

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra technologických zařízení staveb



Diplomová práce

**Způsoby dlouhodobého skladování potravinářských
zrnin a vliv na jakost**

Bc. Radek Veselý

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Radek Veselý

Technologická zařízení staveb
Zařízení v agropotravinářském komplexu

Název práce

Způsoby dlouhodobého skladování potravinářských zrnin a vliv na jakost

Název anglicky

Methods of long-term storage of food grains and the impact on quality

Cíle práce

Skladují-li se zrniny, které prošly minimální posklizňovou úpravou (vysoká vlhkost a velké množství nežádoucích příměsí), je nutné ve skladovacím prostoru vytvořit atmosféru, která výrazně zpomaluje veškeré biologické, fyzikální a chemické pochody probíhající ve skladované surovině. Cílem práce je návrh opatření pro vytvoření vhodných podmínek při posklizňovém ošetření a následném skladování, které během krátkého časového úseku upraví zrniny na přijatelné jakostní parametry, jež umožňují jejich dlouhodobého skladování.

Metodika

Diplomová práce vychází z provedeného literárního rozboru a vlastních závěrů studenta při vyhodnocení možností zachování kvality potravinářských zrnin při dlouhodobém skladování. Praktická část diplomové práce bude zahrnovat posouzení vlivu jednotlivých technologií použitých v rámci posklizňových úprav zrnin na jejich jakost a technicko-ekonomické porovnání.

Diplomová práce se bude skládat z těchto částí:

1. Úvod
 2. Cíl práce a metodika
 3. Přehled poznatků z literatury
 4. Výchozí podmínky řešení
 5. Návrh řešení a dosažené výsledky
 6. Diskuse a závěry
 7. Seznam literatury
 8. Přílohy
-

Doporučený rozsah práce

50-60

Klíčová slova

potravinařské zrniny, posklizňové ošetření, dopravní cesty, skladování

Doporučené zdroje informací

- MALEŘ, J. – KROUPA, P. – VYSOKÁ ŠKOLA ZEMĚDĚLSKÁ V PRAZE. TECHNICKÁ FAKULTA. *Potravinářské linky I a II*. V Praze: Vysoká škola zemědělská, 1993. ISBN 80-213-128-7.
- MALEŘ, J. – KROUPA, P. – VYSOKÁ ŠKOLA ZEMĚDĚLSKÁ V PRAZE. TECHNICKÁ FAKULTA. *Technologie výroby potravin*. Praha: Vysoká škola zemědělská ve Vydavatelství a nakl. H + H, 1992. ISBN 80-213-0146-5.
- MALEŘ, J. *Posklizňové ošetřování zrnin*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 1996. ISBN 80-7105-112-8.
- MALEŘ, J. *Zpracování obilovin*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1994. ISBN 80-7105-073-3.
- SKALICKÝ, J., P. KROUPA, J. BRADNA a L. PASTORKOVÁ. Ošetřování a skladování zrnin ve věžových zásobnících a halových skladech: metodická příručka. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2008, 80 s. ISBN 978-80-86884-38-7.

Předběžný termín obhajoby

2022/2023 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Jiří Bradna, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 1. 2. 2022

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2022

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 28. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Způsoby dlouhodobého skladování potravinářských zrnin a vliv na jakost" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2023

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu své diplomové práce Ing. Jiřímu Bradnovi, Ph.D. za rady, připomínky a zejména za vstřícný přístup a čas, který mi věnoval.

Způsoby dlouhodobého skladování potravinářských zrnin a vliv na jakost

Abstrakt

Diplomová práce pojednává o posklizňových úpravách zrnin a s tím spojenými vlivy na jakost zrnin. Práce se skládá ze dvou částí. V první části je čerpáno z odborné literatury a zaměřuje se na popis posklizňové linky počínaje příjmem a konče skladováním zrna. V praktické části byly na lince ve Středočeském kraji měřeny ztráty zrna na pásovém a řetězovém dopravníku. Množství zlomků i celkové mechanické poškození zrna u pásového dopravníku vyšlo téměř 10x menší než u dopravníku řetězového. Na základě těchto hodnot bylo vydáno doporučení k využívání pásových dopravníků místo dopravníků řetězových. Dále byl proveden výpočet parametrů pásového dopravníku. V závěru diplomové práce je zhodnocena investice na nákup nového pásového dopravníku, který by se pořídil za již zastaralý, nyní používaný, řetězový dopravník. Daná investice vyšla s návratností do 2. let od pořízení zařízení, takže ji lze doporučit.

Klíčová slova: posklizňová linka, potravinářské zrniny, pšenice, pásový dopravník, řetězový dopravník

Methods of long-term storage of food grains and the impact on quality

Abstract

The master's thesis discusses about post-harvest treatment of grains and its impact on grain's quality. The thesis composes of two parts. First part focuses on the description of post-harvest line, starting with receipt of the grain and ending with its storing. In the first part the information is taken from technical literature. In the second, practical part were the losses of grain on belt conveyor and on chain conveyor in the company located in Central Bohemia region measured. The amounts of fragments and total mechanical damage of grain were 10x lower on belt conveyor than chain conveyor. On the basis of these figures, the recommendation of using rather belt conveyors than chain conveyors were released. In the next part, the calculations of parameters of conveyor belt were made. In the conclusion of master's thesis, the investment of buying new belt conveyor was evaluated. This new belt conveyor would be purchased and used instead of the current chain conveyor. That investment would work out with return in just under two years, so this investment can be recommended.

Keywords: post-harvest line, food-grade grain, wheat, belt conveyor, chain conveyor

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce a metodika	2
2.1 Cíl práce	2
2.2 Metodika	2
3 Přehled poznatků z literatury	3
3.1 Potravinářské zrniny	3
3.1.1 Složení obilovin	3
3.1.2 Pěstování obilovin.....	5
4 Příjem zrna	6
4.1 Příjmový zásobník.....	6
4.1.1 Nadúrovňový příjmový zásobník.....	7
4.1.2 Podúrovňové příjmové zásobníky	7
4.2 Čištění a předčištění zrna	8
4.2.1 Předčištění zrna.....	8
4.2.2 Čističky zrna	10
4.3 Sušení	11
5 Požadavky na potravinářské zrniny	12
6 Skladování zrnin	13
6.1 Podlahové sklady zrnin	14
6.1.1 Druhy provzdušňování.....	15
6.1.2 Provzdušňovací zařízení s nadúrovňovými kanály.....	15
6.1.3 Provzdušňovací zařízení s podúrovňovými kanály	16
7 Věžové sklady zrnin	17
8 Manipulace se zrnem	19
8.1 Pásové dopravníky	19
8.2 Řetězové dopravníky	19
8.3 Korečkové elevátory	20
8.4 Šnekové dopravníky	22
9 Vlastní práce.....	23
9.1 Výsledky měření poškození zrna při logistických úlohách.....	24
9.1.1 Poškození zrna pásovým dopravníkem.....	25
9.1.2 Poškození zrna řetězovým dopravníkem	26
9.2 Závěr z výsledků měření dopravníků.....	27

9.3	Výpočet parametrů pásového dopravníku	28
9.3.1	Výpočet šířky pásu	28
9.3.2	Výpočet obvodové síly na hnacím bubnu	29
9.4	Ekonomické posouzení investice	33
9.4.1	Charakteristika investice	33
9.4.2	Stanovení investičních nákladů	33
9.4.3	Stanovení výnosů a nákladů	34
9.4.4	Stanovení základních ekonomických ukazatelů	35
9.5	Závěr ekonomického zhodnocení	37
10	Závěr	38
11	Seznam použitých zdrojů	39
12	Přílohy	I

Seznam obrázků

Obrázek 1:	Stavba obilky [2]	4
Obrázek 2:	Nepřejezdny příjmový zásobník s trubkovým uzávěrem [7]	8
Obrázek 3:	Přejezdny příjmový zásobník se šoupátkovým uzávěrem [7]	8
Obrázek 4:	Aspirační zařízení [7]	9
Obrázek 5:	Kombinovaná čistička [13]	10
Obrázek 6:	Halový sklad s nadúrovňovými kanály [23]	15
Obrázek 7:	Přejezdny provzdušňovací rošty [23]	16
Obrázek 8:	Radiální ventilátory umístěné vně skladu [23]	16
Obrázek 9:	Silo s aktivním větráním [1]	17
Obrázek 10:	Vnitřek sila na obilí od výrobce Brock [26]	18
Obrázek 11:	Pásový dopravník a jeho základní součásti [26]	19
Obrázek 12:	Řetězový dopravník [7]	20
Obrázek 13:	Korečkový elevátor (MOZA s.r.o.) [30]	21
Obrázek 14:	Šnekový dopravník [7]	22
Obrázek 15:	Dopravník s tříválečkovou stolicí [27]	28

Seznam tabulek

Tabulka 1:	Průměrné chemické složení obilovin [1]	3
Tabulka 2:	Chemické složení pšeničného zrna [1]	5
Tabulka 3:	Poškození zrna pásovým dopravníkem ND-081, výkonost 75 t/h	25
Tabulka 4:	Poškození zrna řetězovým dopravníkem, výkonost 32 t/h	26
Tabulka 5:	Výsledné hodnoty vybraných parametrů pásového dopravníku	32
Tabulka 6:	Odpisový kalendář	34
Tabulka 7:	Roční průměry cen zemědělských komodit v Kč/t [32]	34
Tabulka 8:	Peněžní toky posklizňové linky - část 1	35
Tabulka 8:	Peněžní toky posklizňové linky - část 2	36

Seznam grafů

Graf 1: Průměrné hodnoty poškození zrna pásovým dopravníkem ND-081, potravinářská pšenice	25
Graf 2: Průměrné hodnoty poškození zrna řetězovým dopravníkem RŽ 250, potravinářská pšenice	26

Seznam příloh

Příloha 1: Rozměry a kritické (vznosové) rychlosti semen zrnin a plevelů [10].....	I
Příloha 2: Průměrné hodnoty kvality pšenice ze sklizně 2021 ve srovnání s kvalitou z předchozích sklizní [5].....	II
Příloha 3: Procentický podíl vzorků pšenice neodpovídajících hodnotami svých parametrů technologické jakosti potravinářské pšenice dle požadavků ČSN 46 1100-2 [5].....	II
Příloha 4: Průměrné hodnoty kvalitativních ukazatelů [5]	III
Příloha 5: Sklad s dělicími stěnami [19].....	III
Příloha 6: Sklad s plně pneumatickou dopravou [19].....	IV
Příloha 7: Druhy řetězů u řetězových dopravníků [1]	IV
Příloha 8: Souproudé plnění korečků v korečkovém elevátoru [7]	V
Příloha 9: Plnění korečků hrabáním v korečkovém elevátoru [7]	V
Příloha 10: Plnění korečků násypným způsobem [7]	V
Příloha 11: Násypné plnění korečků s brzdící clonou [7].....	VI
Příloha 12: Tabulka k určení vedlejších odporů pomocí koeficientu C [27].....	VI

1 Úvod

Zrniny patří k hlavním produktům hospodářství a zároveň tvoří velkou část lidské výživy. Zrniny jsou základem mnoha potravin a podle potřeby využití se používají zrna celá, zbavená obalu nebo rozemletá. Tvoří také nemalou část u výživy zvířat.

Důležitou součástí pěstování zrnin je i jejich posklizňová úprava, mezi které se řadí naskladnění a vyskladnění zrna pomocí různých dopravníků, čištění, sušení a samotné skladování.

Jmenované posklizňové činnosti musí zajistit dostatečnou kvalitu zrnin a jejich minimální ztráty. Jelikož jsou zrniny jednoleté, tak se skladují v rozmezí měsíců až do jednoho roku. Ovšem existují i stálé zásoby a ty se skladují po dobu několika let.

Posklizňové operace musí splňovat mnoho požadavků na uchování požadované kvality zrna, které se stále zvyšují, a proto je potřeba se touto problematikou zabývat.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je zpracovat a vytvořit rozbor posklizňových operací a jejich vlivu na kvalitu a vlastnosti vybraných zrnin, jmenovitě pšenice a ječmene. Hlavním cílem je návrh vhodného opatření pro dopravu na posklizňové lince, vycházející z rozboru jednotlivých druhů dopravníků a porovnání jejich vlastností. Na základě zjištěných okolností bude posouzen vliv používaných dopravníků na míru poškození zrna a z toho doporučení ideálního řešení. Kromě dopravních úloh na posklizňových linkách spadá do posklizňového ošetření mimo jiné i čištění zrna a skladování, které v této práci samozřejmě nebude opomenuto.

2.2 Metodika

Diplomová práce je složená z části literárního rozboru a vlastního měření. První část obsahuje popis zpracovávané suroviny, jejího posklizňového ošetření a rozbor technologie využívané v posklizňovém období od příjmu zrna až po jeho skladování a expedici.

Metodika vlastního měření spočívá v odběru vzorků tří odrůd potravinářské pšenice po průchodu pásovým a řetězovým dopravníkem. Nejdříve bylo změřeno poškození zrna před vstupem do dopravníku a následně na výstupu z dopravníku. Tímto způsobem se zjistilo, jaké poškození dopravník způsobuje. Podle výsledků měření bylo vydáno doporučení.

Na doporučení navazoval výpočet parametrů nového pásového dopravníku pod příjmový koš. Poslední kapitola hodnotí investici spočívající v nákupu nového pásového dopravníku.

3 Přehled poznatků z literatury

3.1 Potravinářské zrniny

Mezi hlavní pěstované zrniny v ČR patří pšenice (*triticum*), ječmen (*hordeum*), oves (*avena*), žito (*secale*) a žitovec (*tritikále*), který vznikl křížením pšenice a žita. Dalšími zrninami jsou např. kukuřice, proso, pohanka a další druhy. Diplomová práce je orientována na nejvýznamnější zrniny, konkrétně potravinářské druhy pšenice.

3.1.1 Složení obilovin

Složení obilného zrna (obilky) je důležité znát kvůli jeho vhodné posklizňové úpravě, dopravě a následnému skladování, popřípadě zpracování před jeho vlastní expedicí. V neposlední řadě toto složení určuje i cenu obilí.

Zrna se skládají z jednotlivých buněk, které se liší ať už obsahem jednotlivých živin nebo jejich velikostí a tvarem. [1]

Celkově obilka obsahuje 12-14 % vlhkosti, 8-16 % bílkovin, 1-5 % tuku a malé množství minerálních látek a vitamínů. Průměrné složení obilovin je uvedeno v tabulce 1.

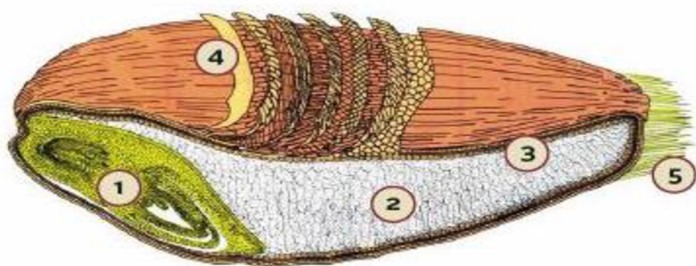
Druh	Vlhkost (%)	Bílkoviny (%)	Sacharidy bez vlákniny (%)	Vláknina (%)	Tuky (%)	Minerální látky (%)
Pšenice	14	12,7	66,6	3,4	1,6	1,7
Žito	14	9,9	70,9	1,9	1,6	1,7
Ječmen	14	11,5	66	4,5	2	2,4
Kukuřice	14	10,3	67,5	2,1	4,9	1,2
Oves	13,5	10,1	57,8	10,7	4,7	3,2
Proso	13,5	11,2	60,7	7,9	3,8	2,9
Pohanka Loupaná	14	8,9	71,3	1,5	1,6	1,7

Tabulka 1: Průměrné chemické složení obilovin [1]

Obilka se skládá ze tří hlavních částí:

- klíček
- endosperm (jádro)
- obaly

Tyto části se liší zejména svým chemickým složením, ale také každá část zastává svojí funkci v životě obilky ať už jako ochrana jádra či dodávání živin klíčku při zapouštění kořínku. Části obilky jsou zobrazeny na obrázku č.1. [1]



Obrázek 1: Stavba obilky [2]

1 - klíček; 2 - endosperm; 3 - aleuronová vrstva; 4 - obalové vrstvy; 5 - chlupy (trichomy)

Klíček tvoří nejmenší část zrna (2 až 3 %). V klíčku se nachází krátký kořínek a krček, který nese vegetační vrchol se založenými lístky. K vypuštění kořínku a procesu růstu vegetačního vrcholu nad půdu slouží živiny uložené v obilce. K dalšímu růstu už obilka čerpá energii fotosyntézou. Klíček obsahuje bílkoviny, tuky a je bohatý na vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E). [1,3]

Jádro se skládá ze dvou částí. Z aleuronové vrstvy (1 vrstva u pšenice a 3 vrstvy u ječmene), která celé jádro obaluje a z vlastního jádra (endospermu). Jádro je tvořeno lepkovými a škrobovými buňkami. Jádro tvoří cca 80 % celkového objemu obilky a tvoří zásobárnu živin, které vyživují klíček při klíčení do doby, než si je sama rostlinka začne brát listy fotosyntézou a kořínky z půdy. Endosperm tvoří z největší části škrob. [1,3]

Obaly jsou tvořeny několika vrstvami buněk, které pokrývají celé obilné zrna a chrání ho tím před všemi vnějšími vlivy, jako jsou například vysychání či poškození. Tato část má význam při skladování obilí či při mletí, kde se odděluje od jádra. U některých druhů obilí, například ječmene, jsou na povrchu ještě 2 lístečky, tzv. pluchy. Obaly celkově tvoří podle druhu obilí 15-25 % objemu celého zrna. [1,3]

Aleuronová vrstva je síť tvořená bílkovinou (lepkem) a spolu s obaly obsahují v obilce nejvíce minerálních látek (zejména Fe, Ca, Mg, I, Zn, Cu, Na, K).

