



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

Fakulta dopravní

Ústav logistiky a managementu dopravy

**LOGISTICKÉ ASPEKTY PŘEPRAVY OBILÍ**

Bakalářská práce

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojích

Studijní obor: Management a ekonomika dopravy a telekomunikací

Vedoucí práce: doc. Ing. Josef Volek, CSc.

**Kuleshov Roman**

---

**Praha 2014**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta dopravní  
d ě k a n  
Konviktská 20, 110 00 Praha 1

K617 ..... Ústav logistiky a managementu dopravy

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení studenta (včetně titulů):

**Roman Kuleshov**

Kód studijního programu a studijní obor studenta:

**B 3710 – MED – Management a ekonomika dopravy a telekomunikací**

Název tématu (česky): **Logistické aspekty přepravy obilí**

Název tématu (anglicky): Logistical aspects in the transportation of grain

### Zásady pro vypracování

Při zpracování bakalářské práce se řiďte osnovou uvedenou v následujících bodech:

- Úvod, motivace pro řešení, formulace problému
- Logistika jako nástroj racionalizace přemístovacích procesů
- Specifika logistiky potravin se zaměřením na obilí
- Výrobní cyklus obilovin
- Technologie skladování
- Přeprava obilí k cílovému uživateli
- Optimalizační nástroje pro podporu rozhodování
- Rozhodování o složení flotily (vozidlového parku)
- Analýza logistických procesů konkrétního výrobce potravin
- Návrh a zdůvodnění racionalizačních opatření

Rozsah grafických prací: určí vedoucí bakalářské práce


Rozsah průvodní zprávy: minimálně 35 stran textu (včetně obrázků, grafů a tabulek, které jsou součástí průvodní zprávy)

Seznam odborné literatury: Linda, B. - Volek, J.: Lineární programování  
Volek, J.: Teorie grafů

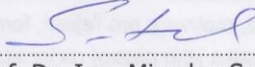
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Volek, CSc.**

Datum zadání bakalářské práce: **11. září 2014**  
(datum prvního zadání této práce, které musí být nejpozději 10 měsíců před datem prvního předpokládaného odevzdání této práce vyplývajícího ze standardní doby studia)


Datum odevzdání bakalářské práce: **30. listopadu 2014**  
a) datum prvního předpokládaného odevzdání práce vyplývající ze standardní doby studia a z doporučeného časového plánu studia  
b) v případě odkladu odevzdání práce následující datum odevzdání práce vyplývající z doporučeného časového plánu studia

  
prof. Ing. Petr Moos, CSc.  
vedoucí  
Ústavu logistiky a managementu dopravy



  
prof. Dr. Ing. Miroslav Svítek  
děkan fakulty

Potvrzuji převzetí zadání bakalářské práce.

  
Roman Kuleshov  
jméno a podpis studenta

V Praze dne..... 11. září 2014

## **Prohlášení**

Nemám závažný důvod proti užívání tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne .....

.....

podpis

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří mi poskytli podklady pro vypracování této práce. Zvláště pak děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Josefu Volkovi, CSc. za jeho ochotu, čas a odbornou pomoc, kterou mi při zpracování a úpravách bakalářské práce poskytl.

## Abstrakt

Cíl bakalářské práce spočívá v prohloubení studia formování logistických služeb s cílem zvýšení efektivity v produkci obilí. Pozornost také věnována matematickým nástrojům jako podpoře rozhodování v jednotlivých logistických subsystémech. Kromě toho se bude práce zakládat na kritické analýze činnosti pěstitele ve výrobě obilnin.

**Klíčová slova:** logistika, dopravní problém, optimalizační nástroje, Vogelova aproximační metoda, indexní metoda, metoda severozápadního rohu, test optimality, VIM-LIFT.

## Abstract

The purpose of the present bachelor thesis is to explore in-depth the organization of logistics chain and services to improve the efficiency of grain production. The great attention is also paid to the mathematical tools and solutions being the basis for decision-making in individual logistics subsystems. The present work, besides, is based on a critical analysis of the manufacturer work activities within the process of grain production.

**Keywords:** logistics, transportation problem, optimization tools, Vogel's approximation Method, index method, North-West corner rule, optimal test, VIM-LIFT.

## Obsah:

1. Úvod. Motivace pro řešení. Formulace problému .....	8
2. Logistika jako nástroj racionalizace přemístovacích procesů .....	12
3. Dopravní potenciál Kazachstánu .....	15
4. Specifika logistiky potravin se zaměřením na obilí .....	18
4.1 Speciální obal.....	18
4.2 Specifika přepravních prostředků .....	19
4.2.1 Přeprava obilí silniční dopravou .....	19
4.2.2 Přeprava obilí železniční dopravou.....	20
4.2.3 Přeprava obilí námořní dopravou.....	21
4.3 Specifika skladování .....	22
5 Výrobní cyklus obilních kultur .....	23
5.1 Osev .....	23
5.2 Sklizeň .....	24
5.3 Posklizňové zpracování zrnin .....	25
6. Výrobní logistika sklizně obilí .....	26
6.1 Přímá technologie sklizně obilí .....	26
6.2 „VIM-LIFT“ .....	27
7. Rozhodování o složení vozidlového parku .....	30
8. Návrh a zdůvodnění racionalizačních opatření .....	31
8.1 Výpočty pro přímou technologii sklizně .....	32
8.2 Výpočty pro technologii „VIM-LIFT“ .....	33
8.3 Ekonomické zhodnocení navrhovaných opatření.....	34
9. Technologie skladování obilovin .....	35
10. Přeprava obilí k cílovému uživateli .....	39
10.1 Optimalizační nástroje pro podporu rozhodování.....	40
10.2 Test optimality .....	46
11. Závěr .....	50
Zdroje a seznam použité literatury.....	52
Seznam tabulek.....	53
Seznam obrázků .....	54
Seznam grafů .....	55
Seznam použitých zkratk .....	56
A Přílohy .....	57
B Přílohy.....	58
C Přílohy.....	59

# 1. Úvod. Motivace pro řešení. Formulace problému

Tato bakalářská práce je zaměřena na republiku Kazachstán, což bylo dohodnuto s vedoucím doc. Ing. Josefem Volkem, CSc. V práci se budeme zabývat problémy, které existují v „obilní logistice“ Kazachstánu, zejména logistickými aspekty při přepravě obilí k cílovému uživateli a procesu sklizně obilí.

Zemědělství představuje důležitou oblast kazašské ekonomiky a jeho uspokojivý rozvoj představuje základ potravinové soběstačnosti a sociálního smíru v národním hospodářství. Významný rozvoj rostlinné výroby je umožněn především díky značně rozsáhlému půdnímu fondu, zahrnujícím ornou půdu, pastviny a honitby.

Přírodní podmínky v Kazachstánu a jejich různorodost představují značné potenciální možnosti zemědělství, do kterého je zapojena většina obyvatel venkova.

Rostlinná výroba představuje přední odvětví zemědělské výroby Kazachstánu, z čehož hlavní částí je pěstování obilovin. Ty následně představují zdroje jak pro výrobu pečiva, tak i jako krmiva pro živočišnou výrobu.

Kazachstán produkuje velké množství prvotřídních obilovin. V posledních letech osevy obilních kultur přesahovaly 80% obdělávané zemědělské půdy.

V Kazachstánu se ročně vyrobí v průměru 12,9-27 milionů tun obilí, což zemi řadí na třetí místo v SNS (Společenství nezávislých států) za Rusko a Ukrajinu. Průměrná hodnota výnosu obilí činí 0,8-1,7 t/ha. Za 4 roky výnos Kazachstánu z exportu obilnin vzrostl dvakrát, v roce 2009 činil 600 mil. USD, ale za rok 2013 dosáhl výše 1,2 miliardy USD. Z celkové roční produkce obilnin Kazachstánu jde na export průměrně 2,7-9,0 mil. tun obilí. Cílovými zeměmi exportu obilnin jsou zejména Turecko Čína, Irán, Ázerbájdžán a také území celní unie (Rusko a Bělorusko).

Více než 3/4 osevních ploch obilních kultur tvoří jarní pšenice. Ta je vysazována zejména v severní části republiky, na jihu se pěstuje ozimá pšenice. Celková plocha osevu pšenice představuje 11,8-13,8 mil. ha, což činí 75 % obdělávané zemědělské půdy. Výnosy 0,8 - 1,7 t/ha umožňují získat 9,8 - 22,7 mil. tun pšenice. Z tohoto množství je 7,4-7,6 mil. tun určeno pro vnitřní spotřebu. Na výrobu mouky připadá v průměru 2,8 tun pšenice. Každoroční vývoz představuje v průměru 6,0-8,0 mil. tun pšenice. Obilní zásoby tvoří 1,0-3,0 mil. tun.

Z výše uvedeného vyplývá, že logistika sklizně a distribuce obilí má značný význam a představuje všestranný a značně rozsáhlý proces. V současných podmínkách se těmito

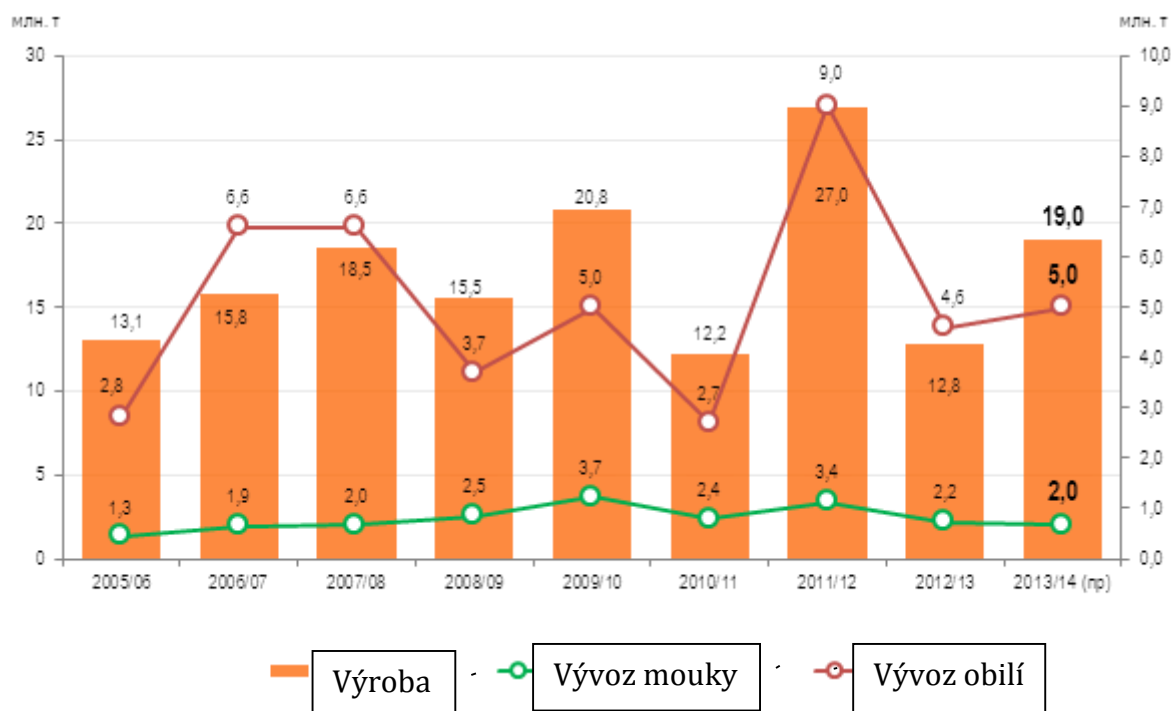


činnostmi zabývá řada specializovaných zprostředkovatelů, pro které lze použít souhrnné označení "obilní logistika".

Z hlediska logistiky jako vědní disciplíny je jejím předmětem racionální organizace procesu přepravy zboží a služeb od surovinových výrobců k jejich spotřebitelům. Tento proces zahrnuje jak oběh produkce, výrobků a služeb, tak i řízení skladových zásob. Těmito otázkami se budeme zabývat v dalších kapitolách.

Na začátku je nutné definovat pojem obilí z pohledu logistiky. Obilí je objemný náklad, určený k přepravě v odpovídajících přepravních prostředcích. Převoz obilí je jednoduchý a ekonomický. Pro dobavu obilí není nezbytné udržování speciálních teplot. Proto pokud logistické služby operují s již hotovými výrobky, tak logistika obilí zahrnuje pouze suroviny.

V roce 2013 vzrostla celková produkce obilí v Kazachstánu a dosáhla výše 19 mil. tun, vývozní potenciál v roce 2014 dle prognózy bude tvořit 5,0 - 5,3 mil. tun (graf 1).



**Graf 1.1 – výroba a vývoz obilí z Kazachstánu v období let 2005/2006 – 2013/2014**

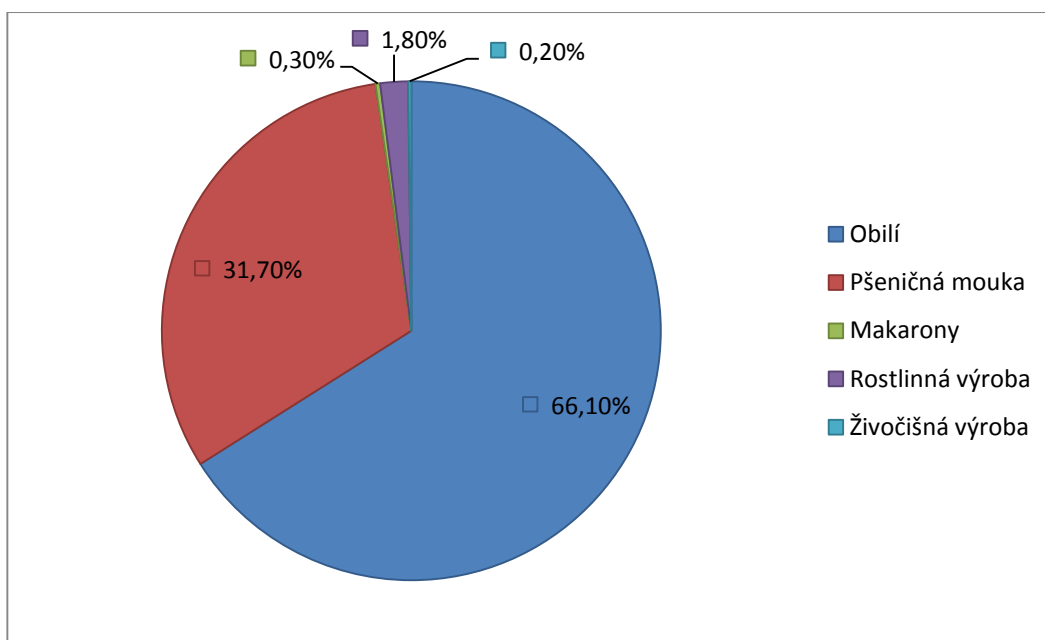
*Zdroj: [1]*

Poptávka po pšenici z Kazachstánu na světových trzích zůstává na vysoké úrovni. Kazachstán vyváží značné množství agroprůmyslové výroby, jejíž cena se blíží 2 mld. dolarů.

