

Simulačná štúdia

Žatva

Tým: xbuchm02

Zadanie 3 : Model výroby v oblasti zemědělství

10. decembra 2023

Marek Buch (xbuchm02)
Dávid Jókay (xjokay00)

Obsah

1	Úvod	1
1.1	Autori, zdroje	1
1.2	Validita modelu	1
2	Faktický rozbor témy	1
2.1	Použité postupy	1
2.2	Popis použitých metod/technologií	1
3	Koncepcia modelu	1
3.1	Popis konceptuálneho modelu	2
4	Architektúra simulačného modelu	2
4.1	Spúšťanie simulačného modelu	3
5	Experimenty	3
5.1	Experimenty	3
5.1.1	Experiment 1	3
5.1.2	Experiment 2	3
5.1.3	Experiment 3	4
5.1.4	Experiment 4	4
6	Zhrnutie a záver experimentov	4

1 Úvod

V tejto práci sa zaoberáme problematikou poľnohospodárstva so zameraním na otázku, ako počet poľnohospodárskych vozidiel (kombajnov a traktorov) ovplyvňuje dobu trvania žatvy. Cieľom je vytvorenie simulačného modelu procesu žatvy a prevedenie experimentov, kde sa ukáže efektívnosť tohto procesu v rôznych podmienkach.

1.1 Autori, zdroje

Prácu vypracovali študenti tretieho ročníka fakulty FIT Marek Buch a Dávid Jókay. K vypracovaniu boli využité zdroje z predmetu Modelování a simulace na FIT VUT v Brně. Ako faktické zdroje boli použité voľne dostupné zdroje z internetu uvedené [6] nižšie ako aj konzultácia so zamestnancami Družstva Veľký Kýr.

1.2 Validita modelu

Overenie validity prebehlo pomocou rozhovorov so zamestnancami Družstva Veľký Kýr ako aj na základe získaných dát z internetu.

2 Faktický rozbor témy

Žatva prebieha ako pohyb kombajnu po poli, kedy kombajn po naplnení svojho zásobníka vysýpa obsah zásobníku do traktoru. V našej simulácii používame model CX8090 značky New Holland [2]. Tento model má šírku žacieho panela 9,15m a počas žania sa pohybuje rýchlosťou 6km/h. Jeho zásobník má kapacitu 9.5 tony ale je bežnou praxou, že sa obsah zásobníku sa vysýpa pri naplnenosti 70 % [1]. Z uvedených faktov vyplýva, že kombajn musí každých približne 24 minút vysypať obsah svojho zásobníka. Kapacita traktoru je 3 obsahy zásobníka kombajnu. Po naplnení kapacity traktora musí traktor vysypať svoj obsah do skladu. Vysýpanie do skladu trvá približne 90 sekúnd.

2.1 Použité postupy

Na tvorbu modelu bol použitý jazyk C++ v kombinácii so simulačnou knižnicou SIMLIB. Zároveň boli použité postupy prednášané v predmete Modelování a simulace.

2.2 Popis použitých metód/technológií

Pre vytvorenie modelu a jeho simulácie bol použitý jazyk C++ a knižnica Simlib. Bola použitá oficiálna verzia knižnice Simlib[4]. Pre uistenie jej správneho používania boli použité príklady použitia knižnice [5] Simlib a jej manuál. Z jazyku C++ boli použité štandardné knižnice.

