

DYNAMICKÉ MODELY PRO ENVIRONMENTÁLNÍ VZDĚLÁVÁNÍ

doc. Ing. Robert Baťa, Ph.D.

USSV, FES, UPa

Výuka

Ve studijních programech se objevuje na renomovaných univerzitách jako Harvard, MIT, Oxford.

V Německu se vyučuje v rámci magisterských studijních programů na **75** vysokých školách, pouze tomuto tématu se věnují (Hochschule Osnabrück, Ifas (Institut aplikovaného managementu látkových toků), Hochschule Trier),
v Rakousku na 14, ve Švýcarsku na 6.

U nás např. prof. Jílková, prof. Moldan, ale i FCHT Upa.

Zdroj:

<https://www.gsd.harvard.edu/resources/environmental-health-and-safety/>

<https://www.edx.org/micromasters/mitx-supply-chain-management>

<https://www.ox.ac.uk/search?query=material%20flow>

Výběr ukázky aplikace modelu

Neefektivita je pomocí zvolené metody dobře vyjádřitelná v oblasti veřejných politik směřujících k využívání obnovitelných zdrojů energie.

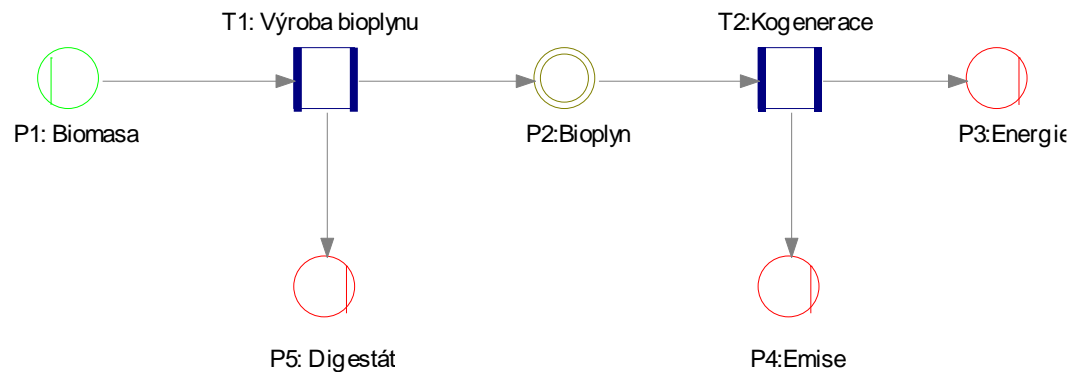
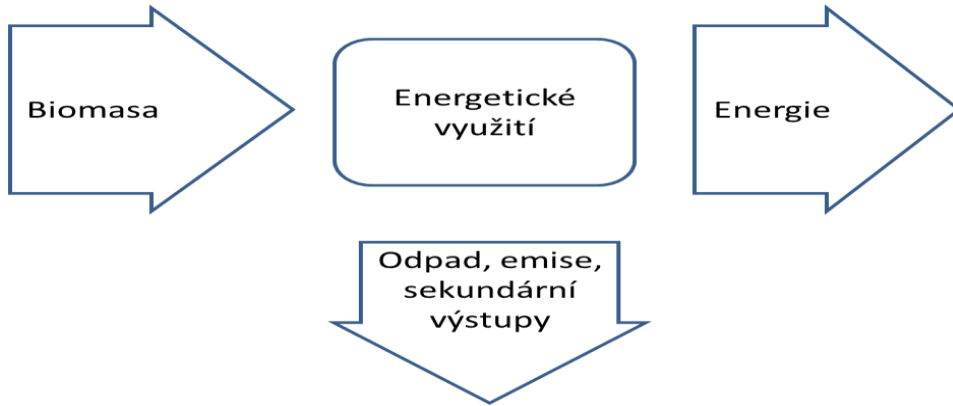
Modely:

- umožňují vypočítat (produkční) neefektivitu,
- umožňují analyzovat její příčiny,
- umožňují zkoumat možná řešení a jejich efekty (porovnávat alternativní možnosti).

Dobrým příkladem, kde lze produkční neefektivitu pomocí této metody analyzovat, jsou bioplynové stanice.



