



**PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁČE**
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA

SUCHÁ FERMENTACE V MALOOBJEMOVÉM FERMENTAČNÍM REAKTORU

Marian Mikulík

Žilinská univerzita v Žilině

seminář

Energetické využití biomasy 2011

Trojanovice 18. – 19. 5. 2011

Anaerobní fermentace

Mikrobiální proces bez přístupu vzduchu = za působení vhodných kultur anaerobních mikroorganismů dochází k rozkladu organických látek = produkce bioplynu.

Vyžaduje optimálně řízené podmínky: obsah sušiny, reakční teplota a pH - faktor (poměr C : N).

Podle reakční teploty:

- psychofilní podmínky (teplota 15 až 20 °C),
- mezofilní podmínky (teplota 35 až 40 °C),
- termofilní podmínky (teplota 55 °C).

Optimální poměr C : N = 20 až 35 (40) : 1

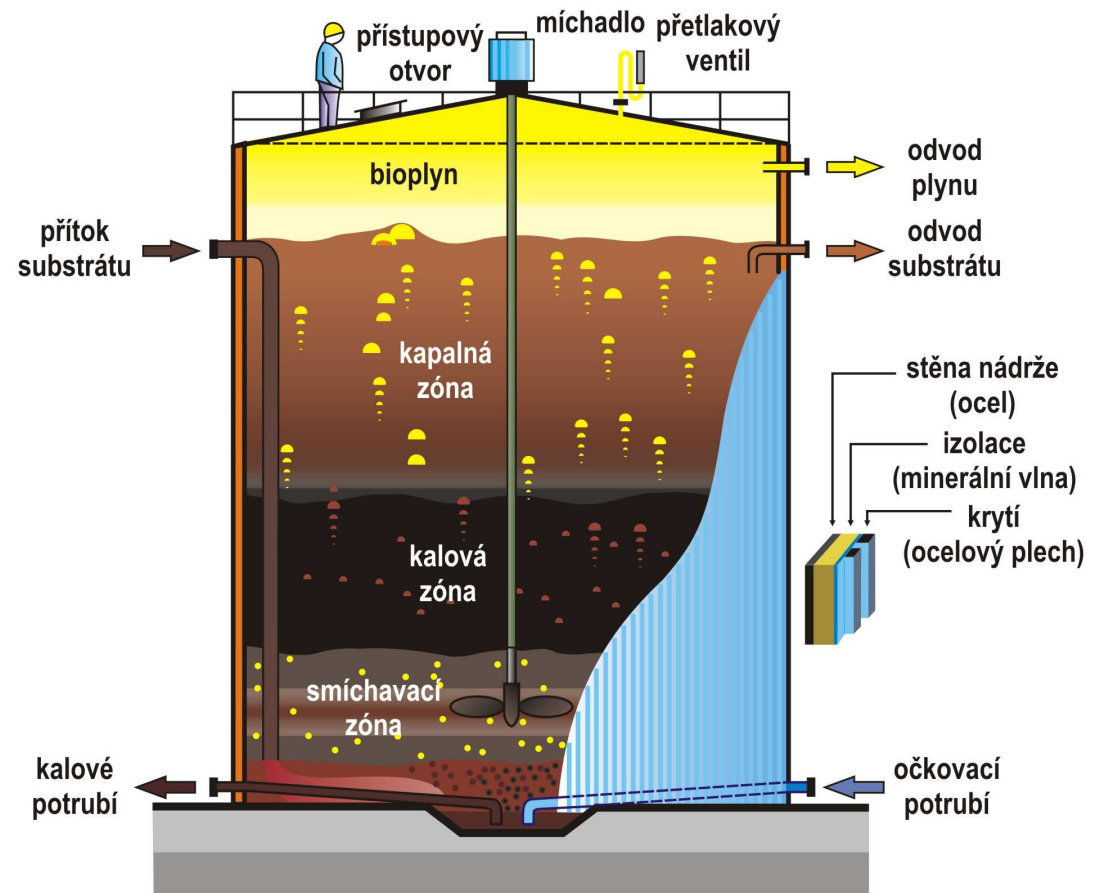
Mokrý fermentace

Obsah sušiny v biomase pod 12 % (optimálně 8 až 10 %).

- kontinuální průběh,
- používá se nejčastěji,

Vyžaduje:

