

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Sledování a vyhodnocení vybraných posklizňových linek a jejich  
porovnání s dostupnými normativy

Vedoucí bakalářské práce:           Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

Autor bakalářské práce:           Lubomír Tikal

České Budějovice, 2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lubomír TIKAL**  
Osobní číslo: **Z13107**  
Studijní program: **B4131 Zemědělství**  
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**  
Název tématu: **Sledování a vyhodnocení vybraných posklizňových linek a jejich porovnání s dostupnými normativy**  
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište specifika posklizňového zpracování zemědělských komodit.
2. Popište posklizňové technologie používané v ČR.
3. Charakterizujte vybranou posklizňovou linku.
4. Proveďte základní technicko-technologické srovnání vybrané posklizňové linky s jejími normativy.
5. Navrhněte možnosti rozšíření stávající linky o nové komponenty.

### *V práci se zaměřte:*

1. Uvést základní charakteristiku zemědělských provozů.
2. Zjistit provozně výkonnostní a technické parametry posklizňové linky.
3. Doplnit jednoduchý rozbor technickoekonomických nákladů.
4. Přehledně ukazatele zpracovat.
5. Uvést závěry pro praxi.


Rozsah grafických prací: **dle potřeby**  
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran**  
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**  
Seznam odborné literatury:

Groda, B., Mareček, J.: **Technika zpracování zemědělských produktů II.** 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995. 176 s. ISBN 80-7157-161-X;  
Podhradský, J.: **Výzkum nejvhodnějších způsobů sušení a siláž. krmiv. Závěrečná práce;**  
Ružbarský, J.: **Potravinářská technika.** FVT, 2005. 560 s. ISBN 80-8073-410-0;  
Jech, J. a kol.: **Stroje pre rastlinnú výrobu 3 : stroje a zariadenia na pozberovú úpravu rastlinných materiálov a na ich skladovanie.** 1. vyd. Praha: Profi Press ve spolupráci so Slovenskou poľnohospodárskou univerzitou v Nitre, 2011. 359 s. ISBN 978-80-86726-41-0;  
Maleš, J.: **Posklizňové ošetřování zrnin.** 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 1996. 57 s. ISBN 80-7105-112-8;  
Ryniecki, A.: **DRYING and COOLING GRAIN in BULK,** Poznaň, 2005, 41 s. ISBN 83-909784-1-5;  
**Agriculture Engineering - vědecký časopis**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Antonin Dolan, Ph.D.**  
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky  
Datum zadání bakalářské práce: **20. února 2015**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2016**

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 1888, 370 05 České Budějovice

  
doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 6. listopadu 2015

## **Abstrakt**

Tato práce se zabývá posklizňovými technologiemi pro úpravu zrnin používanými v České republice. Popisuje specifika posklizňové úpravy zrnin. Praktická část se zabývá sledováním a vyhodnocením posklizňových linek v nejmenované firmě a firmě Selgen a.s. v Lužanech.

**Klíčová slova:** posklizňová linka; technologie; zrniny; úprava zrnin

## **Abstract**

This work focuses on postharvest technologies for grain treating used in the Czech Republic. It describes postharvest grain treating features. The practical part deals with observation and evaluation of postharvest lines in an innominate company and in Selgen a.s. in Lužany.

**Keywords:** postharvest line; technologies; grain; grain treating

## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za pomoc při vypracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat zaměstnancům z nejmenované firmy a firmy Selgen a.s. za pomoc s měřením, poskytnutí nezbytných materiálů a hodnot pro vypracování mé závěrečné práce.

### **Prohlášení autora, souhlas s uveřejněním práce**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s využitím informací z literatury, jejíž seznam je součástí této práce a je uveden v kapitole Seznam citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....

vlastnoruční podpis autora

Obsah	
1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	10
2.1 Specifika posklizňového zpracování zrnin .....	10
2.2 Posklizňové technologie používané v ČR .....	12
2.2.1 Význam posklizňového zpracování .....	12
2.2.2 Příjem zrnin.....	12
2.2.3 Předčištění, čištění a třídění .....	13
2.2.4 Sušení .....	17
2.2.5 Skladování.....	20
2.2.6 Dopravníky používané v posklizňových linkách .....	24
3. Cíl práce .....	27
4. Metodika .....	28
4.1 Charakteristika vybraných posklizňových linek.....	30
4.1.1 Firma Selgen a.s. Lužany a její posklizňová linka.....	31
4.1.2 Nejmenovaná firma a její posklizňová linka.....	33
5. Vlastní práce.....	36
5.1 Zjištěné hodnoty na posklizňové lince firmy Selgen a.s. v Lužanech.....	36
5.2 Zjištěné hodnoty na posklizňové lince firmy X.....	37
5.3 Výsledky .....	38
5.3.1 Výsledky na posklizňové lince firmy Selgen a.s. v Lužanech.....	38
5.3.2 Výsledky na posklizňové lince firmy X.....	39
6. Diskuze.....	41
6.1 Návrhy na zlepšení .....	41

6.1.1 Návrh na zlepšení posklizňové linky v Lužanech .....	41
6.1.1 Návrh na zlepšení posklizňové linky ve firmě X .....	41
6.2 Porovnání posklizňových linek s dostupnými normativy.....	42
7. Závěr .....	43
8. Přehled použité literatury .....	44



## **1. Úvod**

Ve své práci jsem se zaměřil na posklizňové technologie používané v České republice. Posklizňovou linkou rozumíme linku pro předčištění, technologii na dosoušení, čištění, třídění a skladovací prostory. Na všechny tyto technologie jsou kladeny nároky, aby u nich byly co nejmenší ztráty a byly využity co nejefektivněji.

## 2. Literární přehled

V literárním přehledu bude uvedena problematika posklizňového zpracování zrnin.

### 2.1 Specifika posklizňového zpracování zrnin

Posklizňové ošetřování zrnin má pro většinu zemědělských podniků klíčový význam. Jenom ošetřené zrniny (zbavené nežádoucích příměsí a nečistot i přebytečné vody) lze skladovat a zpeněžovat v optimálním termínu za nejpříjemnější cenu.

Linky na posklizňové ošetřování zrnin se liší:

a) výkonností:

- malé podniky 1 až 5 t.h<sup>-1</sup>,
- střední podniky 5 až 10 t.h<sup>-1</sup>,
- velké podniky 20 až 40 t.h<sup>-1</sup>).

b) technologickým postupem a s tím související vybaveností linky.

Nejjednodušší linky zabezpečují zpravidla jen předčištění a uskladnění zrnin v podlahových zásobnících. Zrno se zbaví hlavního podílu nečistot, popřípadě se pozvolna usuší atmosférickým vzduchem a v poměrně krátkém čase po sklizni se expeduje.

Složitější linky využívají věžové zásobníky, které umožňují nejen usušení sklizených zrnin, ale i trvalejší uskladnění. Zrniny se mohou expedovat až za několik měsíců po sklizni, zpravidla za přijatelnější ceny.

Komplexnější linky mohou být zakončeny velmi výkonnými čističkami, popřípadě třídiči. Tím se podstatně zlepší kvalita expedovaných zrnin i výše prodejní ceny.

Linky pro humidní oblasti vyžadují pro bezpečnou konzervaci zpravidla zařazení sušáren zrnin. Rychlým usušením se zvyšuje celková kvalita zrnin i možnost dlouhodobého uskladnění. Investiční náklad na vybudování takovéto linky se však značně zvyšuje.

Linky pro výrobu osiv mají nejsložitější technologický postup. Z toho vyplývá i vyšší investiční náročnost. Předpokladem pořízení těchto linek je jejich

maximální využití, tzn. Výroba osiv nejen pro svou vlastní potřebu, ale i pro prodej (MALEŘ, 1996a).

### **Požadavky na příjem, ošetřování a skladování zrnin**

Základem racionální výživy je přísná kontrola, šetrné zpracování a přírodní stav potravinářských zrnin. Hlavní zásadou jsou minimální úpravy, které nesmějí snížit v žádném případě biologickou hodnotu potravinářských zrnin.

Ošetřování, skladování a předzpracování potravinářských zrnin se v současné době často provádí na stávajících posklizňových linkách. Technická úroveň těchto zařízení je většinou nevyhovující. Ošetřování a skladování potravinářských zrnin má svá specifika (především respektováním všech požadavků na zdravou výživu), která jsou odlišná od ošetřování a skladování ostatních zrnin.

Vysoká biologická hodnota zrnin je měřitelná. Je dána energií a klíčovostí. Každá úprava a ošetřování může tyto hodnoty snížit, proto je třeba se snažit o co nejmenší zásahy a udržení v co nejpřirozenějším stavu. Vlastní sklizeň potravinářských zrnin vyžaduje také načasovat sklizeň tak, abychom dostali zrno z pole v plné zralosti.

Ošetřování potravinářských zrnin ve skladovacím prostoru musí být řešeno intenzivním provzdušňováním. Provzdušňování potravinářských zrnin ve skladovacích prostorech musí být rovnoměrné, to znamená, aby některé partie nebyly přesušeny a některé partie neměly vyšší vlhkost, než předepisuje ČSN.

Základním požadavkem potravinářských zrnin je vlhkostní rovnoměrnost. Z toho důvodu je třeba dimenzovat intenzivní provzdušňování uskladněného zrna tak, aby bylo dosaženo 20 - 30 m<sup>3</sup> vzduchu na 1 tunu uskladněného zrna za 1 hodinu. To je elementární požadavek ošetřování potravinářských zrnin intenzivním provzdušňováním.

