

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra obchodu a financí**



**Bakalářská práce**

**Minimalizace ztrát při skladování obilí**

**Daniela Horká**

© 2015 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra obchodu a financí

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniela Horká

Podnikání a administrativa

Název práce

**Minimalizace ztrát při skladování obilí**

Název anglicky

**Minimizing Losses in Grain Storage**

---

### Cíle práce

Hlavním cílem předložené bakalářské práce bude vyhodnocení různých způsobů minimalizace ztrát vznikajících při skladování obilí.

### Metodika

Bakalářská práce bude zpracována na základě komparace a syntézy vědecké, odborné, tuzemské a zahraniční literatury, případně dalších zdrojů týkajících se dané problematiky. Získané informace budou zpracovány v programovém prostředí MS Office Word a Excel.

### Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

---

### Doporučené zdroje informací

DVOŘÁK, J. Skladování a ošetřování zrnin. 1. vyd. Praha: VÚZT, 2002. 43 s. ISBN 80-238-9953-8.

FAMĚRA, O. Posklizňová úprava obilovin ovlivňuje jakost potravinářských surovin. Úroda. 2003, Ročník 51, Číslo 8, s. 8 – 9. ISSN 0139-6013.

Internet, odborná periodika.

MALEŘ, J. Skladování zrnin. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe, 1996. 58 s. ISBN 80-7105-113-8.

NOVOTNÝ, P. Výhled světové výroby a trhu obilovin a olejnin do roku 2019. Praha: Ústav zemědělské ekonomiky a informací, 2010. 16 s. Bulletin ÚZEI, Číslo 12.

PROCTOR, D. L. Grain storage techniques: evolution and trends in developing countries. Řím: FAO, 1994. 289 s. FAO Agricultural Services Bulletin, No. 109. ISBN 92-5-103456-7.

---

### Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

### Vedoucí práce

doc. Ing. Kateřina Kovářová, Ph.D.

---

Elektronicky schváleno dne 20. 10. 2014

**Ing. Helena Čermáková, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 11. 11. 2014

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 09. 03. 2015

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Minimalizace ztrát při skladování obilí“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce, s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12. 3. 2015

---

## Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí práce doc. Ing. Kateřině Kovářové, Ph.D. za její cenné rady a informace, které mi věnovala při konzultacích potřebných k vypracování této bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala svému příteli za duševní podporu a své rodině za jejich finanční podporu během studia.

# Minimalizace ztrát při skladování obilí

---

## Minimizing Losses in Grain Storage

### Souhrn

V této bakalářské práci je řešena problematika týkající se ztrát uskladněného obilí. Je zde uvedena charakteristika obilného zrna z pohledu jeho morfologie, anatomie a chemického složení. Práce je zaměřena na technologii skladování a jsou zde popsány jednotlivé druhy skladů i nejčastějších skladištních škůdců. Další část je věnována fyzikálním a biologickým vlastnostem obilné masy. Z pohledu ztrát skladovaného obilí jsou zde doporučena preventivní opatření, která přispívají k jejich minimalizaci. Práce se dále zabývá jakostními ukazateli a kritérii na jakost vybraných druhů obilovin. Na základě zjištění, který typ skladu přispívá k co nejmenším možným skladovacím ztrátám, je vypočítán jeho měrný investiční náklad na 1 tunu uskladněného obilí, který představuje rozhodující ekonomický ukazatel skladování. V poslední části je posouzena návratnost investice u tří typů věžových skladů a doporučena výstavba jednoho z nich.

**Klíčová slova:** obilí, ztráty, skladování, jakost, zrání, minimalizace

### Summary

In this bachelor thesis are solved the issues to the loss of stored grain. It is listed the characteristics of the grain in view of its morphology, anatomy and chemistry composition. The thesis explains storage technology and describes the different types of warehouses and the most common warehouse pests. The next part is devoted to physical and biological properties of the grain mass. In terms of loss of stored grains there are recommended preventive measures that contribute to minimize them. The study also discusses the quality indexes and criteria of quality of selected types of cereals. Based on the findings, which type of storage contributes to the minimal possible storage losses, there is calculated its specific investment cost for 1 ton of stored grain, which is a crucial storage economic indicator. In the last part there is assessed return on investment in the three types of tower warehouses and is recommended a construction one of them.

**Keywords:** Grain, loss, storage, quality, maturation, minimization.

## Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce a metodika .....	10
3	Literární rešerše .....	11
3.1	Charakteristika obilovin.....	11
3.1.1	Morfologie a anatomie obilí .....	13
3.1.2	Chemické složení zrna.....	17
3.2	Skladování zrnin .....	20
3.2.1	Typy uskladnění.....	24
3.2.2	Skladištní škůdci .....	26
3.2.3	Vlastnosti skladovaného obilí.....	27
3.2.4	Minimalizace ztrát při uskladnění a jejich prevence.....	30
3.3	Jakost obilovin .....	31
3.3.1	Jakostní ukazatele .....	33
3.3.2	Kritéria jakosti .....	34
4	Diskuse – Úloha skladu při skladování obilí .....	37
5	Závěr .....	50
6	Seznam použité literatury .....	52

# 1 Úvod

Obilí je lidmi pěstováno jako kulturní rostlina se zaměřením získat největší výtěžnost z obilného klasu. Jedním z mnoha dělení obilovin je podle účelu zpracování, tj. pro lidskou výživu, jako krmivo pro hospodářská zvířata, osivo a pro průmyslové využití. Obiloviny jsou pro svoji energetickou hodnotu základní potravinou celého světa. Tyto rostliny z čeledi lipnicovitých se šlechtí z hlediska mnoha faktorů. Vypěstuje se ho ale vždy takové množství, že důraz musí být kladen na uchovávání a předcházení jeho ztrát. O to více se musí apelovat na tyto aspekty, když je v našich podmínkách obilí sklíženo jen jednou ročně. Jelikož jsou zrna živými organismy, probíhá v nich řada biologických pochodů. Především zrno dýchá, a tím produkuje oxid uhličitý, který je potřeba nějak zaopatřit, jelikož dýchání představuje ztráty během skladování. Existenci velkých kvalitativních a kvantitativních úbytků je vhodné předcházet zvolením vhodného typu uskladnění. Každá země preferuje jiný typ. V České republice i jinde ve světě je možné se setkat s věžovými sily, silážními žlaby, halovými sklady, či např. se silážováním do vaků či lisovaných balíků.

Světová produkce obilovin by měla v marketingovém roce 2013/2014 stoupnout na 1 954,4 mil. tun. Nárůst by se měl týkat všech obilnářských velmocí kromě Indie, kde se předpokládá pokles pšenice. Co se týče světové spotřeby, i ta by se měla zvýšit a to konkrétně na 1,89 mld. tun. Nejvíce se o to zaslouží průmysl a zvýšená spotřeba krmiv zejména kukuřice. Celková osevní plocha stále klesá a nebylo tomu jinak ani v roce 2013, kdy v ČR poklesla o 16,5 tis. ha na 1 428,2 tis. ha. Zatím se ale dlouhodobě průměrně drží okolo 1 500 tis. ha. Odhad celkové sklizně obilovin v České republice za rok 2013 je 7 665,2 tis. tun obilí, což je o 1 069,7 tis. tun více než v roce 2012. Jde opravdu o velký nárůst, který se dá v České republice připodobnit plodným rokům 2001 a 2005. Tento odhad zcela pokrývá domácí spotřebu, která je necelých 6 000 tis. tun obilovin. V roce 2013 je hektarový výnos přibližně 5,37 t/ha. Jde o nárůst oproti roku 2012 o 18,5%. Cenová hladina obilí na trhu je už dlouhodobě nestabilní, avšak negativní dopady na Českou republiku a země Evropské unie nejsou tak vysoké. Ceny světové ekonomiky jsou převážně ovlivňovány novými technologiemi spotřeby. Cena pšenice je celkem stabilní a pohybuje se okolo 265 USD/tunu. Avšak největší pokles světové ceny (až o 20%



na 210 USD/tunu) se týká kukuřice, který probíhá od června 2013, a to z důvodu rekordní sklizně ve Spojených státech amerických.