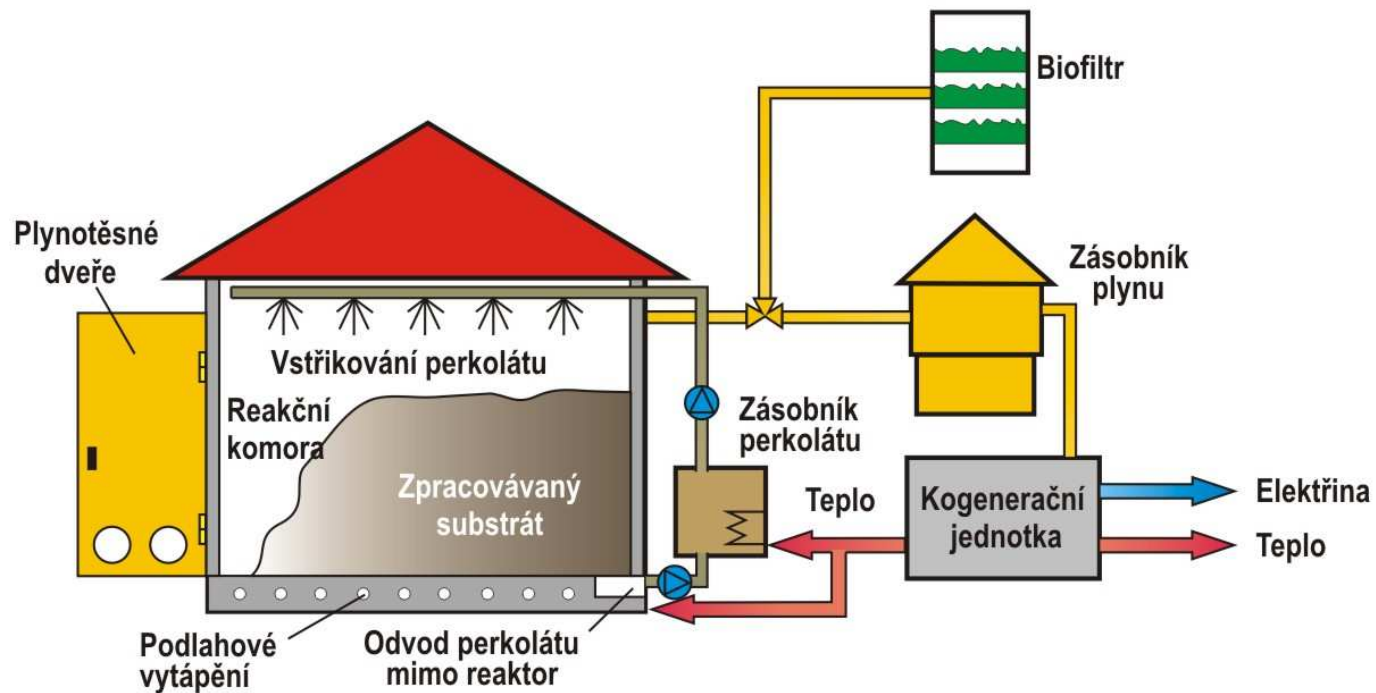
- homogenizační nádrž,
- fermentační reaktor,
- výstupní nádrž.



Suchá fermentace

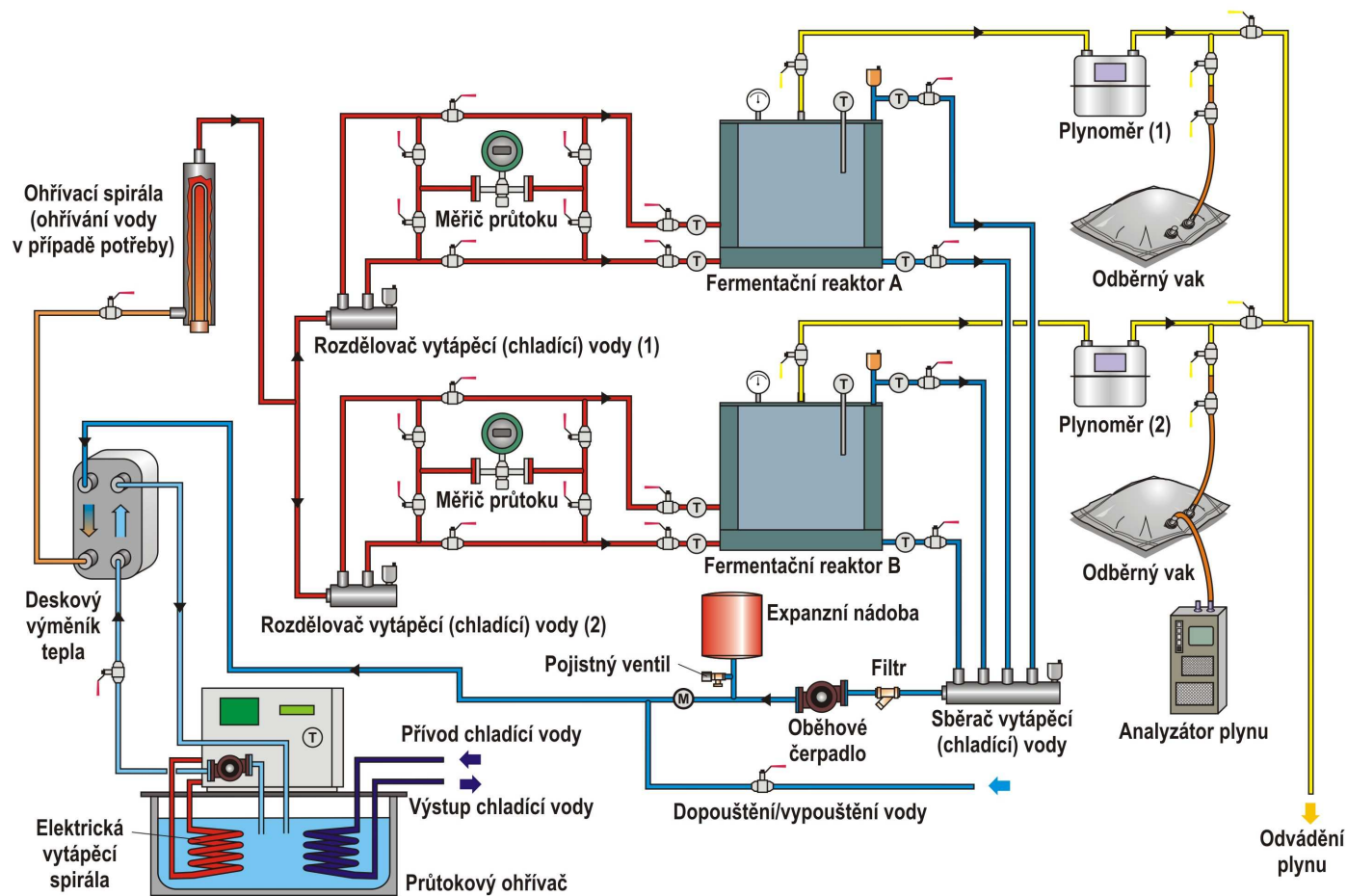
Obsah sušiny v biomase 20 až 60 % (optimálně 30 až 35 %).