Chemické složení částí pšeničného zrna je zobrazeno v tabulce číslo 2.

Části zrna	Hmotnostní poměr části zrna	Bílkovina (%)	Škrob (%)	Cukry (%)	Vláknina (%)	Pentosany (%)	Tuky (%)	Popel (%)
Celé zrna	100	16,06	63,07	4,32	2,76	8,1	2,24	2,18
Endosperm	81,28	12,91	78,82	3,54	0,15	2,72	0,68	0,45
Klíček	3,24	37,63	-	25,12	2,46	9,74	15	0,32
Obaly s aleuro-novou vrstvou	15,48	28,75	-	4,18	16,2	35,65	7,78	10,5

Tabulka 2: Chemické složení pšeničného zrna [1]

3.1.2 Pěstování obilovin

V České republice se pěstují obiloviny ozimé a jarní. Z těchto druhů je nejvíce dominantní pšenice ozimá, která se seje na přelomu měsíce září a října. Na jaře a v létě dalšího roku se tvoří květy a plody a její sklizeň probíhá obvykle od půlky července. Jelikož obiloviny způsobují zhoršení půdních vlastností, tak se nedoporučuje používat jako předplodinu další obilovinu. Pšenice jarní se většinou seje v březnu a je pouze doplňkovým druhem pšenice ozimé. Vhodné předplodiny jsou stejné jako u ozimé pšenice (okopaniny, olejnin, luskoviny). Dalšími druhy pšenice jsou např. pšenice tvrdá či špalda. [4]

Podle Českého statistického úřadu byla celková sklizeň obilovin v roce 2021 stanovena ve výši 8 227,1 tis. tun s průměrným výnosem 6,11 tun/ha. Ve srovnání s rokem 2020 byla sklizeň o 1,2% větší. [5]

Co se týká jakostních ukazatelů pro potravinářskou pšenici, tak podle dokončených rozborů splňuje hodnocené parametry pouze 58 % vzorků. V letech 2020 a 2019 byly tyto hodnoty 55 % a 63 %. Nejčastějším limitujícím parametrem byl obsah bílkovin a číslo poklesu. [5] Nedílnou částí diplomové práce jsou i kvalitativní rozbor vybraných druhů zrnin s ohledem na použité dopravní cesty.

Naproti tomu u sklizně sladovnického ječmene z roku 2021 vyšly rozbor s celkem vyhovující kvalitou. Ovšem produkci lze považovat za podprůměrnou. Oproti roku 2020 má zrna ječmene vyšší hodnoty přepadu na síť 2,5 mm, čili zrna je větší. Zároveň má příznivý obsah dusíkatých látek. [5]

4 Příjem zrna

Při skladování do 1 roku mohou zrniny obsahovat maximálně 15 % vlhkosti. V případě dlouhodobého skladování je to u osiva 11-12 % a u zrna max. 13-14% vlhkosti. Dále zrniny musí být provzdušňovány a nesmí v průběhu času ztrácet požadovanou kvalitu. Je potřeba udržet zrno v co nejpřirozenějším stavu, proto je žádoucí mít co nejméně posklizňových zásahů. [6]

Skladovací prostory také musí umět rychle přijímat zrno, aby se nesnižovala výkonnost sklizně. Právě přijímání zrna stojí před samotným procesem skladování.

- Příjmový zásobník musí umožňovat sklápění zrna a mít dostatečnou kapacitu.
- Volba příjmu zrna musí vycházet z celkové denní výkonnosti nasazených sklízecích mlátiček. Doporučuje se volit výkonnost linek o 1/3 vyšší, než je výkonnost všech nasazených sklizených mlátiček.
- Zásobník může být nepřejezdny či přejezdny, dále musí disponovat uzávěrem zajišťujícím plynulou regulaci zrna a měl by umožňovat snadné a rychlé čištění zrna při změně druhu zrna. [6]

Příjmová linka má dvě hlavní funkce. Jednak slouží k dopravě obilí z dopravního prostředku do skladu a zároveň provádí částečné čištění obilí. Tento proces začíná u příjmových zásobníků, kde hovoříme o prvotním poškození zrna na posklizňové lince. [1]

4.1 Příjmový zásobník

Příjmové zásobníky se rozdělují na nadúrovňové a podúrovňové, které se ještě rozdělují na přejezdny a nepřejezdny. Ve většině situací je příjem řešen podúrovňovým přejezdným zásobníkem nebo žlabem s uzavíráním shora. Při tomto řešení vznikají minimální ztráty zrna, ovšem u přejezdných zásobníků může dojít k znečišťování zrna od kol dopravních prostředků. Další ztráty mohou vzniknout při využití dočasných skládek zrna při rychlé sklizni a jeho následným přihrnováním mobilní technikou do příjmového zásobníku. Při tomto procesu dochází k poškození zrna od kol a čelní lopaty. [7] Kapacita je 20 až 80 tun a dosahují délky až 13 m a umožňují sklápění zrna z více souprav najednou. [8]

Moderní zásobníky například od firmy PAWLICA, s.r.o. jsou v celoocelem provedení, mají výkon 40-250 t/h, jsou osazeny vybíracím řetězovým dopravníkem (redlerem) s možností regulace výkonu a zajišťují bezezbytkový a velmi efektivní příjem.

Samozřejmostí je umístění příjmového zásobníku do příjmové haly nebo alespoň pod přístřešek, aby byl chráněn před vnějšími vlivy. [9]

Počet zásobníků u stávajících skladů je rozdílný podle toho, zda linka umožňuje příjem vícero druhů zrna současně. [8]

4.1.1 Nadúrovňový příjmový zásobník

Nadúrovňové příjmové zásobníky mají oproti podúrovňovým zásobníkům výhodu, že mohou být i mobilní. Daly by se popsat jako žlaby vybavené regulovatelným uzávěrem s příslušným dopravníkem. Typ dopravníku se volí v závislosti na kapacitě příjmu. Ačkoliv je tento typ zásobníků mobilní, tak se v praxi používají méně než podúrovňové zásobníky. [7]

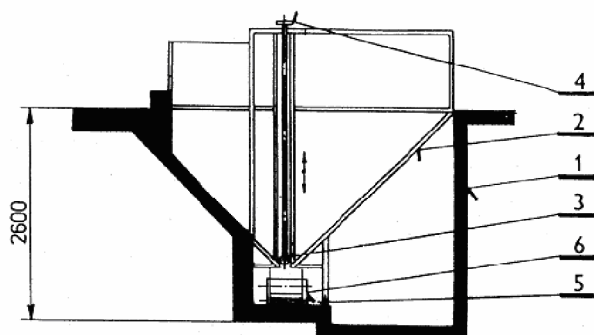
4.1.2 Podúrovňové příjmové zásobníky

Podúrovňové příjmové zásobníky bývají více využívané než nadúrovňové. Zrniny se do nich vyklápějí a na dně příjmového koše je umístěn dopravník, který dopravuje zrno do následujícího zařízení. Druhy dopravníků se mohou lišit. Většinou je pod příjmovým košem využit pásový nebo redlerový (řetězový) dopravník. [9]

Podúrovňové příjmové zásobníky s plynulou regulací toku zrna mají buď trubkový nebo šoupátkový uzávěr a ve směru řezu mají tvar „V“ nebo „W“.

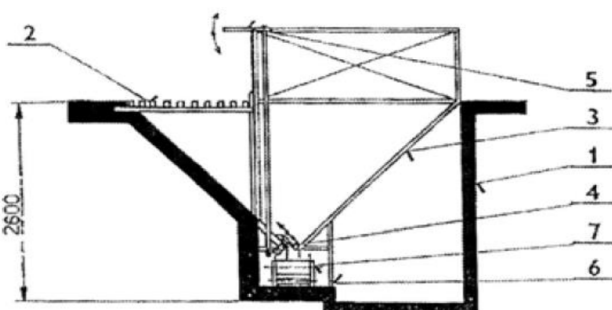
U zásobníku s trubkovým uzávěrem (viz. Obrázek č.2) ovládaným shora se ovládá požadovaná mezera po celé délce příjmového koše. Touto štěrbinou propadávají zrniny na pásový dopravník, který může mít obvodovou rychlost až 2,64 m/s, šířku pásu 0-6 až 0-8 m a je umístěn 80 mm pod vyústěním příjmového koše. Tyto všechny atributy zajišťují dávkování zrnin na pásový dopravník, bez toho, aby se musel příjmový koš uzavírat trubkovým uzávěrem. Obsluha tedy pouze zapíná a vypíná pásový dopravník. [10]

Zásobník se šoupátkovým uzávěrem (viz. Obrázek č.3) funguje na podobném principu jako s trubkovým uzávěrem, akorát zde podélná štěrbinou ve spodní části příjmového zásobníku vytváří mezi pevnou stěnou a pohyblivým šoupátkem. Regulace toku zrna na pásový dopravník je u těchto typů zásobníků přesná, proto nachází využití příjmu malotonážních a speciálních zrnin.[7]



Obrázek 2: Nepřejezdny přijmový zásobník s trubkovým uzávěrem [7]

1 - přijmový zásobník; 2 - demontovatelná stěna; 3 - trubkový uzávěr; 4 - ovládání uzávěru; 5 - držák stěny; 6 - pásový dopravník



Obrázek 3: Přejezdny přijmový zásobník se šoupátkovým uzávěrem [7]

1 - přijmový zásobník; 2 - přejezdny rošt; 3 - demontovatelná stěna; 4 - šoupátko; 5 - ovládání šoupátka; 6 - držák stěny; 7 - pásový dopravník

4.2 Čištění a předčištění zrna

4.2.1 Předčištění zrna

Při sklizení zrnin se získává směs žádoucí složky (hlavní plodina) a složek nežádoucích (příměsí a nečistot). Ačkoliv sklízecí mlátičky umožňují v dnešní době poměrně kvalitní sklizeň čistých zrn, tak obsah nežádoucích komponentů se pohybuje okolo 3-5 %. Tyto nežádoucí složky je potřeba oddělit od hlavní plodiny. [10]

Mezi příměsí řadíme zrna nebo semena s nedostatečnou jakostí, která by snižovala celkovou hodnotu zrna. Tyto hodnoty musí odpovídat příslušným normám. Například potravinářská pšenice nesmí obsahovat mechanicky poškozená zrna, vyklíčená zrna, zrna s fyziologickým rozpraskem nebo zrna zapařená. [10]

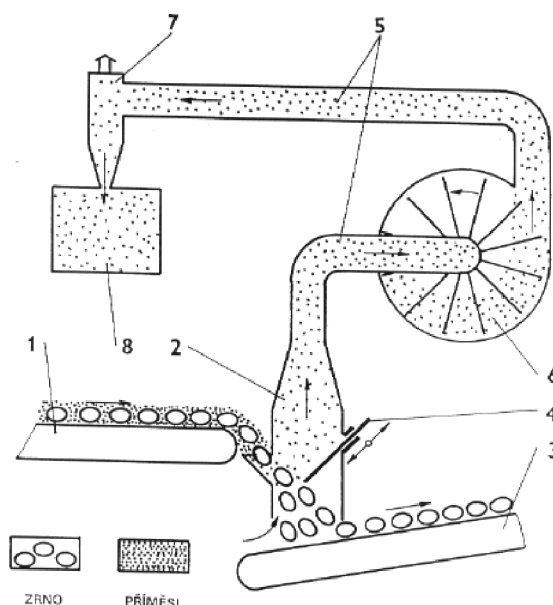
Mezi nečistoty se řadí nepoužitelné nebo nežádoucí složky a spadají pod ně i nežádoucí škůdci nebo zdraví škodlivá semena plevelů. Podle normy u potravinářské pšenice

se za nečistoty považují např. anorganické nečistoty (zemina, kaménky apod.), semena s narušeným jádrem, semena propadlá sítím s kruhovými otvory 2 mm, plesnivá semena a organické nečistoty. [10]

Většinou se při přejímce provádí hrubé předčištění proudem vzduchu. Při tomto rozdělování směsi zrnin je hlavním kritériem kritická (vznosová) rychlost (tabulka vznosových rychlostí semen se nachází v příloze č.1. Při této rychlosti nastává situace, při které se částice ve svislém kanálu nachází v rovnovážném stavu, čili síla tíhy se rovná vztlakové síle v směru vzduchu. [10]

Vzduchové zařízení se skládá ze separační (vzduchové) komory nebo kanálu, ventilátoru, potrubí a odlučovače. K rozdělování směsi zrnin dochází ve vzduchové komoře proudem vzduchu. Ventilátory musí mít nastavitelnou výkonnost a dodávat konstantní množství vzduchu. Ke změně rychlosti vzduchu se používají škrťací clony, které mění průřez sacích otvorů nebo měnič otáček ventilátoru. [10] Slouží k oddělování lehkých poléťavých nečistot a částic prachu ze zrnitých materiálů. [11]

Aspirační zařízení pro předčištění zrnin se umísťuje na přepad pásového dopravníku, který je pod přijímacím zásobníkem nebo před vstupem zrna do korečkového elevátoru který přenáší zrno k dalšímu technologickému zařízení. Toto zařízení je zobrazeno na obrázku č.4 [7]



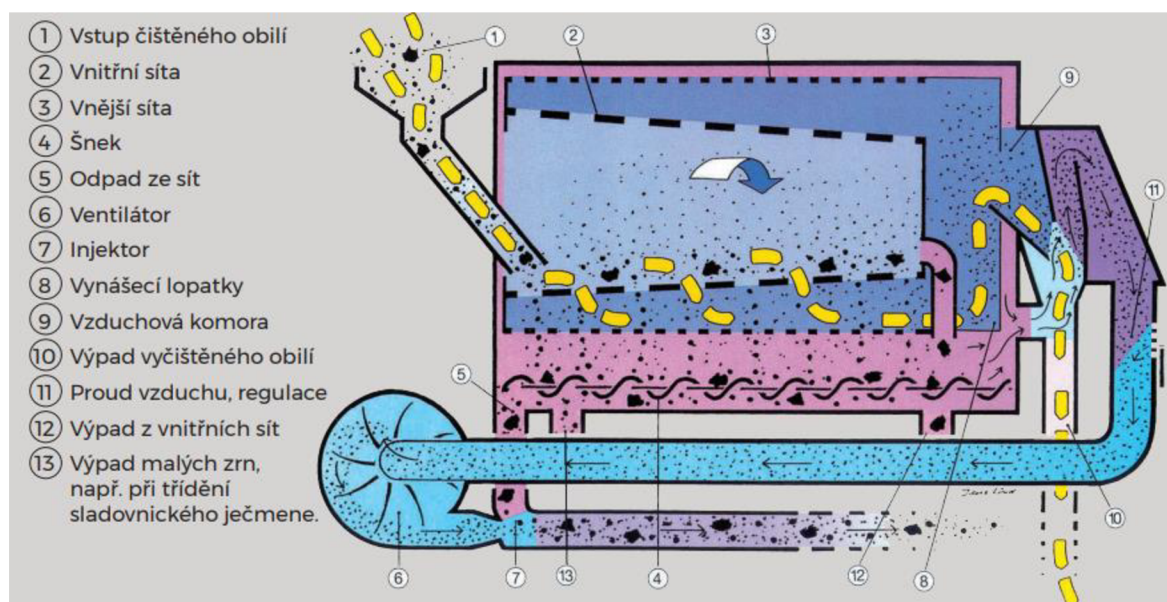
Obrázek 4: Aspirační zařízení [7]

1 - pásový dopravník; 2 - aspirační zařízení; 3 - pásový dopravník; 4 - regulační klapka; 5 - potrubí; 6 - ventilátor; 7 - odlučovač; 8 - prachová komora

4.2.2 Čističky zrna

K dočištění zrna slouží čističky zrna, které pracují se sítí. Síta mohou být rovná, nakloněná či válcová (TRIER). Volbu síta má na starosti odpovědný pracovník, který tak učiní na základě odběru vzorků materiálu určeného k čištění. Kvalita čištění závisí na seřízení stroje, čili znalost obsluhy hraje v této roli velký význam. Například pro čištění potravinářské pšenice se používají síta s otvory 2,2 mm, žito 1,8-1,9 mm a pro řepku síta s kulatými otvory do 3,5mm. Kvalita čištění se kontrolu odebráním vzorku cca 1x za hodinu. [12]

Často se využívají čističky, které kombinují mechanický a pneumatický způsob čištění obilí. Síta vytřídí nečistoty podle velikosti a lehké nečistoty a prach odstraní proud vzduchu v aspirační komoře. [13]



Obrázek 5: Kombinovaná čistička [13]

Čištěná plodina vstupuje přívodním potrubím do vnitřního síta, kde se zachytí velké nečistoty. Tento bubn se kuželovitě zužuje směrem od vstupu obilí, a tak zajišťuje zpomalení pohybu zrna, které spolu s drobnými nečistotami propadnou do vnějšího síťového bubnu. Tímto bubnem propadnou pouze drobné nečistoty, které se spolu s nečistotami oddělenými vnitřním sítím shromažďují v dolním žlabu, kde jsou šnekem dopravovány do výpadu ze sít a do výfukového potrubí nebo do otevřeného výpadu. Čisté obilí je ze vnějšího bubnu vyzdviženo vynášecími lopatkami a dostává se do vzduchové komory, kde se oddělí zbytek lehkých nečistot. Vyčištěné obilí odchází potrubím k dalšímu zpracování. [13]

K poškození na síťových třídících dochází nejčastěji z použití nevhodných sít, špatného nastavení rychlosti a nedostatečně proškolené obsluhy.

