



# Simulační studie

## **SHO ve výrobě**

Výroba rohlíků jako běžného pečiva

*Jizerské pekárny*

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>2</b>
1.1	Autoři, zdroje . . . . .	2
1.2	Ověření validity . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Rozbor tématu a použitých metod/technologií</b>	<b>2</b>
2.1	Použité postupy . . . . .	3
2.2	Původ použitých metod/technologií . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Koncepce modelu</b>	<b>3</b>
3.1	Popis konceptuálního modelu . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Architektura simulačního modelu/simulátoru</b>	<b>4</b>
4.1	Mapování konceptuálního modelu do simulačního modelu . . . . .	4
<b>5</b>	<b>Podstata simulačních experimentů a jejich průběh</b>	<b>4</b>
5.0.1	Experiment 1 . . . . .	5
5.0.2	Experiment 2 . . . . .	5

# 1 Úvod

Tato práce řeší sestavení modelu a následnou simulaci jednotlivé části výroby v pekárně Jizerské pekárny. Jedná se o výrobu rohlíků pomocí malé kontinuální linky. Toto nám poskytne přesnou představu o chování výroby v závislosti na různých podmínkách. Účelem simulačních experimentů je zjistit propustnost a úzká místa výroby a navrhnout její optimalizaci.

## 1.1 Autoři, zdroje

Projekt vypracoval student Tverdokhlib Vladyslav z FIT VUT v Brně.

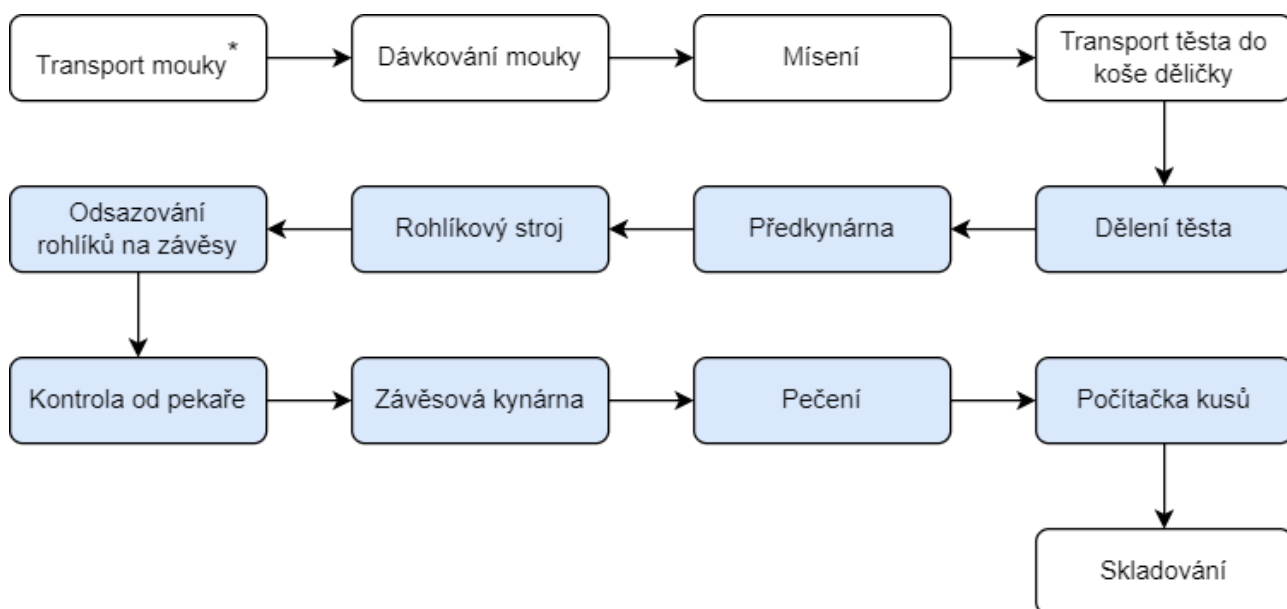
Podstatným zdrojem faktů je diplomová práce Zdeňky Řezáčové z TU v Liberci, konkrétně 3. kapitola - *Analýza technologie výroby běžného pečiva v pekárně v České Lípě*. Tato kapitola význačně popisuje technologický proces výroby běžného pečiva, včetně rohlíků, v podniku Jizerské pekárny spol. s r. o. Doplňující a hypotetické údaje byly připojeny z dalších školních prací nebo dokumentů.

## 1.2 Ověření validity

Validita modelu byla testována různými vícenásobnými experimenty. Získané výsledky byly porovnány s odvozenými daty ze zdroje, oficiálních stránek pekárny a dokumentace výrobní linky. Drobná hypotetická data byla převzata u linek tohoto typu.

