

Technické systémy pro pasivní domy

Tomáš Matuška

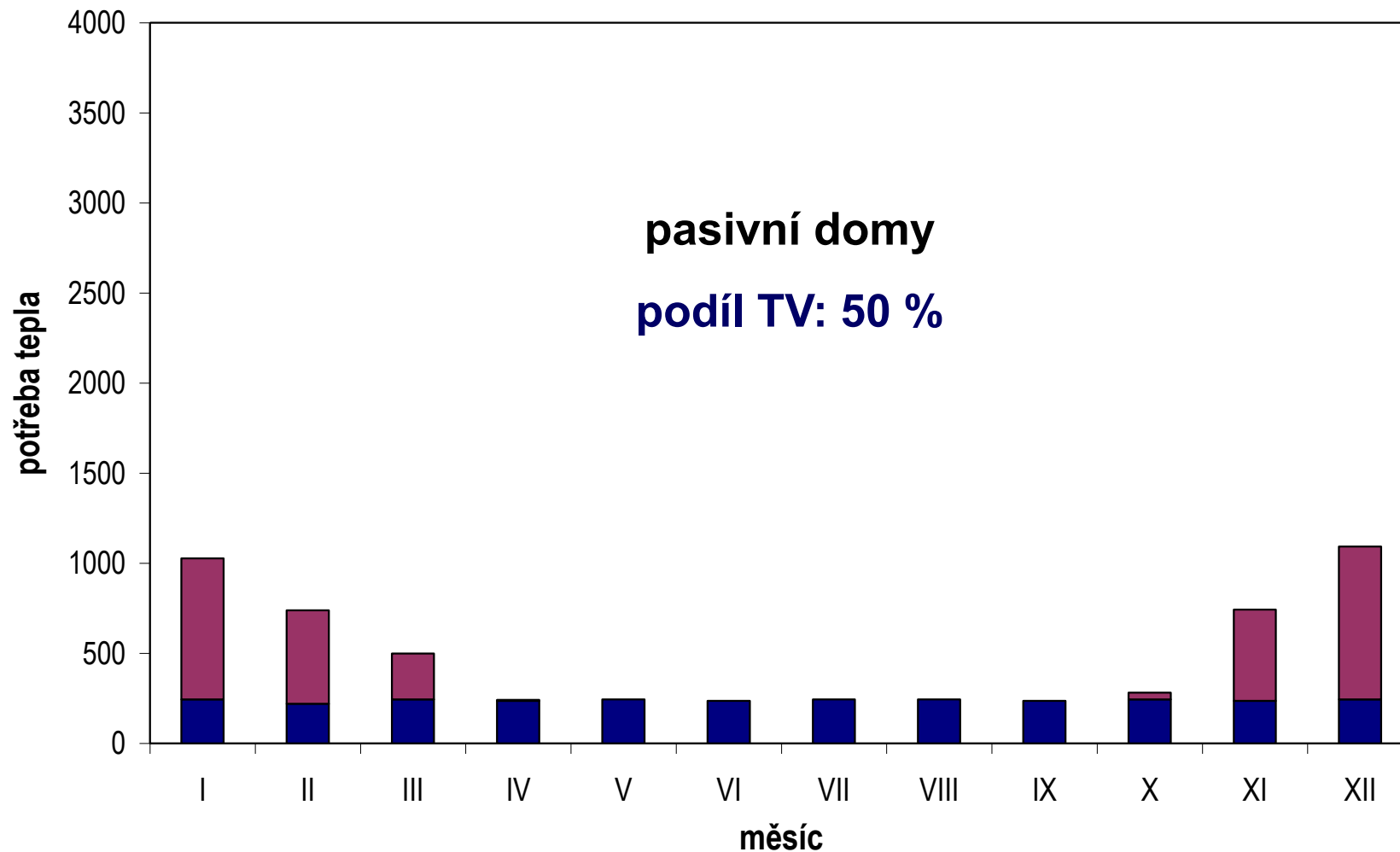
Energetické systémy budov, UCEEB

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

ČVUT v Praze

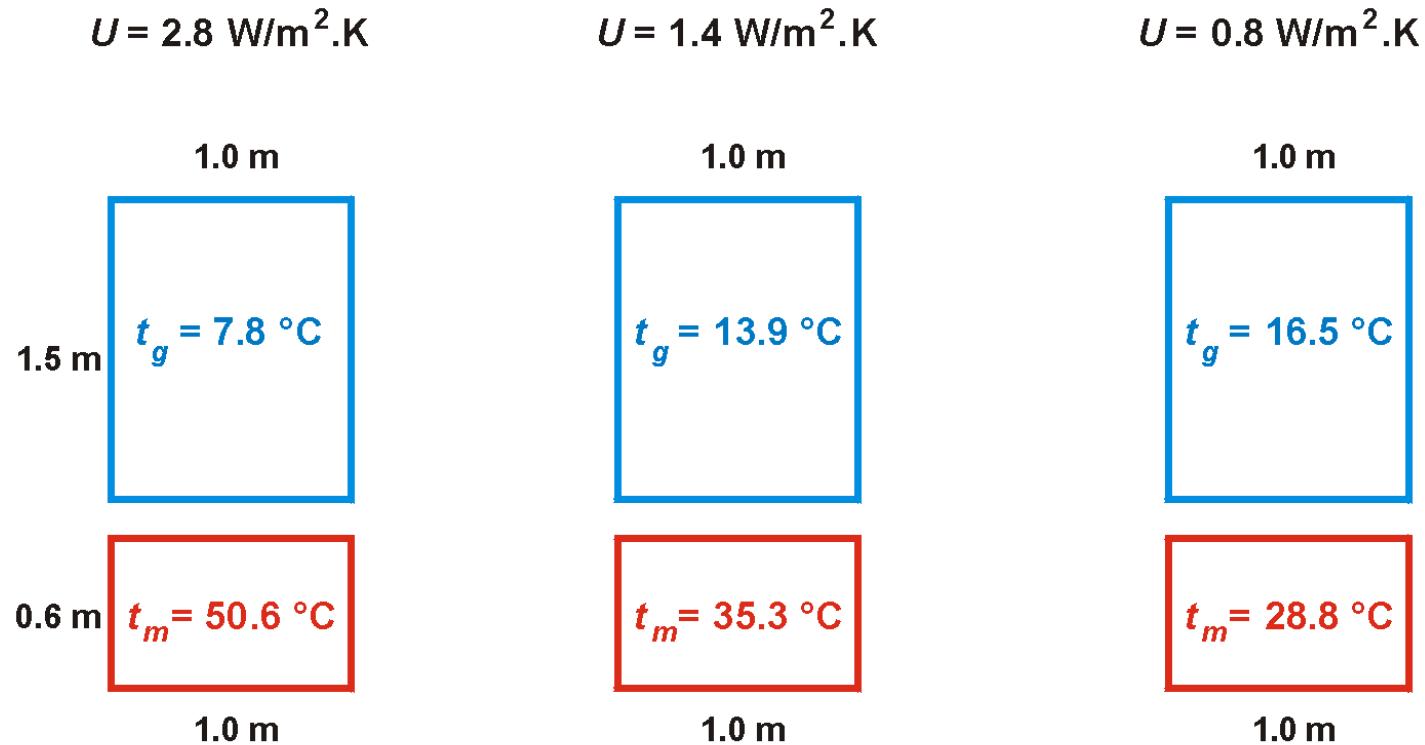
- **snížení potřeby tepla na vytápění na minimum**
 - vysoká kvalita konstrukcí, minimalizace prostupu tepla
 - mechanické větrání se zpětným získáváním tepla
 - pasivní využití sluneční energie
 - potřeba vytápět především v období bez slunečního záření
- **nízká tepelná ztráta domu**
 - nízkoteplotní otopné soustavy
 - výhodné pro provoz obnovitelných zdrojů tepla