Po tomto procesu je zrno připraveno ke zpracování, případně k sušení. Při sušení dochází k poškození většinou nevhodně zvolenou teplotou, dobou zdržení v jednotlivých sekcích sušáren nebo nedostatečným dochlazením po procesu sušení před vlastním naskladněním zrna do věžových zásobníků, kde je již stabilizované zrno o teplotě diametrálně nižší než čerstvě dosoušeného zrna.

4.3 Sušení

Cílem sušení zrnin je zredukovat vlhkost zrn, aby se zastavily biologické pochody zrnin a ty se pak daly dlouhodobě skladovat. [14]

Sušení je základní způsob konzervace zrnin. Základním požadavkem je snížení obsahu vody pod 15 % při krátkodobém skladování a pod 12 % při dlouhodobém skladování. [10]

Při sušícím procesu je klíčovým faktorem odebrat vlhkost co nejrychleji a zvolit teplotu, která neovlivňuje barvu, texturu a chuť zrna. Nízká počáteční teplota může způsobit vznik mikroorganismů, zatímco příliš vysoká teplota v kombinaci s nízkou vlhkostí způsobí ztvrdnutí povrchu zrn a tím je bude složitější vysušit. [15]

Sušení se dá rozdělit na dva způsoby. A to na sušení přirozené na slunci a sušení umělé.

Přirozené sušení spočívá v rozprostření zrnin venku na zem, kde se na slunci usuší. Rozprostření umožňuje jednotné schnutí zrna. Zrno se musí při tomto způsobu pravidelně míchat a obracet. Ačkoliv je tato metoda jednoduchá, tak se ji doporučuje vykonávat pouze v oblastech s nízkou vlhkostí vzduchu. [15]

Umělé sušení poskytuje rychlejší sušení, a navíc v kontrolovaném prostředí. Produkt je v sušárně vystaven ohřátému upravenému vzduchu zahřátému na určitou teplotu. Tento typ sušení je dobré řešení umožňující rychlé sušení za uchování kontrolované kvality zrnin. Ačkoliv oproti sušení na slunci mají sušárny nevýhodu v pořizovací ceně a jejich provozu. Proto je využívají zejména velké podniky, které si mohou sušárny finančně dovolit. [15]

Existuje mnoho druhů teplovzdušných sušáren, např. sesypné, šachtové, teplovzdušné, kontinuální, s nepřímým ohřevem nebo i s odlučováním nečistot. [10]

Ze situačních a výhledových zpráv vyplývá, že se nacházíme v sušších oblastech, čili sklizené zrno se v mnoha případech nemusí ani dosušet a rovnou putuje do provětrávaných skladů. [5]

5 Požadavky na potravinářské zrniny

Požadavky pro jakost, kontrolu a dodávání obilovin určených jako surovina pro lidskou výživu určují normy ČSN 46 1100 - Obilí potravinářské. [16]

- ČSN 46 1100-2: Pšenice potravinářská
- ČSN 46 1100-3: Pšenice tvrdá
- ČSN 46 1100-4: Žito
- ČSN 46 1100-5: Ječmen sladovnický
- ČSN 46 1100-6: Ječmen potravinářský
- ČSN 46 1100-7: Oves potravinářský
- ČSN 46 1100-8: Kukuřice potravinářská [16]

Potravinářská pšenice nesmí obsahovat plesnivá zrna. Dále musí být vyzrálá bez cizích pachů a škůdců. Dle požadavků normy ČSN 46 1100-2 se posuzují podle následující hodnoty:

1. Objemová hmotnost
2. SDS - seditest (sedimentační hodnota)
3. Číslo poklesu (viskotest)
4. Obsah N-látek
5. Obsah příměsí
6. Obsah nečistot

V příloze číslo 2 je tabulka SVZ obilovin za rok 2021, ve které jsou zobrazeny průměrné hodnoty kvality pšenice ze sklizně 2021 ve srovnání s kvalitou z předchozích sklizní a v příloze č. 3 je vyjádřen procentický podíl vzorků pšenice neodpovídajících hodnotami svých parametrů technologické jakosti potravinářské pšenice dle požadavků ČSN 46 1100-02. [7]

Například u ječmene se stanovují ještě odlišné parametry jako vlhkost zrna, přepad zrna na síť 2,5mm, zrnové příměši sladařsky nevyužitelné (různě poškozená zrna). Dále se stanovují zrnové příměši sladařsky částečně využitelné, nečistoty a příměši. Také se stanovuje klíčivost, obsah vody, bílkovin a škrobu v ječmeni. Průměrné hodnoty kvalitativních ukazatelů jsou zobrazeny v příloze č.4. [7]

6 Skladování zrnin

Jelikož obvykle mají příměsi a nečistoty vyšší vlhkost než zrniny, je základním předpokladem bezztrátového skladování čistý výmlat a správné předčištění obilí. Pokud by se skladovaly špatně vyčištěné zrniny, nacházely by zde kvůli zvýšené vlhkosti škůdci a choroby (plísně a bakterie) optimální podmínky pro jejich šíření. [17]

Čím vyšší je teplota a vlhkost skladovaných zrnin, tím více celá masa tohoto materiálu dýchá. Při dýchání dochází ke ztrátám vlivem odbourávání bílkovin a škrobu. Zároveň se uvolňuje z obilí vnitřní voda a narůstá teplota obilí. To zapříčiní již zmíněný rozvoj bakterií. Z tohoto důvodu musí být v obilné mase v určených intervalech kontrolována teplota, vlhkost a zápach vzduchu. Zároveň je dobré podle potřeby obilí provzdušňovat. [17]

Z hlediska využití větrání lze obilí rozdělit do tří skupin podle vlhkosti:

- Obilí s vlhkostí do 15 % - Zde je potřeba aktivním větráním zajistit snížení teploty pod 10 °C. U takto „ošetřeného“ obilí se téměř zastaví dýchání a tím se dá dlouhodobě skladovat a zároveň neztrácí na hmotnosti. [1]
- Obilí s vlhkostí od 15 do 18 % - Obilí s takovouto vlhkostí by se mělo před uskladněním sušit. Ovšem za použití aktivního větrání lze toto obilí rovnou skladovat a zároveň sušit. Takto ošetřené obilí se může skladovat až několik měsíců. [1]
- Obilí s vlhkostí vyšší než 18 % - Takto vlhké obilí je potřeba před skladováním sušit uměle. Ovšem jestliže například z kapacitních důvodů není možné sušení, tak za využití aktivního větrání lze udržet obilí v nepoškozeném stavu až do doby, kdy se nám uvolní kapacita na umělé sušení. [1]

Optimální skladovací teploty pro obilniny jsou 5-10 °C. Teplota nad 20 °C nesmí být překročena. Při provzdušňování je potřeba dbát na teplotu obilné masy a na teplotu a relativní vlhkost vzduchu. Provětrávání teplejším venkovním vzduchem než teplota obilí se nedoporučuje. Vzduch by se chladil o obilnou masu a mohl by být překročen rosný bod. Tím by vodní páry ve vzduchu mohly začít kondenzovat na povrchu obilí a tím zvyšovat jeho vlhkost. Pro nepřekročení rosného bodu slouží všeobecně pravidlo 5°C. Tzn., že obilí může být provětráváno vzduchem tehdy, je-li jeho teplota maximálně o 5 °C rozdílná než teplota skladovaného obilí. [17]

6.1 Podlahové sklady zrnin

Ačkoliv mají podlahové sklady větší ztráty zrna než sklady věžové, stále jsou velice rozšířeny a zároveň to bývají jednoduché stavby. Pro uskladnění v těchto skladech musí být navržený systém provzdušňování, který zabraňuje zvyšování vlhkosti zrnin, která dále způsobuje výskyt plísní, bakterií a škůdců. Kromě provzdušňování zabraňuje vlhkosti izolovaná podlaha skladu proti spodní vodě. Podlahové sklady mohou mít kapacitu až 5000 tun. [18]

Postupem let se zvyšují kvůli zavádění moderních technologií nároky na všechny posklizňové operace. Chceme dosáhnout takové situace, že bychom měli takovou skladovací kapacitu, která umožňuje prodat úrodu v okamžiku kdy je nejvyšší prodejní cena. Uvádí se, že skladovací kapacita by měla být o 10 až 20 % větší, než je vypočítaná kapacita sklizně. Abychom toho dosáhli, tak je potřeba se řídit určitými pravidly a doporučeními. Například způsob a výkonnost vyprazdňování skladu závisí na příjmu zrna daného podniku, tzn. že by nikde neměly být prostoje. Když už je zrno ve skladu, tak výkonnost ventilátorů a tepelných zdrojů by měla být taková, aby bylo možné na 1/4 až 1/3 ploše skladu v průběhu 8-10 dní snížit vlhkost zrnin o 4 %. Při skladování na podlaze je doporučeno využít tepelné zdroje, které dokáží zvýšit teplotu suchého vzduchu o 4 až 6 °C oproti vnější teplotě. Pro stavbu skladu je nejvhodnější rovná betonová podlaha (ať už s podúrovňovými kanály nebo bez nich). Zároveň musí být tak pevná, aby byla schopná snést zatížení stěn, materiálu či dopravního prostředku. V neposlední řadě je potřeba mít pevné stěny skladu, nejčastěji železobetonové, které snesou nejen povětrnostní vlivy, ale i boční tlaky vrstvy zrnin. [19]

Naskladňování a vyskladňování zrnin může probíhat mnoha způsoby. V halových skladech nacházejí využití čelní nakladače. Kromě této varianty se využívají (i v systémech s dělicími stěnami) mechanické dopravníky jako jsou např. korečkové dopravníky, řetězové dopravníky, pásové nebo šnekové dopravníky.[20]

V neposlední řadě zde nacházejí využití i dopravníky pneumatické. U těchto dopravníků bývá výstavba potrubního vedení (ať dočasného nebo trvalého) díky inovacím od výrobců snadná a rychlá. [21]

Dělají se také sklady s kombinovanou dopravou. Např. naskladňování je řešeno mechanickou dopravou a vyskladňování dopravou pneumatickou. [19]

V příloze č. 5 je pro lepší pochopení zobrazení skladu s dělicími stěnami, kde probíhá naskladňování mechanickými dopravníky a vyskladňování pneumatickými. V příloze č. 6 je sklad s plně pneumatickou dopravou.

6.1.1 Druhy provzdušňování

Základem provzdušňování jsou rozvodné kanály napojené na provzdušňovací ventilátory.

Druhy provzdušňovacích zařízení:

- s nadúrovňovými kanály
- s podúrovňovými kanály

Obě varianty dále rozdělujeme na provzdušňovací zařízení:

- s hlavním kanálem s rozvodnými kanálky, tj. řešení zpravidla jedním ventilátorem
- s podélnými rozvodnými kanály napojenými na více ventilátorů
- s příčnými rozvod. kanály napojenými na více ventilátorů či přemístitelný ventilátor [7]

6.1.2 Provzdušňovací zařízení s nadúrovňovými kanály

Sklady s tímto typem provzdušňovacích kanálů jsou vhodným řešením pro mechanizované naskladňování a vyskladňování zrnin a při skladování s kapacitou minimálně 4000 tun. Při používání čelních nakladačů je potřeba nadúrovňové kanály demontovat, jinak by se při přejetí nakladačem poničily. Proto je potřeba, aby nadúrovňové kanály šli snadno montovat a rozebírat. [22]



Obrázek 6: Halový sklad s nadúrovňovými kanály [23]

System se může používat jak pro sušení, tak pro chlazení zrnin. Rozdíl mezi sušením a chlazením je v tom, jaký typ vzduchu se používá. Moderní zařízení mají řídicí systém, který na základě změřené vlhkosti okolního vzduchu spouští ventilátor, popřípadě ohřívač. [24]

Hlavní kanál je umístěn buď k jedné straně nebo mezi stěny konstrukce skladu. Jeho rozměry je potřeba zvolit taky, aby zabezpečil rovnoměrný rozvod vzduchu. Rychlost vzduchu v kanálu by neměla být větší než 10 m/s. Platí pravidlo, že průřez hlavního kanálu by měl být 1/3-1/4 podlahové plochy využívané k sušení. [19]

Z hlavního kanálu vycházejí kanály rozvodné z děrovaného plechu, jejichž délka by neměla překročit 25 m kvůli nerovnoměrnému rozdělení vzduchu. [7]

6.1.3 Provdzdušňovací zařízení s podúrovňovými kanály

Pro tyto zařízení platí stejné vzduchotechnické podmínky jako u nadúrovňových kanálů. Ovšem velikou výhodou těchto systémů při vyskladňování oproti zařízením s nadúrovňovými kanály je to, že odpadá demontování kanálů. Tyto kanály jsou přejezdné mobilní technikou, proto se překrývají například rošty z plechové oceli či litinovými rošty. Tento typ zařízení nachází využití v otevřených plochách i v uzavřených skladech, kde má větší význam. [7]

Hlavní předností podlahových skladů je jejich univerzálnost. Především u skladů s podúrovňovým provzdúšňovacím zařízením se nachází uplatnění při dosoušení balíku sena nebo slámy či uskladnění jiného materiálu. Ovšem za těchto podmínek je třeba volit ventilátor vhodný k dané činnosti. Zároveň je možnost umístění ventilátorů uvnitř skladu nebo vně. [7]



Obrázek 7: Přejezdné provzdúšňovací rošty [23]



Obrázek 8: Radiální ventilátory umístěné vně skladu [23]

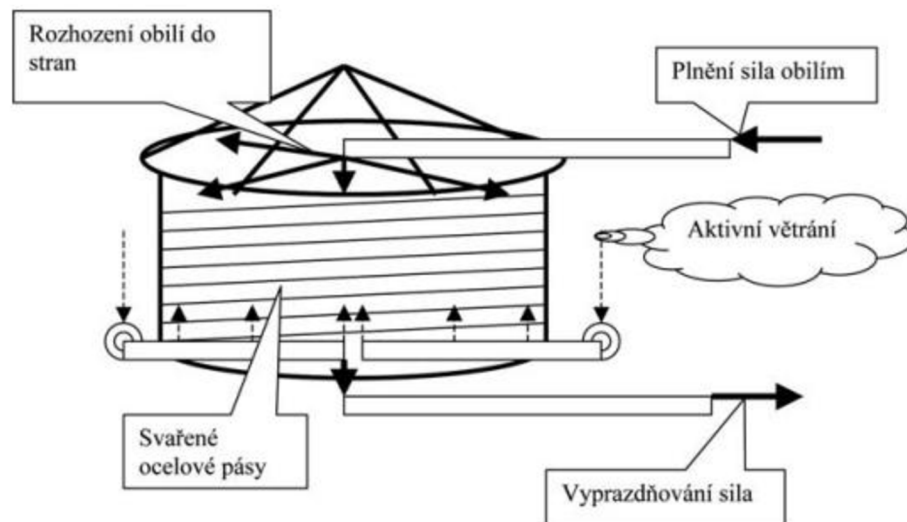
7 Věžové sklady zrnin

Věžových zásobníků je vícero druhů. Ovšem všechny druhy mají oproti hangárovým skladům menší ztráty zrna (0,5-1 %). Další výhodou je potřeba menšího prostoru při stavění věžového skladu zrnin než skladu hangárového.

