



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY

ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

KAPACITA PREKLÁDKY PŠENICE Z UKRAJINY DO EURÓPY

SEMESTRÁLNÍ PROJEKT

TERM PROJECT

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

SAMUEL DOBRŮŇ

BRNO 2022

Obsah

1	Úvod	2
1.1	Autori	2
2	Vstupné údaje, fakty	3
2.1	Čierna nad Tisou [SK]	3
2.2	Záhony [HU]	3
2.3	[PL] Medyka a Dorohursk	4
2.4	[RO] Halmeu a Dornesti	4
2.5	Overenie validity	4
3	Koncepcia modelov	5
3.1	Návrh konceptuálneho modelu	5
4	Experimenty	8
4.1	Experiment 0	8
4.2	Experiment 1	9
4.3	Experiment 2	9
5	Záver	11
	Literatúra	12

Kapitola 1

Úvod

Cieľom tejto práce je zostavenie modelov, ktoré reprezentujú prekladiská na východnej hranici Európskej Únie a Ukrajiny a ich následne simulácie. Experimenty, využívajúce tieto modely cielia na zvýšenie kapacity prekládky pšenice z vagónov so širokým rozchodom. V súčasnej situácii je vhodné vedieť, ako rýchlo zvýšiť kapacitu prekladísk na východnej hranici Európskej Únie.

1.1 Autori

Autorom je Samuel Dobroň.

Hlavnými zdrojmi informácií boli oficiálne webové stránky prevádzkovateľov prekladísk, verejné rozhovory s ich zástupcami, ktoré ale boli overené z viacerých zdrojov a dotazovaním sa emailom zodpovednej osobe prekladiska. Ďalej, by tento simulačný model (1, slajd 7) nemohol vzniknúť bez vedomostí získaných v predmete [Modelování a simulace](#).

Kapitola 2

Vstupné údaje, fakty

Ako sa spomína v [8] a zároveň aj na základe vlastného skúmania mapy železničnej mapy v [3] bolo zistené, že na hraniciach Európy s Ukrajinou je 6 železničných prekladísk použiteľných na prekládku pšenice. Najdôležitejšími údajmi, ktoré definujú ich kapacitné možnosti sú **rýchlosť vykládky/výsypu** kontajnera a **rýchlosť pristavenia a odstavenia** vlaku k predládkovému terminálu a v neposlednom rade aj rýchlosť prepravy tovaru k terminálu, toto už ale nie je vlastnosť prekladiska.

Na prepravu pšenice sa podľa [5] využívajú výsypné alebo univerzálne 20 stopové¹ kontajnerov. Podľa [8] a [6] má ale Ukrajina len 731 výsypných kontajnerov použiteľných na prevoz pšenice a 24000 univerzálnych kontajnerov. Do jedného takého kontajnera sa podľa [7] a [9] vojde 23-24 ton pšenice.

2.1 Čierna nad Tisou [SK]

Čierna nad Tisou má podľa [11] kapacitu **200 000 výsypných kontajnerov** ročne, prekladisko je zamerané na sypké substráty.

Podľa [Kristíny Janošovej \(janosova.kristina@zscargo.sk\)](mailto:janosova.kristina@zscargo.sk) je priemerná doba pristavenia vlaku k terminálu **4 minúty** a odstavenia **5 minút** a maximálna dĺžka takéhoto vlaku je 70 vozňov. Taktiež potvrdila správnosť údaju o rýchlosti výsypu kontajnera (vrátane posunu a odsunu vagóna) **2 minúty** spomenutý v [10].

2.2 Záhony [HU]

Prekladisko je najnovšie v Európe a má najvyššiu kapacitu, podľa [4] až 1,000,000 **TEU** pri použití všetkých 3 dostupných prekladísk s dĺžkou pre 28 vozňov, ktoré majú každé samostatný žeriav stojaci na samostatných kolajách (nie je teda treba posúvať vlak) s nosnosťami 18, 24 a 24 ton. Prekladisko nevie pracovať s výsypnými kontajnermi, je teda potrebné použiť kontajnery univerzálne. Rýchlosť vykládky a pristavenia/odstavenia vlaku bola zistená od [Gabora Juszku \(juszku.gabor@zahony-port.hu\)](mailto:juszkugabor@zahony-port.hu). Všetky žeriavy sú schopné preložiť kontajner za **84 sekúnd** v priemere, pristavenie trvá **2 minúty** a odstavenie vlaku trvá - **3 minúty**. Na všetky 3 kolajiská sa vojde 29 vagónov s kontajnermi.