- **snížení potřeby tepla na přípravu teplé vody**
 - omezení spotřeby teplé vody: úsporné armatury, ZZT
 - omezení tepelných ztrát: tepelná izolace rozvodů, řízený provoz cirkulace, pokud vůbec ...
- **na jakou teplotu ohřívat vodu?**
 - je teplota 40 °C dostatečná? pro vanu, sprchování, mytí ... **ANO**
 - vyšší teplota = menší efektivita obnovitelných zdrojů
 - nižší teplota = větší akumulace
 -



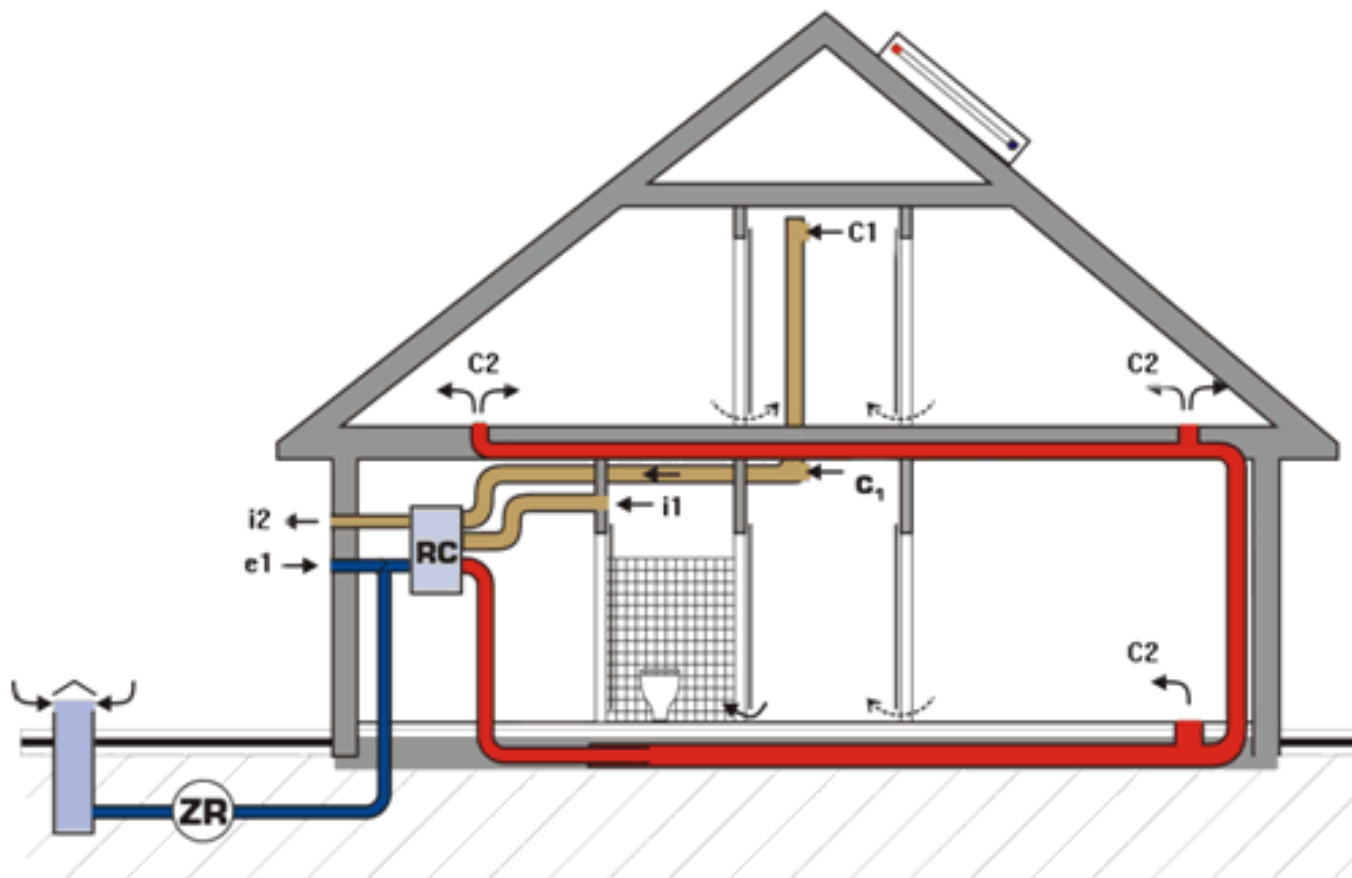
- **teplovodní**
 - **otopná tělesa**
 - lze využít i jako nízkoteplotní
 - **podlahové vytápění**
 - velice nízké teploty otopné vody (+), velká setrvačnost (-)
 - **stěnové vytápění**
 - omezené plochy, pružnější reakce než u podlahového
 - **podlahové konvektory**
 - bez ventilátoru velice malý výkon (s ohledem na cenu)
 - s ventilátorem?

) OTOPNÁ TĚLESA JAKO NÍZKOTEPLTNÍ VYTÁPĚNÍ



- **teplovzdušné vytápění**
 - **vzduchotechnická jednotka**
 - kombinace přívodu čerstvého vzduchu a ohřevu oběhového vzduchu
 - **vzduch je špatná teplonosná látka**
 - nízká hustota, nízká tepelná kapacita, **velké průtoky**
 - velké rozměry potrubí, velká spotřeba elektrické energie na ventilátory
 - problematika **hlučnosti**
 - výustky zabudované v podlaze, stěnách, stropěch

) ZPŮSOBY VYTÁPĚNÍ



) POROVNÁNÍ SPOTŘEBY POMOCNÉ ELEKTRICKÉ ENERGIE

Druh vytápění	Spotřeba [kWh/rok]
Teplovodní vytápění, přirozené větrání	5 – 43
Teplovodní vytápění, nucené větrání s rekuperací	120 – 200
Teplovzdušné vytápění s rekuperací tepla	240 – 450

Matuška, T., Zajíc, M.: **Analýza potřeby pomocné elektrické energie v pasivním domě**

<http://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/8176-analyza-potreby-pomocne-elektricke-energie-v-pasivnim-dome>

- **elektrické**
 - přímotopné konvektory, sálavé panely, velkoplošné
 - jasná vazba na zdroj energie **s vysokou náročností na neobnovitelnou primární energii**
 - investičně **nejlevnější** otopný systém (bez nákupu zdroje tepla)

- **rodinný dům**

- vytápěná plocha **150 m²**
- potřeba tepla na vytápění 3000 kWh/rok
- potřeba tepla na přípravu TV 3000 kWh/rok
- celková dodaná energie **6600 kWh/rok**
- pomocná el . energie 300 kWh/rok

) NÁKLADY NA RŮZNÉ ZPŮSOBY VYTÁPĚNÍ

- investiční + provozní náklady (doba hodnocení 20 let)

- přímotopy 20 tis. Kč, cena tepla **2.30 Kč/kWh**, 15 180 Kč/rok

- **304 tis. Kč / 20 let**

- 419 tis. Kč / 20 let

- plynový kotel 25 tis. Kč + odkouření + přívod plynu(?) + 150 tis. Kč teplovodní systém, cena tepla **1.40 Kč/kWh**, 9 240 Kč/rok