Vysoká sklizeň obilí, která se pohybuje nad průměrem, vede k znatelným přebytkům bilance a tudíž je tuto skutečnost vhodné využít nejen k zásobám a technickému využití, ale i k vývozu a prodeji do Evropské unie a třetích zemí. V marketingovém roce 2012/2013 bylo v ČR k dispozici pro export 1 843,2 tis. tun a v aktuálním marketingovém roce odhad činí dokonce 2 288,0 tis. tun obilí z toho 66% pšenice. Největší podíl vývozu směřuje do zemí Evropské unie a jen 1,1% do třetích zemí. I z EU je předpokládán vysoký vývoz, konkrétně 29,6 mil. tun. Dovoz klesl na 12,8 mil. tun. Lze konstatovat, že bilance pro EU bude s plusovým znaménkem. Import ze zahraničí do ČR se v roce 2013 zvýšil na 284,9 tis. tun obilovin. V roce 2014 je předpokládáno snížení na 181,0 tis. tun z důvodů nadprůměrných hodnot produkce, avšak tato hodnota je stále vysoká a neodpovídá obvyklé hodnotě importu 80 – 140 tis. tun. Tento vysoký dovoz je realizován prostřednictvím vnitroujního obchodování.

Obecně skladování obilí předchází jejich ošetření proti nežádoucím vlivům, jako jsou nečistoty a velké množství vody, které by uskladnění mohly znehodnotit. Zrniny jsou skladovány především s cílem lepšího peněžního zhodnocení v budoucnu. Minimalizace ztrát během skladování obilí je především otázkou finanční. Zemědělství jako takové je založené na vysokých počátečních investicích, ale návratnost peněz je bohužel nejistá a trvá mnoho let. Proto veškerý pokrok v tomto odvětví záleží na mnoha faktorech, mezi které patří cena komodity a ekonomické postavení státu. Světová spotřeba obilí v následujících letech poroste, především díky využití na biopaliva, avšak nárůst se bude týkat i obilovin pro krmné a potravinářské účely.

## 2 Cíl práce a metodika

Hlavním cílem této bakalářské práce je minimalizace ztrát při skladování obilí, konkrétně charakterizovat nežádoucí podněty, které mohou být příčinou ztrát a nalézt způsoby, jak jejich činnost eliminovat. Tento hlavní cíl je rozdělen na čtyři dílčí cíle:

- Charakterizovat složení zrna na základě jeho morfologie, anatomie a chemického složení.
- Zhodnotit skladování zrnin z hlediska typu skladištních prostor, škůdců a vlastností skladovaného obilí.
- Zmapovat jakostní ukazatele potravinářské pšenice a sladovnického ječmene.
- Porovnat návratnost investice u vybraných typů věžových skladů.

Bakalářská práce bude zpracována na základě komparace a syntézy vědecké, odborné, tuzemské a zahraniční literatury, případně dalších zdrojů týkajících se dané problematiky. Získané informace budou zpracovány v programovém prostředí MS Office Word a Excel.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Charakteristika obilovin

Obilninami jsou často označovány kulturní trávy a obilovinami, neboli cereáliemi, pak produkty z obilí, semen obilnin, avšak většinou jsou tato slova zaměňována a považována za synonyma. Obilniny jsou zařazovány mezi trávy z čeledi lipnicovité, botanické třídy jednoděložné, které se vyskytují ve všech zeměpisných pásech. Výjimku tvoří pohanka, která je zařazena do čeledi rdesnovité. V poslední době jsou vysazována i další semena jako amaranth, mexická quinoa a jiné.

#### Historie obilnin

Obilniny jsou nejdůležitějšími kulturními rostlinami, které jsou za účelem lidské výživy pěstovány od pradávných dob. Nejstarší nalezené obilniny přibližně z let 16 000 př. n. l. pocházejí z Izraele, konkrétně z města Haifa, avšak byly to jen planě rostoucí trávy. Mezi nejstarší již záměrně pěstované obilniny patří pšenice dvouzrnka a ječmen planý, které byly objeveny na území Sýrie a pocházejí přibližně z let 8 050 – 7 542 př. n. l. Do Evropy byla pšenice dopravena v letech 5 000 – 3 000 př. n. l., na území Ameriky v 16. století a do Austrálie až v 18. Nejstarší archeologické nálezy pšenice jedno- a dvouzrnky, jež byly na území naší republiky nalezeny, pochází z neolitu, což je přibližně 5 000 let př. n. l. Naši slovanští předci pěstovali pšenici obecnou, která má dnes tisíce vyšlechtěných odrůd.

V rostlinách, které klasem připomínají slabý sladovnický ječmen nebo ječmen myší, by člověk nehledal předchůdce dnešních robustních klasů pšenice, avšak tyto pradávné druhy měly stejně jako dnes ječmen semena pevně uzavřená v obalech. O jejich původu se toho ví velmi málo, prokázáno je jen to, že do střední Evropy přišly z oblasti náhorní plošiny Iráku a Íránu (BOUMA, 2005a).

Historie pěstování obilí je spojována s historií zemědělství obecně, jelikož počáteční následování stád zvířat a hledání zásob rostlinné potravy ve starší a střední době kamenné, se překlenulo do změny osídlení k místům s planými obilninami a následně k jejich samotnému účelnému pěstování spolu s chovem dobytka. Vzniku zemědělství

je přisuzováno 9. – 7. tisíciletí př. n. l. Nynější podoba obilnin se od té historické velmi liší, jelikož prošla mnoholetou cestou cíleného šlechtění a přizpůsobování se klimatickým podmínkám.

### **Obilniny dnes**

Obilniny jsou lidmi obecně velmi využívanou komoditou a předpokládá se, že jejich množství do budoucna poroste. Zvýšení počtu obyvatel se do konce roku 2030 odhaduje na 8,3 miliardy, což s sebou nese relativní zmenšení orné půdy na člověka. Orné půdy je méně i kvůli jiným aspektům, jako je zasolení, zastavění stavbami a eroze. Zemědělství pravděpodobně absolvuje druhou „zelenou revoluci“, jelikož potřeba obilnin se bude do budoucna stále navyšovat (BOUMA, 2007). Takto je nazýván proces šlechtění za pomoci hnojiv a pesticidů, který započal ve 2. polovině 20. století a stále trvá.

Výsledkem jsou mnohem více výnosné odrůdy, které prošly fyziologickými i morfologickými změnami. U obilnin jsou těmito změnami mnohem kratší délka stébla a větší počet klasů s robustní stavbou. Vyšší produkce zemědělských komodit je potřeba nejen kvůli stálému nárůstu obyvatel, ale i stále většímu poli působnosti v různých technologických odvětvích (MÜLLER, MIKULCOVÁ a MARTINEK, 2005).

Zemědělci začali pěstovat geneticky modifikované plodiny pro jejich větší výnosnost, odolnost proti škůdcům či nepříznivým klimatickým podmínkám, což zajišťují pěstitelům větší zisk. Nejhlavnější geneticky upravovanou potravinou je kukuřice. Několik organizací označilo takto upravené rostliny za zdraví škodlivé, avšak to se jim nikdy nepovedlo prokázat

Geneticky modifikované plodiny v roce 2012 pěstovalo 17,3 milionů zemědělců, což je oproti roku 2011 o půl milionů více. Tento nárůst se týká hlavně malých farmářů z rozvojových zemí především z Číny, Brazílie, Indie, Argentiny a Jihoafrické republiky, avšak prvenství v pěstování GM plodin na největší ploše si stále udržuje USA. Důvodem rozšíření plodin nejsou jen větší výnosy a kvalitnější produkce, ale i úspora energie a pesticidů (PŘIBÍK, 2013).

