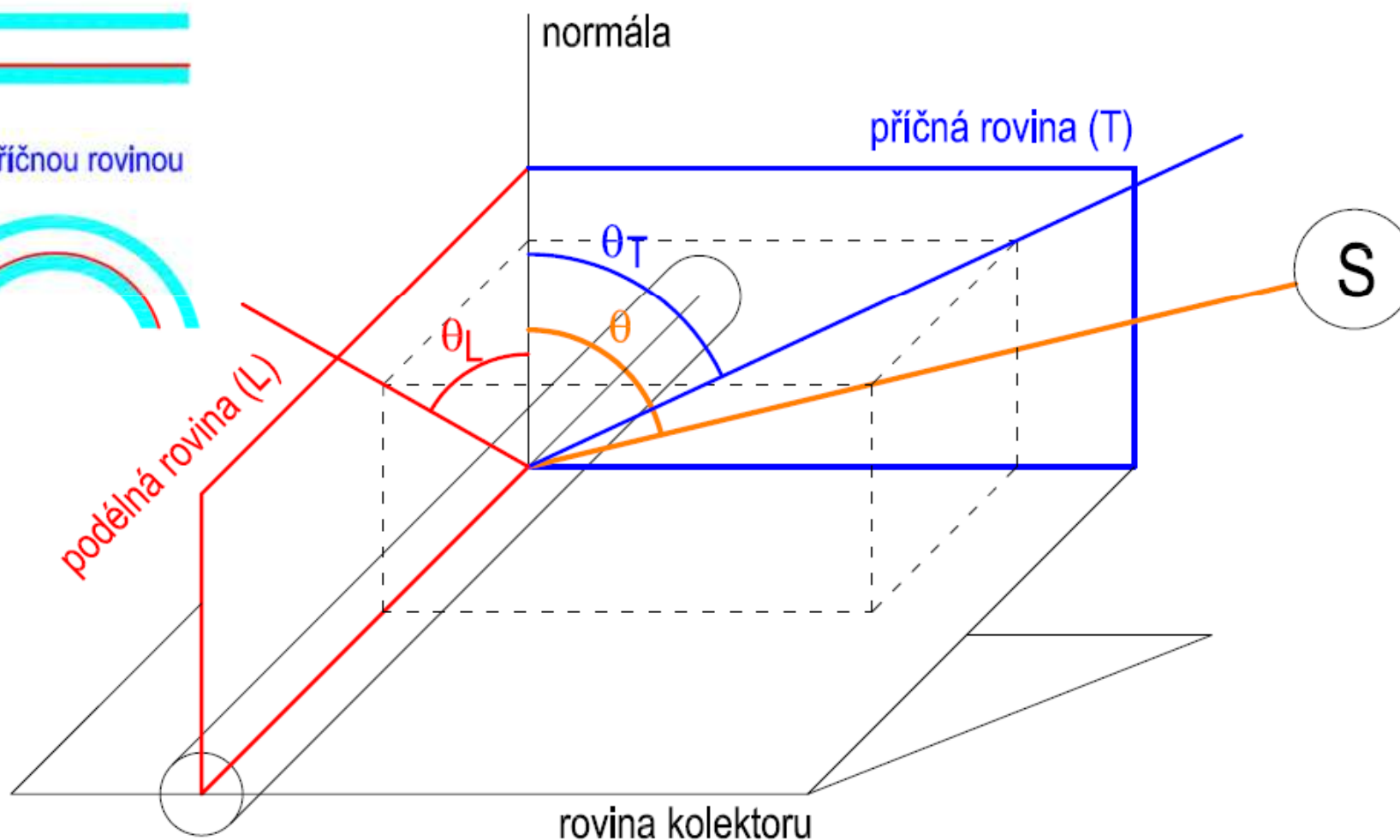
řez podélnou rovinou

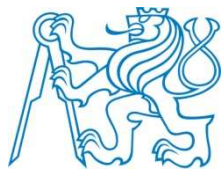


řez příčnou rovinou



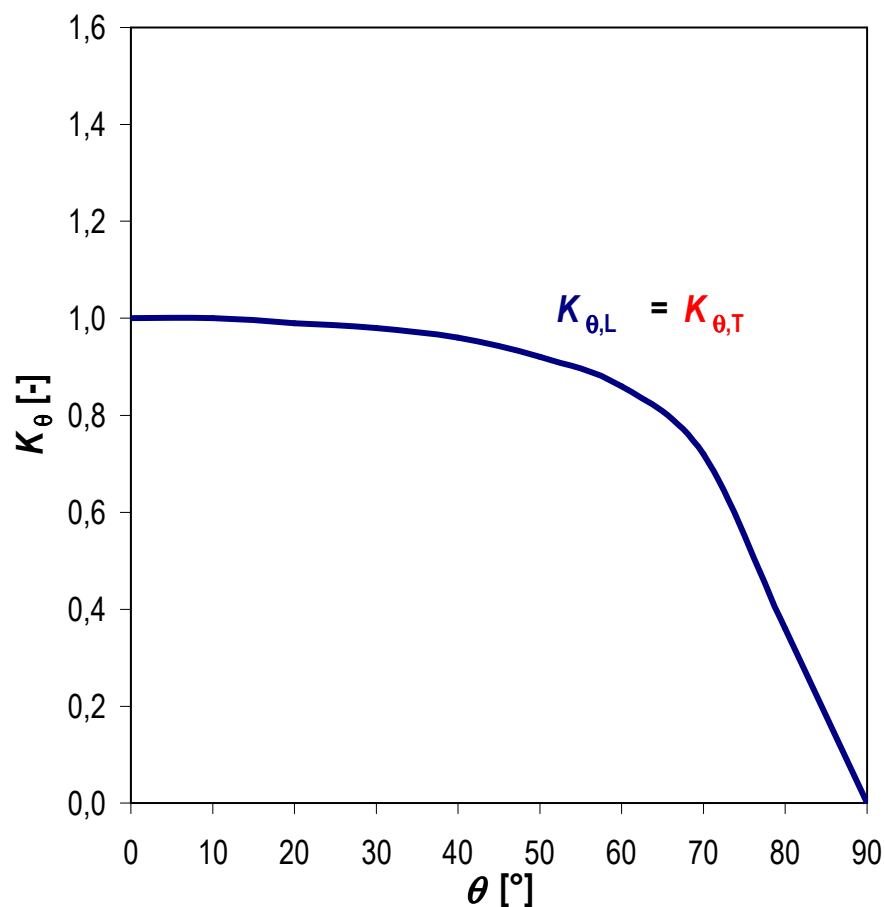
$$K_{\theta} = K_{\theta,L}(\theta_L) \cdot K_{\theta,T}(\theta_T)$$



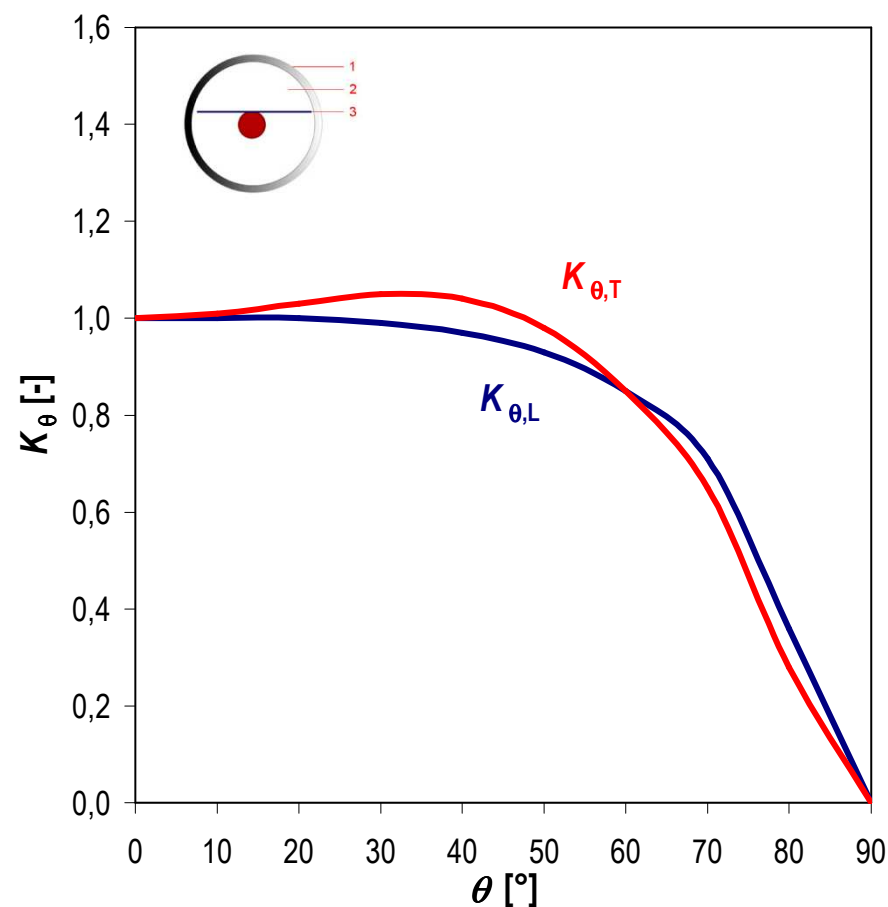


Modifikátor úhlu dopadu (K_θ , IAM)

plochý kolektor



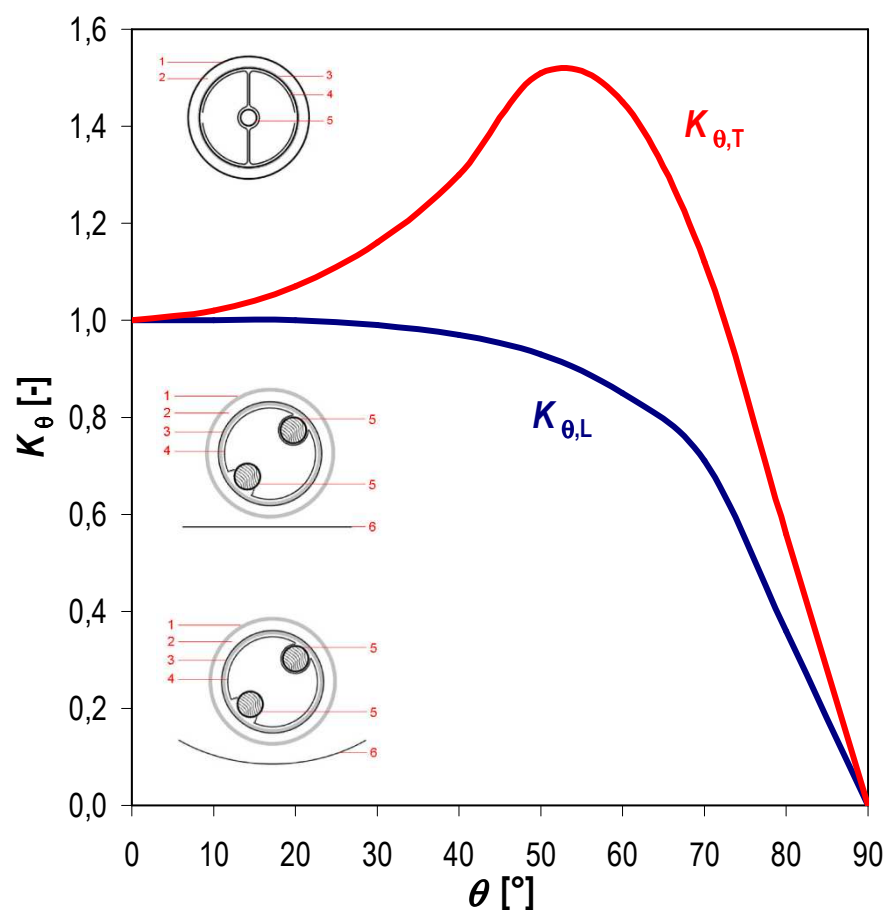
trubkový kolektor s
plochým absorbérem



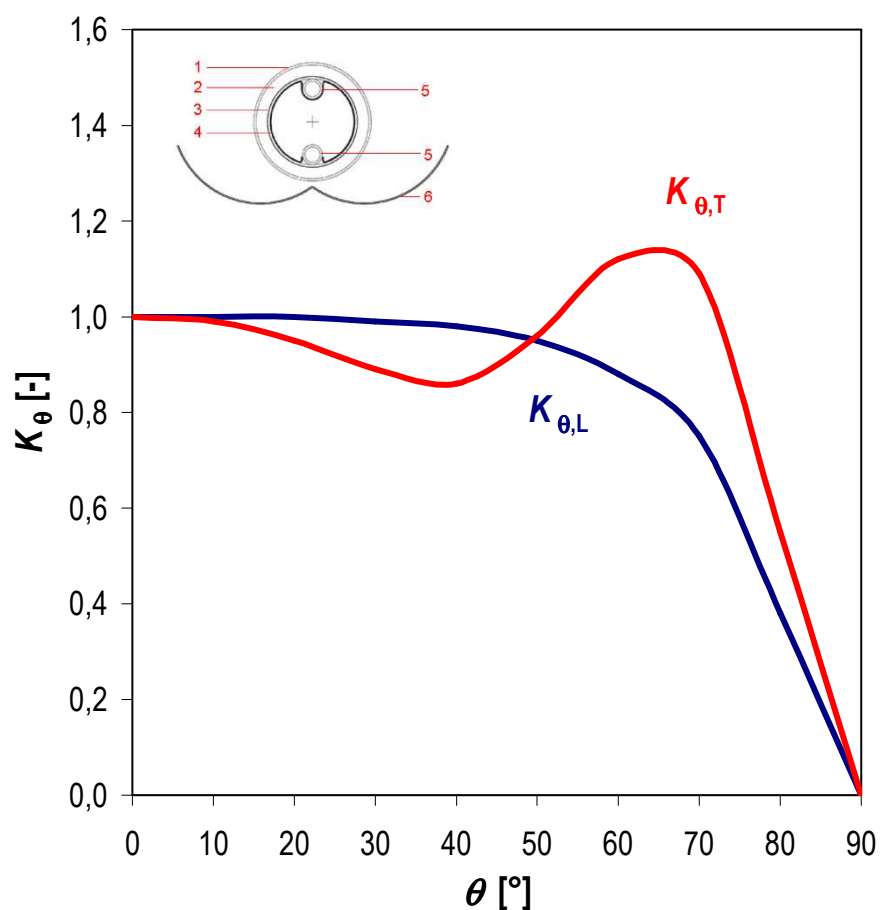


Modifikátor úhlu dopadu (K_θ , IAM)

trubkový kolektor s válcovým
absorbérem bez reflektoru



trubkový kolektor s válcovým
absorbérem s reflektorem

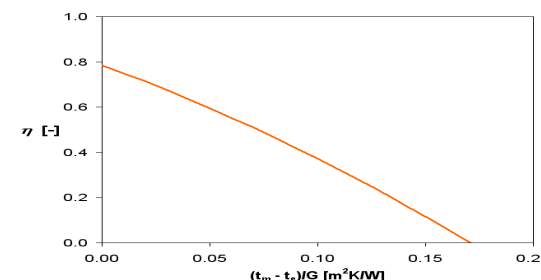




Výkon kolektoru v reálných podmínkách

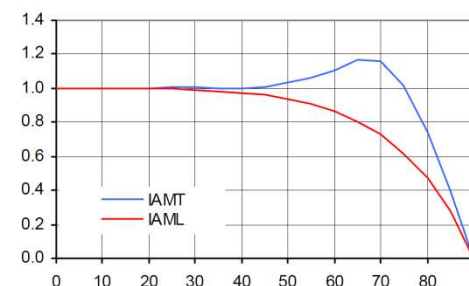
ze zkoušky tepelného výkonu podle EN 12975-2: křivka účinnosti

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



ze zkoušky modifikátoru podle EN 12975-2: křivka modifikátoru

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

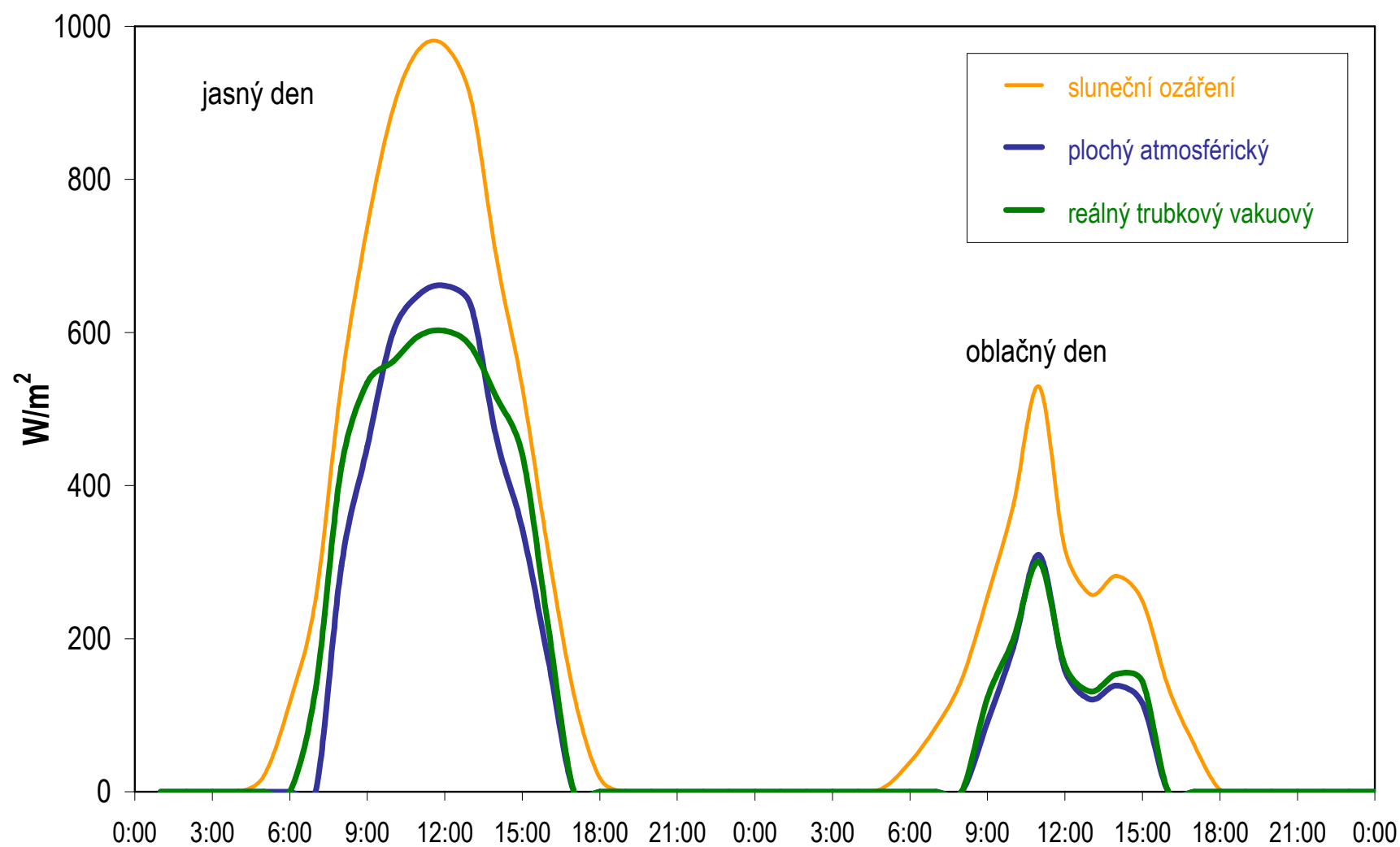


výkon kolektoru pro obecné podmínky (přímé, difúzní záření)