Model bioplynové stanice



$$P_{tot} = P_{mech} + P_{th} + P_i$$

$$P_u = \frac{P_{el}}{\eta} + P_{th}$$

$$\eta_{eng} = \frac{P_{el}}{\eta} \times \frac{1}{P_{tot}}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Legenda:

P_{tot} - vstup primární energie

η_{eng} - účinnost motoru

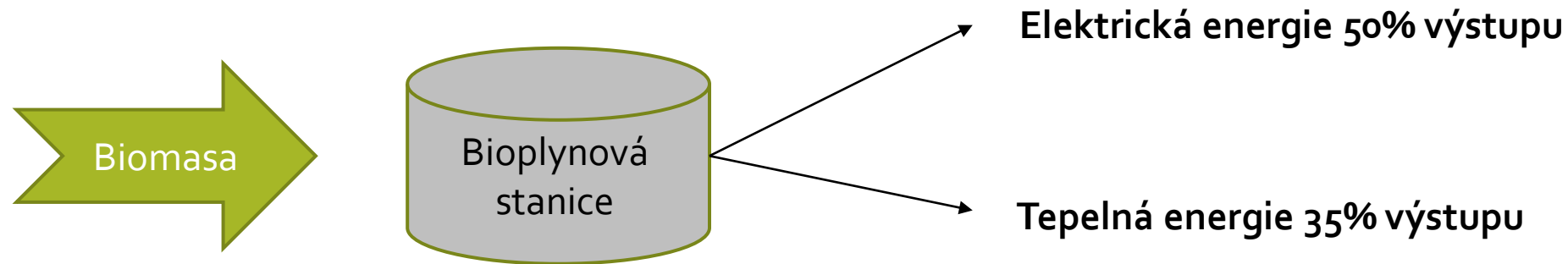
P_u - množství využitelné energie

| Přechod T1 | | | |
|------------|-----------|--------------------|--------------|
| Vstupy | | Výstupy | |
| Biomasa | 1 000 kg | Bioplyn | 220 kg |
| | | Digestát | 780 kg |
| Přechod T2 | | | |
| Bioplyn | 149,28 kg | Tepelná energie | 232 kWh |
| | | Elektrická energie | 250 kWh |
| | | Nevyužitá energie | 103,5 kWh |
| | | CO | 0,558556 kg |
| | | NO _x | 0,3851424 kg |
| | | SO ₂ | 0,1127474 kg |
| | | Pevné částice | 0,0057224 kg |

Zdroj: vlastní

Příklad neefektivity bioplynové stanice

Ekonomická a environmentální neefektivita vyplývá z objemu nevyužité energie.



Tepelný výstup bioplynové stanice lze využít:

- 1) v zimě k topení, v létě lze využít teplo k chlazení a po celý rok k ohřevu teplé vody,
- 2) nebo v bioplynové stanici vyrábět jen plyn a přeměnu bioplynu na energii provádět jinde.

Produkční neefektivita v případě první varianty řešení

Pokud by nevyužitá tepelná energie byla využita např. k chlazení, má hodnotu elektrické energie, která bude uspořena.

Pro bioplynovou stanici produkující kolem 700 MWh elektrické energie/měs se jedná o ztrátu až 27 000 000 Kč za rok.

(Cena dle: tzb-info. Ceny elektrické energie 2020. [online] <https://www.tzb-info.cz/ceny-paliv-a-energi/14-prehled-cen-elektricke-energie#do2>) Tarif D 02d

Hodnotu lze započítat i v podobě úspor, protože by došlo k úspoře množství primární energie, která odpovídá podmínkám výroby elektrické energie.

Struktura poptávané energie (a možnosti jejího využití) se liší podle konkrétní lokality.

Environmentální neefektivita v případě první varianty řešení

Externalita tvoří celkový reziduální výstup.

