# Vysoké učení technické v Brně



IMS - Modelování a simulace

2018/2019

**Model a simulace výroby řepkového oleje**

Roman Janík (xjanik20) Brno, 30. října 2017

Karel Klečka (xkleck04)

Obsah

[Vysoké učení technické v Brně 1](#_Toc529395884)

[1 Úvod 3](#_Toc529395885)

[1.1 Zdroje informací 3](#_Toc529395886)

[1.2 Autoři 3](#_Toc529395887)

[1.3 Ověřování validity modelu 3](#_Toc529395888)

[2 Rozbor tématu a použitých metod/technologií 4](#_Toc529395889)

[2.1 Postupy vytváření modelu 5](#_Toc529395890)

[2.2 Použité metody a technologie 5](#_Toc529395891)

[3 Koncepce 5](#_Toc529395892)

[3.1 Forma konceptuálního modelu 7](#_Toc529395893)

[4 Architektura simulačního modelu/simulátoru 7](#_Toc529395894)

[5 Podstata a průběh simulačních experimentů 8](#_Toc529395895)

[4.1 Zvýšení teploty lutru 8](#_Toc529395896)

[4.2 Přidání dalšího kotle 8](#_Toc529395897)

[6 Shrnutí simulačních experimentů a závěr 9](#_Toc529395898)

[7 Zdroje 9](#_Toc529395899)

1 Úvod

Tato technická zpráva vznikla jako součást řešení projektu IMS. Zabývá se vytvořením modelu SHO (systému hromadné obsluhy) [1, str. 7] a simulací [1, str. 8] výroby řepkového oleje [4]. Cílem práce je na základě modelu výrobní linky ukázat pomocí experimentů [1, str. 9 ] možné optimalizace výrobního procesu, konkrétně zvýšení vstupu o 30 % a optimalizace linky tak, aby byla schopna zpracovávat toto množství ve stejném čase jako předtím. Vychází z úvahy o zvýšení zisku zpracováním většího množství suroviny.

Dalším experimentem se bude ověřovat návratnost uvažované investice do nových lisů s vyšším výkonem a nižší spotřebou elektrické energie.

1.1 Zdroje informací

Jako zdroje informací jsme použili dostupné materiály ze slajdů k přednáškám a demonstračním cvičením předmětu IMS.

Dále jsme čerpali z internetových zdrojů uvedených na konci dokumentu. Význačným zdrojem je díl Slunečnicové a řepkové oleje [5] z pořadu Jídlo s.r.o. na internetové televizi Stream.cz.

1.2 Autoři

Na práci se podíleli Roman Janík a Karel Klečka.

