

Efektivní využití OZE v budovách

Tomáš Matuška

Ústav techniky prostředí, Fakulta strojní

RP2 – Energetické systémy budov

Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

ČVUT v Praze

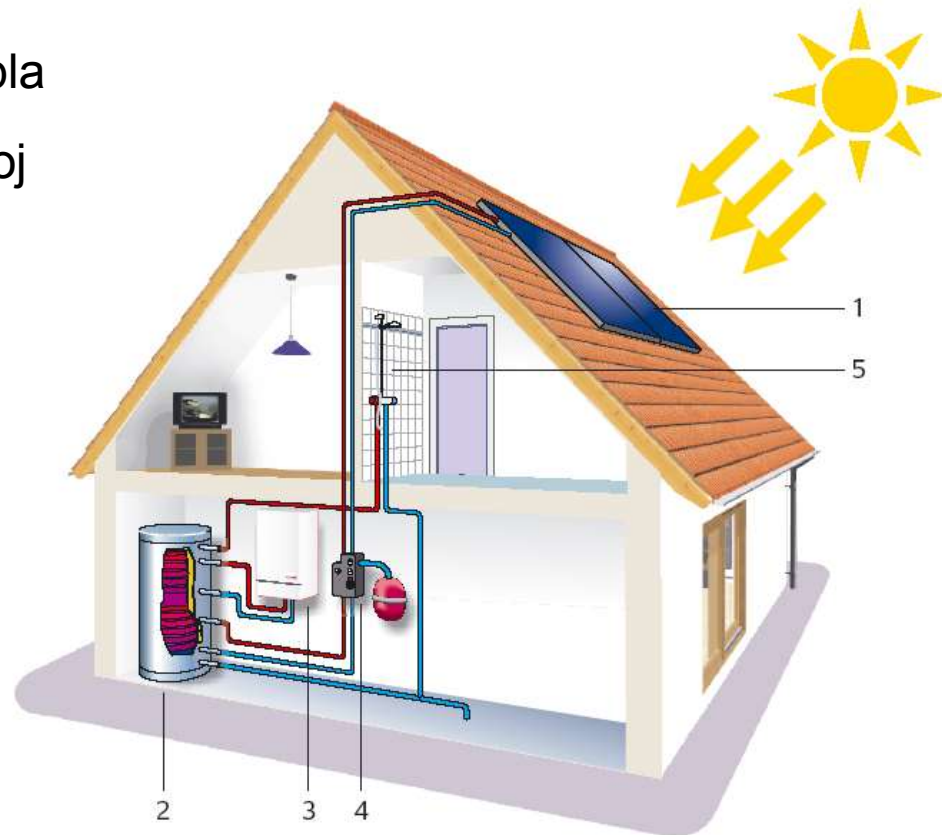
- **sluneční energie**

- základ v podstatě veškerého využitelného „přírodního“ tepla
- přímé využití - solární kolektory, **solární tepelné soustavy**
- ohřev zemského povrchu, ohřev vzduchu - **tepelná čerpadla**
- vázaná fotosyntézou jako chemická energie organické hmoty – **kotle**



zdroj: Buderus

- **úsporná opatření**
 - nelze zapnout
 - nejsou klasickým zdrojem tepla
 - nenahrazují 100% hlavní zdroj
- **100% bezemisní**
- **100% ekologické**



) JAK POZNAT KVALITNÍ SOLÁRNÍ KOLEKTOR?