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



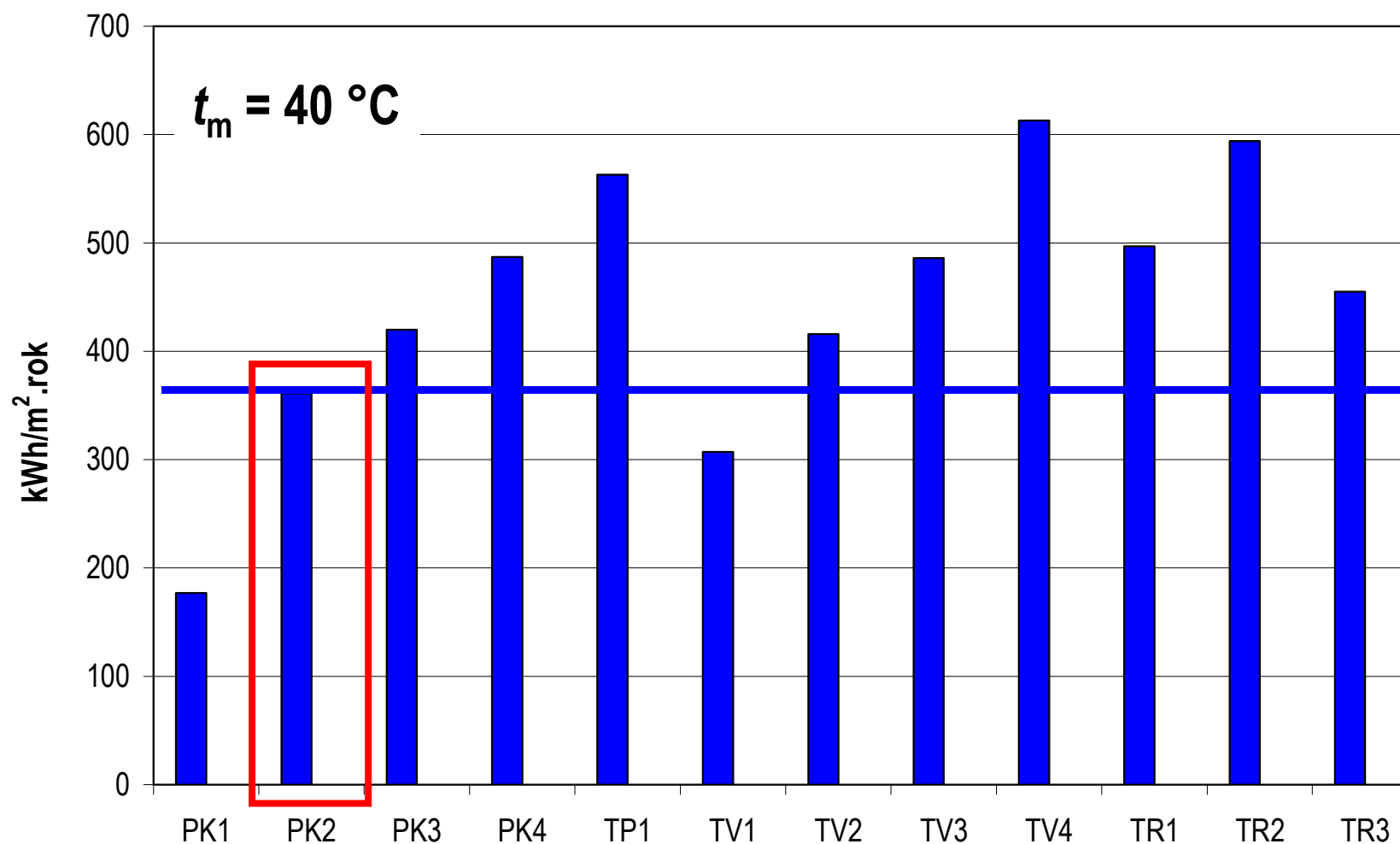
Výkon kolektoru v reálných podmínkách





Výkonnost solárního kolektoru

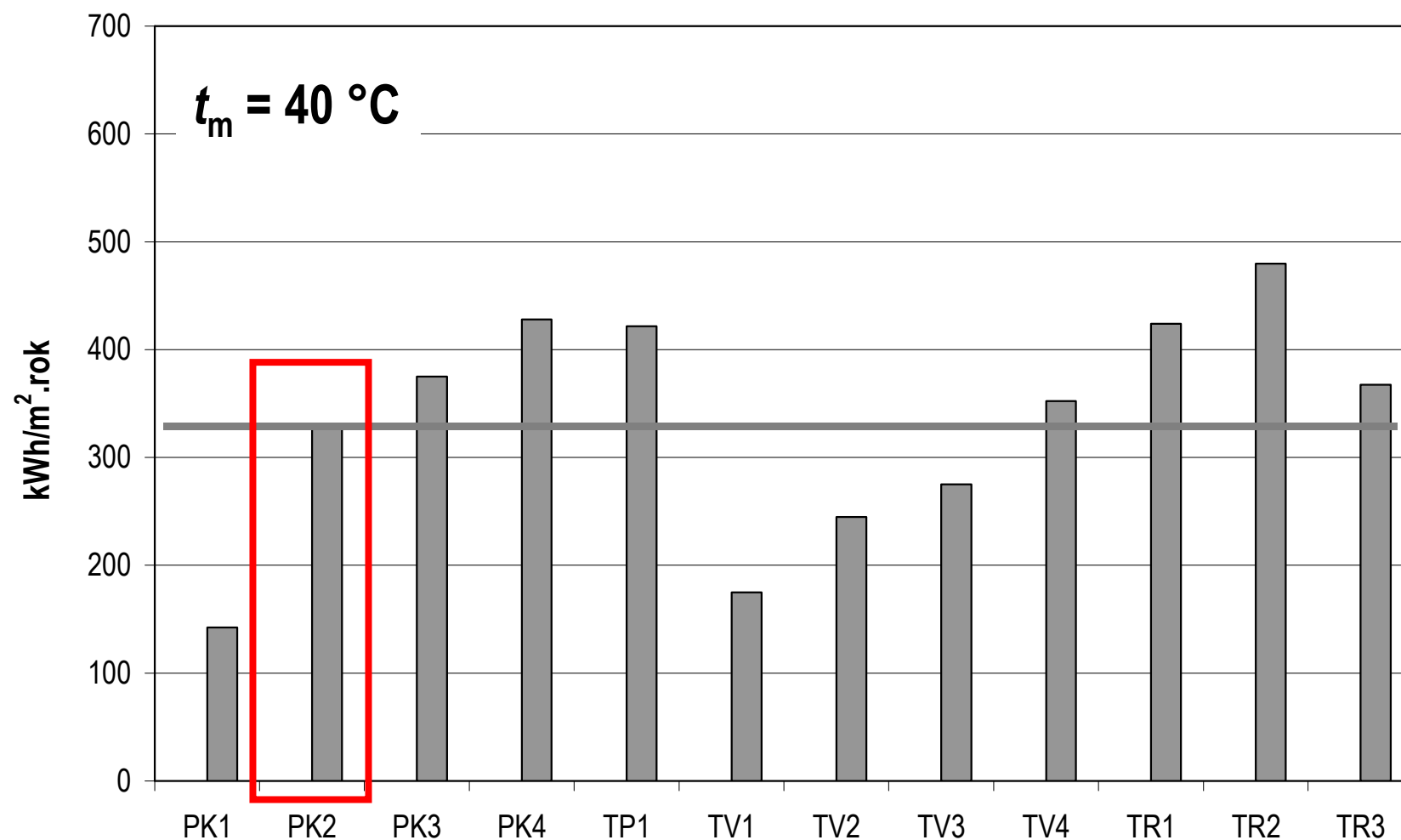
k ploše apertury A_a





Výkonnost solárního kolektoru

k hrubé ploše A_G

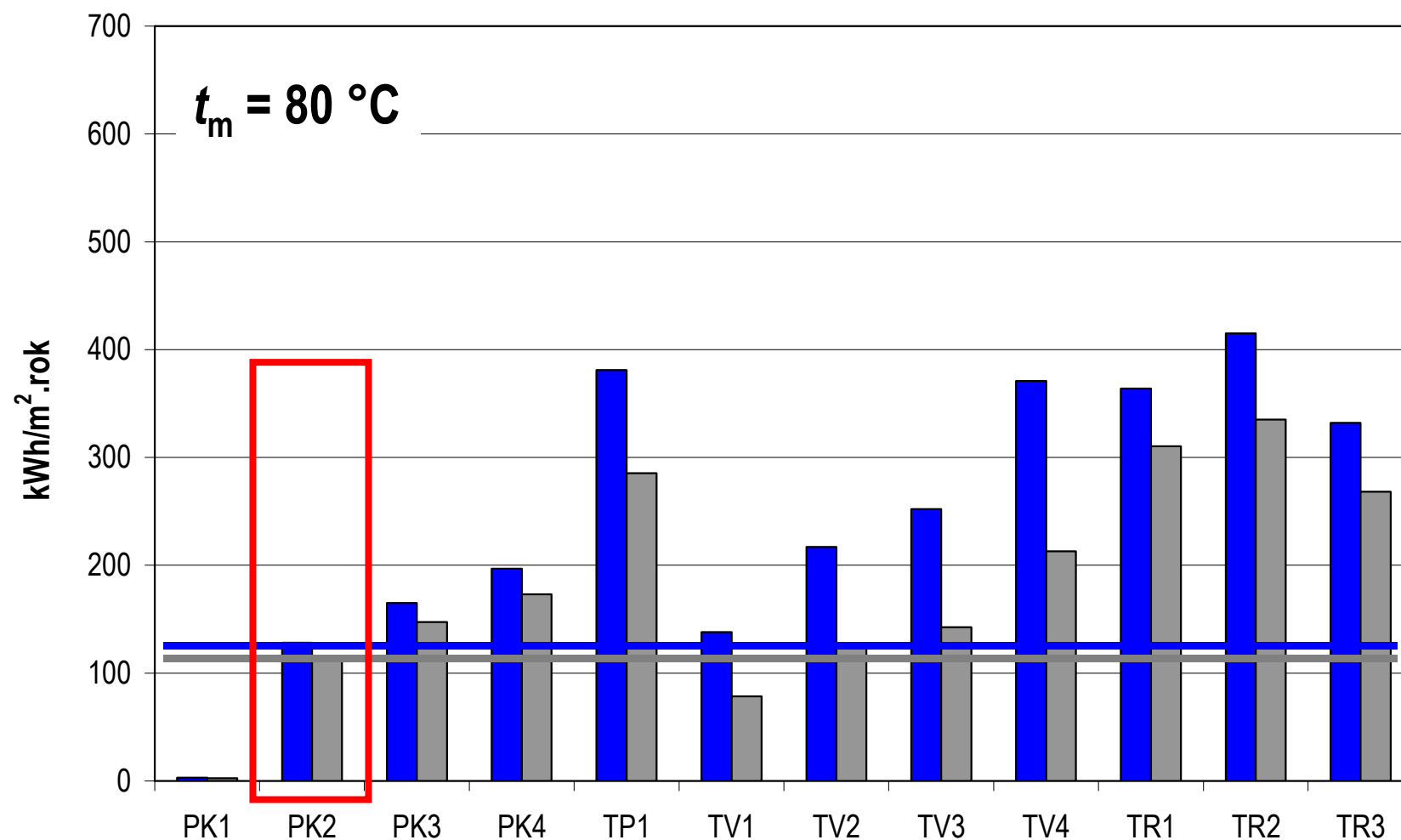




Výkonnost solárního kolektoru

k ploše apertury A_a

k hrubé ploše A_G





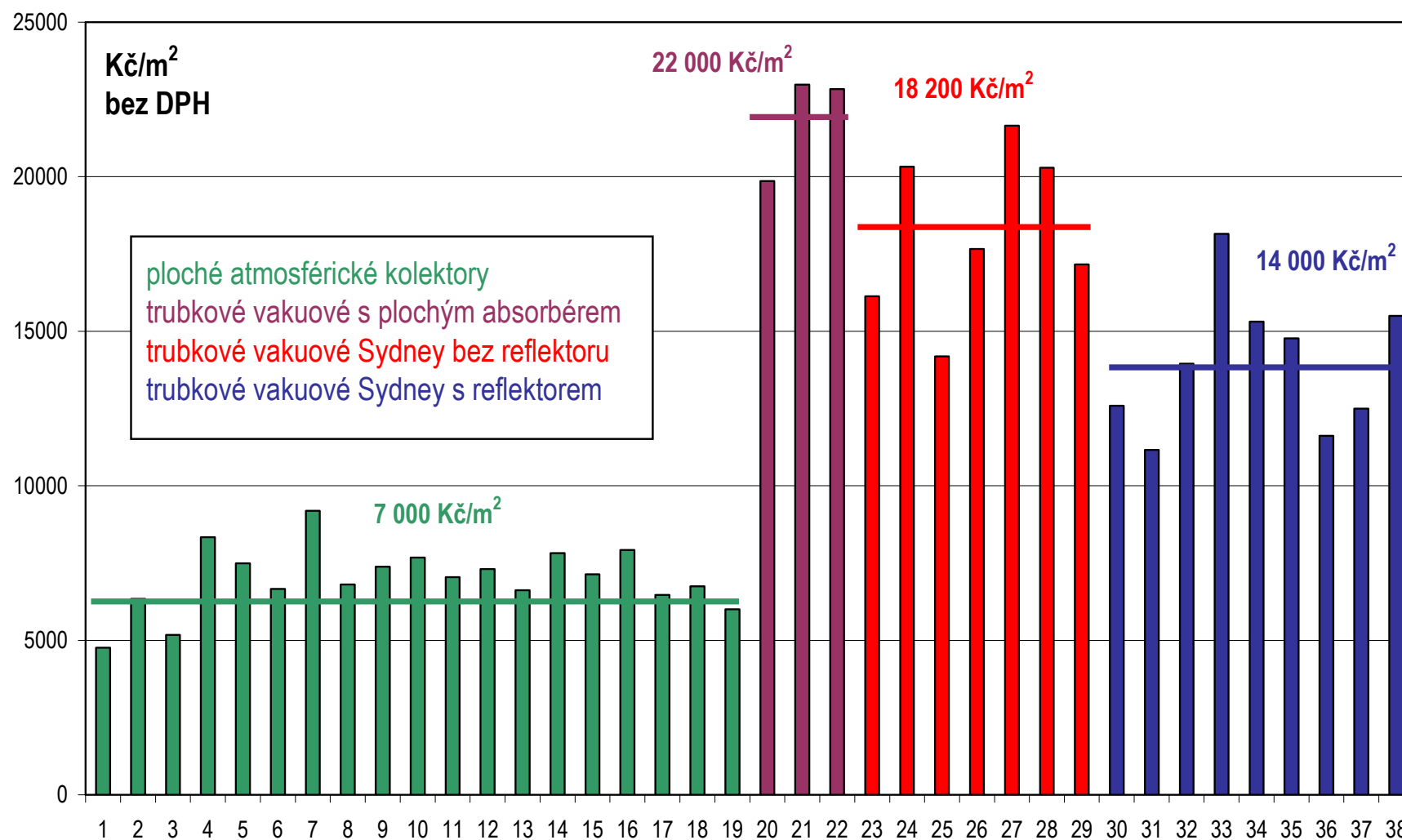
Závěry

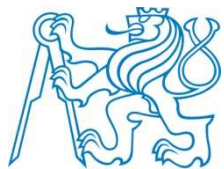
Pro zhodnocení výkonnosti solárního kolektoru:

- **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 výkonnosti na plochu apertury nebo na hrubou plochu?



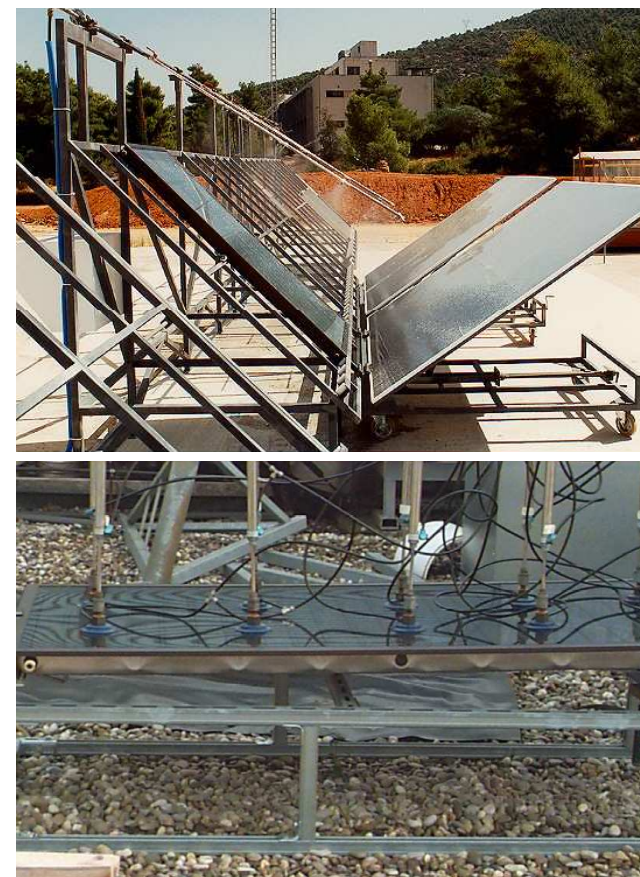
Porovnání ceny solárních kolektorů





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 !