Trhy členských zemí SNS hrají důležitou úlohu v zahraničním obchodu zemědělské produkce Kazachstánu, která má vzrůstající tendenci. Pokud v roce 2012 Kazachstán vyvezl

do zemí SNS 51%, tak v roce 2013 činila zemědělská produkce již 65% celkového objemu vývozu.

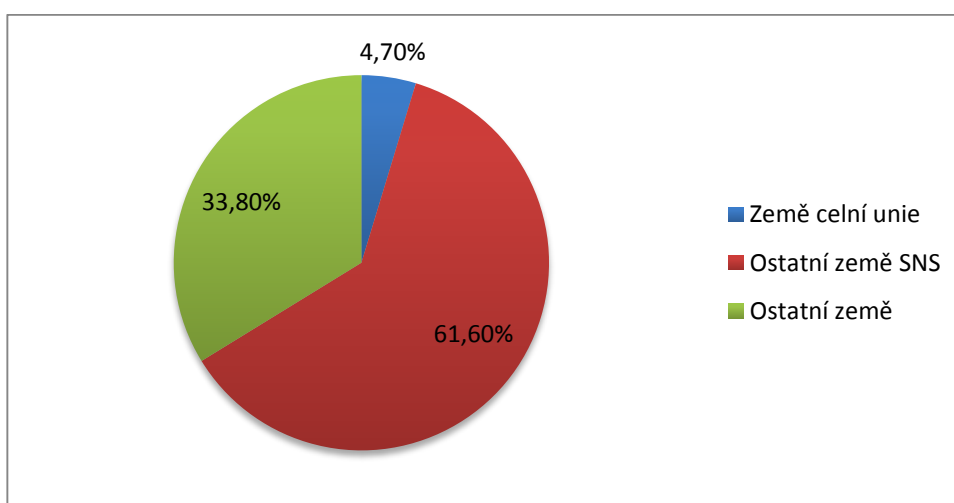
Jak už bylo řečeno, základem exportu Kazachstánu jsou zemědělské produkty. Velkou část tohoto objemu zemědělské produkce tvoří obilí. (graf. 2). Graf 2 představuje analýzu struktury vývozních objemů Kazachstánu za rok 2013.



**Graf 1.2 - Analýza struktury objemů vývozu Kazachstánu za rok 2013**

*Zdroj: vlastní zpracování*

Základ vývozu obilí tvoří pšenice, jejíž podíl z celkového vývozu obilnin činí 90%. Pšenice se vyváží prakticky do všech zemí SNS, v zahraničním obchodu s obilím představuje vývoz do SNS více než 60% (graf 3).



**Graf 1.3 – Analýza zaměření exportu obilí Kazachstánu za rok 2013**

*Zdroj: vlastní zpracování*

Toto zaměření vývozu má vzrůstající tendenci. Dodávky obilí na trhy zemí SNS vzrostly čtyřikrát, naproti tomu do zemí zapojených do celní unie (tyto země nakupují velké množství pšenice z Kazachstánu kvůli tomu, že kazašská pšenice má vyšší kvalitu než jejich vlastní produkce) se vývoz pšenice za posledních 8 let snížil třikrát (viz Přílohy A).

Příčina tkví v tom, že obilní kultury (zejména pšenice) představují hlavní druh vývozu zemědělské produkce nejen Kazachstánu, ale i Ruska a Běloruska.

Jak už bylo řečeno, Kazachstán přepravuje pšenici i do zemí ve vzdáleném zahraničí, tyto přepravy jsou však poměrně nepravidelné. Celkově mají tyto přepravy vzrůstající tendenci. Největší partneři na obilním trhu ze zemí ve vzdáleném zahraničí jsou Turecko, Írán a Čína.

V budoucnu se bude trh obilí Kazachstánu rozvíjet v podmínkách těžké konkurence. Silné konkurenty představují Rusko a Ukrajina, pro které je charakteristická vysoká míra vývozního potenciálu pšenice.

Z tohoto důvodu je nutné zdůraznit význam modernizace dopravně-logistického potenciálu republiky s využitím konkurenční výhody v kultivaci obilních kultur. Zdůraznění a modernizace dopravně-logistického potenciálu republiky zahrnuje snížení nákladů na přepravu obilovin i uvnitř státu. Toho lze dosáhnout pomocí využití optimalizačních nástrojů, jedním z těchto nástrojů je matematické programování, zejména jeho část - lineární programování a konkrétně jedna úloha s názvem „distribuční problém“, řešení této úlohy bude popsáno v kapitole 10.

## 2. Logistika jako nástroj racionalizace přemísťovacích procesů

Logistika je nauka o plánování, řízení a kontrole pohybu (přemístění) materiálních, informačních a finančních zdrojů v různých systémech.

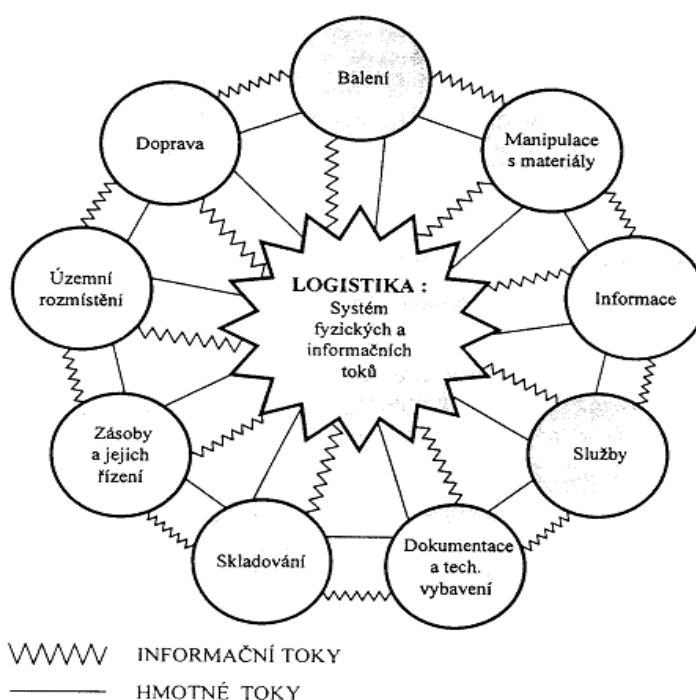
Při bližším seznámení s pojmem „logistika“ se vyjasňuje, že této „mladé“ vědě je dohromady o nic méně než kolem dvou tisíc let. Speciální úředníci Římské říše, kteří odpovídali za rozdělování potravin, byli jistě logistikové, i když se tak v té době nenazývali.

Je možné přepokládat, že jednou z příčin zdržování uplatnění logistických principů v ekonomice bylo nedostatečné rozvinutí dopravní infrastruktury a informačních technologií. A protože toto vše se začalo formovat a bouřlivě rozvíjet zejména ve druhé polovině dvacátého století, také rozvoj uplatnění logistiky v ekonomice spadá do této doby.

Analýza literárních zdrojů ukazuje, že do dnešního dne neexistuje jediné vymezení, kterým by bylo plně možné se orientovat při studiu disciplíny „logistika“.

Jednou z definic logistiky je: „*Logistika je soubor všech činností sloužících k poskytování potřebného množství prostředků s nejmenšími náklady a jen tam a tehdy, kde a kdy je po nich poptávka. Zabývá se všemi operacemi určujícími pohyb zboží (alokace výroby a skladů, zásob, řízení pohybu zboží ve výrobě, balení, skladování a dodávání odběratelům)*“.[4]

Na obrázku č. 1 jsou představovány komponenty logistického systému.



**Obrázek 2.1 - Komponenty logistického systému;**

Zdroj: [2]

Druhá definice logistiky říká, že: „*Logistika je časově vztahné umístování zdrojů – logistika uvádí do vztahu zboží, lidi, výrobní kapacity a informace, aby byly na správném místě, ve správném množství, ve správně kvalitě a za správnou cenu.*“ [2]

Tedy je možné říci, že logistika je mezidisciplinární vědecký směr bezprostředně svázaný s hledáním nových možností zvýšení efektivity materiálních proudů. Nejednoznačnost pojetí termínu „logistika“ se vysvětluje třemi příčinami.

První spočívá v tom, že logistika proniká prakticky do všech oblastí lidské činnosti. Takové množství směrů aplikace logistiky nedovoluje vytvořit jednotné určení.

Druhá příčina spočívá v tom, že na logistiku můžeme pohlížet z různých úhlů pohledu a zejména z pozice manažera, finančníka, ekonoma, vědce nebo ředitele firmy, společnosti.

Třetí příčina spočívá v tom, že se logistika stává rychle se rozvíjející infrastrukturou ve sféře ekonomiky a organizace výroby.

Za hlavní úkol logistiky se považuje docílení s nejmenšími náklady vysoké přizpůsobivosti obchodních organizací k měnící se situaci na trhu, zvýšení svého podílu na trhu a získání předností před konkurencí.

Hlavní úkoly logistiky:

- plánování rezerv na základě prognózy poptávky;
- určení nutné kapacity výroby a dopravy;
- vypracování racionálních vědecko-praktických principů rozdělení hotové produkce na základě optimálního řízení materiálních proudů;
- vypracování racionálních základů řízení nákladních procesů a dopravně-skladových operací v řetězci dodavatel – výroba – distributor – spotřebitel;
- sestavení variant matematických modelů fungování logistických systémů;
- vypracování metod společného plánování zásobování, výroby, skladování, odbytu, odvozu a dopravy produkce.

Předměty logistického řízení jsou:

- skladování a regulování zásob -udržování zásob na úrovni, která umožňuje kvalitní splnění jejich funkce: vyrovnat časový a množstevní nesoulad mezi procesem výroby u dodavatele a spotřeby u odběratele
- převoz surovin a produkce
- nakládka a vykládka
- třídění – seskupování výrobků podle podobných vlastností
- balení – „*Ochrana zboží před znehodnocením chemickým, fyzikálně chemickým a biologickým, a to při skladování, přepravě i distribuci*“. [3]

Logicky není vhodné příliš rozšiřovat tuto kapitolu především kvůli tomu, že se jedná o poměrně známou problematiku a též kvůli tomu, že existuje celá řada různých definic logistiky, pokoušet se tedy uvést je v této práci všechny, nebo většinu by bylo samoúčelné a není to cílem této práce.

Na závěr této kapitoly je možné říci že, logistika v současné etapě získává stále větší praktickou orientaci a rozvíjí se v takových směrech, jako je logistika výroby, logistika řízení zdrojů, logistika přerozdělování, odbytová logistika, dopravní logistika, logistika skladování, informační a finanční logistika (přílohy B).

### 3. Dopravní potenciál Kazachstánu

Model dopravně-logistického systému Kazachstánu je představem železničními, říčními, námořními, vzdušnými, automobilovými, městskými, elektrickými a potrubními druhy dopravy.

Poměr celkové délky sítě podle jednotlivých druhů dopravy je ukázán níže (tab. 1).

Tabulka 3.1 - Charakteristiky dopravního komplexu Republiky Kazachstán za rok 2013; (Zdroj: Vlastní zpracování)

Druhy cest	Délka cest, tis. km	Hustota cest, km/km <sup>2</sup>
Automobilové cesty s pevným povrchem	88,4	14,0
Železniční cesty	32,4	5,1
Splavné vnitřní vodní cesty	3,9	1,5
Vzdušné trasy	61,0	

Klíčovou roli v rozvoji ekonomiky a průmyslu země a také v exportně-importních a dopravních vztazích hrají železniční a automobilové druhy dopravy.

Republika Kazachstán je státem s výhodným geopolitickým umístěním (obr. 3.1).



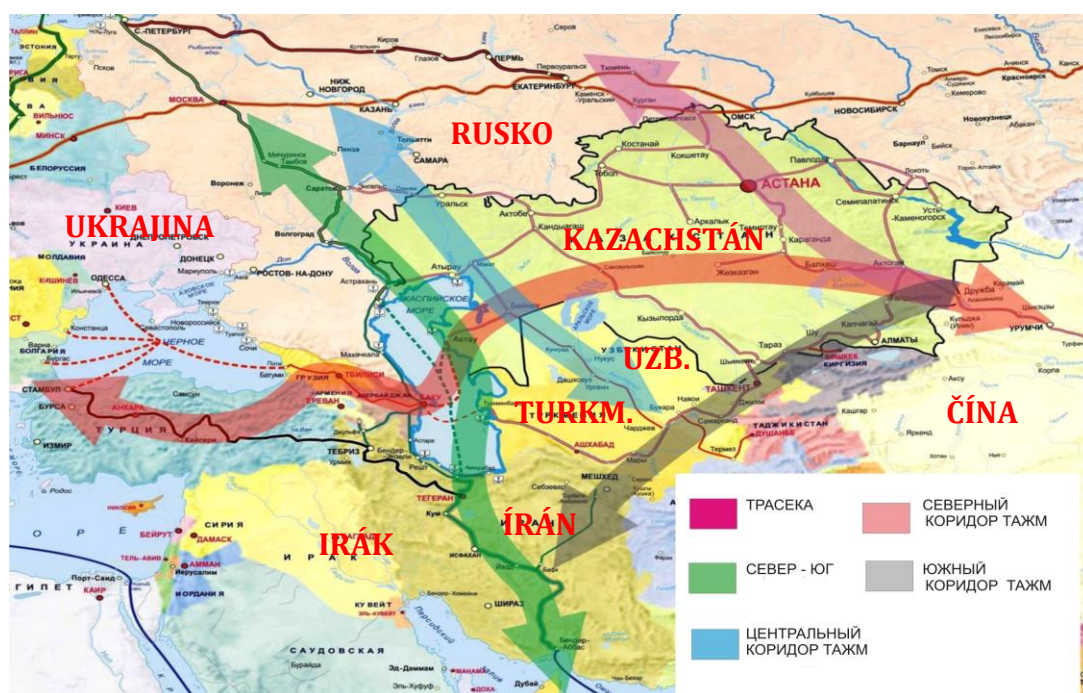
Obrázek 3.1 – Umístění republiky Kazachstán

Zdroj: vlastní zpracování

Kazachstán vyplňuje roli tranzitního mostu mezi Evropou a Asií, ale také mezi Ruskem a Čínou, což je určováno jeho umístěním v centru euroasijského kontinentu.