- **385 tis. Kč / 20 let**

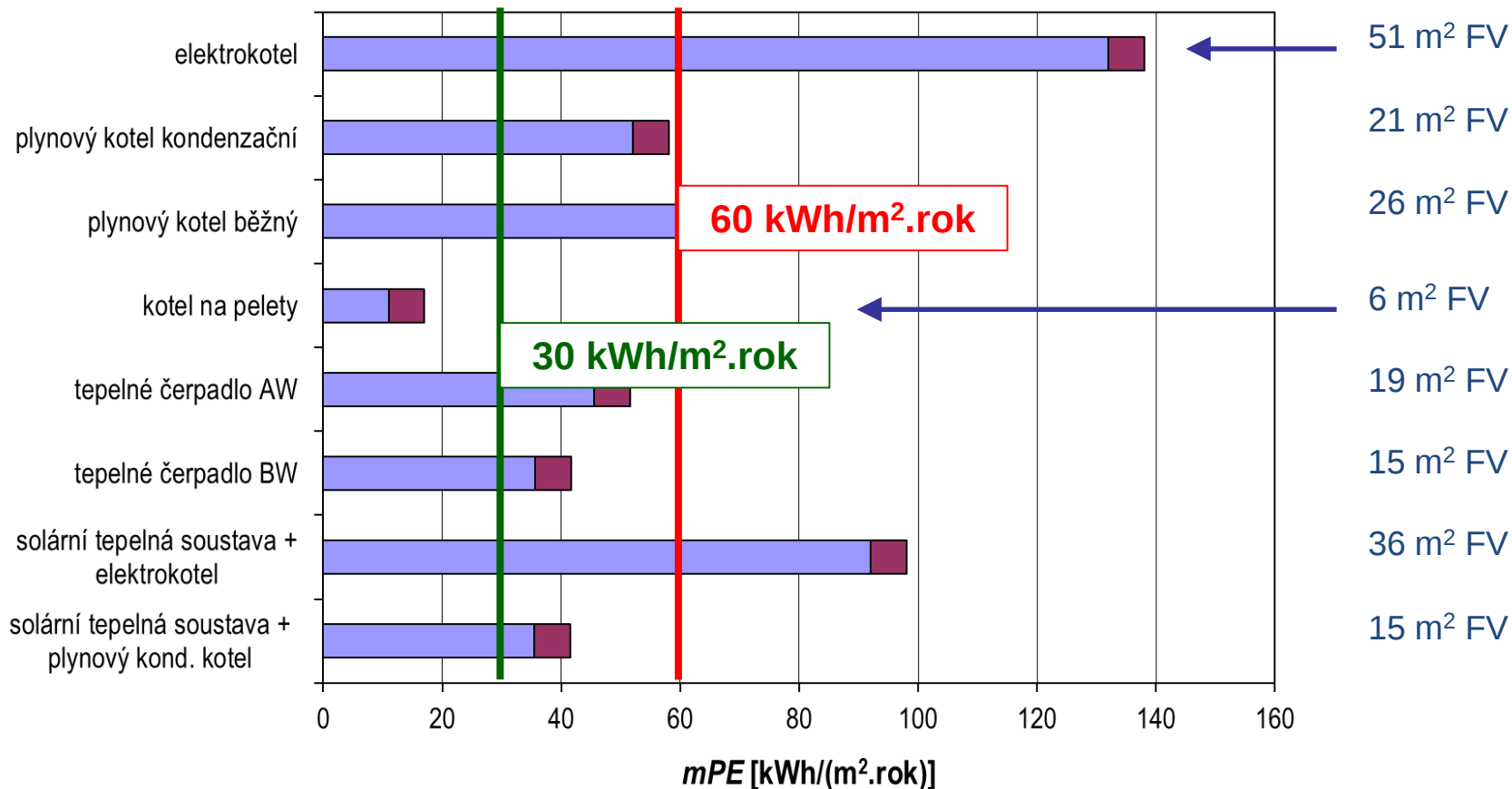
- 595 tis. Kč / 20 let

- tepelné čerpadlo 200 tis. Kč včetně příslušenství + 150 tis. Kč teplovodní systém, cena tepla **0.70 Kč/kWh**, 4 620 Kč/rok