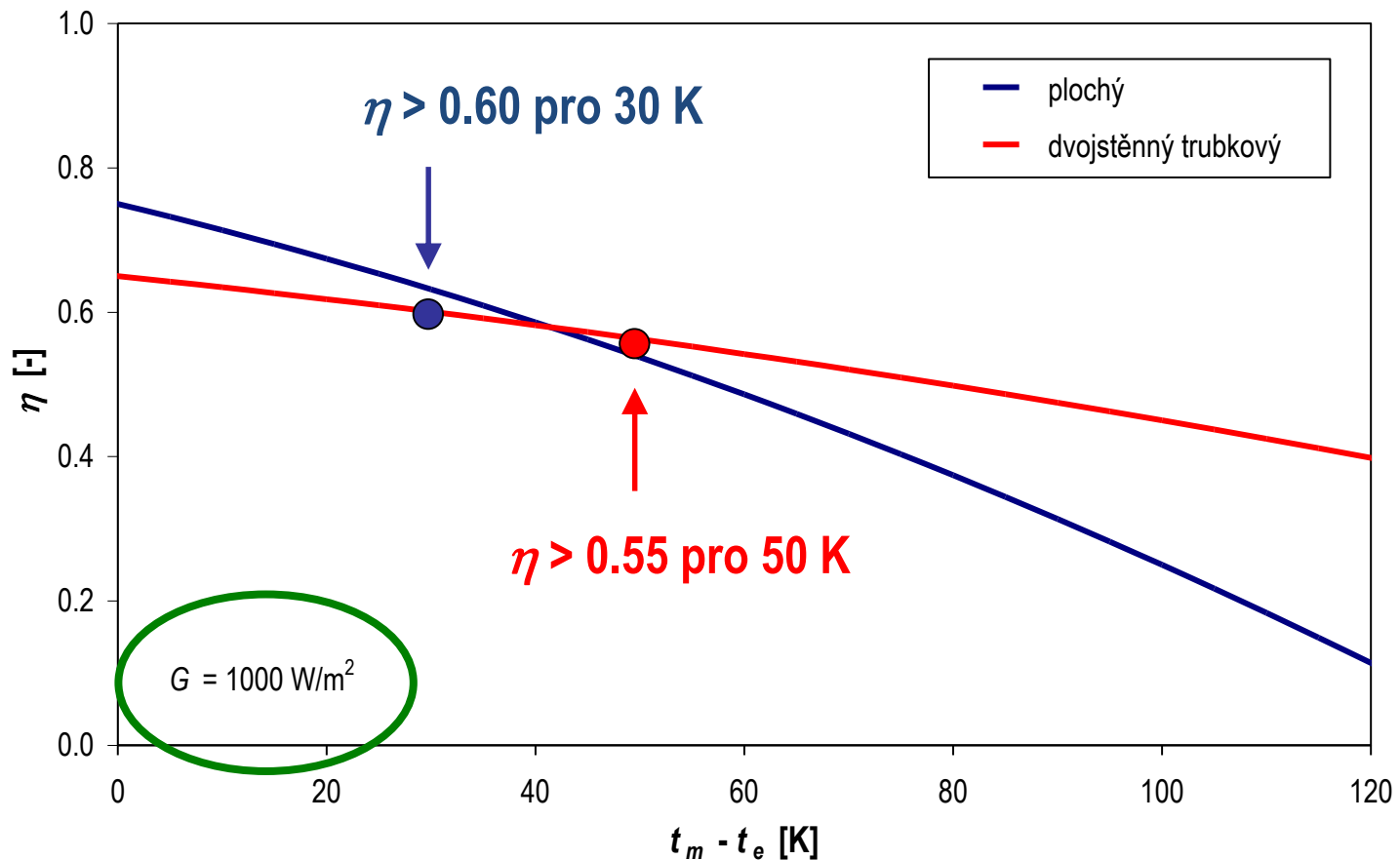
) SOLÁRNÍ KOLEKTORY – POŽADAVKY

- **protokol o zkoušce** v souladu s ČSN EN 12975 (nebo s novou ČSN EN ISO 9806)
 - splnění požadavků normy, **žádný jiný certifikát není potřeba**
 - **výkonová zkouška** – jak je kolektor výkonný, poklady pro projektanty pro navrhování, koeficienty křivky účinnosti η_0 , a_1 , a_2
 - **spolehlivostní zkoušky** – kolik toho kolektor „vydrží“
- norma není harmonizovaná, **není možné používat CE**
- **Solar Keymark** – značka CEN o splnění požadavků, inspekce výroby, řízení kvality výroby (ISO 9001)



SOLÁRNÍ KOLEKTORY – POŽADAVKY

- minimální účinnost** - vyhláška 441/2012 Sb. požaduje pro nové instalace s investiční podporou tepla z OZE (podle zákona o podporovaných zdrojích energie)



) ENERGETICKÉ PŘÍNOSY (RODINNÉ DOMY, BYTOVÉ DOMY)

