



ČVUT
UCEEB

OPTIMALIZACE NÁVRHU OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE PRO BUDOVY

Jiří Novotný (Tomáš Matuška)

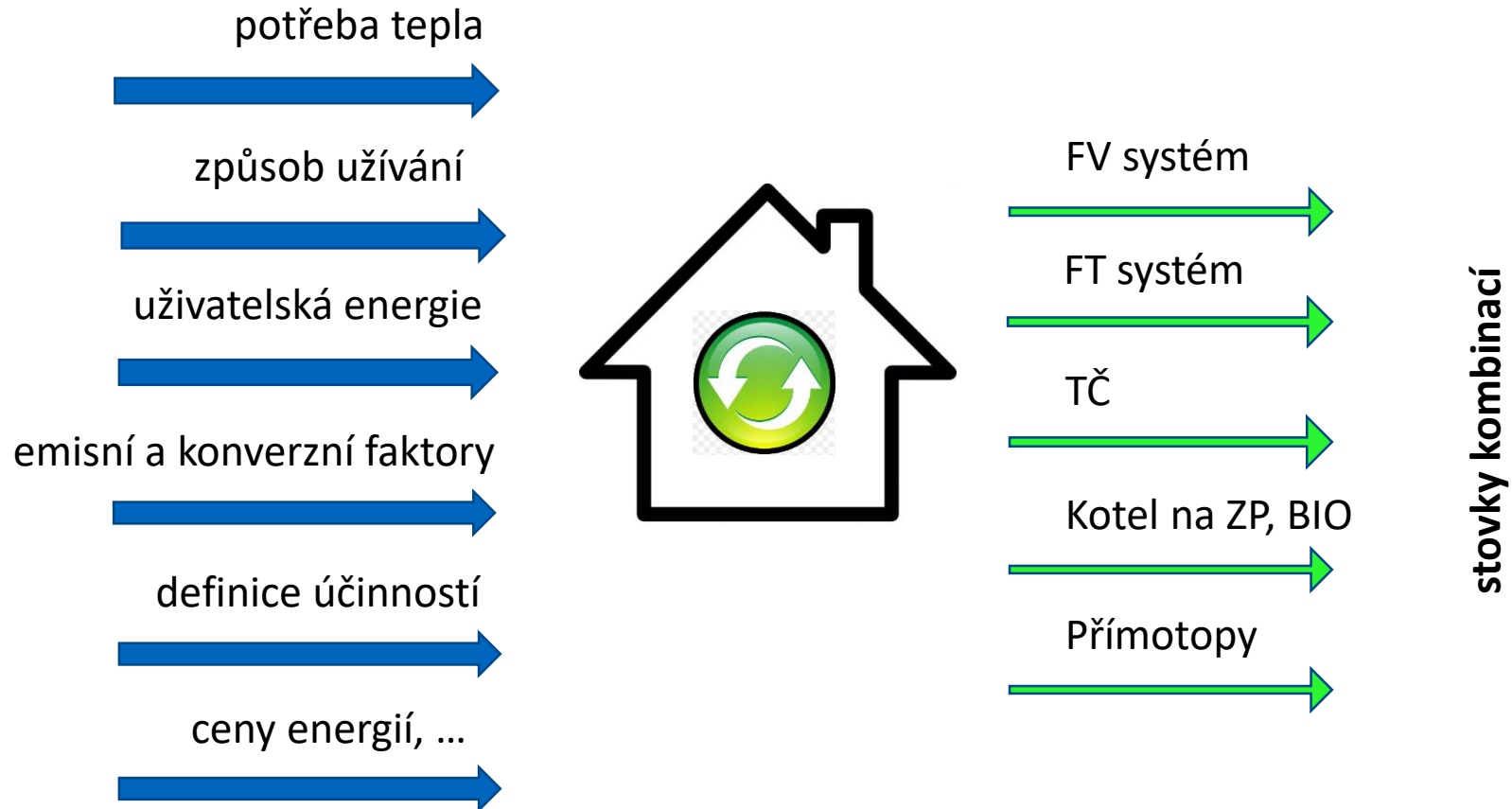


ČVUT

UCEEB

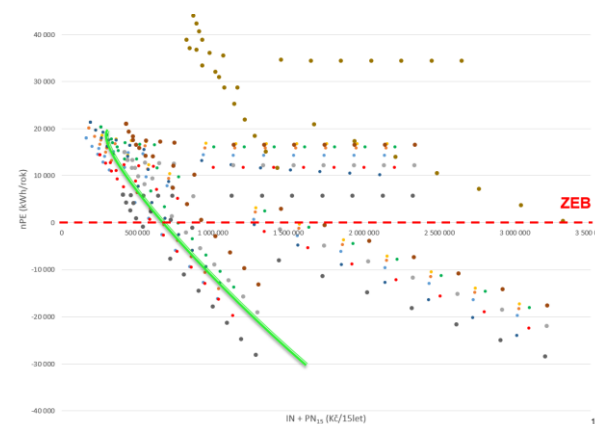
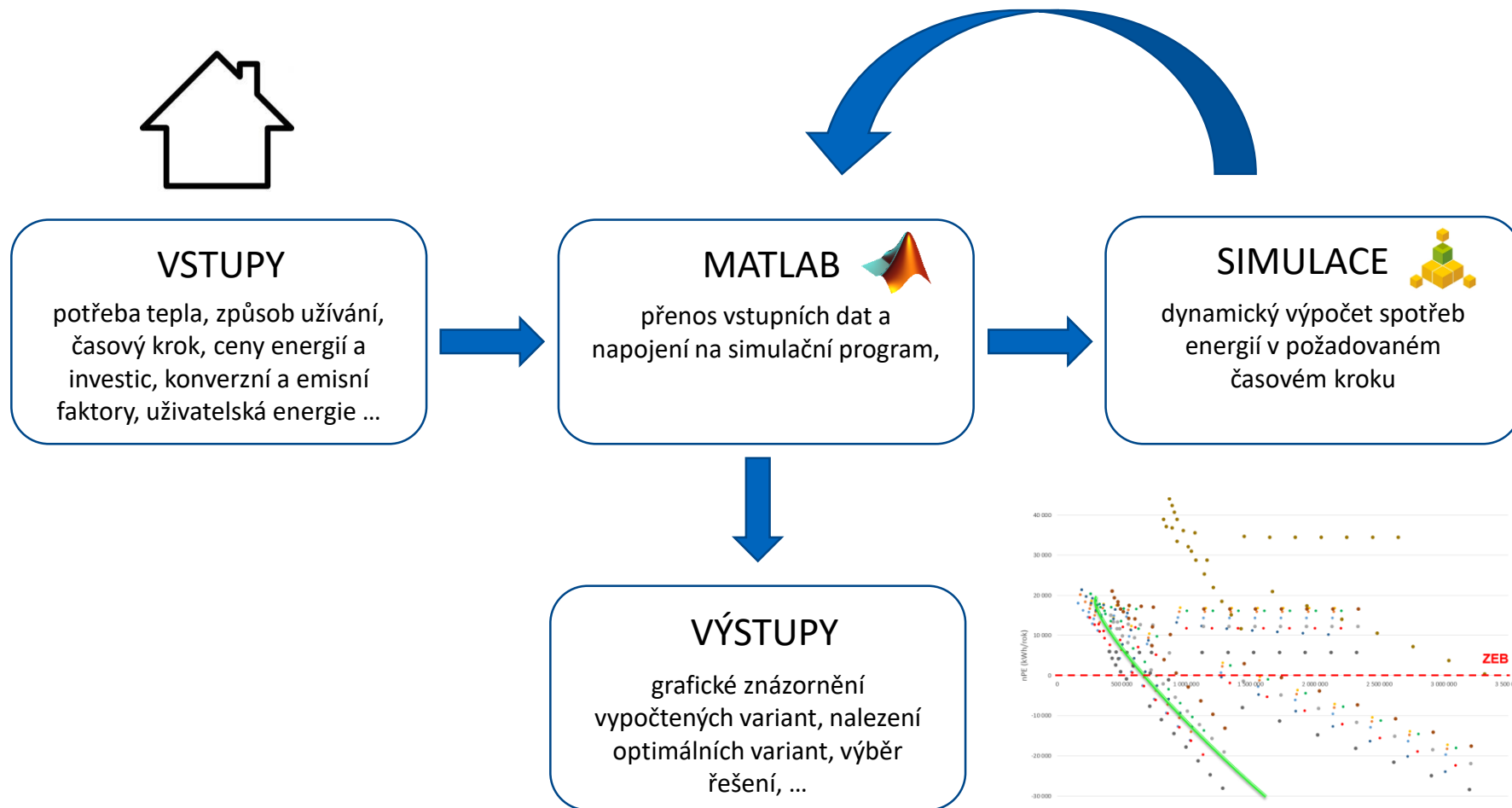
ÚVOD