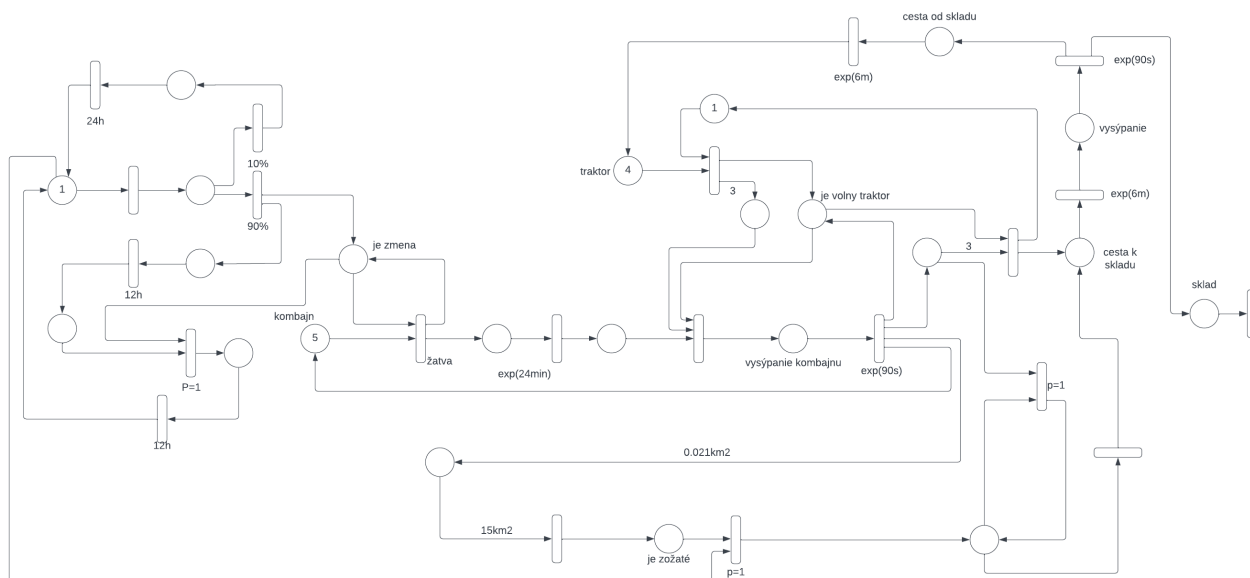
3 Koncepcia modelu

Tento model sa zaoberá žatvou, teda zberom obilia za použitia ťažkej techniky ako je kombajn a traktor. Vychádzame z výberu podstatných údajov pre náš model spomenutých v odseku 2. Faktický rozbor témy, ktoré vplývajú na dĺžku a rozsah žatvy. Údaje o kombajne, ktoré nie sú konštanté, sú zpriemerované pre jednoduchosť modelu. Rovnako je zpriemerovaná rýchlosť a nosnosť traktoru či výnosnosť poľa v gramoch na meter². Cesta traktoru od kombajnu ku skladu a následne naspäť je vyjadrená v minútach, a to exponenciálnym rozdelením so stredom 6, s ohľadom na to, že traktor sa môže nachádzať na rôznych miestach poľa a nie je vždy v rovnakej vzdialenosti od skladu. Potreba zastaviť a tankovať pre oba ťažké stroje v našom modeli nie je namodelovaná, pretože stroje nesú dostatok paliva na celú smenu, rovnako ako aj chybovosť oboch strojov, keďže je pre náš model veľmi nízka, až zanedbateľná. Faktor počasia a teda šanca na dažď, je pre jednoduchosť modelu taktiež

zaokrúhlená. Predpokladáme, že kombajny ktoré začali svoje žanie pred koncom smeny dokončia celú svoju prácu ak neskončila celá žatva. V modeli sú dva koncové stavy, jeden predstavuje úspešné dokončenie žatvy, druhý stav predstavuje uplynutie časového intervalu dokedy mala byť žatva hotová a teda neúspešné ukončenie, pretože sa nestihla požať všetká plocha pola.

3.1 Popis konceptuálneho modelu

Popis modelu je vyjadrený petriho sieťou, ktorá sa nachádza na Obrázku 1. Tento model sa skladá z troch hlavných častí. Prvá časť značí cyklus dna a noci a ich dĺžku, alebo teda smeny a noci, ktorý riadi zvyšok modelu a ďalej z vyhodnotenia, či v ten deň prší alebo nie. Keď prší, žať sa nemôže. Druhá časť už popisuje prácu kombajnu, teda žatvu samotnú a ak kombajn skončil svoju prácu a je k dispozícii traktor tak vysýpanie zásobníku po ktorom sa kombajn opäť vracia do systému. Časť tretia modeluje prácu Traktoru. Vysýpanie zásobníku kombaju, ak je plná vlečka traktoru tak následnú cestu do skladu, vysýpanie obilia v sklade a cestu späť na pole, kde sa znovu zaraďí do systému a je pripravený na proces vysýpanie zásobníku kombajnu. Kombajn aj traktor v modeli slúžia ako obslužné linky a pracujú dokým neskončí zmena, kde po tom ako sa spustí a skončí časovač noci pokračujú zas alebo dokým niesu všetky metre štvorcové ornej pôdy minúť, kedy sa celý model ukončí.