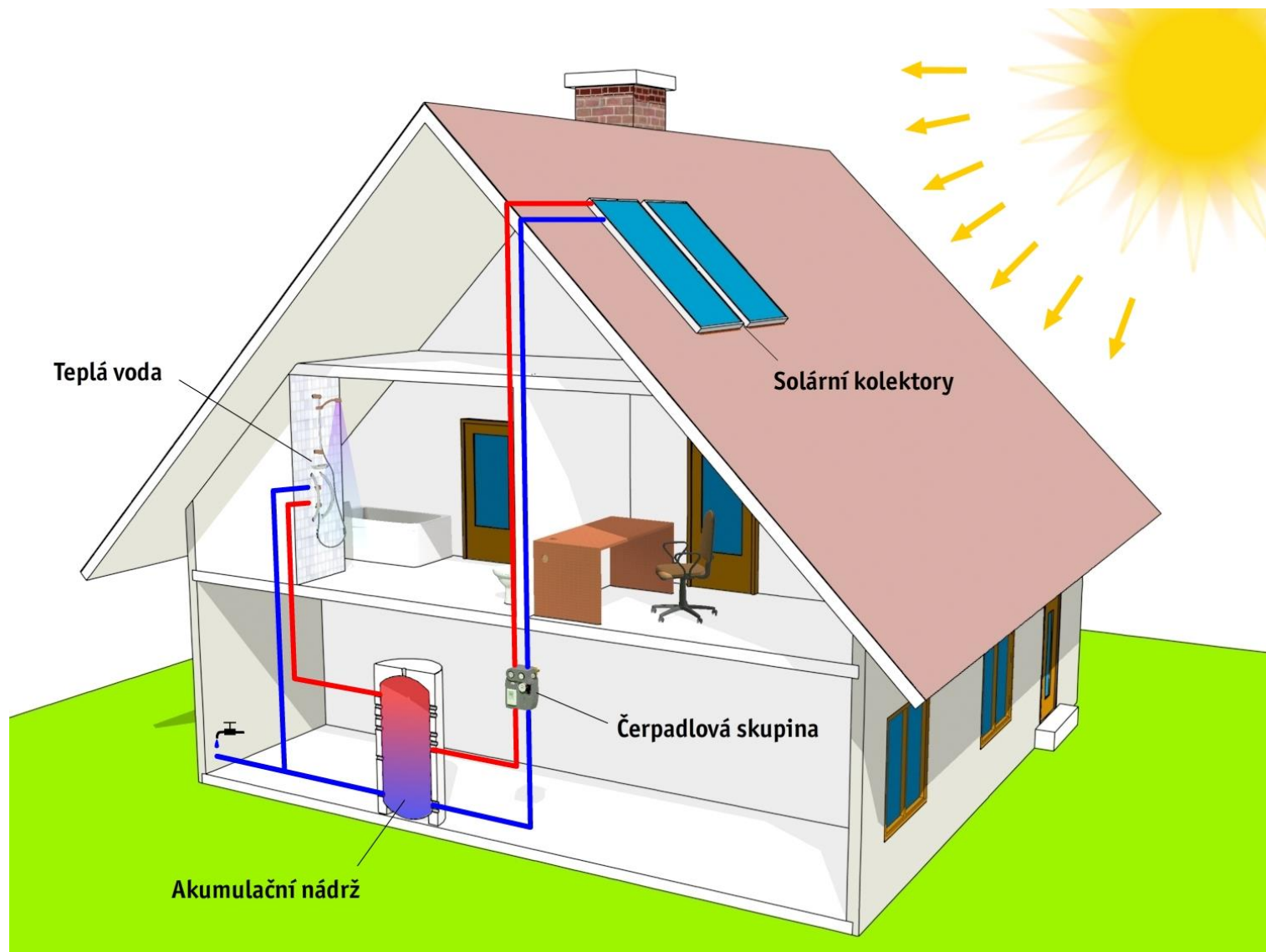
- **442 tis. Kč / 20 let**

- 547 tis. Kč / 20 let

POTŘEBA NEOBNOVITELNÉ PRIMÁRNÍ ENERGIE



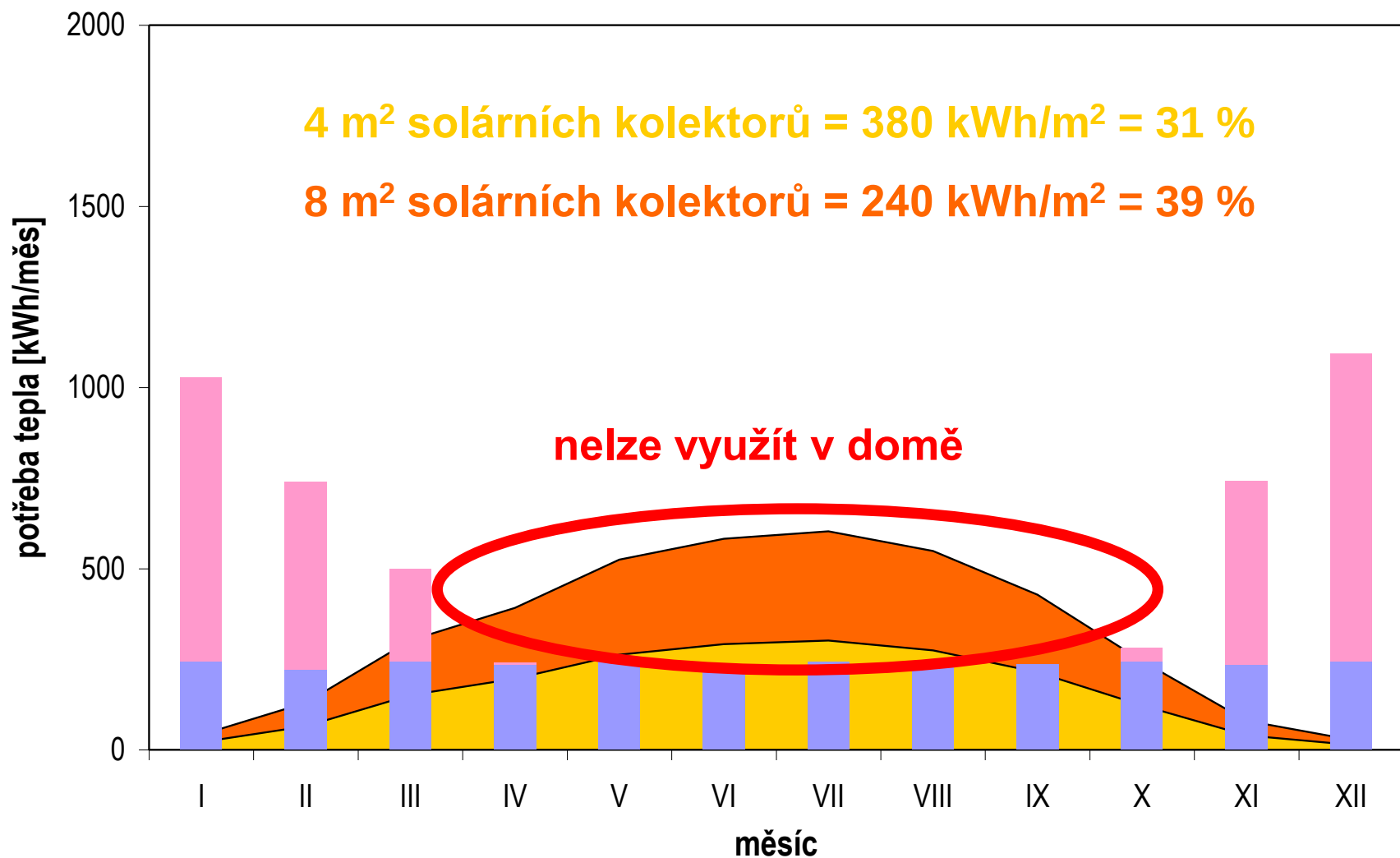
- **solární tepelné soustavy**
 - otázka vhodného návrhového pokrytí potřeby tepla
- **solární fotovoltaické systémy**
 - způsob využití elektřiny
- **tepelná čerpadla**
 - efektivita provozu
- **zdroje na spalování biomasy**
 - návrhový výkon, využitelnost