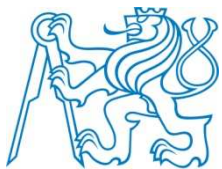


Solar Keymark



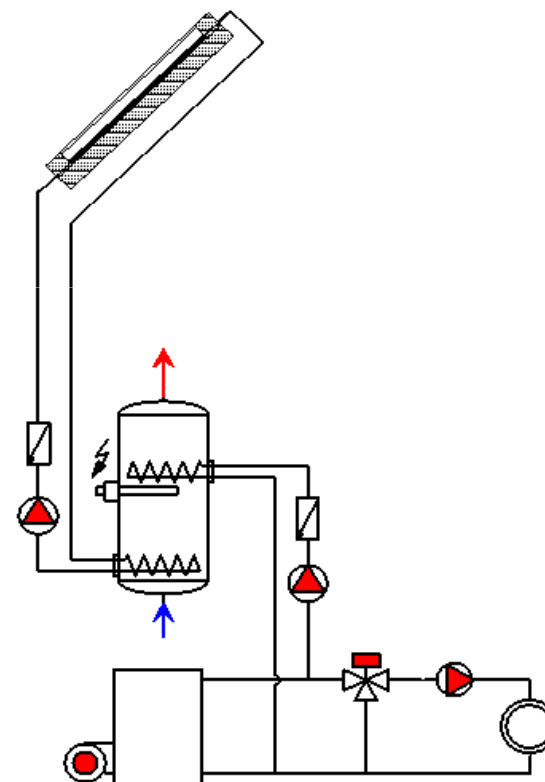
Certifikační značka kvality (vlastník CEN)

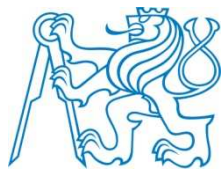
- průmyslově vyráběné solární kolektory, solární soustavy
- dobrovolná **certifikace** třetí stranou, komplexní shoda s danou EN
- nejde o CE značku ! (shoda s evropskými směrnici nebo normami), u běžných kolektorů **nelze** získat
- zdokumentovaná inspekce výroby (ISO 9000)
- inspektor vybírá **jakýkoli** kolektor ze skladu / výroby
- kontinuální shoda (stálý dohled - revize výrobku v časových intervalech)
- cca 30 laboratoří zmocněných pro udělování značky
- informace: kolektor prošel **VŠEMI** zkouškami požadovanými EN 12975
neříká, zda kolektor JE nebo NENÍ účinný, pouze neměnnost účinnosti



Solární soustavy

- parametry
- druhy a příklady
- navrhování





Druhy - aplikace

- příprava teplé vody
- příprava teplé vody a vytápění (kombinované)
- ohřev bazénové vody
- technologický ohřev
- solární chlazení
- ...
- solární CZT
- teplovzdušné
(větrání, vytápění)



bytové domy Orlová



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, ...

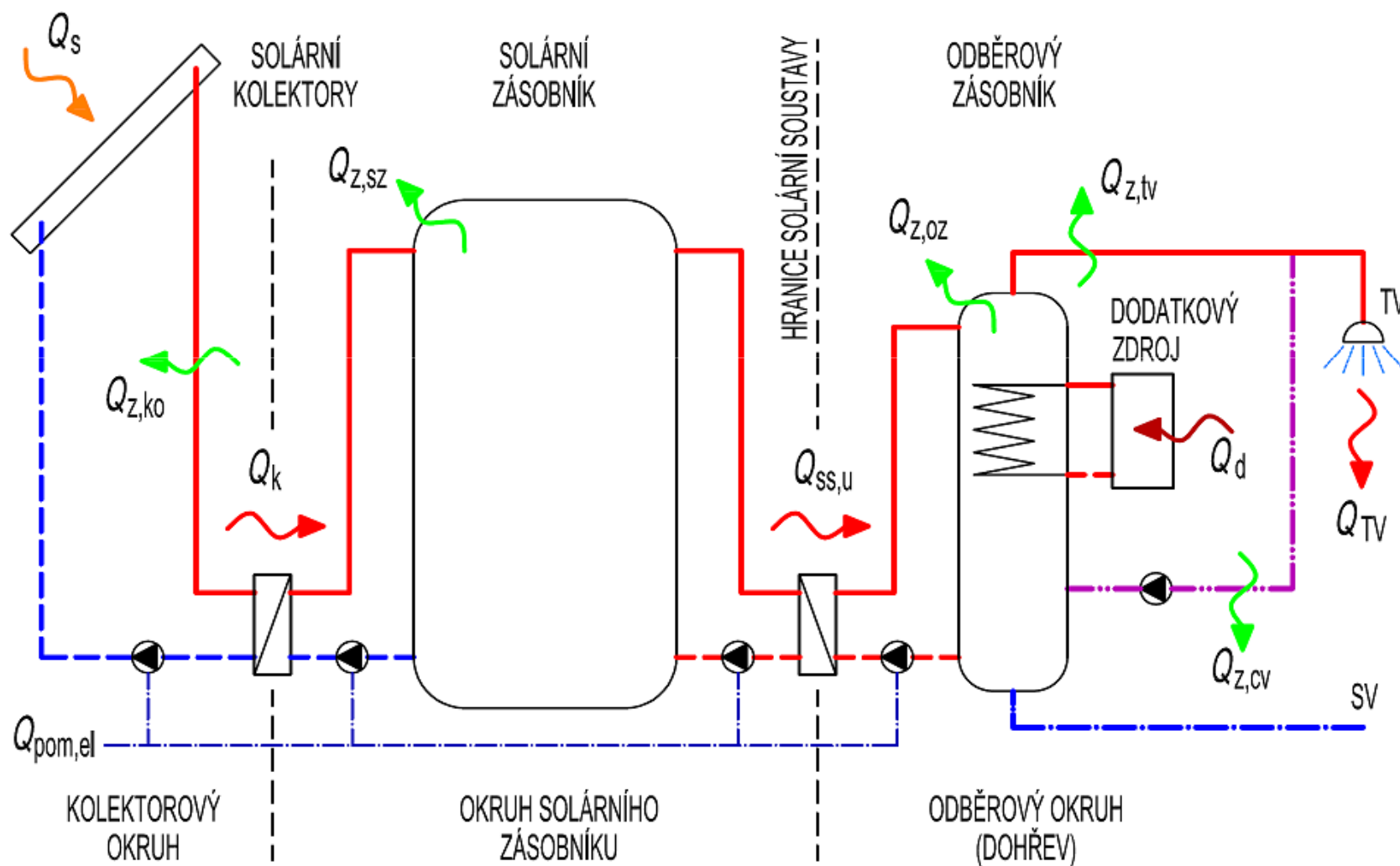


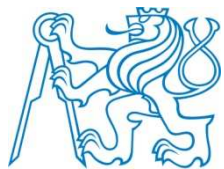
Solární soustavy – podle průtoku

- 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



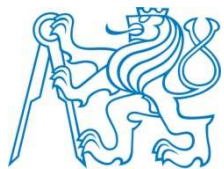
Parametry solární soustavy

- **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 [%]**

$f = 100 \cdot \text{využitý zisk} / \text{potřeba tepla}$ (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 v ČR

bytový sektor

- příprava teplé vody, vytápění, ohřev bazénové vody
- rodinné domy, **velmi omezeně bytové domy**

terciární sektor

- příprava teplé vody, ohřev bazénové vody
- domovy důchodců, ústavy sociální péče, koupaliště, hotely, sportovní centra, vzdělávací zařízení, nemocnice
- **zanedbatelně administrativa (kanceláře, banky)**

průmysl

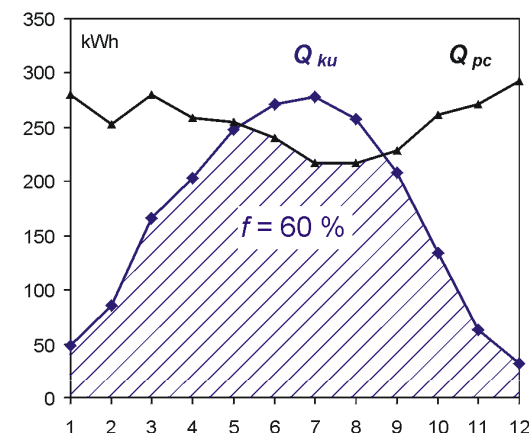
- příprava teplé vody, **technologické teplo (téměř nic)**



Solární soustavy pro přípravu TV

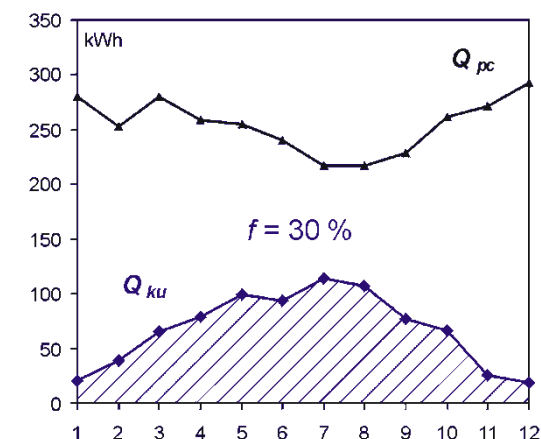
■ rodinné domy

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



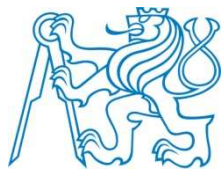
■ bytové domy, ústavy, hotely, ...

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



■ předehřev teplé vody

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



Solární soustavy pro přípravu TV



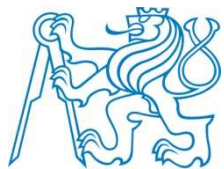
DD Hvízdal České Budějovice, 127 m²



DPS Ostrava, 165 m²



DPS Jihlava, 120 m²



Solární soustavy pro přípravu TV

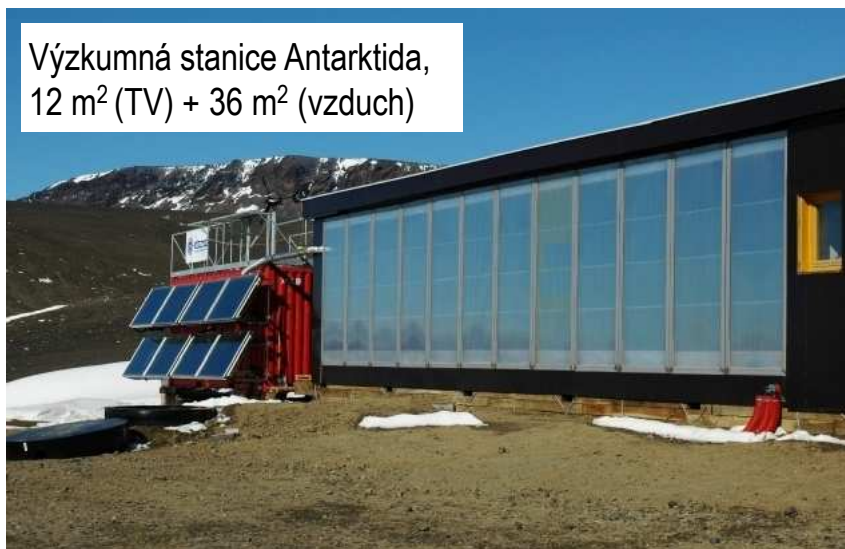
Výukové a rekreační středisko Herbertov, 100 m²



Rehabilitační zařízení Slapy
(SS+TČ pro TV+BV), 48 m²

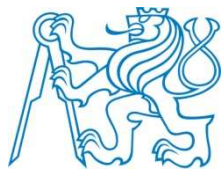


Výzkumná stanice Antarktida,
12 m² (TV) + 36 m² (vzduch)



Hotel Liberec, 96 m²





Solární soustava Meziboří – příprava TV



správní objekt firmy
Doterm Servis

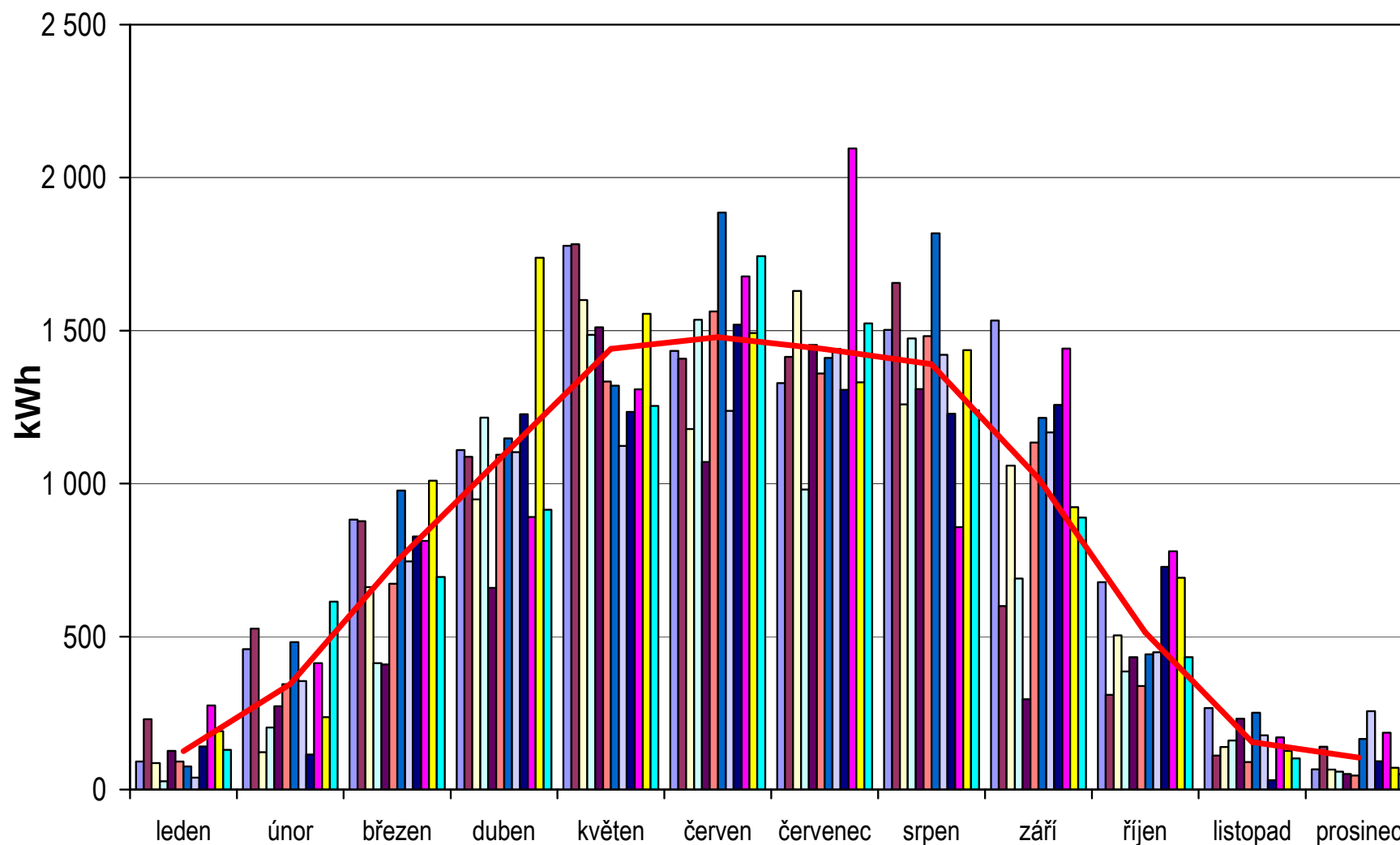
realizace 1996
kancelářské prostory
dílny
turistická ubytovna

