

Vysoké Učení Technické



Simulačná štúdia k projektu z IMS

Model žatvy na poľnohospodárskom družstve

10. decembra 2023

Autori: Matúš Gazdík, xgazdi04@stud.fit.vutbr.cz
Peter Kováč, xkovac66@stud.fit.vutbr.cz

Obsah

1	1. Úvod	2
1.1	1.1 Autory, Zdroje	2
1.2	1.2 Overenie Validity	2
2	2 Rozbor téma a použitých technológií	2
2.1	2.1 popis postupu	2
2.2	2.2 Popis pôvodu použitých technológií	2
3	3 Konceptia modelu	3
3.1	3.1 Popis konceptuálneho modelu	3
3.2	3.2 Forma konceptuálneho modelu	3
4	4 Popis arcchitektúri simulačného modelu	4
4.1	4.1 Mapovanie konceptuálneho modelu do simulačného	5
4.2	4.2 Spustenie simulácie a vstupné hodnoty	5
5	5 Podstata SImulačných experimentov	5
5.1	5.1 Postup experimentov	5
5.2	5.2 Experimenty	6
5.2.1	5.2.1 Experiment 1	6
5.2.2	5.2.2 Experiment 2	6
5.2.3	5.2.3 Experiment 3	6
5.3	5.3 Záver experimentov	7
6	6 Záver	7

1. Úvod

Cieľom nášho modelu žatvy obilia na poľnohospodárskom družstve bola konfigurácia optimálneho počtu kombajnov a traktorov vzhľadom na veľkosť a počet polí a určenie predpokladanej doby žatvy. Túto informáciu využije družstvo na efektívne zostavnie flotily pozostávajúcej z kombajnov a traktorov.

1.1 Autory, Zdroje

Projekt vypracovali študenti FIT VUT Brno Matúš Gazdík a Peter Kováč. Ako zdroje sme použili webstránku poľnohospodárskeho družstva jelšovce a osobnú komunikáciu s jej zamestnancom. Boli nám poskytnuté informácie o veľkosti a vzdialenosti polí vlastnených týmto družstvom, ako aj informácie o technike použitej pri žatve. Špecifikáciu strojov sme dohľadali na internete a špecifikácie sme vložili do nášho modelu. Išlo o rýchlosť kombajnov/traktorov, rýchlosť samotného žatia, kapacita kombajnov a vlečiek a rýchlosť výprazdňovania kombajnu. <https://www.lectura-specs.cz/cz/model/zemedelska-technika/sklizeci-mlaticky-claas/lexion-750-1162329>

<https://news.agcocorp.com/news/agco-unveils-upgraded-2015-massey-ferguson-and-gleaner-combines>
informácie ohľadom klimatických podmienok sme získali zo stránky Slovenského hydrometeorologického ústavu : <https://www.shmu.sk/>

1.2 Overenie Validity

Ako validáciu sme použili štatistiky PD z minulých rokov a porovnali sme ich s našimi výsledkami

2 Rozbor téma a použitých technológií

Žatva sa koná, kým nie sú pokosené všetky polia. Deň začína príchodom strojov na pole, ktoré sa aktuálny deň obrába. Je 30 percent šanca, že prší - tento deň sa nepracuje. Hneď po príchode začnú kombajny žať, zatiaľ čo traktory čakajú na ich naplnenie. V momente, keď je nejaký z kombajnov plný, oznámi túto skutočnosť jednému z voľných traktorov. V prípade, že nie je dostupný žiaden traktor, čaká. Po príchode traktoru s vlečkou ku kombajnu sa začne proces vyprázdňovania. Môže sa skončiť buď naplnením vlečky, alebo vyprázdnením kombajnu. V prípade, že ešte neskončila 10 hodinová zmena, kombajn sa vracia na pole, v opačnom prípade sa vracia naspäť na družstvo. Ak je traktor aspoň z 90 percent naplnený, vráti sa na družstvo, vyprázdni vlečku a vracia sa na pole, alebo ostáva na družstve, ak sa skončila zmena.

2.1 popis postupu

Pre vytvorenie modelu bol použitý programovací jazyk C++ S použitím simulačnej knižnice SIMLIB vyvíjanej na VUT Brno. Simlib bola ideálna pre tento projekt. Keďže ide o relatívne jednoduchú knižnicu na využitie a základné znalosti sme nadobudli na prednáškach IMS na FIT VUT v brne. Na navrhnutie Petriho siete ako aj na používanie knižnice simlib boli použité znalosti z kurzu IMS na FIT VUT Brno.

2.2 Popis pôvodu použitých technológií

Použité boli základné triedy a metódy jazyka C++ na kompiláciu bol použitý GNU Make. Simulačná knižnica bola prevzatá z oficiálnych stránok SIMLIB.