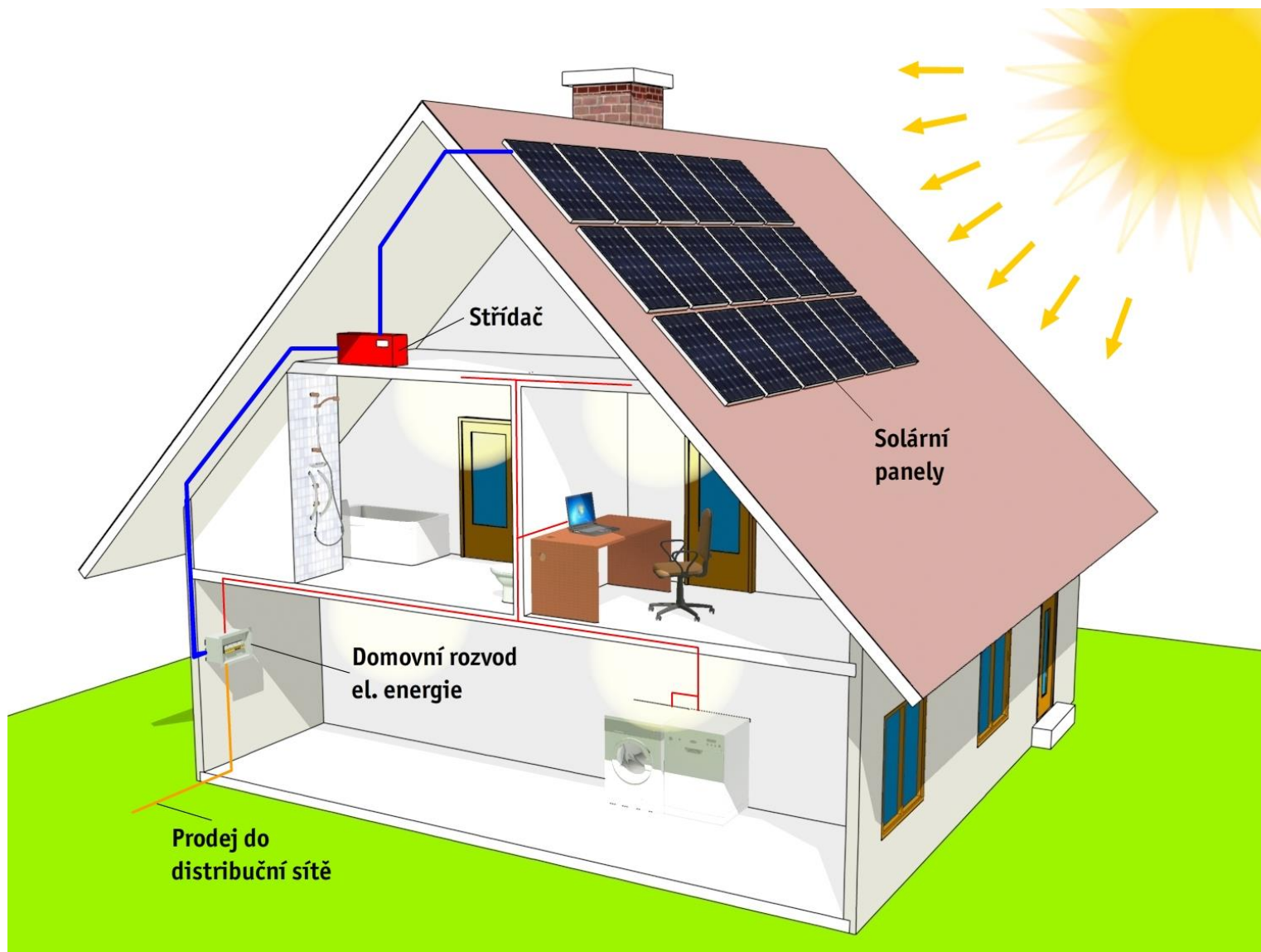


) PŘÍNOSY SOLÁRNÍCH TEPELNÝCH SOUSTAV

- měrné solární zisky x solární pokrytí
- čím **vyšší pokrytí** potřeby energie solární soustavou (= vyšší úspora emisí), tím **nižší měrný energetický zisk** (= horší ekonomika)
- minimální pomocná energie < 1 % ze zisků

Druh solární soustavy	pokrytí [%]	roční zisky [kWh/m ²]
Solární ohřev vody	40 až 60	350 až 400
Vytápění a ohřev vody	20 až 40	250 až 300





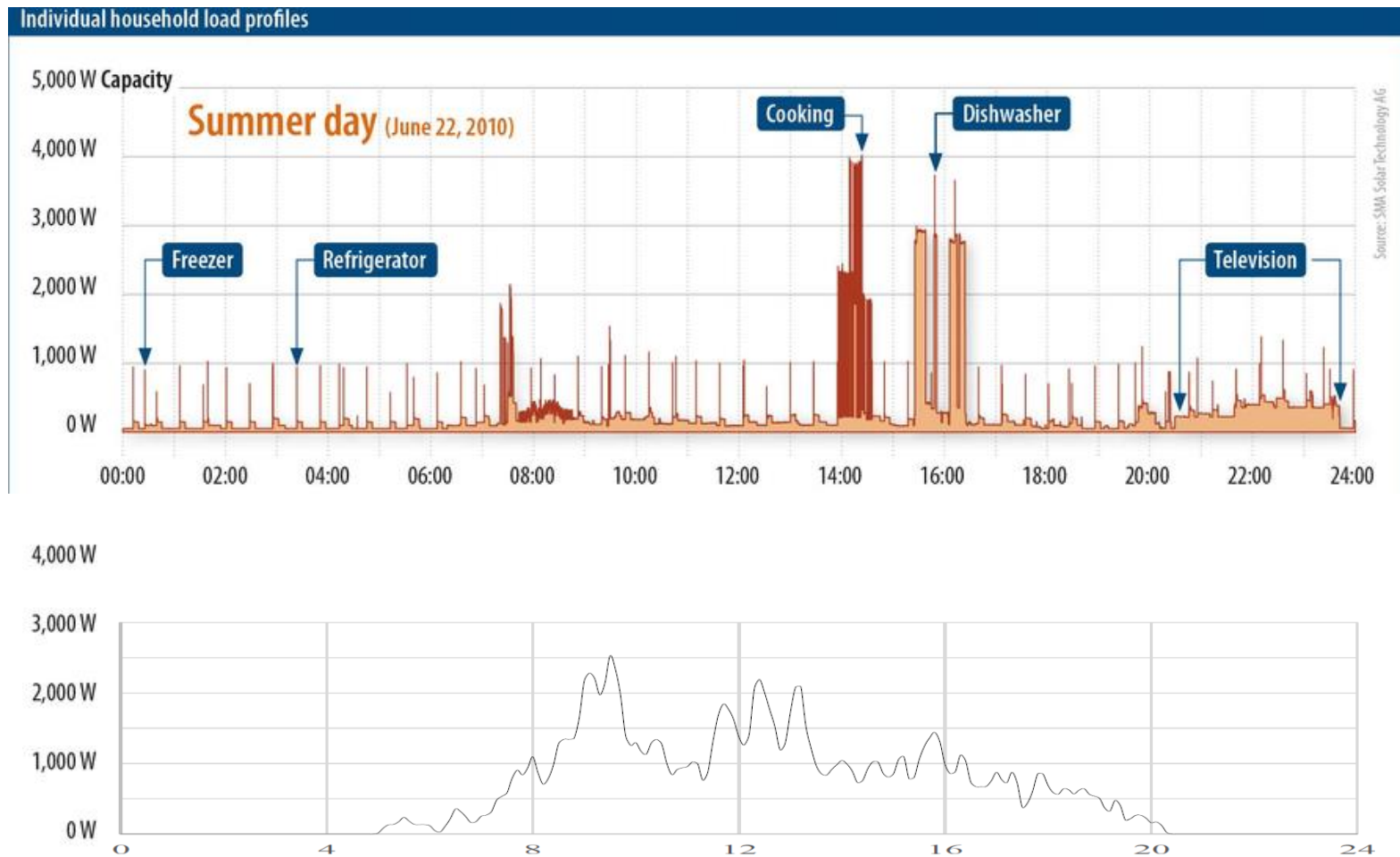
- **místní produkce elektrické energie**

- (administrativní) omezení dodávky do sítě, penále za přetoky, atd.
- maximalizace **využití pro místní spotřebu**
- kromě spotřebičů také ohřev vody, vytápění, (chlazení)