- ohřev bazénů

- 400 až 600 kWh/m².rok

- příprava teplé vody

- 350 až 500 kWh/m².rok

- **350 kWh/m².rok**

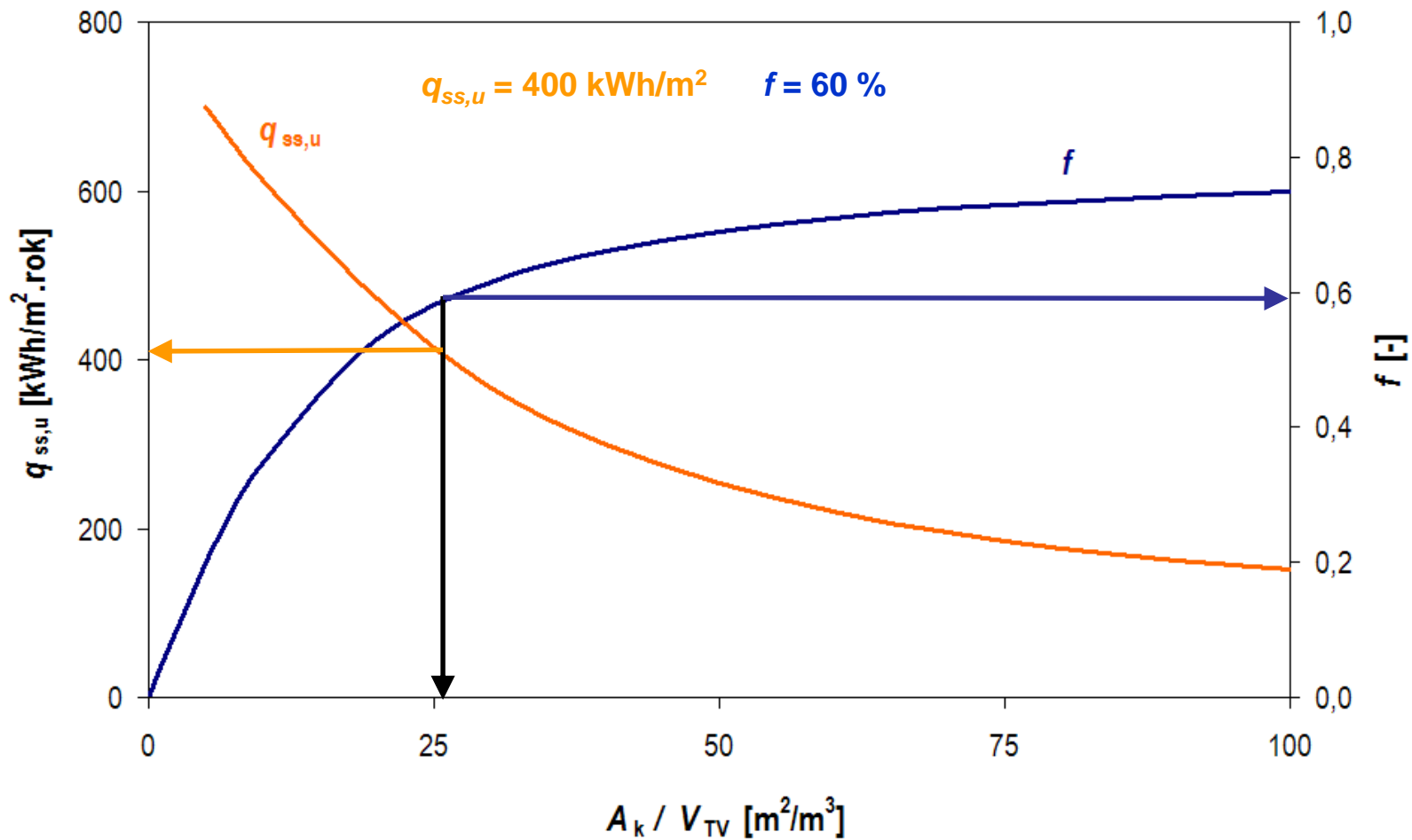
- kombinace s vytápěním

- 250 až 350 kWh/m².rok

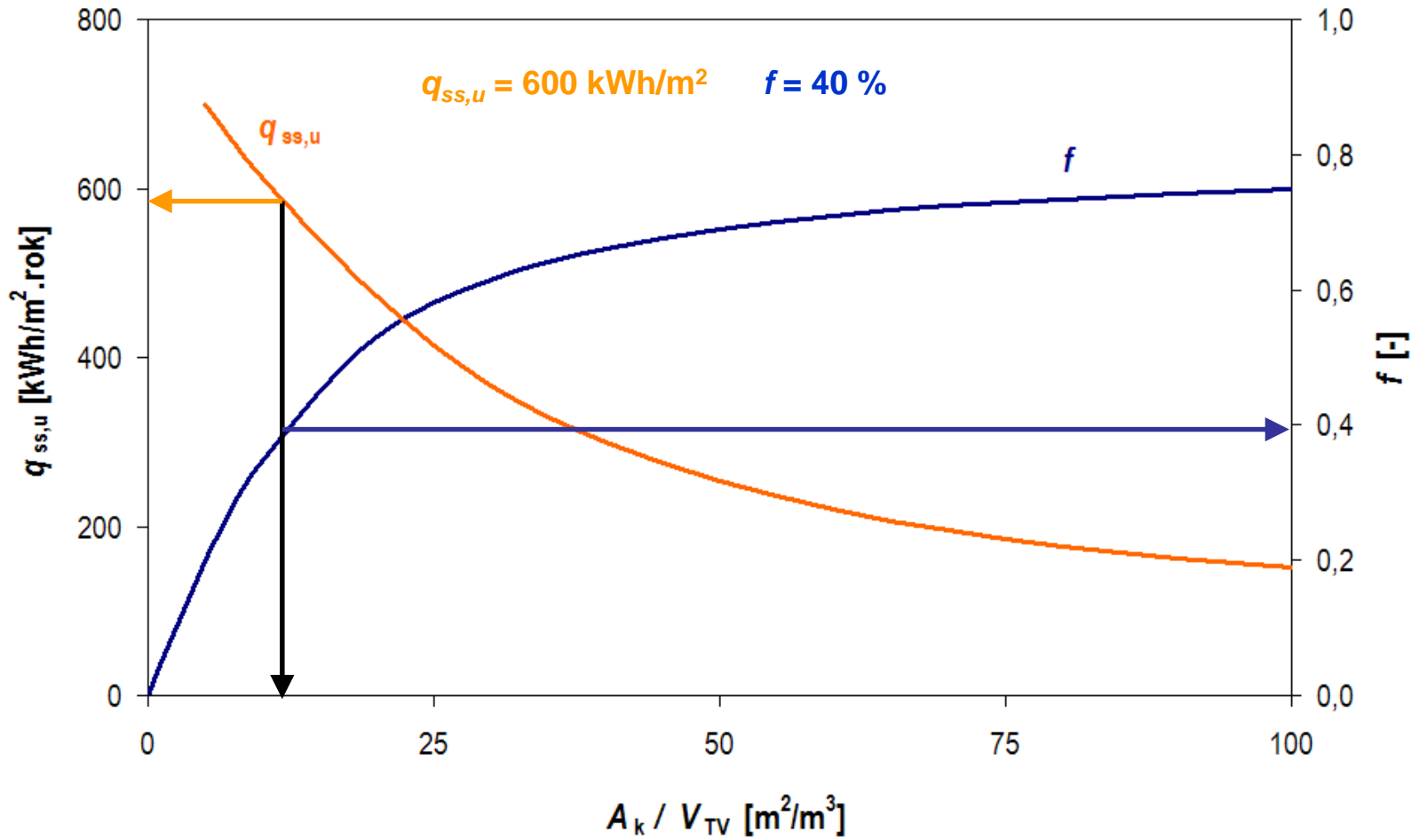
- **280 kWh/m².rok**



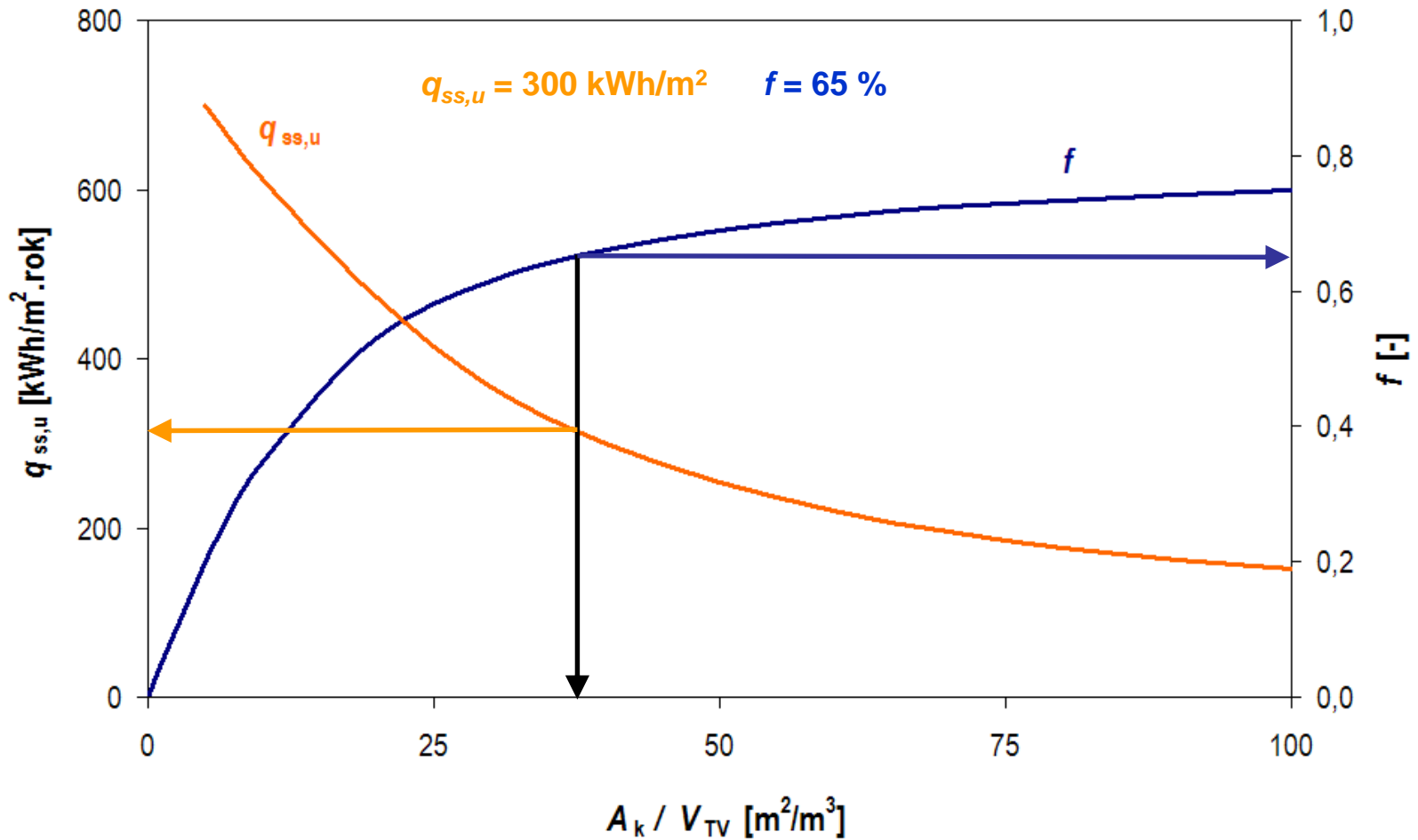
) JAK NAVRHNOUT SOLÁRNÍ SOUSTAVU?



) JAK NAVRHNOUT SOLÁRNÍ SOUSTAVU?