Podle HORÁKOVÉ, DVOŘÁKOVÉ a MEZLÍKA, (2014) má na stabilitu výnosu, ekonomiku pěstování a jakost zrna vliv především volba odrůdy, která dále ovlivňuje hospodářské vlastnosti obilí jako odolnost proti poléhání a škůdcům. Pěstování odolných

odrůd je pro zemědělce nejlacinějším opatřením proti chorobám. Čím různorodější je skladba odrůd, tím je nákaza mnohem méně pravděpodobná.

### **Význam obilovin**

V Evropě je nejdůležitější pšenice, dále pak žito, oves a ječmen, ve východní a jižní Asii je to především rýže, méně pak proso, oves a pohanka, v Americe kukuřice. Pro člověka jsou obiloviny důležité svou nutriční hodnotou, možností pěstování ve velkém, skladovatelností a využitelností jak v potravinářství, krmení dobytka, tak v průmyslu.

Podle KULOVANÉ, (2001) zrniny z historického hlediska patřily vždy mezi rostliny, které byly základem potravy člověka. Prakticky na stejné historické úrovni je vývoj pěstování obilí a snaha člověka usnadnit si mechanizací jeho sklizeň. Stejně tak dlouho mezi sebou bojují dva postupy sklizení zrnin, a to jeden se zaměřením na obilný klas a druhý, který sklízí a následně využívá celou rostlinu.

Cereálie, jakožto hlavní složka výživy většiny národů, jsou velmi bohaté na energii, kterou dodávají v podobě škrobu. Jsou také zdrojem důležitých bílkovin a dalších látek jako vitamínů zejm. skupiny B, minerálních látek a vlákniny, která přispívá ke správnému chodu trávicí soustavy. Obilniny jsou také krméním pro chovná zvířata, která člověku dávají maso a mléko, jež jsou opět důležitým zdrojem bílkovin. Zpracováním zrn vznikne mnoho potravinářských výrobků jako mouka, kroupy, krupice, ovesné vločky, jáhly a jiné.

V České republice jsou obilniny nejčetnější zemědělskou plodinou a zaujímají více jak polovinu orné půdy. Jako potravinu zastupují více jak 33 % energetické hodnoty, znamenají více jak 30 % přijatých bílkovin, 56 % sacharidů a 10 % tuků. Jsou důležitou komoditou pro potravinářský průmysl obyvatelstva, hlavně pro zpracování zrnin v mlýnech na různé druhy mouk, ve sladovnách, škrobárnách, lihovarech a pro krmné účely (PELIKÁN a SÁKOVÁ, 2001)

#### **3.1.1 Morfologie a anatomie obilí**

Obiloviny je možno rozdělit do dvou skupin a to na cereálie a pseudocereálie. V první skupině jsou zahrnuty pšenice, žito, oves, ječmen a triticales, které se vyznačují tím, že mají rýhu na spodní straně obilky a vyskytují se v jarní i ozimé formě.

Mezi nejznámější pseudoobiloviny jsou zařazeny kukuřici, rýži, čirok a proso, čumíza a mohár. Hlavními vlastnostmi je to, že se vyskytují pouze jako jarní formy a jsou více náročné na teplo a méně na vodu, u obilovin je tomu naopak.

Stejný botanický původ obilovin z čeledi lipnicovité jim dává hodně podobný vzhled, strukturu i chemické složení. Je to například struktura podobalových a obalových vrstev zrna nebo shodnost přítomnosti aminokyselin obilných bílkovin a mastných kyselin v lipidech. Avšak postupem doby, šlechtěním, či působením podnebí, se jednotlivé obiloviny v několika aspektech odlišili například ve složení slizovitých látek, v množství lipidů nebo kvalitě proteinů. To bylo příčinou, vyhranění jednotlivých obilovin, pro určité účely. Je nutné zmínit, že pšenice má své unikátní místo ve tvorbě pekárenských výrobků (PŘÍHODA a kol., 2006).

Stavba většiny obilovin je přibližně stejná. Zrna jsou rozdílná objemem, tvarem s množstvím jednotlivých vrstev. Tvar zrna bývá kulovitý, nebo protáhlý. Rozlišovacím bodem může být to, zda je zrno nahé, či pluchaté. Zrno pšenice, žita a kukuřice je nahé a snadno vyjmutelné při mlácení zrna, avšak zrna pluchatá se nejdříve potřeba oloupat, obrousit, také je nutné odstranění pluch a klíčků. Samotná rostlina je složena z dutého článkovitého stébla s kořeny, na kterém se nacházejí čárkovité listy, obnažovací uzel, na vrcholu květenství a obilka.

### **Vegetativní orgány**

Na hřbetu obilky je uložen zárodek překrytý oplodím a o semením, přiléhající k endospermu pomocí štítku. Na vrcholku obilky je umístěn vzrostlý vrchol, který je základem pro budoucí klas, naproti němu jsou umístěny základy kořínků. Během klíčení proniká prostřední z kořínků překryt čepičkou skrze oplodí a dává vzniknout primárnímu kořínku. Zároveň se objevují kořeny vedlejší, které vyrostli z nadzemního kolínka nebo z odnožovacího uzlu (ZIMOLKA, 2005).

Prvotní kořeny, které daly vzniku kořenům a uzlu, postupně odumírají a jsou nahrazovány kořeny sekundárními, které následně dodávají živiny celé rostlině. Stéblo vychází z dělivého meristému z kolénka, odkud vyrůstá i pochva krytá vzrostlým vrcholem, která přechází v čepel a dávají vzniknout čárkovitým listům. Tvorba stébla představuje přechod rostlinky z vegetativní do generativní fáze. Dutý stonek je složen z článků, které jsou rozdělovány kolénky složených z dřene.

## **Generativní orgány**

Květenství obilovin zakončuje stéblo a je u pšenice, ječmene, triticales a žita označováno jako klas, avšak květenství ovsa, čiroku, rýže a prosa má úplně jiný vzhled a je jmenuje se lata. Kukuřice tvoří jak květenství samičí - klas, tak i květenství samčí - latu. Uprostřed klasu je umístěno větveno, z něhož vycházejí jednotlivé klásky. Klásek je obklopen plevami překrývajícími kvítky, které z venkovní strany obaluje plucha a z té vnitřní pluška. Mezi pluchou a pluškou jsou uloženy tyčinky a pestík ze dvou blizen, pod nímž vyrůstá semeník. Ze semeníku vycházejí tyčinky tvořené prašníkem na dlouhých nitkách.

Obilka je suchý jednosemenný plod, který během zrání spojí svojí stěnu s osemením. Podle toho, zda zrno na sobě má, či nemá zbytky kvítkových orgánů, ho rozdělujeme na pluchaté, nebo nahé. Mezi pluchaté obilky patří ječmen oves, rýže, proso a některý čirok. Když obilka zbytky pluch a plušek nemá, tak je nahá, jak tomu má pšenice, žito, triticales, kukuřice, nahý oves a ječmen.

## **Anatomická stavba obilného zrna**

Anatomie obilného zrna je důležitým aspektem nejen při jeho hodnocení, ale i při skladování a zpracování. Zrno je složeno z obalových vrstev, endospermu a klíčku. Podle HUBÍKA a MAREČKA, (2002) množství jednotlivých částí udává kvalitu jakosti zrna.

Obaly jsou z celkového obsahu zrna zastoupeny z 8 – 14 %, mají především chránit zrno před vnějšími vlivy a vysycháním, a tak jsou těžko propustná. Oplodí je vnější vrstva, která má za úkol mechanickou ochranu zrna a zabránit vstupu škodlivých látek, proto je tvořeno nerozpustnými látkami, hlavně celulosou. Osemení, jehož součástí jsou barviva, určuje barvu obilky.