3 Konceptcia modelu

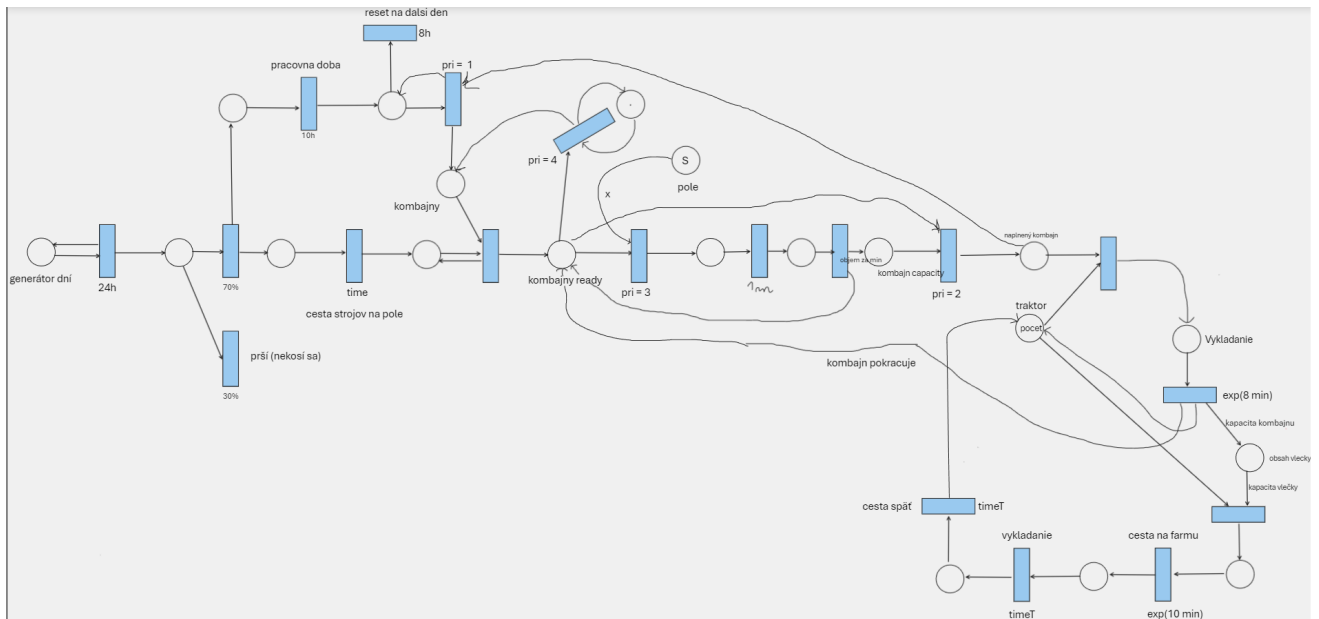
Sekcia slúži na spracovanie návrhu konceptuálneho modelu, ktorý je braný ako systém hromadnej obsluhy. Pri vytváraní je potrebné vybrať všetky podstatné informácie pre model. Pre modelovanie jednotlivých ciest z družstva na pole a späť sme použili exponenciálne rozdelenie kde ako strednú hodnotu sme použili priemernú rýchlosť na ceste vďaka čomu sme nemuseli použiť rýchlosti plneného a prázdneho traktora po ceste ktoré sa v skutočnosti líšia. Čas za ktorý sa dostane traktor k naplnenému kombajnu je použité exponenciálne rozloženie so stredom 10 minút a nepočítalo sa so vzdialenosťou kombajnu od kraja poľa keďže pri vysokom počte sa to spriemeruje a na validitu nemá citelný vplyv. Kilogrami obilia na meter štvorcový poľa sme použili 0,4 a neriešili sme aktuálnu úrodu keďže to validitu ovplyvňuje minimálne. Podobne doba vysievania kombajnu a traktoru ktoré sa po veľkom počte opakovaní spriemeruje. Ak je viac menších polí pri sebe, spojíme ich do jedného keďže doba presunu z jedného na druhé je zanedbateľne malá.