Rozkládá se v místě styku Evropy a Asie, díky čemuž disponuje značným dopravním potenciálem, přičemž poskytuje asijským státům geograficky bez alternativ pozemní dopravní spojení s Ruskem a Evropou.

Územím Kazachstánu prochází čtyři mezinárodní koridory zformované na základě v republice již existující dopravní infrastruktury (obr. 3.2).



**Obrázek 3.2 – Mezinárodní koridory procházející územím Kazachstánu**

*Zdroj: vlastní zpracování*

Koridory umožňují značně zkrátit vzdálenosti v kontaktu Východ-Západ a lhůty dodávky zboží. Všechny tyto dopravní trasy jsou poměrně nové, aktivně se začaly rozvíjet v 90. letech. Umožňují značně zkrátit vzdálenosti i lhůty dodávek v kontaktu Východ – Západ.

Hlavní předností, kterou disponují tranzitní koridory procházející přes území Kazachstánu, spočívá ve skutečném zkrácení vzdáleností. Při existenci spojení mezi Evropou a Čínou přes Kazachstán se vzdálenost převozů zmenšuje dvakrát ve srovnání s mořskou cestou i o tisíc kilometrů ve srovnání s dopravou po území Ruska.

Republika Kazachstán disponuje nutným potenciálem pro přeorientování zahraničně-obchodní bilance. Tento potenciál spočívá především v unikátnítranzitní možnosti státu (Přílohy C):

- území Republiky Kazachstán se rozkládá ve směru suchozemského mostu pro nákladní proudy mezi základními makroekonomickými póly – zeměmi Evropské Unie a asijsko-tichooceánského regionu, Ameriky a Eurasie;



- zkrácení času dodávky dopravních nákladů.

Surovinové zaměření ekonomiky Kazachstánu spolu s velkými vzdálenostmi a nízkou hustotou obyvatelstva podmiňuje vysokou závislost ekonomiky na dopravě. Nezbytná je skutečná státní podpora obnovy a zlepšení odvětví dopravy. Nevyvážené rozmístění dopravně-komunikační sítě na celém území státu překáží rozvoji jednotného ekonomického prostoru a růstu mobility obyvatelstva. Rostoucí poptávka po kvalitních dopravních službách se neuspokojuje v plném objemu kvůli nedostatečné úrovni technického rozvoje dopravního systému a zaostávání v oblasti dopravních technologií.

## 4. Specifika logistiky potravin se zaměřením na obilí

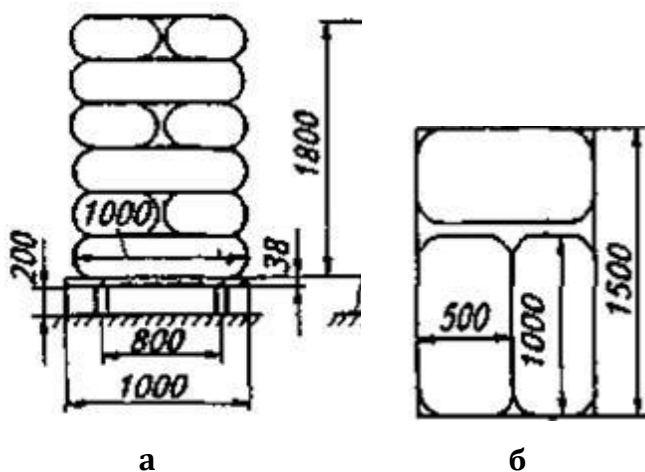
Převoz potravinových výrobků je velmi náročný a složitý úkol, protože výrobky podléhají rychlému kažení a také jsou omezené dobou skladování. Z toho důvodu přeprava potravinové produkce klade vysoké nároky na dodavatele logistických služeb.

Potravinový průmysl měl vždy specifika, proto logistika potravinových výrobků představuje sama o sobě dostatečně širokou oblast, která zabírá všechny funkční sféry: od výroby po skladování. Specifika logistiky obilovin jsou podmíněná vlastnostmi produktu, které uvedeme v následujících podkapitolách.

### 4.1 Speciální obal

Ve většině případů existuje nutnost uchovat potravinové výrobky v speciálních obalech, je to nutné především pro bezpečnost výrobků. Obalem pro obilí může sloužit například speciální pytel. Povinně se v pytlích (obalech) skladují elitní semena. V obalech se skladují také semena s křehkou slupkou nebo snadno pukající při vysychání (suché fazole).

Semena v pytlích se ukládají na hromady na dřevěné podlahy nebo palety po třech nebo po pěti. Při ukládání po třech se ke dvěma pytlům uloženým těsně jeden k druhému klade příčně třetí pytel (obr. 4.1).



Obrázek 4.1 - Ukládání pytlů na hromady: a - po třech; b - po pěti;

Zdroj: [5]

Po pěti je uložení podélně dvou párů pytlů a jednoho napříč. Pytle každé následující řady v hromadě mají opačné položení. Doporučená výška hromady pro semena různých kultur činí 6 -8 pytlů. Při mechanizovaném ukládání se pytle se suchými semeny úspěšně skladují na hromadách výšky 10-12 pytlů.

Ale není to základní způsob skladování obilí. Základním způsobem skladování obilí je skladování násypem.

## 4.2 Specifika přepravních prostředků

Pro dosažení kvalitní přepravy potravinové produkce je nutná interoperabilita všech prvků v logistickém řetězci. *„Interoperabilita je taková způsobilost (schopnost) různých zařízení/systémů (různých výrobců nebo provozovatelů), při které je možná vzájemná podpora jednotlivých zařízení/systémů a realizace společného postupu. Jedná se tedy o sjednocení hlavních parametrů a výměnu informací všech zúčastněných zařízení/systémů mezi sebou“.* [6].

Převoz obilovin je v dnešní době nejaktuálnější otázkou, která stojí před mnohými společnostmi – výrobci v Kazachstánu. Tento proces se uskutečňuje nejen pomocí zemědělských zařízení, ale také prostřednictvím nákladních, námořních převozů.

Dopravní logistika obilí a obilních kultur se může uskutečňovat následujícími druhy dopravy: silniční, železniční, vodní. To bude popsáno v následujících podkapitolách.

### 4.2.1 Přeprava obilí silniční dopravou

V mezinárodní přepravě na nevelké vzdálenosti do komplexů obilních skladišť se používá silniční doprava. Základními druhy silniční dopravy pro převoz obilních kultur jsou výsypné vozy.

Výsypný vůz je nákladní přívěs nebo návěs, představuje nádobu ve formě velké korby typu vyklápěcího automobilu nebo zásobníku vyrobeného z oceli nebo hliníku.

Nosnost výsypných vozů různých kompletací korby se pohybuje od 17 do 35 tun a objem korby v rozmezí 20-90 m<sup>3</sup>. Rozlišují se následující druhy výsypných vozů:

- Palubní auto-výsypné vozy. Nákladní automobily s korbou výšky do 3 metrů, s objemem do 20 tun a odkrytým vrchem. Tento druh dopravních prostředků není příliš vhodný, protože nedovoluje rychlé vyložení korby (překlápěním) bez zapojení doplňkových prostředků.

- Nákladní výsypné vozy-návěsové jízdní soupravy. Tento druh výsypných vozů nevyužívá jednu korbu jako předcházející, ale dvě v závěsu, což dovoluje zvětšit objem nákladu na 30 tun.

- Návěsové jízdní soupravy – výsypné vozy typu samočinného vyklápěcího nákladního automobilu. Tento typ výsypného vozu se liší od nákladního výsypného vozu-

návěsové jízdní soupravy tím, že se může samostatně vyložit bez zapojení doplňkových pracovních sil. Tento typ bezvýhradně nejpraktičtější a nejekonomičtější druh dopravy pro převážení obilí.

- Výsypný vůz – cisterna. Tato doprava se využívá nejen k přepravě obilí, ale také jiných sypkých produktů. Často se v cisternách převáží mouka, cukr, krmné směsi a další náklad. Cisterna dobře chrání obiloviny od povětrnostních a atmosférických vlivů při dlouhých převozech. Maximální váha/objem obilí jednoho výsypného vozu se pohybuje v rozpětí 10 – 33 tun a objem od 15 – 50 m<sup>3</sup> obilovin.

## 4.2.2 Přeprava obilí železniční dopravou

Převoz obilí se většinou realizuje železniční dopravou. Železniční doprava je výhodná zejména proto, že obilí je třeba převézt na velké vzdálenosti. Obilí se železniční dopravou převáží zpravidla kontejnerovými, vozovými zásilkami. Doprava obilí probíhá v krytých výsypných vozech specializovaných na přepravu obilí se snímatelnými i nesnímatelnými dveřními deskami a samostatně se uvolňujícími dveřmi. Uvedené výsypné vozy mají následující určující znaky:

- všechny čtyřosé vozy s nesnímatelnými dveřními deskami mají kapacitu korby 106 m<sup>3</sup>;

- vozy vybavené samostatně se uvolňujícími dveřmi mají objem korby 120 m<sup>3</sup>, ve spodní střední části dveří jsou vybaveny čtyřúhelným vykládacím příklopem.

Při převozu obilí s technologií násypu (žito, pšenice, ječmene, oves, kukuřice v zru), hrách, pohanka ve čtyřosých krytých vozech se snímatelnými i nesnímatelnými deskami se rozmístění nákladu provádí o 10 cm níže od horního okraje desky ve dveřním otvoru vagónu. Při tom začátek zvedání obilí (žito, pšenice, ječmene, oves, kukuřice v zru) musí být oddálen od kraje obilné desky na vzdálenost alespoň 100 cm, pro hrách a pohanku na vzdálenost alespoň 150 cm.

V procesu dopravy obilí po železnici se předpokládá přirozený úbytek objemu nákladu podle norem viz tab. 4.1.

Tabulka 4.1 - Normy přirozeného úbytku obilí; (Zdroj: [4])

Druh nákladů podle skupin tarifní nomenklatury	Normy úbytku v % z masы nákladů
Skupina 01 Obilí	
Obilí a sklad při převozu na vzdálenost:	
Do 1000 km	0,1
Od 1000 do 2000 km	0,15
Přes 2000 km	0,20

Do čtyřosých krytých vagónů vybavených samostatně se uvolňujícími dveřmi se nakládání obilí provádí příklopy, které jsou rozmístěny na střeše vagónu.

Při nakládání nákladu násypem či nad úrovní příklopů se příkloповé otvory vagónů důkladně zavírají a z vnitřní strany se ucpávají několika vrstvami pytloviny nebo silného papíru.

Nakládání do speciálních vagónů zásobníkového typu se provádí na místech vybavených zařízeními na podávání sypkých nákladů shora pomocí speciálních koryt, žlabů nebo propustných trub.

Za účelem dodávek produkce na světový trh se obilí nejprve dováží po železnici do námořních přístavů, kde dochází k jeho překládání na těžkotonážní námořní lodě. Obilí se může převážet na univerzálních lodích pro dopravu sypkého zboží, nebo na specializovaných lodích: balkerech, tankerech apod.

### 4.2.3 Přeprava obilí námořní dopravou

Za účelem dodávek produkce na světový trh se obilí nejprve dováží po železnici do námořních přístavů, kde dochází k jeho překládání na těžkotonážní námořní lodě. Obilí se může převážet na univerzálních lodích pro dopravu sypkého zboží, nebo na specializovaných lodích: balkerech, tankerech apod.

Při převozu obilí námořní dopravou je třeba kvůli délce námořní dopravy a změnám teploty počítat s následujícími charakteristikami obilovin:

- Jsou schopné pohlcování a vylučování vlhkosti včetně páry z okolního vzduchu. Zvlhnutí zrna vede k vytvoření zatuchlého pachu, plesnivění a znehodnocení nákladu.
- Osahují prach.
- Jsou citlivé na vnější pachy.
- Při zavlhnutí zvětšují objem (bobtnají).

- Mohou být napadeny hmyzem či jinými škůdci (hlodavci).
- Jsou náchylné k samozapařování, samovznícení, i když je při převozu obilí upraveno na daný standard.

Zatímco prevoz neupraveného obilí v jedné klimatické zóně (z přístavů severní Evropy do baltských přístavů) je poměrně bezpečný, je prevoz téhož obilí z přístavů jihovýchodní Asie do přístavů severní Evropy, zejména v zimním období mnohem nebezpečnější.

Obiloviny se v námořní dopravě přepravují obvykle volně ložené (nakládka násypem), řidčeji ve lněných nebo jutových pytlích.

Úhrnný nákladní objem v m<sup>3</sup>/t je představen v tabulce 4.2.

**Tabulka 4.2 - Úhrnný nákladní objem v m<sup>3</sup>/t ; (Zdroj: [4])**

Pšenice - 1,27 - 1,50	Rýže (oloupaná) - 1,22 - 1,56
Žito - 1,50 - 1,56	Rýže (neoloupaná) - 1,90 - 2,00
Ječmen - 1,70 - 2,06	Proso - 1,36 - 1,47
Oves - 1,84 - 2,38	Pohanka - 1,82 - 1,90
Kukuřice - 1,42 - 1,64	Čočka - 1,40 - 1,45.

Nakládání obilí se obvykle uskutečňuje ve specializovaných přístavištích (z obilních skladišť), nicméně v některých přístavech se obiloviny nakládají i u nesespecializovaných kotvišť, z vagonů pomocí drapaků nebo z nákladních automobilů ložených obilím v pytlích se tyto podávají jeřábem na palubu lodi, kde se manuálně rozřezává se šev pytle na střeše poklopu a obilí se přesypává do nákladního prostoru.

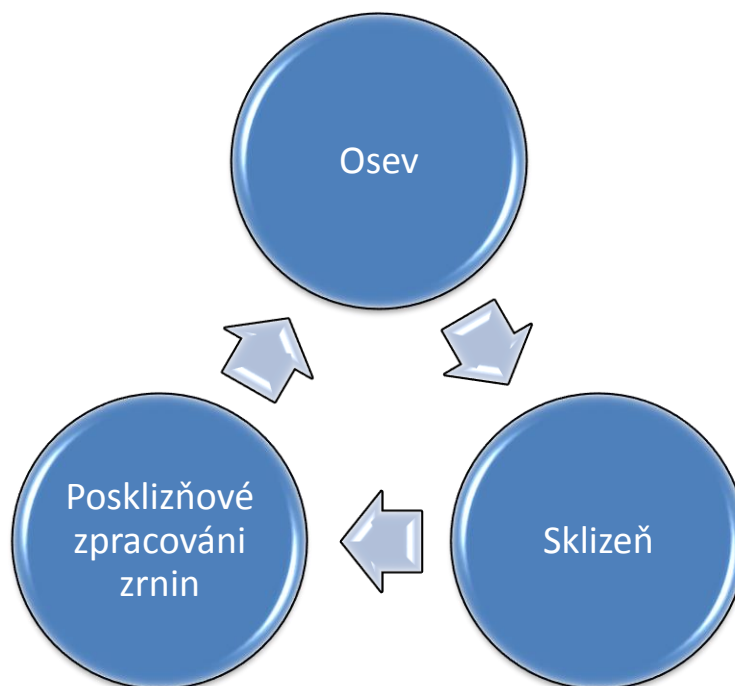
### 4.3 Specifika skladování

V potřebách, předkládaných skladům, se zvláštní pozornost věnuje otázkám slučitelnosti toho nebo jiného druhu produkce, udržování teplotního režimu, mírám protipožární bezpečnosti, sanitárně-hygienickým potřebám apod.