¹Inak označované ako TEU - Twenty Equipment Unit

2.3 [PL] Medyka a Dorohursk

Terminál Dorohursk poskytuje prekládku len sypkých materiálov a Medyka predkládku sypkých materiálov neposkytuje. Ročná priepustnosť v TEU nie je verejne dostupná. Chýbajúce údaje boli získané od zástupcu terminálu wolka@tradetrans.pl. Pre terminál Medyka, ktorý má ročnú priepustnosť 280 000 TEU to je **5 minút** pri pristavení vlaku, **4 minúty** na prekládku kontajnera a **4 minúty** na odsun vlaku, ktorého maximálna dĺžka môže byť 39 vagónov. Terminál Dorohursk s kapacitou 100 000 TEU ročne má maximálnu dĺžku vlaku 30 vagónov, **2 minúty** na pristavenie, **3 minúty** minúty na odstavenie vlaku a **5 minút** na samotnú prekládku kontajnera.

2.4 [RO] Halmeu a Dornesti

Tieto prekladiská nezverejňujú svoju ročnú kapacitu ale len rýchlosť prekládky TEU a užitočné dĺžky kolajísk. Pre obe prekladiská uvádzaju hodnotu **2 minúty pre 1 TEU** na [1] a aj [2]. Časy pristavenia a odstavenia vlaku nie su v porovnaní s prekládkou kontajnera také dôležité (ak má vlak 70 kontajnerov, vykládka trvá 140 minút vs. samotné pristavenie 4 minúty a odstavenie 5 minút). Pre Dornesti, kde sa na kolaj zmestí polovica vagónov (**15**) oproti prekladisku Zahony, boli použité časy **1 minúta pre pristavenie** a **2 minúty pre odstavenie**. Na užitočná dĺžka kolají v Helmau je o niečo dlhšia, má kapacitu pre 19 vagónov a boli pre ne zvolené hodnoty **2 minúty pre pristavenie** a **2 minúty pre odstavenie**.

Ako uvádza [1] terminál Dornesti má 2 prekladiská, medzi ktorými je 1 žeriov, ktorý je zdieľaný. Terminál Halmeu má jednu kolaj a 1 žeriov (viď [2]).

2.5 Overenie validity

K čiastočnému overeniu validity tohto modelu slúžil **Experiment 0**, ktorý simuloval nepretržitú prevádzku prekladísk po dobu jedného roka bez akýchkoľvek vonkajších vplyvov akými sú napríklad udalosti znižujúce prepravnú kapacitu kolajísk na ceste do prekladísk, nedostatok vagónov, lokomotív či personálu.

Týmto modelom bolo teda možné zmerať priepustnosť modelovaného prekladiska a porovnať ho s reálnymi údajmi od prevádzkovateľov. Porovnaním s reálnymi hodnotami bolo zistené, že modely prekladísk sú validné.

Čo sa nepodarilo zvalidovať je samotná železničná sieť na strane Ukrajiny, keďže časť informácií o maximálnej rýchlosti trati nie je na [3] a ani na iných zdrojoch dostupná, tieto chýbajúce údaje sú nahradené priemerom rýchlosti na začiatku a konci trati, na ktorej nie je údaj o rýchlosti dostupný, je totiž zvykom, že traťové rýchlosti na návážnych úsekoch sú rovnaké alebo s malým rozdielom iné. Môžeme teda aj túto časť modelu považovať za validnú.

Kapitola 3

Koncepcia modelov

Úlohou tohto projektu je simulovať beh systému hromadnej obsluhy prekladísk používateľských na prekládku pšenice na hranici Európy a Ukrajiny.