Kaskádové brzdiče zrna, které výrazně snižují jeho poškození při naskladňování do skladovacích prostorů, nejsou v současné době řešeny u většiny věžových zásobníků. Pro vertikální dopravu zrna jsou také v současné době používány standardní korečkové elevátory s ocelovými korečkami, které značně poškozují dopravované zrno. Pro dopravu (vertikální) potravinářských zrnin je třeba použít korečkové elevátory, které jsou vybaveny korečkami z polyamidu, a to

především o obvodové rychlosti do  $1,8 \text{ m.s}^{-1}$  (u luskovin do  $0,9 \text{ m.s}^{-1}$ ), (SKALICKÝ a kol., 2008).

## **2.2 Posklizňové technologie používané v ČR**

V České republice se používají posklizňové technologie pro předčištění, čištění a třídění zrnin. Dále je zrno dosušeno pomocí sušáren, nebo je zrno různými způsoby provzdušňováno.

Linky pro posklizňové zpracování se skládají z mnoha článků. Používá se mnoho variant různých dopravníků, z nichž nejpoužívanější v linkách jsou pásové dopravníky, korečkové elevátory a redlery. Používají se i šnekové dopravníky, ale většinou pouze pro dopravu odpadu, protože při jejich používání hrozí poškození zrna.

### **2.2.1 Význam posklizňového zpracování**

K zachování požadovaných kvalitativních vlastností zrnin je nezbytné jejich okamžité posklizňové ošetřování.

Při sklizni zrnin se získává směs složená jednak ze žádoucích komponentů (semen kulturní plodiny), jednak z nežádoucích komponentů (příměsí a nečistot).

Podstatou posklizňového ošetřování zrnin je odstranění nežádoucích komponentů, příměsí, nečistot a přebytečného obsahu vody (MALERŤ, 1996a).

### **2.2.2 Příjem zrnin**

Volba příjmu zrna musí vycházet z celkové denní výkonnosti nasazených sklízecích mlátiček v zemědělském podniku. V praxi se ukázalo, že je optimální volit výkonnost příjmu zrna o  $1/3$  vyšší než je souhrnná výkonnost nasazených sklízecích mlátiček. Tím je docíleno návaznosti sklízecích mlátiček na dopravní prostředky (sníží se celková potřeba dopravních prostředků) i plynulé návaznosti dopravních prostředků na příjmové zásobníky.

Příjem zrna je řešen příjmovými zásobníky, které mohou být podúrovňové nebo nadúrovňové, přejezdné, částečně přejezdné nebo nepřejezdné. Konstrukčně musí být řešeny tak, aby umožňovaly sklápění zrna do boku i dozadu. Příjmové zásobníky je třeba vybavit kontinuální uzávěrem pro plynulou regulaci toku zrna. Kapacita příjmových zásobníků musí umožnit plynulý příjem zrna od sklízecích mlátiček (SKALICKÝ a kol., 2008).

Většinou se zrniny z dopravních prostředků vyklápějí do příjmových košů, ze kterých je vynášejí korečkové dopravníky.

Příjmový koš s plynulou regulací toku zrnin je vybaven trubkovým uzávěrem, kterým lze plynule regulovat tok zrnin. Délka příjmového koše musí umožnit sklápění nákladního automobilu, traktorového přívěsu či návěsu. Kapacita příjmového koše je dána jeho délkou. Na jeden metr délky příjmového koše připadá kapacita 4 – 6 m<sup>3</sup>. Pod příjmovým košem je umístěn pásový dopravník (šířka dopravního pásu 0,6 – 0,8 m, obvodová rychlost 2,64 m.s<sup>-1</sup>), z něhož se zrniny dopravují samospádem do násypky korečkového dopravníku.

Z příjmových košů se zrniny dopravují jednak k okamžitému ošetřování (čištění, sušení), jednak do příjmových zásobníků. Rozlišují se vyrovnávací zásobníky podlahové a věžové (MALER, 1996a).

### **Požadavky na příjem zrna**

Výkonnost příjmu je limitujícím faktorem posklizňové linky:

1. příjmový zásobník musí mít dostatečnou kapacitu, musí umožňovat sklápění zrna z dopravních prostředků do boku i nazad,
2. musí být vybaven kontinuálním uzávěrem, který zajistí plynulou regulaci toku zrna,
3. konstrukčně může být řešen jako přejezdny nebo nepřejezdny
4. dimenze příjmu musí vycházet z celkové denní výkonnosti nasazených sklízecích mlátiček (SKALICKÝ a kol., 2008).

### **2.2.3 Předčištění, čištění a třídění**

Agrotechnické požadavky na čistící stroje jsou zahrnuty v požadavcích na posklizňovou linku. Určují výkonnost celé linky i jednotlivých strojů, která se zmenšuje s čistícím efektem (účinností čištění) a růstem vlhkosti i obsahem nečistot. V lince se počítá s příjmovým zásobníkem, předčističkou, sesypnou sušárnou a čističkou, jejichž výkonnosti musejí na sebe navazovat. Agrotechnické požadavky dále určují čistící efekt (účinnost čištění) a přípustné ztráty a poškození základní plodiny. Například pro obilniny se požaduje čistící efekt při předčištění minimálně 30% a při čištění 50%, ztráty zrna v odpadu do 0,5% a poškození při průchodu strojem do 0,2% (NEUBAUER a kol., 1989).

Pro odstranění hrubých nečistot se používají bubnové či válcové předčističky, které pomocí rotačních sít a proudu vzduchu dokáží tyto nečistoty odstranit. Velice důležité je předčištění zrnin, které se budou sušit. Tím dojde k oddělení nejvlhčí části hrubých nečistot a výrazně se snižuje vlhkost zrna pro sušení. Má-li sklizené zrna vlhkost do 14 %, je možno je po předčištění skladovat. Výkon předčističky je závislý na vlhkosti zrna a stupni znečištění. Obsluha předčističky musí být seznámena s funkcí stroje, neboť reguluje tok zrna a systémem klapek rychlost vzduchu. Dbá při tom, aby nedocházelo k vytažení zrna do odpadu (KOLOMAZNÍK a kol., 2006).

Čištění znamená odstranění všech příměsí, které znehodnocují základní kulturu. Třídění je rozdělení základní kultury na druhy podle požadavku spotřebitele.

Směs na počátku obsahuje kromě základní kultury ještě úlomky slámy, klasů, části plevelu, plevy, semena plevelu, případně jiné kulturní plodiny, písek nebo další příměsí. Při čištění a třídění se vychází ze základních vlastností směsi a podle toho se volí takový způsob, který zabezpečí nejlepší výsledky. Mezi základní vlastnosti částic, využitelné při třídění směsi patří:

- 1) rozměr (délka, tloušťka a šířka),
- 2) aerodynamické vlastnosti (hustota, tvar),
- 3) tvar (koule, kvádr apod.),
- 4) povrch (hladký, drsný, ochmýřený apod.),
- 5) odpor průchodu záření,
- 6) barva.

Jestliže má směs semen např. stejnou délku, nelze ji podle délky roztřídit. Má-li však část semen různou délku, lze směs částečně roztřídit a zbytek se podaří roztřídit podle jiné vlastnosti, např. podle hustoty apod.

### **Pracovní mechanismy na čištění a třídění**

Pro třídění podle rozměru se používají síta a triery. Podle tloušťky třídí síta s obdélníkovými otvory. Podle šířky síta s kruhovými a čtvercovými otvory. Podle délky se zrna třídí na trierech (ROH a kol., 1997).

## **Čističky a předčističky**

Čističky a předčističky nejčastěji spojují několik principů čištění a třídění směsi semen. Podle konstrukce se rozdělují na jednoduché a složité, které mohou být:

- a) sítové,
- b) vzduchové,
- c) kombinované.

Sítové čističky a předčističky pracují na principu třídění podle tloušťky a šířky semen a využívají:

- a) rovinná síta (nejčastěji),
- b) válcová síta,
- c) rovinná síta se šikmým kýváním (NEUBAUER a kol., 1989).

Vzduchové třídiče využívají aerodynamické vlastnosti semen. Proud vzduchu může být svislý nebo šikmý a využívá se v oblasti sání a nebo výtlaku ventilátoru. Třídění proudem vzduchu a na sítěch je nejrozšířenější. Často se oba způsoby používají současně.

Pro hrubé předčištění zrna přímo na příjmu bylo navrženo a ověřeno aspirační zařízení pro odsávání prachu, slamnatých lehkých příměsí a nečistot. Aspirační zařízení se umísťuje nad přepadem pásového dopravníku, který je umístěn pod příjmovým zásobníkem, nebo před vstupem zrna do korečkového elevátoru. Aspirační zařízení se skládá z aspirační komory, potrubí, transportního ventilátoru a odlučovače. Účinnost aspirace je 75 - 80 %, záleží na nastavení klapky v přisávací komoře (SKALICKÝ a kol., 2008).

## **Triery**

Triery mohou být kotoučové nebo válcové. Válcový trier má v plášti vytvořené jamky, do nichž zapadne zrno. Delší zrno má těžiště mimo jamku a proto vypadne dříve než kratší, které padá do žlábků. Podle velikosti jamek a polohy žlábků vynášejí trier části různé velikosti. Trierům, které vynášejí kratší příměsí než hlavní plodina, se říká koukolové, kdežto triery ovsířové vynášejí hlavní plodinu a příměsí zůstanou dole (ROH a kol., 1997).