Kvůli rozsáhlosti této problematiky zabýváme se tím v samostatně kapitole č. 9 (Technologie skladování obilovin).

## 5 Výrobní cyklus obilných kultur

Pšenice v Kazachstánu je vyzvednuta na první místo mezi všemi obilnými kulturami. Podle údajů statistických ročenek patří pšenici dominantní role ve struktuře výsevních ploch obilných kultur (do 13,5 – 14,0 mil. ha ročně). Výrobní cyklus obilovin je znázorněn na obrázku 5.1.



**Obrázek 5.1 - Výrobní cyklus obilovin**

*Zdroj: vlastní zpracování*

V dalších podkapitolách se pokusíme popsat výrobní cyklus obilovin od osevu do posklizňového zpracování zrnin.

### 5.1 Osev

Pro osev je nezbytné využít semena odpovídající potřebám osevního standardu s vysokou masou 1000 zrn a silou růstu alespoň 80%. Za cílem prevence nemocí rostlin se semena moří alespoň 2 týdny před osevem různými fungicidy. Do struktury pracovních roztoků patří také mikrohnojiva (kyselina boritá, modrá skalice, síran zinkový).

Doby osevu. Včasný osev jarních obilovin je jedním z nejdůležitějších faktorů získání velkých úrod. Je nezbytné je vysévat ihned, jak nastoupí fyzická zralost půdy a objeví se možnost jejího kvalitního obhospodaření. Optimální doba osevu je, když teplota půdy převyšuje 2°C pro ječmen a pšenici.

Způsoby osevu. Nejlepší výsledky se dostávají při osevu obilovin úzkořádkovým způsobem s meziřádky 7,5 cm nebo řadovým způsobem (12,5 a 15 cm). Používají se secí stroje. Rychlost pohybu osevního agregátu nesmí převýšit 7-8 km/h.

Norma výsevu. Na minerálních – 5,0-5,5; a na t.b. – 3,5-4 mil./ha.

Hloubka zadělání. Semena je nezbytné vysévat do hloubky zabezpečující jim nezbytné množství vlhkosti a vzduchu. Hloubka osevu závisí na vlhkosti orné vrstvy, mechanického složení půdy, dob osevu a velikosti semen. Během prvních dní osevu při dostatečné vlhkosti půdy se semena zadělávají mělčeji a dále při zasychání povrchu pole je nezbytné zvětšovat hloubku osevu.

Péče o osevy. Péče o osevy předpokládá vytvoření nejlepších podmínek pro růst a rozvoj rostlin od doby osevu po sklizeň. K metodám péče patří: válcování, vláčení, boj s plevelem, ochrana rostlin před nemocemi a škůdci, přihnojování. Válcování může probíhat před i po osevu. Vlácení před i po vzklíčení způsobuje rozrušení půdní slupky, zničení plevelu, zmenšuje vypařování vlhkosti a zlepšuje přístup vzduchu ke kořenům rostlin.

Kromě agrotechnických měř se uplatňují také chemické prostředky boje s plevelem. Pro boj s dlouholetým plevelem se doporučuje použití herbicidů po sklizni předchůdce.

Hluboká podzimní orba se neprovádí dříve než 15 dní po nanesení herbicidů.

## 5.2 Sklizeň

Sklizeň jarní pšenice se provádí jednofázovým a dvoufázovým způsobem. Uskutečňuje se v optimálních dobách, bez ztrát a snížení kvality obilí. Jednofázová sklizeň probíhá na počátku plné zralosti a při vlhkosti obilí 17-20% během 5-6 dnů. Během tohoto období biologická úrodnost a kvalita obilí na kořenech zůstávají bez závažných změn.

Přežráním osevů způsobuje pokles masy 1000 zrn, zhoršení pekařských, úrodných a osevních kvalit.

Dvoufázová sklizeň se provádí při silném zaplevelení nebo při polehlosti rostlin. Na začátku se rostliny kosí do válců a ukládají se na strniště výšky 20-25 cm, kde se vysušují 4-5 dní. Začíná se uprostřed voskové zralosti při vlhkosti obilí 35-25%. Na kosení se využívají žací stroje. Výška řezu musí být 15-20 cm. Dvoufázová sklizeň dovoluje začínat sklizňové práce o 5-8 dní dříve, získává se při ní sušší zrno a sláma, je potřeba méně výdajů na zpracování obilní hromady, zlepšují se osevní kvality a kvality obilního zboží. Nicméně se



tento způsob sklizně nepoužívá na nízko rostlé, prořídle a málo produktivní osevy a při srážkách. Po vysychání se sbírají kombajnem se sběračem a mlátí se.

### 5.3 Posklizňové zpracování zrnin

Posklizňové zpracování zrna probíhá spolu se sklizní úrody. Semena se očišťují od příměsí v čistících zařízeních. Na sušení se používají sušičky obilí. Sušení se provádí do vlhkosti 14%. Zrno se ukládá pro skladování, teplota zrna při sušení nesmí převýšit 45°C pokud jde o semeno, aby zárodek neodumřel.

Schéma čištění, sušení a třídění semen je uvedena v tabulce 5.1.

Tabulka 5.1 - Zpracování semen po sklizni ; (Zdroj: [1])

Metody přípravy semen	Cíl a úkoly metody	Nároky na kvalitu
1. Očištění	Zbavení se různých příměsí ze semen základní kultury.	Obsah semen základní kultury - alespoň 99%, obsah semen jiných rostlin (kusů na 1 kg) – ne více než 10
2. Sušení	Zvýšení klíčivosti a energie klíčení. Obilí se může dlouho uchovávat.	Dovést do 14% vlhkosti
3. Třídění	Rozdělení od příměsí očištěného obilí na frakce lišící se osevnými vlastnostmi	Musí zabezpečit přípravu semen II. a I. třídy osevniho standardu, při němž čistota tvoří 98 a 99% a klíčivost odpovíděně 90 a 95%

Úkolem posklizňového zpracování semen je získání semen upravených na příslušný standard s co nejmenšími výlohami práce a prostředků za plného odstranění možnosti i cest mechanického zaplevelení semeny jiných kulturních těžko se oddělujících rostlin nebo rostlin téže kultury.

Uchovávání semen je závěrečná operace v složitém technologickém procesu jejich pěstování. Jejím cílem je zabezpečit uchránění vysoké klíčivosti semen ve spojení s potřebami cílových standardu, velké síly růstu a energie klíčení, aby při následujícím osevu byla schopná svorně prorůstat v polních podmínkách a formovat velkou úrodu ve spojení s potenciálem dané odrůdy.

## 6. Výrobní logistika sklizně obilí

V bakalářské práci popíšeme logistické procesy firmy „Enbek-Agro“. Firma byla založená v roce 2004 v severní části Kazachstánu (město Kostanay). „E.-A.“ se zabývá výrobou a velkoobchodním prodejem obilí.

Firma pro sklizeň obilí používá přímou technologii sklizně. To znamená, že jakmile je zásobník nákladního vozidla bude zaplněný pak vozidlo od kombajnu jede přímo do skladu, jedná se tedy o cyklus kombajn-sklad-kombajn.

Tato technologie není dokonalá, protože v řetězci kombajn-sklad-kombajn vznikají náklady kvůli čekání nákladního vozidla na naložení.

Nezbytnou podmínkou efektivní práce kombajnu je zabezpečení výkonného, spolehlivého a přesného způsobu přepravy obilí. Obecně platí, že čím je kombajn výkonnější, tím výraznější je ztráta, způsobená nedostatečnou souhrou sklizně a dopravy.

Počet kombajnů je vodítkem při výběru vhodných dopravních prostředků a souprav, neboť objem násypky zrnin vzrůstá úměrně zvětšujícímu se pracovnímu záběru adaptéru. Nároky se zvyšují v případě využití tzv. skupinového nasazení strojů. Zajištění dopravy je limitujícím faktorem celé sklizňové technologie. U nejkvalitnějších kombajnů, kde je objem zásobníku 8000 až 12000 l., tj. 6500 až 9500 kg, je zajištění odvozu složitá záležitost. Vezmeme-li v úvahu nosnost malých traktorových přívěsů a návěsů, či starších zemědělských verzí nákladních vozidel, pak zjistíme, že maximální hmotnost nákladu se často rovná hmotnosti objemu zásobníku jednoho kombajnu a nasazení takových dopravních prostředků může snížit výkon i v případě, že sklizeň zajišťuje pouze jeden kombajn. Vzhledem k tomu, že počet pracovníků v zemědělství neustále klesá, není řešením efektivní dopravy při sklizni zvyšování počtu přepravních prostředků, ale je nutné zvolit vhodnou dopravní techniku a logistiku. V minulosti se téměř výhradně využívalo nasazení nákladních automobilů a traktorových přípojných vozidel tento systém se používá do dnes.

### 6.1 Přímá technologie sklizně obilí

Přímá technologie sklizně obilí funguje následovně: zásobník kombajnu má kapacitu 4 tuny, jakmile je zásobník plný nákladní vozidlo pojedje vedle kombajnu, dokud kombajn nevyloží obilí ze zásobníku do zásobníku nákladního vozidla, který má kapacitu podle typu vozidla, nejméně však 10 t. To znamená, že k plnému využití kapacity vozidla musí toto vozidlo vykonat minimálně tři cesty ke kombajnu, čímž, se zvyšují náklady na údržbu

vozidla. Účinnost této technologie je vidět na obrázku č. 10, který slouží hypotetickým příkladem pro porovnání a popsán v následující podkapitole.

## 6.2 „VIM-LIFT“

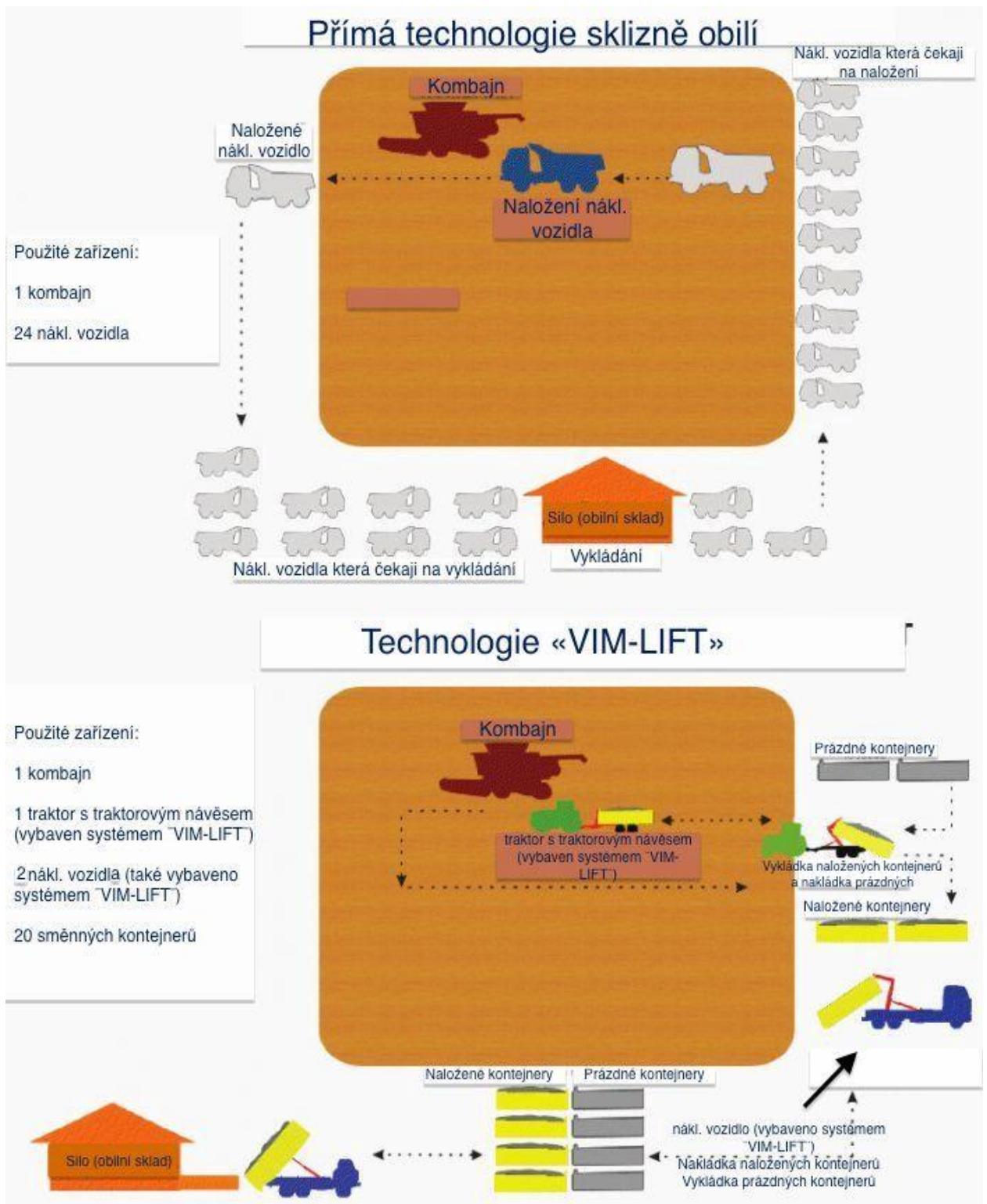
Na zefektivnění procesu sklizně obilovin je možné použít technologii „VIM-LIFT“ kterou dále popíšeme. Jak už bylo řečeno v předchozím odstavci, nezbytnou podmínkou efektivní práce kombajnu je zabezpečení výkonného, spolehlivého a přesného způsobu odvozu obilí.