Za týmto účelom bolo vytvorených 6 modelov prekladísk u ktorých sledujeme ročnú kapacitu prekládky a postup tejto činnosti. Vzhľadom na vysokú komplexitu reálneho systému (kapacita koľajísk, viaceré železničné cesty k prekladiskám - problém obchodného cestujúceho¹, rôzne poruchy, ...), nie je možné simulovať kompletne celý systém.

Tento projekt sa teda zameriava len na samotné prekladiská, konkrétne na ich ročnú kapacitu prekládky pšenice a ostatné fakty, ktoré môžu **nepriamo** ovplyvňovať kapacitu zanedbáva:

- rýchlosť naloženia vlaku na strane Ukrajiny
- čas potrebný na cestu k terminálu z miesta vyslania
- rôzne traťové obmedzenia (rýchlosti, kapacita tratí)
- rýchlosť presunu preloženej pšenice na Európskej strane ďalej do Európy
- možnosť, že by prekladisko spracovávalo aj iný tovar ako pšenicu

Zjednodušeným faktom sú:

- čas potrebný na vykládku kontajnera
 - tento čas v realite nie je konštantný, no model počíta s konštantným časom. Je tomu tak, z dôvodu nedostupnosti detailnejších údajov
 - jeho súčasťou sú aj časy potrebné na prípadný posun žeriavu, či inej potrebnej techniky

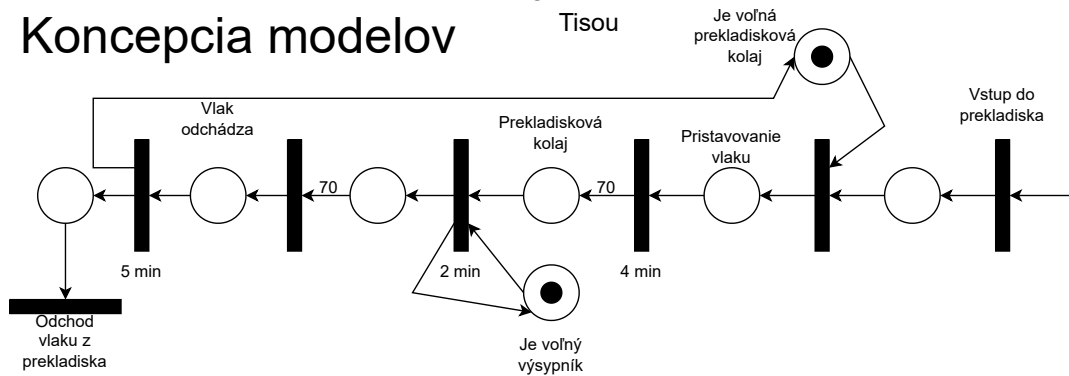
3.1 Návrh konceptuálneho modelu

Abstraktné modely systému hromadnej obsluhy boli popísané stochastickými petriho sieťami:

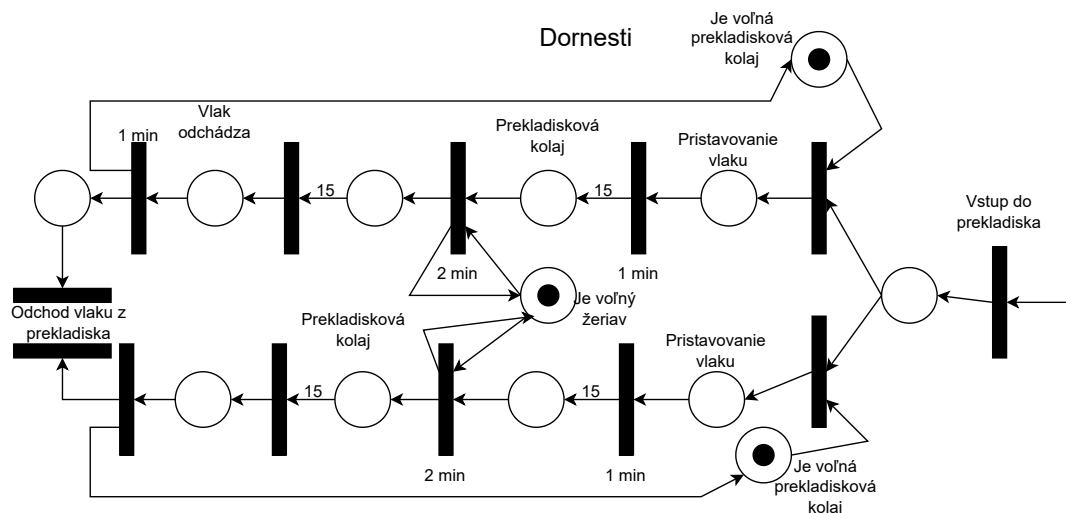
¹viac na http://www2.fiit.stuba.sk/~kapustik/obchodny_cestujuci.html