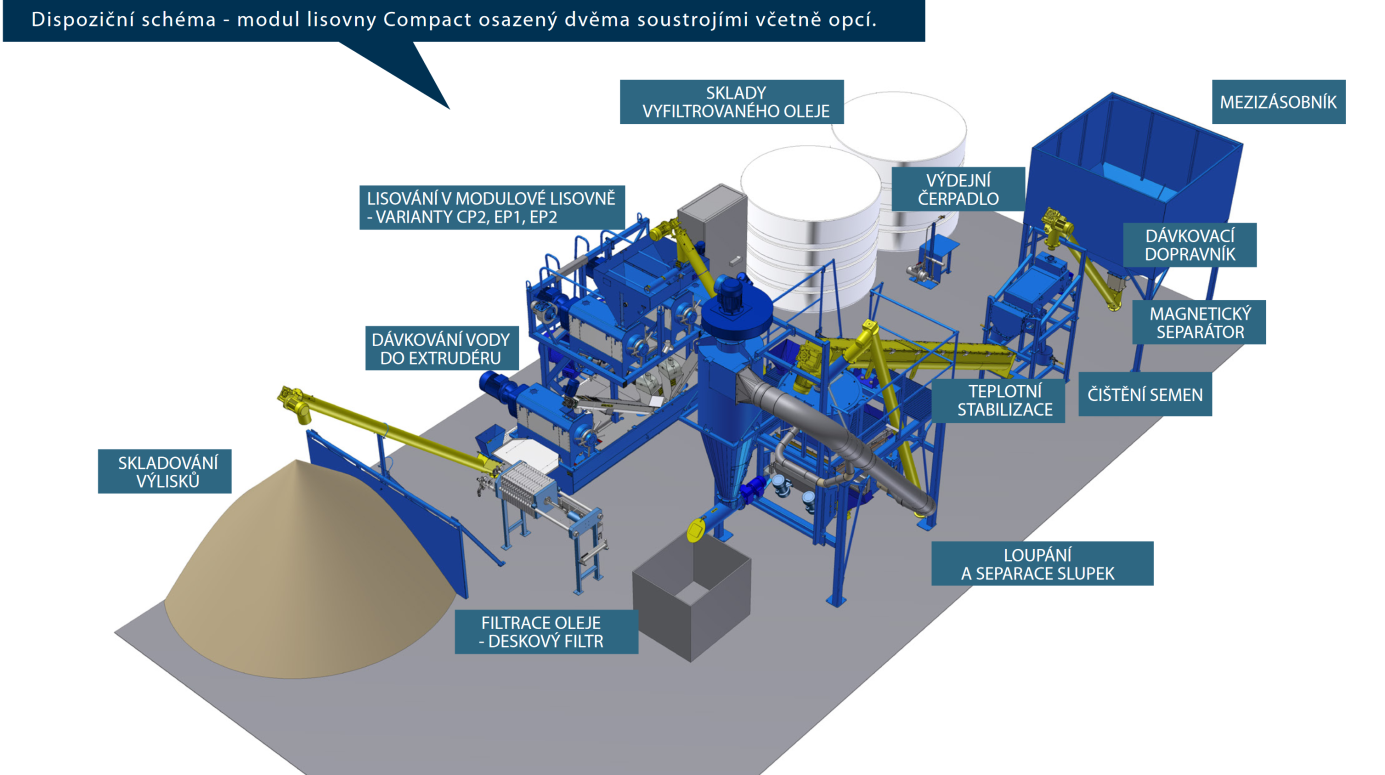
1.3 Ověřování validity modelu

Výsledky simulace přibližně odpovídají reálným datům z výrobny řepkového oleje.

2 Rozbor tématu a použitých metod/technologií

Výroba řepkového oleje zahrnuje tyto fáze:

1. vstupní kontrola,
2. lisování,
3. filtrace,
4. rafinace,
5. výstupní kontrola.



Příklad lisovny obr. 1, zdroj [10]

Výrobní linka začíná příjmem řepkového semene. To je dováženo kamionem. Semeno pokračuje na vstupní kontrolu kvality, kde pracovník odebere vzorky, v laboratoři vyhodnotí kvalitu a rozhodne, zda je surovina vyhovující. Nevyhovující řepkové semeno, například obsahující spory plísně nebo příliš vlhké, nesmí být puštěno do výroby.

Vyhovující surovina pokračuje do lisu 1. stupně. První lisování probíhá za studena, vzniká 10% extra panenského oleje (přepočítáno z 10 kg / 100 kg [5]), zbytek suroviny pokračuje do zásobníku lisu 2. stupně. Druhé lisování probíhá za vyšších teplot a tlaků, díky čemuž je z částečně vylisovaných semínek získáno ještě 20% panenského oleje (přepočítáno z 20 kg / 100 kg [5]). Zbytky vylisovaných semen se nazývají výlisky nebo pokrutiny, které mají využití jako součást krmiva hospodářských zvířat.

Oba druhy olejů je nutno přefiltrovat, extra panenský pokračuje na výstupní kontrolu kvality, panenský na rafinaci.

Rafinace je označení pro úpravy oleje tak, aby olej mohl být použit v teplé kuchyni na smažení, pečení nebo fritování. Takto upravený olej má vyšší bod přepálení [12]. Rafinace se skládá z odslizení, bělení a dezodorace [7][8].

Výstupní kontrola kvality rozhoduje o kvalitě výsledného oleje a tedy jestli může být stočen do lahví.