Technologie „VIM-LIFT“ je zaměřena na záměnu typických dopravních prostředků (které jsou používány v přímé technologii) překládacími vozy se směnnými kontejnery. Technologie slouží pro zvýšení účinnosti procesu sklizně tím, že vytváří rezervu času, která by zajišťovala pevný vzájemný poměr procesu sklizně a procesu přepravy obilovin. Obrázek č.6.1 slouží jako hypotetický příklad praktického používání technologie „VIM-LIFT“. Na obrázku je vidět výhodu „VIM-LIFT“: pro sklizeň pozemku o rozloze 1000 hektarů potřebujeme mít k dispozici 1 kombajn, 3 překládací vozy (1 traktor a 2 nákladní vozidla) a 20 výměnných kontejnerů; pro sklizeň pozemku o stejné rozloze a při stejných podmínkách pomocí „přímé technologie“ bychom potřebovali 1 kombajn a 24 nákladních vozidel

Překládací vozy mají svůj původ v zámoří. Důvody pro nasazení překládacích vozů jsou v podstatě dva. Prvním z nich je zajištění plynulé sklizně a minimalizace neproduktivních časů kombajnů, druhým pak šetrné zacházení s půdním profilem (překládací vůz jezdí na velkých kolech s minimálním tlakem na půdu, takže nedochází ke zbytečnému hutnění půdy, kamiony na pole jezdit nemusí a neničí půdu). Jak už bylo řečeno důležitým faktorem při sklizni obilovin je též výkon kombajnu.

Díky překládacímu vozu je možné dosáhnout zvýšení výkonu kombajnu až o 30%.

Překládací vůz zajišťuje to, aby kombajn nepřerušil svou práci. Nastane-li čas vyprázdnění zásobníku kombajnu, překládací vůz přijede pod komín a nechá si během sklizení vysypat celý obsah zásobníku. Poté směřuje na kraj pole, kde zrno vysype do připravených kamionů nebo traktorů - všeobecně prostředků uzpůsobených na silniční dopravu (obr. 6.1).



**Obrázek 6.1 – Porovnání „VIM-LIFT“ a „Přímé technologie“**

*Zdroj: vlastní zpracování*

Popis systému:

Překládací vůz č.1 (Traktor (T-150K) s traktorovým návěsem (TPM-16) a se směnným kontejnerem (KSU-8.5)) odebírá obilí ze zásobníků kombajnů a přepravuje obilí na kraj obilního pole, následně se pomocí systému „VIM-LIFT“ naložený kontejner vyloží z traktorového návěsu a pomocí „VIM-LIFT“ na jeho místo naloží prázdný kontejner (cyklus: kombajn-kraj obilního pole-kombajn).

Naplněný kontejner je naložen na překládací vůz č.2 (nákladní vozidlo KAMAZ-53205), který je rovněž vybaven systémem „VIM-LIFT“ (obr. 6.2). Tento vůz přepravuje obilí do skladu a následně se vrací zpátky (cyklus: ob. pole-sklad-obilní pole).



**Obrázek 6.2 - Nákladní vozidlo KAMAZ-53205, vybaveno systémem „VIM-LIFT“**

*Zdroj: [7]*



**Obrázek 6.3 - Výměnný kontejner typu „KSU-8.5**

*Zdroj: [7]*

## 7. Rozhodování o složení vozidlového parku

Firma má ve svém vlastnictví pozemek o rozloze 700 hektarů. Kromě toho společnost má k dispozici následující přepravní prostředky (viz tab. 7.1):

**Tabulka 7.1 - Kapacita přepravních prostředků;** (Zdroj: Vlastní zpracování)

Název přepravních prostředků	Kapacita [ $m^3$ ]
Zásobník kombajnu „Don-1500“	6
Zásobník kombajnu „Enisej-1200HM“	4.5
Kontejner „KSU-8.5“	16.5
KAMAZ-45143	21
KAMAZ-53215	17

Jak bylo zmíněno v kapitole 8.2 o technologii VIM-LIFT, pro optimální fungování této technologie je zapotřebí provést záměnu typických dopravních prostředků překládacími vozy se směnnými kontejnery. S ohledem na naši firmu uvádíme následující požadavky:

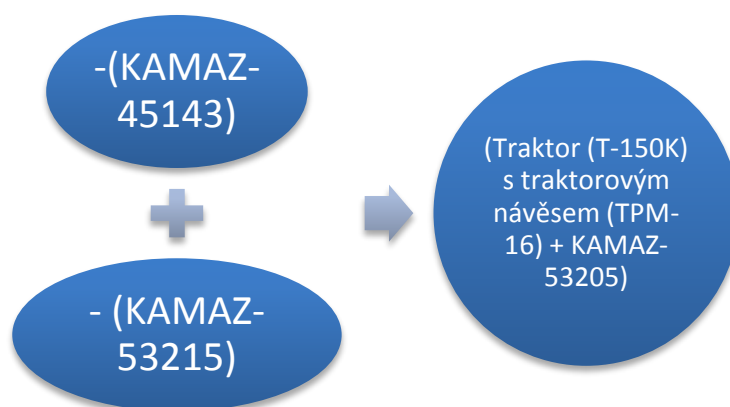
1) Překládací vůz č.1 (Traktor (T-150K) s traktorovým návěsem (TPM-16) pro směnný kontejner (KSU-8.5)),

2) Překládací vůz č.2 (nákladní vozidlo KAMAZ-53205).

### Návrh možných opatření:

Firma „Enbek-Agro“ může prodat dva nákladní vozy (KAMAZ-45143, KAMAZ-53215) a za získané finanční prostředky zakoupit překládací vozy, které jsou vybaveny systémem „VIM-LIFT“.

Neboli schematicky:



**Obrázek 7.1 – Schematické znázornění opatření vozidlového parku;**

*Zdroj: vlastní zpracování*

## 8. Návrh a zdůvodnění racionalizačních opatření

Pro porovnání výhodnosti dvou výše popsaných provedeme následující výpočty pro stanovení hodnoty vlastních nákladů na přepravenou tunu pro každou technologii a jejich porovnání.

Stanovení hodnoty vlastních nákladů na jednu přepravenou tunu:

$$N_C = N + N_{KP} + N_O \quad (8.1)$$

kde:  $N$ - přímé náklady,  $N_{KP}$ - náklady vznikající kvůli změnám množství a kvality zboží,  $N_O$ - ostatní náklady.

- Přímé náklady:

$$N = Z + G + R + A + O \quad (8.2)$$

Kde:  $Z$ - náklady na mzdy pracovníků,  $G$ - náklady na palivo,  $R$ - náklady na opravu vozidel,  $A$ - amortizace,  $O$ - ostatní náklady.

- Náklady na mzdy pracovníků:

$$Z = \frac{ptK_t}{W} \quad (8.2.1)$$

kde:  $p$ - počet pracovníků,  $t$ - mzda [rub/t],  $K_t$ - koeficient na zvýšení mzdy,  $W$ - výkon [t/h]

- Náklady na palivo:

$$G = q_p CK_M \quad (8.2.2)$$

kde:  $q_p$ - náklady na spotřebu paliva [kg/t],  $C$ - cena 1 kg paliva,  $K_M$ - koef. na mazací olej.

- $R$ - náklady na opravu vozidel:

$$R = \frac{Br_p}{WT_R} \quad (8.2.3)$$

kde:  $B$ -cena dopravního prostředku,  $r_p$ - koef. nákladů na opravu,  $W$ - výkon [t/h],  $T_R$ - roční vytižení dop. prostředku.

- Amortizace:

$$A = \frac{Ba}{WT_R} \quad (8.2.4)$$

kde:  $a$ -koeficient nákladů na amortizace

- Ostatní:

$$O = h_i K_i \quad (8.2.5)$$

kde:  $h_i$ - poměrná spotřeba materiálu,  $K_i$ - cena za jednotku.

## 8.1 Výpočty pro přímou technologii sklizně

### Přímá technologie sklizně obilí:

KAMAZ (45143), výkon  $W=4,81$  [t/h]:

$$Z = \frac{120,8 \times 1,262}{4,81} = 31,7 \text{ [rub/t]}$$

$$G = 0,44 \times 21,1 \times 1,1 = 10,21 \text{ [rub/t]}$$

$$R = \frac{2100000 \times 0,149}{4,81 \times 1800} = 36,14 \text{ [rub/t]}$$

$$A = \frac{2100000 \times 0,1}{4,81 \times 1800} = 24,5 \text{ [rub/t]}$$

$$N_1 = Z + G + R + A = 31,7 + 10,21 + 36,14 + 24,5 = 102,3 \text{ [rub/t]}$$

KAMAZ (53215), výkon  $W=6,81$  [t/h]:



$$Z = \frac{120,8 \times 1,262}{6,81} = 22,38 \text{ [rub/t]}$$

$$G = 0,44 \times 21,1 \times 1,1 = 10,21 \text{ [rub/t]}$$

$$R = \frac{2205000 \times 0,149}{6,81 \times 1800} = 26,8 \text{ [rub/t]}$$

$$A = \frac{2205000 \times 0,1}{6,81 \times 1800} = 17,98 \text{ [rub/t]}$$

$$N_2 = Z + G + R + A = 22,38 + 10,21 + 26,8 + 17,98 = 77,37 \text{ [rub/t]}$$

Náklady dvou vozidel:  $N_1 + N_2 = 179,67 \text{ [rub/t]}$ .

## 8.2 Výpočty pro technologie „VIM-LIFT“

Překládací vůz č.1 (Traktor (T-150K) s traktorovým návěsem (TPM-16) a se výměnným kontejnerem (KSU-8.5)), přeprava obilí od kombajnu na kraj obilního pole:

$$Z = \frac{120,8 \times 1,262}{16} = 9,528 \text{ [rub/t]}$$

$$G = 0,33 \times 21,1 \times 1,1 = 7,66 \text{ [rub/t]}$$

$$R = \frac{1616160 \times 0,115}{900 \times 16} + \frac{600000 \times 0,13}{800 \times 16} + \frac{212025 \times 0,13 \times 3}{800 \times 16} = 25,45 \text{ [rub/t]}$$

$$A = \frac{1616160 \times 0,115}{900 \times 16} + \frac{600000 \times 0,1}{800 \times 16} + \frac{212025 \times 0,1 \times 3}{800 \times 16} = 20,8 \text{ [rub/t]}$$

$$N_1 = Z + G + R + A = 63,438 \text{ [rub/t]}$$

Překládací vůz č.2 (nákladní vozidlo KAMAZ-53205), přeprava obilí do skladu:

$$Z = \frac{120,8 \times 1,262}{16,14} = 9,4 \text{ [rub/t]}$$

$$G=0,44 \times 21,1 \times 1,1 = 10,21 \text{ [rub/t]}$$

$$R=\frac{1847030 \times 0,149}{1800 \times 16,14} = 9,47 \text{ [rub/t]}$$

$$A=\frac{1847030 \times 0,1}{1800 \times 16,14} = 6,35 \text{ [rub/t]}$$

$$N_2=Z+G+R+A=35,43 \text{ [rub/t]}$$

Náklady dvou vozidel:  $N_1 + N_2 = 98,868 \text{ [rub/t]}$ .

### **8.3 Ekonomické zhodnocení navrhovaných opatření**

Z výše uvedených výpočtů vyplývá, že technologie „VIM-LIFT“ je o 80,802 rub/t výhodnější než přímá technologie. Průměrné výnosy obilí činí 2,72 t/ha (hodnota byla vypočtena jako průměr v předchozích obdobích). Firma má ve vlastnictví pozemek o rozloze 700 hektarů. Tyto údaje jsou postačující pro zjištění průměrného výnosu obilí:

$$2,72 \times 700 = 1904 \text{ [t]} - \text{Průměrné výnosy obilí ze 700 hektarů}$$

$80,802 \times 1904 = 153\,847 \text{ [rub]}$  – celková úspora finančních prostředků při procesu sklizně (hodnota v euro  $\approx 3\,175$ ).

## 9. Technologie skladování obilovin

V obilním komplexu jsou svými funkcemi logistické služby nejbližší výrobní infrastruktura. Nicméně na rozdíl od výrobní infrastruktury logistika obilovin pokračuje ve výrobním procesu zpracování surovin do úrovně přijatelné pro prodej a spotřebu.

Základní funkcí obilní logistiky je sjednocení procesu výroby zemědělské produkce s její realizací, uchováváním a prvotním průmyslovým zpracováním.

Na úrovni republiky do systému přípravy obilního komplexu mohou spadat sila, výkupny obilí, podniky produkující krmné směsi, atd.

Základními objekty obilní logistiky jsou sila, která plní funkci zásobovacích a distribučních center, která tvoří regionální obilní zbožové proudy. Klasifikace sil jakožto terminálních objektů obilní logistiky je uvedena v tabulce 9.1.

Tabulka 9.1 - Klasifikace terminálních objektů převozu obilí; (Zdroj: [8])

Kategorie sil		Účel	Intenzita příjmu expedice obilí
Zemědělské	Polní silo	Prvopočáteční akumulace a zpracování obilí z pole (nacházejí se v agrárních hospodářstvích)	Neurčuje se
	Řadové silo	Příjem, uskladnění a naložení obilí na železniční nebo silniční prostředky	do 2 tis. t/den
	Uzlové řadové silo	Příjem, zpracování a vypravení nákladů obilí (do 60 vagónů)	do 4 tis.t/den
Přístavní sila	Řeka - moře	Nakládka obilí na říční nebo námořní nákladní loď (loď s DWT do 5 tis. t)	do 6 tis.t/den
	Námořní hlubinné	Nakládka obilí na námořní nákladní loď (loď s DWT do 80 tis. t)	do 30tis.t/den

Uzlové řadové silo se nachází především na velkých železničních stanicích v místech překládky obilí ze silniční dopravy na železnici. Prakticky se jedná o dopravní uzel tvořící náklad, který dovoluje vypravit nákladní vlaky (do 60 vagónů).

Na trhu skladování obilí v Republice Kazachstán pracuje více než 250 podniků-sil. Průměrný roční objem obilí skladovaného v těchto podnicích tvoří od 5 do 7 mil. tun obilí.

V Republice Kazachstán je velká síť obilních sil, obilí přijímajících míst a obilních skladů, jejichž celková kapacita tvoří 20,9 mil. tun, z toho 8,9 mil. tun nebo 43,0% představují sila, 11,3 mil. tun mechanizované sklady (54%) a 0,7 mil. tun přizpůsobené nemechanizované sklady.

Systém obilních skladů republiky, zabezpečuje „dopracování“ obilovin, skladování a odbyt obilí. Systém je tvořen třemi subsystémy.

První složkou je mechanizované mlaty podniků splňujících funkci příjmu a prvotního zpracování obilí přicházejícího z pole, zabezpečují krátkodobé skladování obilí.

Druhou složkou jsou obilní sklady rozmístěné u producentů obilí, místa příjmu obilí a hlubinná sila, zabezpečující skladování obilí a úpravu do předepsaných norem kvality. Obilí se do těchto skladů obvykle dostává z mechanizovaných mlatů podniků.