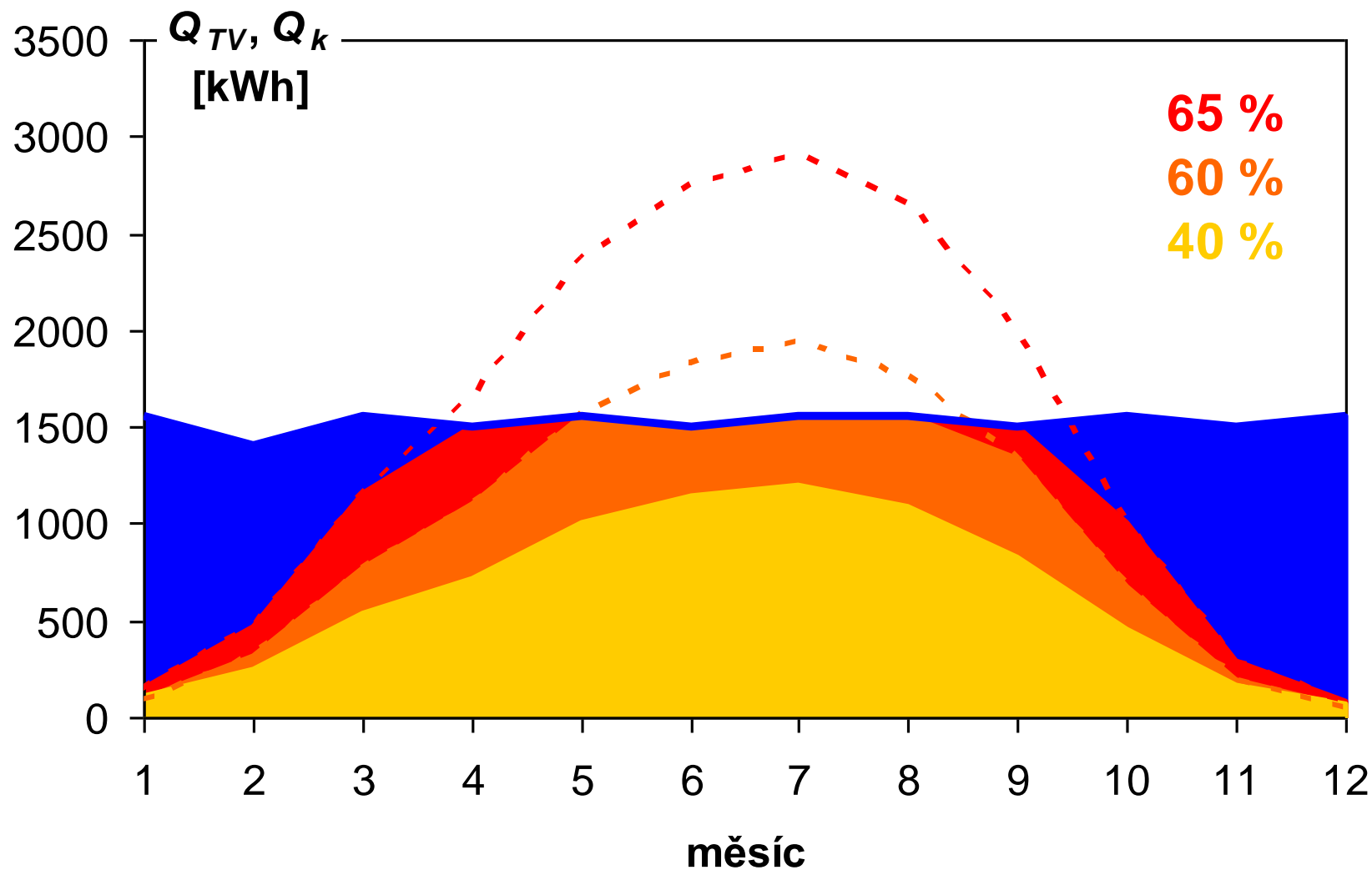


) JAK NAVRHNOUT SOLÁRNÍ SOUSTAVU?