2.1 Postupy vytváření modelu

První fází vytváření modelu bylo vyhledávání informací o výrobě řepkového oleje z různých zdrojů. Ze získaných informací bylo vytvořeno několik konceptů, které sloužily pro tvorbu abstraktního modelu [1, str. 36]. Pro finální abstraktní model byla vytvořena Petriho síť [1, str. 123,124], podle které byl následně implementován simulační model[1, str. 44].

2.2 Použité metody a technologie

Graf Petriho sítě byl vytvořen v online nástroji draw.io [3]. Dle zadání projektu byl k implementaci simulačního modelu použit jazyk C++ s knihovnou SIMLIB/C++ [2]. Výsledné programy byly spuštěny na operačním systému Linux, distribuce Ubuntu 14.04. Grafy byly vytvořeny v aplikaci Microsoft Word.

3 Koncepce

Model výrobní linky se skládá z následujících důležitých částí (části jsou seřazeny ve stejném pořadí v jakém jimi řepkové semeno/surový olej/rafinovaný olej prochází):

• Kamion

• Vstupní kontrola kvality

• Zásobník semene před lisem 1. stupně

• Lis 1. stupně

• Zásobník semene před lisem 2. stupně

• Lis 2. stupně

• Zásobník před filtrem

• Filtr

• Zásobník před rafinační jednotkou

• Rafinační jednotka

• Výstupní kontrola kvality

• Zásobník na výsledný řepkový olej

Výše uvedený model se týká delší části výrobní linky pro rafinovaný olej, extra panenský olej vynechává části Zásobník před rafinační jednotkou a Rafinační jednotka.

Uvažujeme plně naložený kamion, který přiváží vždy 25 tun [11] řepkového semene. Poté oddělení vstupní kvality rozhoduje, zda je řepka vyhovující, či ne. Nevyhovující řepka opouští systém. Vyhovující řepka je dále modelována jako proces 1 tuny řepky, která žádá o obsluhu lisy.

První lisování probíhá za studena, vzniká 100 kg extra panenského oleje (přepočítáno z 10 kg / 100 kg [5]), zbytek suroviny pokračuje do zásobníku lisu 2. stupně. První lisování trvá 30 min (přepočítáno z [9]) s normálním rozložením s rozptylem 1. Druhé lisování trvá déle – 40 min s normálním rozložením s rozptylem 1, protože je nutno dosáhnout vyšších teplot a tlaků. Získáme tím dalších 200 kg oleje (přepočítáno z 20 kg / 100 kg [5]).

Zbytky tvoří výlisky, kterých vzniká 700 kg (přepočítáno ze 70 kg / 100 kg [5]).

Olej je nutné přefiltrovat, filtrace extra panenského oleje trvá

Rafinace oleje trvá 60 min s normálním rozložením s rozptylem 5 min.

Z modelu jsou vypuštěny zanedbatelné doby přesunu mezi zařízeními linky.

3.1 Forma konceptuálního modelu

Pro popis konceptuálního modelu jsme použili Petriho síť [1, str. 123,124], v ní jsou uvedeny nejpodstatnější informace. Petriho síť lze logicky rozdělit podle fází výroby na vstupní kontrolu, lisování, filtraci, rafinaci a výstupní kontrolu.

Petriho síť je vyobrazena na obrázku 2:

4 Architektura simulačního modelu/simulátoru

Transakce [1, str. 136] systému jsou generovány událostí [1, str. 169] Generator, která dědí od třídy Event [1, str. 169]. Transakce reprezentuje příjezd kamionu a každých 8 hodin spouští proces Kamion, který dědí od třídy Process [1, str. 171].

Proces Kamion nejprve zabere zařízení [1, str. 180] VstupniKontrolaKvality. Na vstupní kontrole kvality se rozhodne, zda je přivezené řepkové semeno vyhovující, a pokud ano, vytváří 25 procesů Repka, kde každý proces modeluje 1 tunu řepky.