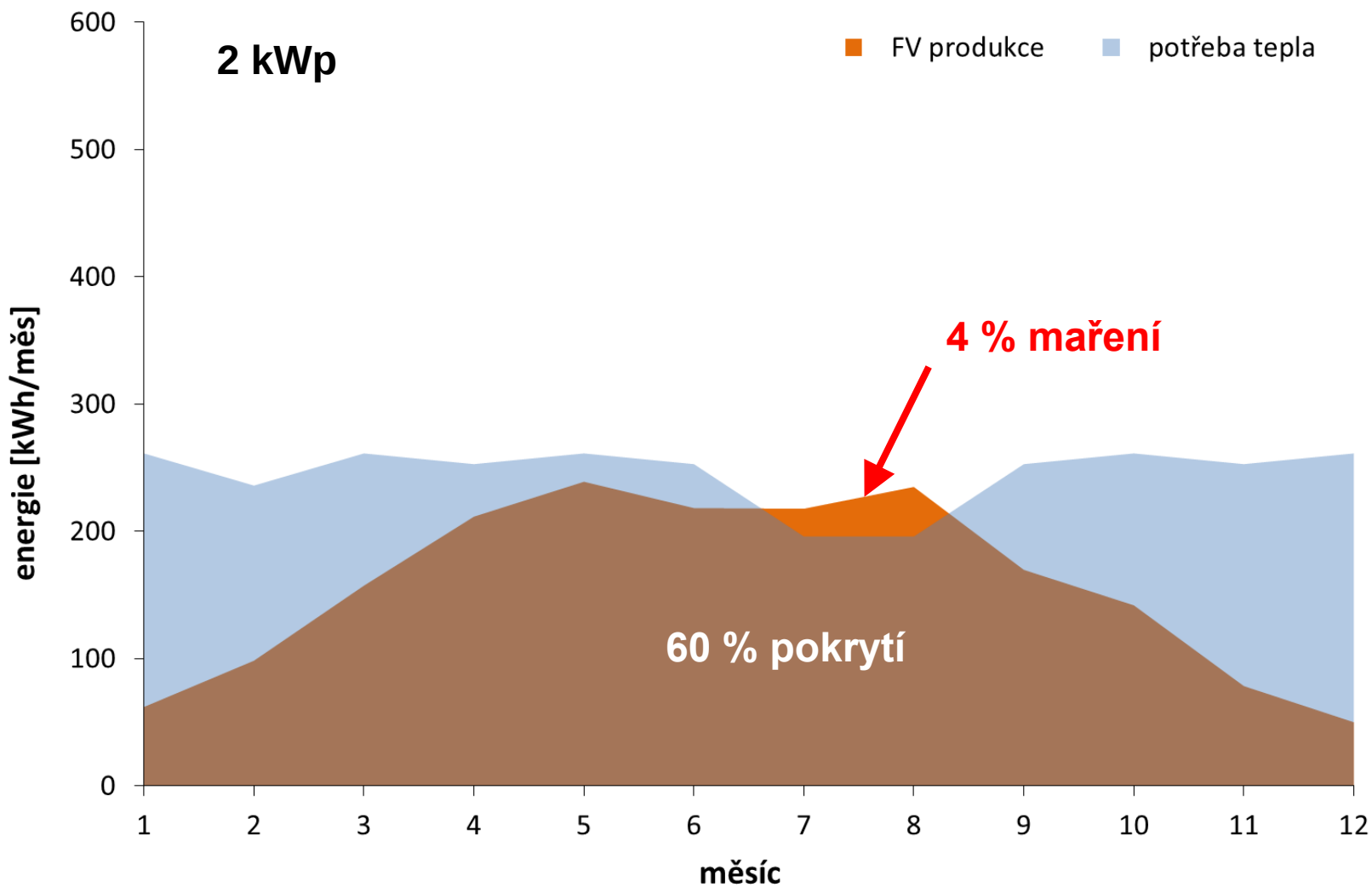
- **rozpor mezi výpočty a realitou**

- při výpočtovém hodnocení využití FV systémů v pasivních domech se běžně uvažuje fiktivní dodávka do sítě
- **v realitě k ní nedochází**
- proto výpočty krytí spotřeby elektrické energie (spotřebičů) musí pracovat **s hodinovým krokem (a kratším)**, nikoli s měsíčním!