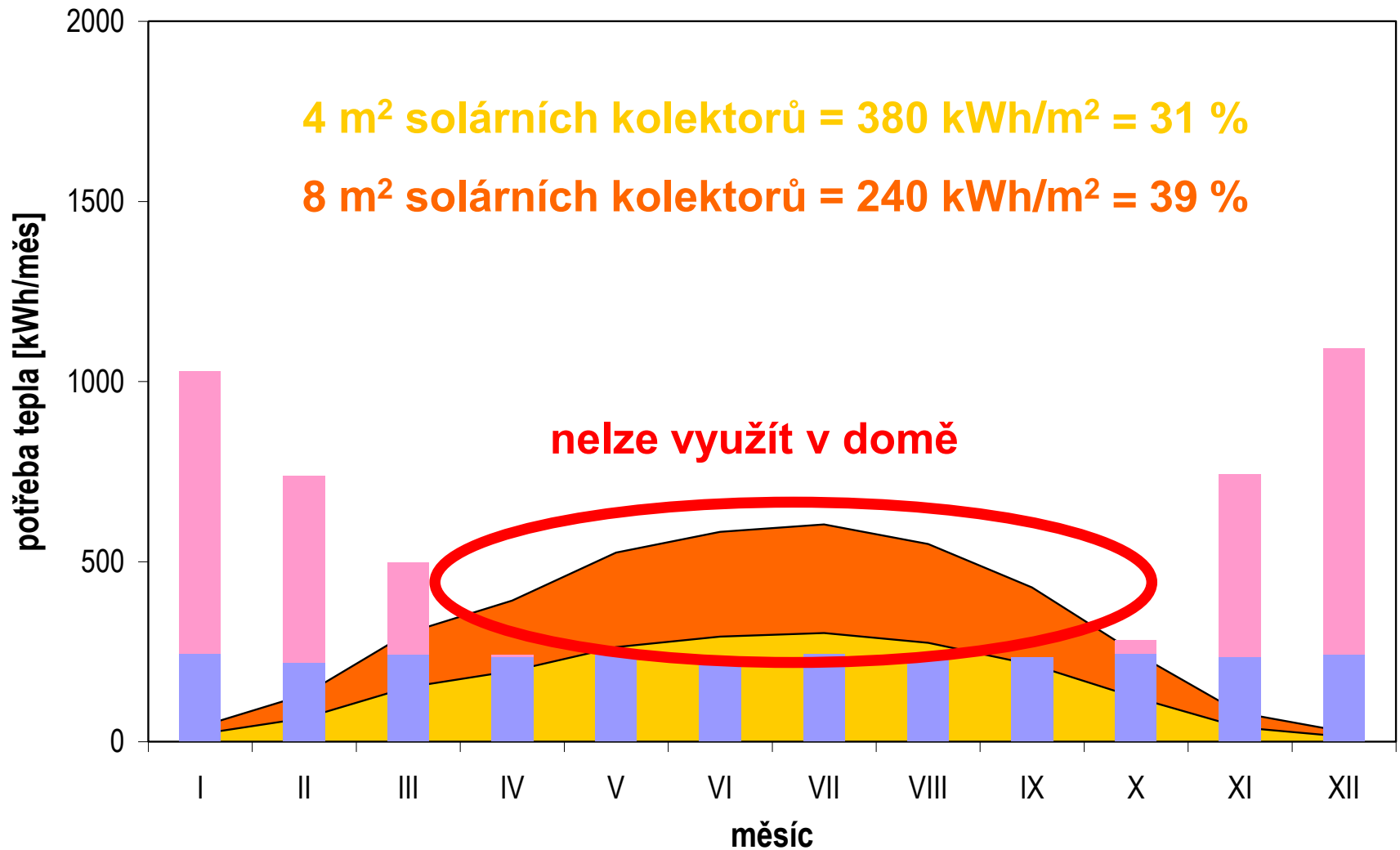


s rostoucím solárním pokrytím klesají měrné zisky soustavy

) JAK NAVRHNOUT SOLÁRNÍ SOUSTAVU?



) JAK NAVRHNOUT SOLÁRNÍ SOUSTAVU?



) JAK NAVRHNOUT SOLÁRNÍ SOUSTAVU?

- **ekonomické řešení**

- maximalizace měrných zisků solární soustavy $q_{ss,u}$ [kWh/m²rok] =
minimalizace plochy kolektorů

- **ekologické řešení**

- maximalizace solárního pokrytí f [%] = maximální nahrazení primárních paliv = maximalizace plochy kolektorů

- **omezené řešení**

- podmínky struktury budovy, omezující parametry (velikost střechy, možný sklon a orientace kolektorů, architektonické souvislosti)

správně navržená solární soustava splňuje očekávání investora

- **vysoká teplota v kolektorech**
 - špatně pracující solární soustava!
- **zaručení teploty v zásobníku např. 60 °C**
 - kdy během roku? kdy během dne? závislé na odběru!
- **„funkční“ solární soustava**
 - „běží oběhové čerpadlo“, „předává se energie do zásobníku“, „kolektor v dosahuje teploty 70 °C“
 - **solární soustava dodává slíbený tepelný zisk během roku**

) JAK POZNAT KVALITNÍ TEPELNÉ ČERPADLO?



- **protokol ze zkušební laboratoře**

- zkouška v souladu ČSN EN 14511
- pro spolehlivé energetické zhodnocení provozu nestačí pouze 1 bod
- od září 2015: požadavek na min. počet bodů pro energetický štítek

- **požadavky NZÚ** na efektivitu tepelných čerpadel

- **minimální COP**

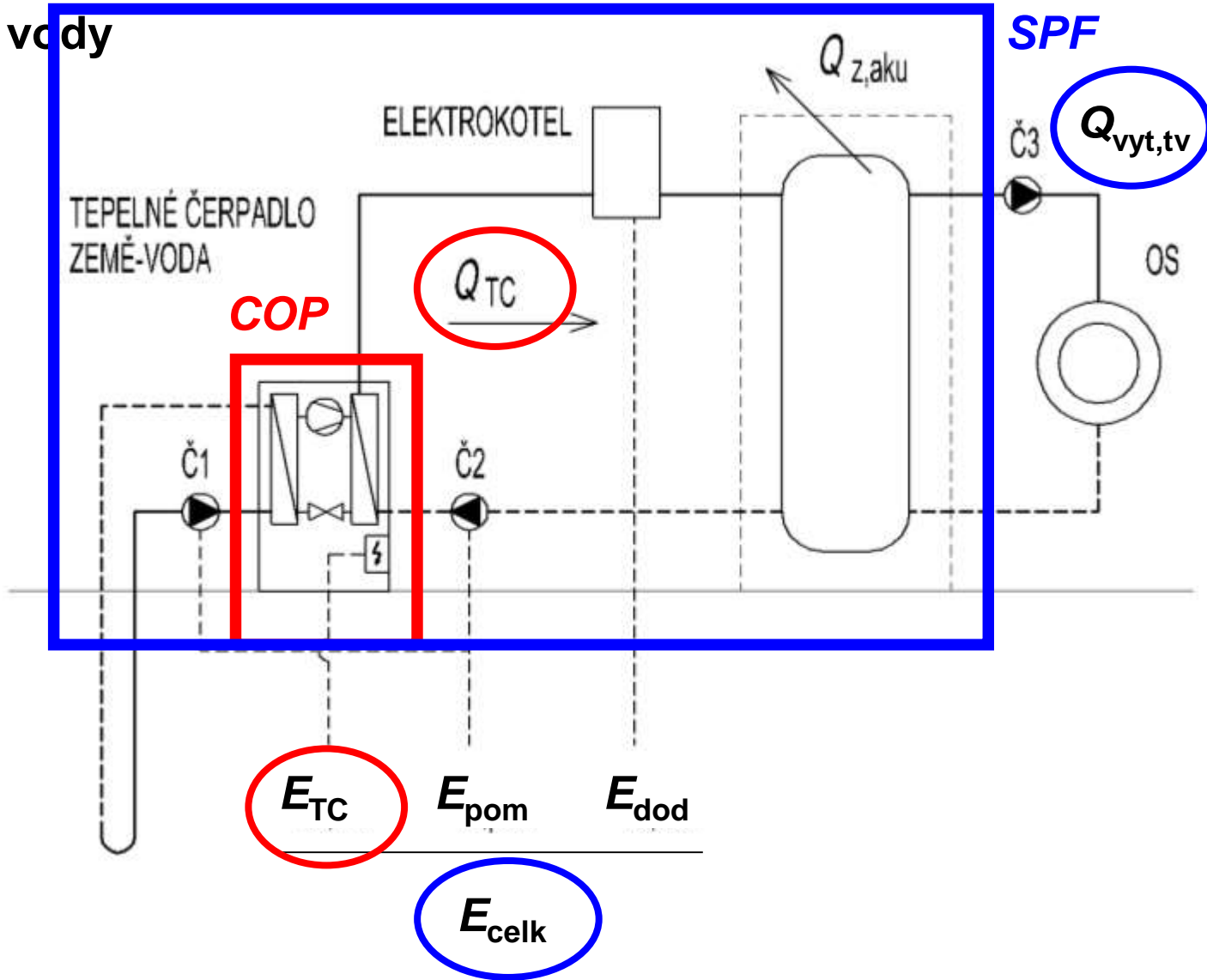
- | | | |
|---------------|---------|---------------------|
| – vzduch-voda | A2/W35 | COP > 3.1 |
| – země-voda | B0/W35 | COP > 4.3 |
| – voda-voda | W10/W35 | COP > 5.1 |