Třetí složkou obilního systému jsou řadová a terminálová sila mající vybavení a odpovídající technologii dovolující obilí dovést do nejvyšší kategorie a dodávat obilné zboží zákazníkům.

Podle statistik za rok 2013, producenti obilí v Kazachstánu polovinu své úrody skladují ve skladech podniků – 45,7%, 39,7% vyprodukovaného obilí se skladuje v silech podniků přijímajících obilí a 21,6% se prodává z pole, bez přípravy a sušení.

V další části uvedeme podrobněji analýzu technologie skladování obilí.

Existují dva základní způsoby uskladnění obilí:

- polní (násypem nebo v obalech na podlaze skladů při nevelké výšce vrstev obilí, obvykle ne více než 4-5 m, pouze ve skladech s nakloněnými podlahami vrstva obilí dosahuje 8-9 m)

- silové (výška obilního násypu dosahuje 30-40, maximálně 60m).

Při polním skladování je plocha styku obilí s venkovním vzduchem velká. Vzduch při provětrávání skladů může pronikat do tloušťky obilního násypu a odebírat část tepla a vlhkosti. Při tomto způsobu je možné skladovat obilí se zvýšenou vlhkostí, pokud jej rozmístíme v tenkých vrstvách (do 1 m). Jednou z předností polních sil je to, že je možné v nich skladovat obilní produkty jak násypem (obilí), tak i v pytlích (mouka, kroupy atd.).

Základním způsobem skladování obilí je skladování násypem. Přednosti tohoto způsobu jsou následující:

- plně se využívá prostor a objem obilního skladu;
- je více možností pro mechanizované přemísťování obilí;
- usnadňuje se boj se škůdci zásob;
- pohodlnější se kontrola kvality obilí;
- odpadají náklady na obaly a překládání produktů.

Rozlišují se dva způsoby skladování obilí násypem:

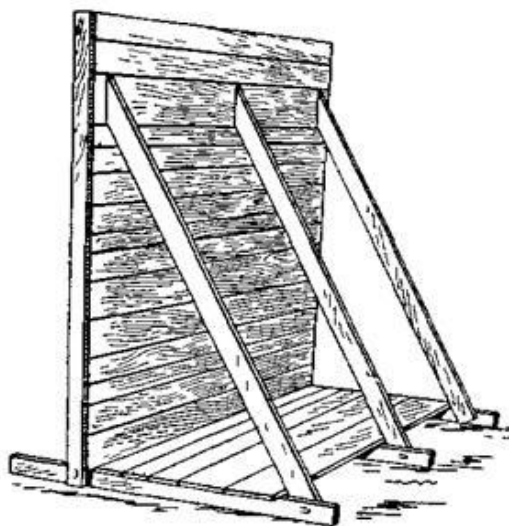
- v sýpkách
- polní.

Skladování v sýpkách se častěji využívá ve skladech obilí, kde je nezbytné skladovat odděleně nevelké skupiny semen. V sýpkách se skladují různé skupiny semen.

Sýpka je část prostoru v obilním skladu, ohrazený stěnami o výšce 2,5-3,5 m s plochou podlahou. Jedna a někdy i všechny stěny sýpky jsou rozložitelné.

Objemnost sýpek v typových obilních skladech se pohybuje od 10 do 60 t. Využívání malých sýpek není efektivní, protože se ztěžuje mechanizace a snižuje se objemnost skladu. Nejvyšší povolená výška naložení obilního zboží s vlhkostí nižší než je kritická v sýpce během chladného období roku je 3,5 m a během teplého období do 3 m. Doporučuje se skladovat semena v násypu o výšce 2-2,5 m. Při skladování obilí o vlhkosti vyšší než je kritická se výška násypu snižuje na 1-2 m.

Polní skladování souvislým násypem je užitečné pro velké skupiny obilního zboží, když se maximálně využije objemnost skladu. Skladování násypem nevelkých skupin vede k vytvoření oddělených kup obilí ve skladu. Přitom se zmenšuje objem skladu a často se obilí různých skupin směšuje. V takových případech je nezbytné instalovat přenosné obilní desky (obr. 9.1).



**Obrázek 9.1 – Přenosné obilní desky**

(Zdroj: [8])

Polní obilní sklady se vyznačují malým koeficientem využití objemu budovy, což prodražuje jejich cenu na jednotku objemu. Tento nedostatek se trochu kompenzuje tím, že je možné budovat přízemní, konstrukčně jednoduché sklady z místních materiálů. Současně je složité mechanizovat naplnění obilního skladu.

Při skladování v silech je mnohem lépe využít objem budovy ve srovnání s polním skladováním, je levnější a jednodušší plná mechanizace. Nicméně cena silových skladů je obvykle o něco vyšší, protože k jejich vybudování spolu s místními je třeba ještě drahých a

z velké vzdálenosti dovážených materiálů (ocel, cement). Ale tyto výdaje se rychle vracejí výsledkem snižování výdajů na exploataci a zvětšování produktivity práce.

V silech rozmístěné obilí se málo provětrává, proto skladovat obilí se zvýšenou vlhkostí je v nich možné jen krátkodobě a to v těch případech, kdy prošlo posklizňovým dozráváním, nebo tehdy, když jsou odpovídající prostory vybaveny přístroji pro aktivní ventilaci.

## 10. Přeprava obilí k cílovému uživateli

Jak už bylo řečeno, přeprava obilí se uskutečňuje pomocí silniční, železniční nebo vodní dopravy. Výrobní podniky po sklizně přepravují obilí do svých obilních skladů. Pak podle objednávek se toto obilí přepravuje do cílových uživatelů pomocí vlastních dopravních prostředků nebo pomocí dopravních prostředků zákazníků. Technické aspekty přepravy (jako nosnost vozů, objem korby apod.) a skladování obilí jsou popsány ve předchozích kapitolách.

V této kapitole se budeme zabývat především optimalizačními nástroji, které slouží k minimalizaci nákladů na přepravu. Prozkoumáme konkrétní příklad přepravy obilí od výrobce k cílovému uživateli.

Obilní podnik, který se nachází v Kazachstánu má ve svém vlastnictví 3 sklady v Kostanjské oblasti (severní část Kazachstánu). Tento podnik (dodavatel) má objednávku na prodej 22000 t pšenice. Přepravní náklady jsou naložené na dodavatele. Z každého skladu je možné dodat jenom určité množství pšenice:

Tabulka 10.1 - Množství pšenice v každém skladu dodavatele; (Zdroj: Vlastní zpracování)

Sklad (město)	Pšenice [t]
$D_1$ (Zhitikara)	1000
$D_2$ (Rudný)	6000
$D_3$ (Kostanaj)	15000

Dodavatel je povinen přepravit toto množství pšenice do firmy (spotřebitel), která má 4 sklady v západní části Kazachstánu. Kapacita skladů spotřebitele je omezena, tzn. že každý ze skladů může přijat jenom následující množství obilí:

Tabulka 10.2 - Kapacita skladů spotřebitele; (Zdroj: Vlastní zpracování)

Sklad (město)	Pšenice [t]
$S_1$ (Atyrau)	5000
$S_2$ (Aktau)	2000
$S_3$ (Karaton)	7000
$S_4$ (Zhanaozen)	8000

Po přijetí pšenice západní firma pomocí svých vlastních mlýnů zpracuje ji do mouky, pak množství vyrobené mouky prodá do Iránu.

Přeprava pšenice se uskutečňuje pomocí nákladních silničních vozů. V tabulce 10.3 jsou popsány náklady na 1 přepravenou tunu od každého skladu dodavatele do každého skladu spotřebitele:

Tabulka 10.3 - Náklady [rub/t]; (Zdroj: Vlastní zpracování)

	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$
$D_1$	60	100	55	120
$D_2$	80	120	75	140
$D_3$	100	140	95	180

Výpočet a minimalizace přepravních nákladů spadá do disciplíny lineárního programování a je označovaná jako „distribuční problém“. V následující kapitole popíšeme tuto úlohu a vypočteme přepravní náklady.

## 10.1 Optimalizační nástroje pro podporu rozhodování

*„K praktickému využití v oblasti distribuce a přepravě lze využít exaktní metody aplikované matematiky, které byly vyvinuty pro efektivní řešení distribučních úloh a přiřazovacích problémů.“ [9]*

V distribučních úlohách se jedná o optimalizaci distribuce zboží mezi dodavateli a odběrateli. K distribučním úlohám lineárního programování patří úloha dopravního problému.

### Matematická formulace distribučního problému:

Uvažujeme  $m$  – dodavatelů jisté komodity, kteří jsou rozmístěni v geografickém prostoru. Ve stejném prostoru se nachází  $n$  spotřebitelů této komodity.  $i$  – kapacita dodavatele je označovaná jako  $a_i$ ,  $j$  – požadavek spotřebitele  $b_j$ . Porovnáním součtu kapacit dodavatelů

$\sum_{i=1}^m a_i$  s celkovým požadavkem uplatňovaným spotřebiteli  $\sum_{j=1}^n b_j$  obdržíme tzv.

vybilancovanou (v případě rovnosti) nebo nevybilancovanou dopravní úlohu (dopravní problém). Pro každou dvojici  $(i, j)$ , je známá přepravní sazba  $c_{ij}$ . Řešením dopravního problému je určení množství jednotek (zboží, výrobky...) které je nutné dodat spotřebiteli ( $j$ ) od dodavatele tak, aby celkové náklady na přepravu byly minimální.

Matematický model distribuční úlohy:



$$1. \text{ kritérium: } \min \{z\} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

$$2. \text{ omezující podmínky: } \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, \dots, m \quad (10.1)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad j = 1, \dots, n$$

$$3. \text{ podmínky nezápornosti: } x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n$$

Výše uvedený model lze přehledně vyjádřit ve formě tabulky:

**Tabulka 10.4 - Matematický model dopravního problému; (Zdroj: [10])**

Zdroje	Cílová místa				Kapacity zdrojů
	$S_1$	$S_2$	...	$S_n$	
$D_1$	$c_{11}$ $x_{11}$	$c_{12}$ $x_{12}$	...	$c_{1n}$ $x_{1n}$	$a_1$
$D_2$	$c_{21}$ $x_{21}$	$c_{22}$ $x_{22}$	...	$c_{2n}$ $x_{2n}$	$a_2$
⋮					⋮
$D_m$	$c_{m1}$ $x_{m1}$	$c_{m2}$ $x_{m2}$	...	$c_{mn}$ $x_{mn}$	$a_m$
Požadavky cíl. míst	$b_1$	$b_2$	...	$b_n$	$\sum_i a_i$ $\sum_j b_j$

Řešení dopravního problému zahrnuje následující kroky:

1. Výpočet bazického (základního) řešení
2. Test optimálnosti (v případě, že řešení není optimální, pokračujeme krokem 3, v opačném případě krokem 4)
3. Výpočet nového základního řešení
4. Konec

„Při výpočtu výchozího základního řešení vyrovnaného (vybilancovaného) dopravního problému se jedná pouze o to vybrat  $(m+n-1)$  základních proměnných, tzn. doplnit do jednotlivých buněk  $(m+n-1)$  numerických hodnot (objemy přepravy) tak, aby řádkové a sloupcové součty souhlasily s kapacitami a požadavky.“ [10]

Nejpoužívanějšími metodami pro výpočet výchozího řešení dopravního problému jsou: metoda severozápadního rohu (SZR), metoda indexní a Vogelova aproximační metoda (VAM).

Konkrétní příklad pro přepravu pšenice od dodavatele (D) ke spotřebiteli (S), je možné zmodelovat pomocí tabulky č. 10.5 a vyřešit pomocí těchto metod. Porovnáním výsledků zjistíme optimální řešení.

**Tabulka 10.5 - Dopravní problém (přeprava pšenice); (Zdroj: Vlastní zpracování)**

Zdroje	Cílová místa				Kapacity Zdrojů [t]
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	
$D_1$	60	100	55	120	1000
$D_2$	80	120	75	140	6000
$D_3$	100	140	95	180	15000
Požadavky cíl. míst [t]	5000	2000	7000	8000	$\Sigma = 22000$

Metoda severozápadního rohu. Touto metodou se zabývat nebudeme, protože nebere v úvahu přepravní sazby. Podle této metody jenom vybereme základní proměnnou podle políčka, které je v tabulce vlevo nahoře.

Vogelova aproximační metoda (VAM). Postup:

1. Tabulku 11 doplníme řádkem ( $\Delta_j$ ) a sloupcem ( $\Delta_i$ ), které budou označovat diference (rozdíly).
2. V každém řádku a sloupci určíme dvě nejnižší sazby (ceny [rub/t]), pak vypočteme jejich diferenci, kterou zapíšeme do sloupce ( $\Delta_i$ ) a řádku ( $\Delta_j$ ).
3. Máme řádek/sloupec s největší diferencí a v tomto řádku/sloupci obsadíme, políčko s minimální sazbou. (V případě že je diference stejná u více řádků/sloupců, musíme obsadit políčko s nejmenší sazbou ze všech dosud neobsazených a neproškrtnutých políček v těchto řádcích/sloupcích)
4. Jakmile kapacita dodavatele bude vyčerpaná, vypustíme příslušný řádek, stejným postupem postupujeme i pro případ kdy bude vyčerpaná kapacita spotřebitele.
5. Pokračujeme krokem 2. Při výpočtu diferencí nebereme v úvahu proškrtnutá a obsazená pole.

Řešení příkladu „přeprava pšenice“ pomocí metody VAM:

Tabulku 10.5 rozšíříme o sloupec  $\Delta_i$  (řádková diference) a o řádek  $\Delta_j$  (sloupcová diference) a vypočteme tyto diference, viz. tab. 10.6:

Tabulka 10.6 - Metoda VAM, určení diferencí; (Zdroj: Vlastní zpracování)

Zdroje	Cílová místa				Kapacity Zdrojů [t]	$\Delta_i$
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$		
$D_1$	60	100	55	120	1000	5
$D_2$	80	120	75	140	6000	5
$D_3$	100	140	95	180	15000	5
Požadavky cíl. míst [t]	5000	2000	7000	8000	$\Sigma =$ 22000	
$\Delta_j$	20	20	20	20		

Z této tabulky vyplývá, že sloupcová diference je větší než řádková. V našem případě hodnoty  $\Delta_j$  jsou stejné, podle kroku 3 najdeme ve všech těchto sloupcích políčko s nejmenší sazbou. Je to pole  $(D_1 S_3)$ , které má sazbu 55. Toto pole obsadíme hodnotou  $1000 = \min\{7000, 1000\}$ . Tím je uspokojován požadavek dodavatele  $D_1$ , a proto proškrtneme dosud neobsazená políčka tohoto řádku, viz tab. 10.7.