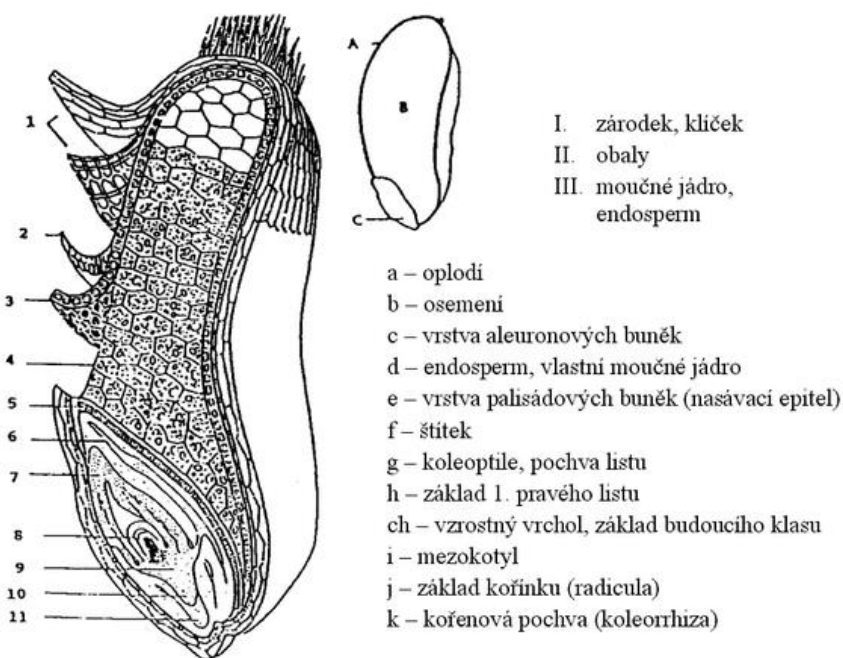
Největší část obilky zaujímá endosperm, který tvoří 84 – 86 % obsahu zrna. Od obalů je oddělen aleuronovou vrstvou, nositelkou minerálů, vitamínů, tuků a značného množství bílkovin, kterých je v ní přibližně třikrát více než v samotném endospermu. Ten je složen z hranolovitých tenkostěnných buněk s částicemi škrobu, vyživuje zárodek a představuje zdroj energie a proteinů při výživě a krmení.

Klíček je centrálním bodem zrna, i když zaujímá jeho nejmenší podíl a to 2,5 až 4 %. Embryo je velmi náchylné na oxidaci a enzymatické procesy, je nutné ho co nejrychleji

odstranit, aby nijak negativně neovlivnilo senzorycké vlastnosti výrobku. Avšak má i své značné využití v potravinářském, farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. Tento zárodek nové rostlinky obsahuje mnoho účinných látek jako enzymy, sacharidy, proteiny a většinu lipidů se značným podílem vitamínu E, který je rozpustný v tucích (TICHÁ a VYZÍNOVÁ, 2006).

Obsah jednotlivých částí zrna není u všech obilnin stejný, viditelný rozdíl je mezi pšenicí a kukuřicí, která má oproti ostatním obilninám značně větší podíl klíčku, ze kterého se vyrábí olej. Jak vypadá příčný řez pšenicí a jí podobných obilovin ukazuje obrázek 1, kde jsou viditelné všechny části anatomické stavby zrna.

**Obr. 1: Podélný řez obilným zrnem**



Zdroj: PELIKÁN, SÁKOVÁ, (2001)



### 3.1.2 Chemické složení zrna

Na skladování a následné zpracování obilí má vliv anatomická stavba zrna i jeho chemické složení, které se podle vlivů vnějších klimatických podmínek, odrůdy a výživy rostliny, mění. Sacharidy, proteiny, lipidy, vitaminy a minerální látky neboli popeloviny tvoří dohromady sušinu, která činí přibližně 85 % z celého zrna. Zbýlých cca 15 % tvoří voda.

Sušina je tvořena 65 - 75 % sacharidy, 2 – 6 % lipidy, 7 - 12 % proteiny a malým množstvím popelovin. Vnitřní struktura obilnin je velmi podobná, mají nízký obsah bílkovin a vysoký obsah sacharidů. Oves a kukuřice obsahují poměrně velké množství tuků (HAARD, 1999).

I když mají jednotlivé druhy mnoho společného, nelze opomenout existenci rozdílů v zastoupení jednotlivých chemických látek, což ukazuje tabulka 1.

**Tab. 1: Chemické složení zrna podle Pelshenkeho (v % sušiny)**

Složka zrna	Pšenice	Žito	Ječmen	Oves	Kukuřice	Proso
Popelovina	1,7	1,8	2,5	3,2	1,5	2,8
Bílkoviny	12,0	10,0	9,8	10,4	10,0	10,6
Tuky	1,9	1,9	2,1	5,2	4,2	3,9
Hrubá vláknina	2,7	2,0	4,4	10,2	2,4	8,1
Glycidy	65,3	62,0	66,0	54,5	69,0	61,1
Voda	14,6	15,3	13,8	12,0	10,5	12,5

Zdroj: ZIMOLKA, (2008)

#### Voda

Voda se v zrně nachází ve formě vázané, konkrétně jako voda hydratační a sorpční, bez migrační vlastnosti. Více zřetele je potřeba dát na vodu volnou se schopnostmi rozpouštědla, která při 0°C zmrzne a následně se lehko vypařuje. Z technologického hlediska se díky vodě dá zrně rozdělit na mokré s obsahem vody nad 17 %, dále na zrně vlhké (nad 15,5 %), středně suché (nad 14 %) a suché, které má nejmenší procento vody a to do 14 %. Voda je neopomenutelnou součástí obilky, jelikož všechny podstatné děje jakožto růst, zrání a skladování záleží hlavně na jejím obsahu v zrně (ZIMOLKA, 2008).

## **Proteiny**

Organické dusíkaté sloučeniny, které se v obilném zrně nacházejí, lze rozdělit na proteidy, jinak známé jako složené bílkoviny, proteiny, nazývané také bílkovinami jednoduchými a nebílkovinné dusíkaté látky (aminy, amidy, aminokyseliny), které jsou uloženy v aleuronové vrstvě a embryu. Bílkoviny se dělí podle mnoha hledisek a to podle morfologického původu, biologické funkce, chemického složení, či podle rozpustnosti v různých rozpouštědlech. Molekuly proteinů jsou složeny z aminokyselin propojených peptidovými vazbami. Na stavbě bílkovin se jich podílí pouze dvacet, z nichž některé jsou esenciální. Esenciální aminokyseliny si člověk nedokáže v těle vytvořit sám, proto je důležitý jejich dostatek. Při narušení struktury bílkoviny dojde buď k vratné, či nevratné denaturaci, která slouží k lepší stravitelnosti bílkovin.

Bílkoviny jednoduché jsou rozdělovány na zásobní a protoplasmatické, a to podle své funkčnosti. Globuliny a albuminy, zastupující tuhle skupinu proteinů, jsou v pšenici obsaženy z 15 – 20 %, u žita a triticales je jich více procent. Bílkoviny zásobní hlavně prolaminy a glureniny zastupují hlavní složku obilných proteinů a stanovují biologickou, technologickou, nutriční a krmnou kvalitu zrna. Významnou vlastností zásobních proteinů je schopnost vytvářet lepek (PELIKÁN a SÁKOVÁ, 2001).

Pšeničný lepek je gel, který vzniká z glianidů a glutenidů za přítomnosti vzdušného kyslíku. Gel se vytvoří při hnětení těsta a dává mu svou typickou pružnost, tažnost a bobtnání v naředěném roztoku kyseliny mléčné. Tuto vlastnost má jen pšenice, těsto žitné tyto schopnosti nemá (PŘÍHODA a HUŠKOVÁ, 2007).