Mohou být postaveny na rovnou betonovou základovou desku, popřípadě mohou mít výsypky ve tvaru jehlanu či kužele. Využití určitého typu věžového skladu závisí na jeho skladovací kapacitě, kdy moderní sila mohou mít kapacitu od 100 až po deseti tisíce tun.

Plášť je většinou vyroben z ocelových segmentů nebo z podélně stočeného ocelového pásu. Jeho průřez je většinou kruhový, čtvercový nebo výjimečně obdélníkový. [7]

Všechna sila jsou pozinkovaná nebo smaltovaná a mají možnost aktivního provzdušňování. [23]



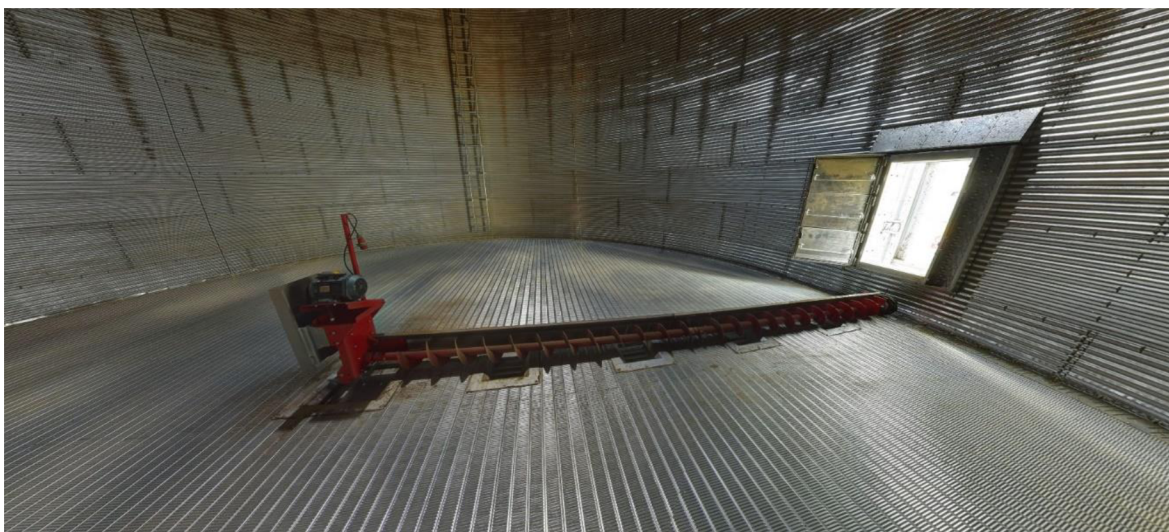
Obrázek 9: Silo s aktivním větráním [1]

Tloušťka betonové základové desky závisí únosnosti půdy (která se zjišťuje geologickým průzkumem) a na výsledku statického výpočtu. V průměru se tloušťka základové desky pohybuje od 0,6-0,8 m. Po obvodu zásobníku je železobetonový prstenec o tloušťce 1,2 až 1,5 m. [25]

Každá základová deska pro věžový zásobník musí mít zabudovaný podúrovňový systém provzdušňovacích kanálů, na které se poté napojují ventilátory umístěné vně zásobníku. [25]

Naskladňování věžových zásobníků může probíhat různými druhy dopravníků (korečkový, řetězový, ...) nebo pneumaticky. Naopak vyskladňování zrna probíhá převážně gravitačním způsobem, kdy zrno dopadá na pásové dopravníky, které jsou umístěny v technologickém kanále desky. Tímto způsobem ovšem nejde vyskladnit celou kapacitu zásobníku, proto se zbytek zrna uvnitř zásobníku vyskladňuje oběžným šnekovým dopravníkem, který bývá i přenosný. [25]

Technologický (vyskladňovací) kanál má rozměry 0,5 x 0,7 m. V tomto vyskladňovacím kanále je umístěn pásový dopravník o šířce pásu 0,5 m a jeho délka by měla přesahovat poloměr zásobníku minimálně o 1 m. Vyskladňovací kanál je pokryt dřevěnými deskami a uzávěry, jejichž ovládání je řešeno pákovým mechanismem umístěným na vnější straně zásobníku. Nejprve se otevře středový uzávěr a další uzávěry se otvírají až tehdy, když už středovým otvorem nepadá žádné zrno. Čili v zásobníku je zrno pod syným úhlem ke středu. Tímto středovým uzávěrem je vyskladněno až 80 % zrna. Následně je pákovým mechanismem otevřen další uzávěr umístěný nejbližší středu. Další uzávěry se otvírají ručně uvnitř zásobníku. Tímto způsobem vznikne nad vyskladňovacím kanálem vstupní koridor. Pak se otevře vstupní otvor v plášti nad vyskladňovacím kanálem, kde je umístěn pásový dopravník. Zde se zasune do zásobníku demontovaný oběžný šnekový dopravník, který se uvnitř následně smontuje a uvede do provozu. Šnekový dopravník obíhá po obvodu zásobníku a při tom šnek přihrnuje zrno směrem ke středovému otvoru. U středového otvoru propadá na pásový dopravník a je vyskladněno. Touto metodou je vyklizen zbytek zásobníku. [7]



Obrázek 10: Vnitřek sila na obilí od výrobce Brock [26]

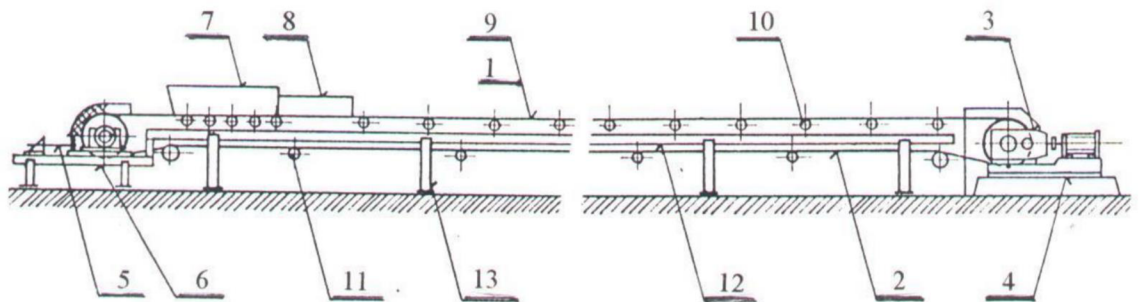
8 Manipulace se zrnem

Při manipulaci se zrnem dochází obecně k velkému mechanickému poškození. Proto je důležité využívat vhodné dopravníky, které mají minimální vliv na poškození zrna. K dopravě zrna se v současné době nejvíce využívají dopravníky pásové, řetězové (redlery), korečkové elevátory a dopravníky šnekové. V halových skladech nacházejí uplatnění také dopravníky pneumatické. [7]

8.1 Pásové dopravníky

Pro horizontální dopravu zrnin jsou pásové dopravníky ze všech dopravníků nejšetnější. Při použití speciálního pásu, popřípadě bočnic je lze využívat i ke stoupání až 30 °. Doporučená rychlost pro dopravu zrnin je 2,5 - 4 m/s. [27]

Množství vzniklých zlomků zrnin při dopravě a celkové mechanické poškození se obvykle pohybují v jednotkách setin procent. [7]



Obrázek 11: Pásový dopravník a jeho základní součásti [26]

1 - nosná větev, 2 - vratná větev, 3 - pohonná jednotka, 4 - poháněcí stanice, 5 - napínací zařízení, 6 - napínací stanice, 7 - násypka, 8 - boční vedení násypky, 9 - dopravní pás, 10 - horní válečková stolice, 11 - dolní válečková stolice, 12 - nosná konstrukce, 13 - podpěry; + se dají přidat součásti jako výsypka, čistič pásu, apod.

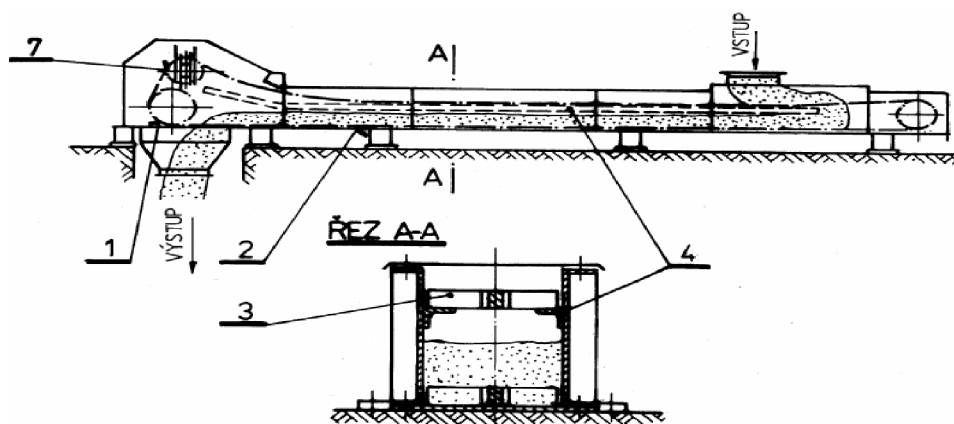
8.2 Řetězové dopravníky

Řetězové dopravníky jsou mechanické dopravníky, které svým tažným prostředkem (řetěz s unašeči) dopravují materiál v uzavřeném žlabu. Mohou pracovat v horizontálním, vertikálním i šikmém směru. Dopravovaná vrstva materiálu bývá tak vysoká, jak je široký řetěz. [27]

Redlery jsou vyráběny v různých řadách s výkony od 30-600 t/hod. [28] Redlery nabízí širokou škálu unašecích řetězů a některé z nich jsou zobrazeny v příloze č. 7. [1]

U provozu řetězových dopravníků při zatížení (při jmenovité výkonnosti), vychází poškození zrna přijatelně. Ovšem při provozu „naprázdno“ je poškození velké. Množství zlomků je proti pásovým dopravníkům násobně větší. I celkové mechanické poškození je větší a pohybuje se kolem 0,25 %. Ale při nižší výkonnosti je celkové mechanické poškození ještě větší a dosahuje téměř až 2 %. [7]

Z výše uvedených hodnot vyplývá, že řetězové dopravníky vytvářejí malé množství zlomků, ale za to mají větší sklon k celkovému poškození dopravovaného zrna, hlavně při výkonnosti, která je nižší než výkonnost jmenovitá. K celkovému poškození zrna dochází jak při vstupu, dopravě i výstupu zrna. Poškození závisí i na délce a sklonu dopravníku. [7]



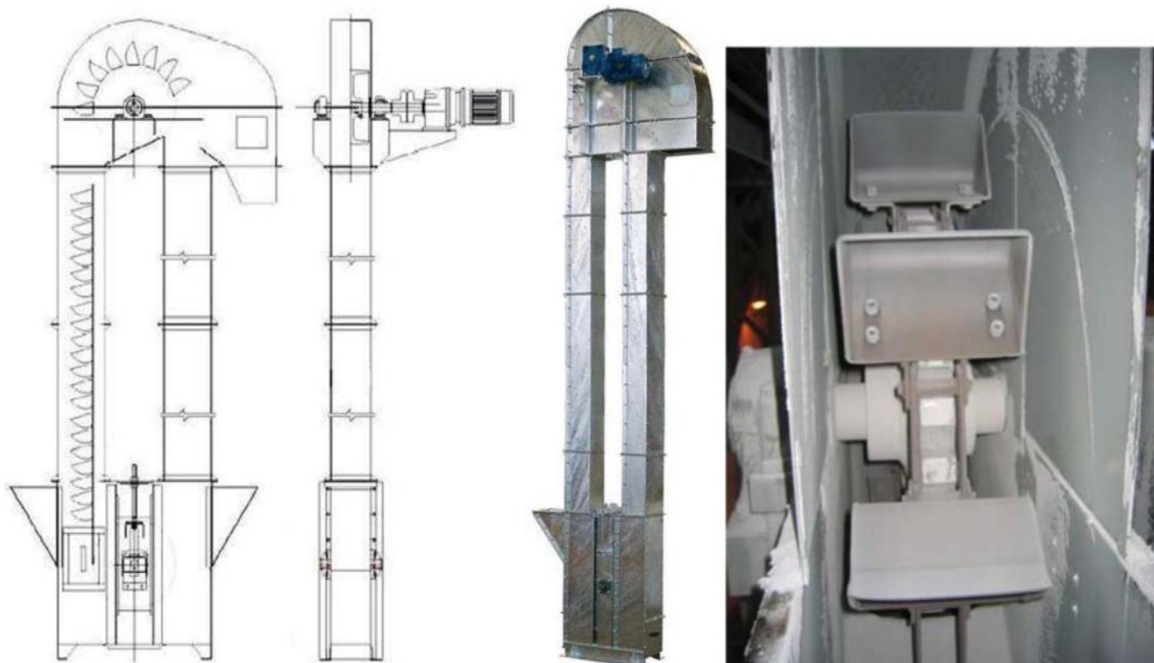
Obrázek 12: Řetězový dopravník [7]

1 - poháněcí ústrojí, 2 - žlab s vikem, 3 - řetěz s unašeči, 4 - vedení řetězu, 7 - napínací ústrojí

8.3 Korečkové elevátory

Korečkové elevátory jsou určeny k dopravě sypkých nebo drobných kusových materiálů ve vertikálním směru. Dpravovaný materiál vstupuje do dopravníku vpádovým nástavkem ve spodní hlavě. Zde je transportován korečky (naběráky) upevněnými na PVC pásu (kurtě) do horní výpádové hlavy. V horní výpádové hlavě se korečky odstředivou silou vyprazdňují a materiál samospádem vypadává do další technologie na lince. [29]

K výrobě korečkových elevátorů firmy Moza, s.r.o. se standardně využívá ocel třídy 11 se základním nátěrem. Korečkový pás je dodáván v provedení z vrstveného PVC a korečky z lisované oceli. Podle zvláštních požadavků mohou být vyrobeny elevátory z nerezové oceli třídy 17, s korečkovým pásem se zvýšenou odolností proti teplotě či speciální povrchovou úpravou jako je např. pozinkování a s korečky z nerezové oceli, plastické hmoty nebo se zvýšenou odolností proti abrazi. [29]



Obrázek 13: Korečkový elevátor (MOZA s.r.o.) [30]

Současné typy korečkových elevátorů mají k dispozici bezpečnostní prvky, které slouží k zamezení vzniku zvýšené teploty nebo jiskry vlivem tření. Mezi bezpečnostní prvky se řadí senzory hlídání otáček spodního bubnu, kdy hlídají, aby nemohlo dojít k protáčení pásu při jeho zastavení vlivem zamletí. Když nastane zastavení bubnu, tak se automaticky vypne celý elevátor a v té samé chvíli se spustí brzda v horní hlavě, které zabrání zpětnému chodu elevátoru působením hmotnosti materiálu nabraného v korečkách. Dále je elevátor vybavený senzorem, který hlídá polohu pásu. Ten má zamezit tření pásu o stěny šachet elevátoru. V případě nadměrného vychýlení se vypne celý elevátor. [1]

Pro správnou funkci dopravníku je velice důležité zvolit správnou metodu plnění korečků. Hlavním pravidlem je, že nesmí docházet k přeplňování korečků. Korečky se mohou plnit souproutým či protiproutým způsobem, hrabáním nebo nasypáváním. [27] Při situaci, kdy nám pásový dopravník dodává zrna přímo do korečkového elevátoru je doporučeno použití „brzdící clony“, která usměrňuje proud zrna a tím zajišťuje plnění korečků násypným způsobem. Fungování různých druhů plnění korečkových elevátorů je zobrazeno v přílohách č. 8 až 11. [7]