HODNOCENÍ SOUSTAV S TEPELNÝMI ČERPADLY

příprava teplé vody

vytápění



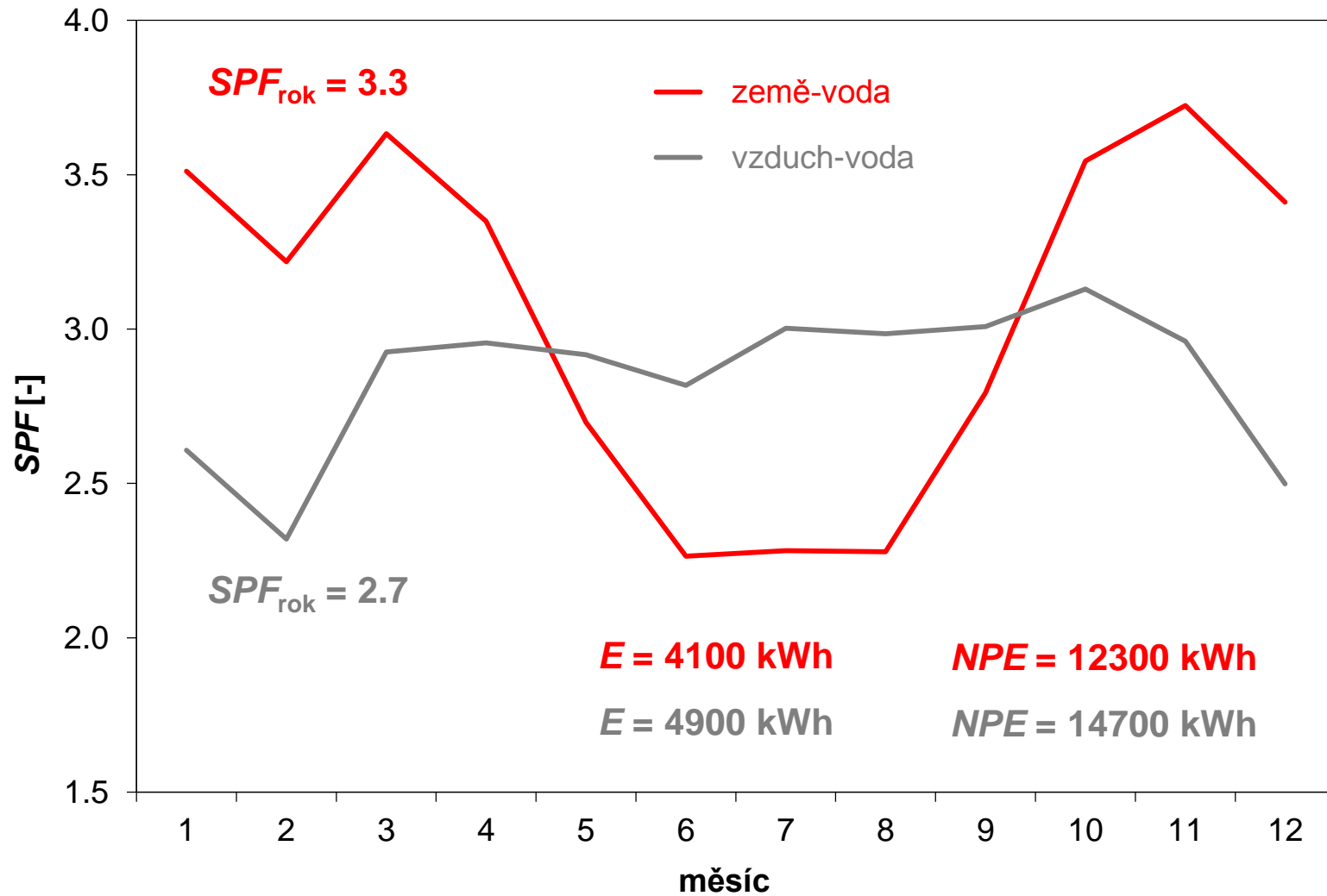
$$COP = \frac{Q_{TČ}}{E_{TČ}}$$

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

- **rodinný dům 150 m², 4 osoby**
 - běžný standard, pasivní standard
 - příprava teplé vody na 55 °C

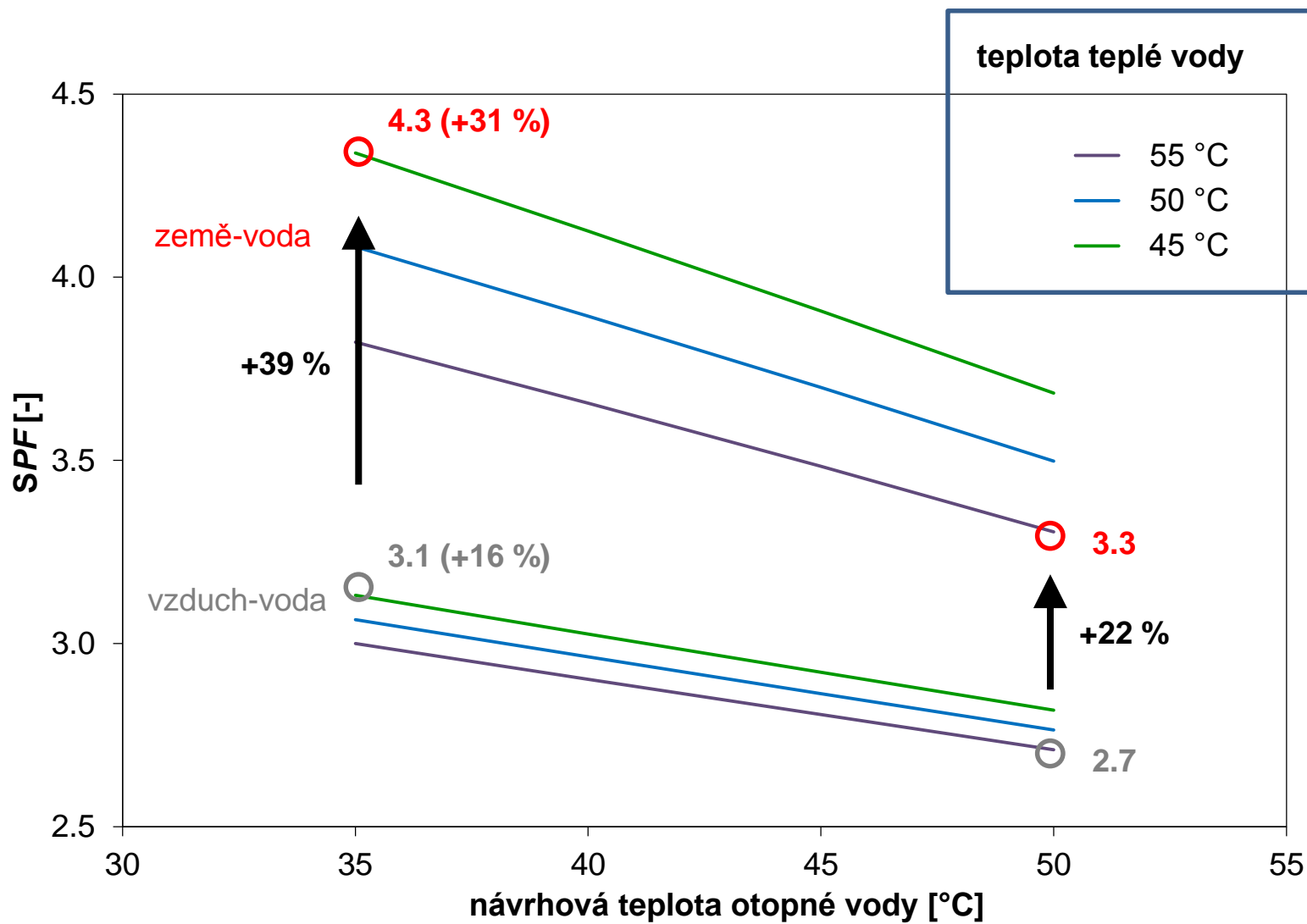
	běžný	pasivní
součinitel U_{em}	0,38 W/m ² .K	0,22 W/m ² .K
větrání se ZZT (účinnost)	ne (-)	ano (80 %)
těsnost n_{50}	3,0 1/h	0,6 1/h
tepelná ztráta	7,2 kW	3,2 kW
otopná soustava	50 /40 °C	30 / 25 °C
vytápění	10085 kWh/rok	3018 kWh/rok
teplá voda [kWh/rok]	3515 kWh/rok	3515 kWh/rok
TČ vzduch-voda A2/W35	6,3 kW / COP = 3,2	
TČ země-voda B0/W35	5,8 kW / COP = 4,5	