- jednostupňový proces,
- materiál, který nelze zpracovat jednoduchou cestou.



Experimentální bioplynová stanice

Realizace s finanční podporou VEGA MŠ SR a SAV. Projekt č. 1/0258/09 „Optimalizace fermentačního reaktoru pro suchou fermentaci“.



Zářzení experimentálního zapojení

Indukční měřič průtoku YOKOGAWA
Rozsah: 0 až 0,1767 m³/h



Průtokový ohřivač
JULABO SL 26



Zařzení experimentálního zapojení

Snímače teploty PT100

Rozsah: -200 až 850 °C



Snímače teploty NiCr

Rozsah: -200 až 1370 °C



Zařzení experimentálního zapojení



**Analyzátor plynu URAS 26
(CO, NO, SO₂, CO₂)**

**Analyzátor plynu MAGNUS 206
(O₂)**

**Analyzátor plynu MULTI-FID14
(CH₄)**

Zářzení experimentálního zapojení

**plynoměr PREMAGAS BK-G6,
0,06 až 10 m³/h, max. přetlak 0,5 bar**

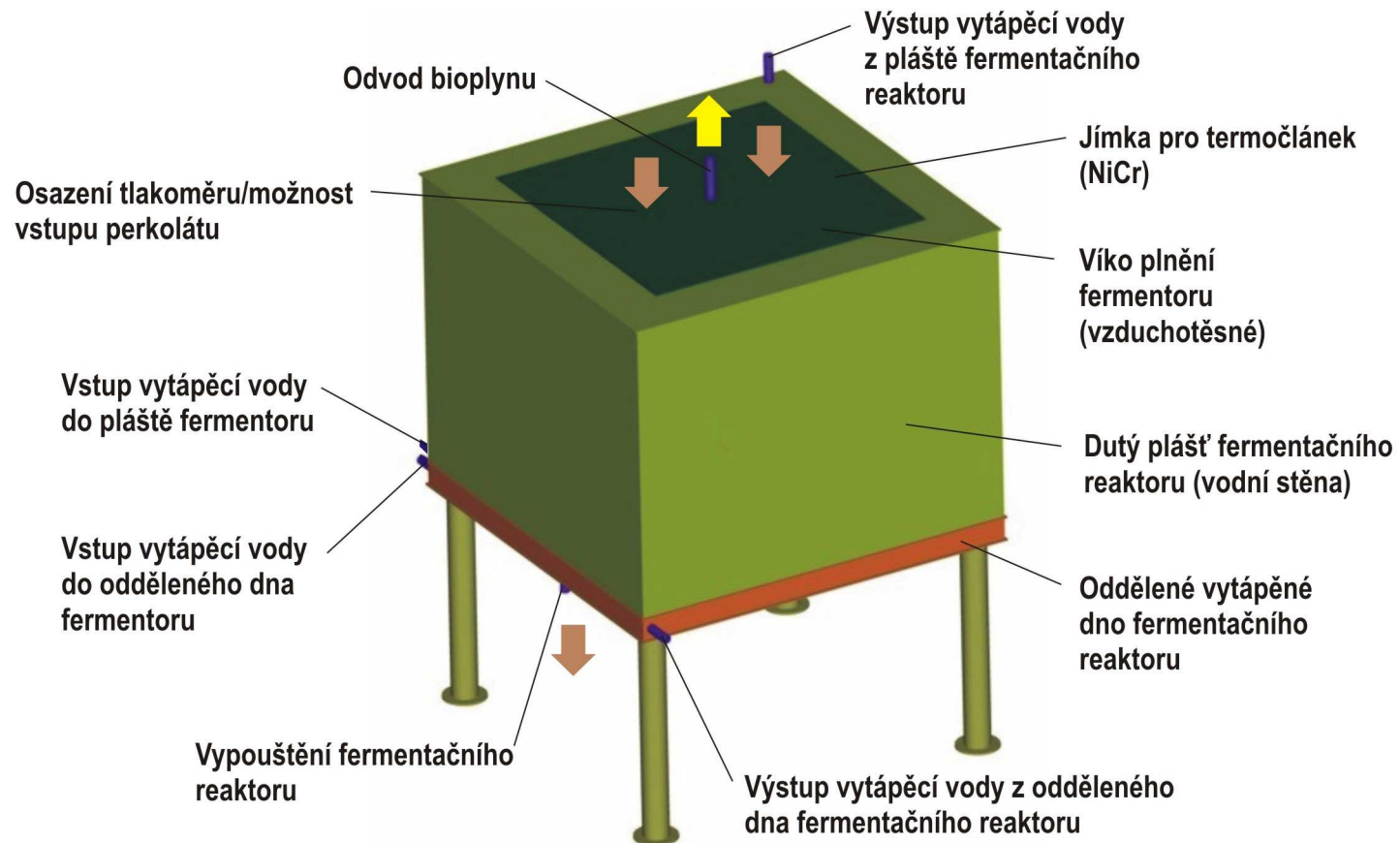
**plynoměr PREMAGAS BK-G6T,
0,06 až 10 m³/h, max. přetlak 0,1 bar**