Koncepcia modelov

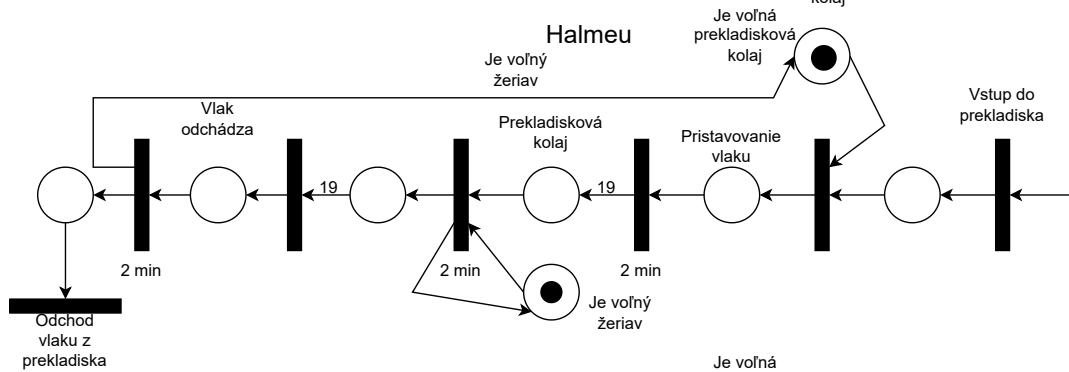
Čierna nad Tisou



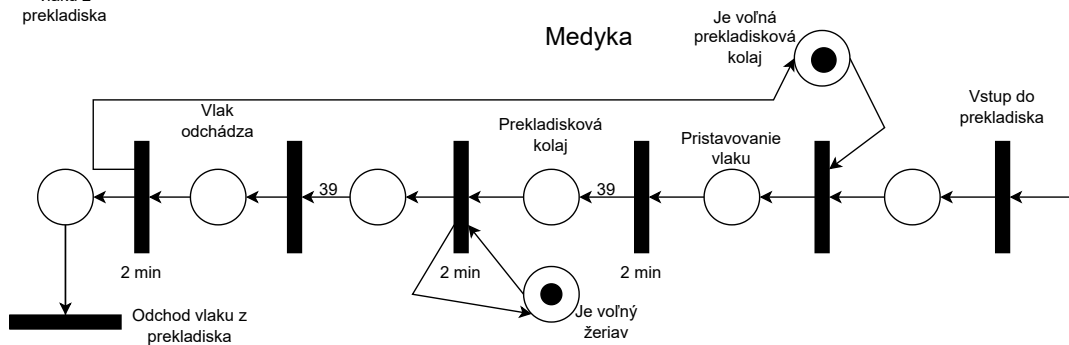
Dornesti

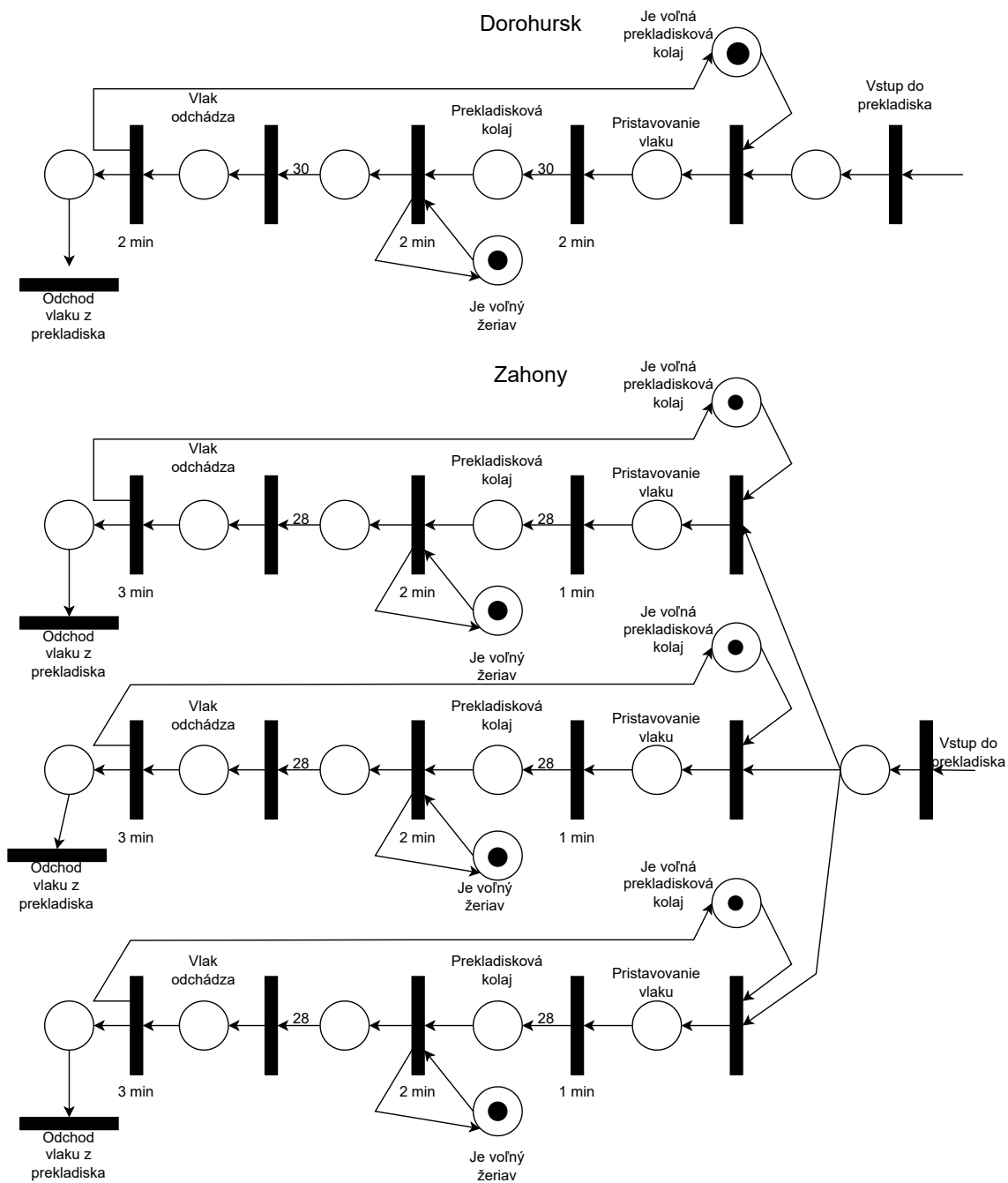


Halmeu



Medyka





Kapitola 4

Experimenty

4.1 Experiment 0

Tento experiment overuje vstupné údaje modelu prekladísk, ktoré definujú jeho ročnú priepustnosť v TEU¹:

- maximálny počet vagónov vlaku, ktoré dané prekladisko je schopné spracovať
 - dané dĺžkou užitočného koľajiska
- doba pristavenia vlaku
 - doba potrebná na pristavenie vlaku k samotnému prekladisku od vstupu/odkladnej koľaji
- doba prekládky jedného kontajnera
- doba odstavenia vlaku z prekladiska

Všetky prekladiská boli počas celej doby experimentu plne vyťažené, čo poukazuje na to, že samotné prekladisko bolo úzkym hrdlom.

Prekladisko	Priepustnosť modelu	Udávaná priepustnosť	Rozdiel
Čierna n. Tisou [SK]	199 920	200 000	-0,04 %
Záhony [HU]	1 002 762	1 000 000	+0,27 %
Medyka [PL]	280 800	280 000	+0,28 %
Dorohursk [PL]	101 700	100 000	+1,7 %
Dornesti [RO]	245 280	neuvedená	–
Halmeu [RO]	237 766	neuvedená	–

Tabuľka 4.1: Výsledky experimentu 0 v [TEU]

Výsledky tohto experimentu ukazujú, že priepustnosť modelov prekladísk je takmer totožná s udávanými hodnotami prevádzkovateľmi a môžeme ich teda vyhlásiť za **validné**, až na prekladiská Dornesti a Halmeu.

