



VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE



Ústav chemických procesů
Akademie věd ČR

Kombinovaná výroba elektrické energie a tepla pomocí vysokoteplotních palivových článků s tuhým elektrolytem

Michael Pohořelý

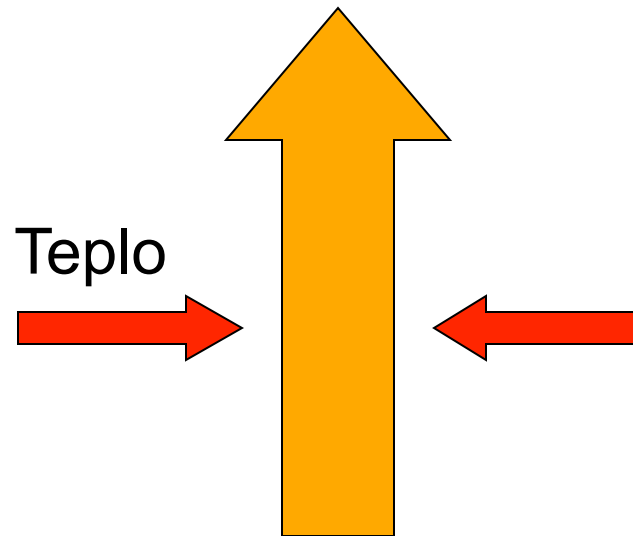
Ústav energetiky, VŠCHT v Praze

Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i.

Česká asociace pro pyrolýzu a zplyňování

Zplyňování biomasy

$H_2 + CO + CH_4 +$ minoritní sloučeniny + $CO_2 + H_2O + (N_2)$
+ nečistoty (dehet, prach, sloučeniny síry, chloru apod.)



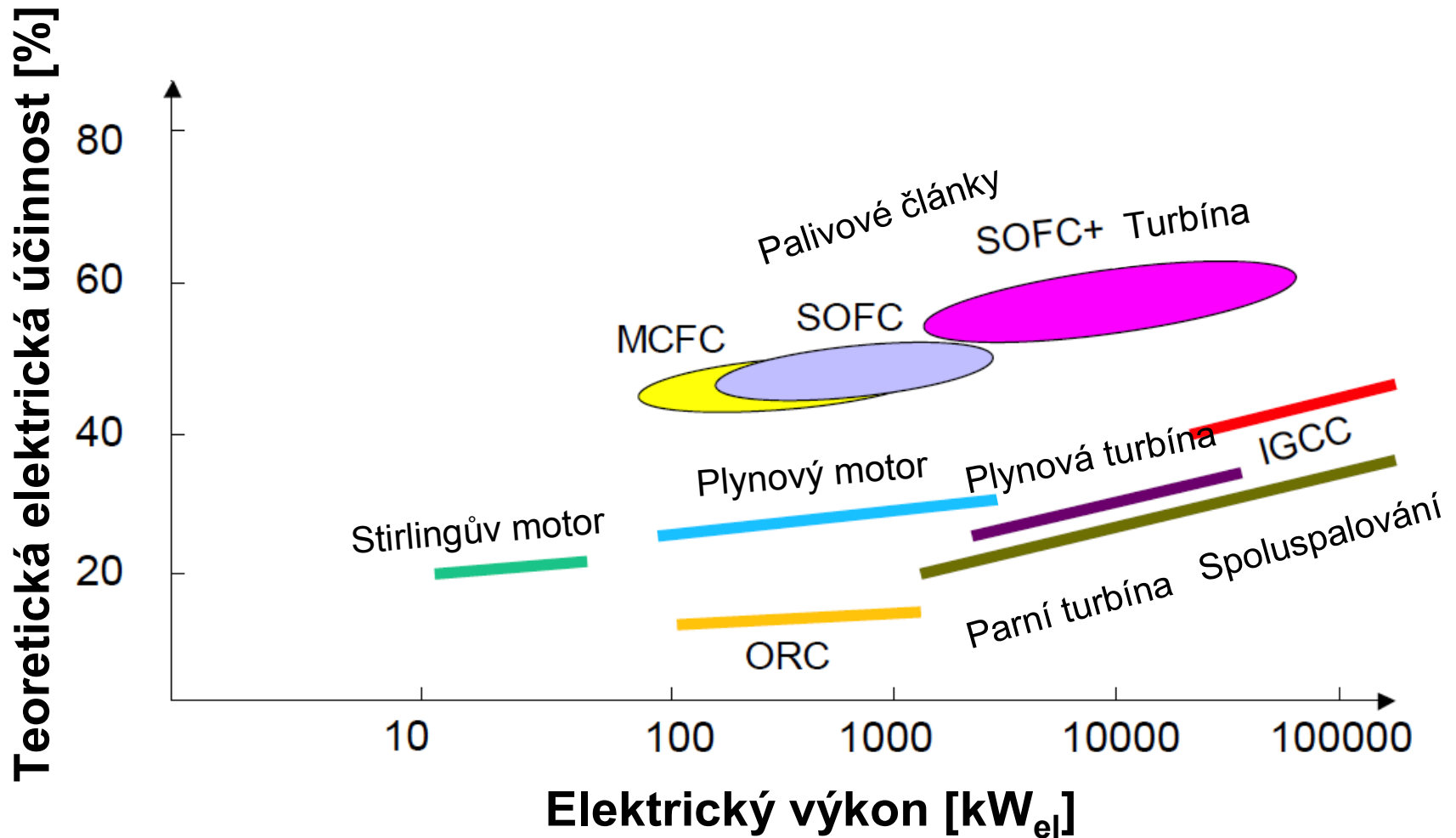
Palivo + zplyňovací médium (vzduch, O_2 , pára, CO_2)