# 2 Rozbor tématu a použitých metod/technologií

Pekárna vyrábí běžné pečivo pomocí dvou kontinuálních výrobních linek: malé a velké. V studii uvažujeme pouze malou linku. Výrobní proces pomocí malé linky je znázorněn ve formě diagramu. Toto je zestručnění *Blokového schématu na výrobu běžného pečiva* bez ztráty podstaty a s zvýrazněním malé linky:



\*Transport mouky lze zahájit, pokud není obsazen jinou linkou.

Pro zavedení mouky do výrobního procesu je mouka pravidelně dopravována ze sil do zásobníku o obsahu 150 kg. Doprava je prováděna dmychadlem rychlostí 30 kg/min.

Ze zásobníku se mouka nasypává do díže a dává se s příměsmi a složkami. Pro každou výrobní linku jsou dva hnětače. Doba mísení a interval plnění nové mouky závisí na lince.

Po transportu těsta do koše se začíná kontinuální výrobní linka:

Dělicí stroj opouští řadu šesti utužených klonků, jejichž hmotnost lze regulovat. Dopravují se klonky do předkynárny.

Závěsy se otáčejí a pak klonky padají do rohlíkových strojů.

Z rohlíkového stroje padají čerstvě svinuté rohlíky do klapky odsazováku, ten je dopravuje nad závěsy kynárny. Ve vhodném okamžiku se klapky otevrou a rohlíky jsou odsazeny v množství 24 kusů na závěs.

Na začátku, během pohybu závěsů, má pekař čas zkontrolovat stav rohlíků. Pak řady vstupují na pás průběžné pece.

Rohlíky jdou z pece přes automatickou počítáčku kusů přímo do beden.

## 2.1 Použité postupy

Protože se jedná o paralelní procesy a fronty, byl systém modelován jako SHO s využitím knihovny SIMLIB pro jazyk C++. Pro konkrétní případ poskytuje knihovna potřebné a jednoduché rozhraní. K vytvoření koncepčního modelu byla použita Petriho síť.

## 2.2 Původ použitých metod/technologií

Simulační model byl vytvořen pomocí knihovny SIMLIB verze 3.08. Implementace a simulace probíhaly vzdáleně přes SSH spojení na serveru *merlin.fit.vutbr.cz* s CentOS Linux 7. Pro překlad byl použit GNU C++ Compiler. O použití těchto metod a technologií bylo rozhodnuto na základě získaných znalostí v rámci předmětu IMS.

## 3 Koncepce modelu

Během rozboru tématu byla zanedbána část údajů procesu výroby běžného pečiva. Bylo soustředění tedy na výrobu rohlíků pomocí malé linky a izolování ji od zbytku systému.

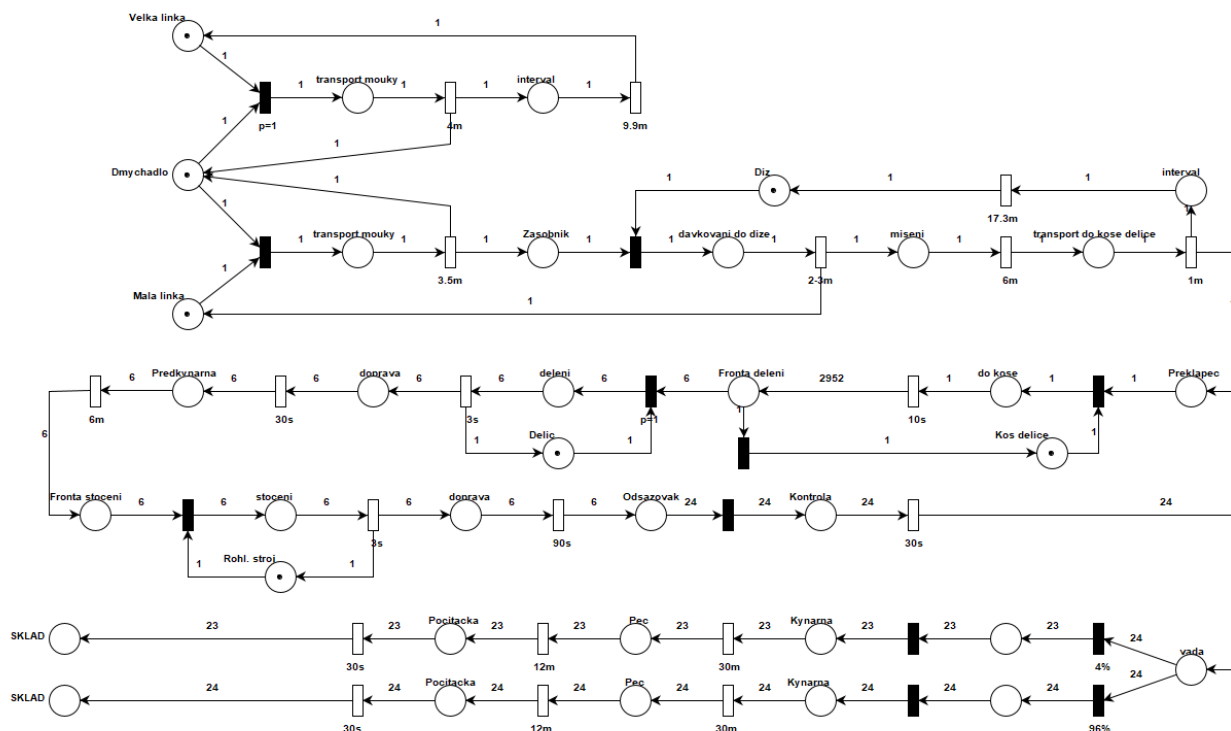
Automatické a ruční dávkování bere se jako celek, protože podle údajů nemá transport příměsí na systém téměř žádný vliv.