) BĚŽNÝ DŮM – ROČNÍ BILANCE

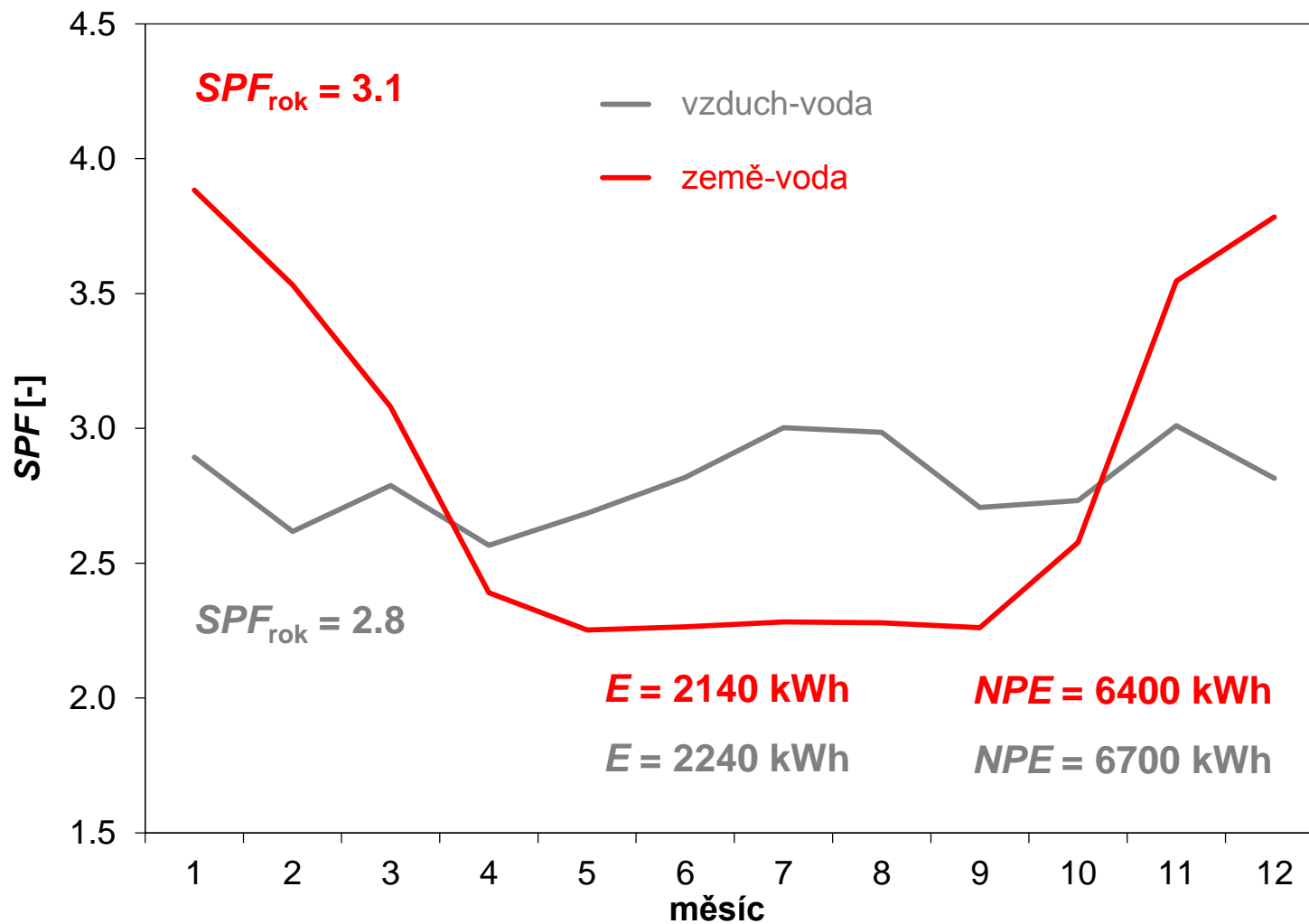


plynový kondenzační kotel NPE = 15700 kWh ($\eta = 95\%$)

) BĚŽNÝ DŮM – JAK ZLEPŠIT EFEKTIVITU?