Výhody zplyňování oproti spalování

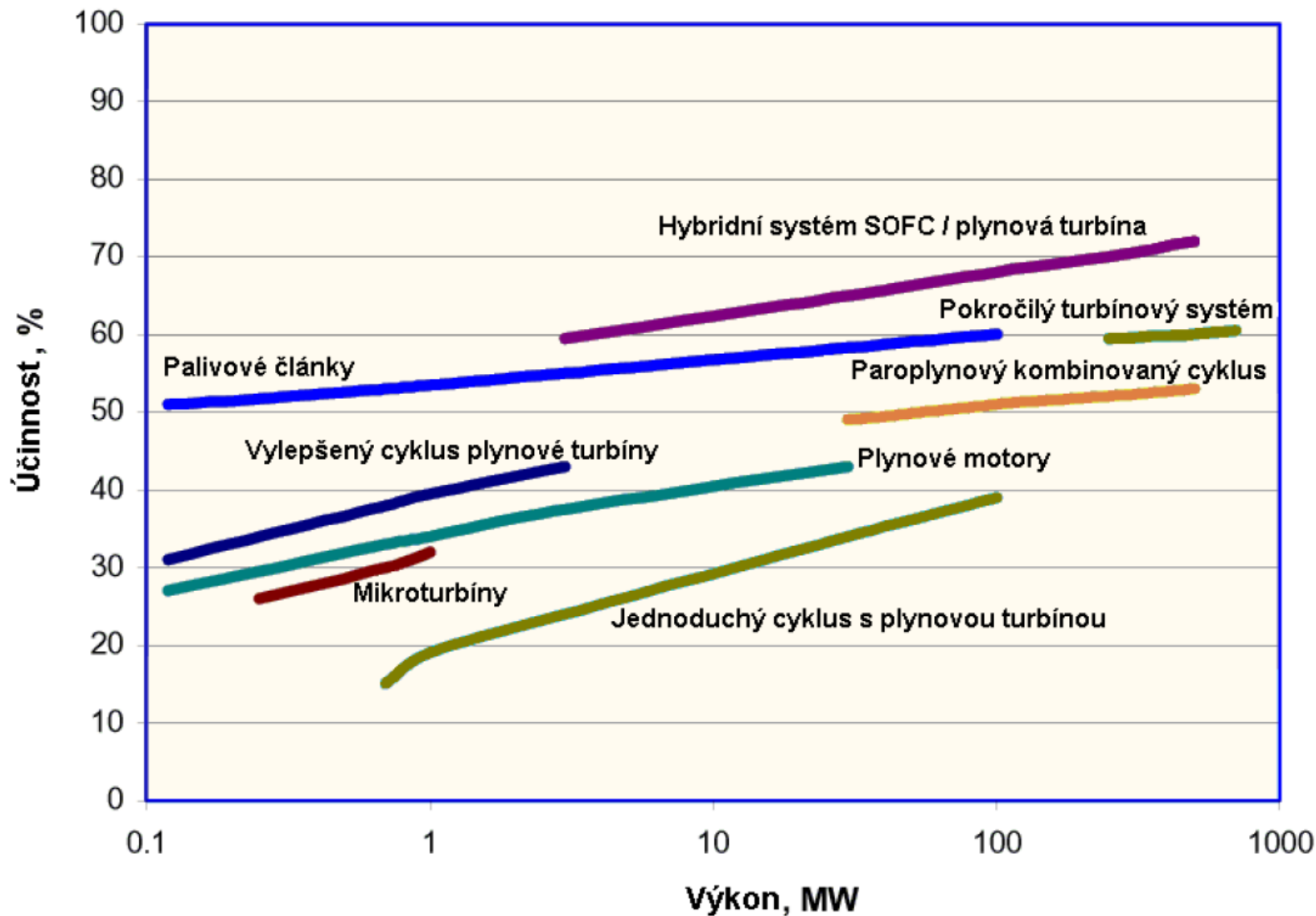
- Převedení tuhého paliva s velkým měrným objemem (pevné palivo) na plynné palivo s možností spalování v tepelných strojích.
- Syntéza alternativních paliv.
- Kogenerace s vyšším teplotněmým modulem.
 - Nižší provozní náklady.
 - Úspora primárních paliv.
 - Snížení produkce CO_2 , SO_2 , NO_x , CO, TZL, POP apod. na jednotku el. výkonu.

Platí pro výkonové měřítko do cca 10 MW_e (50 MW_t)

