

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

MODELOVÁNÍ A SIMULACE

Výrobní proces z potravinářské oblasti

Jan Bartošek (xbarto92)

Brno, 9. prosince 2018

Petr Šopf (xsopfp00)

1 Úvod

Tato práce vznikla za účelem projektu do předmětu Modelování a simulace, Fakulty informačních technologií vysokého učení technického v Brně. Cílem projektu je znázornit fungování menší pekárny o dvou zaměstnancích vyrábějících 3 různé produkty a zjistit, jaké množství pečiva jsou schopni vyrobit a jestli by se pekaři vedoucímu vlastní pekárnu vyplatilo najmout druhého pekaře.

1.1 Řešitelé projektu a odborník v oboru

Projekt je dílem dvou studentů 3. ročníku bakalářského studia Jana Bartoška a Petra Šopfa. Odborným konzultantem, s mnoholetou praxí v oboru pekařství a aktuální pracovní pozicí ve velké pekárně obchodního řetězce v centru města Brna, je rodinný příslušník jednoho ze studentů. Z důvodu interních zákonů společnosti nemůžeme prozradit o jaké pekařství se jedná ani jméno našeho konzultanta. Všechny informace použité pro řešení tohoto projektu prošly recenzí zmíněným odborníkem a byly uznány relevantními.

1.2 Validita vytvořeného modelu

Celý model ([1], slajd 7) byl vystaven průběžnému testování. Validita ([1], slajd 37) výsledků byla ověřena odborníkem z oboru a porovnávána údaji a statistikami, které nám byly poskytnuty menšími prodejnami pečiva v oblasti města Brna. Tímto bych chtěl poděkovat pobočkám Pečivo Manukyan v městských částech Brno-Žabovřesky, Lužánky a Brno-Centrum.

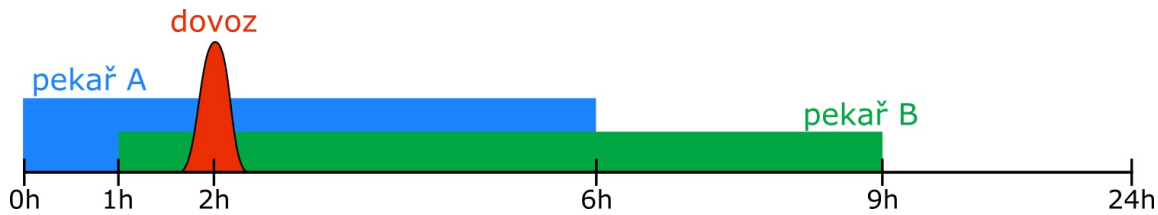
2 Rozbor tématu a použitých metod/technologií

Simulovaný model ([1], slajd 7) se zabývá pekárnou, ve které 2 pekaři vytváří 3 různé druhy pečiva. Mají systematicky rozdělené role, které dodržují po čas celé směny. Z důvodu složitosti se neberou v potaz přestávky na pauzu.

První zaměstnanec započne směnu přichystáním těsta na chleba. Začíná se vážením surovin, které trvá 3 - 5 minut. Potom si pekař pomocí míchačky umíchá těsto, to mu zabere 9 minut. Zpracování těsta trvá přibližně minutu. Nachystané těsto odnese do kynárny, což je místnost s vyšší teplotou, kde se těsto nechá 45 minut nakynout. Poté se pekař dá na výrobu rohlíků. Ta je ve spoustě ohledech shodná s výrobou chleba. Nicméně vážení surovin trvá pouze minutu a na zpracování těsta je za potřebí dvou různých strojů, a to přístroje, který z rozmíchaného těsta vytvoří rovnoměrné kuličky, které se vloží do druhého přístroje, jenž z kuliček vytvoří klasický tvar rohlíku. Práce těchto strojů je okamžitá a jejich obsluha zabere pekaři dohromady půl minuty. Tuto výrobu postupně střídá celou svoji pracovní směnu.