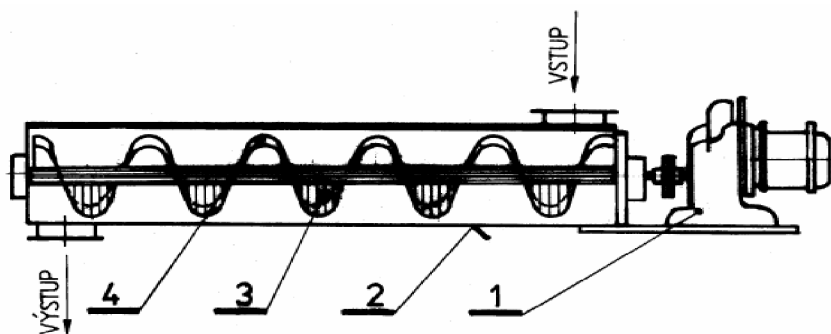
Kromě využívání různých druhů materiálu při výrobě korečkových elevátorů a plnění korečků existují také různé druhy a tvary korečků, které závisí na druhu dopravovaného materiálu. Speciálním druhem jsou korečky bez dna, kdy je seřazeno nad sebou např. 6 korečků bez dna a po nich je koreček se dnem. Tento druh využívá vnitřní soudržnosti

sypkých materiálů a zároveň zvyšuje výkonnost dopravníku. Obecně bývá šířka korečků 80-1000 mm. [27]

Vhodnější využívání vícero korečků bez dna za sebou a pod nimi jedním korečkem se dnem oproti standardnímu rozložení korečků zkoumal experiment vedený J. Skalickým a J. Bradnou. Při tomto experimentu byly využity korečkové elevátory typu „SANFON“ (7 korečků bez dna a 1 se dnem) a „STANDARD“ při obvodové rychlosti korečků 2 a 2,8 m/s. Výsledkem bylo zjištění, že korečkové elevátory mají spíše atributy k drcení zrna (vytváření zlomků) než k celkovému mechanickému poškození. Také elevátor typu SANFON vykazoval nižší poškození zrna a ideální je využití protiproudého plnění zrna, protože při souproudém plnění prochází koreček větší vrstvou zrna a tím se zvyšuje poškození dané plodiny. Kromě toho má vliv na poškození zrna i stav a opotřebení korečků. [30]

8.4 Šnekové dopravníky

Šnekové dopravníky slouží k horizontální a šikmé dopravě materiálu. Při šikmé dopravě ovšem klesá výkonnost dopravníku. Hlavní části šnekového dopravníku tvoří pohon, žlab a hřídel, na které je šnekovice. [27]



Obrázek 14: Šnekový dopravník [7]

1 - pohon, 2 - žlab, 3 - šnek, 4 - obvod šnekovice

Pro potravinářské zrniny se kvůli velkému celkovému mechanickému poškození nedoporučuje tento typ dopravníku využívat. Když už je nezbytně nutné je využít, tak je vhodné využít po obvodě pogumovanou šnekovici. Tyto dopravníky jsou zdrojem poškození hlavně u sladovnického ječmene, kde ulamují klíčky. Celkové poškození je v dopravníku způsobováno z velké části třením materiálu o žlab. [7]

9 Vlastní práce

V praktické části práce byla plánována měření poškození zrna při logistických úlohách na vybrané posklizňové lince ve Středočeském kraji. Měření se prováděla na dvou typech nejrozšířenějších dopravníků používaných na posklizňových linkách. Konkrétně se jednalo o pásový a řetězový dopravník na úseku příjmu zrna.

Vybraný pásový dopravník byl umístěn mezi příjmovým podúrovňovým zásobníkem a úsekem čištění. U vybrané posklizňové linky pro ošetřování a skladování potravinářských zrnin ve Středočeském kraji je běžně používaný typ pásového dopravníku BD-081 určen pro příjem a dopravu zrna po předčištění do věžových zásobníků.

Technické údaje pásového dopravníku:

- Výkonnost = max. 75 t.h^{-1}
- Dopravní vzdálenost = 15 m
- Šířka dopravního pásu = 650 mm
- Rychlost dopravního pásu = $1,4 \text{ m.s}^{-1}$
- Instalovaný výkon = 1,5 kW

Měření míry poškození zrna u řetězového dopravníku proběhlo ve stejném podniku jako u pásového dopravníku. Tento dopravník byl umístěn přímo pod příjmovým zásobníkem k dopravě zrna po naskladnění na posklizňovou linku a korečkové elevátory. Čili před úsekem čištění a následnou dopravou do věžových zásobníků. Typ vybraného řetězového dopravníku byl RŽ 250.

Technické údaje řetězového dopravníku:

- Výkonnost: = 32 t.h^{-1}
- Dopravní vzdálenost = 12 m
- Vnitřní šířka dopravního žlabu = 250 mm
- Rozteč řetězového článku = 150 mm
- Rychlost dopravního řetězu = $0,8 \text{ m.s}^{-1}$

Měření probíhalo tak, že při každém průchodu zrna dopravníky byly odebrány 3 vzorky před vstupem do vybraného dopravníku a 3 vzorky po průchodu zrna dopravníkem. Jednotlivé vzorky byly odebírány po dobu 2-3 minut v dílčích množstvích tak, že celý vzorek

měl ve výsledku hmotnost cca 2-3 kg. Mezi jednotlivými odběry vzorků byla přestávka 15 minut a následně se proces opakoval dle stejného postupu. Odběr vzorků byl proveden v souladu s normami ČSN ISO 950 (kvalitativní požadavky na potravinářské zrniny jsou uvedeny v normě ČSN 46 11000-2: Pšenice potravinářská). K měření byly vybrány tři odrůdy potravinářské pšenice (JULIE, DAGMAR, FAKÍR) ze sklizně v roce 2022.

Odběr vzorků probíhal vždy ve stejné posloupnosti, a to se zahájením odběru při plnění vybraného dopravníku a po uplynutí časového úseku, který vyplýval z obvodové rychlosti pásu/řetězu, byl zahájen odběr vzorků při výpadu zrna z dopravníku. U každého vzorku byla zjišťována vlhkost zrna. Z každého vzorku byly po promíchání odebrány dvě navážky vážící 100 g. Každá navážka byla samostatně laboratorně zpracována a to tak, že byla roztříděna na zlomky (části zrna menší než polovina), ostatní mechanicky poškozené zrno (části větší než polovina zrna, zrna namáčknutá s viditelnými trhlinami či odřeninami), nepoškozené zrno a nečistoty včetně příměsí (semena plevelů a jiných druhů obilovin, části slámy nebo plevelových rostlin, minerální příměsí). Nepoškozené zrno, zlomky a ostatní mechanicky poškozené zrno bylo zváženo a součet těchto hmotností byl považován za základ (100 %). K tomuto základu bylo množství zlomků a množství ostatního poškozeného zrna vyjádřeno poměrově v procentech.

9.1 Výsledky měření poškození zrna při logistických úlohách

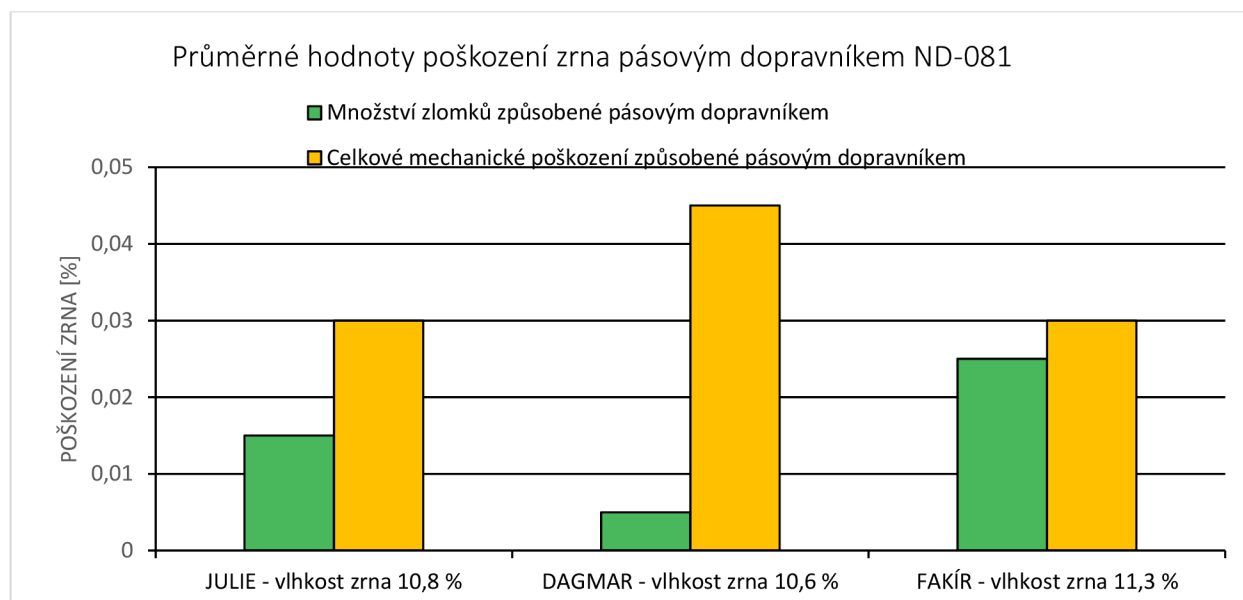
Zmenšení poškození zrnin při dopravních úlohách je řešeno postupnou výměnou či renovací stávajících dopravníků, kde jako nejvíce poškozující prvek v logistice zrna bývá využití mobilní techniky při nahrnování zrna z dočasných skládek do příjmového zásobníku. Tento jev nastává při rychlé sklizni, kdy výkonnost dopravních cest ani kapacita příjmového zásobníku nestačí kapacitám nasazených sklízecích mlátiček a rychlosti sklizně. Z tohoto důvodu bylo pozorování poškození zrna při praktické části diplomové práce započato již při vstupu na vybrané dopravníky.

Výsledné hodnoty měření uvádí tab. 3 a 4.

9.1.1 Poškození zrna pásovým dopravníkem

Vzorek	Plodina	Objemová hmotnost (kg.m ⁻³)	Vlhkost zrna (%)	Množství zlomků			Celkové mechanické poškození		
				před doprav.	za doprav.	zvýšení způsobené doprav.	před doprav.	za doprav.	zvýšení způsobené doprav.
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	JULIE	782	10,8	0,07	0,08	0,01	0,19	0,22	0,03
				0,05	0,07	0,02	0,18	0,21	0,03
2	DAGMAR	788	10,6	0,02	0,02	0,00	0,32	0,38	0,06
				0,03	0,04	0,01	0,39	0,42	0,03
3	FAKÍR	769	11,3	0,04	0,06	0,02	0,48	0,49	0,01
				0,06	0,09	0,03	0,43	0,48	0,05

Tabulka 3: Poškození zrna pásovým dopravníkem ND-081, výkonnost 75 t/h



Graf 1: Průměrné hodnoty poškození zrna pásovým dopravníkem ND-081, potravinářská pšenice

U pásového dopravníku ND-081 se při dopravní vzdálenosti 15 m při vyskladňování pohybovalo množství zlomků od 0,01 do 0,03 %. Celkové mechanické poškození se pohybovalo v rozmezí 0,01 - 0,06 %. Dopravovaným materiálem byly již zmiňované tři odrůdy potravinářské pšenice JULIE, DAGMAR a FAKÍR o průměrné vlhkosti v intervalu od 10,6 až 11,3 % a objemové hmotnosti 769 až 788 kg.m⁻³ (viz. tab. 3). Ustálená výkonnost pásového dopravníku byla 75 t/h.

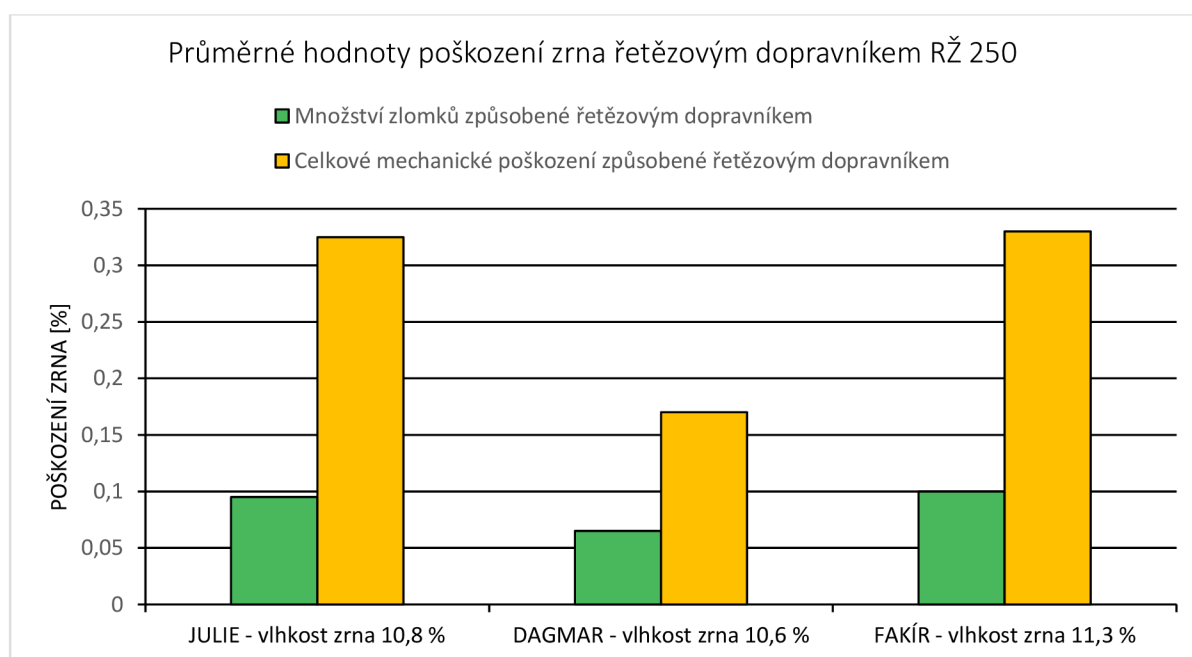
Z naměřených hodnot plyne, že pásový dopravník působí velice šetrně k dopravovaným zrninám. Proto je vhodný pro horizontální dopravu zrna u posklizňových linek. Může být

umístěn jak pod příjmový zásobník, tak může být i používán při následné dopravě mezi jednotlivými úseky čištění, sušení a další předúpravě zrna až po naskladnění do věžových zásobníků. Tyto výhody neplatí jen při naskladňování, nýbrž i při vyskladňování, kde může být pásový dopravník umístěn do vyskladňovacího kanálu na dno věžových zásobníků s plochou betonovou základní deskou. Pásové dopravníky jsou díky šetrné dopravě využívány i u typu věžových zásobníků s kónickým dnem.

9.1.2 Poškození zrna řetězovým dopravníkem

Vzorek	Plodina	Objemová hmotnost (kg.m ⁻³)	Vlhkost zrna (%)	Množství zlomků			Celkové mechanické poškození		
				před doprav.	za doprav.	zvýšení způsobené doprav.	před doprav.	za doprav.	zvýšení způsobené doprav.
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	JULIE	782	10,8	0,25	0,33	0,08	0,55	0,94	0,39
				0,37	0,48	0,11	0,62	0,88	0,26
2	DAGMAR	788	10,6	0,35	0,42	0,07	0,85	1,03	0,18
				0,32	0,38	0,06	0,81	0,97	0,16
3	FAKÍR	769	11,30	0,39	0,48	0,09	0,66	0,97	0,31
				0,34	0,45	0,11	0,73	1,08	0,35

Tabulka 4: Poškození zrna řetězovým dopravníkem, výkonnost 32 t/h



Graf 2: Průměrné hodnoty poškození zrna řetězovým dopravníkem RŽ 250, potravinářská pšenice

U řetězového dopravníku RŽ 250 se při dopravní vzdálenosti 12 m při horizontální dopravě pohybovalo množství zlomků v intervalu od 0,06 do 0,11 %. Celkové mechanické poškození se pohybovalo v intervalu od 0,16 do 0,39 %. Stejně jako u pásového dopravníku byly dopravovaným materiálem opět tři stejné odrůdy potravinářské pšenice JULIE, DAGMAR a FAKÍR o průměrné vlhkosti v rozmezí od 10,6 až 11,3 % a objemové hmotnosti 769 až 788 kg.m⁻³. Výkonnost řetězového dopravníku byla 32 t/h. Pro srovnání u stejného typu dopravníku při stejných podmínkách, jen při snížené výkonnosti na 10,6 t/h se množství zlomků pohybovalo v rozmezí od 0,12 do 0,16 %. Čili bylo mírně zvýšené než při plném zatížení dopravníku. Ale celkové mechanické poškození bylo naměřeno v intervalu od 1,78 do 1,98 %. To je v porovnání s pásovým dopravníkem poměrně vysoká hodnota poškození. Čili z naměřených hodnot lze říci, že řetězový dopravník neměl tak výraznou tendenci k vytváření zlomků, zato měl větší tendenci k vytváření celkovému mechanickému poškození zrna. Navýšení celkového poškození bylo při výkonnosti podstatně nižší, než je výkonnost jmenovitá.