**měřicí ústředna ALMEMO 5690-1
základní měřicí karta Almemo
MM A9 a měřicí karta U-A10
(10 univerzálních vstupů)**



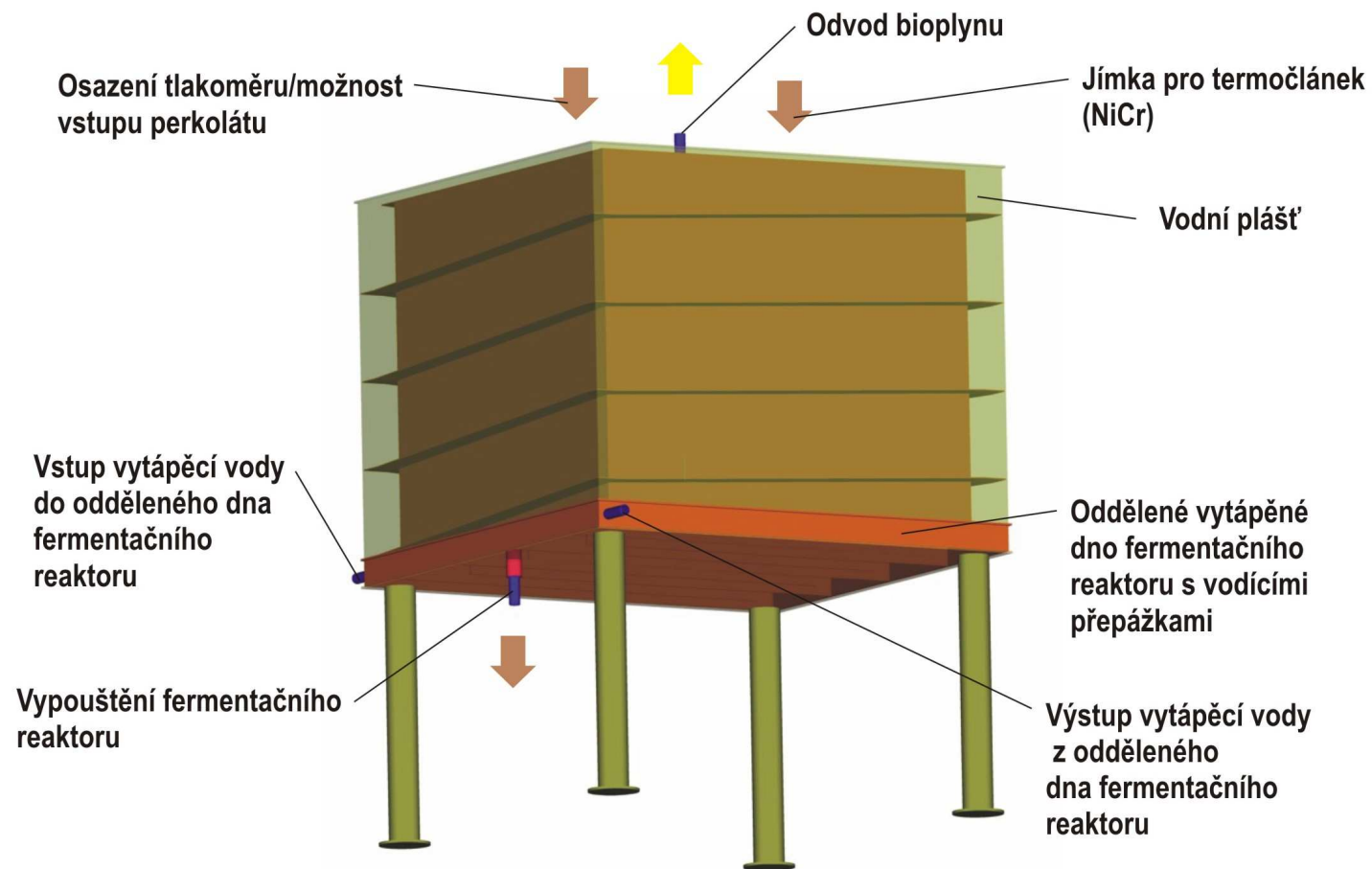
Zřízení experimentálního zapojení

Fermentační reaktor: 800 x 800 x 694 mm = objem cca 0,44 m³.