Hodinu po nástupu prvního pekaře se do práce dá i druhý pekař. Ten se stará o dvě důležité úkoly a těmi jsou obsluha pecí a převzetí dovážky mraženého pečiva. Ta přijíždí exponenciálně hodinu po jeho začátku směny. Je potřeba ji převzít a přesunout do mrazáku, odkud se potom pečivo bere do pece. To zabere 4 až 5 minut a jeden dovoz vystačí na 5 dávek do pece. S výjimkou tohoto pekař musí pro každou várku pečiva zapnout pec a zvolit správný program. Dostat těsto do pece mu zabere minutu. V peci je poté těsto 45, 13, nebo 5 minut v závislosti na druhu pečiva. Po uplynutí tohoto času je musí vytáhnout co nejrychleji z pece a odnést na prodejnu. Pekař se snaží péct pečivo postupně. Prvně chleba, poté rohlíky, a pak kaiserky. V případě, že však nemůžu dodržet toto pořadí z

důvodu nedostatku připraveného těsta, tak po třech minutách začne péct to první, na co má prostředky.



Obrázek 1: Průběh pracovní směny vyobrazen na časové ose

2.1 Použité postupy

Pro návrh Petriho sítě([1], slajd 123) byl použit vektorový grafický editor Inkscape a pro vytvoření modelu knihovna SIMLIB([1], slajd 164) programovacího jazyku C++. Tato knihovna usnadňuje práci pro simulaci našeho zadání.

3 Koncepce modelu

Cílem projektu je simulovat spolupráci dvou pekařů a zaznamenat jejich produktivitu. K simulaci není třeba brát ohled na množství prodaného pečiva, nebo dalšího zaměstnance obsluhujícího pokladnu.

Zmínění pekaři mají přesně určené role, které vyplývají z běžné praxe, kdy jeden z pekařů se stará o přípravu těsta, zatímco druhý obsluhuje pece.

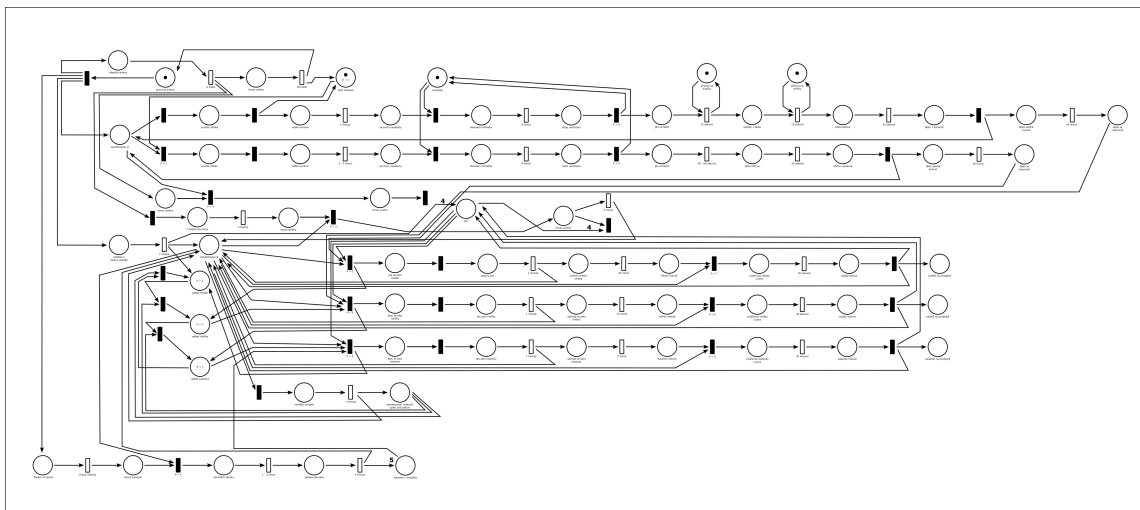
3.1 Návrh konceptuálního modelu

Simulace začíná v momentě nástupu prvního pekaře na směnu. Započne jeho osmi hodinová směna a pekař se dá do přípravy chlebu a následně rohlíků. Tento postup se opakuje až do konce jeho směny. Poté pekař opouští systém a vrací se znovu až za 16 hodin.

O hodinu později přichází druhý pekař. Rozdílný čas nástupu na směnu opět vychází z praktik v praxi. Druhý pekař by totiž čekal přibližně hodinu, až pekař první dokončí přípravu těsta. Jeho směna probíhá opakovaným pečením chlebu, rohlíků a kaiserek, které se dováží jednou denně zmražené.

3.2 Formy konceptuálního modelu

Abstraktní model([1], slajd 36) byl popsán Petriho sítí([1], slajd 123) podle informací získaných rozhovorem s naším odborníkem z oboru.