Obr. 1: Petriho sieť

4 Architektúra simulačného modelu

Pri spustení modelu sa spustí simulácia so zadanými (voliteľnými) parametrami (počet kombajnov, počet traktorov (TractorFacility), dní, veľkosť pola, dĺžka smeny). Simulácia prebieha ako striedanie smien a nocí, kde sa počas smeny vykonáva žatva, s tým, že je šanca, že pred smenou pršalo a v ten deň sa žať nemôže. Pre jednoduchosť modelu a zo získaných informácií [3] modelujeme šancu na dážď ako 10 %. Žatva prebieha vopred stanovený čas alebo dokým sa nezožne celé pole. Smenu ukončuje proces ShiftTimer, ktorý je spustený na začiatku každej smeny. Proces kombajn čaká (žne) 24 ± 4 minút, kedy uberie 0.021 km^2 zo zostávajúcej veľkosti pola, a potom sa postaví do fronty, kde čaká na TractorFacility, aby mohol vysypať obsah zásobníku. Vysýpanie trvá 90 sekúnd. Kapacita TractorFacility sa zmenší o 1. Keď TractorFacility dosiahne kapacitu 0, spúšťa sa proces Tractor, ktorý sa stavia na čelo fronty a obsadzuje TractorFacility a čaká (cestuje ku skladu) s exponenciálnym rozdelením so stredom 6 minút. Vysýpanie do skladu trvá 1.5 minúty a

opäť čaká (cestuje späť) rovnaký čas ako cestou tam. Po skončení smeny všetky procesy dokončia svoju činnosť. Po skončení simulácie sa vypíšu štatistiky. Jedna jednotka modelového času odpovedá jednej minúte času.

4.1 Spúšťanie simulačného modelu

Simulačný model je pred spustením nutné najskôr preložiť pomocou príkazu `make`. Spustenie simulačného modelu je možné pomocou `make run` a zadať voliteľné parametre je možné ako

```
make run ARGS="-c C -t T -d D -f F -s S".
```

Kde `c` udáva počet kombajnov, `t` počet traktorov, `d` počet dní, dokedy musí byť žatva dokončená, `f` udáva veľkosť pola v kilometroch štvorcových a `s` dĺžku pracovnej doby v hodinách v rámci jedného dňa. Príklad spustenia:

```
make run ARGS="-c 6 -t 2 -d 24".
```

5 Experimenty

Postup pri experimentovaní spočíval v tom, že sa spustila simulácia 5krát s rôznymi parametrami a skúmala sa efektívnosť v závislosti na daných parametroch. Jednotlivé údaje v tabuľkách sa po piatich spusteniach zprimerovali.

5.1 Experimenty

U jednotlivých experimentov sme modelovali situácie keď sa na poli nachádzajú 5 kombajnov a 4 traktory a ich základným omedzením je stihnúť žatvu do 14 dní. V tabuľkách experimentov sme zaznačili jednotlivé údaje, kde PČČT značí priemerný čas čakania kombajnu na traktor a úspešnosť je percentuálne vyjadrenie zožatého pola.

5.1.1 Experiment 1

Prvý experiment overuje validitu modelu. Pri situácii keď sú na poli 4 traktory a 5 kombajnov, dokážu požať pole o veľkosti 15km² za 8 dní. Tento čas odpovedá reálnym časom zistených pri zhromažďovaní informácií.

Dĺžka smeny	Počet kombajnov	Počet traktorov	Veľkosť pola	Maximálny čas	Finálny čas	PČČT	Úspešnosť
8	5	4	15km ²	14 dní	8 dní	0,5 min.	100%

Obr. 2: Experiment 1

5.1.2 Experiment 2

Dĺžka smeny	Počet kombajnov	Počet traktorov	Veľkosť pola	Maximálny čas	Finálny čas	PČČT	Úspešnosť
8	5	4	15km ²	14 dní	8 dní	0,5 min.	100%
8	5	3	15km ²	14 dní	8 dní	0,6 min.	100%
8	5	2	15km ²	14 dní	9 dní	2 min.	100%
8	5	1	15km ²	14 dní	13 dní	11 min.	99%
8	4	4	15km ²	14 dní	10 dní	0,5 min.	100%
8	3	3	15km ²	14 dní	14 dní	0,5 min.	96%
8	2	2	15km ²	14 dní	14 dní	0,5 min.	67%

Obr. 3: Experiment 2

Experiment číslo 2 sledoval ako vplýva počet traktorov a kombajnov na celkový čas za ktorý je možné dokončiť žatvu celého pola pri dodržaní stanoveného časového limitu a zároveň na primerný čas čakania kombajnu na traktor.