Zřízení experimentálního zapojení

3D model fermentačního reaktoru (konstrukce vodících přepážek).



Plnění fermentačních reaktorů

31. 3. 2011 cca 275 kg kukuřičné siláže (oba fermentační reaktory)

měrná hmotnost: cca 625 kg·m⁻³ (optimálně 600 až 800 kg·m⁻³)



Obsah sušiny v kukuřičné siláži

Sušící váha RADWAG WPS 50 SX

hmotnost vzorku před sušením: 9,501 g

hmotnost vzorku po sušení (po uplynutí 45:40 minut): 3,251 g

obsah vlhkosti: 65,79 %

obsah sušiny: 34,21 %



Chemická analýza kukuřičné siláže

SGÚ D. Štúra, Akreditovaná zkušební laboratoř ve Spišské Nové Vsi

Chemický rozbor kukuřičné siláže v původním stavu (s obsahem vody)

Parametr	Obsah [%]	Metoda
Celková voda (W)	64,4	gravimetrie
Popel (A)	1,10	gravimetrie
Celková síra (S)	0,03	elementární analýza s tepelně vodivostním detektorem
Uhlík (C)	17,3	elementární analýza s tepelně vodivostním detektorem
Vodík (H)	2,28	elementární analýza s tepelně vodivostním detektorem
Dusík (N)	0,29	elementární analýza s tepelně vodivostním detektorem

poměr C : N = cca 59 : 1

Chemická analýza kukuřičné siláže

SGÚ D. Štúra, Akreditovaná zkušební laboratoř ve Spišské Nové Vsi

Chemický rozbor kukuřičné siláže v bezvodém stavu

Parametr	Obsah [%]	Metoda
Popel (A)	0,07	gravimetrie
Celková síra (S)	0,03	elementární analýza s tepelně vodivostním detektorem
Uhlík (C)	48,5	elementární analýza s tepelně vodivostním detektorem
Vodík (H)	6,42	elementární analýza s tepelně vodivostním detektorem
Dusík (N)	0,82	elementární analýza s tepelně vodivostním detektorem
Draslík (K)	2,12	atomová emisní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou
Fosfor (P)	1,36	atomová emisní spektrometrie s indukčně vázanou plazmou

poměr N : P = cca 0,6 : 1

Přidání kejdy hovězího dobytku do fermentačních reaktorů

6. 4. 2011 = přidání cca 25 litrů kejdy do obou fermentačních reaktorů



Podmínky v laboratoři

oprava poruchy elektroinstalace, instalace jiného zařízení



- bioplynovou stanicí nebylo možné spustit podle předchozího popisu,
- fermentační procesy při psychrofilních podmínkách (teploty 15 až 20 °C)

První odběr vyprodukovaného plynu

11. 4. 2011 = fermantační reaktor B (objem 24 litrů)