Účinnost výroby elektrické energie z biomasy I



Účinnost výroby elektrické energie z biomasy II



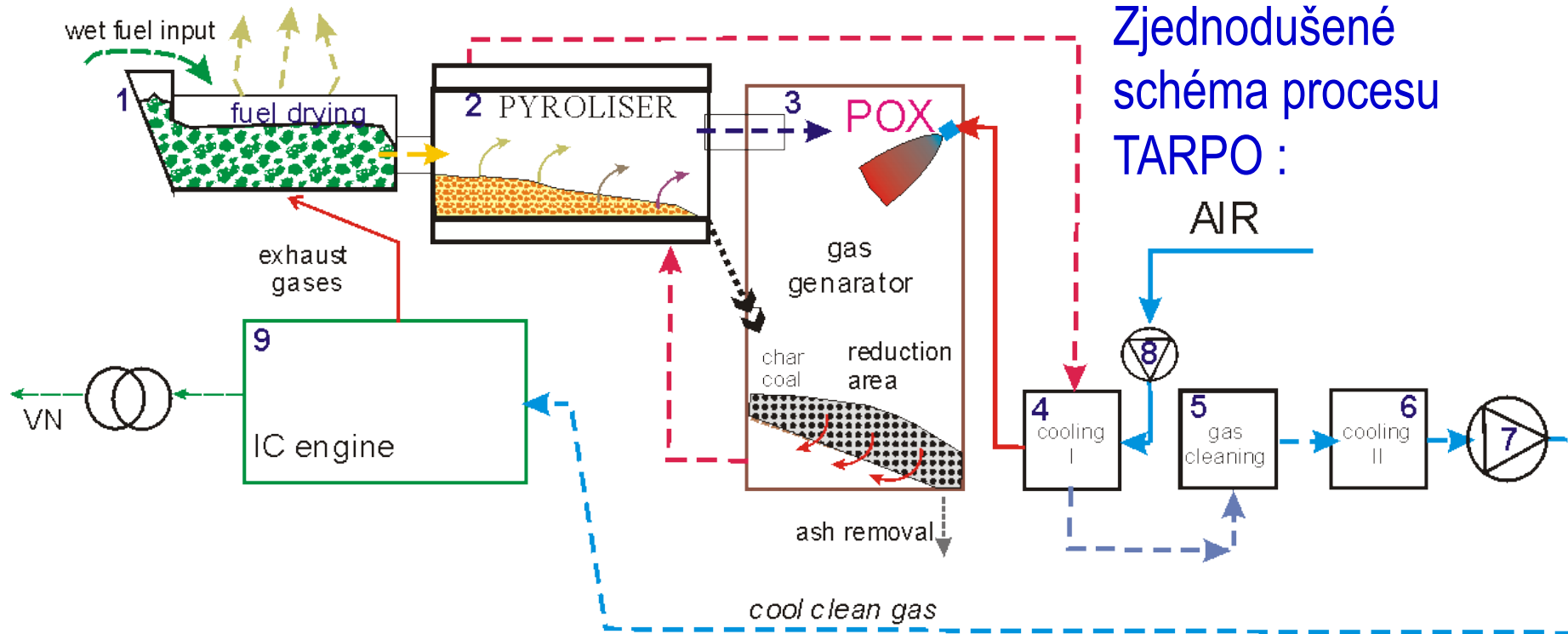
Účinnost výroby elektrické energie III

$$\eta = \eta_{pl} * \eta_{kj}$$

Elektrická *účinnost celého kogeneračního systému* (η) je definována násobkem *účinnosti výroby plynného paliva* (η_{pl}) a hodnotou *účinnosti výroby elektrické energie v kogenerační jednotce* (η_{kj})

Zařízení použítá pro výrobu elektrické energie	Účinnost konverze η_{pl} , %	Účinnost výroby, η_{kj} , %	Celková účinnost η , %	Náklady tis Kč./kW _e
1. Spalovací elektrárna s parní turbínou (11 MW _e) (Zelený kotel, 33 MW _t), 2010, Plzeň	-	-	27,6	80
2. Spalovací elektrárna s parní turbínou (11 MW _e) (Spalování čisté biomasy, 105 MW _t), od 2009, Hodonín	-	-	~ 30-33	-
3. Vícestupňového generátoru (0,2 MW _e) GP200 Tarpo, spol. s r.o., Kněžves, 2011	min. 85	~ 32 max. 36	~ 27,2 ~ 30,6	80-90 80-100
4. Vícestupňový generátor ODRY (1 MW _e) Tarpo, spol. s r.o., AIR TECHNIC s.r.o., 2012	~ 90	~ 36	~ 32,4	100
5. Zplyňovací generátor – SOFC	~ 90	~ 45-65	~ 40-60	Velmi vysoké

Vícestupňový zplyňovací systém TARPO



Základní parametry komerčního projektu GP500 – lokalita Odry

Jmenovitý el. výkon

Spotřeba dřevní štěrky (abs. suché)

Velikost štěrky

Vlhkost

Elektrická účinnost

Specifická spotřeba paliva (abs. suché)