měření za více než 12 let

15 ks plochých kolektorů Heliostar = 27 m²



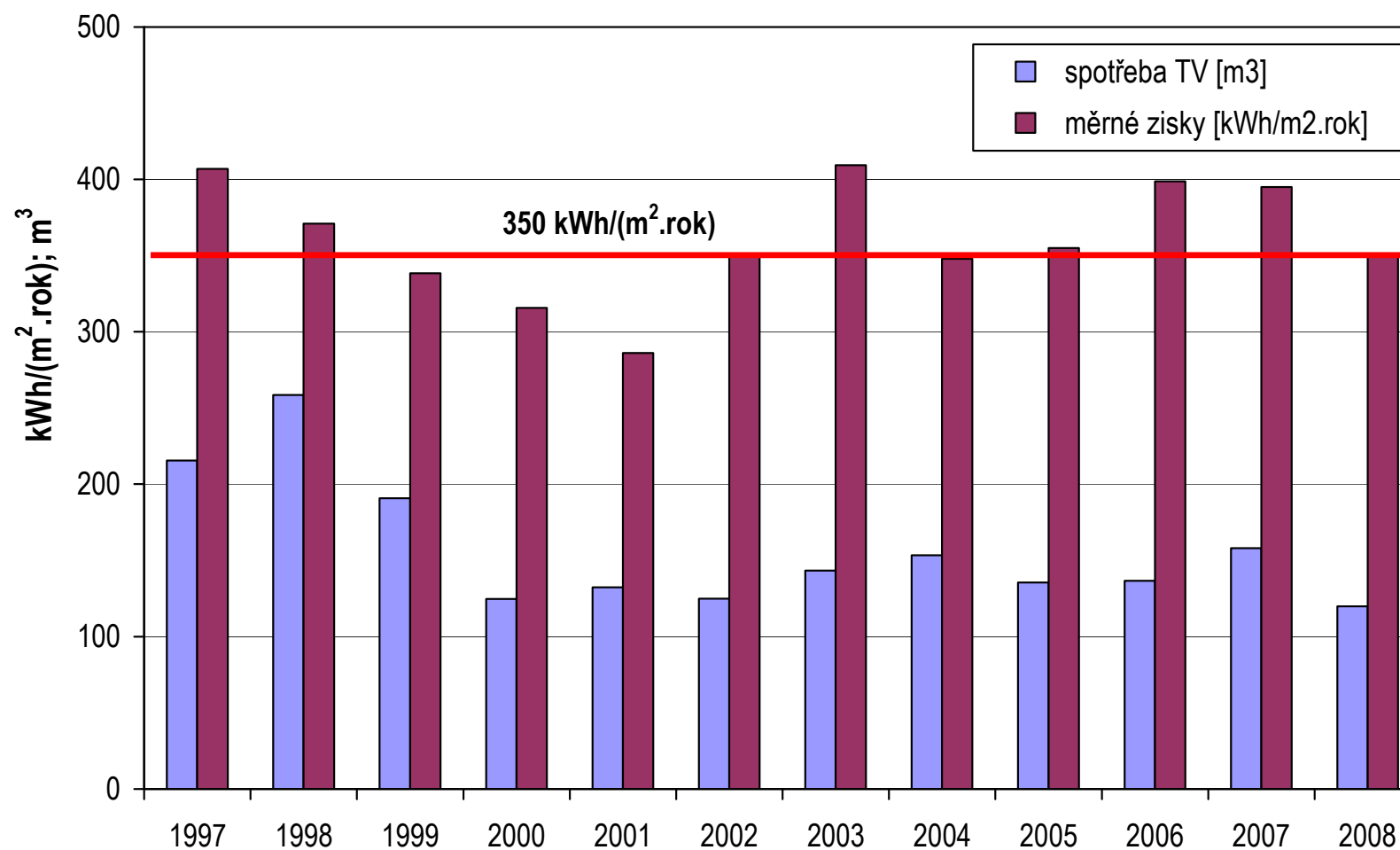
Solární soustava Meziboří – příprava TV

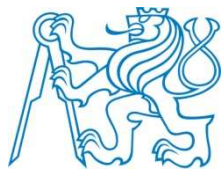




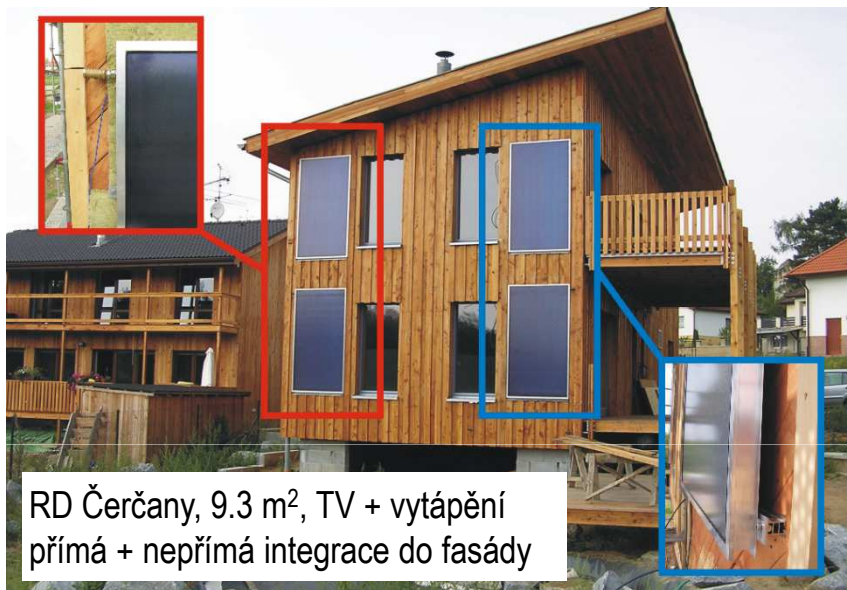
Solární soustava Meziboří – příprava TV

roční spotřeba TV: 130 až 150 m³ (vysoký podíl tepelných ztrát TV+solar)





Příprava teplé vody a vytápění



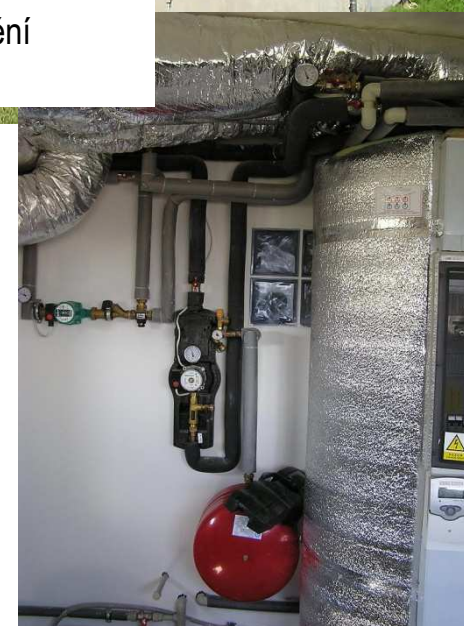
RD Čerčany, 9,3 m², TV + vytápění
přímá + nepřímá integrace do fasády

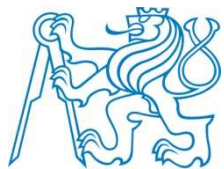


RD Úvaly, 6 m², TV + vytápění
šikmá střecha



RD Mnichovice, 7,4 m², TV + vytápění
plochá střecha





Příprava teplé vody a vytápění



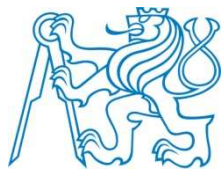
Pension u Bártů, Soběslav, 14 m²
teplá voda, vytápění



MŠ Proskovice, Ostrava, 120 m²
SS+DK, teplá voda, vytápění



SOU Zelený Pruh, Praha, 209 m²
teplá voda, vytápění, bazén



Solární soustava Mnichovice (TV + VYT)

rodinný dům, 4 osoby, ztráta 5,2 kW, plocha kolektorů 7,3 m², sklon 60°

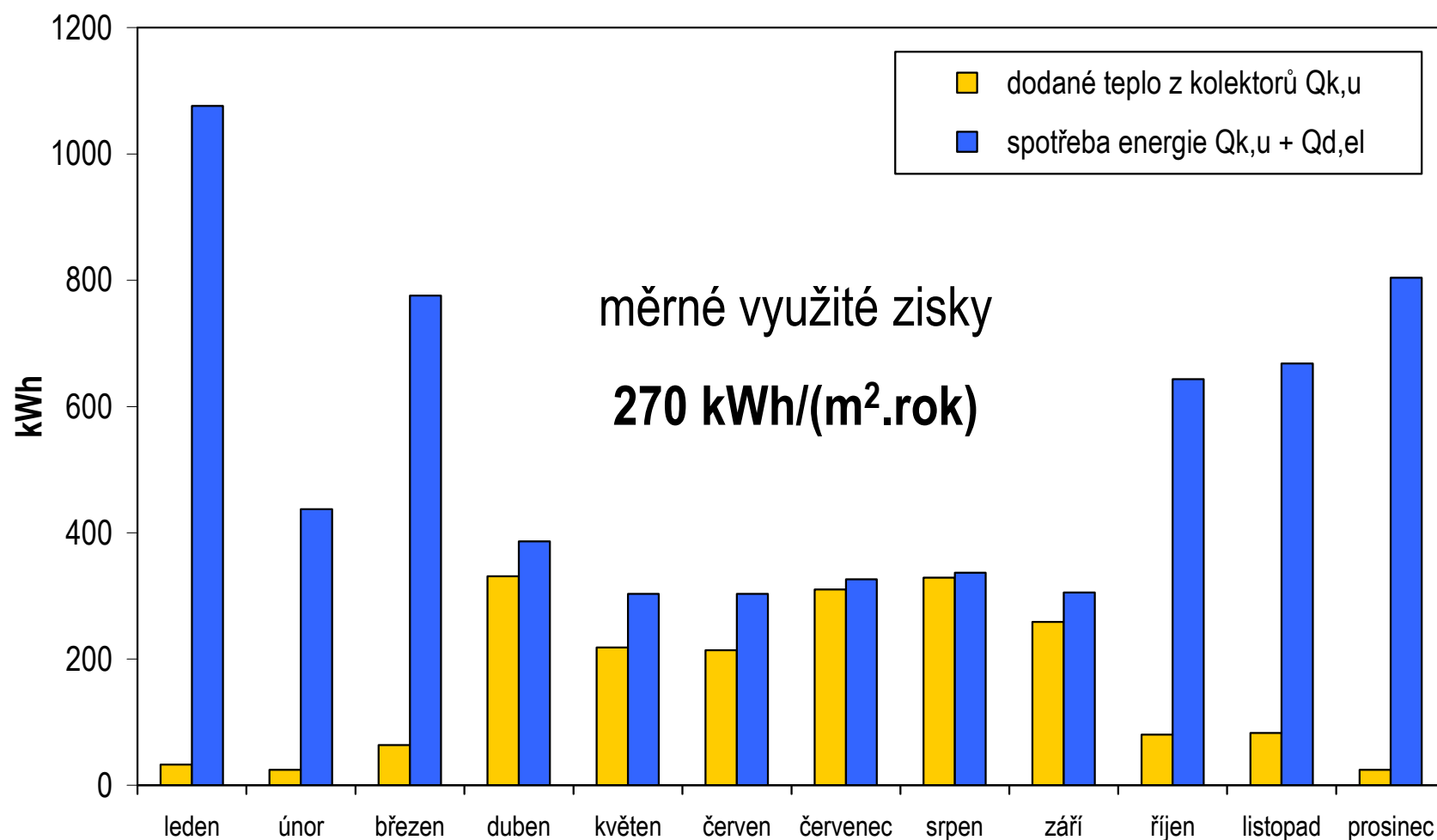
monitoring: regulátor, měřicí ústředna, kalorimetr (cejch na vodu)

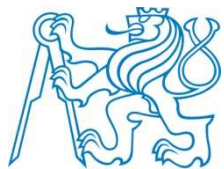




Solární soustava Mnichovice (TV + VYT)

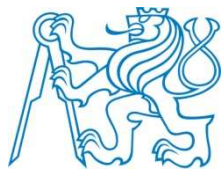
vyhodnocení za rok 2009





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.r



Ohřev bazénové vody



Aquapark Ostrava Zábřeh, 157 m²



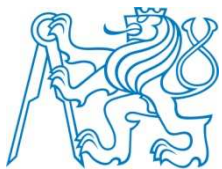
Hotel Jezerka, Ústupky, 240 m²
příprava TV, venkovní a vnitřní bazén



Plavecký bazén, Jindřichův Hradec, 256 m²



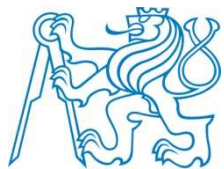
Koupaliště Rusava, 550 m²



Solární soustava Rusava (BV)

největší solární soustava v ČR: **540 m²** kolektorové plochy
přírodní koupaliště v Rehabilitačním centru Podhostýnského mikroregionu
bazén 15 x 43 m, 1000 m³, brouzdaliště 22 m³, skluzavky z 9 m



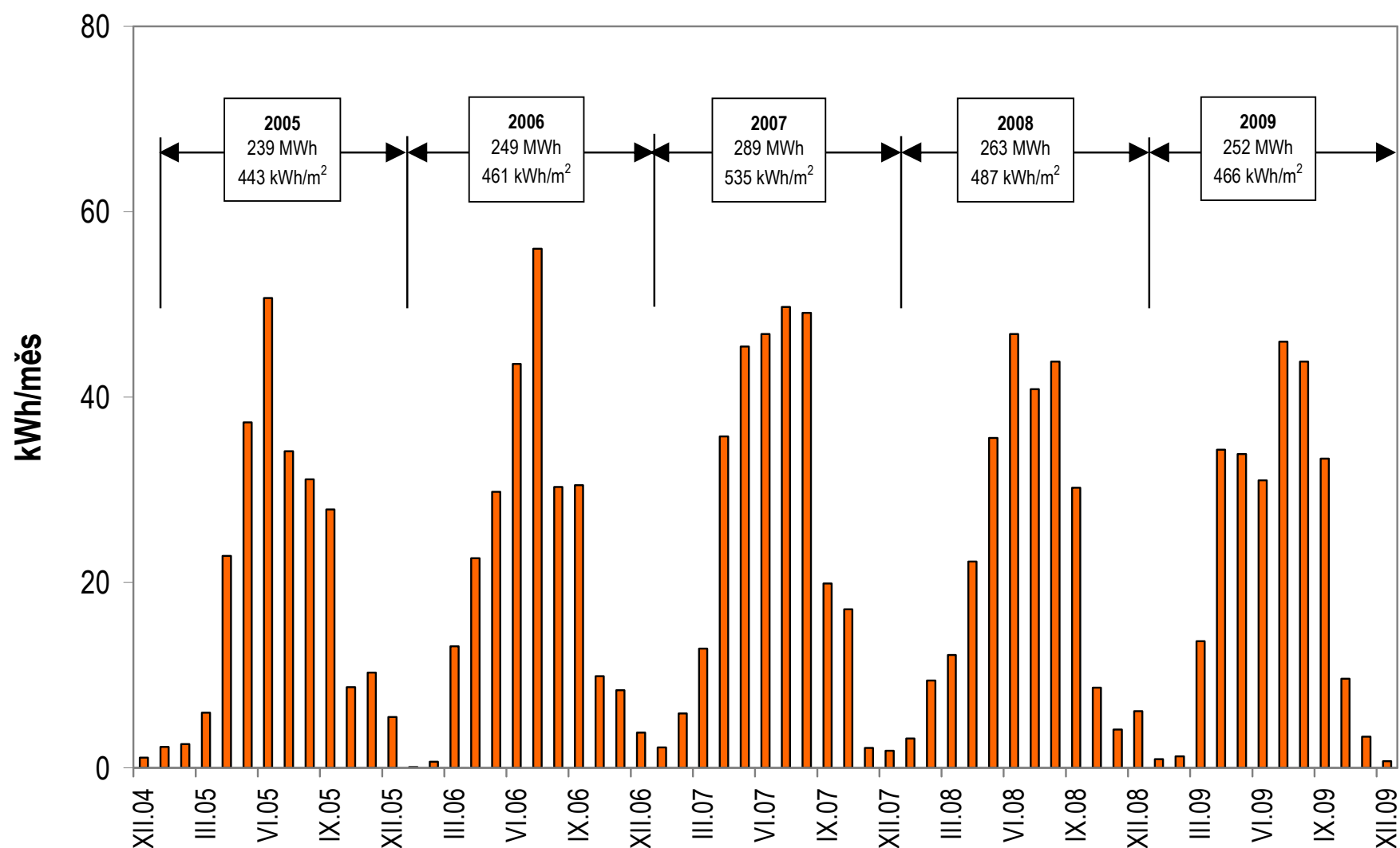


Solární soustava Rusava (BV)