- optimalizace = proces hledání optimálního řešení na základě kritérií





PROCES OPTIMALIZACE



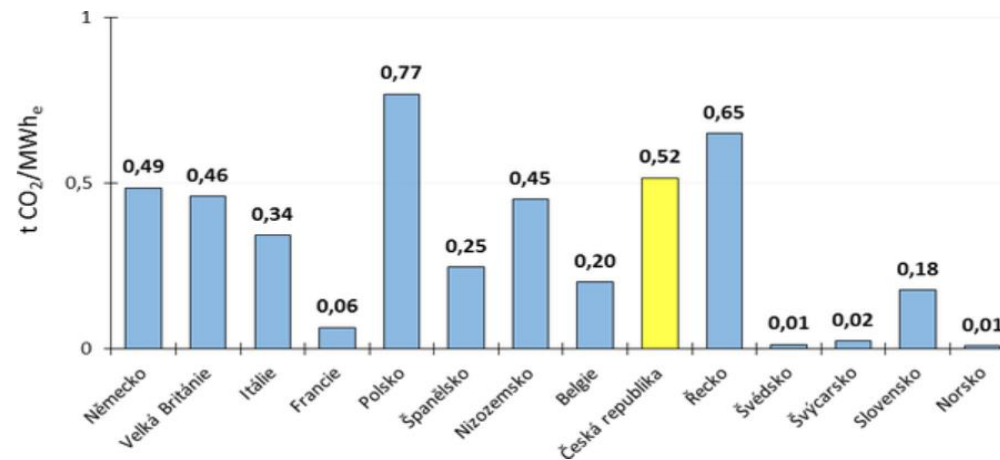
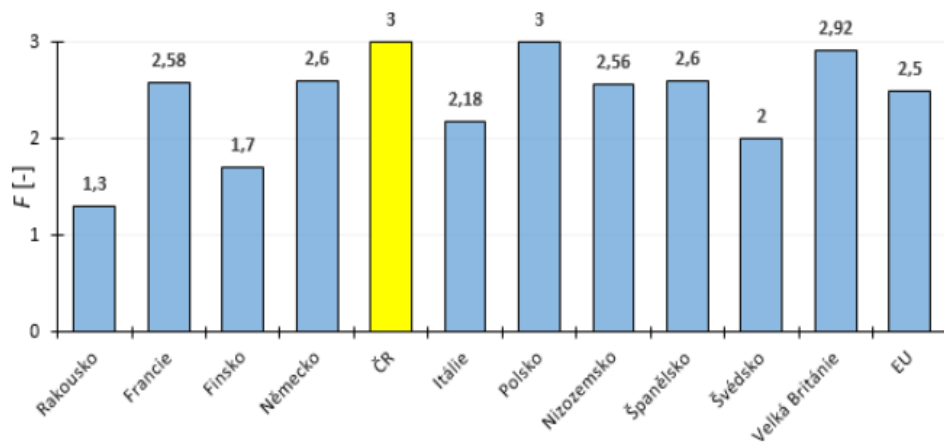


KRITÉRIA

- **Neobnovitelná primární energie**
 - konverzní faktory.
- **Emise CO₂**
 - emisní faktory
- **Provozní a investiční náklady za 15 let**
 - ceny energie, investiční náklady



Multikriteriální optimalizace





PŘÍPADOVÁ STUDIE

- nalezení optimální varianty zdroje tepla pro **rodinný dům** při využitím OZE vzhledem ke zvoleným kritériím