Proteiny obilovin mohou vyvolávat zdravotní problémy, které jsou příznaky nemoci zvané celiakie – nesnášenlivosti lepku, způsobené prolaminy obilného zrna. Ze všech obilovin je v tomto ohledu nejagresivnější pšenice. Při nasazení a dodržování bezlepkové diety negativní příznaky jako je únava, průjemy a nechutenství, odezní.

## **Sacharidy**

Sacharidy v obilovinách mají vysokou výživovou hodnotu, proto mají obiloviny stále svoje podstatné místo v potravinářství. V zrně se vyskytují hlavně ve formě škrobu, dále pak dextrinů, celulózy, hemicelulózy a cukru, který se nachází hlavně v okrajových částech endospermu a embrya ve formě pentozanů a hexozanů. Hexóza glukóza je základem škrobu a celulózy. Podstatným disacharidem je sacharóza – zásoba energie

pro vyklíčení. Z obilných cukrů jsou nejpodstatnější polysacharidy, které se na rozdíl od jednoduchých cukrů vyskytují v zrně s podílem desítek procent z celkového množství.

Monosacharidy spojené glykosidickými vazbami jsou základem pro oligo- a polysacharidy. Malé množství, které se jich v zrně nachází, je zastoupeno především v klíčku. Mezi z našeho hlediska zajímavé oligosacharidy patří maltosa, která ve větším podílu poukazuje na poškození škrobu. K tomu dochází během předčasného naklíčení za vyšší teploty a vlhkosti při dešti během sklizně nebo špatném uskladnění. Polysacharidy jsou společně s bílkovinami nejdůležitější složkou obilovin. Mají zásobní a stavební funkci. Stavební jsou např. celulóza, hemicelulóza a lignin, vytvářejí stabilní vlákna, která mají funkci kostry. Dále vytvářejí obalové vrstvy, které mají funkci mechanické ochrany (PŘÍHODA a HRUŠKOVÁ, 2007).

Podle ŠÁRKY a BUBNÍKA, (2010) patří škrob mezi hospodářsky a fyziologicky nejvýznamnější polysacharidy. Je uložen v zásobních orgánech obilnin ve formě škrobových zrn, která nelze rozpustit ve vodě. Významnými složkami škrobu jsou amyloza a amylopektin, dále zrnka obsahují i malé množství tuků a bílkovin.

V našich klimatických podmínkách se škrob obilovin skládá z 25% z amylosy a z 75% z amylopektinu. Škrobová zrna se vytvářejí během zrání obilky a spolu s lepem mají velký význam díky svým fyzikálním vlastnostem - bobtnání, retrogradaci a mazovatění. Ve vodě škrob bobtná a přijímá přibližně 30% vody ze své váhy. Čím má voda vyšší teplotu, tím škrob více nabývá na objemu. Zastoupení škrobu se v pšeničném zrně pohybuje mezi 50 až 70 %.

Celulóza, která má charakter rostlinného pletiva, se v obilce nachází především ve svrchních vrstvách a tam ho chrání před vnějšími mechanickými vlivy. Její místo ve výživě bylo objeveno v nedávné době, je totiž součástí vlákniny, která slouží jako prevence proti rakovině střev díky napomáhání trávení a vyprazdňování, prevence cukrovky či kardiovaskulárních onemocnění. Pro člověka je nestravitelná a tak je výhodou, že nedodává žádnou energetickou hodnotu navíc.

## **Lipidy**

V obilném zrně není velké množství tuků. Vyšší výskyt je pouze v klíčcích. Podíl klíčků činí 2,5 % z celého zrna a podíl tuků je v něm cca 64 %. V endospermu, který tvoří 80 % zrna, je přibližně 3,3 % lipidů. Obecně platí, že ve světlých moukách je menší

procentuální podíl tuků než v moukách tmavých. Výjimku tvoří oves, který obsahuje více tuků než ostatní obilniny. Lipidy z klíčků jsou z nutričního hlediska prospěné a některé dokonce vhodné k vylisování oleje. Znáмым příkladem je olej z kukuřice, běžně používaný v dnešní kuchyni (PŘÍHODA a kol., 2006).

Lipidy v obilninách jsou tvořeny kyselinou linolovou, olejovou a fosfatidy z kyseliny fosforečné s dusíkatou bází. I když je obsah tuků v obilninách nízký, má svůj nezanedbatelný význam, na který nesmí být zapomínáno, a to především během skladování zrna a mouk. Oxidace vzdušným kyslíkem působí reakci zvanou žluknutí, která způsobuje zhoršení sensorických vlastností.

### **Vitaminy a minerální látky**

Endosperm má obecně vitaminů málo, ty se vyskytují hlavně v aleuronových vrstvách a především v klíčku. Obiloviny jsou považovány v první řadě za zdroj vitaminů skupiny B, hlavně B<sub>1</sub> – thiaminu, B<sub>2</sub> – riboflavinu a B<sub>6</sub> - pyridofinu. Klíčky také obsahují vitamin C, vitamin H, kyselinu panthotenovou, nikotinovou a listovou, vitamin E, A a D, které jsou rozpustné v tucích. Z nich je nejvíce zastoupený vitamin E a jeho izomery, který působí jako antioxiadant. Obilka ječmene je na vitaminy bohatší než zrna ovsa a žita (ZIMOLKA, 2006)

Minerální látky jsou nazývány také jako popeloviny, jelikož tvoří zbytek po spálení živé hmoty rostliny. Obsah minerálních látek v zrně se pohybuje mezi 1,25 až 2,5 %. Nejméně jich je v endospermu a nejvíce v horních vrstvách. Mezi hlavní zástupce patří oxid fosforečný, hořčík, železo, vápník a zinek. Množství popela v mouce je synonymem pro klasifikaci mouk.

## **3.2 Skladování zrnin**

Úkolem skladování je zachovat obilí od sklizně, příjmu až do doby spotřeby v neporušeném stavu. Skladování by mělo proběhnout s co nejmenší možnou ztrátou hmotnosti a s co nejmenším negativním vlivem na jeho jakost. Avšak v obilném zrně se děje řada reakcí jako zrání a dormance, které mohou způsobit řadu neblahých změn.

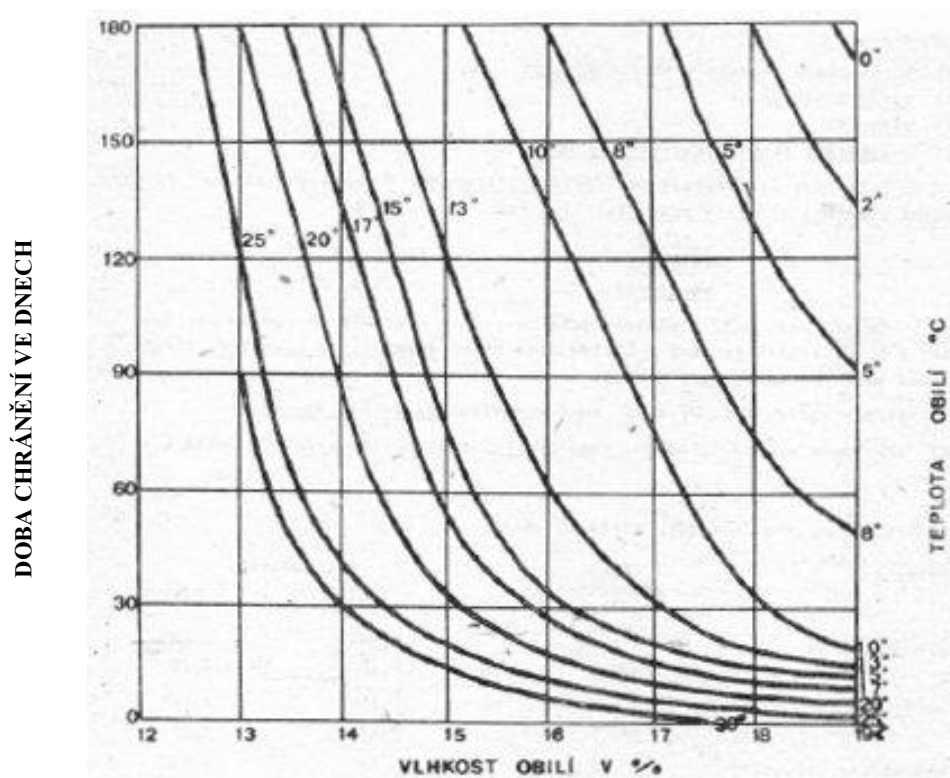
Aby se těmto nechtěným procesům zamezilo, je potřeba dodržet řadu skladovacích pravidel.