teplota uvnitř reaktoru: cca 19 °C



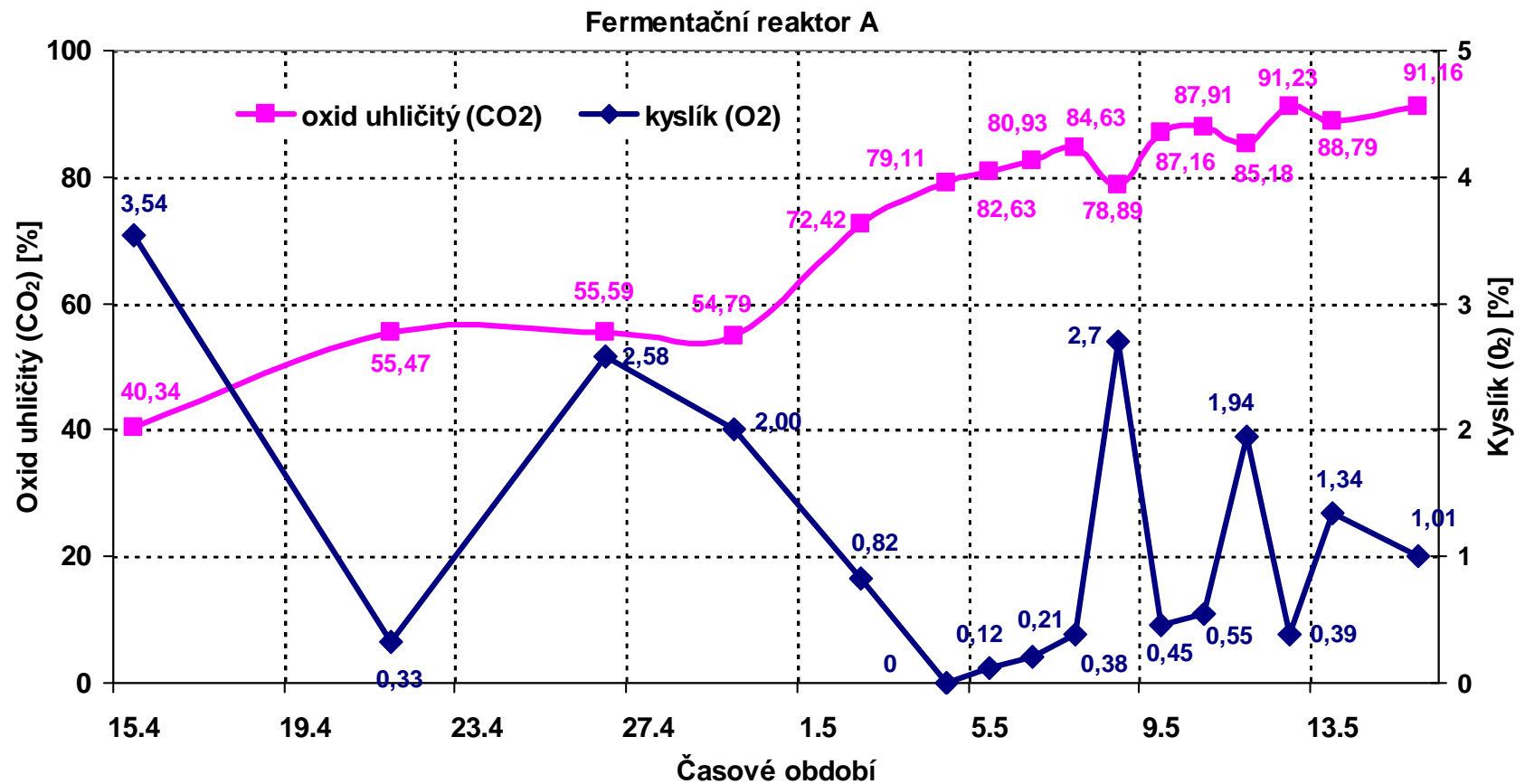
Spuštění vytápění fermentačních reaktorů

3. 5. 2011 = snaha o dosažení teploty 37 °C uvnitř reaktorů



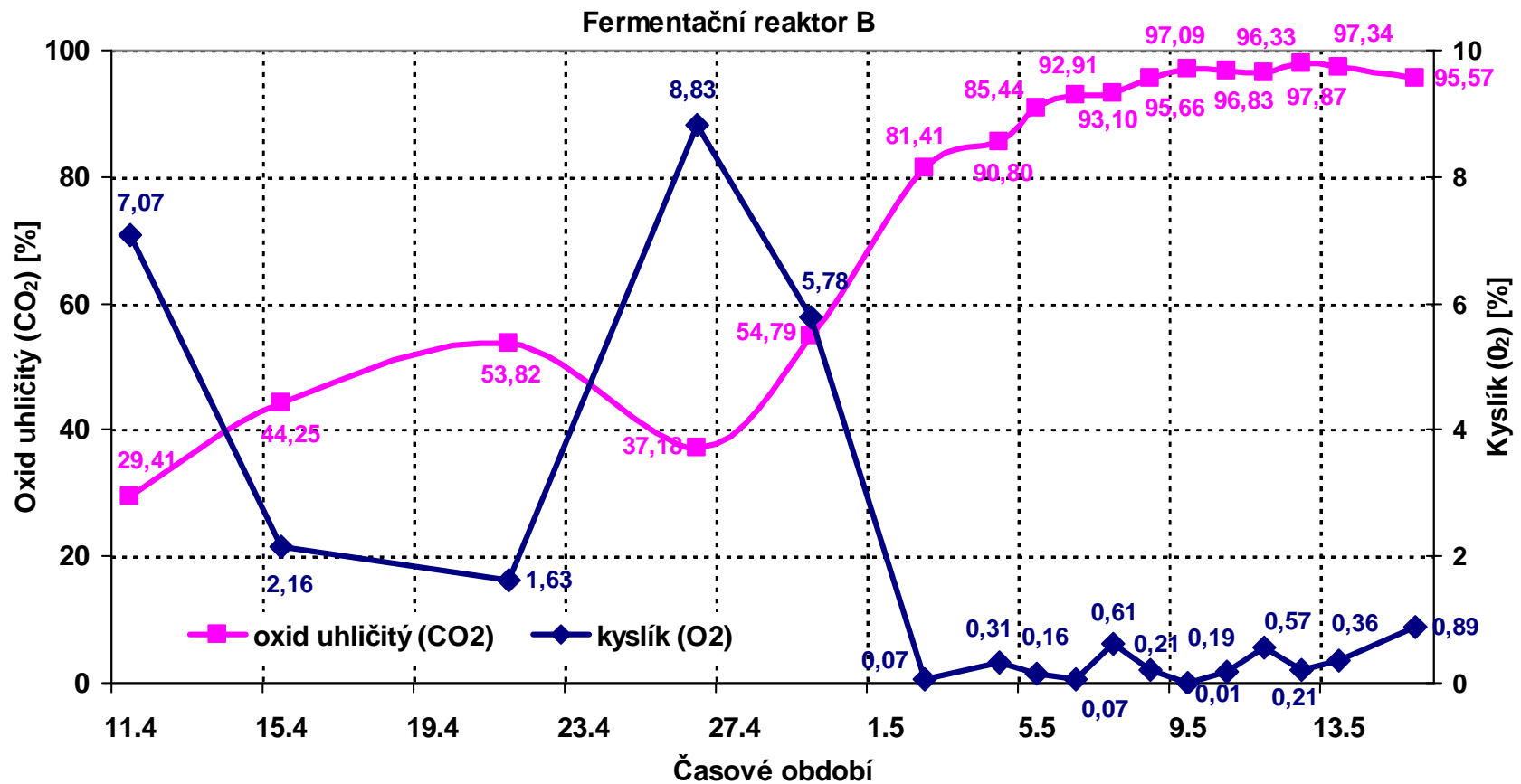
Analýza plynu z fermentačního reaktoru A