- optimalizace = **minimalizace** kritérií



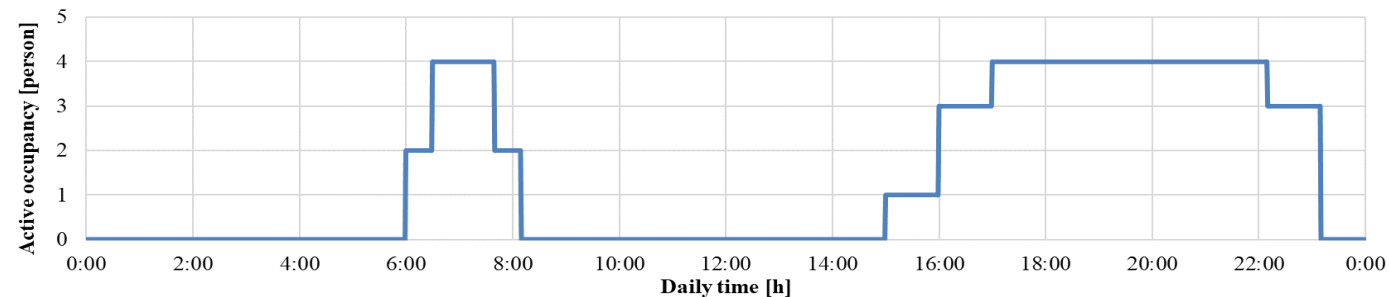
ČVUT

UCEEB

PŘÍPADOVÁ STUDIE



- Rodinný dům
 - energeticky vztažná plocha 150 m²,
 - plocha sedlové střechy 170 m² (30°), z toho 60 m² použitelná pro instalaci OZE
 - měrná potřeba tepla na vytápění 20 kWh/m².rok
 - 4 osoby, spotřeba teplé vody 160 l/den
 - spotřeba uživatelské energie 2500 kWh/rok
 - běžné domácí spotřebiče / použití generátoru odběrového profilu





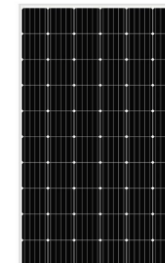
ČVUT
UCEEB

PŘÍPADOVÁ STUDIE



- uvažované zdroje tepla:
 - elektrické přímotopy
 - plynový kondenzační kotel
 - tepelné čerpadlo vzduch-voda

- obnovitelné zdroje energie s proměnou velikostí (m²)
 - fotovoltaický systém
 - bez bateriového úložiště
 - solárně termický systém
 - pouze pro přípravu TV





PŘÍPADOVÁ STUDIE



- celkem 9 technických uspořádání
- součástí každého systému je **fotovoltaický systém** o různé velikosti

	Vytápění	Příprava TV
1	Přímotopy (0.99)	Elektrický ohřívač
2	Přímotopy	Solární zásobník s el. patronou + SOL
3	Plynový kondenzační kotel (0.93)	Elektrický ohřívač
4	Plynový kondenzační kotel	Ohřívač napojený na ohřev kotlem
5	Plynový kondenzační kotel	Kombinovaný solární zásobník – ohřev kotlem + SOL
6	Tepelné čerpadlo vzduch-voda (3.2) + el. patrona (0.99)	Zásobník, ohřev tepelným čerpadlem (2.6)
7	Tepelné čerpadlo vzduch-voda (3.2) + el. patrona (0.99)	Kombinovaný solární zásobník – ohřev tepelným čerpadlem + SOL



PŘÍPADOVÁ STUDIE



- faktory neobnovitelné primární energie (konverzní faktor)
- emisní faktory CO₂
- ceny energií

dle vyhlášky č. 78/2013 Sb.

dle vyhlášky č. 480/2012 Sb.

ceníky dodavatelů

Energonositel	Konverzní faktor [-]	Emisní faktor CO ₂ [tCO ₂ /MWh]	Ceny energií [Kč/kWh]
Elektřina	3,0 / -3,0	1,0 / -1,0	4,1 / -0,3
Elektřina (pro TČ)	3,0 / -3,0	1,0 / -1,0	2,5 / -0,3
Elektřina (pro přímotopy)	3,0 / -3,0	1,0 / -1,0	2,0 / -0,3
Zemní plyn	1,1	0,2	1,4