Specifická el. práce

2x 500 kW_e

360 kg/hod

6 až 80 mm

až 60%

32,4%

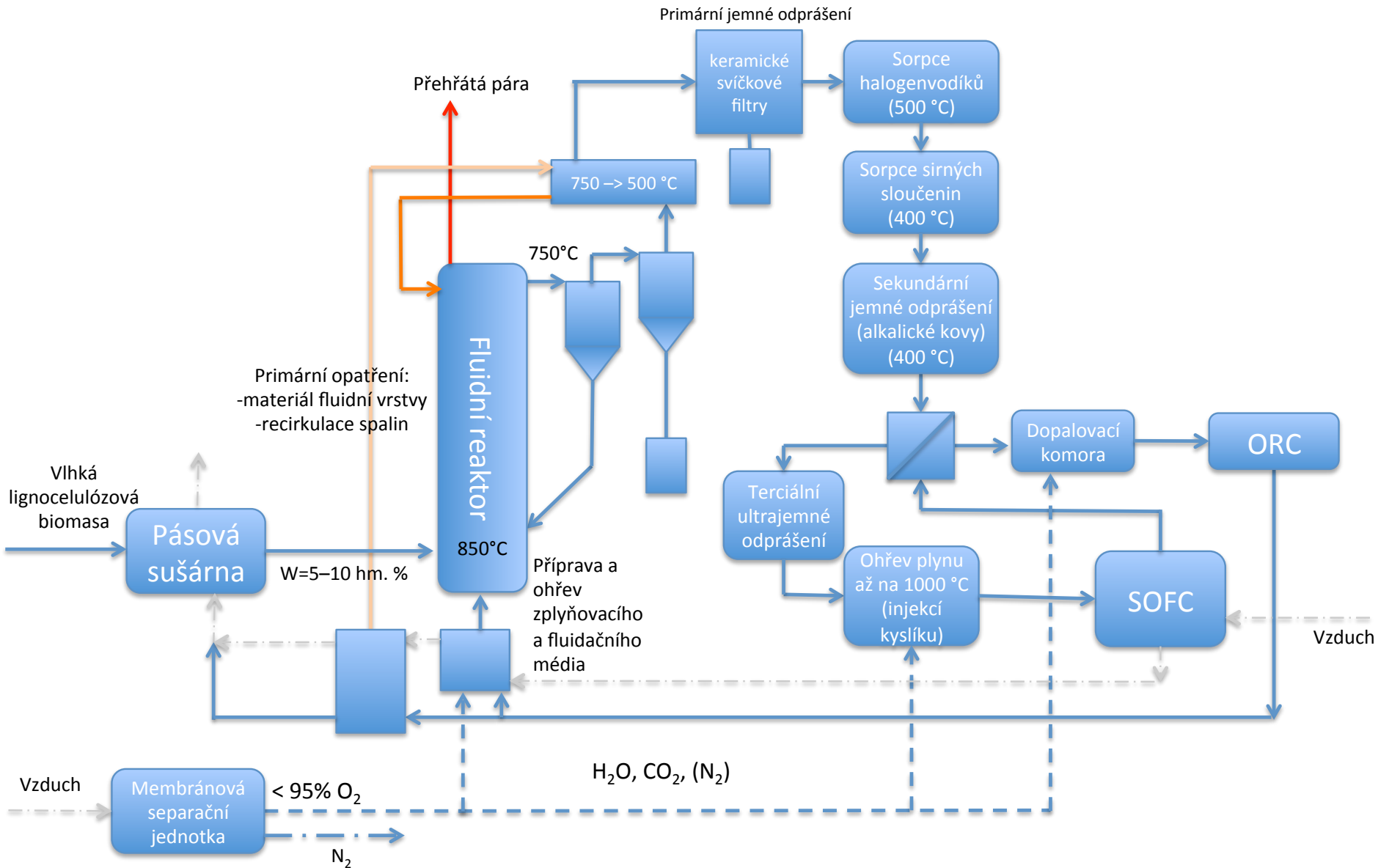
cca 0,7 kg/ kWh_e

cca 1,43 kWh_e/kg

Požadavky na čistotu plynu pro SOFC

- Prach (tuhé znečišťující látky): $< 1 \text{ mg/m}^3$.
- Dehty (výše vroucí organické látky): $\sim 10\text{--}500 \text{ mg/m}^3$.
- Sirné sloučeniny ($\sum \text{H}_2\text{S}$, COS, CS₂, organické sloučeniny): jednotky ppm_v
- Halogenovodíky ($\sum \text{HCl}$, HF, HBr): jednotky ppm_v
- NH₃ a jiné dusíkaté sloučeniny: limitní obsah není specifikován.

Návrh čistící trati pro SOFC



Příklad našich výsledků – dehalogenace plynu

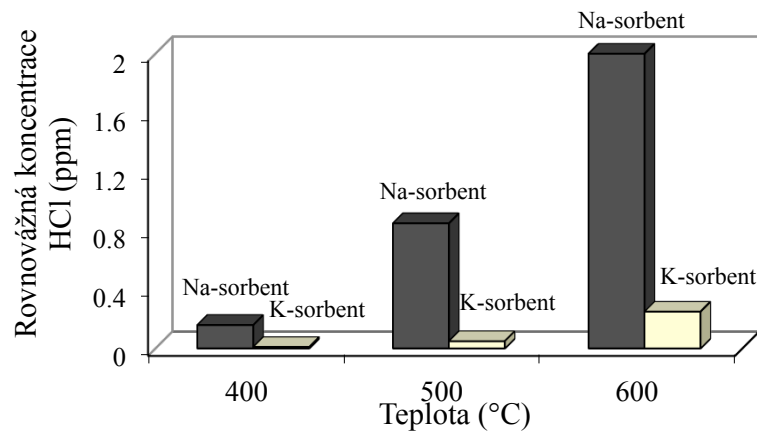
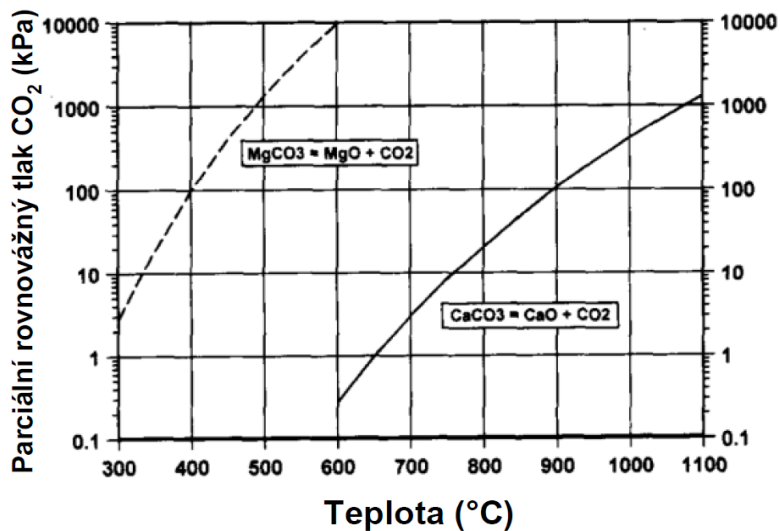
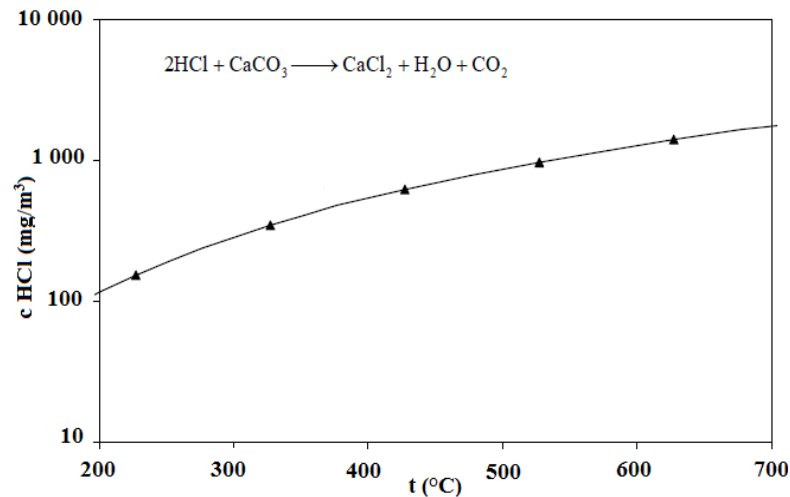
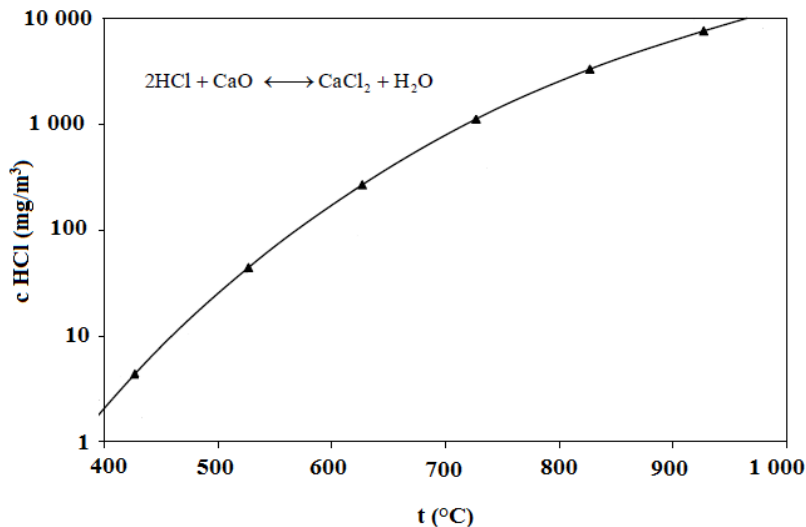
Palivo zemědělská biomasa či alternativní palivo (zvýšený obsah HCl v plynu) →
primární sorpce halogenovodíků na sorbentech na bázi kovů alkalických zemin (vápenec, či dolomit) →
sekundární sorpce na sorbentech na bázi alkalických kovů.