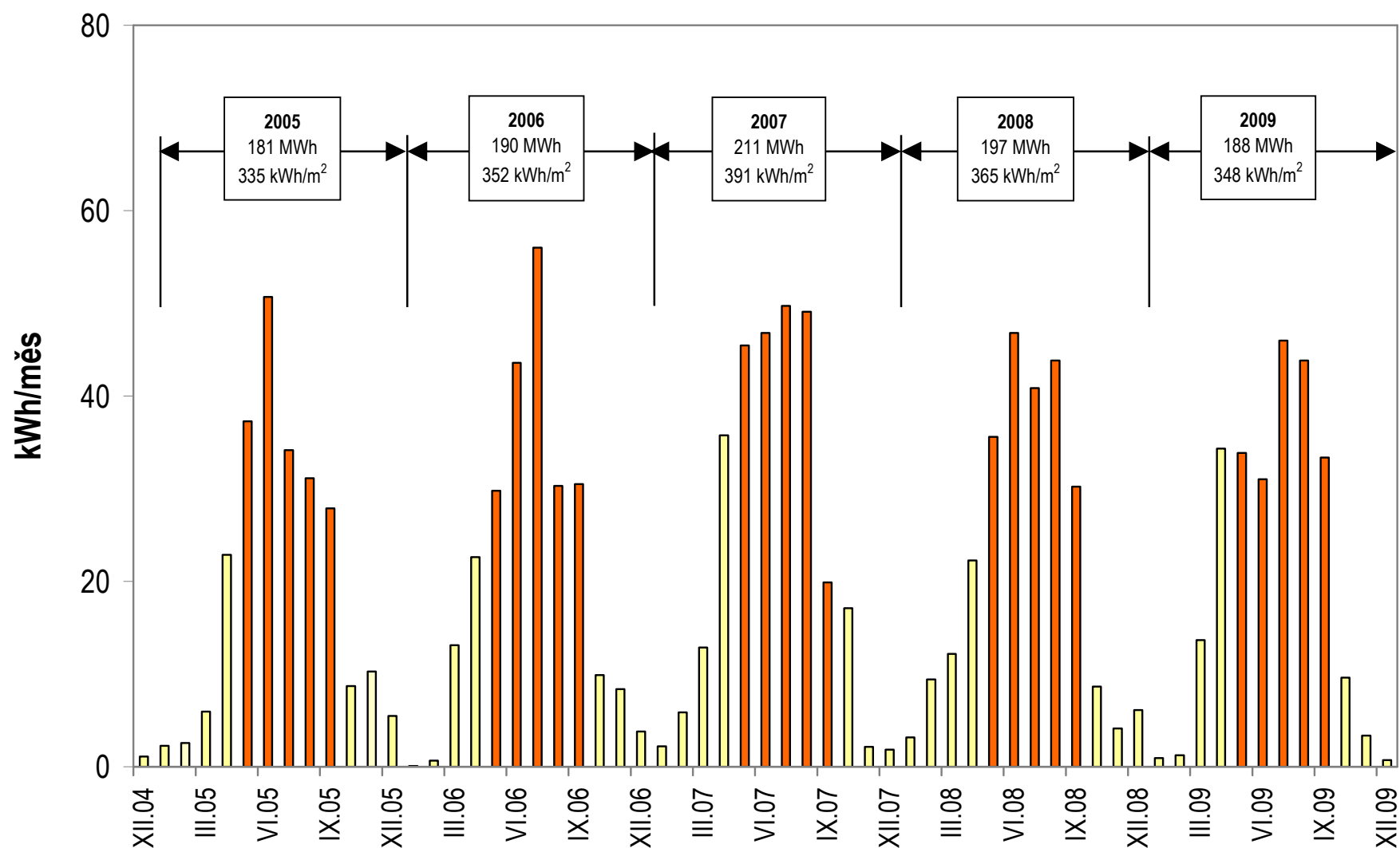


Celoroční zisky 450 až 540 kWh/m²



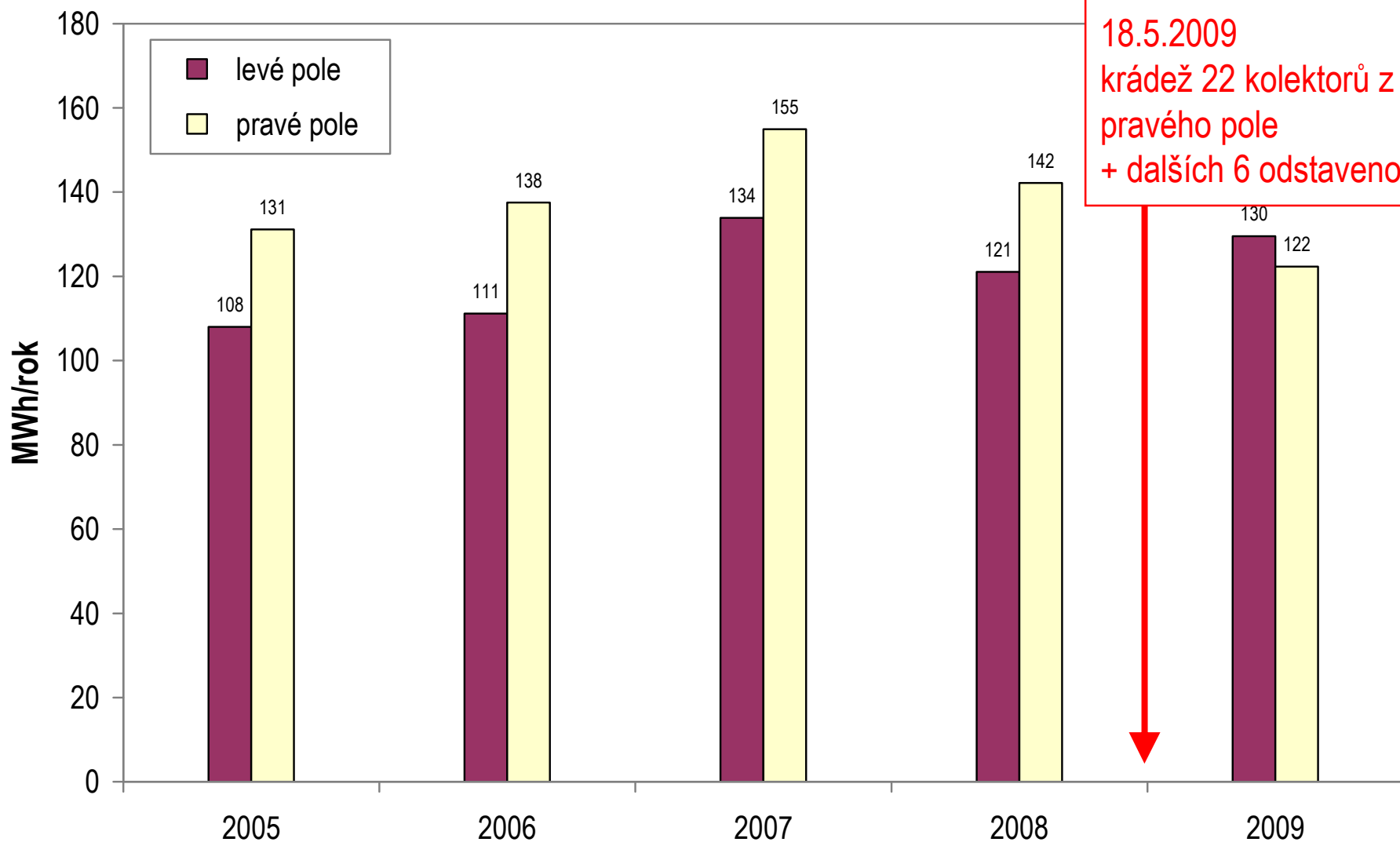


Provoz 1.5. – 30.9. 350 až 400 kWh/m²





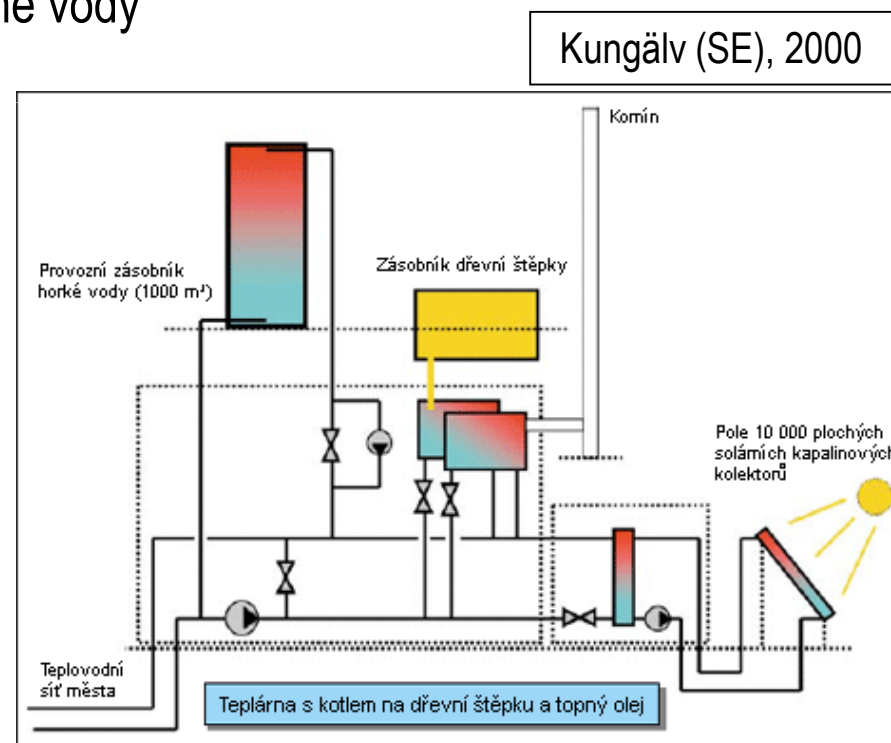
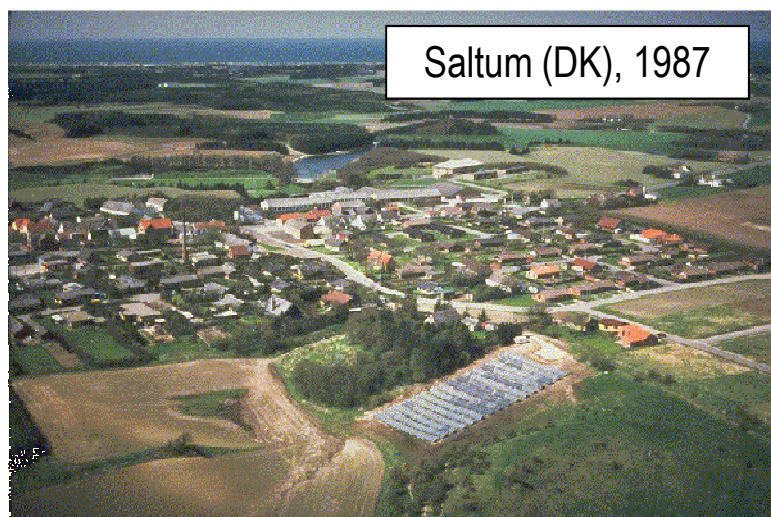
Solární soustava Rusava (BV)

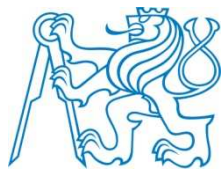




Centrální zásobování solárním teplem

- **solární soustavy pro přímý ohřev CZT (SE, DK)**
 - připojení přímo na teplovodní síť (léto)
 - nárazový denní zásobník, bez zásobníku (akumulace v rozvodné síti)
 - předeheřev: zpátečky CZT, pitné vody
- **solární podíl 5 až 10 %**





Centrální zásobování solárním teplem

- **velkoplošné solární soustavy se sezónními zásobníky**
 - 1000 až 10 000 m²
 - 4 000 až 25 000 m³
 - **DE (Solarthermie 2000)**, DK, NL
 - solární podíl **40 až 50 %** (cíl: 80 %)
 - solární zisky **300 až 400 kWh/m².r**

Hamburg (1996)



Friedrichshafen (1996)



Steinfurt (1999)



Rostock (1999)



Chemnitz, 1. stage (2000) Attenkirchen (2001)



Neckarsulm (1998)

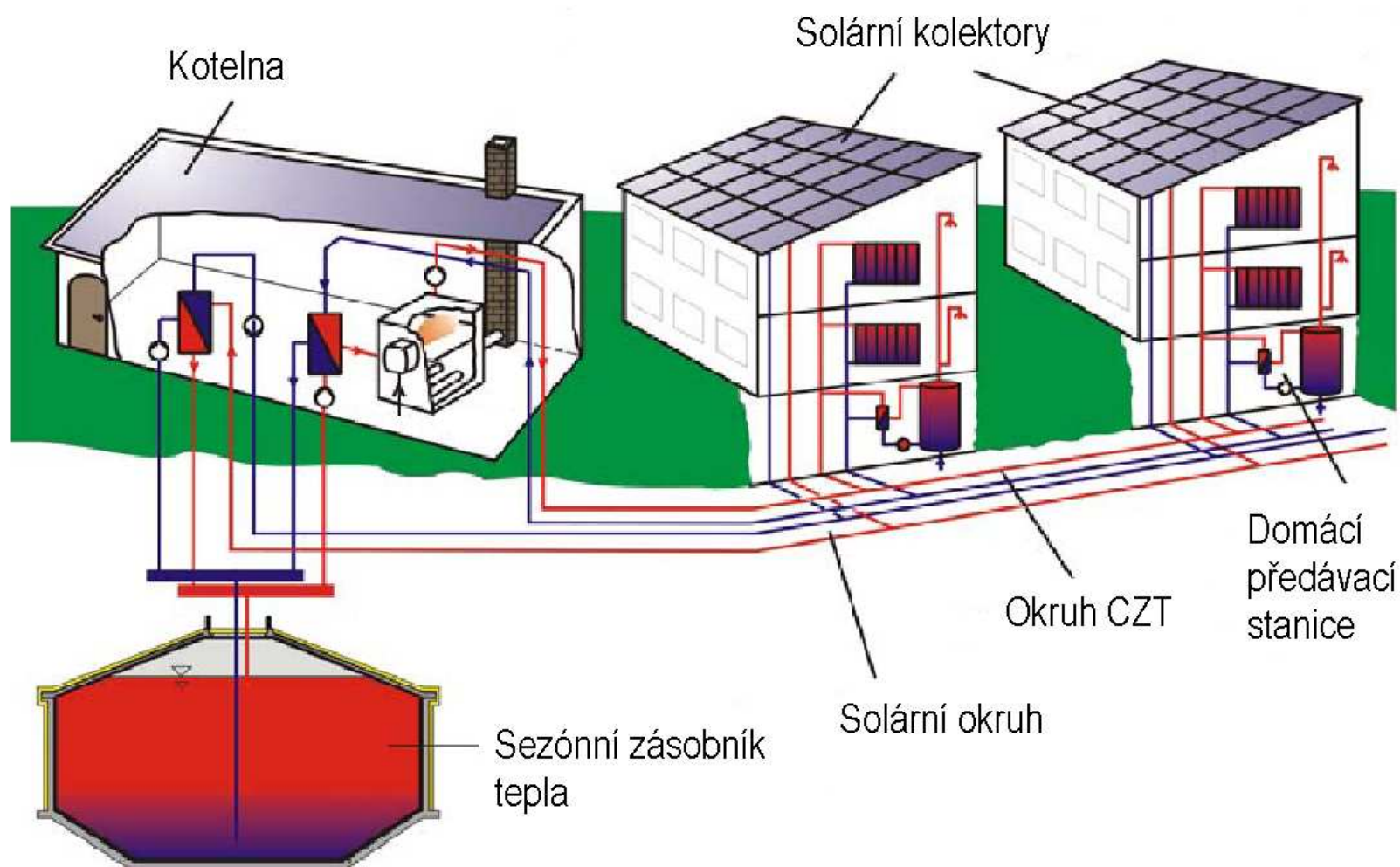


Hannover (2000)





Solární soustavy se sezónní akumulací





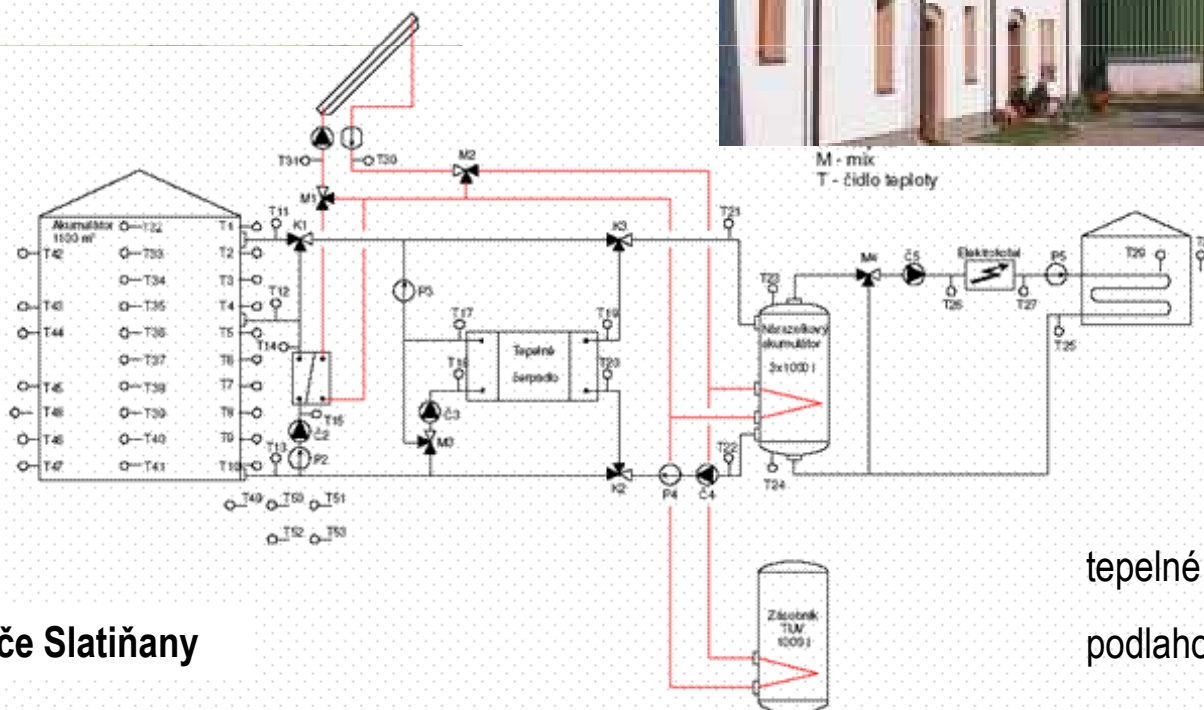
Sezónní akumulace pro vytápění



solární kolektory: 148 m²



sezónní zásobník: 1100 m³



Dům sociální péče Slatiňany

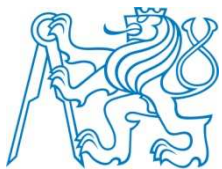
tepelné čerpadlo 37 kW
podlahové vytápění



Technologické teplo

Bioreaktor pro pěstování řas
Ústav fyzikální biologie Jihočeské univerzity
Nové Hrady
Fresnelovy čočky 120 m²
ploché kolektory 32 m²





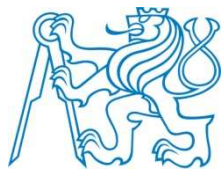
Solární absorpční chlazení



Administrativa Instaplast, 99 m²
velkoplošné stěnové chlazení



Hotel Duo Praha, 448 m²
teplá voda, bazén, chlazení



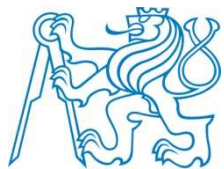
Navrhování a bilancování

- potřeba tepla
- zisky solární soustavy
- zjednodušená bilanční metoda podle TNI 73 0302
- simulační nástroje



Potřeba tepla

- **snížit spotřebu tepla** - úsporná opatření provádět jako první !
- **analyzovat skutečnou spotřebu tepla (!)**
- **příprava teplé vody**
 - úsporné armatury, zaregulování a zaizolování rozvodů, řízení cirkulace TV podle času a teploty
- **vytápění**
 - nízkoenergetické a energeticky pasivní domy (zateplení, okna, mechanické větrání se zpětným získáváním tepla)



Potřeba teplé vody

- **stávající budovy:**
 - nutné vycházet ze skutečné spotřeby TV v objektu
 - dlouhodobé měření na patě objektu
 - zohlednění teplotní úrovně
 - měření skutečné spotřeby tepla
 - souhrnné údaje za delší časové období (poslední rok)

- několik celodenních měření příložnými průtokoměry na patě objektu



Potřeba teplé vody

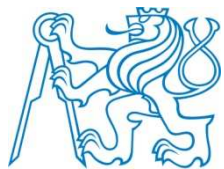
- **novostavby:**
 - nejsou k dispozici reálná data
 - směrné hodnoty z literatury

bytové objekty (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

- **zásadně nepoužívat** údaje o potřebě TV z normy ČSN 06 0320
– Ohřívání užitkové vody – Navrhování a projektování