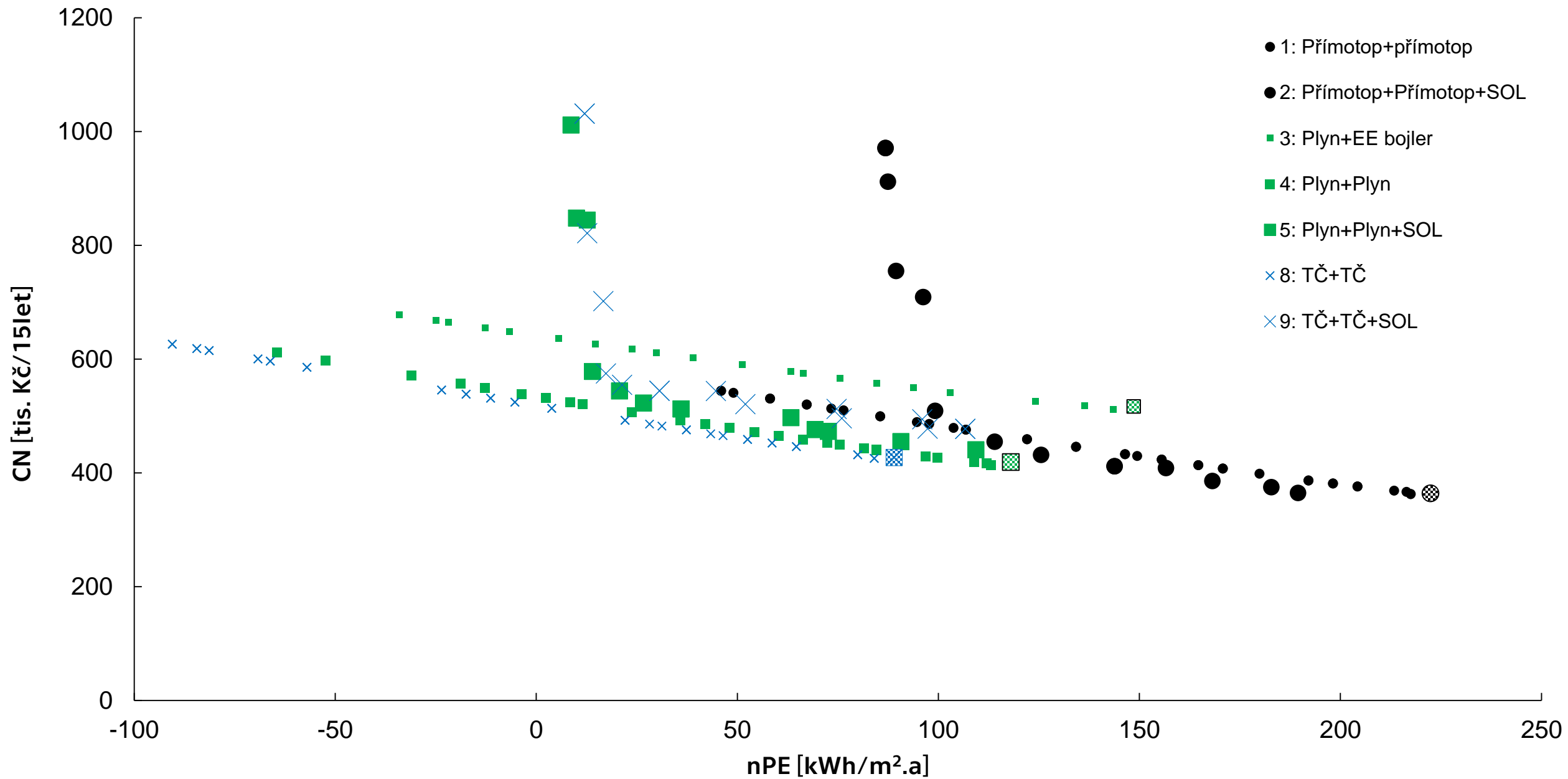


PŘÍPADOVÁ STUDIE

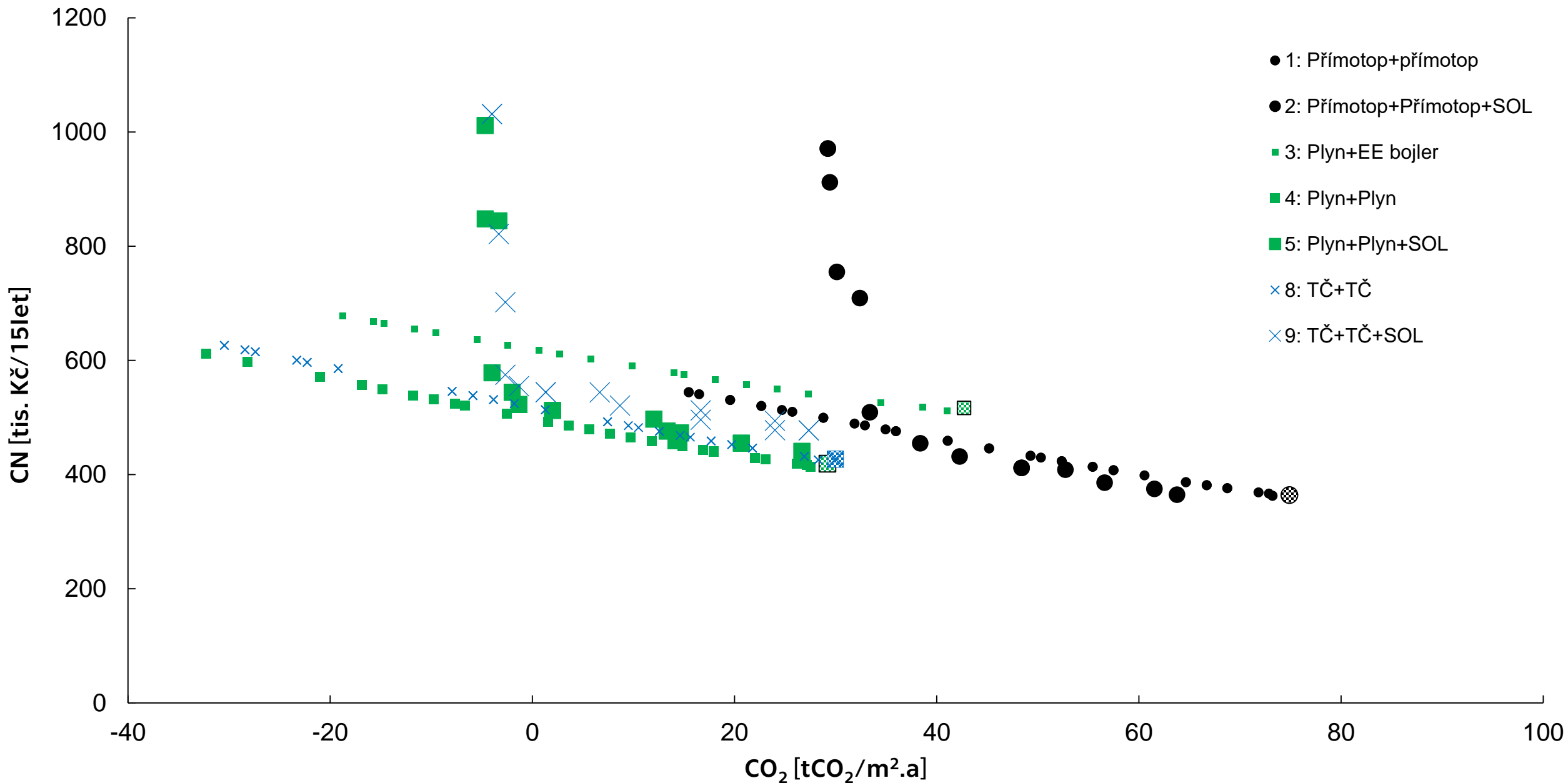


- investiční náklady

Zdroj energie	Vytápění [tis. Kč]	Zásobník pro teplou vodu
Přímotopy	20	
Plynový kondenzační kotel	60	Bez solárně termického systému: 10 tis. Kč (zásobník 200 litrů)
Tepelné čerpadlo vzduch-voda	250	Včetně SOL, kombinovaný
Fotovoltaický systém (FV)	30 / kWp	
Solárně termický systém (SOL)	20 / m ²	



Celkové náklady (CN) vs. Neobnovitelná primární energie (nPE)



Celkové náklady (CN) vs. Emise CO₂ (CO₂)