9.2 Závěr z výsledků měření dopravníků

Jako dopravník s největším poškozením zrna byl vyhodnocen řetězový dopravník umístěný pod příjmovým košem. V tomto místě by se případně mohl nahradit pásovým dopravníkem, u kterého dle měření z praktické části diplomové práce vychází minimální poškození zrna. K poškození dopravovaného zrna docházelo již při vstupu do řetězového dopravníku a následně při jeho vlastní dopravě při nižší výkonnosti. Míra poškození zrna při vlastní dopravě závisí i na délce řetězového dopravníku. V tomto případě byla délka 12 metrů. Naopak oproti řetězovému dopravníku bylo u pásového dopravníku celkové mechanické poškození zanedbatelné, a to i u větší dopravní vzdálenosti, v daném případě 15 metrů. Při využití pásových dopravníků se jedná o dopravní cesty mnohdy řádově v desítkách metrů a z hlediska koncepce těchto dopravníků vychází jako nejšetrnější způsob dopravy.

9.3 Výpočet parametrů pásového dopravníku

Rozbor dopravníku je proveden na vybraném pásového dopravníku s přepravní vzdáleností 12 m. Doprava bude v horizontálním směru. Pro výpočet jsou důležitými parametry dopravní výkonost Q_m [kg.s⁻¹] a rychlost pásu v [m.s⁻¹].

Dopravní výkonost Q_m se určuje obvykle provozními podmínkami. Obecně lze vypočítat dle vzorce:

$$Q_m = S * v * \rho_v * \psi_c \quad //$$

kde: Q_m - výkonost [kg.s⁻¹]

S - plocha průřezu materiálu na dopravním pásu [m²]

v - dopravní rychlost [m.s⁻¹]

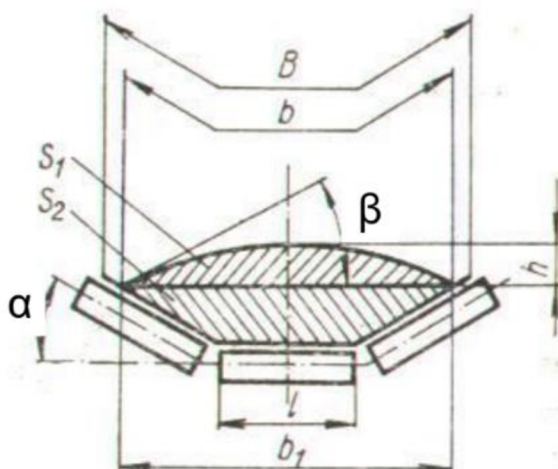
ρ_v - objemová hmotnost materiálu [kg.m⁻³]

ψ_c - součinitel sklonu dopravníku [-]

Výpočet parametrů pásových dopravníků s pryžovými nebo PVC pásy se provádí dle normy ČSN 26 3102. K zadané dopravní výkonosti Q_m [kg.s⁻¹] a rychlosti pásu v [m.s⁻¹] se vypočte šířka pásu B [m], obvodová síla pro pohon dopravníku F_o [N], potřebný příkon dopravníku P_d [W], výkon motoru poháněcí jednotky P [W], tahy v pásu a velikost napínací síly F_N [N]. [31]

9.3.1 Výpočet šířky pásu

Šířka pásu B se určí podle použitého ložného profilu dopravníku, kde se určí na základě plochy průřezu materiálu na dopravním pásu S . V tomto případě se jedná o tříválečkovou stolicí (viz. obr. 15).



Obrázek 15: Dopravník s tříválečkovou stolicí [27]

Příčný průřez se vyjádří:

$$S = S_1 + S_2 \quad /2/$$

$$S_1 = \frac{2}{3} * b_1 * h \quad /3/$$

$$S_1 = 0,167 * b_1^2 * tg\beta \quad /3/$$

$$S_2 = 0,25 * (b_1^2 - l^2) * tg\alpha \quad /4/$$

$$\text{kde: } b_1 = b * \cos\alpha + l * (1 - \cos\alpha) \quad /5/$$

b - využitá ložná šířka pásu [m]

β – sypný úhel dopravovaného materiálu [°]

Využitá ložná šířka pásu b se volí v mezích:

$$\text{Pro } B \leq 400 \text{ mm: } b = 0,8 B \quad /6/$$

$$\text{Pro } B > 400 \text{ mm: } b = 0,9 B - 50 \text{ mm} \quad /7/$$

Čili šířku pásu B lze vyjádřit jako:

$$B = \frac{b}{0,8} \quad /8/$$

$$B = \frac{b+0,05}{0,9} \quad /9/$$

9.3.2 Výpočet obvodové síly na hnacím bubnu

Obvodová síla pro pohon dopravníku je dána součtem všech dílčích odporů zatížené a nezatížené větve. [31]

Obvodová síla F na hnacím bubnu dopravníku se stanoví dle vzorce:

$$F = F_H + F_V + F_P \quad /10/$$

kde: F_H - hlavní odpory proti pohybu [N]

F_V - vedlejší odpory proti pohybu [N]

F_P - přídavné odpory proti pohybu [N]

F_H - hlavní odpory zahrnují čepové tření v ložiskách válečků od zatížení materiálem, vlastní hmotností pásu a hmotností rotujících částí válečků

F_V - vedlejší odpory zahrnují odpor v násypce, ohybem pásu přes bubny, čepové tření v ložiskách nepoháněných bubnů

F_P - přídavné odpory zahrnují především sílu na zvednutí materiálu do výšky, odpor čističů pásu, odpor shrnovačů, odpor shazovacího vozíku apod. [27]

Obvodová síla na hnacím bubnu dopravníku při zjednodušeném výpočtu vedlejších odporů proti pohybu se vypočte dle následujícího vzorce:

$$F_H + F_V = C * \mu * g * L * [(q_1 + 2 * q_2) * \cos\delta + q_{rh} + q_{rd}] \quad /11/$$

kde: C - součinitel respektující délku dopravníku, pro výpočet vedlejších odporů FV [-]

μ - globální součinitel tření [-]

g - gravitační zrychlení [$m \cdot s^{-2}$]

L - délka dopravníku [m]

q_1 - hmotnost materiálu na 1 bm pásu [$kg \cdot m^{-1}$]

q_2 - hmotnost 1 bm pásu [$kg \cdot m^{-1}$]

δ - úhel sklonu dopravníku [$^\circ$]

q_{rd} - hmotnost rotujících válečků dolní nosné stolice [$kg \cdot m^{-1}$]

Stanovení hmotnosti materiálu na 1 bm délky pásu q_1 [$kg \cdot m^{-1}$]

$$q_1 = \frac{Q_m}{v} \quad /12/$$

Stanovení hmotnosti 1 bm pásu q_2 [$kg \cdot m^{-1}$]

$$q_2 = B * m_p \quad /13/$$

kde: B - šířka pásu [m]

m_p - hmotnost 1 m^2 pásu [$kg \cdot m^{-2}$]

Stanovení hmotnosti rotujících válečků dolní nosné stolice q_{RD} [$kg \cdot m^{-1}$]

$$q_{RD} = \frac{m_{RD} * n_D}{L} \quad /14/$$

kde: m_{RD} - hmotnost válečku [kg]

n_D - počet válečků [ks]

L - délka dopravníku [m]

Součinitel respektující délku dopravníku C , sloužící pro výpočet vedlejších odporů F_V lze odečíst z diagramu, popřípadě tabulky (viz. příloha č.12).

Výpočet přidavných odporů proti pohybu:

$$F_P = \Sigma F_{Pi} \quad /15/$$

kde: F_{Pi} - přidavné odpory proti pohybu [N]

např: síla potřebná na zvednutí materiálu o dopravní výšku, odpor shrnovače materiálu, odpor shazovacího vozíku, odpor čističů pásu, apod.

Vedlejší odporové síly se stanoví dle vzorce:

$$F_V = F_{V1} + F_{V2} + F_{V3} [N] \quad /16/$$

kde: F_{V1} - odpor v násypce [N]

F_{V2} - odpor ohybem pásu přes bubny [N]

F_{V3} - odpor vznikající čepovým třením v ložiskách nepoháněných bubnů [N]

Navrhovaný pásový dopravník nedisponuje násypkou, čili odpor v násypce $F_{V1} = 0$.

Odpor vznikající ohybem pásu přes bubny se spočítá podle vzorce:

$$F_{V2} = 200 * z_B [N] \quad /17/$$

kde: z_B - počet bubnů [ks]

Odpor vznikající čepovým třením v ložiskách nepoháněných bubnů se vypočte dle vzorce:

$$F_{V3} = 150 * z_B [N] \quad /18/$$

kde: z_B - počet bubnů [ks]

V tabulce č. 5 se nachází dosazené a vypočítané hodnoty. Na základě výsledných parametrů je vybrán optimální pásový dopravník, jako záměna za řetězový dopravník, umístěný pod příjmovým košem u vybraného zemědělského družstva.

Parametr	Značka	Jednotka	Hodnota	Vzorec číslo
Dopravní výkonnost	Q_m	t.hod ⁻¹	40	1
Rychlost pásu	v	m·s ⁻¹	1,2	-
Podélný sklon dopravníku	α	°	0	-
Hodnota součinitele zohledňujícího vliv sklonu dopravníku	ψ_c	-	1	-
Měrná objemová hmotnost materiálu	ρ_v	kg·m ⁻³	780	-
Sypný úhel	β	°	23	-
Hmotnost pásu je uvažována	m_p	kg·m ⁻²	10,3	-
Průřez vrstvy dopravovaného materiálu	S	m ²	0,0119	2
Ložná šířka pásu	b	m	0,2	6
Šířka pásu	B	m	0,25	8
Hmotnost dopravovaného materiálu na 1 m dopravníku	q_1	kg·m ⁻¹	9,26	12
Hmotnost 1 m pásu	q_2	kg·m ⁻¹	2,575	13
Hmotnost rotujících válečků dolní nosné stolice	q_{rd}	kg·m ⁻¹	3,2	14
Velikost hlavní odporové síly	F_H	N	7064	11
Odpor vlivem ohybu pásu přes bubny	F_{v2}	N	400	17
Odpor vlivem čepového tření v ložiskách nepoháněných bubnů	F_{v3}	N	150	18
Vedlejší odporové síly	F_v	N	550	16

Tabulka 5: Výsledné hodnoty vybraných parametrů pásového dopravníku

Vypočítané a zvolené parametry zobrazené v tabulce č. 5 by měl splňovat nový pásový dopravník umístěný pod příjmovým košem. Hlavními parametry jsou:

- Dopravní vzdálenost = 12 m
- Dopravní výkonnost = 40 t.hod⁻¹
- Šířka dopravního pásu = 250 mm
- Rychlost dopravního pásu = 1,2 m/s

9.4 Ekonomické posouzení investice

Ekonomické posouzení se zakládá na investici v pořízení nového pásového dopravníku od firmy Pawlica v rámci inovace posklizňové linky formou záměny řetězového dopravníku za pásový na úseku příjmu ve vybraném zemědělském podniku ve Středočeském kraji.

9.4.1 Charakteristika investice

Investice spočívá v pořízení nového pásového dopravníku v rámci inovace posklizňové linky ve Středočeském kraji. V rámci výběrového řízení byl vybrán pásový dopravník od firmy Pawlica.

Základní technické a technologické údaje posklizňové linky:

1.	výkonnost příjmu	80 t.h ⁻¹
2.	předčištění zrna (aspirační předčištění)	75 t.h ⁻¹
3.	skladovací kapacita	4 x 1 000 t
4.	výkonnost čištění zrna	40 t.h ⁻¹
5.	maximální vlhkost naskladněného zrna	18 %
6.	výkonnost sušení	9 t/h (z 30 % na 15 %)
7.	expedice zrna - kapacita zásobníků	4 x 35 t

Investiční plán bude zhodnocen prostřednictvím ukazatelů ekonomické efektivity (doba návratnosti (rentabilita) tržeb a čistá současná hodnota ČSH). Na základě odhadu nákladů, zisků, ekonomické životnosti investice a míry rizikovosti podnikatelského plánu budou stanoveny peněžní toky.

9.4.2 Stanovení investičních nákladů

Celkové investiční náklady jsou 280 000 Kč. Skládají se jen z ceny pásového dopravníku.

U této investice bylo zvoleno rovnoměrné odepisování po dobu 5 let, protože pásový dopravník patří do 2. odpisové skupiny. Odpisový kalendář je zobrazen v tabulce č. 6.

Výše ročního odpisu se počítá dle vzorce:

$$RO = \frac{IN \cdot S_n}{100} \text{ [Kč]} \quad /19/$$

kde: RO - výše ročního odpisu [Kč]

IN - náklady na investici [Kč]

S_n - roční odpisová sazba [Kč]

Rok (n)	Sazba (S _n) (%)	Odpis (RO) (Kč)	Zůstatková hodnota (Kč)
1	11,00	30800	249200
2	22,25	62300	186900
3	22,25	62300	124600
4	22,25	62300	62300
5	22,25	62300	0

Tabulka 6: Odpisový kalendář

Na nákup nového pásového dopravníku nebude brán žádný bankovní úvěr.

9.4.3 Stanovení výnosů a nákladů

Roční výnosy jsou vztaženy k posklizňové lince popsané v kapitole „9.4.1 Charakteristika investice“.

Roční přínosy linky:

- snížení sklizňových ztrát snížením ATL sklizně až o 3 % => nárůst tržní produkce
(3 % ze skladovací kapacity linky 4000 tun = 120 tun, při tržní ceně viz.

tabulka č. 7):

912 600 Kč

Plodina / rok	2020	2021	2022
Pšenice potravinářská	4173	5023	7605
Pšenice krmná	3996	4706	7054
Ječmen sladovnický	4876	4877	7078
Ječmen potravinářský	4205	4281	6776
Ječmen krmný	3520	4140	6170
Žito potravinářské	3841	4075	6838
Oves potravinářský	6940	7054	7120
Kukuřice krmná	3904	4911	6816

Tabulka 7: Roční průměry cen zemědělských komodit v Kč/t [32]

- prodej zrnin ve vyšší jakostní třídě => nárůst tržní produkce
(cca 3/4 produkce, tj. 3000 tun, rozdíl mezi jakostními třídami min 600 Kč/t:
1 800 000 Kč
- úspora nákladů na dosoušení zrna pro minimálně ¾ produkce (sušší období)
- 189 Kč/t: **567 000 Kč**

Celkové roční přínosy posklizňové linky jsou:

3 279 600 Kč

Roční náklady linky:

- Roční režijní náklady (rN_r), jako např. provoz budovy (náklady na údržbu, úklid, ...), pronájem pozemků, nepřímé mzdové náklady personálu apod.: **564 340 Kč**

- Roční přímé mzdové náklady (rN_{pm})

$$rN_{pm} = m_r * hN_m * n * p_z \quad /20/$$

kde: m_r - počet měsíců v roce ($m_r = 12$ měsíc.rok⁻¹)

hN_m - hrubá mzda pracovníka ($hN_m = 27\,000$ Kč.měsíc⁻¹)

n - počet pracovníků ($n = 4$)

p_z - pojištění placené zaměstnavatelem 38,5 % (sociální 25 % + zdravotní pojištění 13,5%): **1 794 960 Kč**

- Roční náklady na energii (rN_e): **632 000 Kč**
- Celkové roční náklady (rN) jsou: **2 991 300 Kč**

9.4.4 Stanovení základních ekonomických ukazatelů

Ekonomická investice se určuje z peněžních toků za dobu předpokládané životnosti projektu (pro tento případ byla zvolena 10 let). Výsledkem hodnocení se stanoví rentabilita tržeb, doba návratnosti a čistá současná hodnota (ČSH). Základem peněžních toků jsou příjmy a náklady z předchozích kapitol. Meziroční nárůst nákladů a příjmů posklizňové linky byl odhadnut na 10 %. Výsledné hodnoty jsou v tabulce č. 8.