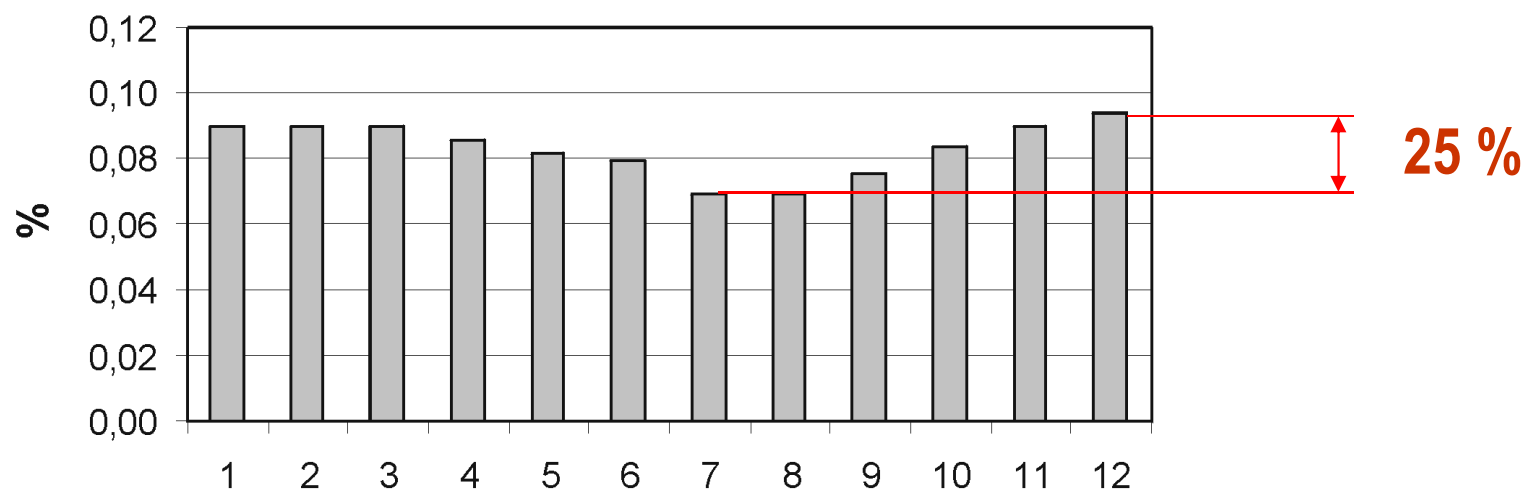
82 l/os.den (55 / 10 °C); 4,3 kWh/os.den

- norma je určena pro návrh objemu a tepelného příkonu ohříváče (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



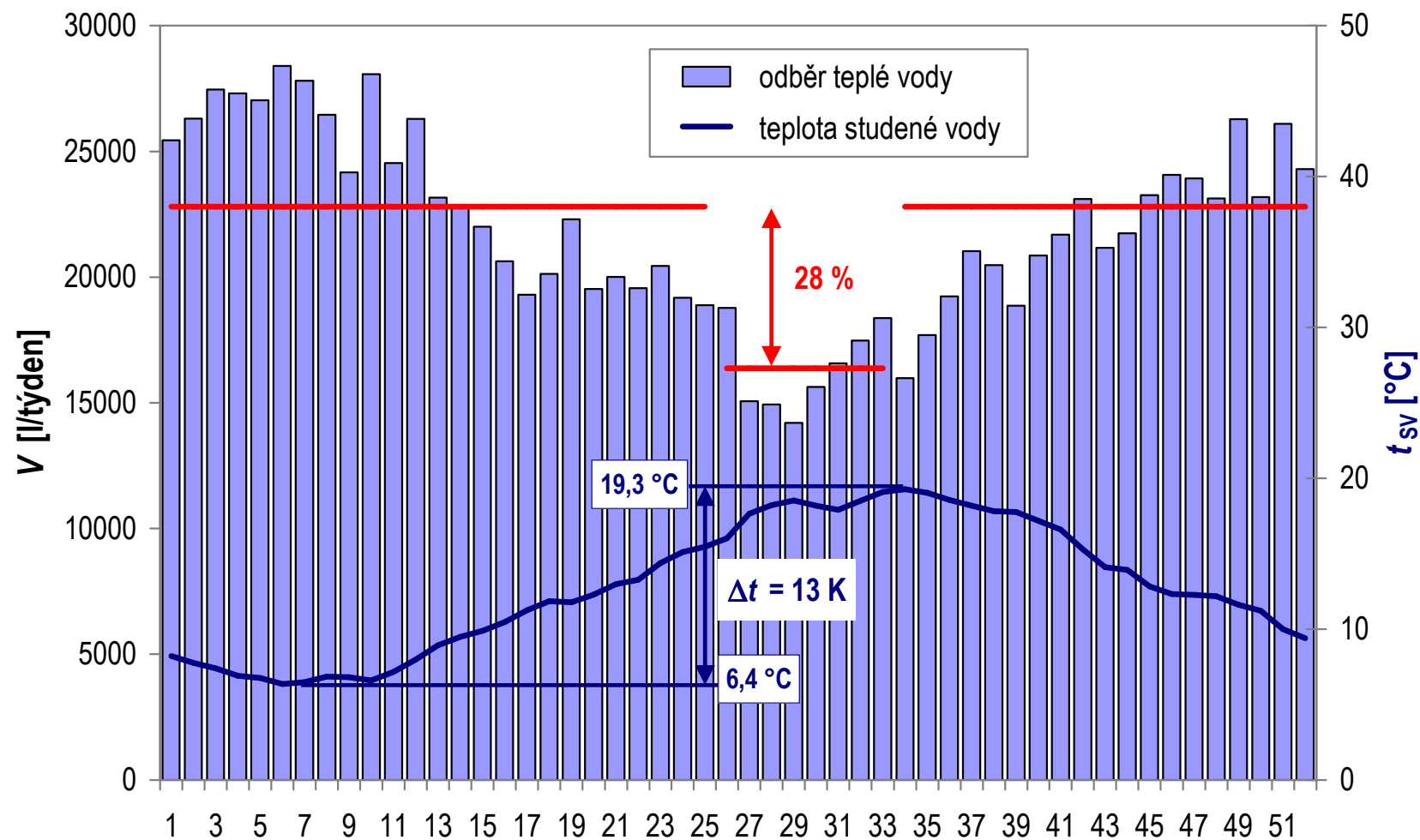
Profil potřeby tepla na přípravu TV

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





Měření v BD Stodůlky



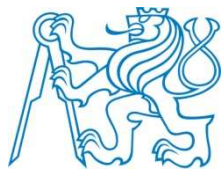


Tepelné ztráty přípravy TV

- 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



Potřeba tepla na vytápění

- **ČSN EN ISO 13790** – Energetická náročnost budov – Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení
 - **měsíční bilance**, okrajové podmínky TNI 73 0329, TNI 73 0330
 - stupeň využití solárních a vnitřních tepelných zisků na základě akumulční schopnosti objektu (výpočet tepelné kapacity, časové konstanty)
- **denostupňová metoda** – zjednodušené stanovení (TNI 73 0302)
 - **měsíční bilance**, na základě venkovní teploty z výpočtové tepelné ztráty
 - korekční součinitel: 0.75 (standard), 0.60 (nízkoenergetické), 0.50 (pasivní)

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



Tepelné ztráty otopné soustavy

- **tepelné ztráty otopné soustavy $Q_{z,VYT}$**
 - vlastní ohřev otopné vody (kombinovaný zásobník, část pro OS)
 - rozvod otopné vody (tepelné ztráty do nevytápěných místností)
 - setrvačnost otopné soustavy (přetápění, zvýšení dodávky energie)
- **podrobný výpočet** (precizní, náročný na vstupní údaje)
 - ČSN EN 15316-2-1: sdílení tepla („účinnost“ otopných ploch)
 - ČSN EN 15316-2-3: rozvody tepla (otopné vody)
- **paušální přírážka** - zjednodušené stanovení (TNI 73 0302)

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



Návrh plochy a bilancování zisků

- **simulační programy** (**doporučeno pro navrhování a bilancování**)
 - Polysun 4 (Professional, Designer), T-Sol (Professional, Expert), GetSolar, TRNSYS ...
 - 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 (letitá) zkušenost
 - cena (x0.000 Kč)



Návrh plochy a bilancování zisků

- **zjednodušené metody**
 - TNI 73 0302 - Energetické hodnocení solárních tepelných soustav
 - vydal ÚNMZ, 2009
 - program Bilance SS 5.4 (měsíční bilance, Excel podle TNI 73 0302)
 - zdarma ke stažení na <http://solab.fs.cvut.cz>
- 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



Bilancování energetických zisků

- **metodika** (<http://www.opzp.cz>, TNI 73 0302, ÚNMZ 2009)
 - původně vytvořeno pro Operační program Životní prostředí (jako **pomoc auditorům**), použito v **Zelená úsporám (výpočet kritéria pro udělení dotace)**
 - audity: měrné zisky > **600 kWh/m².rok** při pokrytí > **60 %**
- **zjednodušený výpočtový postup**
 - **jednoduchý** výpočet s použitím Excel, minimalizace vstupů (oproti simulacím)
 - 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 modifikátoru** úhlu dopadu, aj.
 - optimistické výsledky, omezená platnost pro pokrytí 30 do 75 %



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*

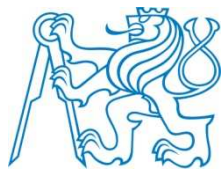


Účinnost solárního kolektoru

- 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



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



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**

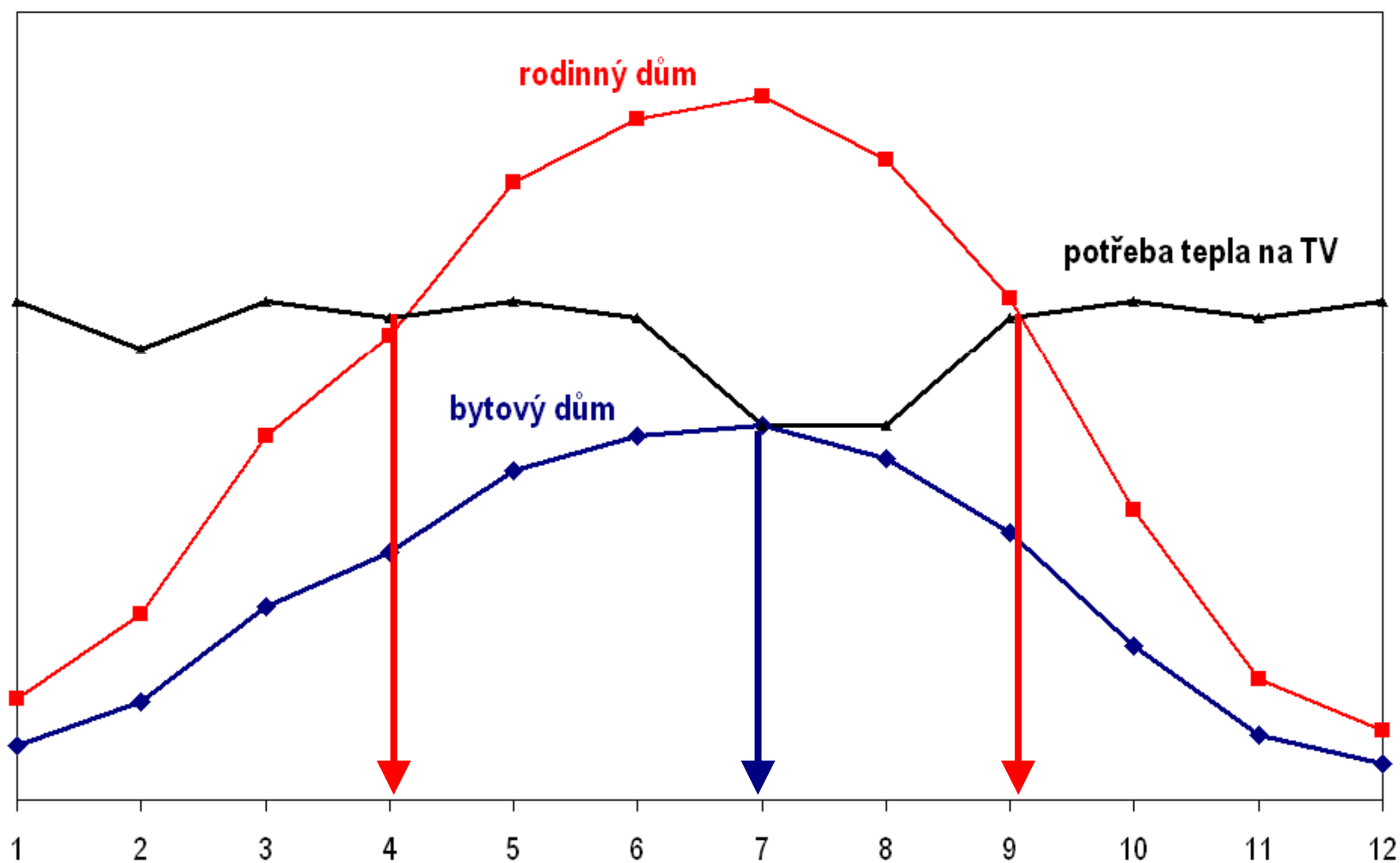
- návrhové měsíce **duben** a **září** (100% návrhové pokrytí)
- střední teplota teplonosné kapaliny $t_{k,m} = 40\text{ °C}$
- odpovídá pokrytí cca **60** % roční potřeby tepla na přípravu TV

- **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



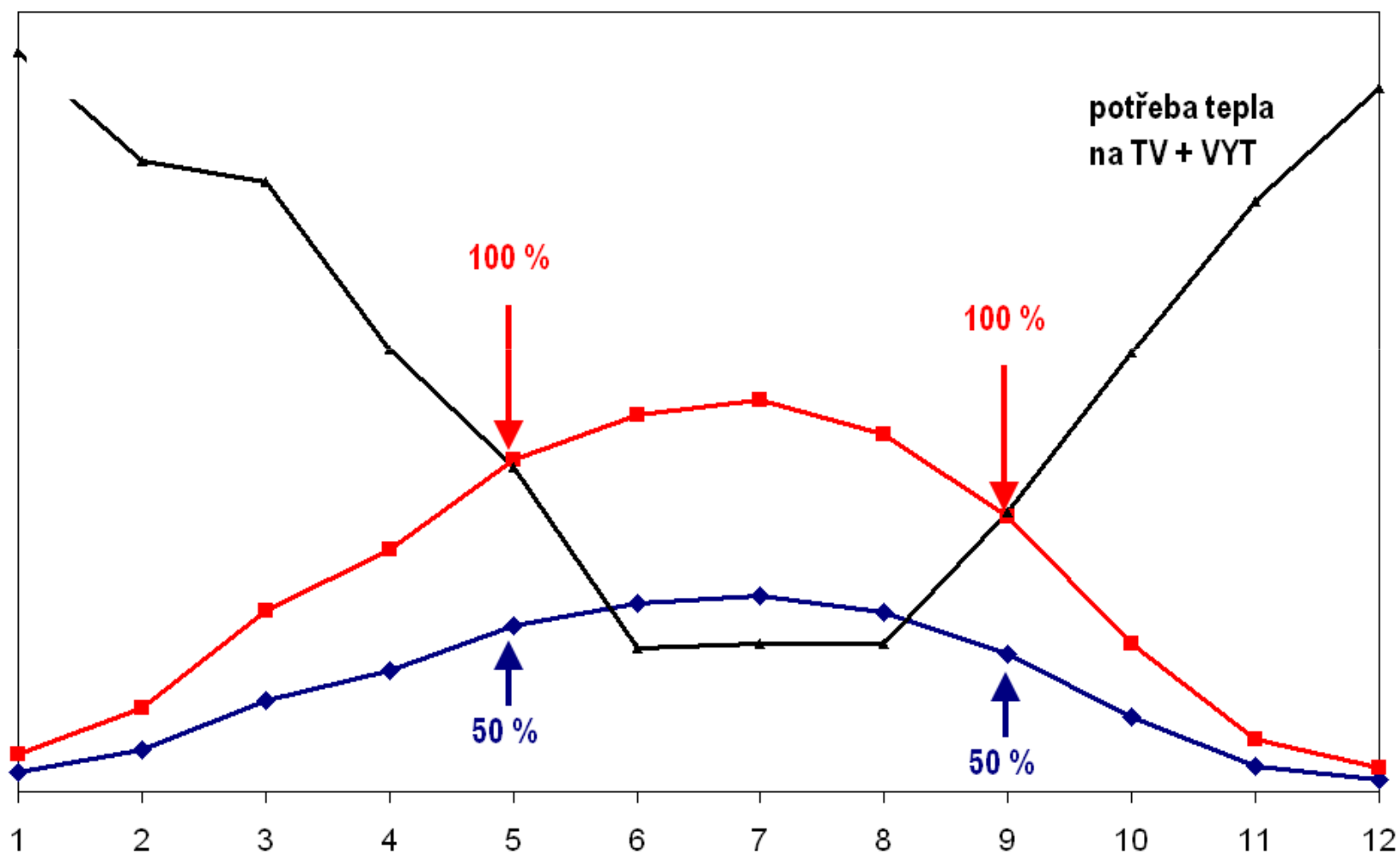


Návrh plochy kolektorů: TV + VYT

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



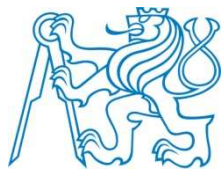
Návrh plochy kolektorů: TV + VYT





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 na budově v polích
- 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 (pojistné ventily a expanzní nádoby)

Matuška, T.: Sešit projektanta č.1 – Solární tepelné soustavy, STP 2009



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)

$$Q_{ss,u} = \min (Q_{k,u}; Q_{p,c})$$

- z porovnání v jednotlivých měsících vyplývá využitelnost zisků z kolektorů pro krytí potřeby tepla
- **přebytky nelze započítat (!)**