ČVUT
UCEEB

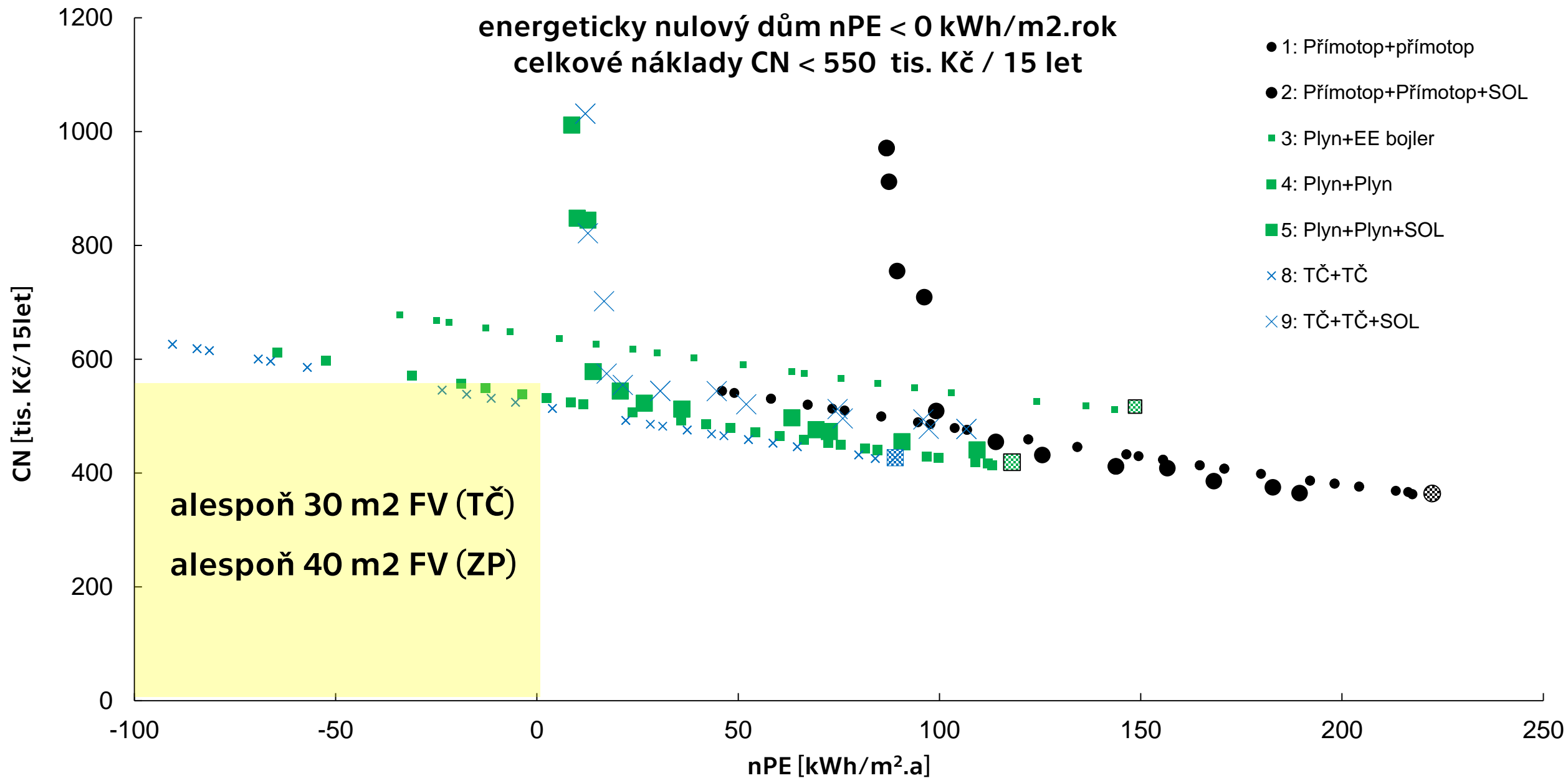
PŘÍPADOVÁ STUDIE



- výsledkem optimalizace jsou tzv. Paretovy řady = více optimálních řešení
- výběr jedno nebo více optimálních řešení je proveden na základě rozhodnutí uživatele - „decision-making“
- Zvolené okrajové podmínky, požadavky:
 - měrná neobnovitelná primární energie **nPE**
 - měrné emise **CO₂**
 - celkové náklady za 15 let