Tieto prekladiská zverejňujú len rýchlosť prekládky a užitočnú dĺžku koľajiska, tieto údaje stačia na modelovanie. Pri porovnaní s Čiernou nad Tisou, kde je dĺžka prekládky TEU rovnaká, môžeme skonštatovať, že modely týchto prekladísk sú taktiež **validné**.

¹Twenty Equipment Unit je pojem používaný v logistike pre lodný kontajner veľkosti 20 stôp

4.2 Experiment 1

Úlohou tohto experimentu je nájsť úzke hrdlo v prekladisku Dornesti.

Zo simulácie pomocou modelu prekladiska, je vidieť, že úzkym hrdlom je zdieľaný žeriav medzi dvoma prekladacími kolajami:

Zariadenie	Priemerná doba čakania na žeriav počas vykládky vlaku [min]	Priemerná doba vykládky [min]
Kolaj 1	27,99	58,99
Kolaj 2	28,00	58,99

Pridaním ďalšieho žeriavu tak, aby každá kolaj mala vlastný sa výrazne skráti doba vykládky vlaku:

Zariadenie	Priemerná doba čakania na žeriav počas vykládky vlaku [min]	Priemerná doba vykládky [min]
Kolaj 1	0	31
Kolaj 2	0	31

Výsledky tohto experimentu ukazujú, že úzkym hrdlom prekladiska Dorohursk je 1 zdieľaný žeriav. Pridaním ďalšieho žeriavu, sa docieli toho, že obe kolaje, ktoré sú obsluhované budú mať každá samostatný žeriav, čo vedie k skráteniu doby vykládky vlaku z 59 minút na 31, čo je skrátenie o 47 %. Toto skrátenie reprezentuje zvýšenie prepustnosti z 245 280 TEU na **492 735** TEU.

4.3 Experiment 2

Tento experiment si dáva za úlohu potvrdiť alebo vyvrátiť, predpoklad, že prekladisko Záhony má vyššiu kapacitu pri použití rôzne naplnených univerzálnych kontajnerov. Ako sa spomína v 2.2, prekladisko má k dispozícii 3 kolaje, každú so samostaným žeriavom s nosnosťami 24, 24 a 18 ton.

Ako sa už spomína v **Vstupné údaje, fakty** do 1 univerzálneho kontajnera sa zmestí 23 až 24 ton pšenice. Tento experiment počíta s 24 tonovými kontajnermi, aby bola efektivita čo najvyššia.

Počet použitých žeriavov	Ročná kapacita [TEU]	Ročná kapacita prekládky pšenice [tony]
2	668 508	16 044 192

Tabuľka 4.2: Ročná kapacita prekladiska Zahony v závislosti na počte žeriavov pri naplnení kontajnerov na maximálnu kapacitu

Experiment použije pre každý 3. vlak kontajnere s hmotnosťou pšenice 18 ton, inak kontajnere s hmotnosťou 24 ton.

Žeriav	Preložených TEU	Preložených ton
24 tonovy 1	334 316	8 023 584
24 tonovy 2	334 207	8 020 968
18 tonovy	334 260	6 016 680
Spolu	1 002 783	22 061 232

Tabuľka 4.3: Ročná kapacita prekladiska Zahony v pri korektnom využití všetkých 3 žeriavov

Ako výsledky experimenty ukazujú, je **efektívnejšie** posielat univerzálne kontajnere, ktoré sú oproti ich kapacite 24ton naplnené len z časti – 18 tonami pšenice.

Prekladisku to umožní použiť aj 3. žeriav s maximálnou nosnosťou 18ton a celková kapacita prekladiska stúpne z 16 044 192 ton pšenice (pri naplnení kontajnerov na ich maximálnu kapacitu 24ton) na **22 061 232 ton**.