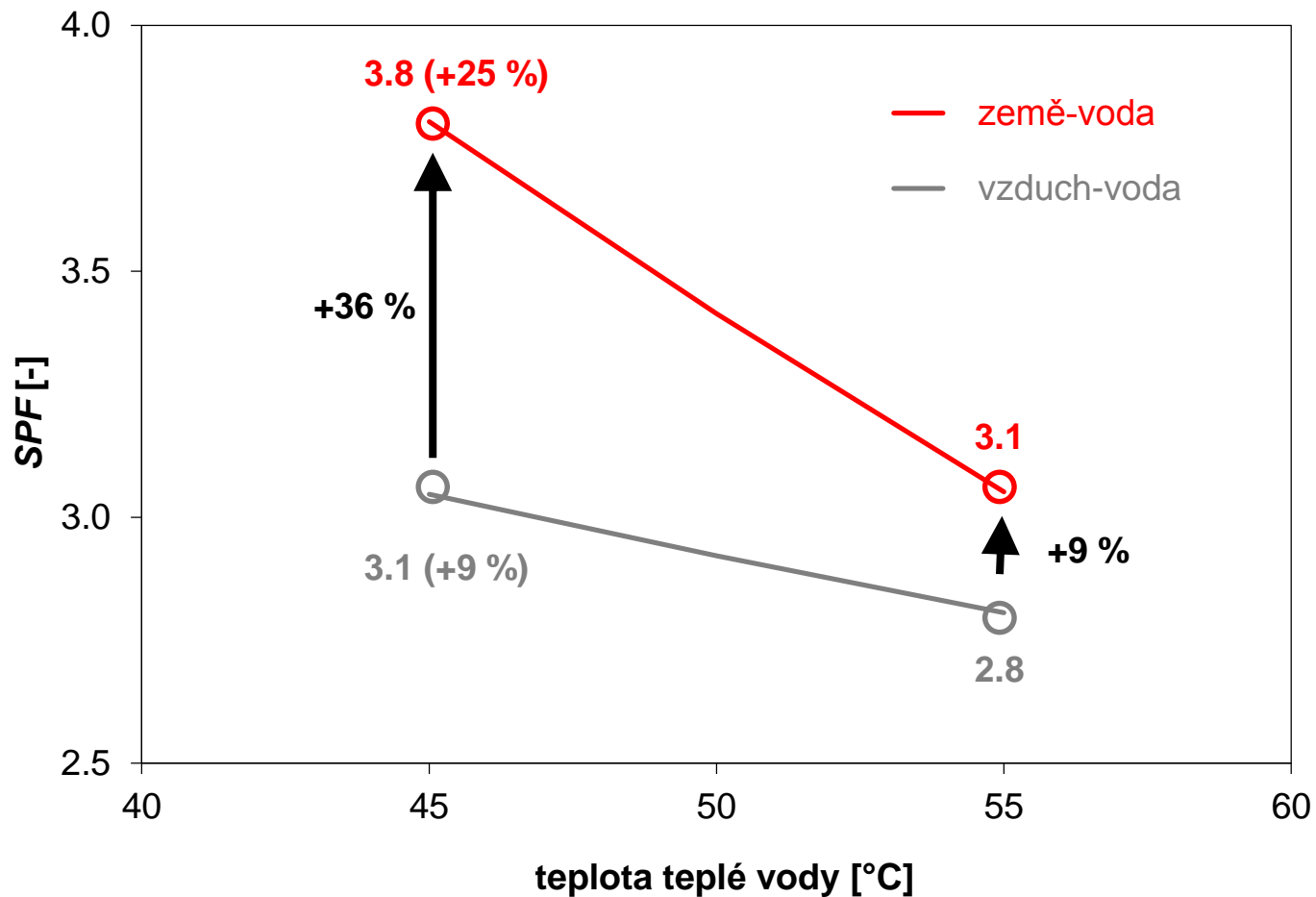


) PASIVNÍ DŮM – ROČNÍ BILANCE



plynový kondenzační kotel $NPE = 7600$ kWh (95 %)

) PASIVNÍ DŮM – JAK ZLEPŠIT EFEKTIVITU?



- **varianta nezateplený**
 - tepelná ztráta 88 kW
 - otopná voda 70/50 °C
- **varianta zateplený**
 - tepelná ztráta 49 kW
 - otopná voda 50/40 °C
- **teplá voda**
 - ohřev na 55 °C
 - 80 obyvatel, 1200 m³/rok



BYTOVÝ DŮM – PŘÍKLAD POUŽITÍ

	varianta „bez zateplení“		varianta „rekonstrukce“	
	příprava TV	vytápění	příprava TV	vytápění
potřeba tepla domu [GJ]	375 (38 %)	625 (62 %)	375 (58 %)	274 (42 %)
	1000		649	
dodané teplo z TČ [GJ]	375	567	375	257
	941		632	
potřeba elektřiny TČ [MWh]	40,4	58,6	40,4	22,4
	99,0		62,8	
topný faktor TČ [-]	2,57	2,69	2,57	3,19
	2,64		2,79	
teplo ze záložního zdroje [GJ]	0	59	0	17
	59		17	
pomocné el. energie [MWh]	0,3	0,4	0,3	0,2
	0,7		0,5	
doba provozu TČ [h]	1613	2667	2150	1662
	4280		3812	

- **jak dosáhnout nízké spotřeby elektrické energie?**
 - kvalitní a **trvanlivé** tepelné čerpadlo
 - **nízkoteplotní** otopná soustava (velkoplošné sálavé vytápění)
 - **nízkoteplotní** příprava teplé vody na max. 45 °C (větší zásobníky)
 - správný návrh a provedení zdroje tepla (délka vrtů, plocha zemních výměníků, průtok vzduchu, vydatnost studny)
 - úsporná oběhová čerpadla, nízká potřeba pomocné el. energie
 - minimalizovat dodatkový elektrický ohřev - **monovalentní** řešení

) JAK VYBRAT FIRMU?

- **tradice firmy**
 - více než 5 let na trhu
- **reference**
 - realizované a funkční instalace
- **certifikované výrobky**
 - zkušební protokoly z akreditované laboratoře
- **nabízí projektovou dokumentaci včetně energetického výpočtu nikoli pouze specifikaci materiálu**
- **SOD (seznam odborných dodavatelů) ze Zelené úsporám: neříká nic o kvalitě firem!!!**

- **projektová dokumentace**

- návrh a popis způsobu integrace do vytápění a ohřevu vody, výpis nezbytných komponent, statické požadavky, vyvolané stavební a jiné úpravy

- **energetický výpočet**

- bilance potřeby tepla, návrh úsporných opatření, analýza přínosu soustavy s OZE na základě konkrétních prvků = co uspořím a za jakých podmínek?
- TNI 73 0302: hodnocení solárních tepelných soustav
- TNI 73 0351: hodnocení soustav s tepelnými čerpadly

- **splnění podmínek investiční podpory v rámci Nové Zelené úsporám**

- odhad reálné výše příspěvku, přizpůsobení návrhu

- **„dám vám tam tři lepší trubicové vakuové kolektory a nebudete muset v zimě topit“**
 - výsledek 5% pokrytí potřeby tepla
- **„tyto kolektory fungují i když prší a sněží ...“ (vyjádření dodavatele kolektorů pro soud)**
 - kolektory nesplňují ani požadavek vyhlášky 441/2012 Sb.
- **„s tímhle tepelným čerpadlem ušetříte 90 % nákladů“**
 - experimentálně ověřený topný faktor v provozu $COP = 1.5$ (výrobce deklarovaný při stejných podmínkách 3.15)
- **„my jsme dodali, co si žalující strana objednala ...“**



tomas.matuska@uceeb.cz