(obsah kyslíku a oxidu uhličitého v plynu od 15. 4. do 15. 5. 2011)

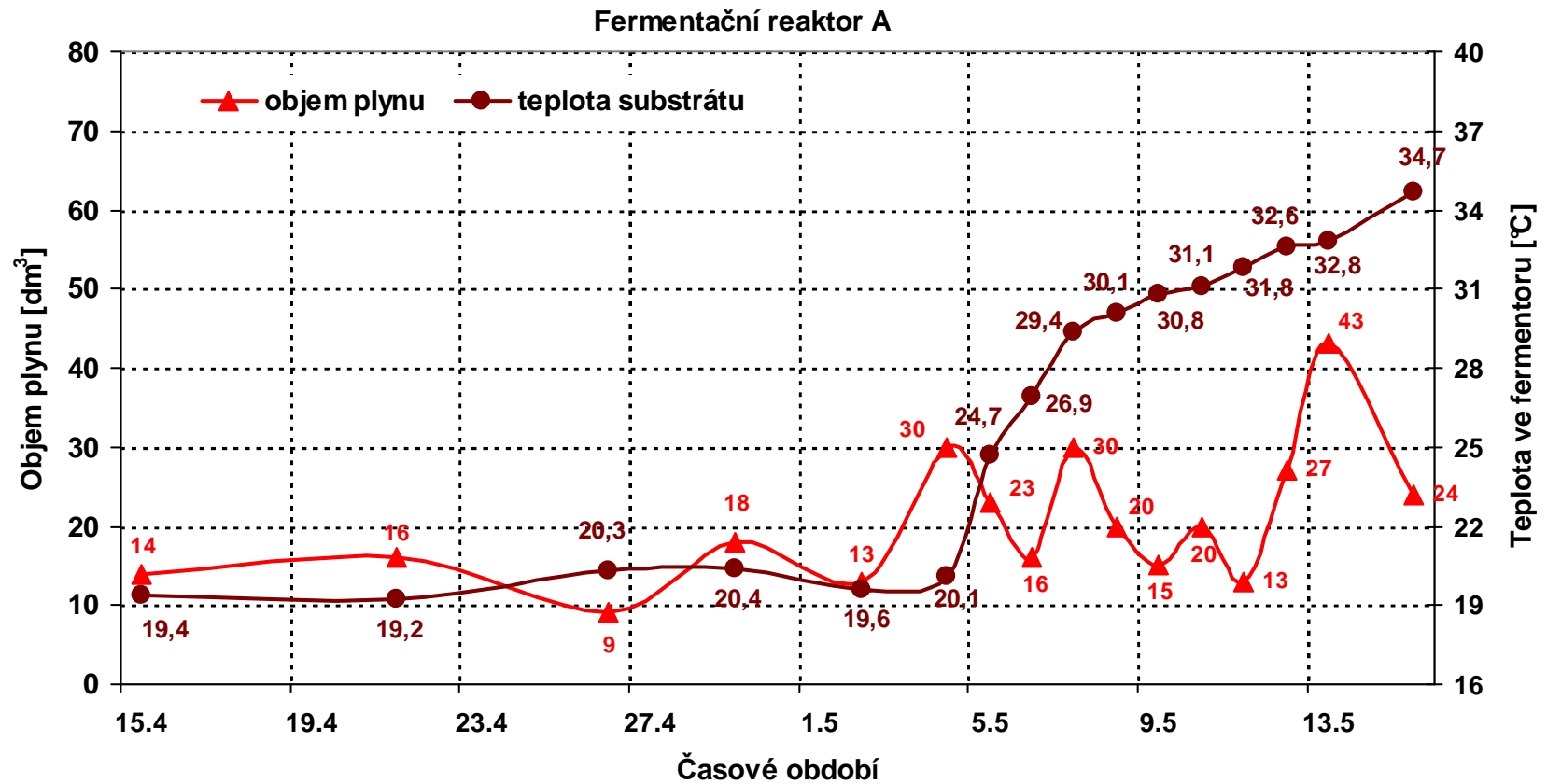


Analýza plynu z fermentačního reaktoru B

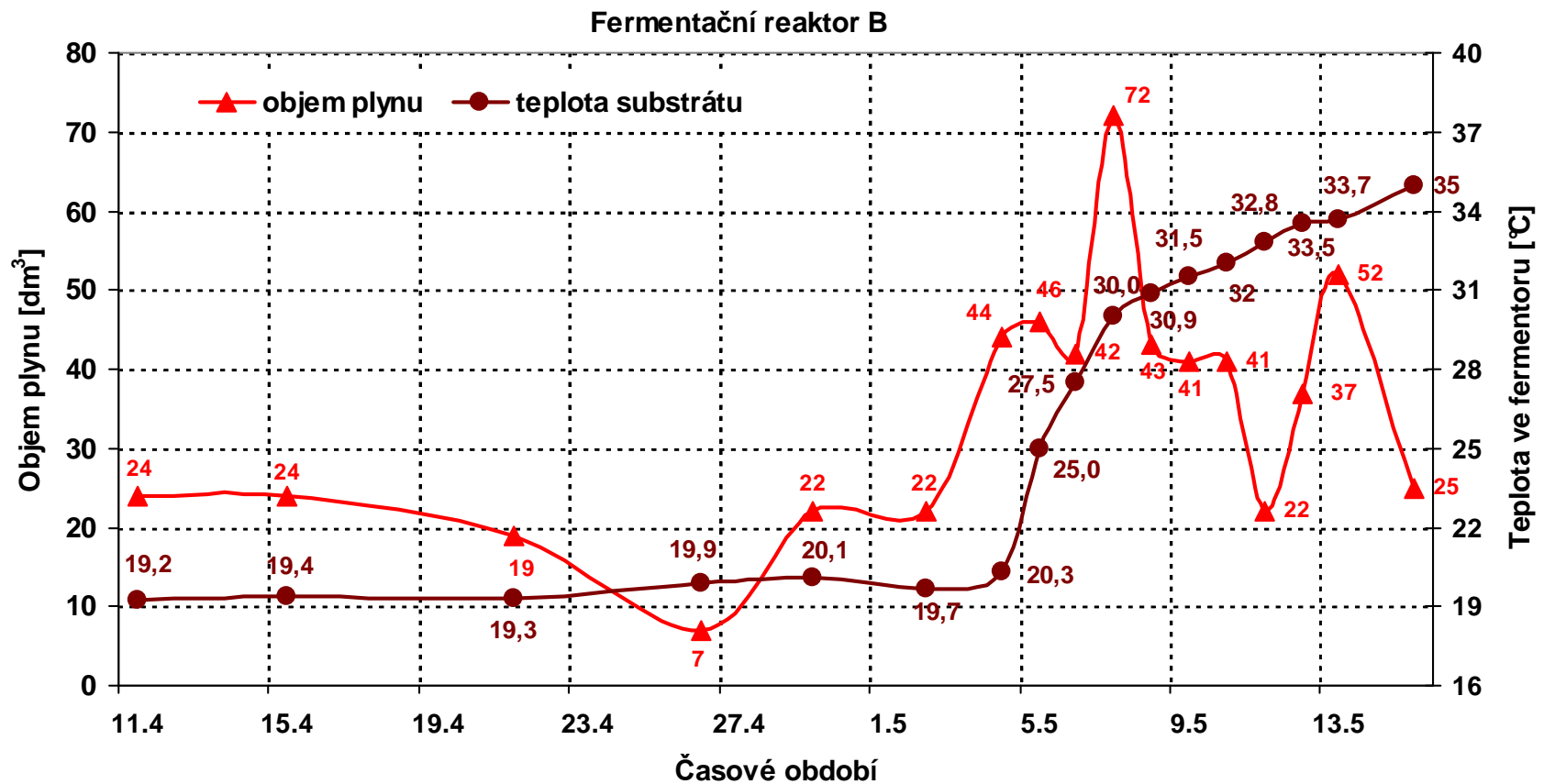
(obsah kyslíku a oxidu uhličitého v plynu od 11. 4. do 15. 5. 2011)



Teplota uvnitř fermentačního reaktoru A, množství plynu (od 15. 4. do 15. 5. 2011)



Teplota uvnitř fermentačního reaktoru B, množství plynu (od 11. 4. do 15. 5. 2011)



Závěr

- v obou fermentačních reaktorech podobný průběh,
- produkce metanu (zatím) velmi nízká,
- počáteční podmínky: možnost vzniku plísní = zastavení fermentačního procesu,
- spuštění fermentačního procesu není jednoduché,
- nutnost znát chemické složení zpracovávaného materiálu,
- dodání vhodného očkovačla pro spuštění procesu fermentace.

Děkuji za pozornost...



**PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁČE**
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



**PROJEKT SPOLUFINANCOVANÝ
EURÓPSKOU ÚNIOU**

**Európsky fond regionálneho
rozvoja (ERDF)**

*doc. Ing. Marian Mikulík, PhD.
Katedra energetickej techniky
Strojnícka fakulta
Žilinská univerzita v Žiline
Univerzitná 1
010 26 Žilina*

*tel.: 041 513 2880
fax: 041 52 525 41
e-mail: marian.mikulik@fstroj.uniza.sk
www.biomasa-info.sk*