## Gravitační separátor (pneumatický stůl)

Gravitační separátor (viz obrázek č. 1) je určen k odstraňování nežádoucích příměsí (nečistot) jiné specifické hmotnosti než má čistý produkt – bez ohledu na tvar a velikost čištěných částí.



Obrázek č. 1 - Pneumatický stůl Westrup KA - 1500

Stroj se skládá z hlavního rámu, který nese ventilátor a pohonnou jednotku pro horní, kmitající část separátoru, nad ním jsou rámy umožňující nastavitelnost sklonu desky stolu – vlastní čistící plochy umístěné nad rámy.

Kmitající deska stolu je opatřena buď tkaninovým povlakem, nebo drátěným sítem. Rovnoměrnou distribuci vzduchu procházejícího rukávem pod čistící plochu zajišťuje děrovaná deska umístěná pod roštem nesoucím tkaninu respektive síto.

Materiál určený k čištění prochází skrz nastavitelnou násypku na povrch stolu. Jak již bylo řečeno, je k jeho třídění využito proudu vzduchu, sklonu desky a vibračního pohybu. Hradítko na konci desky slouží k dokonalému oddělení šarží. (FIREMNÍ LITERATURA WESTRUP, 2016).



## **Překulovače**

Překulovače využívají různého tvaru semen. Podle konstrukce jsou překulovače:

- 1) pásové:
  - a) pás jde šikmo vzhůru,
  - b) šikmo nakloněný pás se pohybuje vodorovně.
- 2) Spirálové.

Na překulovačích se třídí např. hrách a oves, nebo kulaté brambory hranaté kameny. Pokažený hrách se třídí na jehlových třídících, tvořených bubnem, opatřeným velkým množstvím zahnutých jehliček. Na jehličkách se zachytí pokažený hrách.

## **Elektromagnetické tříděče**

Elektromagnetické tříděče se využívají při třídění hladkého jetele a drsné kokotice. Do směsi se přidá 0,2 – 1,3 % hmotnosti ocelových pilin a 0,2 – 0,7 % hmotnosti vody nebo oleje. Drsná semena kokotice obalená pilinami jsou elektromagnetem přitahována, kdežto jetel odpadne dříve.

## **Rentgenové tříděče**

Rentgenové tříděče se využívají zejména při třídění směsi brambor a kamení, protože kamení více pohlcuje záření. Součástí směsi je třeba řadit do řad, aby bylo možno každou část individuálně ozářit a příměsi oddělit (ROH a kol., 1997).

### **2.2.4 Sušení**

Sušení je fyzikální děj, při němž se účinkem tepla zmenšuje obsah vody v látkách, aniž se mění chemické složení. Jeho účelem je snížení vlhkosti materiálu, a tím zlepšení skladovatelnosti. Podmínky, za kterých se přivádí teplo potřebné k odstraňování vlhkosti a odvádějí vzniklé páry, se nazývají vnější podmínky sušení. Lze je ovlivnit způsobem sušení, konstrukcí sušárny a režimem sušení (MARTINEK a FILIP, 2012).

### **Požadavky na sušení**

Vlhkost je jedním z nejdůležitějších ukazatelů jakosti, protože na ní závisí intenzita biologických procesů, které v rostlinných produktech probíhají. Voda může

být v produktu volná, nebo vázaná. Vázaná voda je ta, která se fyzikálně – chemicky nebo chemicky váže se základními látkami produktu, u zrna obilí to je 14 - 15 %, u řepky olejné 8%. Při vyšší vlhkosti se objevuje voda volná, která urychluje všechny biologické procesy. Sušení je proces vedoucí ke snížení vlhkosti (volné vody) sklizených a skladovaných produktů na úroveň hodnot potřebných ke dlouhodobému skladování.

Režim sušení závisí:

- a) na druhu a jeho vlastnostech,
- b) na účelu sušeného materiálu,
- c) na vstupní vlhkosti.

Přestože u velkokapacitních sušáren je proces sušení v podstatě zautomatizován, je třeba dodržovat stanovené technologické postupy pro jednotlivé druhy, bezpečnostní a protipožární opatření stanovená technickými podmínkami a provozními řády (KOLOMAZNÍK a kol., 2006).

Sušení se používá pro snížení vlhkosti zrna z 18 – 21 % na skladovací vlhkost, která je 14 – 15 % (ROH a kol., 1997).

Bezpečné skladování zrnin vyžaduje snížit vlhkost zrna do 14 %. Při jednom odsušení snížíme vlhkost o 3 – 4 %. Proto je důležité třídít zrno před sušením do skupin, a to s vlhkostí do 18 % a nad 18 % s tím, že není ekonomické sklízet zrniny s výjimkou kukuřice s vlhkostí nad 20. V současné době se využívají v naprosté většině sušárny sesypné, teplovzdušné s nepřímým ohřevem vzduchu. Obsluha kontroluje a zapisuje do deníku sušení vlhkost před sušením a výslednou vlhkost po sušení. Provozovatel určí vzorkovací místo pro odběr vzorků do a ze sušárny. Při vyšší vstupní vlhkosti nad 18 % je nutné sušení opakovat. Lze využít dle typu sušárny sušení z „komory do komory“, tzv. sériové sušení, kdy najednou odsušíme vyšší vlhkost při cca polovičním výkonu. Tento typ sušáren má dvě samostatné sušící a chladící komory. O způsobu sušení rozhodne odpovědný pracovník (KOLOMAZNÍK a kol., 2006).

## Šachtová sušárna

Nejpoužívanějším typem sušárny pro obiloviny je šachtová sušárna. Skládá se z:

- a) hořáku, kde se používá zemní plyn,
- b) výměníku, kde se ohřívá sušící médium (vzduch),
- c) přívodního potrubí ohřátého vzduchu do různých částí sušárny (regulace teploty přiváděného vzduchu se provádí přisáváním okolního chladného vzduchu přes regulační klapky),
- d) dvou šachet, kde teplý vzduch prochází vrstvou obilí a dochází k sušení,
- e) sběrného potrubí, kterým jsou odváděny vodní páry,
- f) odlučovače,
- g) ventilátoru.

Obilí je do sušárny přiváděno přes vpádový prostor, který je současně i malým zásobníkem, který zaručuje neustálou plnost sušárny. Při poklesu hladiny obilí v tomto nástavku se zastaví výpad obilí ze sušárny. V celé vertikále sušárny je obilí ve vrstvě 200 až 300 mm. Sušící médium prochází kolmo na tuto vrstvu (křížový pohyb). To umožňuje do každé části sušárny přivádět sušící médium o různých parametrech a přizpůsobit tak režim sušení sušenému materiálu. Teplota sušícího média je regulována pomocí klapek (přisáváním chladného okolního vzduchu). V sušárně jsou v průběhu sušení i vyrovnávací pásma, kde dochází vyrovnání vlhkosti mezi středem a povrchem obilky. Teplé obilí není vhodné ke skladování, proto je na konci sušárny zařazeno i chladicí pásmo s přívodem okolního vzduchu. Jedním průchodem sušárnou lze snížit vlhkost max. o 4 až 6 %.

Vlastní sušárna je tvořena dvěma šachtami.

Obilí jimi může procházet:

paralelně - oběma komorami vedle sebe,

sériově - komory pracují za sebou.

Toto řazení umožňuje sušit obilí sušší jedním průchodem, nebo vlhčí dvojitým průchodem sušárnou za použití korečkového elevátoru, jenž je součástí sušárny (při dvojitým průchodu je výkon sušárny poloviční).

### **2.2.5 Skladování**

Význam obilovin pro člověka je neoddiskutovatelný a i v dnešní době má pro lidstvo stále stejný význam. Je to také významná, světová a dobře obchodovatelná komodita, řádově miliardy tun. Jde o dobře sypký suchý materiál, se kterým lze poměrně snadno manipulovat pomocí mechanizačních prostředků a dopravovat i na velké vzdálenosti pomocí dopravních prostředků (lodě, vagony, silniční přepravníky). Vzhledem k poměrně nízké vlhkosti a tím pádem i nízké aktivitě vody je skladování poměrně snadné, při dodržování zásad správného skladování (MARTINEK a FILIP, 2012).

#### **Základní požadavky na skladovací prostory**

Kvalitu skladovaných zrnin ovlivňují nežádoucí komponenty (nečistoty a příměsi). Například létavé nečistoty (pluchy, části slámy, semena plevelů) se mohou při naskladnění zrnin separovat do určitých lokalit a zabraňovat pak následně rovnoměrnému provzdušňování naskladněných zrnin. To může vést k poklesu kvality zrnin (MALEŘ, 1996b).