3.1 Popis konceptuálneho modelu

Model začína generátorom dní. Následne ak pršalo deň sa ukončí a nekosí sa, inak sa začne odpočítavať koniec pracovnej doby a čas za ktorý sa stroje dostanú na pole. Potom kombajny začnú kosiť tým že sa dostane do ready. Ak pole nie je pokosené, a kombajn nie je plný kombajn si zaberie časť poľa ktoré minútu kosi a počká minútu, po ktorej sa do kombajnu kapacity pripočíta váha obilia ktoré kombajn za tú minútu pokosil a kombajn sa vráti do ready. Ak je naplnený vezme z kapacity a presunie sa do "naplnený kombajn" z ktorého kombajn buď končí alebo zavolá traktor po vyprázdnenie podľa toho či sa skončila smena. Ak je Pole pokosené kombajn skončí smenu. Traktor čaká na to, kedy je kombajn plný následne počká kým sa kombajn vyprázdni následne sa mu do obsahu vlečky pripočíta obsah kombajnu a vracia sa späť do ready. Ak sa v obsahu vlečky nachádza aspoň 80 percent kapacity vlečky uvoľní to a spolu s traktorom z queue sa ide vyprázdniť na farmu, po čom sa traktor vracia do Queue. Tento model slúži iba ako jednoduché znázornenie samotného priebehu keďže v modeli je znázornená iba jedna kapacita pre všetky traktory a jedna pre všetky kombajny.

3.2 Forma konceptuálneho modelu

Konceptuálny model je vytvorený pomocou Petriho siete. Tento model slúži iba ako jednoduché znázornenie samotného priebehu keďže v modeli je znázornená iba jedna kapacita pre všetky traktory a jedna pre všetky kombajny.



4 Popis architektúry simulačného modelu

Po spustení simulačného modelu sa ako prvé zo súboru 'farma.txt' uložia parametre simulovanej farmy, následne sa 100 krát po sebe spustí simulácia. Po dokončení každého behu sa do súboru 'output.txt' vypíšu štatistiky, ako dopadol daný beh. to je počet dní žatvy, počet Daždivých dní, počet pracovných dní a priemerný čas harvesteru strávený čakaním na vyprázdnenie. Tieto štatistiky sa taktiež ukladajú a na záver simulácie sa vypisujú na stdout. Samotná simulácia sa spúšťa aktiváciou eventu Season, ktorý slúži ako generátor dní, ak nie sú všetky polia skosené, aktivuje process Day a naplánuje si opätovnú aktiváciu o 24 hodín. Process Day ako prvé skontroluje či je momentálne kosené pole hotové, ak je hotové uvoľní ho z queue a ak queue polí nie je prázdna vytvorí a aktivuje procesy traktorov a kombajnov. Následne počká po dobu pracovného času a dá všetkým traktorom a kombajnom signál o skončení pracovnej doby.

Chovanie Traktoru:

```
príchod na pole
while true:
    if isFull
        vyprazdni sa
    pridanie do traktorWait queue a setu ReadyTraktorov
    if harvester wait nie je empty
        vezme prvý z harvesterQueue a aktivuje
    Passivate
    if shiftEnd
        break
```

Chovanie Harvesteru

```
príchod na pole
while true
    if nie je plný a pole nie je pokosene
        pokosí časť pole minútu
        continue
```

```

if pole pokosene
    break
if full a koniec sichty
    break
if full
    if traktor queue je empty
        prida sa do harvesterWait queue a setu
        passivate
    vezme traktor z queue a ulozi si ho
    vyprazdni sa do nho

```

4.1 Mapovanie konceptuálneho modelu do simulačného

Ako generátor dní slúži trieda Season ktorá generuje dni, deň je trieda Day a ten vytvára tirdy harvester a tractor. Field nie je proces ale iba trieda pre jedno pole s ktorým následne harvester narába.

4.2 Spustenie simulácie a vstupné hodnoty

Simulačný model je pred jeho spustením potrebné preložiť, čo sa robí pomocou príkazu make ktorý vytvorí executable subor 'ims_projekt' ktorý sa spustí make run.

Pre spustenie je potrebné mať v priečinku súbor "farma.txt". Tento súbor obsahuje informácie o farme ktorú chceme modelovať. každý riadok v subore farma.txt musí začínať:

```

# čo znamená že riadok je komentár
F <rozloha(v aroch)> <vzdialenost(v kilometroch)>
T <rychlost(v kilometroch za hodinu)> <kapacita(v tonach)>
H <rychlost_na_ceste(v kilometroch za hodinu)> <rychlost_zatia(v m2 za minutu)>
<kapacicta(v tonach)>

```

kde F je pole, T je traktor, H je harvester napríklad:

```

F 40000 10
F 35000 10
T 40 20
T 40 20
H 20 600 8
H 20 600 8

```

farma ma 2 polie s danými parametrami 2 traktory s danými parametrami 2 harvestery s danými parametrami

5 Podstata SImulačných experimentov

Cielom experimentov bolo najskôr overiť validitu výsledkov, a následne zistiť efektivitu pri aktuálnom počte kombajnov a traktorov PD Jelšovce a pokúsiť sa to optimalizovať. Druhým experimentom budeme modelovať situáciu kedy PD Jelšovce kúpi novú ornú pôdu a zistíme či ju stihnú / Ako dlho im to bude trvať so strojmi ktoré majú, ako aj koľko nových strojov by potrebovali na stihnutie.