Ignoruje se systém transportu mouky. Z mnoha sil představujeme jeden a neuvažujeme, jak fungují závěry potrubí do velkého nebo malého zásobníku při souběžné dopravě mouky, protože nepotřebujeme periodické malé dávky.

Ignorují se činnosti na lince, které nezastavují provoz, např. zaprašování nebo vložení.

Vzhledem k tomu, že se jedná o kontinuální linku, není potřeba po procesu dělení simulovat fronty pro všechny prvky systému. Při dělení se tedy nastavuje interval mezi rohlíky.

### 3.1 Popis konceptuálního modelu



Použití jednoho transportního potrubí pro mouku dvěma dízemi bylo řešeno pomocí linky dmychadla, přednost má velká díž, protože se používá častěji než malá.

Aby byly dodrženy autorem uvedené intervaly plnění dízí, byly přidány přechody s dobou až do konce tohoto intervalu. Počítá se takto:  $residual\_interval = interval - davkovani - miseni - transport\_do\_kose$ .

Váha přechodu odpovídá skutečnosti pro přesnost modelu.

Na konci, podle toho, kterým přechodem to půjde, se určí, zda se 1 rohlík ztratí nebo ne.

Za normálních podmínek má rohlíkový stroj stejný interval jako dělička, a proto netvoří frontu.

## 4 Architektura simulačního modelu/simulátoru

Implementace probíhala v jazyce C++, standard C++11. Byla použita knihovna SIMLIB a standardní jazykové knihovny.

### 4.1 Mapování konceptuálního modelu do simulačního modelu

Simulační model obsahuje 4 třídy *Facilita*: Transport, Predzamis, Delic, Stroj. Představují linky Dmychadlo, Diz, Delic a Rohl. stroj. Průchod modelem je rozdělen do procesů. Strojové procesy aktivují největší počet procesů. Například při dělení se každé 3 sekundy aktivuje proces pohybu dále, což si lze představit jako výstup řady klonků z děličky. Fronta je implementována díky metodě *Seize()*.

## 5 Podstata simulačních experimentů a jejich průběh

Nejprve byly provedeny experimenty pro ověření validity modelu. Některé z experimentů zahrnovaly ladění hypotetických dat.

Byly provedeny experimenty ke určení propustnosti a úzkých míst.

Na závěr byla provedena série experimentů, s cílem pokusit se o optimalizaci.

### 5.0.1 Experiment 1

První experiment se provádí za účelem ověření platnosti modelu.

-Nastavíme dobu simulace na 8 hodin.

-Zdroj uvádí, že velikost díže pro malou linku je 150 kg. Když vezmeme v úvahu, že na jeden rohlík je potřeba 51 g těsta, můžeme vypočítat, že z každého díže lze získat  $150 / 0,051 = 2941$  rohlíků.

-Hodnoty intervalů zadáme ze zdroje.

*.ims -t 8 -c 2941 -i 27,3 -ib 13,9*

Výsledkem je, že průměrný interval plnění díže je 27.2616 Výkon je 6468. Co odpovídá údajům v dokumentu, kde výkon linky je 6500/h. a interval 27.3

Count sklad: 44255

Interval.Mean: 27.2616

Vykon: 6468

### 5.0.2 Experiment 2

Toto je experiment pro účely optimalizace.

V předchozím experimentu procento využití linky na dělení je malé - 87%. Zkusme nastavit hodnotu intervalu co nejmenší.

*.ims -t 8 -c 2941 -i 10,3 -ib 13,9*

Count sklad: 48975

Interval.Mean: 10.3028

Vykon: 7156

Získáme využití 96

## **Literatura**

- [1] Diplomova prace TUL. [https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/86903/v\\_09904\\_T.pdf?sequence=-1](https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/86903/v_09904_T.pdf?sequence=-1).