Skladování je možné provádět pouze ve skladech k tomu určených a zařízených. Sklad musí být zkonstruován z trvanlivých materiálů a chráněn proti ptačtvi a hlodavcům. Prostory určené ke skladování musí být čisté, suché, snadno větratelné, prosté plísní, škůdců a cizích pachů. Nelze skladovat společně s látkami a předměty, jejichž přítomnost může zhoršit jejich jakost (např. aromatické či páchnoucí látky apod.). Zásoby musí být dostatečně chráněny před nepříznivými atmosférickými vlivy. Střechy musí být v bezvadném stavu, okna zasklená a vždy vybavena ochrannými sítěmi, přímé sluneční paprsky nesmí dopadat na skladované zásoby. V případech, kdy nejsou stěny s dostatečnou tepelnou a vlhkostní izolací, musí být skladovací prostor oddělen od stěn. Skladové prostory musí být vybaveny pro oddělené uložení partií různých jakostí a účelů použití. Ve skladech se nesmí vyskytovat místa nedostupná a nepřehledná, která mohou vést k rozšiřování škůdců. Konstrukce skladů musí umožňovat pravidelné odstraňování prachu, desinsekci, dezinfekci, deratizaci a pravidelnou kontrolu jakosti. Při provedení deratizace musí

být stanoven plánek nástrah, uložený u silomistra a označená místa nástrahy, která by měla být krytá a prokazatelné vyhodnocení účinnosti. Sklad musí být vybaven odpovídající technologií k uchování jakosti a k zabránění ztrátám (KOLOMAZNÍK a kol., 2006).

Základním předpokladem bezztrátového skladování semenných plodin je čistý výmlat (správné seřazení sklízecí mlátičky) a předčištění obilí (odstranění co největšího podílu plevelných semen, zelených částí rostlin, zlomků zrn i dalších nečistot), protože nečistoty a příměsi mají obvykle (i po sušení) vyšší vlhkost, takže škůdci a choroby, především plísně a bakterie nachází v nevyčištěné obilní mase optimální podmínky pro šíření. Skladování zrnin po přečištění je možné jen v suchém stavu tj. s vlhkostí 15% a nižší (po přečištění). Nižší hodnoty (10 %) platí pro semena obsahující větší podíl tuku (olejniny, nahý oves) a trpící zaplísňením (pohanka, proso, amarant). Čím vyšší je vlhkost a teplota skladovaného obilí, tím intenzivněji obilní masa dýchá. Přitom dochází ke ztrátám vlivem odbourávání bílkovin a škrobu. Je uvolňována vnitřní voda, teplota obilí narůstá a vytvářejí se vhodné podmínky pro rozvoj bakterií a plísní, které se vyživují obilní masou (je cítit zatuchlý a kyselý zápach). Některé houby tvoří zvláště jedovaté látky (mykotoxiny), které mohou těžce poškodit zdraví člověka a zvířat. Plesnivé obilí je proto pro krmné použití nežádoucí. Z toho důvodu musí být pravidelně kontrolována teplota, vlhkost, vůně (pach) obilí a napadení škůdci a podle potřeby obilní masa provzdušňována. V každém zemědělském podniku je nutno používat tyčový (či jiný vhodný) teploměr pro pravidelnou kontrolu teploty uloženého obilí. Nejpříznivější skladovací teploty pro obilniny jsou 5 - 10°C. Teploty nad 20°C nesmí být překročeny. Při provzdušňování je třeba mít na zřeteli teplotu obilní masy, teplotu vzduchu a relativní vlhkost vzduchu. Je-li při provětrávání venkovní vzduch teplejší než obilí, ochlazuje se vlivem styku s obilím a jeho relativní vlhkost stoupá. Při silnějším ochlazení vzduchu může být překročen rosný bod a vodní páry obsažené ve vzduchu mohou začít kondenzovat na povrchu obilí a tím zvyšovat jeho vlhkost. Pro nepřekročení rosného bodu může sloužit všeobecně pravidlo 5°C - obilí smí být provětráváno venkovním vzduchem teprve tehdy, je-li jeho teplota nejméně o 5°C nižší než teplota obilí. Pro přesnější rozhodování slouží tabulky. Při skladování je nutné zabránit kontaminaci konvenční produkcí a pečlivě dbát na vyčištění sila. Této činnosti bývá všeobecně věnována nedostačující pozornost. Tím by měla práce

ale pouze začínat. Kromě úložných prostor je nutné důkladně vyčistit i dopravníky, klapky, rošty, rýhy. Základním zařízením ve skladu ekologického podniku by měl být průmyslový vysavač, který práci usnadní a zkvalitní (delší hadice pro dosažení běžně nepřístupných míst jsou nutné). Mezi důkladným vyčištěním sila a opětovným naskladněním by měl být odstup nejméně 1 měsíc. Čištění ulehčí především vhodné stavební řešení, tj. omezení ostrých úhlů, koutů, rýh, roštů (proto jsou např. nevhodné skladové prostory z drážkových prken). Skladové prostory na obilí nemají být umístěny v blízkosti stájí, které svým pachem, vlhkostí a teplotou negativně ovlivňují kvalitu uskladněného obilí. Je nutné kontrolovat zakrytí (střechu) skladovacích prostor. Při použití plachty (standardně či dočasně) nesmí tato být v přímém kontaktu s obilím, protože se ze spodní strany potí (kondenzují na ní vodní páry). Proti skladištním škůdcům (pilous černý, mol obilní, roztoči), kteří škodí převážně pozerky a znečištěním trusem je možné bojovat v rozsahu povoleném směrnici. Povolené přípravky lze najít v seznamu registrovaných přípravků. Přírodní pyretriny lze použít k desinsekci po důkladném předchozím vyčištění sila (skladovacího prostoru). Tyto látky mají na hmyz poměrně krátkodobý účinek (5 - 6 hodin), proto musí být desinsekce zpravidla opakována. Jsou-li dodrženy uvedené zásady, lze předpokládat omezenou možnost výskytu škůdců. Stane-li se přesto, že dojde k napadení skladovaného obilí, je vhodné urychleně obilí zužitkovat (KALINOVÁ, 2007).

### **Typy skladování**

Základní typy skladování:

- krátkodobé,
- dlouhodobé.

Toto dělení není určeno a omezeno časem, ale technickými podmínkami, které umožní skladovat při nesnížené jakosti a jakostních parametrů. Zpravidla je krátkodobé a dlouhodobé skladování rozděleno dobou 6 měsíců.

Dle technologie skladování se dělí skladování na:

- a) skladování v suchém stavu (obiloviny, luštěniny do 14 % a olejninu do 8 % vlhkosti min.),
- b) skladování s použitím aktivního větrání (do 17 % vlhkosti zrna u obilovin),

- c) skladování ve zchlazeném stavu,
- d) skladování za použití chemických prostředků (pouze pro krmné účely).

Typy skladování se převážně vztahují na volně ložené zásoby, ale také i zásoby skladované v obalech, kde typ a dobu skladování ovlivňuje druh obalu a jeho stav; obaly musí být funkčně vyhovující a zdravotně nezávadné.

### **Typy skladů**

Základním a nejvhodnějším typem skladů jsou:

- a) sila,
- b) hangárové sklady,
- c) kombinované sklady,
- d) podlahové sklady (KOLOMAZNÍK a kol., 2006).

### **Sila**

Jedná se o nejlepší způsob skladování. Tohoto principu skladování využívali již dávno naši předkové tak, že ho sypali do hlubokých jam vykopaných v suché zemi, někdy vyzděných, nebo jinak opatřených, které se daly později neprodyšně uzavřít. Byl to jeden z nejlepších způsobů uskladnění obilí v krajinách, kde se sklízelo naprosto suché zrnó. Výhoda spočívala v tom, že obilí, které mívá v krajinách kolem Středozemního moře a pobřeží Afriky nejvýše 11- 12 % vlhkosti, bylo uzavřeno a chráněno před vzduchem. Kde není vzduchu (kyslíku), obilí nemohlo dýchat, a protože bylo přeschlé, nemohlo být napadeno plísněmi ani jinými organismy. Tohoto starého principu skladování obilí se používá dodnes a staví se velká obilní skladiště skládající se převážně z velkých železobetonových nebo ocelových zásobníků o různém průřezu (kruhový, šestiboký, osmihranný obdélníkový, čtvercový). Složením těchto velikých zásobníků těsně k sobě a vybudováním příjmových a manipulačních prostor vzniká obilní silo. Jestliže mezi zásobníky vznikne nějaký prostor, slouží rovněž ke skladování obilí a říkáme mu asteroid. Kapacita takových sil bývá různá a pohybuje se cca od 15 tis. tun až po 100 tis. tun skladovaného obilí, ale může být i větší.

## **Podlahové sklady**

Na podlahových skladištích se dá skladovat každé obilí, ale ošetřování během skladování je značně obtížné. Obilí je zde stále vystaveno účinkům vzduchu a nedají se hermeticky uzavřít. Přesto tato skladiště, ve kterých se obilí sype v jednotlivých místech na podlahy, jsou ještě používána a mohou mít různé kapacity. Počítáme k nim různé sýpky, haly, ale i vícepodlažní podlahové sklady. Přestože se tento typ skladů používá spíše ke krátkodobému skladování obilí u zemědělců, zmíníme se o požadavcích, jež jsou na ně kladeny. Musí být dobře izolovány proti zemní vlhkosti, jinak dochází ke vzlínání vody do skladovaného obilí a k následnému poškození. Mohou být dřevěné, avšak ve spárách zůstává obilí zachyceno a mohou se zde množit škůdci. Betonové podlahy se mohou vlivem změny teplot snadno orosit. Obilí pak snadno přijme vlhkost. Každý sklad má mít možnost větrání (protilehlé otvory ve skladu) proudícím vzduchem. Otvory musí mít možnost uzavření (nepříznivé podmínky pro větrání) a opatřeny sítěmi proti pronikání ptáků (MARTINEK a FILIP, 2012).