Mezi základní pravidla pro co nejlepší úspěch skladování obilí patří šetrná manipulace, předčištění - zbavení obilní masy semen plevelů a rozbitých jader, pravidelné provzdušňování, hlídání teploty a dodržování předepsané vlhkosti skladářských prostor, která nesmí být během naskladňování vyšší než 20 % (WILCKE a WYATT, 2002).

Uskladněné obilí je živá homogenní hmota, která je tvořena z 60 % zrný vyplněných 40 % atmosférou. K výměně tepla dochází vedením a prouděním. To, jak dlouho je možno obilí skladovat, záleží na tom, jakou vlhkost má před naskladněním a za jaké teploty je skladováno.

K určení délky skladovatelnosti existuje názorná pomůcka Klejevův diagram na obrázku 2. Podmínky skladování, ani samotné obilí nemají vždy stejné vlastnosti, a proto jsou hodnoty diagramu jen přibližné. Na ose x je zobrazena vlhkost obilí [%], na křivce teploty obilí [°C] a na ose y jejich průsečík, který stanovuje přibližnou dobu bezpečného skladování ve dnech.

**Obr. 2: Klejevův diagram**



Zdroj: PŘÍHODA a kol., (2006)

Kvůli špatnému způsobu skladování, je průměrně celosvětově zničeno 20 % vyprodukovaného obilí. Obilka není mrtvá hmota, odehrávají se v ní chemické procesy, odpařuje se z ní voda a samozřejmě také dýchá. 500 tun obilné masy může při 20 °C a 20 % vlhkosti zrna za osm dnů přijít o 2,7 tuny sušiny a vyloučit až 1,5 tuny vody. Nejlepším řešením by bylo rychle docílit skladovací teploty 10 °C. Při takto nízké teplotě se v zrně značně zpomalí skoro všechny procesy a pozastaví se vývoj chorob a škůdců. Ve skladu by se měla vzdušná vlhkost pohybovat okolo 60 až 65 % a samotné obilí by mělo mít vlhkost 14 až 14,3 %. Avšak při takto vlhkém obilí v něm mohou vznikat plísňe, kterým lze předejít jedině důsledným vyčištěním před skladováním (BOUMA, 2005b).

Pro představu, jakou prostorovou část skladu zaplní obilná masa jednotlivých druhů obilí, slouží tabulka 2. Objemová hmotnost zrnin ukazuje, kolik obilí lze uskladnit ve skladovací ploše a mezerovitost vyjadřuje prostor mezi zrny vyplněný atmosférou po nasypání obilí do skladu.

**Tab. 2: Objemová hmotnost a mezerovitost skladovaných zrnin**

<b>Druh zrnin</b>	<b>Objemová hmotnost [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Mezerovitost [%]</b>
<b>Pšenice</b>	730 – 850	35 – 45
<b>Ječmen</b>	580 – 700	45 – 55
<b>Žito</b>	680 – 750	35 – 45
<b>Oves</b>	400 – 550	50 – 70
<b>Proso</b>	680 – 730	30 – 50
<b>Pohanka</b>	560 – 650	50 – 60
<b>Kukuřice</b>	680 – 820	35 – 55

Zdroj: MALERŤ, (1996)

### **Technologie Skladování**

Obilí je skladováno pytlované nebo volně ložené. Druhý způsob uskladnění jednoznačně převládá, jelikož je příhodné jak z hlediska technologického, tak hospodárného. Sušší obilí je možné skladovat v jakkoli vysoké hromadě, avšak zrno vlhké jen ve vrstvách nízkých. Obilnou masu lze skladovat různými technologickými

metodami. V České republice se nejčastěji využívá kombinace způsobů uskladnění zrna v suchém stavu s metodou jeho zchlazení a dostatečným průběžným aktivním větráním.

Skladování obilí v **suchém stavu** se opírá o princip nízkého obsahu vody (do 14 %), který zabraňuje rychlému rozmnožování jak mikroorganismů, tak i skladištních škůdců a průběhu všech fyziologických a biochemických procesů. Tato metoda je nejvhodnější pro dlouhodobé uskladňování.

Z obilí je při naskladnění nutné odstranit přebytečnou vodu dosoušením, ideální je uskladnit zrniny suché a vyhnout se práci navíc. Relativní vlhkost vzduchu musí být v souladu s množstvím vody v zrninách. Avšak není dobré mít větší či menší obsah vody, než udává tabulka 3 (MALERĚ, 1996).

**Tab. 3: Skladovatelnost zrnin z hlediska obsahu vody**

Druh zrnin	Obsah vody v zrninách [%]			
	A	B	C	D
<b>Pšenice, ječmen, žito</b>	14,0	14,0 – 15,5	15,5 – 17,0	nad 17,0
<b>Oves, pohanka, kukuřice</b>	13,5	13,5 – 15,0	15,0 – 17,0	nad 17,0
<b>Proso, čirok</b>	14,0	14,0 – 16,0	16,0 – 18,0	nad 18,0

Zdroj: MALERĚ, (1996)

A – zrno suché – dlouhodobě skladované

B – zrno středně suché – běžně skladované do 1 roku

C – zrno vlhké – krátkodobě skladované při intenzivním provzdušňování

D – zrno syrové – vyžadující intenzivní dosušování

Podle PELIKÁNA a SÁKOVÉ, (2001) se skladování zrna ve **zchlazeném stavu** zakládá na skutečnosti, že při nízkých teplotách je životní činnost zrna pozastavena. Takto nízké teploty vedou nejen k zastavení rozšiřování mikroorganismů a škůdců,

ale i ke snížení ztrát z dýchání či ztrátám na kvalitě a jakosti obilí. Výhodou zchlazení je současně efekt usušení, jehož výhodnost byla popsána výše. Snížení teploty lze dosáhnout aktivním větráním, přepouštěním, přehazováním, či samotným snížením teploty vzduchu v úložném prostoru. Stejný konzervační účinek nastane jak při poklesu teploty o 5 °C, tak i zredukování vlhkosti o 1 %.

Použití **aktivního větrání** (AV) pro účely skladování obilné masy je ekonomicky výhodné, jelikož je schopné ušetřit až 25 % energie. Tato kombinace předchozích dvou způsobů skladování obilí se zakládá na možnosti vzdušné prodyšnosti skladovaného obilí, čímž lze lehko manipulovat s hladinou jeho vlhkosti a teploty, aniž by se muselo s obilím jakkoli manipulovat. Podle KULOVANÉ, (2001) lze na příkladu, kdy je známa skutečnost mezerovitosti zrna, která představuje výplň obilné masy vzduchem ze 40 – 50 %, ukázat tuto skutečnost. 1 m<sup>3</sup> násypu obilné hmoty je zvážen přibližně na 700 kg a díky jeho mezerovitosti přítomná hmotnost vzduchu činí přibližně 0,5 kg, což zapříčiní úbytek tlaku o cca 80 Pa na metr výšky sloupce obilí. Plynulou výměnou vzduchu při AV lze dosáhnout zchlazení i snížení vlhkosti zrna, která vede k jeho sušení.