Palivo dřevní biomasa (velmi nízký obsah HCl v plynu) →
sorpce na sorbentech na bázi alkalických kovů.

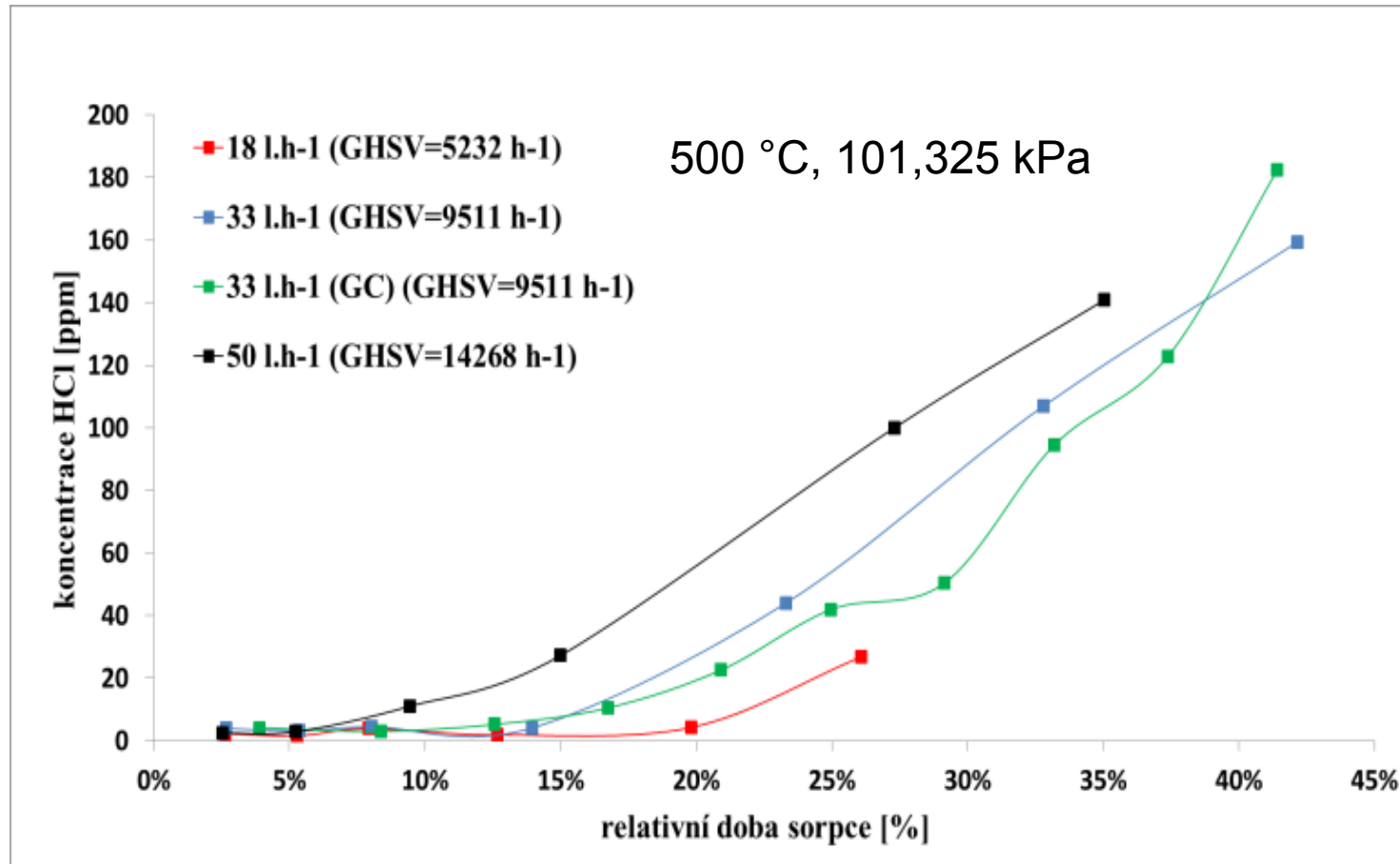
Výhody K-sorbentů proti Na-sorbentům: přívětivější rovnováha s halogenovodíky.