Kapitola 5

Záver

Na základe **Experiment 0** bolo preukázané, že modely prekladísk sú validné, nakoľko výsledky simulácie približne zodpovedajú reálnym hodnotám.

V ďalších 2 experimentoch, boli vyskúšané návrhy na zlepšenie s pozitívnym výsledkom.

Experiment 1 sa v prvej časti zameral na nájdenie úzkeho hrdla prekladiska Dornesti – zdieľaný žeriav medzi 2 prekládkovými kolajami, ktoré sú prekladané súčasne a v ďalšej časti sa zameral na simuláciu hypotetickej situácie, v ktorej by sme k zdieľanému žeriavu pridali ešte jeden s rovnakými parametrami dosahli by sme skrátenie doby prekládky vlaku o 47% s čím súvisí zvýšenie kapacity prekladiska o 100 %.

Experiment 2 úspešne overil, že aj použitie kontajnerov ktoré nie sú naplnené na ich plnú kapacitu 24 ton pšenice ale len na 18 ton zvýši v danom prekladisku kapacitu prekládky pšenice. Naplnenie vagónov každého tretieho vlaku len na 18 ton dovolí prekladisku použiť aj žeriav s nižšou maximálnou nosnosťou a celková kapacita prekladiska sa tak zvýši o 37%.

Literatúra

- [1] *Dornesti* [[online]]. KombiConsult. [vid. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://www.intermodal-terminals.eu/database/terminal/view/id/424>.
- [2] *Dornesti* [[online]]. Unicom Tranzit. [vid. 2022-11-20]. Dostupné z: <https://unicom-tranzit.ro/en/facilities/#terminale>.
- [3] *Map of Ukraine's railways* [[online]]. Open Railway Map. [vid. 2022-11-08]. Dostupné z: <https://www.openrailwaymap.org/?style=maxspeed&lat=48.73083222613515&lon=24.14794921875&zoom=8>.
- [4] *Terminal* [[online]]. East-West Intermodális Logisztikai Szolgáltató Zrt. [vid. 2022-11-17]. Dostupné z: <https://eastwestil.com/en/terminal-2/>.
- [5] *Transportation of grain crops* [[online]]. [vid. 2022-11-13]. Dostupné z: https://www.ect.kz/com_grain_en.html.
- [6] *Ukraine's grain rail transport picks up but remains just over half of potential capacity* [[online]]. Rev. 29. apríl 2022. [vid. 2022-11-08]. Dostupné z: <https://www.ofimagazine.com/news/ukraines-grain-rail-transport-picks-up-but-remains-just-over-half-of-potential-capacity>.
- [7] *Containerized shipment of grains pushed in shift from bulk cargo* [[online]]. Hellenic Shipping News, rev. 29. júl 2012. [vid. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://www.hellenicshippingnews.com/containerized-shipment-of-grains-pushed-in-shift-from-bulk-cargo/>.
- [8] BELIKOVA, M. *Three reasons Ukraine's railway grain movements are still only reaching 55% of potential* [[online]]. Rev. 21. apríl 2022. [vid. 2022-11-08]. Dostupné z: <https://www.fastmarkets.com/insights/three-reasons-ukraines-railway-grain-movements-are-still-only-reaching-55-of-potential>.
- [9] BROOKS, E. J. *Container vessels prepare to turn grain shipping logistics upside down* [[online]]. eFeedLink. [vid. 2022-11-25]. Dostupné z: <https://www.efeedlink.com/contents/04-11-2012/575eaaae-10d4-4cf2-a14a-976347bac9cd-a002.html>.
- [10] STRAKA, M. V. Ľubomír. *Moderné technológie slúžia v jedinečnom prekladisku vagónov na Slovensku* [[online]]. Rev. 24. apríl 2018. [vid. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://youtu.be/HyXZcxr7l3I>.
- [11] VOZÁR, M. *Nové železničné prekladisko pri Košiciach alebo zbytočná investícia Košickej župy?* [[online]]. Rev. 27. október 2021. [vid. 2022-11-10]. Dostupné z: <https://blog.sme.sk/martinvozar1/ekonomika/nove-zeleznicne-prekladisko-pri-kosiciach-alebo-zbytocna-investicia-kosickej-zupy>.