5.1 Postup experimentov

Pre každý experiment je spustený program s danými vstupnými hodnotami, simulácia prebehne vždy 100 krát a na konci sa spriemerujú výsledky. Spriemerované výsledky sú zapísané do tabulky a podľa

nich sa experiment buď ukončí alebo sa simulácia spustí s novými vstupnými hodnotami.

Postup Experimentovania:

- Určenie vstupných hodnôt
- Spustenie experimentu
- Vypísanie výstupov do tabuľky
- Opakovať alebo zhodnotenie
- Vytvorenie záveru

5.2 Experimenty

5.2.1 Experiment 1

Prvý experiment má za úlohu overiť validitu modelu. Používa reálne hodnoty strojov a polí PD Jelšovce: dve Polia: jedno s rozlohou 4000 Ha 10 km od farmy druhe s rozlohou 3500 Ha tiež 10 km. 3 traktory s rýchlosťou 40 km/h a maximálnou kapacitou 20 ton. 4 kombajny s rýchlosťou po ceste 20km/h, rýchlosťou žatia 600m²/min a maximálnou kapacitou 8 ton. x = Priemerná doba čakania

Názov	Počet traktorov	Počet kombajnov	Počet pracovných dní	x	Počet dní celkovo
Hodnota	3	4	10.2	0.71	15.05

kombajnu na traktor v jeden deň

Pri zisťovaní informácii sme zistili že žatva trvá priemerne pól mesiaca čo znamená že hodnoty z získané zo simulácie sedia.

5.2.2 Experiment 2

Experiment číslo 2 spočíva v tom, že sa budú obmieňať počty kombajnov a traktorov pri čom polia ostanú rovnaké a bude sa sledovať počet dní ako aj priemerný čas čakania harvesteru.

Počet traktorov	Počet kombajnov	Počet pracovných dní	X	Počet dní celkovo
3	4	10.2	0.71	15.05
4	4	9	0.08	13.2
5	4	9	0	13

x = Priemerná doba čakania kombajnu na traktor v jeden deň

Z experimentu vypláva že ak chce PD Jelšovce urýchliť žatvu potrebuje zvýšiť počet traktorov a až potom sa zamerať na viac kombajnov. To je spôsobené tým že ak je veľa kombajnov v pomere s Traktormi, traktory sa stávajú limitujúcim faktorom. Jeden traktor navyše by im ušetril v priemere 1,3 dňa žatvi ročne a ak by sa rozhodli predať jeden kombajn žatva by sa v priemere predĺžila až o priemerne 3 dni ročne.

5.2.3 Experiment 3

V tomto experimente je zámer zistiť koľko bude trvať PD Jelšovce žatva ak nadobudne nové pole ktoré je vzdialené 15 kilometrov od farmy a má rozlohu 2000 Ha.

x = Priemerná doba čakania kombajnu na traktor v jeden deň

Počet traktorov	Počet kombajnov	Počet pracovných dní	X	Počet dní celkovo
3	4	13.2	0.8	19.5
4	4	12.3	0.16	17.8
5	4	12	0	17.42
3	5	12.24	1.46	17.68
4	5	10.82	0.56	15.63
5	5	9.63	0.15	14.13

Pri terajšom počte traktorov a kombajnov by sa s pribudnutím nového poľa žatva predžila o priemerne 4 a pól dňa. Ak by Družstvo chcelo udržať dĺžku žatvy na rovnakom čase, približne 15 dní, potrebovali by aspoň o jeden harvester a 1 traktor viac.

5.3 Záver experimentov

V priebehu experimentovania bola ako prvé zistená validita pôvodného modelu a vďaka ďalším experimentom boli zistené hranice systému a ukázali ako je možné efektívne vylepšiť systém. Bolo by možné previesť ďalšie experimenty napríklad s viacerými typmi traktorov a kombajnov a inými poľami pri pozmenení konfiguračného súboru farma.txt.

6 Záver

Štúdiou nad modelmi bolo zistené, že pre urýchlenie žatvi na PD Jelšovce je potrebné ako prvé pridať nový traktor a až po tom kombajn, inak by sa malý počet traktorov stal limitujúcim faktorom a systém by bol vysoko neefektívny. Kvôli tomuto projektu vznikol nástroj na simuláciu žatvi v PD Jelšovce môže však byť použitý na akúkoľvek žatvu pri zmene vstupných parametrov. Nástroj bol implementovaný v programovacom jazyku C++ s využitím knižnice SIMLIB.