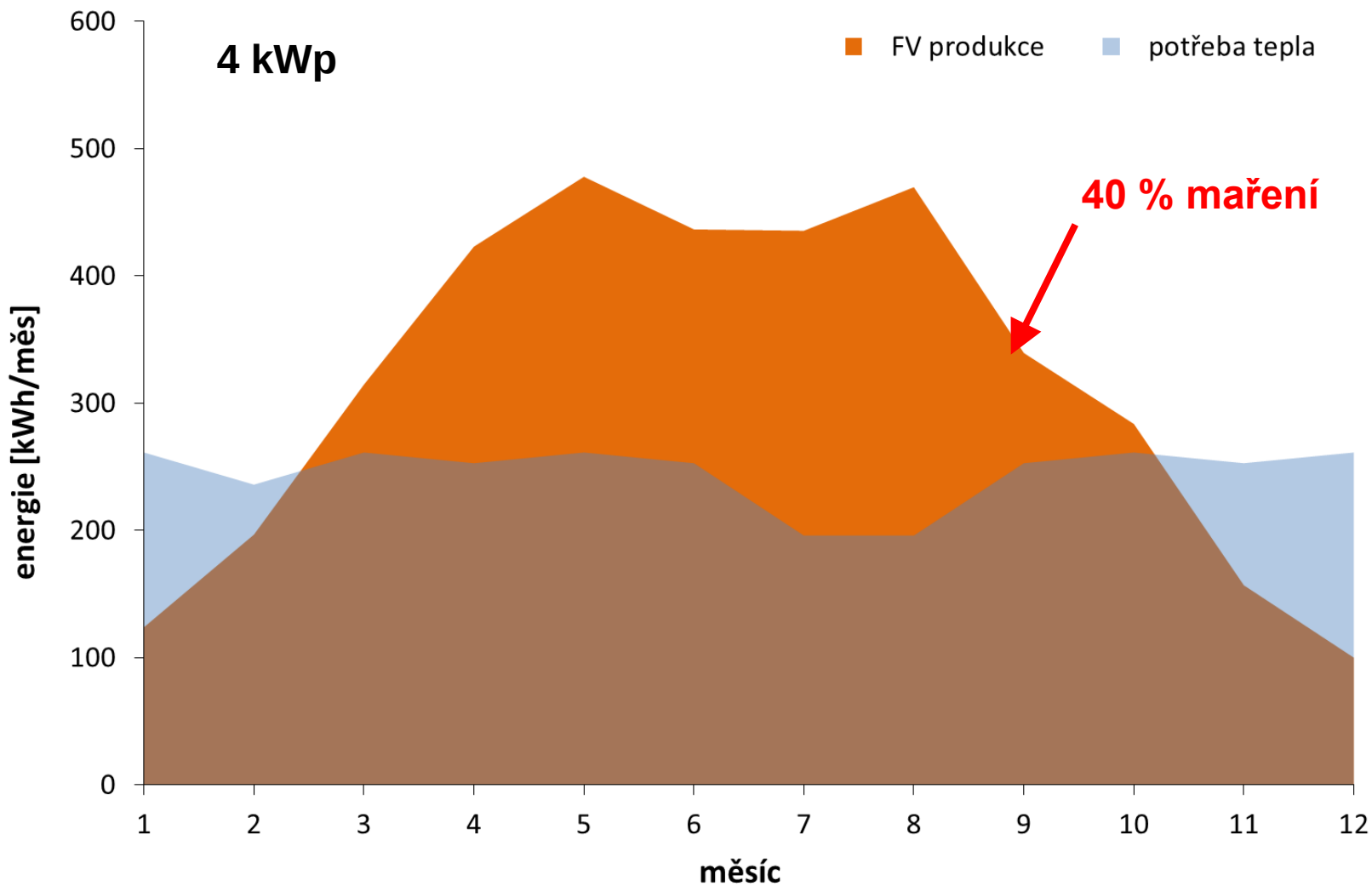
PRŮBĚH ODBĚRU ELEKTŘINY BĚHEM DNE

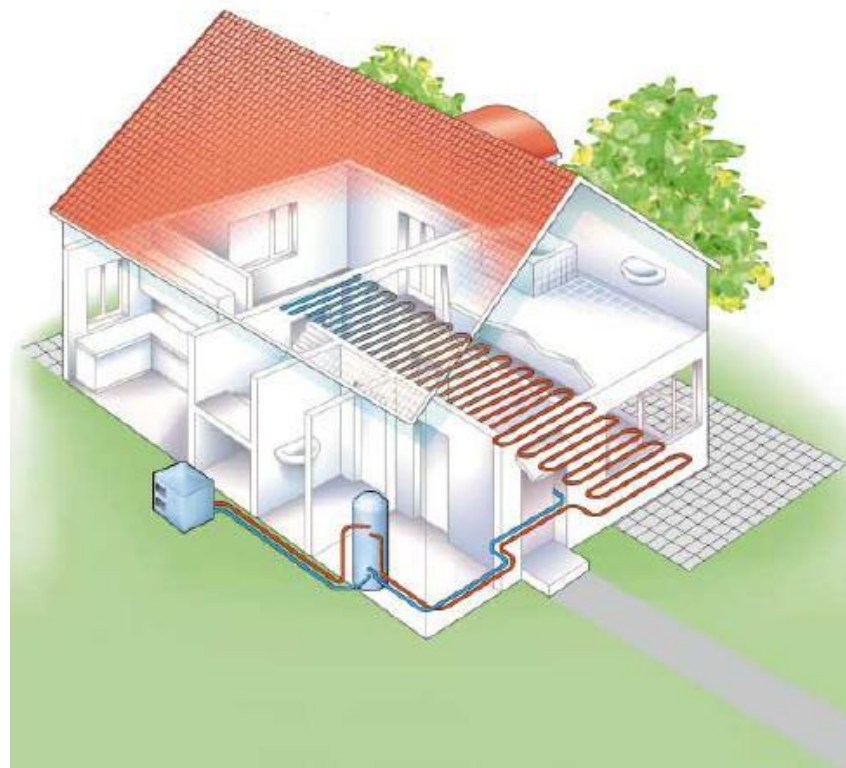


) FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY – OHŘEV VODY



) FOTOVOLTAICKÉ SYSTÉMY - OHŘEV VODY



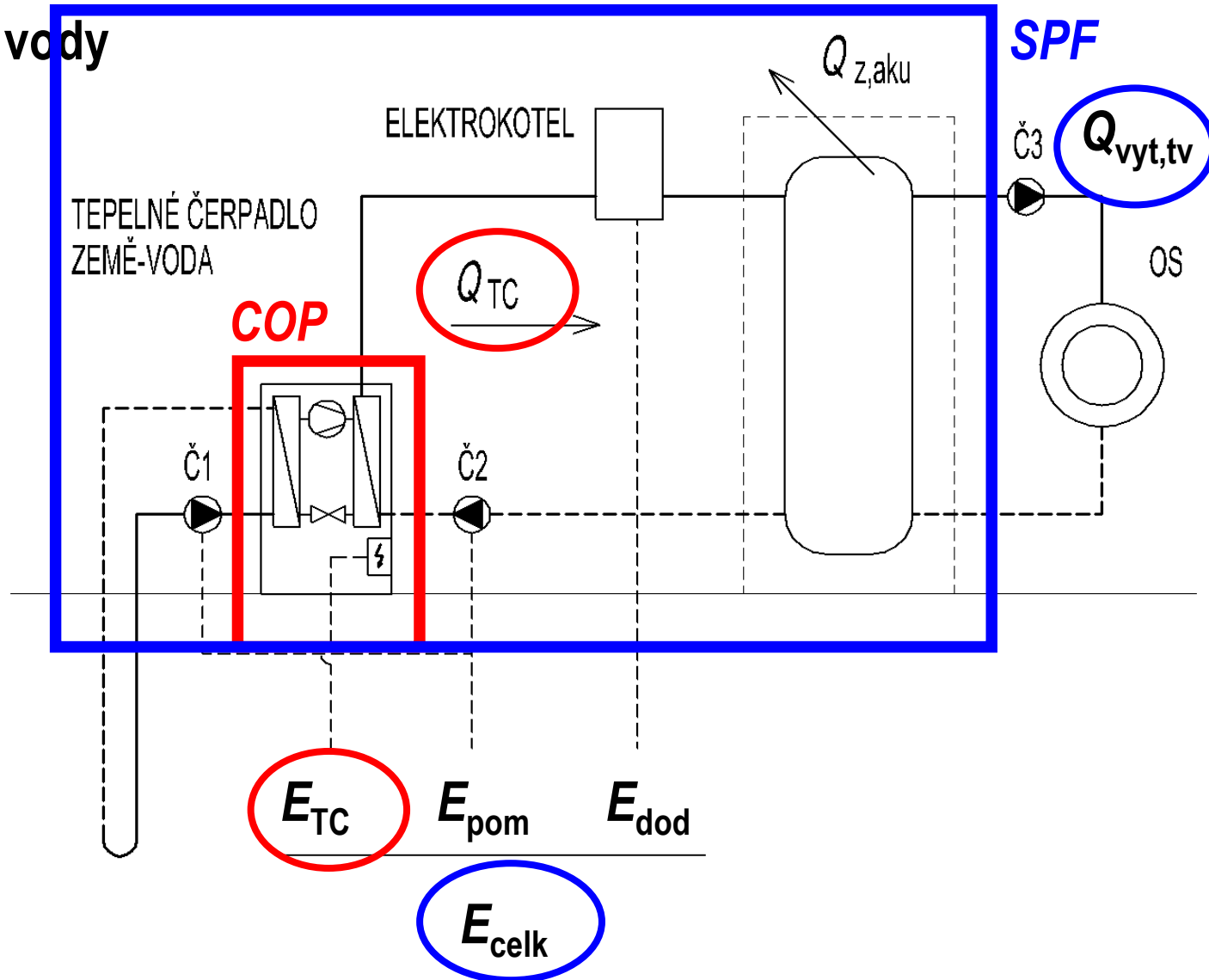


příprava teplé vody

vytápění

$$COP = \frac{Q_{TČ}}{E_{TČ}}$$

$$SPF = \frac{Q_{vyt, tv}}{E_{celk}}$$



- **rodinný dům**

- vytápěná plocha **150 m²**
- potřeba tepla na vytápění 3000 kWh/rok
- potřeba tepla na přípravu TV 3000 kWh/rok
- celková dodaná energie **6600 kWh/rok**

- **nízkoteplotní otopná soustava** **40/30 °C**

- **příprava TV** **45 °C**

55 °C

- **tepelné čerpadlo vzduch-voda 6.3 kW $COP = 3.0$ při A2/W35**
 - vytápění, příprava TV (55 °C) $SPF = 2.7$
 - vytápění, příprava TV (45 °C) $SPF = 2.9$

- **tepelné čerpadlo země-voda 5.8 kW $COP = 4.5$ při B0/W35**
 - vytápění, příprava TV (55 °C) $SPF = 3.0$
 - vytápění, příprava TV (45 °C) $SPF = 3.7$

- **nízkoteplotní otopná soustava**
- **příprava teplé vody**
 - vyhnout se požadavku na vysoké teploty
 - vyhnout se cirkulaci