### **2.2.6 Dopravníky používané v posklizňových linkách**

#### **Korečkové elevátory**

Korečkové elevátory slouží ke svislé dopravě sypkých hmot. Nelze na nich dopravovat materiály, které se vyznačují přilnavostí, lepkavostí apod. Dnes se vyrábějí v kovovém provedení. V praxi se ale můžeme setkat i s dřevěnými. Naběráky (dále jen korečky) jsou pak: hluboké pro dopravu obilí, mělké pro dopravu mlýnských meziproduktů a mlýnských výrobků a kaskádové se dnem a beze dna. Jsou připevněny k popruhu (dále jen ke kurtě), který se pohybuje mezi spodní vpádovou hlavou elevátoru a horní hnací hlavou, kde se nachází také výpad produktu.

Současné typy elevátorů jsou vybaveny bezpečnostními prvky, sloužícími k zamezení vzniku jiskry nebo zvýšení teploty na zápalnou hodnotu vlivem tření. Jsou to senzory hlídání otáček spodního bubnu, aby nemohlo dojít k protáčení kurty při jeho zastavení vlivem zamletí. Při zastavení bubnu se automaticky vypne elevátor a současně se zapne brzda v horní hlavě, čímž se zabrání zpětnému chodu působením hmotnosti produktu v zaplněných korečkách. Senzor na hlídání polohy kurty slouží k zamezení jejího tření o stěny šachet elevátoru. V případě nadměrného vychýlení se



rovněž vypne celý elevátor. Tato opatření slouží k eliminaci nebezpečí zahoření nebo výbuchu prachu z dopravovaného produktu. I přesto je toto nebezpečí vysoké a někteří výrobci instalují na korečkové elevátory membrány s expanzním nástavkem nebo s odvedením vzniklého přetlaku. Další možností jsou zařízení na potlačování výbuchu. Všechna tato zařízení ale vyžadují pravidelné revize, a proto je dáována přednost instalaci účinné aspirace elevátorů, která odstraňuje nebezpečí vzniku výbušné atmosféry.

Na jeden metr kurty se dříve dávaly tři až čtyři korečky, zatímco nyní se dává pět až šest. U kaskádových se dává až 32 kusů na metr kurty. Obvodová rychlost se volí 1 až  $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Výkony korečkových elevátorů v ČR se pohybují od 1,5 do 175  $\text{t}\cdot\text{h}^{-1}$ . V zahraničí se vyrábějí i s vyšším výkonem a používají se v přístavních velkokapacitních silech. Také dopravní výška může být různá. Tuzemské elevátory až do 60 metrů.

### **Dopravní šneky**

Slouží k horizontální dopravě produktů. Mohou být žlabové nebo trubkové. Šnekovnice je umístěna na hřídeli zavěšené na ložiskách. Typy šnekovnic jsou: plné, měsíčkové, lopatkové a míchací kombinované. Převodový elektromotor se doporučuje umístit jako tlačný. Otáčky je možné regulovat například pomocí frekvenčního měniče a tím je možné používat šneky i jako dávkovací.

### **Dopravní pásy**

Jsou to nekonečné spojené pásy, z různých materiálů (musí být ale schválené pro přímý styk s potravinou), které jsou napnuty na rolnách. Jedna rolna je hnací, druhá napínací.

### **Redlery**

Mají hnací a napínací hlavu, které jsou spojeny kovovou skříní. Jejich dopravní část tvoří článkové řetězy. Na spodní straně se po dně skříně pohybuje produkt unášený řetězem, horní strana řetězu je vedena rolnami v postranním vedení. Dpravovaná vrstva materiálu bývá tak vysoká, jak široký je řetěz (MARTINEK a FILIP, 2012).

### **Vaničkové dopravníky**

Vaničkové dopravníky jsou speciální dopravníky, které jsou schopny dopravovat materiál horizontálně i vertikálně. Skládají se z šachty, řetězu, na kterém jsou otočně umístěny vaničky a pohonu. Nakládka materiálu probíhá nasypáním, z dávkovacího zásobníku. Vykládka probíhá sklopením vaničky. Vanička najede na dráze na cíleně umístěný šikmý nájezd a tíhou materiálu se vyklopí. Výkonnost těchto dopravníků závisí na velikosti vaniček.

### **Pneumatická doprava zrna**

Při pneumatické dopravě se produkt dopravuje proudem vzduchu. Systémy pneumatické dopravy se podle tlaku rozdělují na:

- a) přetlakové (v dopravním potrubí je větší tlak než v okolním prostředí),
- b) podtlakové (sací - v dopravním je menší tlak než v okolním prostředí),
- c) smíšené (část systému je přetlaková, část podtlaková), (MARTINEK a FILIP, 2012).

### **3. Cíl práce**

Cílem této práce je popsat specifika posklizňového zpracování zemědělských komodit, popsat posklizňové technologie používané v ČR. Dalším cílem je charakteristika vybraných posklizňových linek, zjištění jejich provozně výkonnostních a technických parametrů, jejich základní technicko -technologické srovnání s dostupnými normativy. Další cíl je návrh možností rozšíření stávajících linek o nové komponenty. Dalším cílem je uvedení základní charakteristiky zemědělských provozů. Další cíl je doplnit jednoduchý rozbor technickoekonomických nákladů a uvést závěry pro praxi.

## 4. Metodika

Praktické měření bude probíhat při předčištění pšenice, ječmene a hrachu. Sledování bude probíhat po celou dobu předčištění. Budou zaznamenávány doby předčištění jednotlivých plodin. Dále budou zaznamenávány hmotnosti jednotlivých předčišťovaných plodin. Hmotnosti budou zaznamenávány na vstupu do linky. Z technické dokumentace zjistím celkový instalovaný příkon linky pro předčištění. Dále spočítám podle vzorců, uvedených níže, teoretické variabilní náklady na předčištění. Všechny stroje na obou linkách jsou již odepsány, proto s fixními náklady počítáno nebude. Náklady budou vztahovat na tunu předčištěného materiálu a dále na jeden rok.

### Použité vzorce:

$$N_{elpp} = T_{pp} \times P_{lp} \times C_e \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \quad (1)$$

Kde:

$N_{elpp}$  – náklady na elektrickou energii při předčištění

$T_{pp}$  – doba předčištění pšenice[h.rok<sup>-1</sup>]

$P_{lp}$  – instalovaný příkon linky předčištění [kW]

$C_e$  – cena elektrické energie [Kč.kWh<sup>-1</sup>]

$$N_{elpj} = T_{pj} \times P_{lp} \times C_e \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \quad (2)$$

Kde:

$N_{elpj}$  – náklady na el. energii při předčištění ječmenu

$T_{pj}$  – doba předčištění ječmenu[h.rok<sup>-1</sup>]

$P_{lp}$  – instalovaný příkon linky předčištění [kW]

$C_e$  – cena elektrické energie [Kč.kWh<sup>-1</sup>]

$$N_{elph} = T_{ph} \times P_{lp} \times C_e \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \quad (3)$$

Kde:

$N_{elph}$  – náklady na elektrickou energii při předčištění hrachu

$T_{ph}$  – doba předčištění hrachu[h.rok<sup>-1</sup>]

$P_{lp}$  – instalovaný příkon linky předčištění [kW]

$C_e$  – cena elektrické energie [Kč.kWh<sup>-1</sup>]

$$N_{mzp} = Mz \times T_{pp} \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \quad (4)$$

Kde:

$N_{mzp}$  – mzdové náklady při předčištění pšenice

$Mz$  – mzda pracovníka [Kč.h<sup>-1</sup>]

$T_{pp}$  – doba předčištění pšenice[h.rok<sup>-1</sup>]

$$N_{mzj} = Mz \times T_{pj} \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \quad (5)$$

Kde:

$N_{mzj}$  – mzdové náklady při předčištění ječmenu

$Mz$  – mzda pracovníka [Kč.h<sup>-1</sup>]

$T_{pj}$  – doba předčištění ječmenu[h.rok<sup>-1</sup>]

$$N_{mzh} = Mz \times T_{ph} \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \quad (6)$$

Kde:

$N_{mzh}$  – mzdové náklady při předčištění hrachu

$Mz$  – mzda pracovníka [Kč.h<sup>-1</sup>]

$T_{ph}$  – doba předčištění hrachu[h.rok<sup>-1</sup>]

$$N_{cp} = N_{elpp} + N_{mzp} \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \quad (7)$$

Kde:

$N_{cp}$  – celkové náklady na předčištění pšenice

$N_{elpp}$  – náklady na el. energii při předčištění pšenice [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$N_{mzp}$  – mzdové náklady při předčištění pšenice [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$$N_{cj} = N_{elpj} + N_{mzj} \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \quad (8)$$

Kde:

$N_{cj}$  – celkové náklady na předčištění ječmenu

$N_{elpj}$  – náklady na el. energii při předčištění ječmenu [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$N_{mzj}$  – mzdové náklady při předčištění ječmenu [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$$N_{ch} = N_{elph} + N_{mzh} \text{ [Kč.rok}^{-1}\text{]} \quad (9)$$

Kde:

$N_{ch}$  – celkové náklady na předčištění hrachu

$N_{elph}$  – náklady na elektrickou energii při předčištění hrachu [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$N_{mzh}$  – mzdové náklady při předčištění hrachu [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$$jN_p = \frac{N_{cp}}{M_{pp}} \text{ [Kč.t}^{-1}\text{]} \quad (10)$$