	Mez. nárůst (%)	1 rok	2 rok	3 rok	4 rok	5 rok
Příjmy [Kč]	10	3 279 600	3 607 560	3 968 316	4 365 148	4 801 662
Režijní náklady [Kč]	10	564 340	620 774	682 851	751 137	826 250
Mzdové náklady [Kč]	10	1 794 960	1 974 456	2 171 902	2 389 092	2 628 001
Náklady na energii [Kč]	10	632 000	695 200	764 720	841 192	925 311
Odpisy zařízení [Kč]		30 800	62 300	62 300	62 300	62 300
Celkové roční náklady [Kč]		3 022 100	3 352 730	3 681 773	4 043 720	4 441 862
Zisk před zdaněním [Kč]		257 500	254 830	286 543	321 427	359 800
Daň (19%) [Kč]		48 925	48 418	54 443	61 071	68 362
Zisk po zdanění (Cash flow) [Kč]		208 575	206 412	232 100	260 356	291 438
Kumulativní cash flow [Kč]		208 575	414 987	647 087	907 443	1 198 881

Tabulka 8: Peněžní toky posklizňové linky - část 1.

	Mez. nárůst (%)	6 rok	7 rok	8 rok	9 rok	10 rok
Příjmy [Kč]	10	5 281 829	5 810 011	6 391 013	7 030 114	7 733 125
Režijní náklady [Kč]	10	908 875	999 763	1 099 739	1 209 713	1 330 684
Mzdové náklady [Kč]	10	2 890 801	3 179 881	3 497 869	3 847 656	4 232 422
Náklady na energii [Kč]	10	1 017 842	1 119 627	1 231 589	1 354 748	1 490 223
Odpisy zařízení [Kč]						
Celkové roční náklady [Kč]		4 817 519	5 299 270	5 829 197	6 412 117	7 053 329
Zisk před zdaněním [Kč]		464 310	510 741	561 815	617 997	679 796
Daň (19%) [Kč]		88 219	97 041	106 745	117 419	129 161
Zisk po zdanění (Cash flow) [Kč]		376 091	413 700	455 070	500 577	550 635
Kumulativní cash flow [Kč]		1 574 972	1 988 673	2 443 743	2 944 320	3 494 955

Tabulka 8: Peněžní toky posklizňové linky - část 2.

Doba návratnosti investice je dle tabulky mezi 1. a 2. rokem provozu. Tento parametr určuje, za jakou dobu výnosy z investice vrátí výdaje využitě na investici.

Čistá současná hodnota (ČSH) se využívá k zhodnocení ekonomické efektivity investic. ČSH informuje o tom, kolik finančních prostředků daná investice ve své době životnosti přinese. [33]

$$ČSH = \frac{CF_n}{(1+r)^n} - IN \text{ [Kč] /18/}$$

kde: CF = finanční tok za každý rok (cash flow)

n = zamýšlená doba životnosti projektu (investice)

r = úroková míra (diskont) - 22 %

IN = náklady na investici

$$ČSH = 851\,432,81 \text{ Kč}$$

Čistá současná hodnota vyšla kladná, čili tato investice se s velkou pravděpodobností vyplatí a v daném časovém horizontu nebude ztrátová.

9.5 Závěr ekonomického zhodnocení

Dle vypočtených ekonomických ukazatelů je zřejmé, že investice je výhodná s návratností ve 2. roce životnosti zařízení. Aby byla investice výhodná, tak je potřeba maximální využití kapacity posklizňové linky.

Musí se také počítat s rizikovými faktory v době životnosti zařízení, která daná ekonomická kritéria nezohledňují. Jedním z mnoha rizik je například odhad vývoje trhu potravinářské pšenice nebo výdaje za provoz linky. Zejména tyto dvě rizika mohou být ovlivněna celosvětovými událostmi, které se nedají odhadnout. Toto lze vidět na vývoji ceny pšenice popsaném v tabulce č.7, která v roce 2022 v důsledku konfliktu Ruska s Ukrajinou oproti roku 2021 vzrostla o cca 2500 Kč.t⁻¹ a také to lze vidět na cenách energií, které rapidně vzrostly. Vypočtené hodnoty ekonomických ukazatelů potvrzují realizovatelnost investice v podobě pořízení nového pásového dopravníku.

10 Závěr

Diplomová práce na téma „Způsoby dlouhodobého skladování zrnin a vliv na jakost“ posuzuje vliv posklizňových operací, zejména dopravníků na jakost potravinářské pšenice v podniku sídlícím ve Středočeském kraji. Teoretická část popisuje složení posklizňové linky, skladovacích kapacit, způsoby dopravy a posklizňového ošetření různých druhů zrnin. Hlavní úlohou diplomové práce bylo zjistit v praktické části velikost poškození na pásovém a řetězovém dopravníku. Bylo pracováno se vzorky tří odrůd potravinářské pšenice s objemovou hmotností v intervalu 769 - 782 kg.m⁻³ a vlhkostí od 10,6 do 11,3 %. Množství zlomků na pásovém dopravníku vycházelo od 0 do 0,03 % a celkové mechanické poškození od 0,01 do 0,06 %. Oproti tomu na řetězovém dopravníku bylo množství zlomků v intervalu od 0,06 do 0,11 % a celkové mechanické poškození od 0,16 do 0,39 %. Z těchto měření bylo vydáno doporučení spočívající ve využití pásového dopravníků na místo řetězového pod příjmovým košem.

V důsledku tohoto doporučení spočívala výměna nynějšího, zastaralého řetězového dopravníku za nový pásový dopravník. Kvůli tomu byly propočítány parametry pásového dopravníku a následně na to provedeno výběrové řízení u dodavatelů pásových dopravníků, kde byl vybrán pásový dopravník od společnosti PAWLICA, s.r.o. s pořizovací cenou 280 000 Kč. Tato nová investice byla ekonomicky posouzena. Investice vyšla s návratností do 2. let, ovšem při počítání investice nebylo počítáno s rizikovými faktory, které za dobu životnosti zařízení nelze ovlivnit. Po důsledném propočítání lze tuto investici v podobě koupě nového pásového dopravníku doporučit.

11 Seznam použitých zdrojů

- [1] MARTÍNEK, Václav a Pavel Filip. Mlynářská technologie 2: Skladování a příprava surovin [online]. 2012 [cit. 2023-01-28]. ISBN 978-80-239-9475-9.
- [2] *Od obilky k mouce aneb jak vzniká mouka v českých mlýnech* [online]. [cit. 2023-01-29]. Dostupné z: <http://www.vlastovicka.cz/cz/pekarina/detail/od-obilky-k-mouce-aneb-jak-vznika-mouka-v-ceskych-mlynech/365>
- [3] PŘÍHODA, J., P. SKŘIVAN a M. HRUŠKOVÁ. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin* [online]. Praha, VŠCHT, 2004 [cit. 2023-03-10]. ISBN 80-7080-530-7. Dostupné z: http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-530-7/pages-img/obsah.html
- [4] *PŠENICE OBEČNÁ (Triticum aestivum L.)* [online]. [cit. 2022-02-04]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/psenice.htm>
- [5] *SITUAČNÍ A VÝHLEDOVÁ ZPRÁVA OBILOVINY* [online]. 2021, 1-113 [cit. 2022-02-04]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/publikace-a-dokumenty/situacni-a-vyhledove-zpravy/roslinne-komodity/obiloviny/>
- [6] Posklizňové ošetřování a skladování zrnin. *Www.mechanizaceweb.cz* [online]. 2001 [cit. 2022-02-04]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/poskliznove-osetrovani-a-skladovani-zrnin/>
- [7] ING. SKALICKÝ, Jaroslav, Csc. a kol. *OŠETŘOVÁNÍ A SKLADOVÁNÍ ZRNIN VE VĚŽOVÝCH ZÁSOBNÍCÍCH A HALOVÝCH SKLADECH* [online]. Praha 6 - Ruzyně, 2008 [cit. 2022-02-04]. ISBN 978-80-86884-38-7.
- [8] SKALICKÝ, Jaroslav a Jiří BRADNA. *Typy a vybavení skladovacích prostor* [online]. 6.1.2011 [cit. 2023-02-13]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/typy-a-vybaveni-skladovacich-prostor/>
- [9] Příjmový koš. In: *Www.pawlica.cz* [online]. [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: <https://www.pawlica.cz/prijmovy-kos>
- [10] MALEŘ, J. Posklizňové ošetřování zrnin. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství České republiky, 1996. ISBN 80-7105-112-8.
- [11] BRADNA, Jiří. *Skladování osiv* [online]. In: . [cit. 2023-02-16]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/4399787-Skladovani-osiv-ing-jiri-bradna-ph-d-vuzt-v-v-i.html>

[12] Posklizňová úprava zrnin a olejnin. *Odborný a stavovský týdeník Zemědělec* [online]. 2007 [cit. 2023-02-16]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/poskliznova-uprava-zrnin-a-olejnin/>

[13] Čištění: Předčističky a kombinované čističky Kongskilde. In: *Www.danagra.cz* [online]. [cit. 2023-02-16]. Dostupné z: https://www.danagra.cz/default_soubory/KDC%204000-CZ.pdf

[14] On-Farm Wheat Drying and Storage. In: *Www.uaex.uada.edu* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: https://www.uaex.uada.edu/farm-ranch/crops-commercial-horticulture/Grain_drying_and_storage/wheat_drying_and_storage.aspx

[15] TANJA, Foljovic. Drying as a Key Process in Post-Harvest Technology. In: *Www.agrivi.com* [online]. [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.agrivi.com/blog/drying-as-a-key-process-in-post-harvest-technology/>

[16] *Obilí potravinářské - Část 1: Společná ustanovení* [online]. In: . [cit. 2023-02-17]. Dostupné z: <https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-46-1100-1-461100-206368.html>

[17] ING. KALINOVÁ, Jana, Ph.D. *Posklizňová úprava, skladování a zpracování rostlinných produktů* [online]. [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: <http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/ecologica/kva.pdf>

[18] Správné větrání při skladování obilí a jak ho dosáhnout. *AGROjournal* [online]. 26.8.2017 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/spravne-vetrani-pri-skladovani-obili-a-jak-ho-dosahnout-288>

[19] Skladování obilí na podlaze. In: *Www.akaska.cz* [online]. [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: <http://www.akaska.cz/sdruzeni-ms/skladovani-obili-na-podlaze.php>

[20] *Mechanické dopravníky* [online]. In: . [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://www.zemedelske-potreby.cz/kongskilde/mechanicke-dopravniky>

[21] *Pneumatické dopravníky* [online]. In: . [cit. 2023-02-27]. Dostupné z: <https://www.zemedelske-potreby.cz/kongskilde>

[22] Specifika halových skladů zrnin. In: *Www.uroda.cz* [online]. [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: <https://uroda.cz/specifika-halovych-skladu-zrnin/>

[23] ŠIVIC, Ladislav. *Sklizeň, manipulace a posklizňová úprava* [online]. In: . [cit. 2023-02-16]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/7898113-Sklizen-manipulace-a-poskliznova-uprava-ing-ladislav-sivic.html>

[24] Ventilation of on-floor storage. In: *Www.kongskilde-industries.com* [online]. [cit. 2023-02-28]. Dostupné z: <https://kongskilde-industries.com/grain/application/ventilation-of-on-floor-storage/>

[25] *Skladování zrnin ve věžových zásobnících* [online]. 2007 [cit. 2023-03-01]. ISBN 978-80-86884-23-3. Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2007/091.pdf>

[26] *Sila na obilí Brock* [online]. [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://www.pawlica.cz/sila-na-obili-brock>

[27] Prezentace z předmětu: Dopravní a manipulační stroje od Prof. Ing. Pavel Kic, DrSc.

[28] Řetězové dopravníky - redlery. In: *Www.agroing.cz* [online]. [cit. 2023-03-08]. Dostupné z: <https://www.agroing.cz/retezove-dopravniky-redlery>

[29] Korečkové elevátory. In: *Www.moza.cz* [online]. [cit. 2023-03-09]. Dostupné z: <http://www.moza.cz/vyroby/1-koreckove-elevatory>

[30] SKALICKÝ, J. a J. BRADNA. *HODNOCENÍ POŠKOZENÍ VNĚJŠÍ KVALITY ZRNIN PŘI DOPRAVĚ KOREČKOVÝMI ELEVÁTORY A ŘETĚZOVÝMI DOPRAVNÍKY (REDLERY)* [online]. 2010 [cit. 2023-03-09]. Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2012/032.pdf>. Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

[31] ĎURKOVIČ, Oto. *Dopravní a manipulační stroje*. 1995. ISBN 80-213-0134-1.

[32] *Indexy cen zemědělských výrobců* [online]. [cit. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-cen-zemedelskych-vyrobcu-rok-2022>

[33] Co je čistá současná hodnota?. In: *Www.moneta.cz* [online]. [cit. 2023-03-31]. Dostupné z: <https://www.moneta.cz/slovník-pojmu/detail/cista-soucasna-hodnota>

12 Přílohy

Příloha 1: Rozměry a kritické (vznosové) rychlosti semen zrnin a plevelů [10]

Plodina	Rozměr			Kritická rychlost /m.s ⁻¹ /
	tloušťka /mm/	šířka /mm/	délka /mm/	
Obilniny				
Pšenice	1,5 - 3,8	1,6 - 4,0	4,2 - 8,6	8,9 - 11,5
Ječmen	1,4 - 4,5	2,0 - 5,0	7,0 - 14,6	8,4 - 10,8
Žito	1,2 - 3,5	1,4 - 3,6	5,0 - 10,0	8,4 - 10,5
Oves	1,2 - 3,6	1,4 - 4,0	8,0 - 18,6	7,0 - 9,0
Kukuřice	2,5 - 8,0	5,0 - 11,5	5,5 - 13,5	9,8 - 17,0
Pohanka	2,0 - 4,2	3,0 - 5,2	4,4 - 8,0	2,5 - 9,5
Proso	1,0 - 2,2	1,2 - 3,0	1,8 - 3,2	2,5 - 9,5
Čumíza	0,9 - 1,8	1,3 - 2,3	1,3 - 2,5	3,5 - 8,0
Luštěniny				
Hrách	3,5 - 10,0	3,7 - 10,0	4,0 - 10,0	7,0 - 17,0
Čočka	2,0 - 3,3	4,0 - 8,0	4,0 - 8,8	4,0 - 13,0
Fazol	2,7 - 10,0	4,7 - 11,0	7,2 - 18,5	11,0 - 16,5
Vikev	2,0 - 5,0	3,2 - 6,3	3,2 - 7,5	4,0 - 16,0
Sója	4,0 - 7,0	4,5 - 8,0	5,0 - 10,5	9,0 - 20,2
Hrachor	3,7 - 8,0	6,0 - 11,0	6,5 - 15,0	7,0 - 14,0
Cizrna	5,0 - 9,0	5,0 - 11,0	6,5 - 11,0	6,0 - 16,5
Olejniny				
Slunečnice	1,7 - 6,0	3,5 - 8,6	7,5 - 15,0	4,0 - 14,0
Řepka	1,6 - 2,2	1,8 - 3,0	1,8 - 3,0	3,0 - 10,5
Lnička	0,6 - 1,3	0,8 - 1,5	1,5 - 2,5	4,5 - 8,5
Len	0,5 - 1,5	1,7 - 3,2	3,2 - 6,0	3,5 - 8,5
Konopí	2,0 - 3,8	2,7 - 4,8	3,0 - 5,5	5,0 - 11,1
Mák	0,6 - 0,8	0,9 - 1,1	1,15 - 1,35	1,5 - 6,5
Jeteloviny				
Jetel červený	0,6 - 1,4	1,0 - 2,0	1,2 - 2,7	4,0 - 8,0
Jetel bílý	0,4 - 1,1	0,8 - 1,4	0,8 - 1,8	2,0 - 6,5
Jetel švédský	0,4 - 1,1	0,8 - 1,4	0,8 - 1,8	3,0 - 7,0
Vojtěška	0,5 - 1,3	0,8 - 2,0	1,1 - 2,5	2,5 - 8,0
Vičenec	1,7 - 4,0	3,0 - 6,0	4,0 - 8,0	3,5 - 8,3