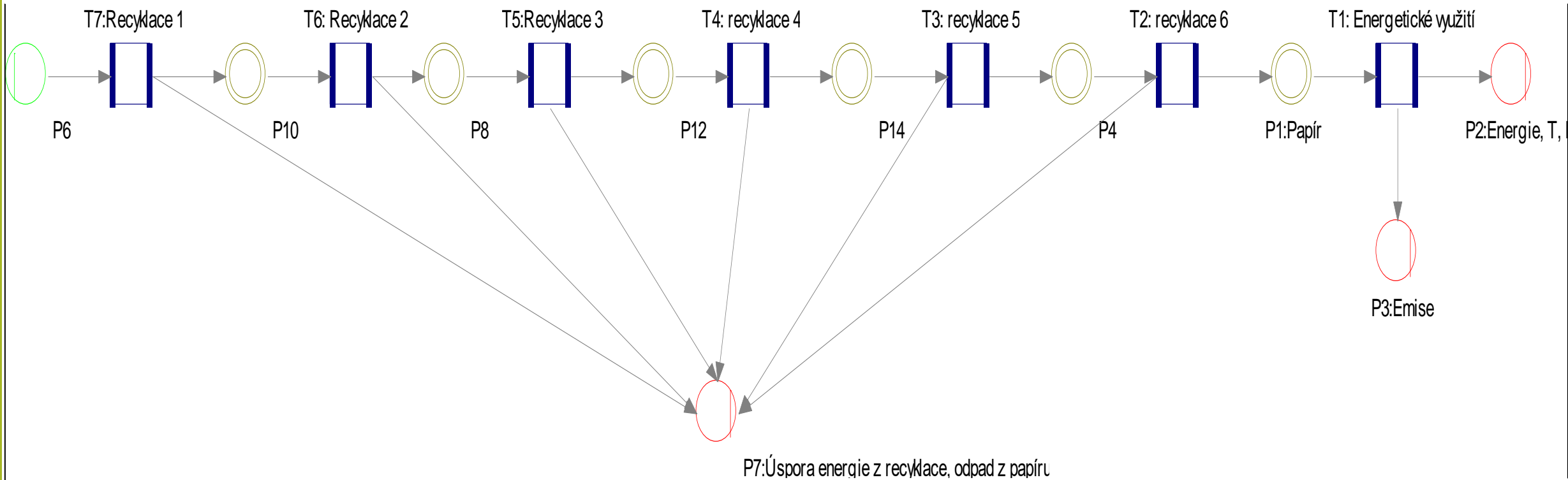
Environmentální neefektivita je dána touto částí reziduálních výstupů, která připadá na výrobu nevyužité energie.

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| CO (dodatečné emise) | 0,219955127 kg |
| NO _x (dodatečné emise) | 0,151666163 kg |
| SO ₂ (dodatečné emise) | 0,044399073 kg |
| Pevné částice (dodatečné emise) | 0,002253438 kg |