### 3.2.1 Typy uskladnění

Posklizňově upravené obilí lze uskladnit jen v kvalitně zařízených skladištních prostorech, které musí splňovat řadu preventivních opatření. Připravené prostory pro skladování obilí musí být snadno větratelné, suché a čisté, bez pachů, plísní a škůdců. Sklad by měl být vyroben z trvanlivého materiálu, mít bezesparovou podlahu a vytvářet ochranu před jeho krádeží, před hlodavci a také negativním atmosférickým působením. Sluneční paprsky by neměly přímo dopadat na uskladněné obilí. Vhodnou výbavou jsou také rozdělovací přepážky, které od sebe oddělí zrniny různých odrůd, druhů, s různým účelem použití či s odlišnou jakostí. Celý prostor ve skladu by měl být přehledný a všude dostupný a tím napomáhat k preventivním opatřením proti výskytu plísní a škůdců. Mezi další vybavení skladu přispívající k udržení kvality a zabraňující znehodnocení zrna patří vhodné zvolení konstrukce skladu, která umožňuje pravidelné vymetání prachu, deratizaci, dezinfekci a dezinsekcii.



Vývoj skladů spěje k minimalizaci půdorysné plochy a k nárůstu výšky násypu. Sklady jsou rozdělovány na věžové, podlahové a obilní sila. Podle EMMERTA, (2004) technologie skladů prošla za poslední dobu velkou modernizací, ale jejich charakteristika zůstala původní, jelikož se léty osvědčila. Pokrok se týká hlavně vybavení interiéru a vzduchotechniky.

Největší objem zrnin pojmu podlahové neboli halové sklady s kapacitou až 5000 tun. Největší důraz v takto prostorných skladech musí být dán na kvalitní provzdušňovací systém, avšak ani tím se nedá zabránit faktu, že hangárové sklady se zaslouží o nejvyšší průměrnou ztrátu. Jejich ztrátovost se udává mezi 2 až 3 %. Takto vysoké číslo je často zapříčiněno snadným a rychlým šířením plísní a škůdců již napadeného obilí. Podlahové sklady mohou být také vícepatrové budovy. Jejich hlavní nevýhodou je nízké využití prostor a to přibližně jen z 60 %, i přesto tento typ skladů býval nejčastěji stavěným (EMMERT, 2004).

Dalším typem jsou sklady věžové, v posledních letech patřící mezi nejčastěji stavěné. Tyto sklady mají jednotkovou kapacitu 200 - 1000 tun. Vykazují výrazně menší hodnoty ztrát než sklady halové, a to cca 0,5 až 1 %.

Podle PELIKÁNA a SÁKOVÉ, (2001) jsou sila nejracionálnější volba obilního skladu. Jsou využívána organizacemi, které uskutečňují nákupy ve velkém a následně s obilím obchodují. Tento způsob vhodný pro dlouhodobé skladování upřednostňují také zpracovatelské firmy obilí jako mlýny a sladovny. Mezi hlavní klady sil patří využití jejich kapacity a to přibližně z 96 %. Hlavní nevýhodou obilního sila je limit maximální vlhkosti zrna a to pouze 14 %.

Podle KYNCLA, (2007) byla před osmi lety celková skladovací kapacita přibližně 10 milionů tun, s tím že cca třetinu činí provizorní halová skladiště určená pro uskladnění na krátkou dobu. Stavba nových kapacit stále rostla, jelikož bylo možné využívat podpory dotací EU.

### 3.2.2 Skladištní škůdci

V případě nalezení škůdce v prodávaném obilí zákazníkovi, dojde k značnému znehodnocení obilí, které má za následek jeho reklamaci a menší výkupní cenu, nebo také odmítnutí a navrácení celé dodávky zpět (KŘEPELKA, 2013).

Nejslibnějším způsobem, jak zabránit jejich výskytu a případnému šíření, je jejich včasné nalezení a zneškodnění. Mezi skladištní škůdce nejčastěji patří roztoči, brouci a hlodavci, kteří mohou kontaminovat uskladněné obilí.

#### **Roztoč moučný** /*Acarus siro*/

Roztoči mohou zničit až 3 % uskladněného zrna, avšak hlavním problémem je jakostní znehodnocení zrna jejich trusem. Jsou hlavními přenašeči bakterií a plísní. Do skladů je přenášejí převážně hlodavci a ptáci, nebo se do skladu dostanou již při naskladnění. Hlavním preventivním opatření proti roztočům je udržování vlhkosti skladu pod 13,5 %.

#### **Pilous černý** /*Sitophilus granarius*/

Brouci obecně mohou zničit až 16 % uskladněného obilí. Pilous žije přibližně 400 dní a za tuto dobu může zničit až 25 zrn, což z něj činí nejzávažnějšího škůdce. Hlavním bojem proti broukům je snížení teploty pod 10 °C, avšak bez příjmu potravy dokáží přečkat dobu až dvou let.

#### **Myš domácí** /*Mus musculus*/ a **Potkan severní** /*Rattus norvegicus*/

Hlodavci jsou přenašeči původců různých onemocnění a jsou charakterističtí svým zápachem. Myši i potkani škodí hlavně požíváním uskladněného obilí. Potkan, který je větší než myš, dokáže znehodnotit až 100 kg zrní za rok.

Podle ŠTĚPÁNKA (2005) nadměrné šíření škůdců ve skladech podporuje zvýšená vlhkost uskladněného zrna. Tudíž je za velmi účinné preventivní opatření považováno sušení a čištění zrna ještě před jeho uskladněním. Avšak pokud je ve skladištních prostorech využíváno aktivního větrání, činnosti škůdců je téměř úplně zamezeno.

Skladištní škůdci jsou používáni jako ekonomický prostředek pro jednání o výši ceny prodávaného obilí, jelikož byla v rámci Evropské unie zavedena jejich nulová tolerance (AULICKÝ, 2013).

### 3.2.3 Vlastnosti skladovaného obilí

Prvním cílem technologického využití zrna je kvalitní uskladnění, které zrno zachová v co nejlepším stavu do doby, než přijde čas jeho efektivnějšího zužitkování. Uskladnění může trvat i dlouhou dobu, a proto je nutné znát všechny jeho fyzikální a biochemické procesy, které ho mohou ovlivňovat. Zrno je stvořeno pro započetí nové rostliny, proto se stále snaží tohoto poslání dosáhnout. Je potřeba vhodnou volbou úpravy a skladování tomuto přirozenému chodu zabránit, udržet zrno ve fázi anabiosy, a zároveň zachovat hodnotnou výživovou stránku zrna. Avšak některé pochody i během skladování přetrvávají a úkolem člověka je jejich pravidelná kontrola a eliminace.

#### Fyzikální vlastnosti

**Sypkost** je možné charakterizovat jako samovolný pohyb obilné masy po nakloněné rovině, čímž dochází k přesunu zrna. Tato ideální vlastnost je využívána především při převozu obilí, kdy se zrno přemísťuje díky působení své vlastní hmotnosti. Nejlepší sypkost je vlastní semenům hladkým a kulatým. Mezi negativní faktory, které ji mohou ovlivnit, patří vyšší vlhkost a přítomnost ostatních příměsí. Pro sypkost je typický úhel přirozeného sklonu ( $v$ ). Úhel, který svírá povrchová plocha masy s vodorovnou plochou, je důležitý pro orientační stanovení vlhkosti obilí. Úhel tření ( $\psi$ ), neboli nejmenší úhel, kdy se obilí samo začne hýbat po nakloněné ploše, je podstatný pro konstrukci spádových potrubí (KULOVANÁ, 2001b).