Tabulka 10.7 - Metoda VAM, určení diferencí; (Zdroj: Vlastní zpracování)

Zdroje	Cílová místa				Kapacity Zdrojů [t]	$\Delta_i$
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$		
$D_1$	60 X	100 X	55 1000	120 X	<del>1000</del>	5
$D_2$	80	120	75	140	6000	5
$D_3$	100	140	95	180	15000	5
Požadavky cíl. míst [t]	5000	2000	<del>7000</del> 6000	8000	$\Sigma =$ 22000	
$\Delta_j$	20	20	20	20		

Vypočteme nové difference tak, že při jejich výpočtu řádek  $D_1$  už neuvažujeme. Největší z nových diferencí je ve sloupci  $S_4$  (má hodnotu  $40 = \max \{5,5,5,20,20,20,40\}$ ). V tomto sloupci nejmenší sazbu (140) má pole ( $D_2 S_4$ ). Toto pole obsadíme hodnotou  $6000 = \min \{8000, 6000\}$ . Tím je vyčerpaná kapacita dodavatele  $D_2$ , proškrtneme dosud neobsazená políčka tohoto řádku, viz tab. 10.8.

Tabulka 10.8 - Metoda VAM, určení diferencí; (Zdroj: Vlastní zpracování)

Zdroje	Cílová místa				Kapacity Zdrojů [t]	$\Delta_i$
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$		
$D_1$	60 X	100 X	55 1000	120 X	<del>1000</del>	5, -
$D_2$	80 X	120 X	75 X	140 6000	<del>6000</del>	5, 5
$D_3$	100	140	95	180	15000	5, 5
Požadavky cíl. míst [t]	5000	2000	<del>7000</del> 6000	<del>8000</del> 2000	$\sum =$ 22000	
$\Delta_j$	20, 20	20, 20	20, 20	20, 40		

Z této tabulky je vidět, že máme jenom jeden neobsazený řádek  $D_3$ . Obsadíme políčka tohoto řádku podle jejich sazeb (od nejmenší sazby do největší), a tím dostaneme základní řešení našeho příkladu, viz tab. 10.9.

Tabulka 10.9 - Určení výchozího základního řešení dopravní úlohy; (Zdroj: Vlastní zpracování)

Zdroje	Cílová místa				Kapacity Zdrojů [t]	$\Delta_i$
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$		
$D_1$	60 X	100 X	55 1000	120 X	<del>1000</del>	5, -
$D_2$	80 X	120 X	75 X	140 6000	<del>6000</del>	5, 5
$D_3$	100 5000	140 2000	95 6000	180 2000	<del>15000</del>	5, 5
Požadavky cíl. míst [t]	<del>5000</del>	<del>2000</del>	<del>7000</del> <del>6000</del>	<del>8000</del> <del>2000</del>	$\Sigma =$ 22000	
$\Delta_j$	20, 20	20, 20	20, 20	20, 40		

Celkové přepravní náklady:

$$z = 1000 \cdot 55 + 6000 \cdot 140 + 5000 \cdot 100 + 2000 \cdot 140 + 6000 \cdot 95 + 2000 \cdot 180 = 2\,605\,000 \text{ [rub]}$$

Určení výchozího bazického řešení indexní metodou:

Tato metoda je mnohem jednodušší než metoda VAM. Spočívá v tom, že vybereme vždy políčko s nejnižší sazbou. V levém dolním rohu je uvedeno pořadí výběru. Jako v předchozí metodě vypustíme řádek/sloupec s vyčerpanou kapacitou, viz tab. 10.10.

Tabulka 10.10 - Určení výchozího bazického řešení; (Zdroj: Vlastní zpracování)

Zdroje	Cílová místa				Kapacity Zdrojů [t]
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	
$D_1$	60 X	100 X	55 1000 1.	120 X	1000
$D_2$	80 X	120 X	75 6000 2.	140 X	6000
$D_3$	100 5000 3.	140 2000 4.	95 X	180 8000 5.	15000
Požadavky cíl. míst [t]	5000	2000	7000	8000	$\Sigma = 22000$

$$z = 1000 \cdot 55 + 6000 \cdot 75 + 5000 \cdot 100 + 2000 \cdot 140 + 8000 \cdot 180 = 2\,725\,000 \text{ [rub]}$$

Z uvedeného je vidět že pomocí metody VAM bylo nalezeno nejlepší výchozí řešení ( $f(z) = 2\,605\,000 \text{ [rub]}$ ), je to kvůli tomu že: „*Výsledky VAM bývají tak dobré, že se od optimálního řešení liší jen velmi málo, a proto se někdy v praxi ve velmi rozsáhlých úlohách používá samostatně jako přibližná metoda řešení dopravní úlohy a řešení se již nevylepšuje dalším optimalizačním algoritmem.*“ [11]

## 10.2 Test optimality

Nicméně běžnou praxí je výchozí řešení otestovat na optimalitu Dantzigovým testem optimality. Před tím musíme definovat co vlastně znamená „test optimality“ :

Když sestavíme duální úlohu k dopravní úloze, dostaneme soustavu základních podmínek ve tvaru:

$$u_i + v_j \leq c_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (10.2)$$

kde  $u_i, v_j$  jsou duální proměnné. „*Pro nedegenerované optimální bazické řešení se nerovnosti odpovídající  $x_{ij} > 0$  realizují jako rovnosti.*“ [12]. Na základě této skutečnosti byl sestaven následující postup pro nalezení optimálního řešení:

1 krok: V prvním kroku musíme určit  $m+n$  hodnot duálních proměnných  $u_i, v_j$  ze vztahu  $u_i + v_j = c_{ij}$ , tzn. pro  $(i,j) \in R$  (obsazená pole). Kvůli tomu, že soustava rovnic má 1 stupeň volnosti (tj. o 1 proměnnou víc než je rovnic), zvolíme jednu libovolně (např.  $u_1 = 0$ ).

2 krok: V druhém kroku pro každé  $i$  a  $j$  vypočteme tzv. nepřímé náklady  $c'_{ij} = u_i + v_j$ . Podmínkou pro optimální řešení je, aby všechny rozdíly  $c'_{ij} - c_{ij} \leq 0$  (nebo  $c'_{ij} \leq c_{ij}$ ). „*V případě že aspoň jeden z těchto rozdílů je kladný, můžeme najít nové bazické řešení, ve kterém účelová funkce nabyde nejvýše stejné hodnoty jako v předcházejícím bazickém řešení.*“ [13]. V tom případě přejdeme na další krok.

3 krok: Vybereme největší z rozdílů  $c'_{ij} - c_{ij} > 0$ , buňku  $D_i S_j$  obsadíme maximálním možným množstvím zboží. To můžeme provést tzv. Dantzigovým uzavřeným obvodem. Tento algoritmus velice podrobně popsán v učebnici „*Lineární programování*“, str. 113, doc. RNDr. Bohdan Linda, CSc.; doc. Ing. Josef Volek, CSc.

V této podkapitole jsou popsány základní náležitosti algoritmu pro nalezení optimálního řešení dopravní úlohy, tento algoritmus také velice podrobně popsán ve výše uvedené učebnici „*Lineární programování*“, str. 113, doc. RNDr. Bohdan Linda, CSc.; doc. Ing. Josef Volek, CSc.

Pro výsledek bazického řešení, který jsme dostali pomocí metody VAM, provedeme test optimality:

Podle 1 kroku, tabulku s bazickým řešením doplníme hodnotami duálních proměnných  $u_i$  a  $v_j$ . Tyto hodnoty určíme ze vztahu  $u_i + v_j = c_{ij}$ .  $u_3$  zvolíme rovnou 0 (protože tento řádek obsahuje nejvíc obsažených políček).

Podle 2 kroku vypočteme nepřímé náklady ( $c'_{ij} = u_i + v_j$ ) pro všechna neobsazená pole (nepřímé náklady jsou napsány v levém dolním rohu, viz. tabulka č.10.11).

**Tabulka 10.11 - Určení nepřímých nákladů; (Zdroj: Vlastní zpracování)**

Zdroje	Cílová místa				Kapacity Zdrojů [t]	$u_i$
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$		
$D_1$	60 X 60	100 X 100	55 1000	120 X 140	1000	-40
$D_2$	80 X 60	120 X 100	75 X 55	140 6000	6000	-40
$D_3$	100 5000	140 2000	95 6000	180 2000	15000	0
Požadavky cíl. míst [t]	5000	2000	7000	8000	$\sum =$ 22000	
$v_j$	100	140	95	180		

Z tabulky č. 17 je vidět že jenom jedné pole ( $D_1S_4$ ) nesplňují podmínky optimálního řešení  $c'_{ij} - c_{ij} \leq 0$  ( $140 - 120 \not\leq 0$ ). To znamená, podle kroku 3 musíme pole  $D_1S_4$  obsadit maximálním možným množstvím zboží. To provedeme Dantzigovým uzavřeným obvodem, viz. tabulka č.10.12.

Tabulka 10.12 – Dantzigův uzavřený obvod; (Zdroj: Vlastní zpracování)

Zdroje	Cílová místa				Kapacity Zdrojů [t]	$u_i$
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$		
$D_1$	60 X 60	100 X 100	1000 - 55 → ↑ 55	120 X 140 ↓ 140	1000	-40
$D_2$	80 X 60	120 X 100	75 X 55	140 6000	6000	-40
$D_3$	100 5000	140 2000	6000 + 95 ←	180 2000 -	15000	0
Požadavky cíl. míst [t]	5000	2000	7000	8000	$\sum =$ 22000	
$v_j$	100	140	95	180		

Z této tabulky vyplývá, že začínáme obvod z pole  $D_1S_4$  které nesplňuje podmínky pro optimální řešení. V tomto pole vznikne nová bazická proměnná  $x_{1k}$ , které se přiřadí hodnota  $+t$  (podle pravidel Dantzigova algoritmu).

Vyrovnáme řádkové a sloupcové součty přičítáním a odečítáním hodnoty  $t$  od příslušných bazických proměnných tak, aby byly splněny omezující podmínky (10.1). Když spojíme novou bazickou proměnnou s ostatními, musí vzniknout uzavřený cyklus, v jehož rozích se pravidelně střídají znaménka „+“ a „-“  $t$  (cykly mohou mít různou podobu a čáry se mohou i vzájemně protínat).

Velikost hodnoty  $t$  určíme jako hodnotu nejmenší bazické proměnné, od které bylo v průběhu vyrovnání řádkových a sloupcových součtů odečteno. Po provedení naznačených operací s naznačenou hodnotou  $t$ , proměnná, která po odečtení  $t$  nabyla nulové hodnoty, stává se nebazickou proměnnou. Nové získané hodnoty se přepíší do další tabulky a znovu přijdeme na 1 krok.

Z výše uvedeného vyplývá, že hodnota  $t = \min \{D_1S_3, D_3S_4\} = 1000$ . To znamená, že tuto hodnotu přičteme nebo odečteme od příslušných bazických proměnných podle znamének stanovených Dantzigovým cyklem:

- Pole  $D_1S_4$ : má nulovou bazickou proměnnou ( $x_{14} = 0$ ) a hodnotu  $t$  má se znaménkem „+“ ( $+t$ )  $\Rightarrow x_{14} = 0 + 1000 = 1000$ .



- Pole  $D_3S_4$  : má bazickou proměnnou ( $x_{34} = 2000$ ) hodnota  $t$  je záporná ( $-t$ )  $\Rightarrow x_{34} = 2000 - 1000 = 1000$ .
- Pole  $D_3S_3$  : má ( $x_{33} = 6000$ ) a kladnou hodnotu  $t$  ( $+t$ )  $\Rightarrow x_{33} = 6000 + 1000 = 7000$ .
- Pole  $D_1S_3$  : má ( $x_{13} = 1000$ ) a hodnota  $t$  je záporná ( $-t$ )  $\Rightarrow x_{13} = 1000 - 1000 = 0$  ( $x_{13}$  nabyla nulové hodnoty, tzn. stává se nebazickou proměnnou).

Výsledky výpočtů přepíšeme do další tabulky a přijdeme na 1 krok (určíme nové duální proměnné  $u_i, v_j$ ):

**Tabulka 10.13 – Určení nových duálních proměnných;** (Zdroj: Vlastní zpracování)

Zdroje	Cílová místa				Kapacity Zdrojů [t]	$u_i$
	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$		
$D_1$	60 X 40	100 X 80	55 X 35	120 1000	1000	-60
$D_2$	80 X 60	120 X 100	75 X 55	140 6000	6000	-40
$D_3$	100 5000	140 2000	95 7000	180 1000	15000	0
Požadavky cíl. míst [t]	5000	2000	7000	8000	$\sum =$ 22000	
$v_j$	100	140	95	180		

Znovu jsme v této tabulce určili nepřímé náklady ( $c'_{ij} = u_i + v_j$ ). Také z této tabulky je vidět že všechna pole s nebazickými proměnnými splňují podmínku pro optimální řešení  $c'_{ij} \leq c_{ij}$ , tzn., že je to konečné (optimální) řešení. Vypočteme „nové“ celkové přepravní náklady:

$f(x) = 1000 \cdot 120 + 6000 \cdot 140 + 5000 \cdot 100 + 2000 \cdot 140 + 7000 \cdot 95 + 1000 \cdot 180 = 2\,585\,000$  [rub]  
(tato hodnota přepravních nákladů jsou o 20 000 [rub] menší než hodnota která byla zjištěna před testem optimality).

## 11. Závěr

Cíl bakalářské práce spočíval v prohloubení studia formování logistických služeb s cílem zvýšení efektivity v produkci obilí a v určení role obilní logistiky v rozvíjení výměny zboží, jakožto procesu hospodářské součinnosti agrárně-průmyslových podniků.

Teoretická část byla zaměřená na určení významu obilní logistiky pro Republiku Kazachstán. V této části bylo stanoveno, že rozvoj přepravy obilí v Kazachstánu má značný význam, protože republika patří mezi vedoucí země světového trhu s obilím. Také bylo stanoveno, že rostoucí poptávka po kvalitních dopravních službách se neuspokojuje v plném objemu kvůli nedostatečné úrovni technického rozvoje dopravního systému a zaostávání v oblasti dopravních technologií. Pro řešení problému rozvoje dopravních systémů Republiky Kazachstán byl navrhnout systém pro zefektivnění procesu sklizně a přepravy obilovin. Tento systém je popsán v praktické části.