Nevýhody K-sorbentů proti Na-sorbentům: vyšší cena, vyšší tenze draselných než sodných sloučenin.

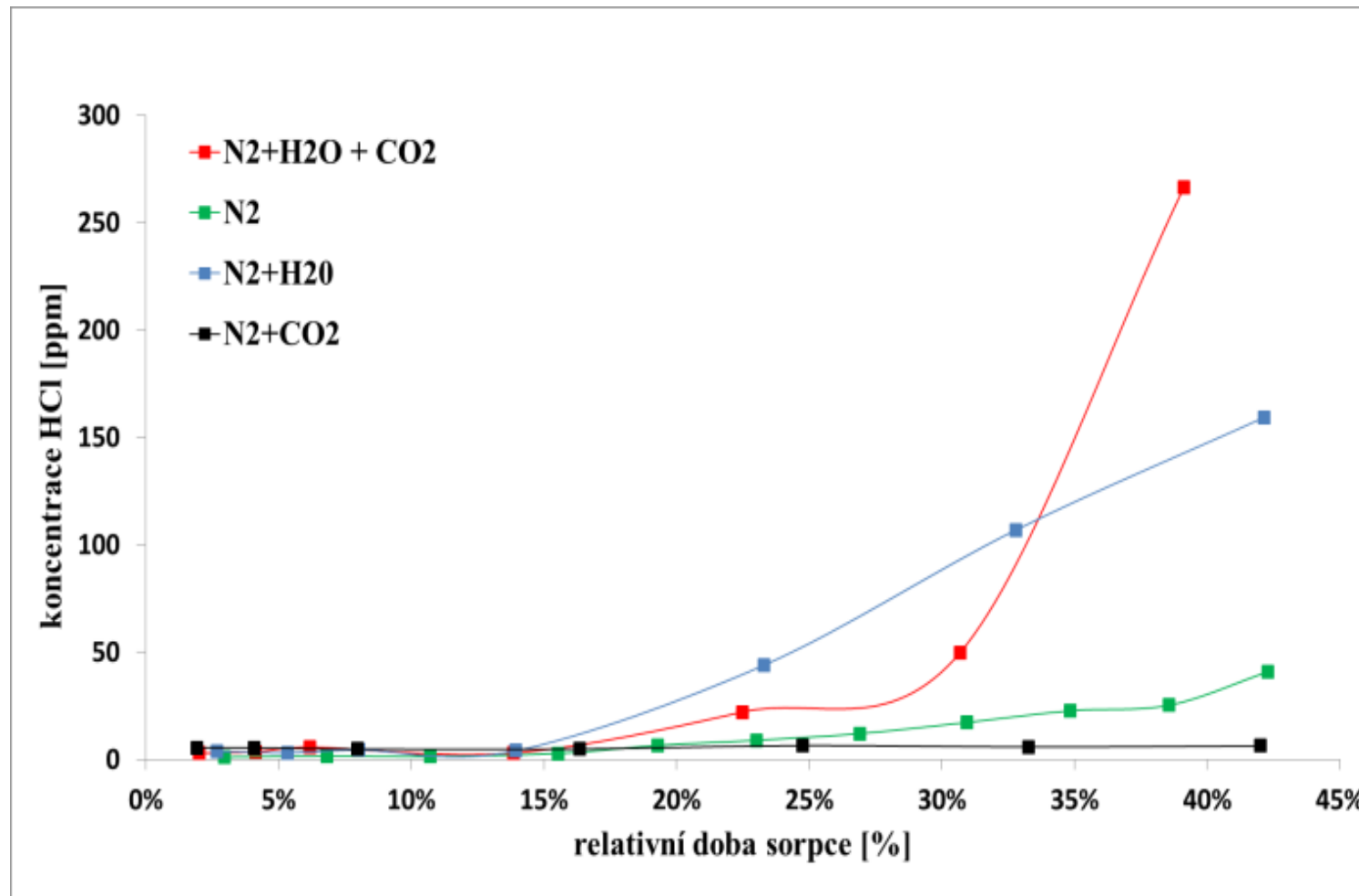
Dehalogenace plynu I



Dehalogenace plynu – vliv prostorové rychlosti



Dehalogenace plynu – vliv složení plynu



Šustr V. Vysokoteplotní odstraňování chlorovodíku z modelového generátorového plynu pomocí sorbentu na bázi sodíku. Bakalářská práce, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav energetiky (2013).

Cabáková G.: Vysokoteplotní čištění generátorového plynu ze zplyňování biomasy – odstraňování halogenidů. Diplomová práce, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav energetiky (2012).