Z experimentu č.2 vypýva, že čím väčší je počet ťažkých strojov, tým sa skracuje čas potrebný na žatvu ale narastá primerný čas čakania kombajnu na traktor, čo vedie k zníženiu efektivity strojov a k zvýšeniu spotreby. Naopak keď sa počet traktorov blíži k počtu kombajnov (napríklad 4:4, 5:4) stráca sa efektivita využívania traktorov, nakoľko ich kombajny nie sú schopné naplno využiť. Je preto dôležité, viac ako na veľký počet strojov dbať na ich pomer, ktorý pri správnom nasteví spôsobuje zvýšenie efektivity.

5.1.3 Experiment 3

V ďalšom experimente sme skúmali model na základe dát z posledného riadku predošlého experimentu kedy poľnohospodárske stroje v pomere 2:2 nedokázali dostatočne úspešne zožať požadovanú plochu v stanovenom časovom intervale. Skúmali sme preto ako je nutné navýšiť čas dennej smeny aby model dosiahol požadované výsledky.

Dĺžka smeny	Počet kombajnov	Počet traktorov	Veľkosť pola	Maximálny čas	Finálny čas	PČČT	Úspešnosť
8	2	2	15km ²	14 dní	14 dní	0,5 min.	67%
9	2	2	15km ²	14 dní	14 dní	0,5 min.	72%
10	2	2	15km ²	14 dní	14 dní	0,5 min.	88%
11	2	2	15km ²	14 dní	14 dní	0,5 min.	95%
12	2	2	15km ²	14 dní	14 dní	0,5 min.	100%

Obr. 4: Experiment 3

Z experimentu vyplýva, že pri zvýšení dĺžky smeny na 11 hodín je model schopný dosiahnuť úspešný výsledok a pri navýšení na 12 hodín je tomu tak v 100 % prípadoch.

5.1.4 Experiment 4

Pri poslednom experimente bol zámer zistiť maximálnu veľkosť pola, ktorú je družstvo pri daných počtoch poľnohospodárskych strojov schopné zožať tak, aby bol pri tom dodržaný stanovený časový limit. Z tohto experimentu vyplýva, že toto družstvo je schopné pri ich aktuálnej kapacite strojov zožať 25km² poľa za stanovený čas úspešnosťou približne 95%. V tomto experimente hralo výraznú rolu počasie, ktoré spôsobovalo výrazné výkyvy vo výkonoch.

Dĺžka smeny	Počet kombajnov	Počet traktorov	Veľkosť pola	Maximálny čas	Finálny čas	PČČT	Úspešnosť
8	5	4	15km ²	14 dní	8 dní	0,5 min.	100%
8	5	4	20km ²	14 dní	11 dní	0,5 min.	100%
8	5	4	25km ²	14 dní	14 dní	0,5 min.	95%

Obr. 5: Experiment 4

6 Zhrnutie a záver experimentov

Dokopy bolo uskutočnených cez 10 experimentov, pri ktorých sa podarilo overiť validitu modelu a zároveň získať cenné informácie o vplyve počtu a pomere ťažkých strojov na poli. Z experimentov vyplýva, že je možné znižovať počet strojov s cieľom zvýšiť efektivitu a zároveň dodržať časový limit. Zároveň je potrebné dbať na pomer týchto strojov a nie je nutné ich počty vyrovnávať.

Štúdiou, ktorú sme vďaka modelu spravili bolo dokázané, že aktuálny systém je navrhnutý tak, že sa za predom stanovený čas družstvom Veľký Kýr stihne dokončiť žatva s aktuálnym počtom ťažkej techniky. Vďaka

štúdii sme taktiež zistili, že systém vie zvládnuť maximálne 25km^2 . Z toho vyplíva, že je cieľ splniteľný aj pri znižovaní počtu kombajnov ako aj traktorov.

Literatúra

- [1] Kombajn info. <https://edu.ceskatelevize.cz/video/8232-kombajn>.
- [2] Kombajn manual. <https://www.eagrotec.cz/products/skliznove-stroje/cx-7-80-8-90#DokumentyKeStazeni>.
- [3] Počasie info. <https://www.shmu.sk/sk/?page=2049&id=1378>.
- [4] Simlib examples. <https://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/examples/>.
- [5] Simlib manual. <https://www.fit.vutbr.cz/~peringer/SIMLIB/doc/html/index.html>.
- [6] Zatva info. <https://reginazapad.rtvs.sk/clanky/polnohospodarstvo/170776/zatva-ako-sa-rodí-chlieb>.