Proces Repka je obsloužen skladištěm [1, str. 184] Lis1 za vzniku 100 kg extra panenského oleje, který je modelován procesem ExtraPanenskyOlej. Poté je obsloužen skladištěm Lis2, současně vznikají 2 procesy PanenskyOlej (200 kg) a proces Vylisky (700 kg). Proces Vylisky modeluje výlisky a slouží pro statistiku.

Oba procesy olejů pokračují zabráním skladiště Filtr. Proces PanenskyOlej podstupuje navíc rafinaci ve skladišti RafinacniJednotka. Na závěr oba procesy vstupují do skladiště VystupniKontrolaKvality, kde probíhá kontrola kvality.

5 Podstata a průběh simulačních experimentů

4.1 Zvýšení teploty lutru

Ve vstupních datech pro simulaci systému jsme upravili čas, potřebný pro nahřátí lutru na destilační teplotu. Odhad o kolik se tato doba zkrátí vlivem vyšší teploty lutru jsme přibližně vypočetli z toho, o kolik by se měla zvednout teplota. Teplota by měla stoupnout o 37,5 %. V simulaci jsme tedy čas zkrátili o 37,5 %. Nové hranice doby pro destilaci vychází na 53,125 – 56,25 minut.

4.2 Přidání dalšího kotle

Zkusili jsme přidat další surovinový kotel, protože díky kratší době destilace v destilačním kotli to lze zvládat. Níže jsou uvedená data z výsledků simulací:

**Simulace stávajícího systému v průběhu 16 hodin**

Vydestilovano alkoholu celkem: 43.4989

Vydestilovano alkoholu prumerne: 21.7495

Vyprodukovano vypalku celkem: 946.68

Sporteba destilacniho kotle celkem: 7.62721

Sporteba destilacniho kotle prumerne: 1.9068

**Simulace stávajícího systému s vyšší teplotou lutru v průběhu 16 hodin**

Vydestilovano alkoholu celkem: 44.0816

Vydestilovano alkoholu prumerne: 22.0408

Vyprodukovano vypalku celkem: 946.097

Sporteba destilacniho kotle celkem: 7.62721

Sporteba destilacniho kotle prumerne: 1.9068

6 Shrnutí simulačních experimentů a závěr

7 Zdroje

1. Slajdy k přednáškám předmětu IMS  
   <https://www.fit.vutbr.cz/study/courses/IMS/public/prednasky/IMS.pdf>
2. Peringer P., SIMLIB/C++  
   <http://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/>
3. Online nástroj na tvorbu diagramů  
   <https://www.draw.io/>
4. Řepkový olej  
   <https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%98epkov%C3%BD_olej>
5. video Slunečnicové a řepkové oleje  
   [https://www.stream.cz/jidlo-s-r-o/10005480-slunecnicove-a-repkove-oleje](https://www.stream.cz/jidlo-s-r-o/10005480-slunecnicove-a-repkove-oleje%20) [19:10]
6. video Rostlinný olej - Jak se vyrábí rostlinný olej  
   <https://www.jaksetodela.cz/video/1131/rostlinny-olej-jak-se-vyrabi-rostlinny-olej>
7. Řepkový olej  
   <http://www.bioenergo-komplex.cz/faq/repkovy-olej/>
8. Proces výroby olejů  
   <http://www.glencoreagriculture.cz/proces-vyroby-oleju.html>
9. Lis HLO-01 EKONOM  
   <http://www.filtrex.cz/cs/produkty/hlo-01-ekonom.html>
10. Modulová lisovna Compact, Farmet a.s.  
    <https://livefarmet.blob.core.windows.net/farmetwebdata/ContentItems/4390_04390/compact-cz-email-web.pdf>
11. Pravidelné přepravy řepky olejné, 1x denně  
    <http://www.centrum-preprav.cz/vyberove-rizeni-Pravidelne-prepravy-repky-olejne--1x-denne-1948.htm?fbclid=IwAR0rG8lLjaWn1-vOwvp8KaYHk1Vu35_mhMDm-J7DhCzYZeoOyvYW8qXhwu0>
12. Bod přepálení u olejů  
    <https://www.gourmet-partners.cz/Bod-prepaleni-u-oleju/>