**větší objemy
akumulace**

- **tepelné čerpadlo vzduch-voda 6.3 kW COP = 3.0 při A2/W35**

- vytápění, příprava TV (55 °C) $PE = 7200 \text{ kWh/rok}$

- vytápění, příprava TV (45 °C) $PE = 6700 \text{ kWh/rok}$

- **tepelné čerpadlo země-voda 5.8 kW COP = 4.5 při B0/W35**

- vytápění, příprava TV (55 °C) $PE = 6500 \text{ kWh/rok}$

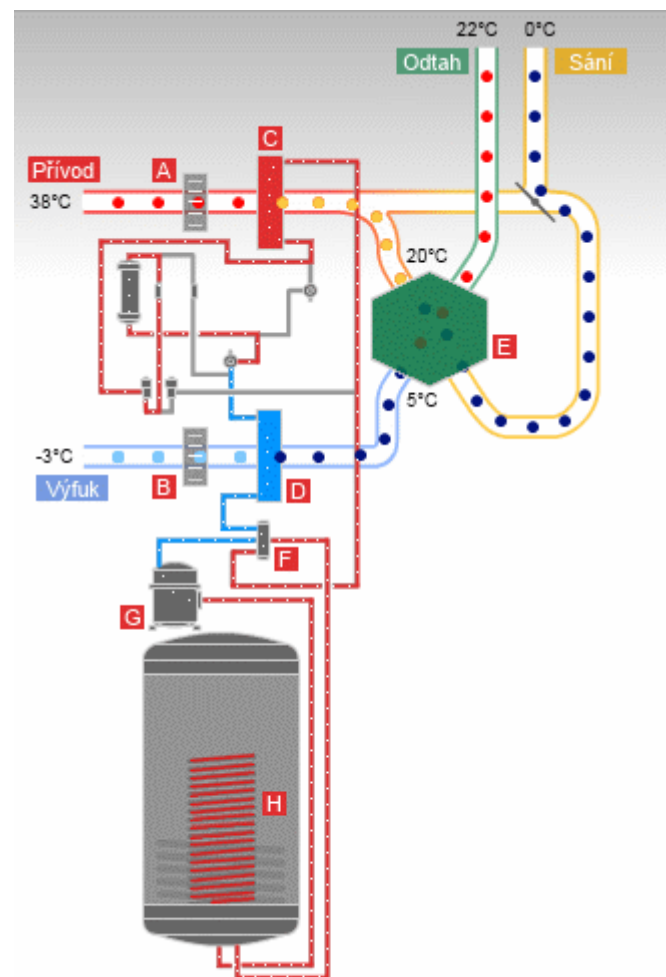
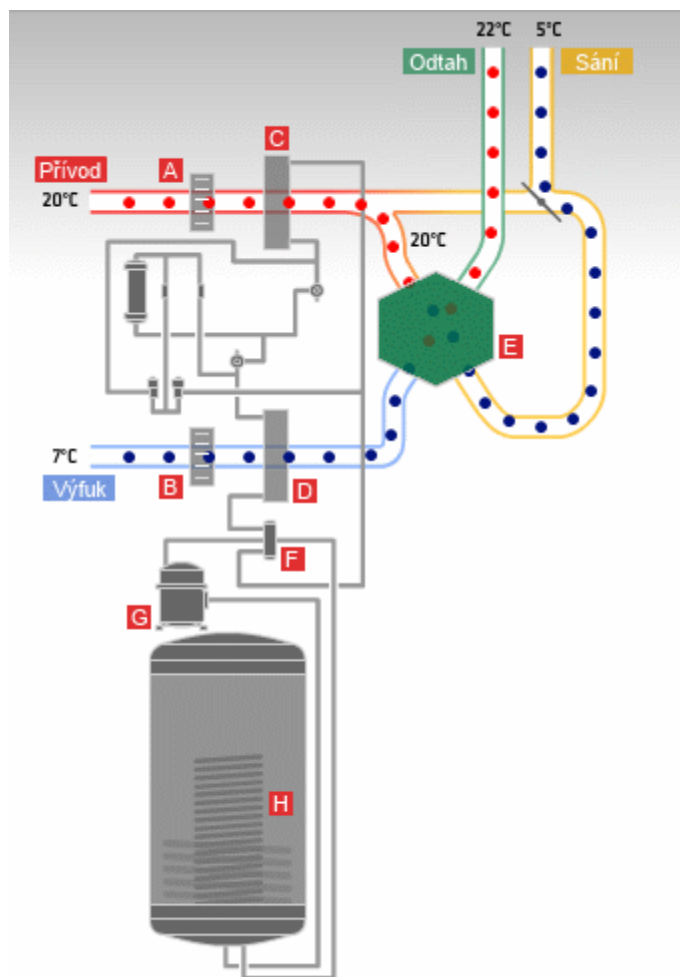
- vytápění, příprava TV (45 °C) $PE = 5300 \text{ kWh/rok}$



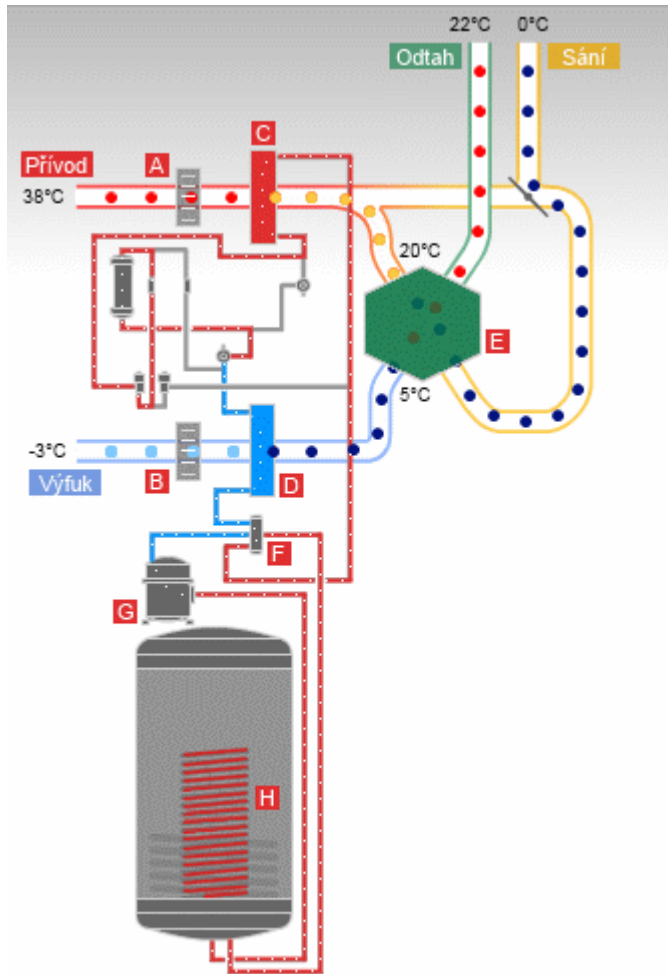
- **plynový kondenzační kotel + solární systém 1800 kWh/rok**

- vytápění, příprava TV $PE = 5700 \text{ kWh/rok}$

VĚTRACÍ JEDNOTKY S TEPELNÝM ČERPADLEM



VĚTRACÍ JEDNOTKY S TEPELNÝM ČERPADLEM



- **výparník**
 - 100 m³/h, ochlazení z 5°C na -3°C
 - chladicí výkon **269 W**
- **kondenzátor**
 - 100 m³/h, ochřátí z 20°C na 38°C
 - topný výkon **606 W**
- **energetická náročnost vč. ventilátorů**
 - el. příkon **337 W**, **COP = 1.8**
 - roční **SPF = 1.67** (včetně ohřevu TV), podle Passivehaus Institut, Darmstadt



tomas.matuska@uceeb.cz