Obrázek 2: Petriho síť, viz příloha PetriNet.jpg

4 Architektura simulačního modelu

Simulační model se sestává z tříd:

- `BapDoughImport` - proces dovozu mražených kaiserek
- `BakingBread` - proces pečení chlebu
- `BakingRolls` - proces pečení rohlíků
- `BakingBap` - proces pečení kaiserek
- `BreadDoughDries` - proces kynutí chlebu
- `RollsDoughDries` - proces kynutí rohlíků
- `WorkerAWork` - proces práce prvního pekaře
- `WorkerBWork` - proces práce druhého pekaře
- `WorkingShift` - proces pracovní směny

V hlavním bloku funkce `main` je možnost pro vstupy označující množství odpracovaných směn a dostupných pecí.

5 Podstata simulačních experimentů a jejich průběh

Původní testování probíhalo s údaji, kdy oba pracovníci měli stejně dlouhou směnu a k dispozici byly pouze dvě pece. Výsledky však ukázaly, že v takovémto případě není druhý pekař schopen upéct všechno těsto, které mu první pekař během pracovní směny připraví. Bylo tedy potřeba ovlivnit dva elementy v návrhu. A tím byla doba, po kterou pracuje první pekař. Z původních osmi hodin na šest. A zároveň zvednout množství dostupných pecí na 3.

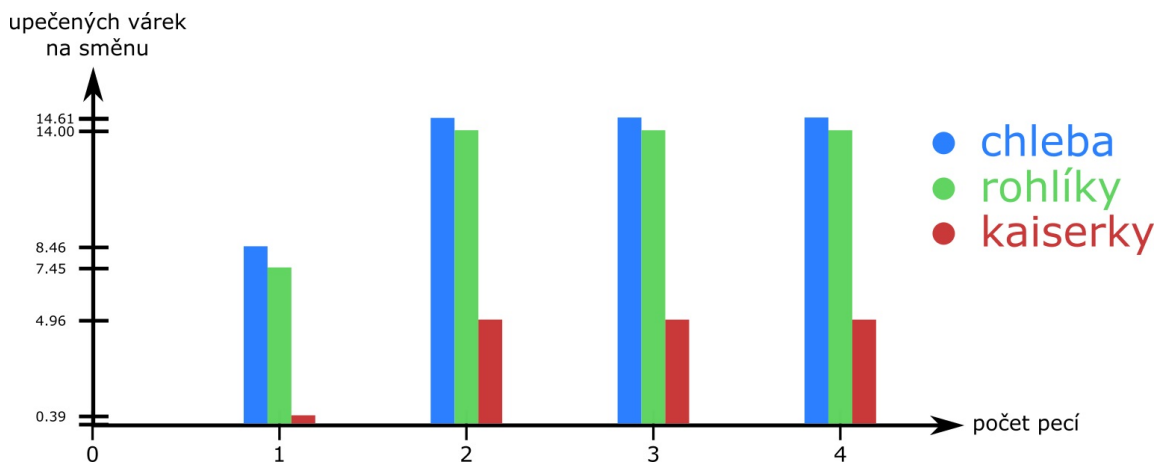
5.1 Obecný popis simulačních experimentů

Experimentování bylo provedeno měnicími se vstupními argumenty a porovnáváním výstupních hodnot.

5.2 Jednotlivé experimenty

5.2.1 Experiment s množstvím pecí

Prvním experimentem je pokus s měnicí se počtem pecí. Počet pecí výrazně ovlivňuje produktivitu druhého pekaře, zatímco prvního se to nijak nedotkne. S větším množstvím pecí je pekař schopen upéct více kusů pečiva. Výsledky jsou sčítány za 500 směn.