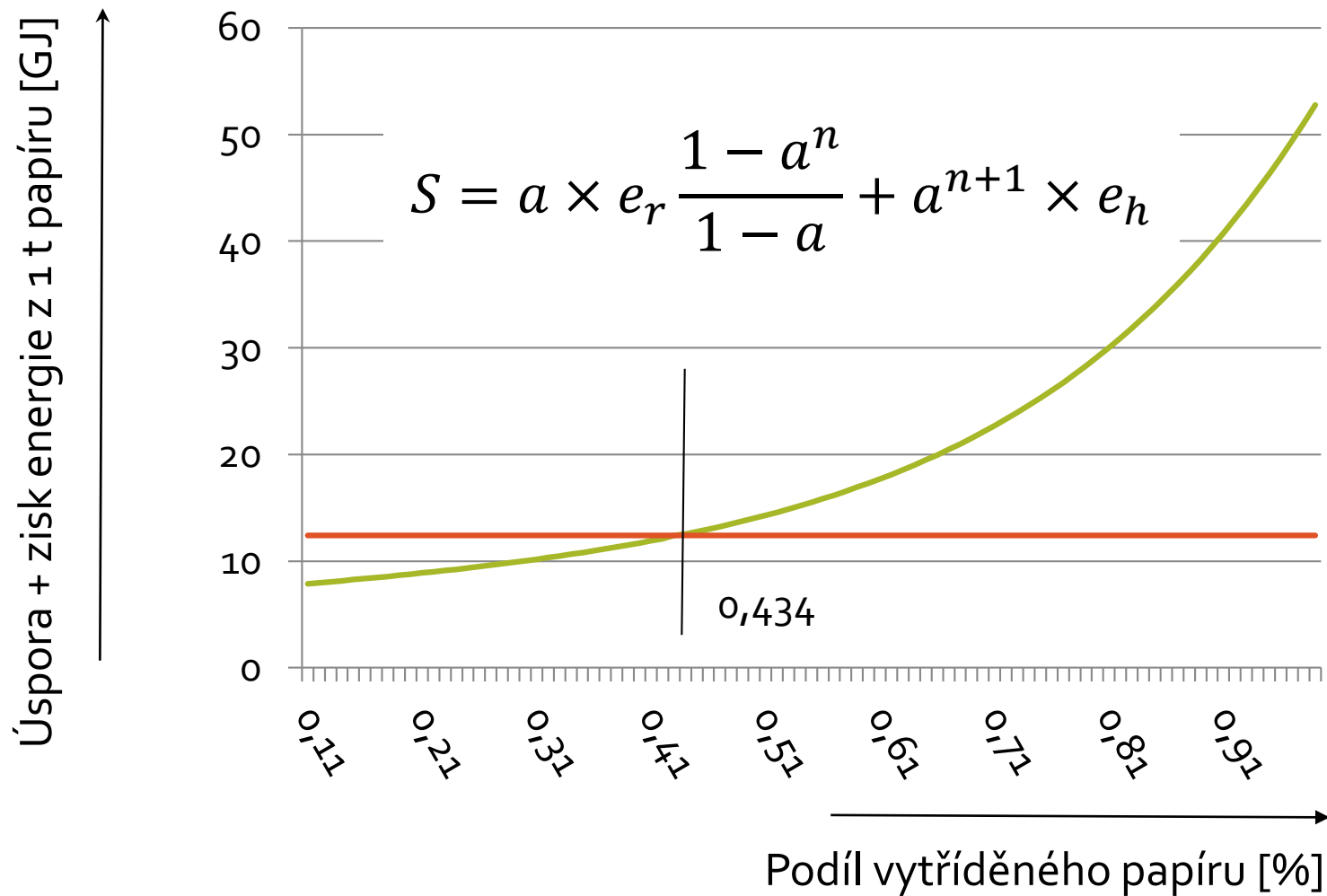
| Přechod T1 | | | |
|------------|-----------|--------------------|--------------|
| Vstupy | | Výstupy | |
| Biomasa | 1 000 kg | Bioplyn | 220 kg |
| | | Digestát | 780 kg |
| Přechod T2 | | | |
| Bioplyn | 149,28 kg | Tepelná energie | 232 kWh |
| | | Elektrická energie | 250 kWh |
| | | Nevyužitá energie | 103,5 kWh |
| | | CO | 0,558556 kg |
| | | NO _x | 0,3851424 kg |
| | | SO ₂ | 0,1127474 kg |
| | | Pevné částice | 0,0057224 kg |

Zdroj: vlastní

Recyklace papíru



Energetická neefektivita při zpracování tříděného papíru



- Recyklace + energetické využití
- Energetické využití

Legenda:

S - množství ušetřené energie,
a - procento vytríděného papíru,
 e_r - hodnota úspory energie díky recyklaci,
 e_h - množství energie z energetického využití,
n - je počet kol recyklace.

Jak ovlivní analýzu recyklace zařazení dopravy?

$$C_{\text{tot}} = C_e + (x / (L_{\text{max}} / (c_f - c_e)))$$

Zobecněná rovnice dle (BAŤA, R., FUKA, J., LEŠÁKOVÁ, P., HECKENBERGEROVÁ, J. CO₂ Efficiency Break Points for Processes Associated to Wood and Coal Transport and Heating. *Energies*. 2019, roč. 20, č. 12. ISSN 1996-1073.

DOI:10.3390/en12203864)

c_{tot} představuje celkovou spotřebu v l/100 km

x hmotnost nákladu v kg

c_e je spotřeba paliva prázdného dopravního prostředku v l/100 km

c_f je spotřeba paliva plně naloženého dopravního prostředku v l/100 km

L_{max} je maximální hmotnost přepravovaného nákladu v kg

Jak ovlivní analýzu recyklace zařazení dopravy?

Pro vyjádření hodnoty S (celková úspora energie v GJ) se zahrnutím dopravy:

$$S = \left(7,02x - \frac{c_e + \frac{x}{\left(\frac{L_{max}}{c_f - c_e}\right)}}{100} H \times d_r\right) + a \times \left(7,02x - \frac{c_e + \frac{x}{\left(\frac{L_{max}}{c_f - c_e}\right)}}{100} H \times d_r\right) \frac{1-a^5}{1-a} +$$

$$a^6 \times \left(12,41x - \frac{c_e + \frac{x}{\left(\frac{L_{max}}{c_f - c_e}\right)}}{100} H \times d_s\right)$$

Děkuji za pozornost