Kde:

$jN_p$  – jednotkové variabilní náklady při předčištění pšenice

$N_{cp}$  – celkové náklady na předčištění pšenice [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$M_{pp}$  – hmotnost předčištěné pšenice [t.rok<sup>-1</sup>]

$$jN_j = \frac{N_{cj}}{M_{pj}} \text{ [Kč.t}^{-1}\text{]} \quad (11)$$

Kde:

$jN_j$  – jednotkové variabilní náklady při předčištění ječmenu

$N_{cj}$  – celkové náklady na předčištění ječmenu [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$M_{pj}$  – hmotnost předčištěného ječmenu [t.rok<sup>-1</sup>]

$$jN_h = \frac{N_{ch}}{M_{ph}} \text{ [Kč.t}^{-1}\text{]} \quad (12)$$

Kde:

$jN_h$  – jednotkové variabilní náklady při předčištění hrachu

$N_{ch}$  – celkové náklady na předčištění hrachu [Kč.rok<sup>-1</sup>]

$M_{ph}$  – hmotnost předčištěného hrachu [t.rok<sup>-1</sup>]

#### 4.1 Charakteristika vybraných posklizňových linek

Obě posklizňové linky v této práci se nacházejí v Plzeňském kraji. Tyto linky jsou specializovány na výrobu osiv. Jedná se o menší posklizňové linky, které nejsou dimenzovány pro kvantitu, ale kvalitu. Nejedná se o nejnovější linky.

Osazení dopravníků je v obou linkách podobné, protože dříve se na tyto technologie nespécializovalo moc firem.

#### 4.1.1 Firma Selgen a.s. Lužany a její posklizňová linka

Firma Selgen se specializuje na šlechtění a množení osiv. Na pobočce firmy, v Lužanech, je obhospodařováno cca 300 ha. Do těchto ploch jsou započítány i pozemky, na kterých jsou prováděny pokusy. Na pobočce v Lužanech se šlechtí hrách setý a ječmen ozimý. Pro množení osiv se pěstuje ječmen ozimý, pšenice ozimá, hrách setý, ječmen jarní. Doplnkově se v podniku pěstuje oves setý a řepka olejná. Tyto plodiny se za účelem výroby osiv nepěstují.

##### Posklizňová linka

Posklizňová linka ve firmě je dimenzována na obhospodařovanou plochu a používané sklízecí mlátičky.

Posklizňová linka se skládá z linky předčištění, linky čištění a linky moření. Všechny linky nemohou pracovat současně, protože mnoho dopravníků je společných pro jednotlivé linky.

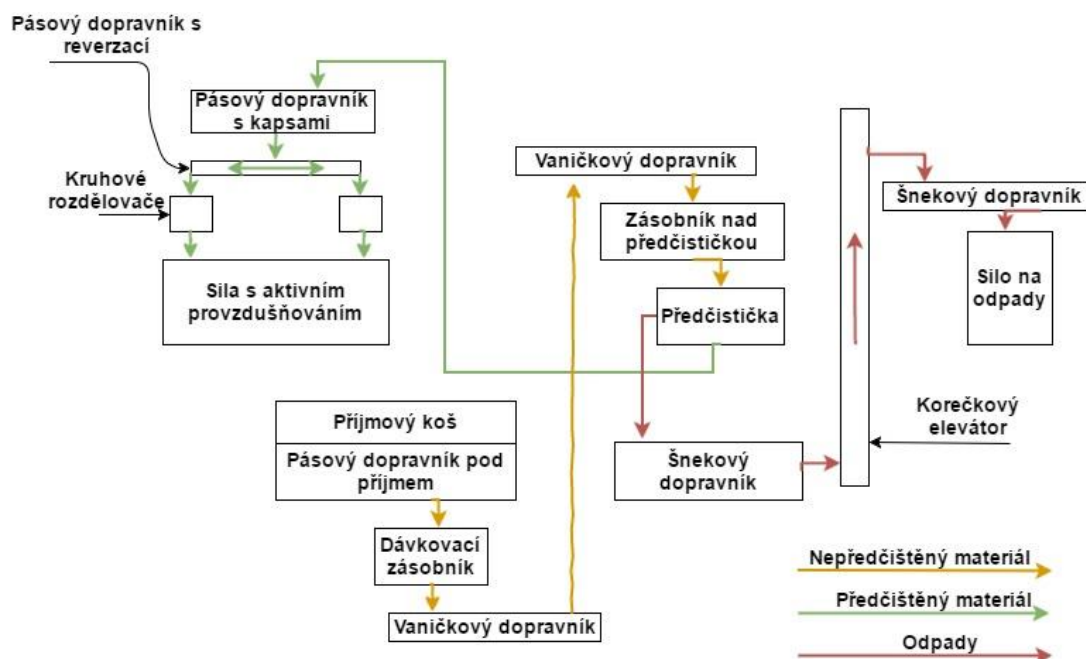
V této lince je pro dosoušení zrnin využíváno sil s aktivním provzdušňováním.

##### Strojní vybavení posklizňové linky pro předčištění (viz tabulka č. 1)

Tabulka č. 1 - Stroje v posklizňové lince pro předčištění v Lužanech

Stroj	Výrobce	Příkon [kW]
Příjmový koš	HMD Litomyšl	
Pásový dopravník š. 500	Privat STS Pacov	2,2
Vaničkový dopravník	HMD Litomyšl	3
Vyrovnávací zásobník nad předčističkou	HMD Litomyšl	
Předčistička SAB – 800	Westrup	4,1
Pásový dopravník s kapsami	Privat STS Pacov	1,5
Pásový dopravník s reverzací	Neznámý	1,5
Kruhový rozdělovač	TMS Pardubice	
Obilní síla	SJS trading Poděbrady	
Šnekový dopravník	Strojárna Tábor	2,2
Korečkový elevátor	TMS Pardubice	1,1
Šnekový dopravník	Strojárna Tábor	2,2
<b>Celkový instalovaný příkon</b>		<b>17,8</b>

**Linka předčištění – popis dopravních cest a procesů (viz schéma na obrázku č. 2)**



Obrázek č. 2 - Schéma linky předčištění ve firmě v Lužanech

Dopravní cesty celé linky začínají pod příjmovým košem, pod kterým je umístěn pásový dopravník, který suně materiál do dávkovacího zásobníku. Z něj je materiál dávkován do vaničkového dopravníku, který zde slouží k horizontální i vertikální dopravě materiálu. Vaničkový dopravník dopraví materiál nad vyrovnávací zásobník nad předčističku, kde jsou vaničky sklopeny. Na vyrovnávacím zásobníku lze regulovat výkon linky pomocí plechu. Úroveň zasunutí, nebo vysunutí plechu určuje tok materiálu. Z vyrovnávacího zásobníku padá zrno do předčističky. Jedná se o síťovou předčističku Westrup SAB – 800. Předčistička má 3 patra sít. V horním patře je umístěno 1 síť, ve zbylých patrech jsou 2 sítě. Čištění sít je zde zajištěno gumovými míčky. Celková plocha sít této předčističky činí 4 m<sup>2</sup>. Nastavení předčističky probíhá výměnou sít a ovládním proudu vzduchu pomocí klapky.

Předčištěné zrno padá na šikmý pásový dopravník s kapsami, který jej dopravuje zpět nahoru nad pásový dopravník s reverzací, kam zrno padá. Z dopravníku z reverzací putuje zrno do navoleného kruhového rozdělovače a poté do navoleného sila. Ovládní probíhá z velína za pomoci ovládacího panelu.



Odpady z předčističky jsou svedeny trubkou do šnekového dopravníku, který je dopravuje do hlavy korečkového elevátoru. Korečkový elevátor dopravuje odpady směrem vzhůru, kde jsou vynášeny z paty elevátoru do šnekového dopravníku. Šnekový dopravník dopraví odpady do sila k tomu určenému.

#### **4.1.2 Nejmenovaná firma a její posklizňová linka**

Jméno firmy není uvedeno, protože si to vedení podniku nepřálo. V této práci bude dále uváděna jako firma X. Tato firma se zabývá obchodováním s osivy a jejich výrobou. Zemědělskou půdu žádnou neobhospodařují.

##### **Posklizňová linka**

Posklizňová linka v této firmě je obdobná jako posklizňová linka v Lužanech. Rozdíly jsou samozřejmě ve stavebním řešení linky, použitých dopravnících i jednotlivých strojích. Tato posklizňová linka není rovněž dimenzována na kvantitu, ale kvalitu.

Posklizňová linka se skládá z linky předčištění, čištění a moření, které jdou v návaznosti přímo na sebe. Jde však materiál předčišťovat zvlášť a skladovat ho předčištěný. S touto variantou budu pracovat ve své práci.