*Děkuji za
pozornost.*





VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE



Ústav chemických procesů
Akademie věd ČR



Ing. Michael Pohořelý, Ph.D.
tel.: 737 25 14 62
email: pohorely@icpf.cas.cz
email: pohorelm@vscht.cz



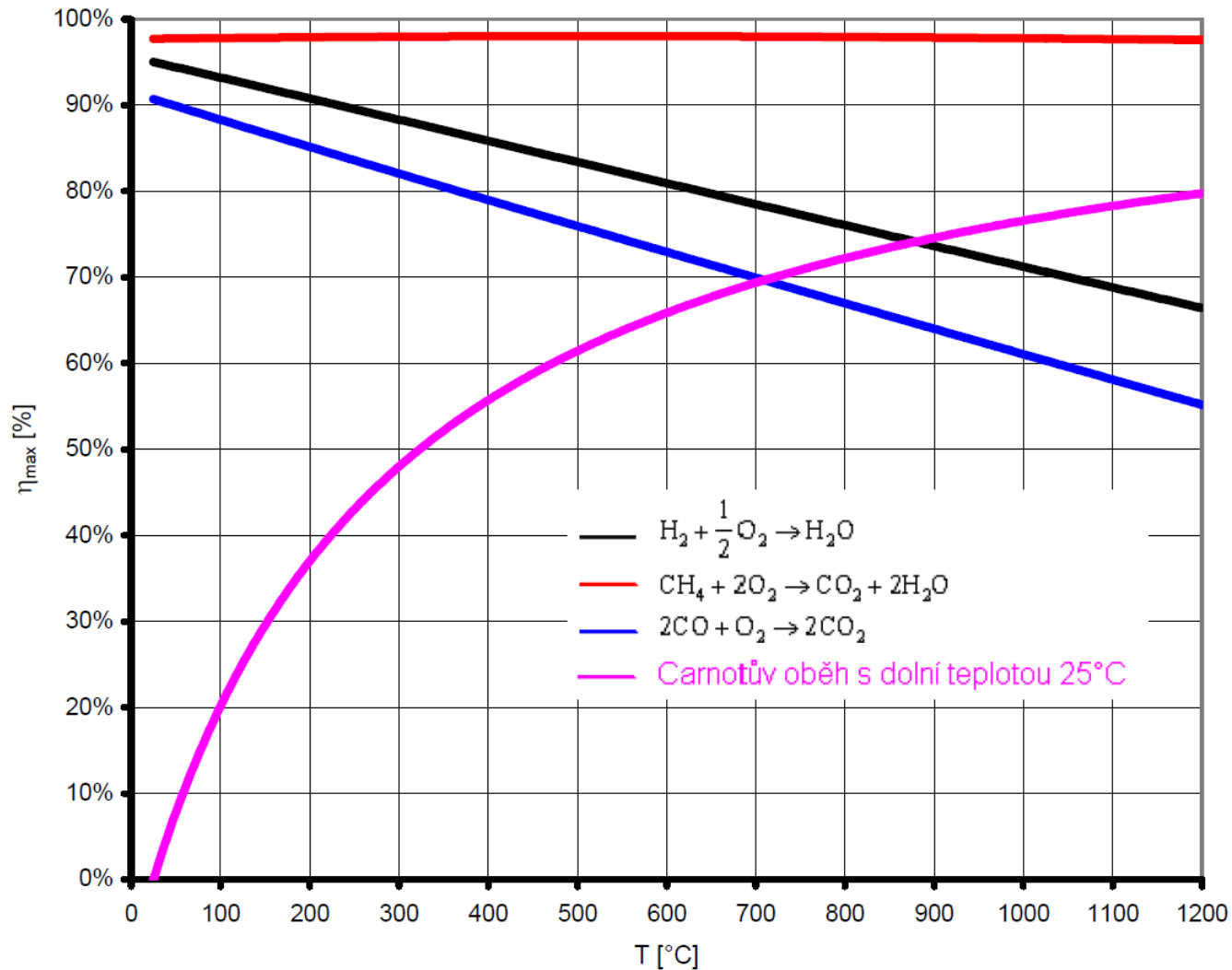
AHK

Deutsch-Tschechische
Industrie- und Handelskammer
Česko-německá
obchodní a průmyslová komora

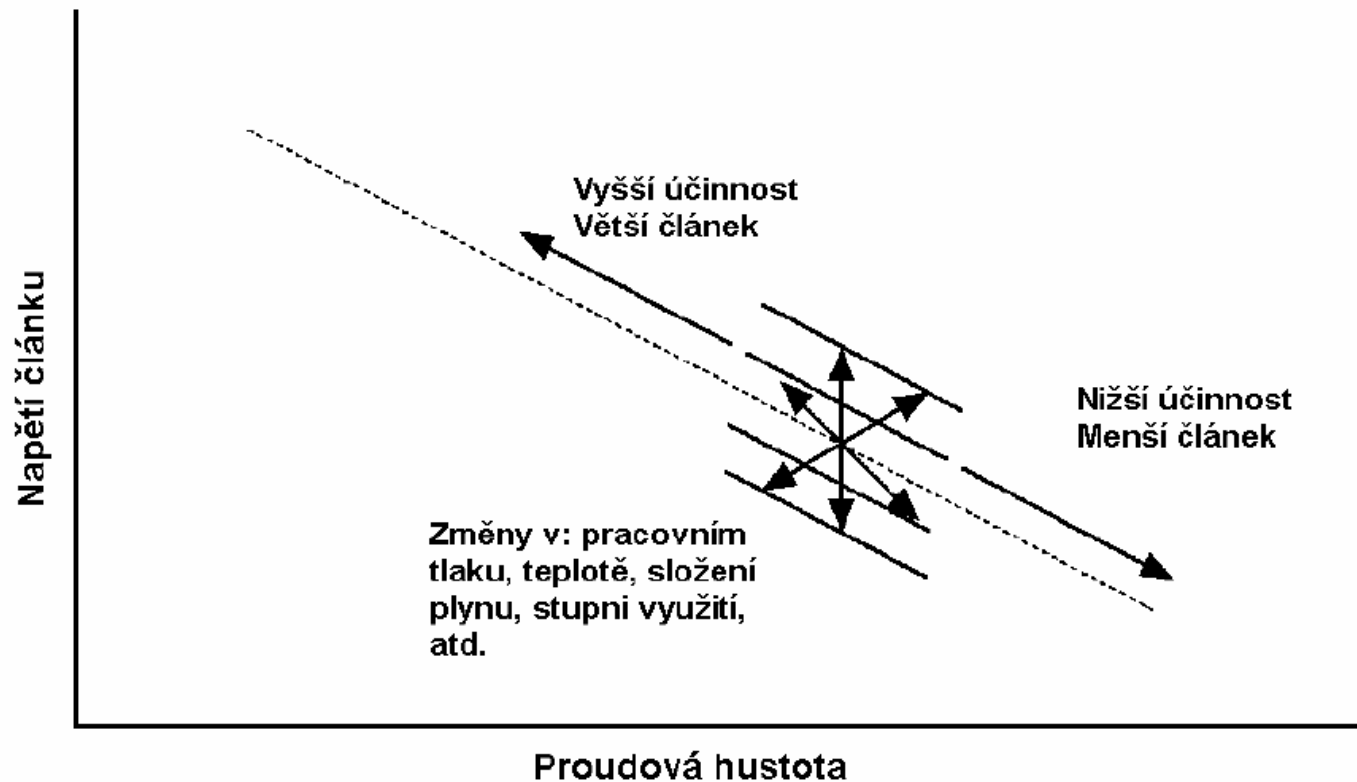
AHK Services s.r.o.