Výpočtový program Balance SS 5.4 (Excel)

Microsoft Excel - BILANCE_SS_5_0.xls

Soubor Úpravy Zobrazit Vložit Formát Nástroje Data Okno Nápověda

85%

Arial CE 10 B I U

plocha 1,9

Typ budovy	Typ spotřeby	$V_{TV, den, OS}$
Obytné budovy	Nízký standard	10 - 20
	Střední standard	20 - 40
	Vysoký standard	40 - 60
	Nízké (letní) vytížení	$0.75 \times V_{TV}$
Nemocnice, domovy důchodců	Nízké (letní) vytížení	25 - 30
	Zbýlá část roku	30 - 60
Studentské domovy, koleje	Nízké (letní) vytížení	20 - 25
	Zbýlá část roku	25 - 50
Školy	Nízké (letní) vytížení	0
	Zbýlá část roku	5 - 10
Hostince, restaurace*	Nízký standard	5
	Střední standard	15
	Vysoký standard	30
Ubytovací zařízení**	Nízký standard	20
	Střední standard	35
	Vysoký standard	70
Sportovní zařízení***	Nízký standard	30
	Střední standard	60
	Vysoký standard	100

* na jedno místo, ** na jedno lůžko, *** na jednu sprchu

Připrava teplé vody a vytápění

Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.): 49 jednotek

Spotřeba na jednotku: 40 l/jedn.den

Je snížena spotřeba tepla v letních měsících u obytných budov NE

Denní spotřeba teplé vody $V_{TV, den}$ (15°C / 60°C) 1960 l/den

Studená voda t_{SV} 15 °C

Teplá voda t_{TV} 60 °C

Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p 0,1 Připrava teplé vody, od 10 do 50 m²

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

Tepelná ztráta domu Q_d 4,5 kW

Vnitřní výpočtová teplota t_w 20 °C

Venkovní výpočtová teplota t_{ev} -12 °C

Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění) nízkoe energetický standard, vyhláškou doporučené tepelné vlastnosti konstrukcí

Přirážka na tepelné ztráty otopné soustavy v 5 %

bazén

Plocha vodní hladiny bazénu A_b m²

Typ bazénu Vnitřní - mimo doby provozu zakrývaný

Teplota bazénové vody v době provozu $t_{w,p}$ 28 °C

Teplota bazénové vody mimo dobu provozu $t_{w,n}$ 24 °C

Teplota vzduchu v prostorech bazénu v době provozu $t_{v,p}$ 30 °C

Teplota vzduchu v prostorech bazénu mimo provoz $t_{v,n}$ 20 °C

Denní provozní doba bazénu t_b 12 h

Počet návštěvníků za měsíc 100 osob/měs

Parametry solárních kolektorů

Optická účinnost η_0 0,78 -

Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1 4,5 W/m².K

Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2 0,008 W/m².K²

Počet kolektorů 20 ks

Plocha apertury solárního kolektoru A_{k1} 1,9 m²

Celková plocha apertury kolektorů 38 m²

Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$ 40 °C Připrava teplé vody, 35 % < pokrytí < 70 %

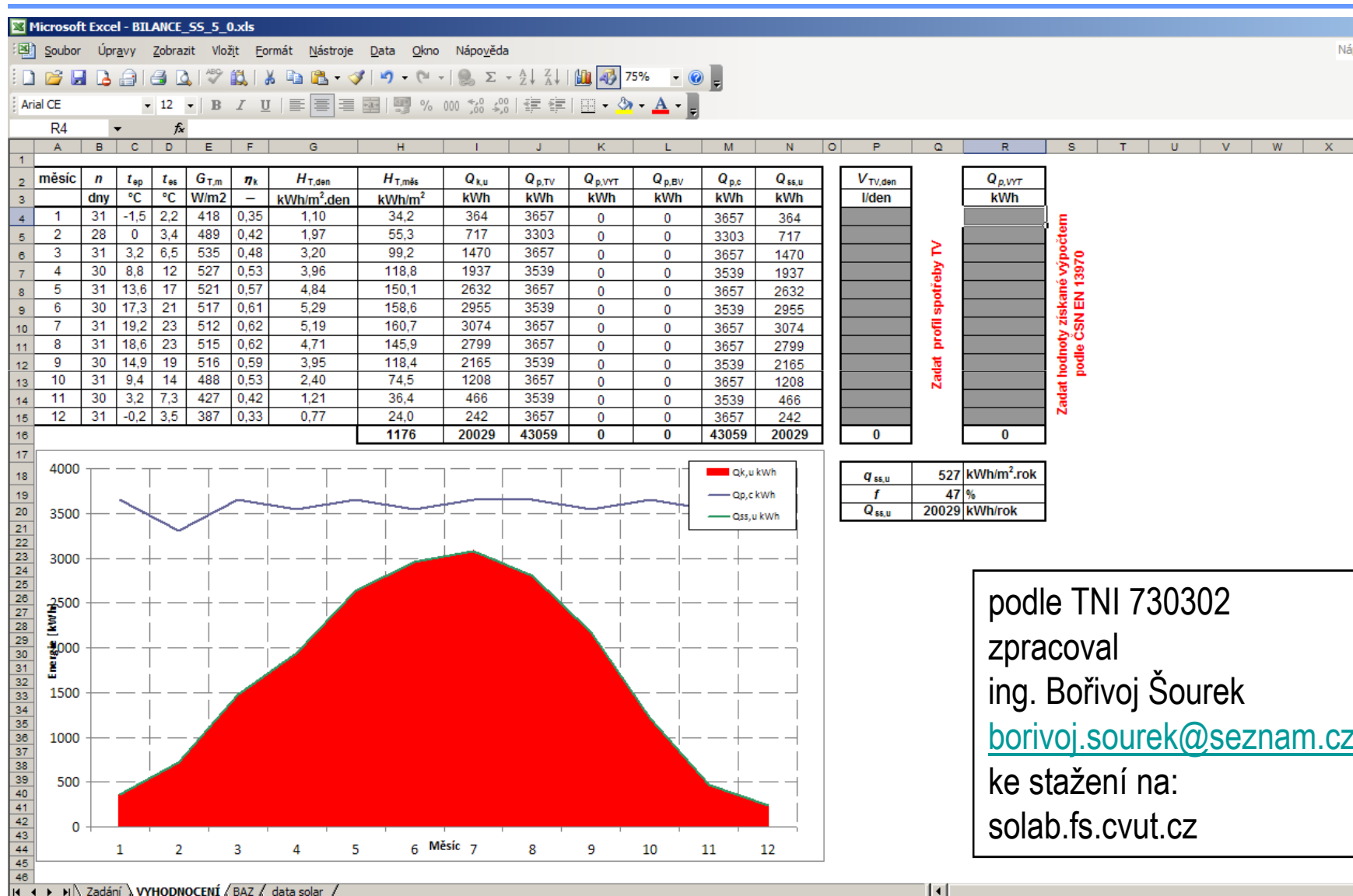
Sklon kolektoru β 45 °

Azimut kolektoru γ (jih = 0°) 0 °

Zadání VYHODNOCENÍ BAZ data solar



Výpočtový program Balance SS 5.4 (Excel)

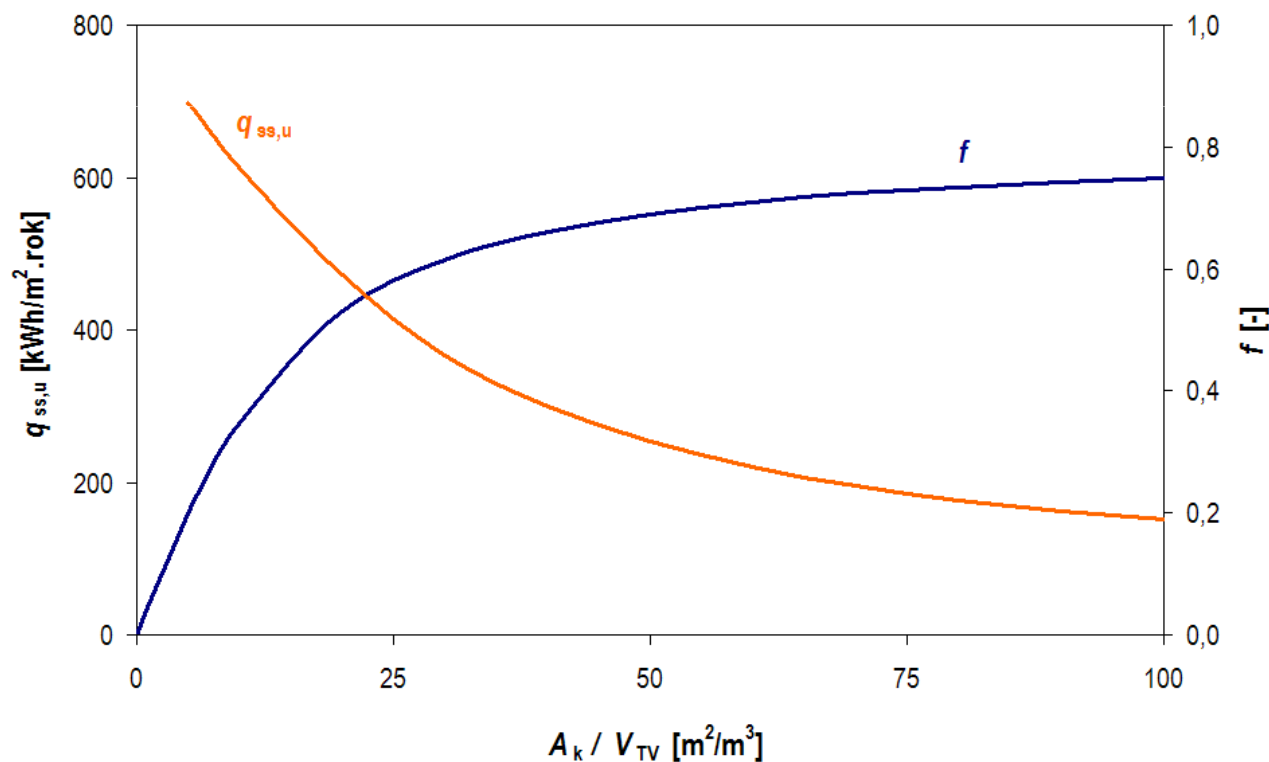




solární zisky x solární pokrytí

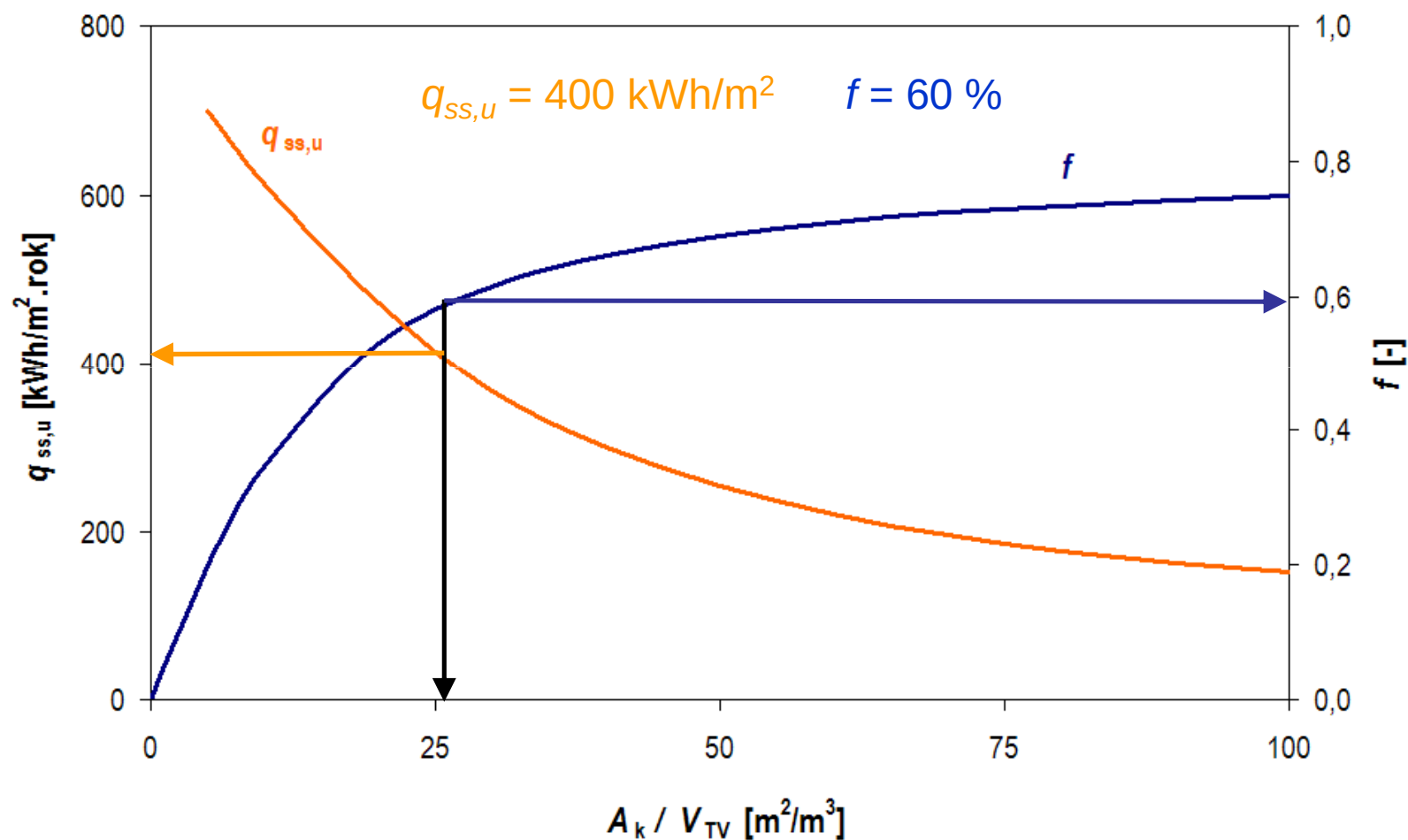
- měrné využité solární zisky $q_{ss,u}$ [kWh/m².rok]