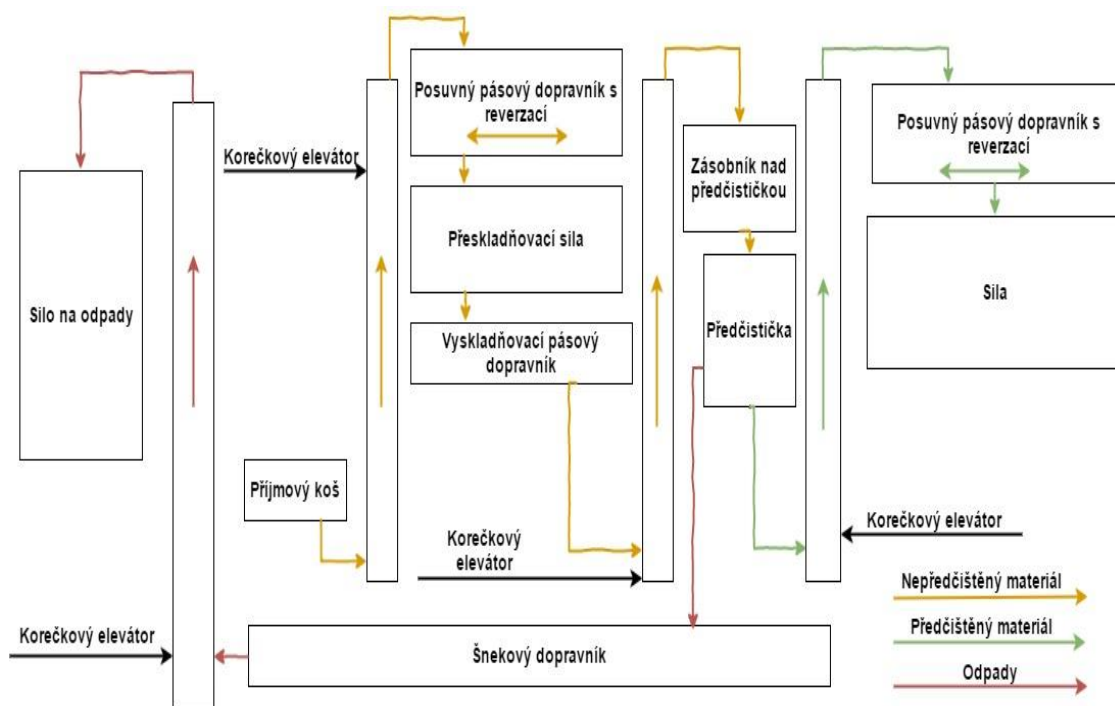
##### **Strojní vybavení posklizňové linky pro předčištění (viz tabulka č. 2)**

V této tabulce bude rovněž seznam strojů, ale nebylo mi moc dovoleno nahlédnout do technických dokumentací této linky, proto u některých strojů nebudou uváděny výrobci.

Tabulka č. 2 - Stroje v posklizňové lince pro předčištění ve firmě X

Stroj	Výrobce	Příkon [kW]
Příjmový koš s trubkovým uzávěrem	Neznámý	
Korečkový elevátor	Adapt	1,2
Posuvný pásový dopravník s reverzací	Neznámý	1,8
Přeskladňovací síla	Neznámý	
Vyskladňovací pásový dopravník	Neznámý	1,7
Korečkový elevátor	Adapt	1,2
Zásobník nad předčističkou	Neznámý	
Předčistička K 547	Petkus	11
Posuvný pásový dopravník s reverzací	Neznámý	1,8
Síla	Neznámý	
Šnekový dopravník	Neznámý	2,2
Korečkový elevátor	Adapt	1,2
Sílo na odpady	Neznámý	
<b>Celkový instalovaný příkon</b>		<b>22,1</b>

Linka předčištění – popis dopravních cest a procesů (viz schéma na obrázku č. 3)



Obrázek č. 3 – Schéma linky předčištění ve firmě X

Dopravní cesty začínají pod příjmovým košem. Je zde použit příjmový koš s trubkovým uzávěrem, kde lze regulovat průtok materiálu. Pod košem je umístěn korečkový elevátor, do kterého zrno padá a je dopravováno vzhůru na posuvný pásový dopravník s reverzací. Tento dopravník disponuje posuvem do stran. Tímto posuvem a reverzací je zajištěno umístění dopravníku nad správné přeskladňovací silo. Pokud má materiál přijatelnou relativní vlhkost, může být v těchto silech i nějakou dobu uskladněn. Pokud je tomu tak, uskladnění bývá krátkodobé a to v řádech dnů. Z těchto sil je materiál vypouštěn na pásový dopravník (vypouštění ze sil může být také regulováno). Pásový dopravník dopravuje zrno do dalšího elevátoru, který jej vynese do zásobníku nad předčističkou. Ze zásobníku padá zrno do předčističky. V této firmě je použita síťová předčistička Petkus K 547. Předčistička má rovněž 3 patra sít. Čištění sít je zde zajištěno stíráním. Celková plocha sít této předčističky činí 5,64 m<sup>2</sup>. Z předčističky padá zrno do korečkového dopravníku, který jej vynese na posuvný pásový dopravník s reverzací, na kterém je nastaveno příslušné silo, kde má být zrno uskladněno.

Odpady z předčističky jsou svedeny trubkou do šnekového dopravníku. Tento dopravník je dopraví k hlavě elevátoru. Elevátorem jsou odpady dopraveny nad silo, do kterého jsou svedeny.

## 5. Vlastní práce

### 5.1 Zjištěné hodnoty na posklizňové lince firmy Selgen a.s. v Lužanech

Hodnoty zjištěné na této lince byly sbírány dlouhodobě a jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 – Zjištěné hodnoty na posklizňové lince v Lužanech

	<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Hmotnost předčištěné pšenice (rok 2016)	$M_{pp}$	$[\text{t.rok}^{-1}]$	250
Hmotnost předčištěného ječmenu (rok 2016)	$M_{pj}$	$[\text{t.rok}^{-1}]$	350
Hmotnost předčištěného hrachu (rok 2016)	$M_{ph}$	$[\text{t.rok}^{-1}]$	200
Doba předčištění pšenice (rok 2016)	$T_{pp}$	$[\text{h.rok}^{-1}]$	28
Doba předčištění ječmenu (rok 2016)	$T_{pj}$	$[\text{h.rok}^{-1}]$	41
Doba předčištění hrachu (rok 2016)	$T_{ph}$	$[\text{h.rok}^{-1}]$	34
Výkonnost při předčištění pšenice	$V_{pp}$	$[\text{t.h}^{-1}]$	8,93
Výkonnost při předčištění ječmenu	$V_{pj}$	$[\text{t.h}^{-1}]$	8,54
Výkonnost při předčištění hrachu	$V_{ph}$	$[\text{t.h}^{-1}]$	5,88
Instalovaný příkon linky předčištění	$P_{lp}$	[kW]	17,8
Průměrná cena el. energie za rok 2016	$C_e$	$[\text{Kč.kWh}^{-1}]$	3,82
Mzda pracovníka	$Mz$	$\text{Kč.h}^{-1}$	150
Průměrná čistota pšenice po předčištění (rok 2016)		%	97
Průměrná čistota ječmenu po předčištění (rok 2016)		%	97
Průměrná čistota hrachu po předčištění (rok 2016)		%	95
Průměrná vlhkost pšenice (rok 2016)		%	15
Průměrná vlhkost ječmenu (rok 2016)		%	15
Průměrná vlhkost hrachu (rok 2016)		%	16

## 5.2 Zjištěné hodnoty na posklizňové lince firmy X

Hodnoty zjištěné na této lince byly sbírány dlouhodobě a jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4 - Zjištěné hodnoty na posklizňové lince firmy X

	<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
Hmotnost předčištěné pšenice (rok 2016)	$M_{pp}$	$[t.rok^{-1}]$	350
Hmotnost předčištěného ječmenu (rok 2016)	$M_{pj}$	$[t.rok^{-1}]$	280
Hmotnost předčištěného hrachu (rok 2016)	$M_{ph}$	$[t.rok^{-1}]$	180
Doba předčištění pšenice (rok 2016)	$T_{pp}$	$[h.rok^{-1}]$	38
Doba předčištění ječmenu (rok 2016)	$T_{pj}$	$[h.rok^{-1}]$	31
Doba předčištění hrachu (rok 2016)	$T_{ph}$	$[h.rok^{-1}]$	29
Výkonnost při předčištění pšenice	$V_{pp}$	$[t.h^{-1}]$	9,21
Výkonnost při předčištění ječmenu	$V_{pj}$	$[t.h^{-1}]$	9,03
Výkonnost při předčištění hrachu	$V_{ph}$	$[t.h^{-1}]$	6,21
Instalovaný příkon linky předčištění	$P_{lp}$	[kW]	22,1
Průměrná cena el. energie za rok 2016	$C_e$	[Kč.kWh <sup>-1</sup> ]	3,82
Mzda pracovníka	$Mz$	Kč.h <sup>-1</sup>	150
Průměrná čistota pšenice po předčištění (rok 2016)		%	96
Průměrná čistota ječmenu po předčištění (rok 2016)		%	96
Průměrná čistota hrachu po předčištění (rok 2016)		%	94
Průměrná vlhkost pšenice (rok 2016)		%	15
Průměrná vlhkost ječmenu (rok 2016)		%	15
Průměrná vlhkost hrachu (rok 2016)		%	16

### 5.3 Výsledky

Výsledky všech výpočtů jsou uvedeny v tabulkách.

#### 5.3.1 Výsledky na posklizňové lince firmy Selgen a.s. v Lužanech

Náklady na předčištění pšenice v této lince jsou uvedeny v tabulce č. 5. Tyto hodnoty jsou spočítány podle vzorců 1, 4, 7 a 10.