Plodina	Rozměr			Kritická rychlost /m.s ⁻¹ /
	tloušťka /mm/	šířka /mm/	délka /mm/	
Travniny				
Bojíněk	0,4 - 1,0	0,6 - 1,3	1,2 - 2,3	1,8 - 6,0
Kostřava	0,5 - 1,5	1,2 - 2,5	2,7 - 5,0	0,5 - 3,7
Jílek	0,5 - 1,5	1,0 - 2,3	4,0 - 8,0	1,5 - 5,5
Srha	0,5 - 1,5	0,9 - 2,5	4,5 - 7,5	0,8 - 6,0
Lipnice	0,4 - 0,8	0,6 - 1,0	1,5 - 2,5	0,2 - 4,5
Psárka	0,4 - 1,2	1,4 - 2,8	3,2 - 6,5	0,3 - 5,2
Semena plevelů				
Koukol polní	1,6 - 3,0	2,0 - 3,8	2,8 - 4,4	3,0 - 10,5
Merlík bílý	0,5 - 1,4	0,9 - 1,6	0,7 - 1,5	2,0 - 7,0
Pryšec	0,8 - 2,2	1,5 - 2,8	1,5 - 2,8	5,0 - 10,0
Ovsíř	1,2 - 3,0	1,4 - 3,2	15,0 - 25,0	7,0 - 12,0
Svlačec rolní	1,1 - 2,8	1,4 - 3,4	3,0 - 4,1	4,5 - 10,0
Pýr obecný	0,8 - 2,0	1,4 - 3,5	6,8 - 12,0	2,0 - 6,0
Kopretina nevonná	0,5 - 1,0	0,8 - 1,4	1,2 - 2,5	0,5 - 4,5
Chřpa polní	0,9 - 1,5	1,3 - 2,8	3,2 - 5,3	1,0 - 6,5
Šťovík	0,7 - 1,2	0,9 - 1,7	1,0 - 2,0	2,5 - 6,0
Svízel přítula	0,6 - 1,2	0,6 - 1,8	1,3 - 2,3	2,5 - 6,5
Jitrocel kopinatý	0,5 - 1,2	0,9 - 1,7	2,3 - 2,9	3,6 - 7,5
Ohnice	3,7 - 4,2	3,0 - 5,9	4,7 - 6,5	2,8 - 10,0

Příloha 2: Průměrné hodnoty kvality pšenice ze sklizně 2021 ve srovnání s kvalitou z předchozích sklizní [5]

Rok	Objemová hmotnost (g/l)	SDS – seditest (ml) ^{*)}	Číslo poklesu (s)	N – látky (%)	Obsah příměsí (%)	Obsah nečistot (%)
2013	809,0	42	338	12,7	4,3	1,1
2014	789,0	42	306	12,1	4,5	1,1
2015	822,0	40	351	12,5	4,3	0,3
2016	772,0	41	324	12,7	6,0	1,1
2017	782,0	46	332	13,7	5,4	0,4
2018	801,0	45	329	13,5	5,2	0,2
2019	778,0	45	346	14,0	5,9	0,5
2020	772,0	42	300	13,0	6,3	1,5
2021 ^{**)}	779,0	42	280	12,7	5,5	1,9

Pramen: Monitoring kvality sklizně pšenice v ČR, Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Agrotest fyto, s.r.o.

Poznámka: *) Sedimentační test prováděn složitějším Zeleného testem v souladu s ČSN. Norma stanoví minimální hodnotu pro potravinářskou pšenici 30 ml.

**) Výsledky hodnocení 557 vzorků pšenice, z toho 514 vzorků pekárenské pšenice

Příloha 3: Procentický podíl vzorků pšenice neodpovídajících hodnotami svých parametrů technologické jakosti potravinářské pšenice dle požadavků ČSN 46 1100-2 [5]

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021 ^{**)}
objem. hmotnost nižší než 780 g/l	4,6	56,1	45,3	16,2	50,2	55,1	49,2
objem. hmotnost nižší než 760 g/l	1,3	30,6	23,0	5,5	31,1	34,4	23,7
Zeleného test nižší než 30 ml [*]	12,7	12,0	8,2	9,6	7,8	10,1	7,2
číslo poklesu nižší než 220 s [*]	2,3	3,2	3,2	3,3	4,4	11,8	18,0
bílkoviny nižší než 12 %	33,0	26,8	15,6	12,1	7,2	17,4	24,3
bílkoviny nižší 11,5 % [*]	22,5	17,3	11,0	6,1	4,4	9,1	13,2
obsah příměsí ^{†)}	44,1	36,4	44,9	43,8	43,0	37,1	38,9
obsah nečistot ^{†)}	11,9	51,0	20,8	10,9	17,9	59,0	21,6

Pramen: Monitoring kvality sklizně pšenice v ČR, Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Agrotest fyto, s.r.o.

Poznámka: *) Jakostní ukazatele podle ČSN 46 1100-2 platné od 1.7.2002

**) Výsledky hodnocení 557 vzorků pšenice, z toho 514 vzorků pekárenské pšenice

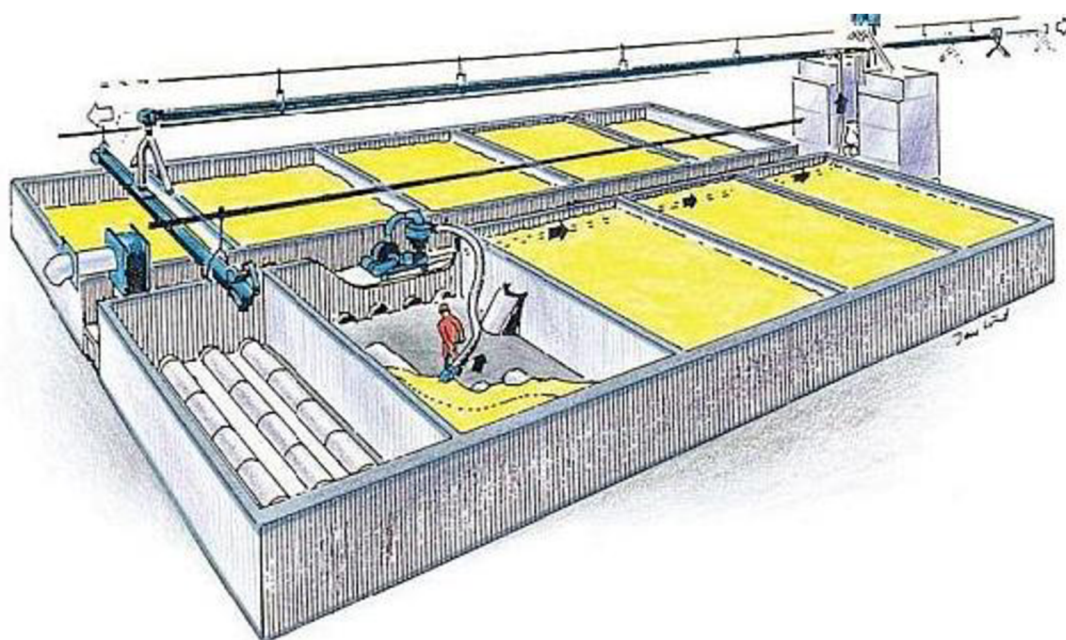
Příloha 4: Průměrné hodnoty kvalitativních ukazatelů [5]

Rok/ukazatel	Vlhkost (%)	Přepad (%)	ZPSN (%)	ZPSCV (%)	N-látky (%)	Klíčivost (%)
2010	13,3	87,9	1,3	4,2	11,0	98,0
2011	13,7	93,7	1,6	4,8	10,8	97,4
2012	12,1	89,4	1,4	4,1	12,1	98,1
2013	12,3	90,1	2,2	3,7	11,2	97,8
2014	13,2	91,4	1,8	4,5	10,9	98,5
2015	11,8	93,1	1,8	5,4	11,8	98,8
2016	12,8	92,0	1,4	5,2	11,6	98,4
2017	12,1	88,2	1,7	5,2	12,2	98,6
2018	11,9	92,1	2,5	6,1	12,5	98,6
2019	12,6	83,5	1,9	3,7	11,4	98,5
2020	12,6	85,2	1,8	9,0	11,6	98,2
2021 ^{*)}	12,9	90,6	1,6	4,9	10,9	98,2

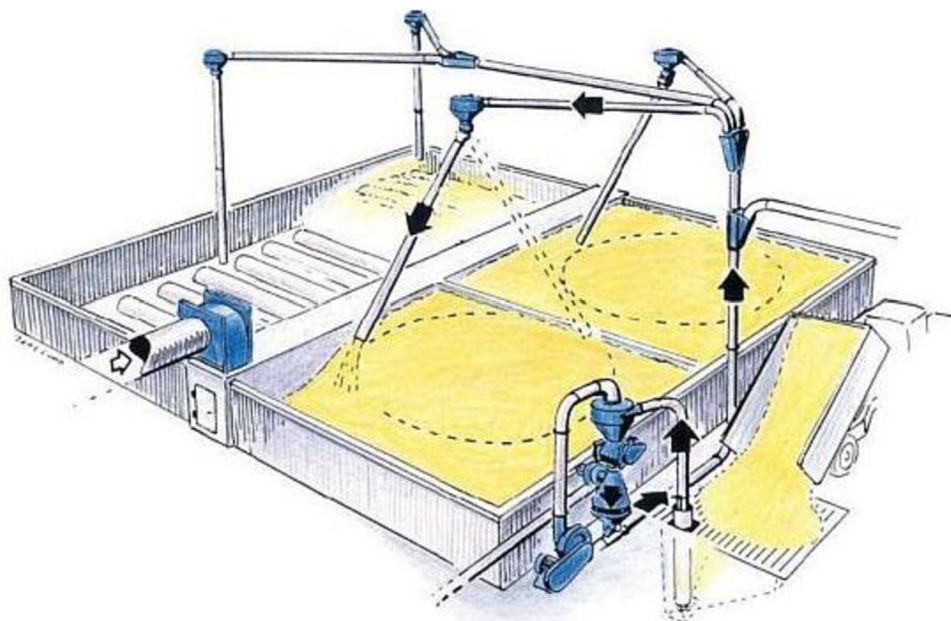
Pramen: VÚPS, a.s., Sladařský ústav Brno

Poznámka: ^{*)} v roce 2020 celkem 264 vzorků jarního ječmene – 31. 10. 2021






Příloha 5: Sklad s dělicími stěnami [19]



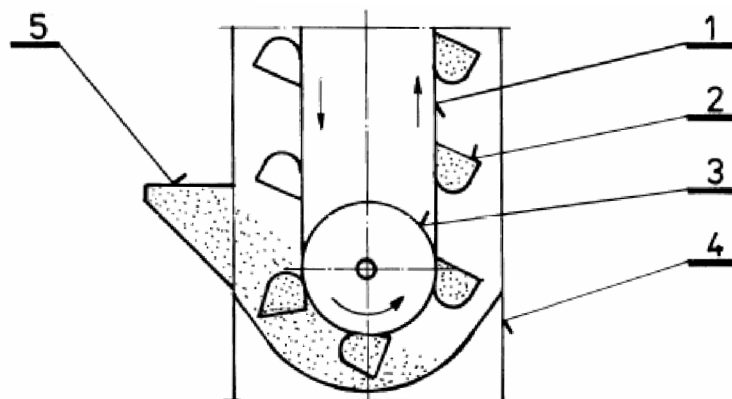
Příloha 6: Sklad s plně pneumatickou dopravou [19]



Příloha 7: Druhy řetězů u řetězových dopravníků [1]

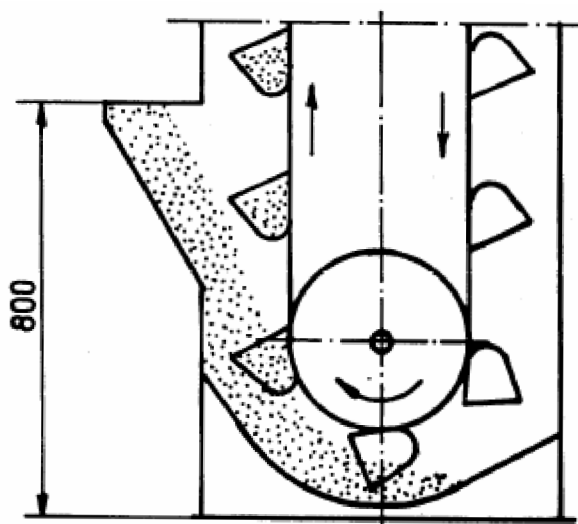
<p>T- příčný tvar Pro horizontální dopravu v jednoduchém žlabu.</p>	
<p>BT- příčný tvar Pro horizontální dopravu. Maximální přípustný sklon závisí na produktu a je 8 až 12°.</p>	
<p>U- příčný tvar Pro šikmou dopravu do 45° nebo až vertikální pro hrubé kusovité neskladné produkty.</p>	
<p>O- příčný tvar Pro šikmou a vertikální dopravu granulovaných, jemných, lehce tekoucích produktů.</p>	
<p>OO- příčný tvar Pro šikmou a vertikální dopravu jemných, velmi lehce tekoucích produktů.</p>	

Příloha 8: Souproudé plnění korečků v korečkovém elevátoru [7]

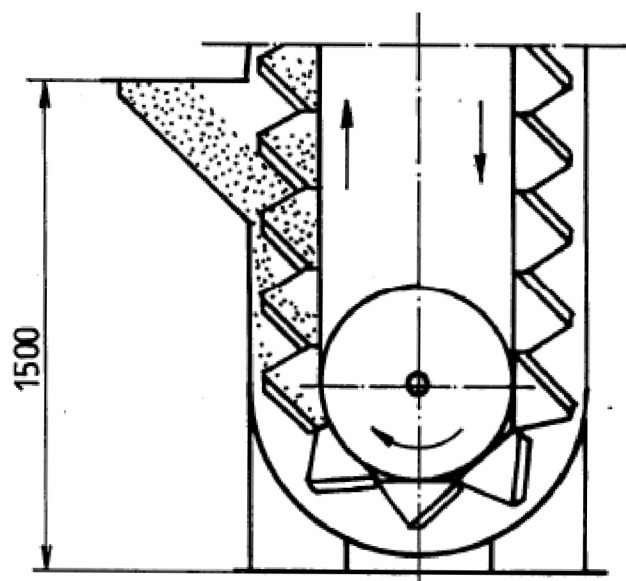


1 - pás; 2 - koreček; 3 - buben; 4 - spodní hlava; 5 - násyčka

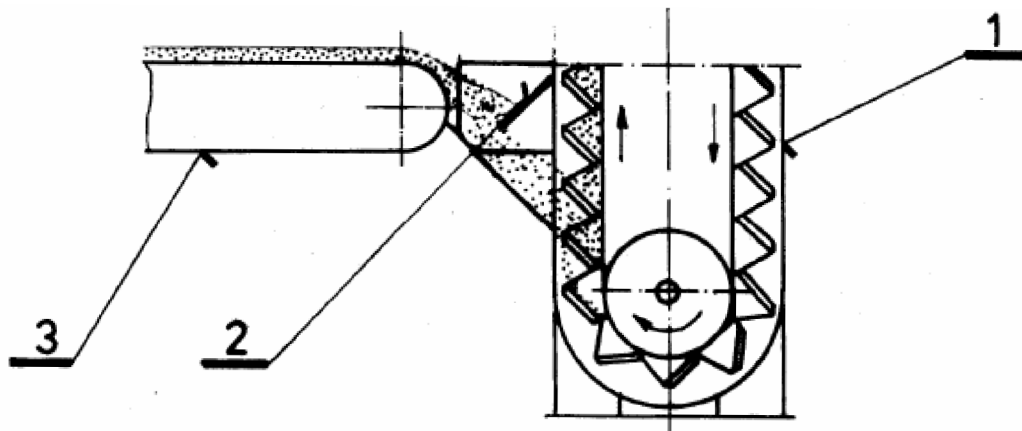
Příloha 9: Plnění korečků hrabáním v korečkovém elevátoru [7]



Příloha 10: Plnění korečků násypným způsobem [7]



Příloha 11: Násypné plnění korečků s brzdící clonou [7]



1 - korečkový elevátor; 2 - brzdící clona; 3 - pásový dopravník

Příloha 12: Tabulka k určení vedlejších odporů pomocí koeficientu C [27]

$l(m)$	3	4	5	6	8	10	12,5	16	20	25	32	40
C	9,0	7,6	6,6	5,9	5,1	4,5	4,0	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4
$l(m)$	50	63	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400
C	2,2	2	1,98	1,9	1,828	1,773	1,58	1,46	1,38	1,32	1,275	1,242
$l(m)$	450	500	600	700	800	900	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000	4 000
C	1,213	1,19	1,158	1,13	1,11	1,10	1,09	1,06	1,046	1,04	1,037	1,032
$l(m)$	5 000											
C	1,03											