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



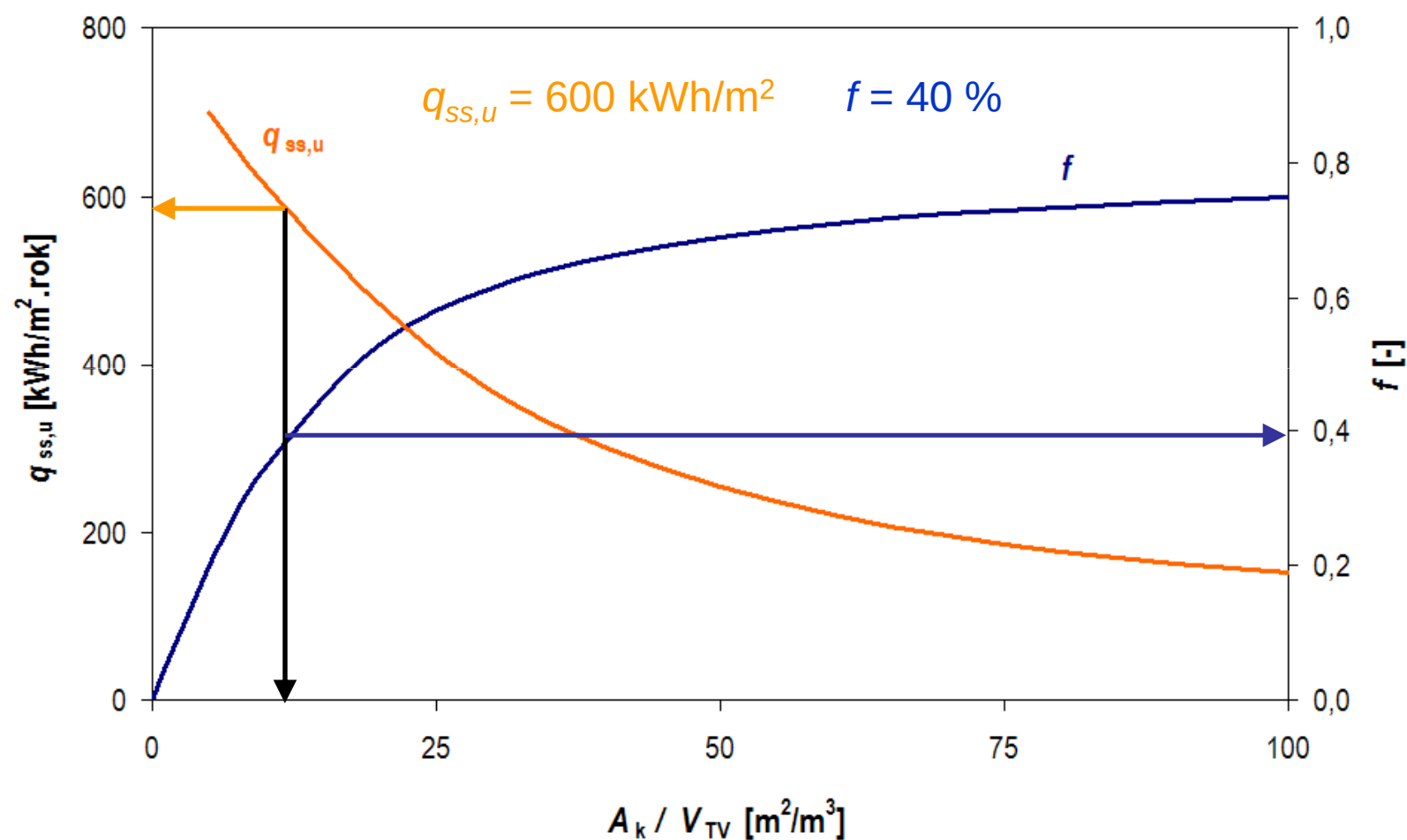


Bilance solární přípravy teplé vody



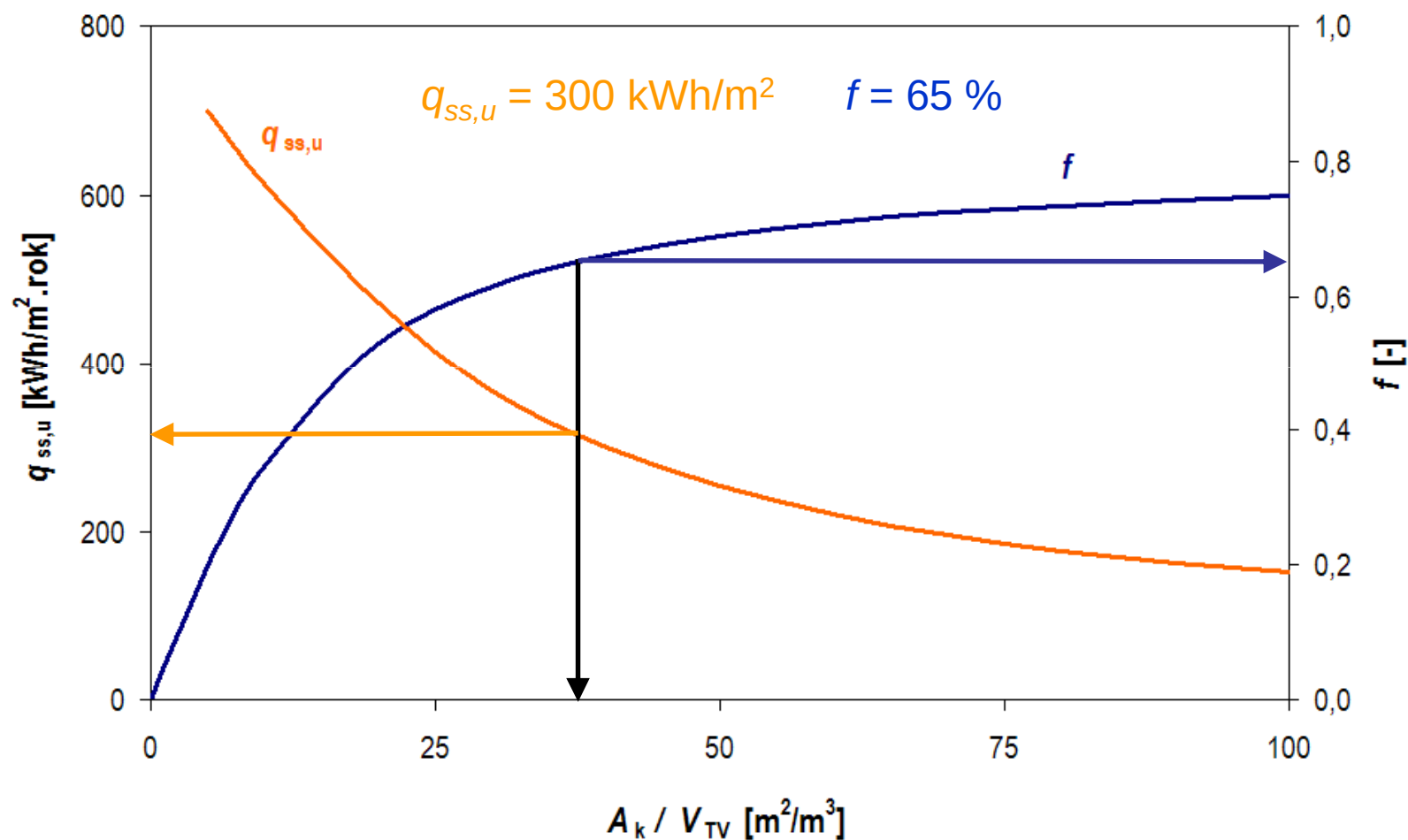


Bilance solární přípravy teplé vody





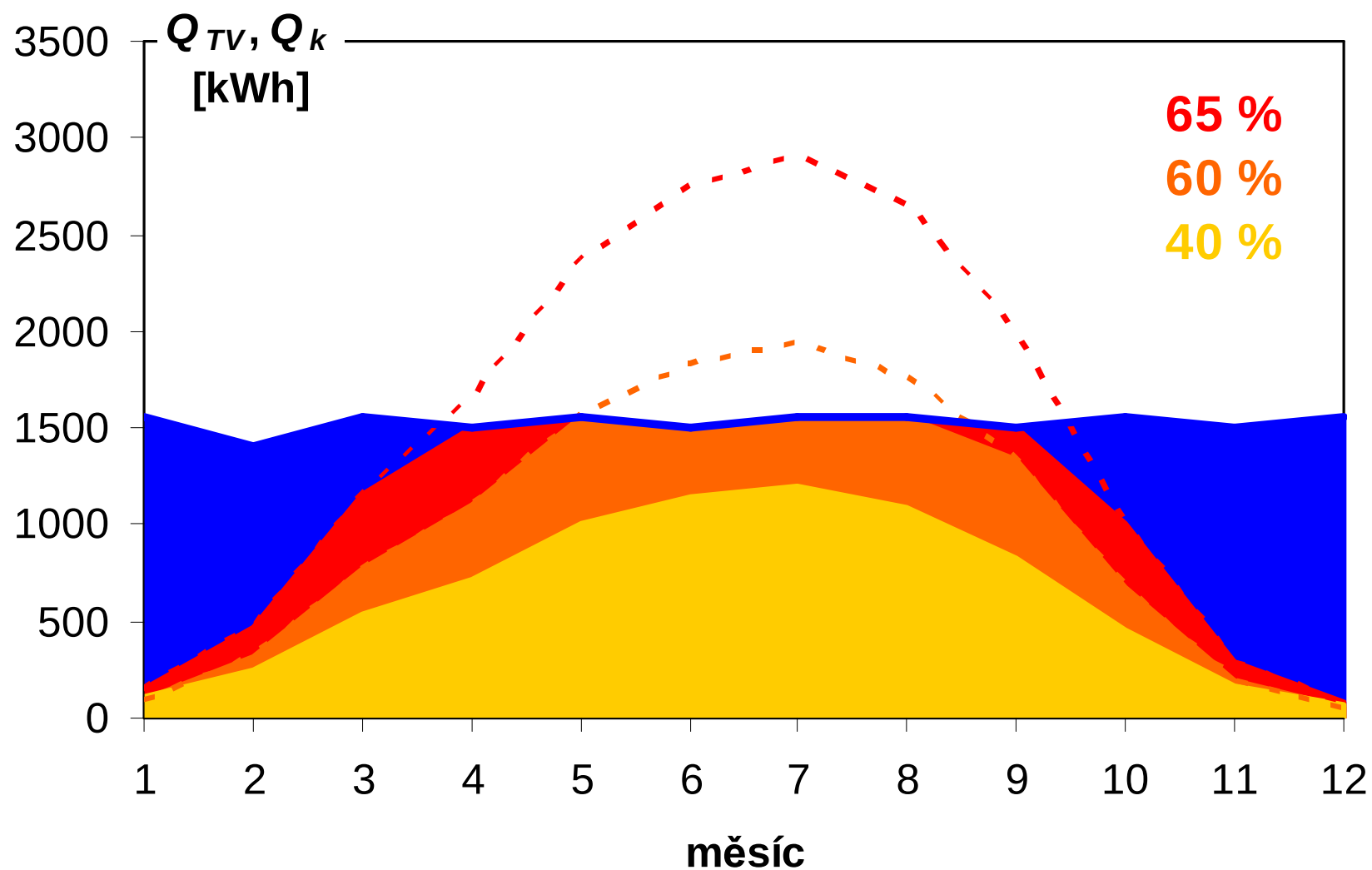
Bilance solární přípravy teplé vody



s rostoucím solárním pokrytím klesají měrné zisky soustavy

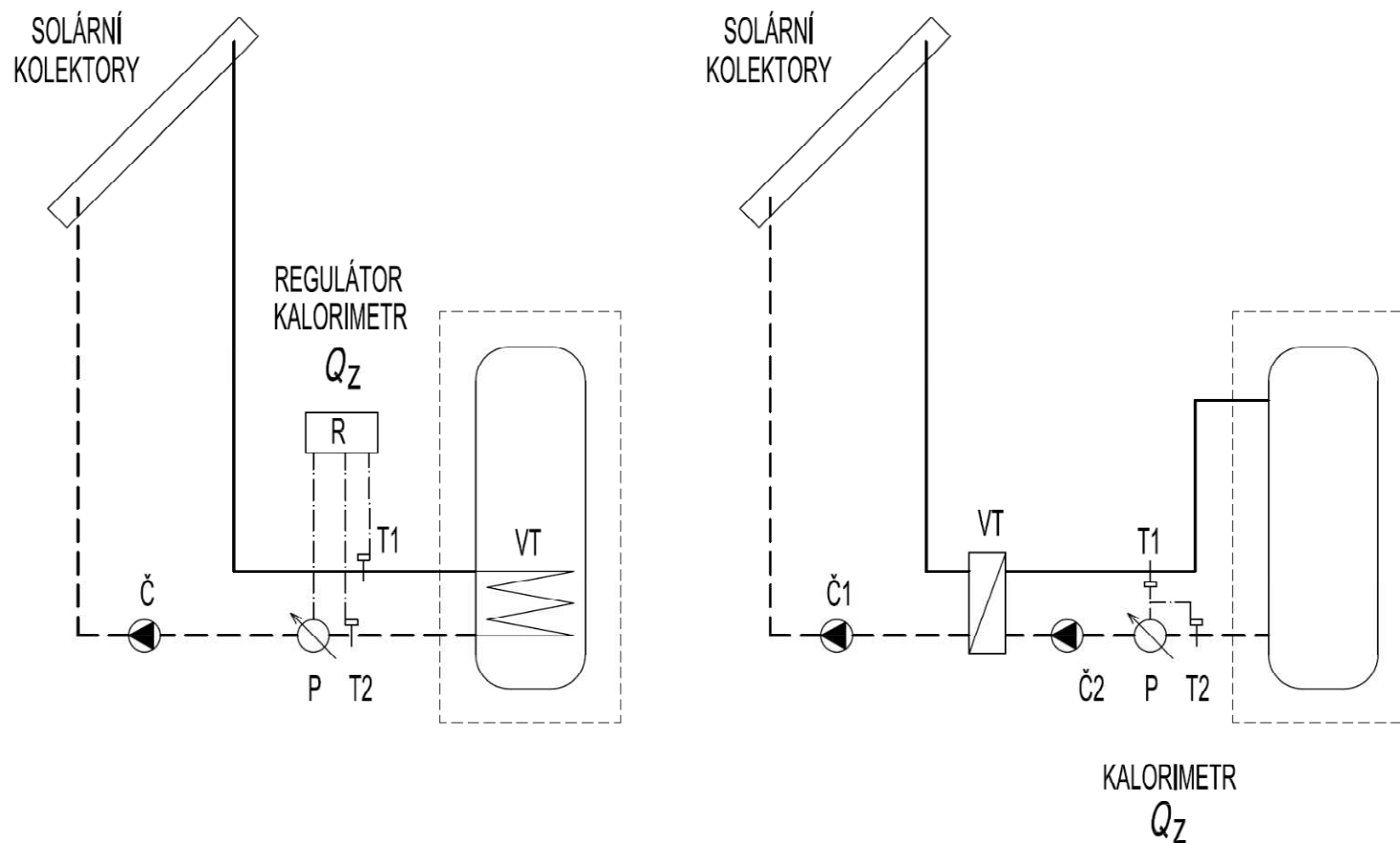


Bilance solární přípravy teplé vody





Provozní měření solárních soustav (OPŽP)

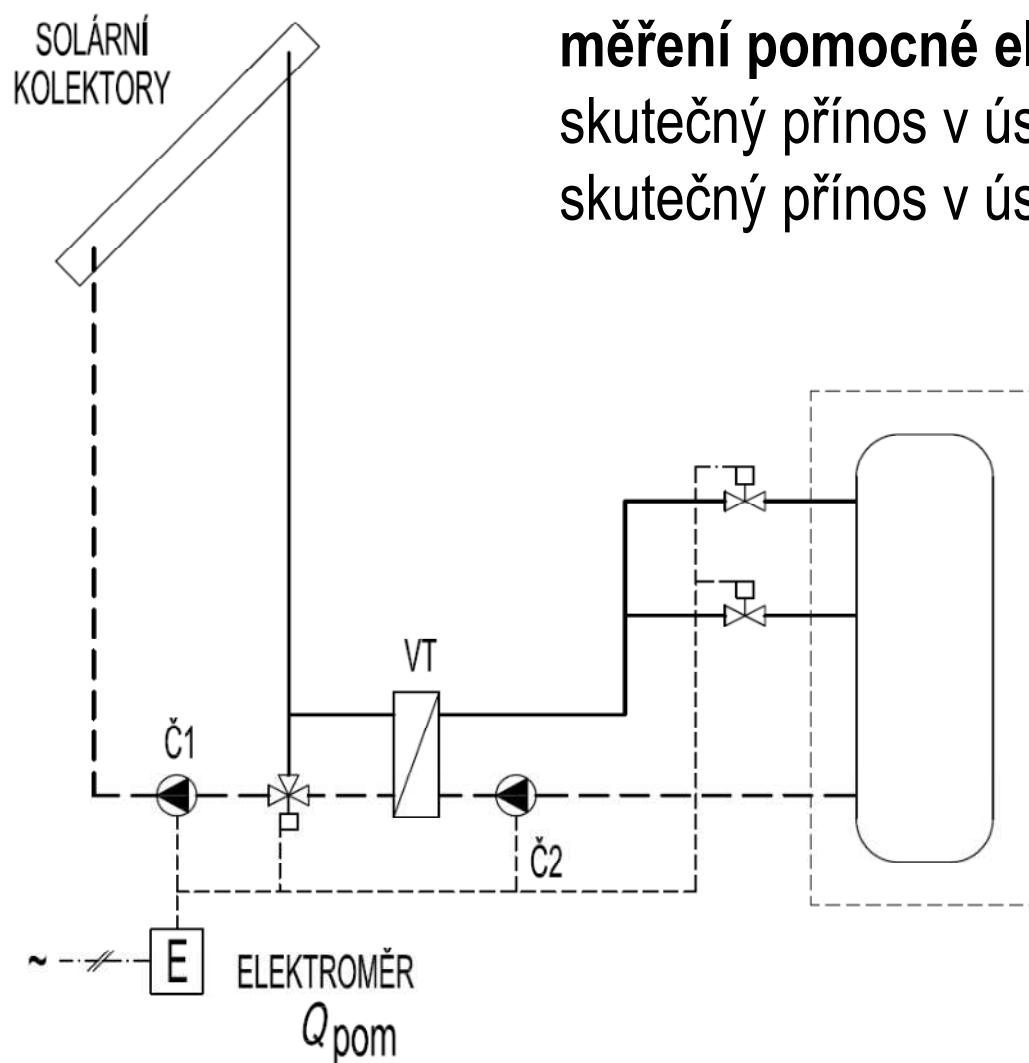


měření dodaného tepla z kolektorů do aplikace:

jednoduché a levné měření, jediný kalorimetr s pamětí (průtokoměr)



Provozní měření solárních soustav (OPŽP)



měření pomocné el. energie solární soustavy:
 skutečný přínos v úspoře primární energie
 skutečný přínos v úspoře emisí

oběhová čerpadla
 pohony ventilů
 regulace
 nucené chlazení
 ...

tlak na energeticky
 efektivní řešení



Děkuji za pozornost



ČESKOSLOVENSKÁ SPOLEČNOST
PRO SLUNEČNÍ ENERGII (ČSSE)
NÁRODNÍ SEKCE INTERNATIONAL SOLAR ENERGY SOCIETY (ISES)

<http://www.solarnispolecnost.cz>

ÚVOD

O NÁS

SOLÁRNÍ TEPLA

AKTUALITY

AKCE

KE STAŽENÍ

FOTOGALERIE

ISES

ODKAZY

SLUNEČNÍ ENERGIE
- ENERGIE PRO VŠECHNY

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 ...



tzbinfo
stavebnictví, tepelné zdroje
technická zařízení budov

RSS | Mapa stránek

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

TZB-INFO

STAVBA

VYTÁPĚNÍ

VĚTRÁNÍ
KLIMATIZACE

VODA
KANALIZACE

OBNOVITELNÁ
ENERGIE

ELEKTROTECHNIKA

VÝTAHY

Aqua-therm

>>

Firmy

Výrobky

Kalendář

Diskuse

Výpočty

Práce

Zákony

Normy

Publikace

Časopisy

Slovník

Videa

E-shopy

PROJEKT 2011



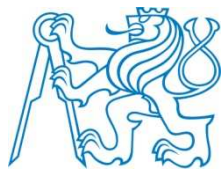
**SOLÁRNÍ
KOLEKTORY**

OBOROVÉ RUBRIKY

- ✖ Normy a právní předpisy
- ✖ Teorie
- ✖ Energetická politika

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 investořům, kterým pomůže s výběrem **solárního kolektoru** a usnadní rozhodnutí



Evropské dny Slunce



veřejné akce, happeningy

semináře, přednášky, diskusní fóra

exkurze, dny otevřených dveří

2011: 40 akcí po celé ČR



<http://www.evropskednyslunce.cz>



Konference Alternativní zdroje energie

Úvod

Porvání

Obecné informace

Hlavní témata

Registrace účastníků

Registrace abstraktu

Zaslání příspěvků

Přihlášené příspěvky

Partneři konference

Organizační výbor

Secretariát

Generální sponzor

Sponzor

Absorpční jednotky pro chlazení a vytápění

Konference Alternativní zdroje energie 2012

s podtitulem

Obnovitelné zdroje tepla a chladu pro budovy



10. až 12. července 2012, Kroměříž



Společnost pro techniku prostředí

Člen REHVA, člen ASHRAE
Člen ČSVTS



10. – 12.7.2012

Solární a nulové domy

Solární vytápění a chlazení

Tepelná čerpadla a využití energie prostředí

Nízkoenergetické chlazení

Mikrokogenerace

Spalování biomasy ve zdrojích tepla pro budovy

Akumulace energie (teplo, chlad)

Kombinované systémy (teplo, chlad)

Počítačové simulace pro systémy AZE

<http://www.azecr.cz>



Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní, ČVUT v Praze

Technická 4, Praha 6

tomas.matuska@fs.cvut.cz

<http://www.fsid.cvut.cz/~matustom>