Tabulka č. 5 – Náklady na předčištění pšenice na lince v Lužanech

	<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Náklady na elektrickou energii</b>	$N_{elpp}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	1903,9
<b>Mzdové náklady</b>	$N_{mzp}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	4200
<b>Celkové náklady</b>	$N_{cp}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	6103,9
<b>Jednotkové náklady</b>	$jN_p$	[Kč.t <sup>-1</sup> ]	24,4

Náklady na předčištění ječmenu v této lince jsou uvedeny v tabulce č. 6. Tyto hodnoty jsou spočítány podle vzorců 2, 5, 8 a 11.

Tabulka č. 6 – Náklady na předčištění ječmenu na lince v Lužanech

	<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Náklady na elektrickou energii</b>	$N_{elpj}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	2787,8
<b>Mzdové náklady</b>	$N_{mzj}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	6150
<b>Celkové náklady</b>	$N_{ej}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	8937,8
<b>Jednotkové náklady</b>	$jN_j$	[Kč.t <sup>-1</sup> ]	25,5

Náklady na předčištění hrachu v této lince jsou uvedeny v tabulce č. 7. Tyto hodnoty jsou spočítány podle vzorců 3, 6, 9 a 12.

Tabulka č. 7 - Náklady na předčištění hrachu na lince v Lužanech

	<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Náklady na elektrickou energii</b>	$N_{elph}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	2311,9
<b>Mzdové náklady</b>	$N_{mzh}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	5100
<b>Celkové náklady</b>	$N_{ch}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	7411,9
<b>Jednotkové náklady</b>	$jN_h$	[Kč.t <sup>-1</sup> ]	37,1

### 5.3.2 Výsledky na posklizňové lince firmy X

Náklady na předčištění pšenice v této lince jsou uvedeny v tabulce č. 8. Tyto hodnoty jsou počítány podle vzorců 1, 4, 7 a 10.

Tabulka č. 8 – Náklady na předčištění pšenice na lince ve firmě X

	<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Náklady na elektrickou energii</b>	$N_{elpp}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	3208
<b>Mzdové náklady</b>	$N_{mzp}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	5700
<b>Celkové náklady</b>	$N_{cp}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	8908
<b>Jednotkové náklady</b>	$jN_p$	[Kč.t <sup>-1</sup> ]	25,5

Náklady na předčištění ječmenu v této lince jsou uvedeny v tabulce č. 9. Tyto hodnoty jsou počítány podle vzorců 2, 5, 8 a 11.

Tabulka č. 9 - Náklady na předčištění ječmenu na lince ve firmě X

	<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Náklady na elektrickou energii</b>	$N_{elpj}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	2617,1
<b>Mzdové náklady</b>	$N_{mzj}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	4650
<b>Celkové náklady</b>	$N_{cj}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	7267,1
<b>Jednotkové náklady</b>	$jN_j$	[Kč.t <sup>-1</sup> ]	26

Náklady na předčištění hrachu v této lince jsou uvedeny v tabulce č. 10. Tyto hodnoty jsou spočítány podle vzorců 3, 6, 9 a 12.

Tabulka č. 10 - Náklady na předčištění hrachu na lince ve firmě X

	<b>Značka</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Hodnota</b>
<b>Náklady na elektrickou energii</b>	$N_{elph}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	2448,2
<b>Mzdové náklady</b>	$N_{mzh}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	4350
<b>Celkové náklady</b>	$N_{ch}$	[Kč.rok <sup>-1</sup> ]	6798,2
<b>Jednotkové náklady</b>	$jN_h$	[Kč.t <sup>-1</sup> ]	37,8



## **6. Diskuze**

Teoretické variabilní náklady obou linek jsou podobné a to i za použití rozdílných strojů. Níže v této práci jsou uvedeny návrhy na zlepšení obou linek.

V podnikové literatuře Petkus uvádí, že použitím aktivních hnaných kartáčů, stěrek nebo válečků se docílí trvale čisté plochy (FIREMNÍ LITERATURA PETKUS, 2015).

Firemní literatura Westrup uvádí, že pro dostačující čištění sít postačují gumové míčky pohybující se v rámu síta (FIREMNÍ LITERATURA WESTRUP, 2016).

Při sledování obou linek bylo zjištěno, že jako vhodnější stroj pro předčištění se jeví předčistička Petkus. Sice vyžaduje větší příkon při podobné výkonnosti, ale disponuje propracovanějším systémem čištění sít.

### **6.1 Návrhy na zlepšení**

Obě linky jsou již starší a v některých ohledech by potřebovaly modernizaci.

#### **6.1.1 Návrh na zlepšení posklizňové linky v Lužanech**

V této lince by největší modernizaci potřebovalo ovládací centrum celé linky. Pro obsluhu, která je na lince desítky let, není ovládání linky žádný problém, ale kdyby měl přijít někdo nový, trvalo by zbytečně dlouho jeho zaučování.

Další modernizaci by potřeboval systém aktivního provzdušňování, který sice funguje spolehlivě, ale nad provzdušňovanými sily je málo místa a sráží se tam vlhkost.

Podle autorů MARTINEK a FILIP (2012) by bylo vhodné řešení umístit nad sila tzv. protikondenzační ventilátor, který odsává vodní páry ven z objektu.

#### **6.1.1 Návrh na zlepšení posklizňové linky ve firmě X**

Tato posklizňová linka je starší než druhá zmiňovaná. V této lince jsou hodně používány stroje od firmy Petkus, které sice fungují spolehlivě, ale na trhu se pohybují modernější stroje s lepšími vlastnostmi. Předčistička K – 547 má sice dobře řešeno čištění sít, ale při své výkonnosti má dost velký potřebný příkon.

Tato linka měla o něco vyšší náklady na předčištění. Tyto náklady by šly snížit za použití modernější předčističky, která nepotřebuje, tak velký příkon.

## **6.2 Porovnání posklizňových linek s dostupnými normativy**

V Příloze č. 1 k vyhlášce č. 129/2012 Sb. Jsou uvedeny hodnoty čistoty osiva, klíčivosti a vlhkosti. Pro pšenici a ječmen musí být nejmenší hodnota čistoty 98 %. Klíčivost musí být nejméně 85 %. Vlhkost osiva, těchto dvou plodin musí být maximálně 15 %.

Ve vyhlášce č. 129/2012 Sb. Jsou uvedeny hodnoty čistoty, klíčivosti a vlhkosti osiva hrachu. Čistota musí být nejméně 98 %, klíčivost 80 %. Vlhkost osiva hrachu nesmí přesáhnout hranici 16 %.

Hodnoty čistoty a vlhkosti zrna obou linek jsou uvedeny v tabulce č. 3 a tabulce č. 4. Ani jedna linka by po předčištění zrna hodnoty čistoty nesplnila, ale zrna bude dále čištěno a tříděno, takže se tyto hodnoty zredukují na požadované. Vlhkost osiva se také zredukuje sušením nebo provzdušňováním na požadovanou. Klíčivost zrna zkoušena nebyla.

## **7. Závěr**

Teoretické jednotkové variabilní náklady na předčištění pšenice na lince v Lužanech jsou  $24 \text{ Kč.t}^{-1}$ , na předčištění ječmenu  $25,5 \text{ Kč.t}^{-1}$  a na předčištění hrachu  $37,1 \text{ Kč.t}^{-1}$ .

V druhé lince jsou teoretické jednotkové variabilní náklady na předčištění pšenice  $25,5 \text{ Kč.t}^{-1}$ , na předčištění ječmene  $26 \text{ Kč.t}^{-1}$ , na předčištění hrachu  $37,8 \text{ Kč.t}^{-1}$ .

Z výsledků vyplývá, že posklizňová linka společnosti Selgen a.s. v Lužanech má o něco nižší variabilní náklady, ale má také o trochu menší výkonnost.

## 8. Přehled použité literatury

FIREMNÍ LITERATURA FIRMY PETKUS (2015)

FIREMNÍ LITERATURA FIRMY WESTRUP (2016)

KALINOVÁ J. (2007). *Posklizňová úprava, skladování a zpracování rostlinných bioproduktů: odborná monografie*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. 18 s., ISBN 9788073940331.

KOLOMAZNÍK J., FRYZELKA P., HOFFMANNOVÁ L., JANOTA J., JANUŠ J., MAZÁČOVÁ Z., MEZULIÁNÍK M., POLICER E., ŠORFOVÁ M a J. ZEDNÍK (2006). *Správná výrobní praxe pro skladování zrnin a olejnin*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 27 s., ISBN 8070845619.

MALEŘ J. (1996a). *Posklizňové ošetřování zrnin*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. 57 s., ISBN 8071051128.

MALEŘ J. (1996b). *Skladování zrnin*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Mechanizace (modrá ř.), 58 s., ISBN 8071051138.

MARTINEK V. a P. FILIP (2012). *Mlynářská technologie svazek 2*, Praha: Svaz průmyslových mlýnů ČR, 208 s., ISBN 9788023994759

NEUBAUER K., FRIEDMAN M., JECH J., PÁLTIK J a F. PTÁČEK (1989). *Stroje pro rostlinnou výrobu*. Praha: SZN. 716 s., ISBN 8020900756.

ROH J., KUMHÁLA F. a P. HEŘMÁNEK (1997). *Stroje používané v rostlinné výrobě*. Praha: Credit, 275 s., ISBN 8021303271.

SKALICKÝ J., KROUPA P., BRADNA J. a L. PASTORKOVÁ (2008). *Ošetřování a skladování zrnin ve věžových zásobnících a halových skladech: metodická příručka*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 78 s., ISBN 9788086884387.