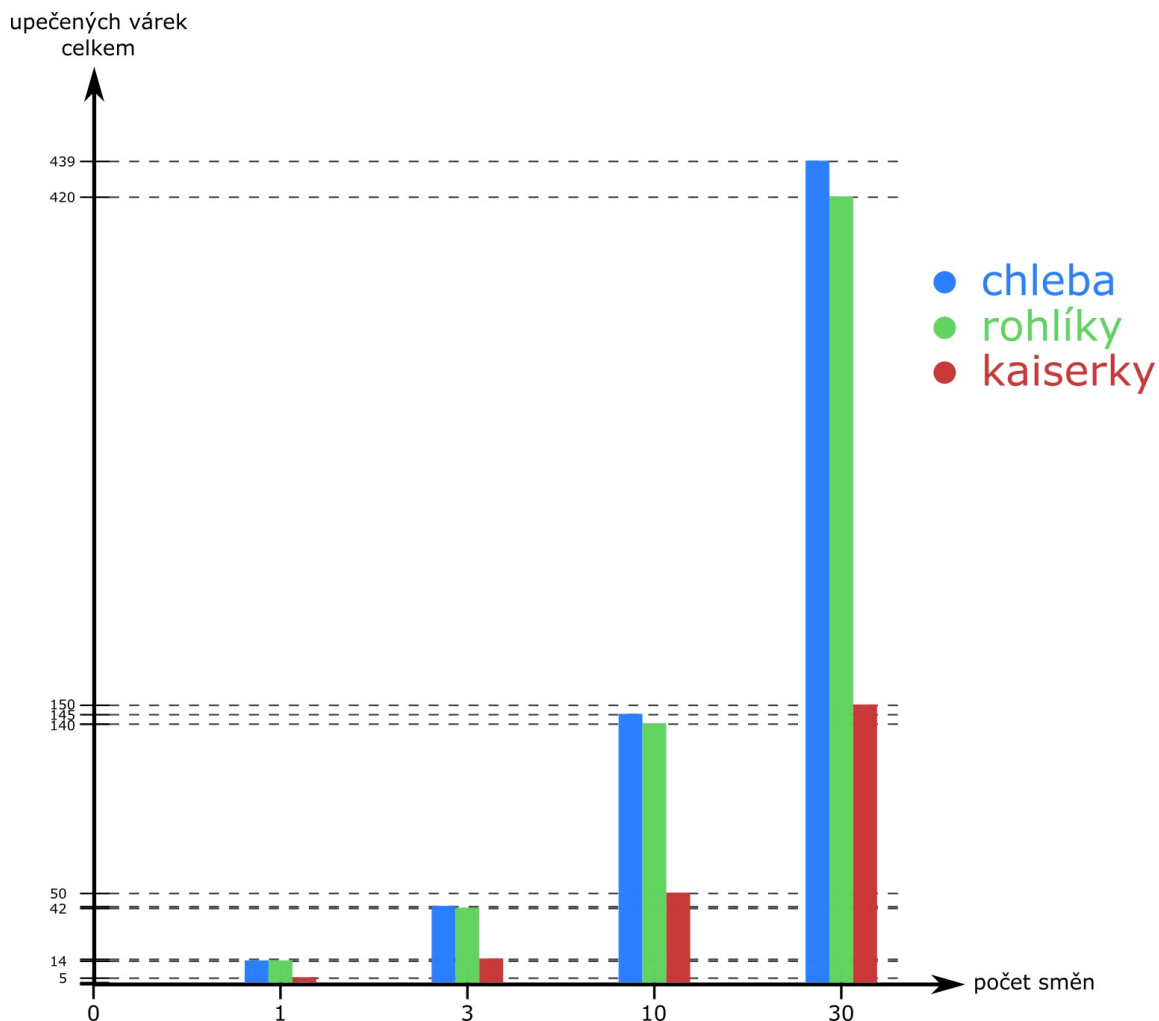


Obrázek 3: Graf množství vyrobeného pečiva v závislosti na pecích

5.2.2 Experiment s počtem směn

Druhý experiment zobrazuje množství upečeného pečiva za proměnlivý počet směn. Je vidět, že kvůli minimálnímu počtu proměnných ovlivňujících délku výroby (chleba se peče vždy stejně dlouho), nemáme velké rozdíly v počtu vyrobených kusů na směnu. Můžeme si

však všimnout, že v některých případech byli pekaři schopni vyrobit o jednu várku chleba více.



Obrázek 4: Graf množství vyrobeného pečiva v závislosti na směnách

5.3 Závěr experimentů

Byly provedeny 2 experimenty na jejichž základě byl upraven model změnou množství dostupných pecí a doby pracovní směny prvního pekaře. Z výše zobrazených výsledků lze vidět, že 3 pece druhému pekaři stačí pro bezproblémový chod pekárny.

6 Shrnutí simulačních experimentů a závěr

Simulací zmíněných experimentů jsme zjistili množství pečiva, kterého jsou 2 pekaři při adekvátním počtu pecí dosáhnout.

Reference

- [1] PERINGER, P. Modelování a simulace. [online], September 15, 2017.
<https://wis.fit.vutbr.cz/FIT/st/cfs.php?file=>