Váš kompetentní partner pro česko-německý obchod

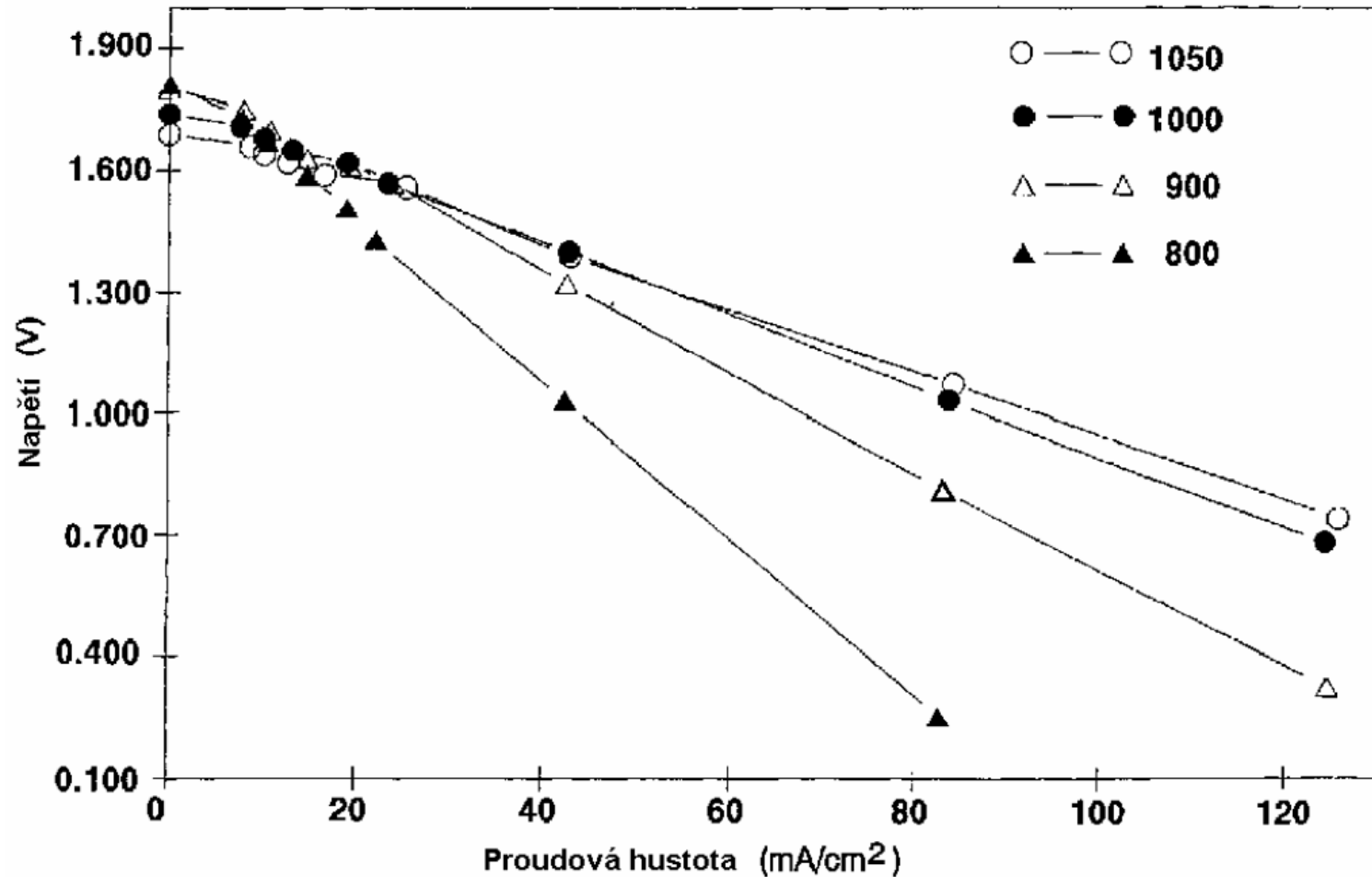
Maximální teoretická účinnost



Vliv parametrů palivových článků na napětí



Vliv teploty na napětí SOFC



Vliv teploty na účinnost celého systému