Praktická část práce byla založena na kritické analýze činnosti pěstitele ve výrobě obilnin SRO „Enbek-Agro“. Táto společnost používá pro sklizen obilí „přímou technologie sklizně“, která je tradiční pro Republiku Kazachstán. Na zefektivnění procesu sklizně a přepravy obilovin byl navržen nový systém, který se uskutečňuje pomocí překládacích vozů se směnnými kontejnery na základě technologie „VIM-LIFT“. Pro porovnání výhodnosti těchto dvou systémů byly provedeny výpočty pro stanovení hodnoty vlastních nákladů na přepravenou tunu pro každou technologii a jejich porovnání. Porovnáním hodnot je stanoveno že „VIM-LIFT“ je o 80,802 rub/t výhodnější než přímá technologie.

Kromě toho bylo nalezeno optimální řešení pro přepravu obilí k cílovému uživateli. To bylo dosaženo výpočtem metodami lineárního programování. Kontrola řešení byla provedená v programu „LINGO“, výsledkem této kontroly bylo stejné řešení, které bylo vypočteno v bakalářské práci.

Cíl bakalářské práce byl stanoven na základě analýzy teoreticko-metodologických základů logistiky jakožto nástroje racionalizace v procesu dopravy zemědělské produkce, dopravy zboží a služeb; analýzy kazachstánských zkušenosti formování organizace logistických služeb v systému zemědělské výroby, současné úrovně jejího rozvoje na příkladu logistických procesů SRO „Enbek-Agro“ a také na základě studia zvláštnosti logistiky potravinových produktů, zejména obilních kultur.

Podle mého názoru rozvoj ekonomiky země vyžaduje trvalé zdokonalování systémů řízení výroby, dopravy, skladování, realizace a utilizace zemědělské produkce. Nezbytnost existence takových systémů zapříčinila mimo jiné i vznik obilní logistiky, jakožto směru

hospodaření spočívajícího v efektivitě řízení materiálních proudů zdrojů ve sférách výroby a obratu zboží.

## Zdroje a seznam použité literatury

- [1] - prezentace z mezinárodní konference. *Элементы логистики зернового рынка*. Aktobe, 2013
- [2] – **Březina, Edvard**. *Úvodní seznámení s logistikou*. přednáška č. 1.
- [3] – **Čurda, Dušan**. *Balení potravin*. 1.vydání. Praha: SNTL, 1982. str. 7. ISBN 963-05-0754-4
- [4] – Překlad z ruštiny: **Трисвятский, Лев**. *Хранение зерна*. Moskva: Агропромиздат, 2006. str. 300. ISBN 5-9532-0338-1
- [5] – Překlad z ruštiny: **Трисвятский, Лев**. *Хранение зерна*. Moskva: Агропромиздат, 2006. str. 351. ISBN 5-9532-0338-1
- [6] – **Březina, Edvard. Čech, Radek**. *Interoperabilita*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. str. 5. ISBN 8073951029
- [7] – **Pavlov, Sergei** [online] [Cited: červenec 4, 2014.] Dostupný z WWW: <http://www.spectrans.spb.ru/msk2.php>
- [8] – Přeloženo z ruštiny: **Щепетков, Николай. Арипов, Константин**. *Технология производства, хранение, переработки и стандартизация продукции растениеводства*. Астана: Астык, 2012. str. 454. ISBN 5-7782-0113-4
- [9] – **Volek, Josef**. *Podpora rozhodování v oblasti bezpečnostního plánování*. str. 10.
- [10] – **Jablonský, Josef**. *OPERAČNÍ VÝZKUM: kvantitativní modely pro ekonomické rozhodování*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. str. 100. ISBN 978-80-86946-44-3.
- [11] – **Linda, Bohdan. Volek, Josef**. *Lineární programování*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. str. 121. ISBN 978-80-7395-133-7
- [12] – **Linda, Bohdan. Volek, Josef**. *Lineární programování*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. str. 111. ISBN 978-80-7395-133-7
- [13] – **Linda, Bohdan. Volek, Josef**. *Lineární programování*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. str. 112. ISBN 978-80-7395-133-7

## Seznam tabulek

- Tabulka 3.2 - Charakteristiky dopravního komplexu Republiky Kazachstán za rok 2013 (str. 15)
- Tabulka 4.1 - Normy přirozeného úbytku obilí (str. 21)
- Tabulka 4.2 - Úhrnný nákladní objem v m<sup>3</sup>/t (str. 22)
- Tabulka 5.1 - Zpracování semen po sklizni (str. 24)
- Tabulka 7.1 - Kapacita přepravních prostředků (str. 30)
- Tabulka 9.1 - Klasifikace terminálních objektů převozu obilí (str. 35)
- Tabulka 10.1 - Množství pšenice v každém skladu dodavatele (str. 39)
- Tabulka 10.2 - Kapacita skladišť spotřebitele (str. 39)
- Tabulka 10.3 - Náklady [rub/t] (str. 40)
- Tabulka 10.4 – Ekonomický model dopravního problému (str. 41)
- Tabulka 10.5 - Dopravní problém (přeprava pšenice) (str.42)
- Tabulka 10.6 - Metoda VAM, určení diferencí (str. 43)
- Tabulka 10.7 - Metoda VAM, určení diferencí (str. 43)
- Tabulka 10.8 - Metoda VAM, určení diferencí (str. 44)
- Tabulka 10.9 - Určení výchozího základního řešení dopravní úlohy (str. 45)
- Tabulka 10.10 - Určení výchozího bazického řešení (str. 45)
- Tabulka 10.11 - Určení nepřímých nákladů (str. 47)
- Tabulka 10.12 – Dantzigův uzavřený obvod (str. 48)
- Tabulka 10.13 – Určení nových duálních proměnných (str. 49)

## **Seznam obrázků**

Obrázek 2.1 - Komponenty logistického systému (str. 12)

Obrázek 3.1 – Umístění republiky Kazachstán (str. 15)

Obrázek 3.2 – Mezinárodní koridory procházející územím Kazachstánu (str.16)

Obrázek 4.1 – Ukládání pytlů na hromady: a –po třech; b – po pěti (str. 18)

Obrázek 5.1 - Výrobní cyklus obilovin (str.23 )

Obrázek 6.1 – Porovnání „VIM-LIFT“ a „Přímé technologie“ (str. 28)

Obrázek 6.2 - Nákladní vozidlo KAMAZ-53205, vybaveno systémem „VIM-LIFT“ (str. 29)

Obrázek 6.3 - Výměnný kontejner typu „KSU-8.5 (str. 29)

Obrázek 7.1 – Schematické znázornění opatření vozidlového parku (str. 30)

Obrázek 9.1 – Přenosné obilní desky (str. 37)

## **Seznam grafů**

Graf 1.1 – výroba a vývoz obilí z Kazachstánu v období let 2005/2006 – 2013/2014 (str.9)

Graf 1.2 - Analýza struktury objemů vývozu Kazachstánu za rok 2013 (str. 10)

Graf 1.3 – Analýza zaměření exportu obilí Kazachstánu za rok 2013 (str. 10)

## Seznam použitých zkratek

kg	<b>kilogram</b>
mm	milimetr
cm	centimetr
km	kilometr
RK	Republika Kazachstán
t	tuna
VAM	Vogelova aproximační metoda
SNS	Společenství nezávislých států

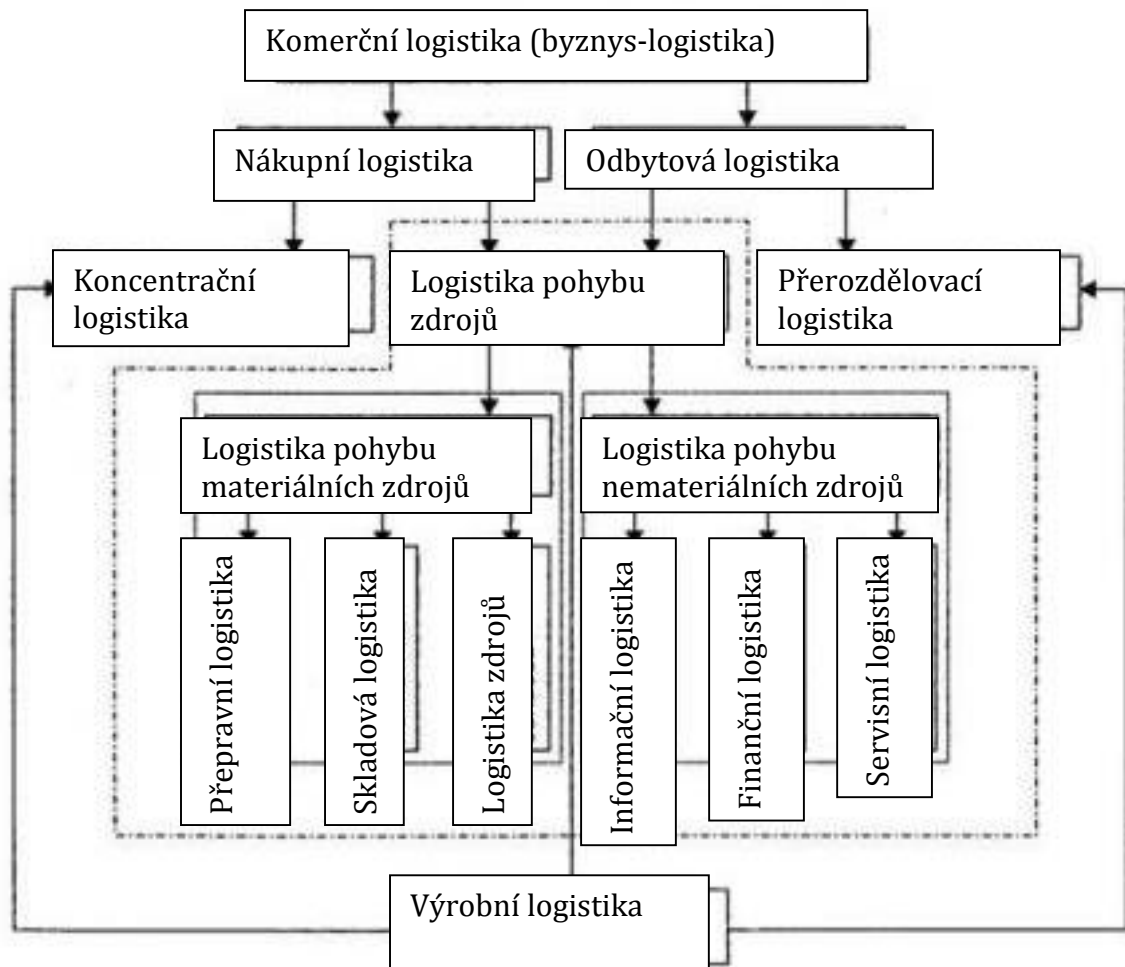


## A Přílohy

Tabulka A -1 Export pšeničného zrna z Kazachstánu za roky 2005-2013, v tis. tun

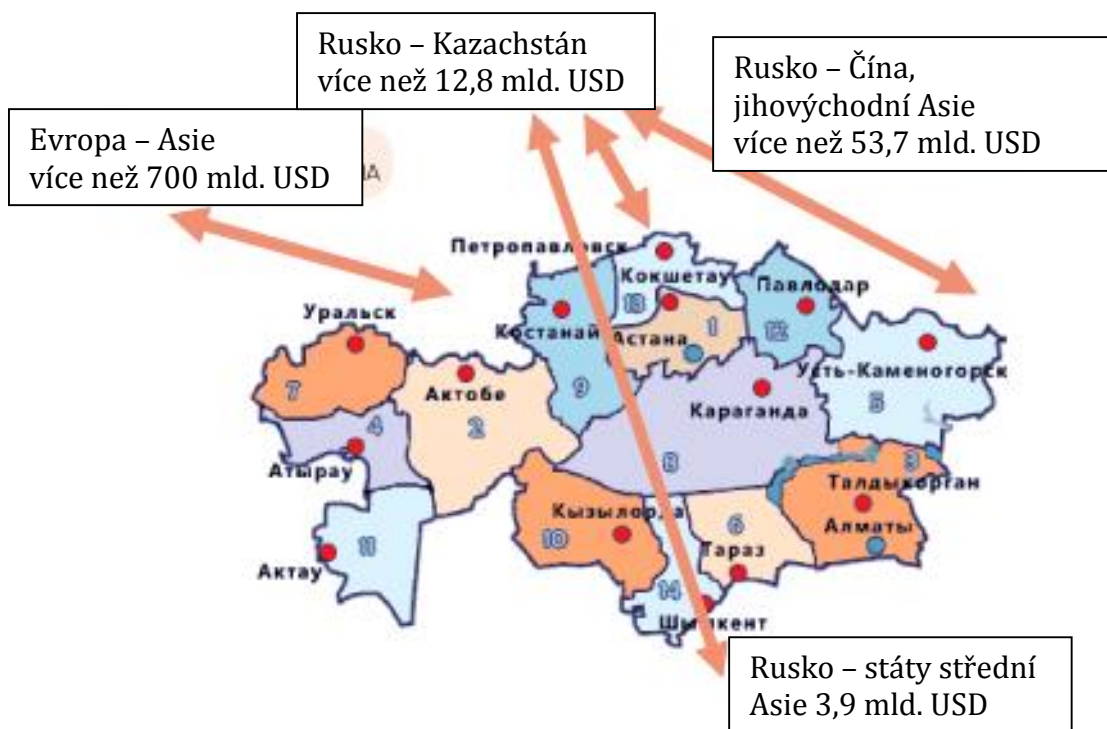
	2005	2010	2013
Pšenice, celkem	1899,0	3135,6	4194,4
Státy Celní unie	624,3	60,4	195,9
Bělorusko	36,0	-	19,6
Rusko	588,3	60,4	176,3
Další státy SNS	636,0	1370,0	2581,7
Ázerbajdžán	155,8	335,3	806,8
Kyrgyzstán	137,6	354,7	389,3
Tádžikistán	245,0	452,6	656,3
Turkmenistán	-	0,1	0,3
Uzbekistán	84,6	225,1	706,9
Ukrajina	13,0	2,2	20,7
Ostatní státy světa	638,7	2005,2	1419,1
Afghánistán	50,0	82,5	120,1
Velká Británie	0,1	22,7	37,1
Německo	13,4	48,8	55,2
Řecko	93,2	79,5	72,2
Egypt	109,0	467,5	206,5
Írán	98,2	468,1	258,3
Itálie	98,7	49,0	27,6
Čína	-	45,7	213,8
Mongolsko	51,1	0,8	0,0
Polsko	19,4	13,1	3,8
Turecko	105,6	727,5	420,8

## B Přílohy



**Klasifikace logistiky**

## C Přílohy



Vnější okolí Republiky Kazachstán: schéma zahraničně-obchodních obrátů za rok 2013



Prognózapropustné schopnosti železničních hraničních přechodů Republiky Kazachstán