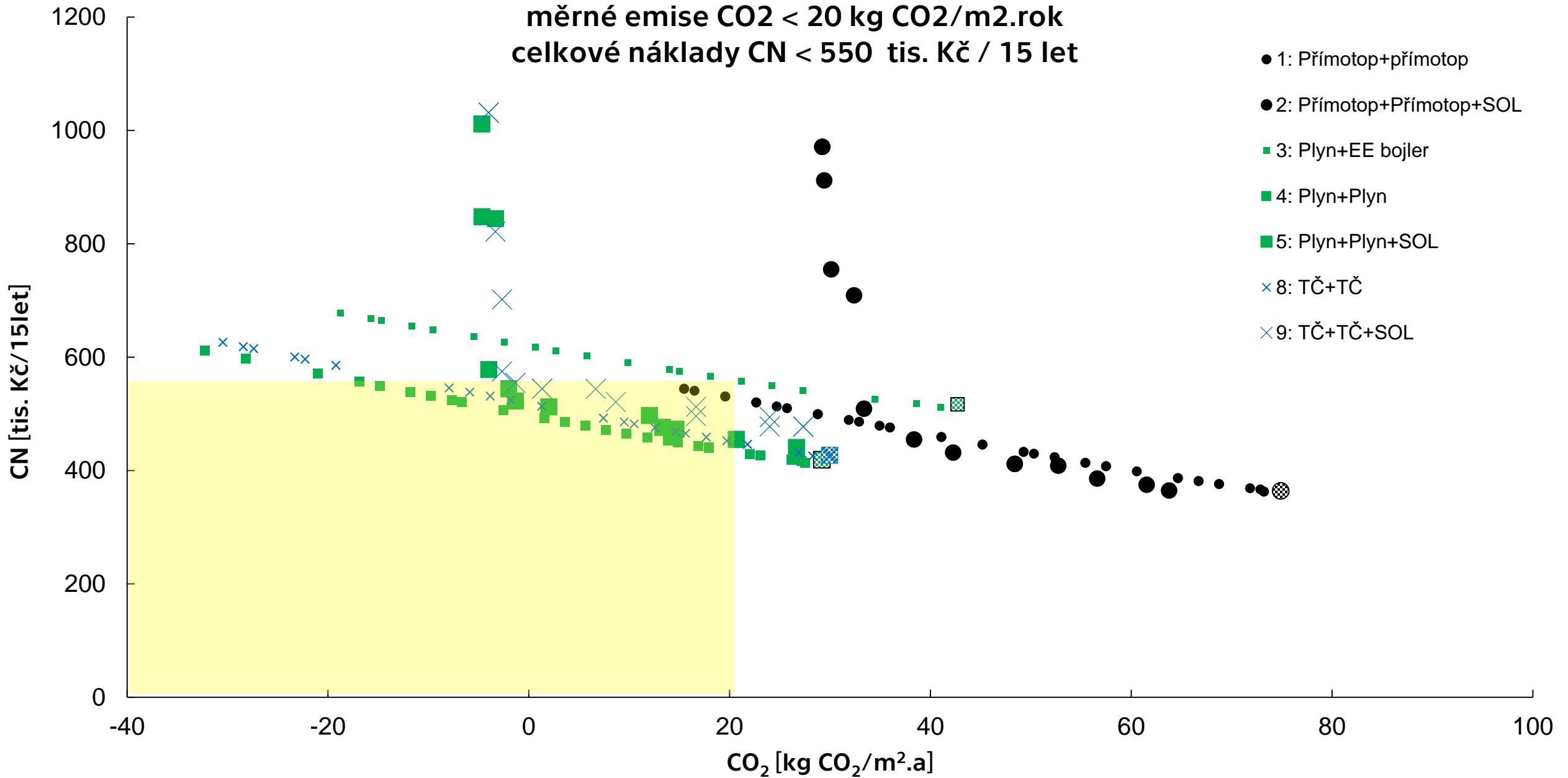
**definice
hodnot**

energeticky nulový dům nPE < 0 kWh/m².rok
celkové náklady CN < 550 tis. Kč / 15 let



Celkové náklady (CN) vs. Neobnovitelná primární energie (nPE)

měrné emise CO₂ < 20 kg CO₂/m².rok
celkové náklady CN < 550 tis. Kč / 15 let



Celkové náklady (CN) vs. Emise CO₂ (CO₂)



ZÁVĚR

- na základě rozhodnutí uživatele (decision-making) a průnikem množin optimálních řešení lze dosáhnout jednoho či více optimálních řešení
- optimalizace slouží k ověření plnění požadavků na budovy ve velkém počtu variant již v rané fázi projektu
- optimální varianty zdrojů v kombinaci s OZE pro daný případ:
 - tepelné čerpadlo a plynový kondenzační kotel
 - včetně nebo bez fotovoltaického systému (velký vliv na nPE a CO₂)
- pro jiné domy mohou být výsledky jiné!
 - míra spotřeby
 - rozložení spotřeby mezi teplo a elektrickou energii



ČVUT
UCEEB



tomas.matuska@fs.cvut.cz
jiri.novotny@fs.cvut.cz