Mezi další vlastnosti patří **samotřídění**. Tento jev je nežádoucí, jelikož způsobuje nehomogenní rozdělení obilné. Těžká zrna a příměši padají do středu a ta lehká jsou vzduchem zviřena na kraj. Jako prevence proti vzniku mikroorganismů a skladištním škůdcům nejlépe funguje kvalitní čištění a třídění.

**Plnost a kyprost** obilí je záležitostí mezizrnové výplně vzduchem. Plnost (P) je dána poměrem objemu pevných složek (V) k objemu celkovému (W). Kyprost (S) je vyčíslena jako rozdíl celkového objemu a plnosti, její hodnota se pohybuje okolo 35 – 70 %. Procentuální výpočty P a S jsou uvedeny níže (PELIKÁN a SÁKOVÁ, 2001).

$$P = \frac{V}{W} \cdot 100$$

$$S = 100 - P$$

P – plnost

V – objem pevných složek

W – celkový objem

S – kyprost

Schopnost obilek si vzájemně předávat tepelnou energii je nazývána **tepelná vodivost**. Při dotýkání se teplo šíří vedením a skrze mezizrnový vzduch prouděním. Avšak tepelná vodivost obilné masy je zanedbatelná ( $\lambda = 0,14 - 0,23 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ), proto je možné ji považovat spíše za izolátor. Výhodou je stabilní výše teploty.

**Sorpční schopnost** obilí, vázání vodních par a plynů, působí zemědělcům mnoho potíží, jelikož se setkávají díky této vlastnosti, se znehodnocením zrna během jeho přepravy a uskladnění, kdy lehko přijme nežádoucí pachy. Molekuly plynu buďto zůstávají na povrchu obilky (adsorpce), nebo pronikají dovnitř, pak se jedná o absorpci. Chemosorpce je reakce molekuly plynu s povrchem zrna. Uvolňování již pohlcených molekul je nazývána desorpce. Podle PELIKÁNA a SÁKOVÉ, (2001) jsou dobrými sorbenty jak samostatné obilky, tak i obilná masa. Aktivní povrch jednoho zrna stanovují přibližně na  $1600 \text{ mm}^2$  s konkrétním přepočtem u 1 tuny žita 6,4 ha aktivní plochy.

### **Biologické vlastnosti**

Jedním z přetrvávajících biochemických procesů v zrně je slabé **dýchání**. Samo o sobě je nežádoucí, jelikož přeměnou biopolymerů na oxid uhličitý a vodu dochází ke ztrátám, ovšem dýchání se nedá úplně zabránit. Dýchání má za následek dva nežádoucí faktory změnu hmotnosti a vylučování tepelné energie s následným zahříváním.

Dýchání společně s aktivitou mikroorganismů má za důsledek přirozený úbytek obilné masy. Úbytek je tím větší, čím je delší doba skladování. Kdyby byl úbytek větší, než uvádí tabulka 4, znamenalo by to velkou aktivitu mikroorganismů, která může vést podle DVOŘÁKA, (2002) až k samovznícení.

**Tab. 4: Přirozený úbytek**

Druh zrnin	Přirozený úbytek hmotnosti skladovaných zrnin (%) při délce skladování		
	3 měsíce	6 měsíců	12 měsíců
Pšenice, žito, ječmen	0,005	0,07	0,10
Oves, pohanka	0,06	0,08	0,12
Proso, čumíza, čirok	0,07	0,09	0,14
Kukuřice	0,08	0,12	0,16
Luštěniny	0,05	0,07	0,10
Slunečnice	0,14	0,18	0,23
Řepa	0,08	0,11	0,14

Zdroj: MALEŘ, (1996)

**Posklizňové dozrávání** probíhá v době mezi 1,5 až 2 měsíci, je charakteristické sníženou intenzitou dýchání uskladněného obilí a poklesem množství ve vodě rozpustných látek jakou jsou sacharidy a aminokyseliny. Při dozrávání zrna dochází k syntéze chemických látek za průběžného uvolňování vody, což může mít za následek nežádoucí pocení zrna a vznik mikroorganismů (KULOVANÁ, 2001b).

Větší vlhkost a teplota vedou k enzymovým změnám zrna a ke **klíčení**. To má za následek negativní vliv na bílkoviny a tuky, s následkem poškození škrobu a lepku. Klíčení se neodehrává jen ve špatně zajištěných skladech, ale i za deštivých a teplých klimatických podmínkách již na samotném poli. Tomuto ději se říká porůstání. V brzkém stádiu takto sklizená zrna nemusejí být rozpoznatelná, ale stanovení čísla poklesu tento jev odhalí. Naklíčené zrna je nutné zlikvidovat, nedá se již dále v pekárenském průmyslu použít.

## **Samozahřívání**

Samozáhřev zrnin během skladování je souborný děj, který je zapříčiněn hned několika vlastnostmi obilí. Nejdříve dojde k intenzivnějšímu dýchání zrna, což má za následek vyšší teplotu a vlhkost, které jsou vhodné pro nastartování klíčícího procesu. Po dosažení 20 °C začíná docházet k aktivaci procesu vzniku plísní a kvasinek, při 25 °C je jejich činnost na úplné výši a startuje první stupeň samozáhřevu, který trvá několik týdnů. Do druhého stádia se dostává po dosažení 30 °C, které má za následek bujarý růst bakterií. Po zvýšení teploty na 40 °C se obilí opocuje a mění svoji vůni na pach pečeného chleba, tento stupeň je přetrvává několik dní. Po překročení 50 °C samozáhřev dosahuje třetího stádia, kdy zrno mění barvu na tmavší, ztrácí svoji sypkost a prolíná ho zatuchlý pach. Následuje další navýšení teploty, kdy bakterie postupně odumírají a teplota dosahuje až 70 °C (PŘÍHODA a kol., 2006).

### **3.2.4 Minimalizace ztrát při uskladnění a jejich prevence**

Uskladněné obilí je potřeba pravidelně kontrolovat a prohlížet, aby bylo předcházeno jeho zbytečným ztrátám. U skladovaných zásob se kontroluje vlhkost, teplota, barva, pach a případné napadení škůdci. Odběry vzorků a senzorické testy mají za úkol podchytit nežádoucí projevy a udržet zrno na původní jakostní stupnici. K docílení slouží následující preventivní praktiky.

**Obsah vody** se měří z odebraného vzorku z různých míst a jeho rozsah je od 0 do 45 %. **Měření teploty** je prováděno jednou za dva dny při vlhkosti do 15 % a při vlhkosti vyšší každý den. V případě přetrvávajícího růstu teploty je měřena i několikrát denně. **Pach** zrna a jeho **barva** jsou kontrolovány přibližně jednou měsíčně z odebraného vzorku určeného ke změření teploty. Velkou hrozbou pro uskladněné obilí jsou **skladištní škůdci**, kteří při velkém rozšíření mohou ohrozit celou zásobu. Jejich působením vznikají škody hygienické, jakostní a hmotnostní. Průběžnou kontrolu – asanaci provádějí kvalifikovaní pracovníci. Mezi skladištní škůdce mohou patřit hlodavci, moli či roztoči. Škůdci jsou kontrolováni v souvislosti s výškou teploty, při teplotě nad 10 °C to činní jedenkrát za týden a při nižší jednou za dva týdny (MALEŘ, 1996).

Dalším preventivním opatřením je **přehazování** sloužící k uvolnění zplodin (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, teplo) vyprodukovaných při dýchání obilné masy a také zplodin vyprodukovaných mikroorganismy. Během dlouhodobého uskladnění se obilí přehazuje cca dvakrát. Typické je použití přehazování v halových skladech, kde je pro něj dostatečný prostor. **Provzdušňování** uskladněného obilí zajišťuje výměnu vzduchu v mezizrnovém prostoru. Jeho kladem je lepší využití kapacity, jelikož není potřeba nechávat nevyužitý prostor na přehazování.

### 3.3 Jakost obilovin

Jakost je chápána jako odborný ekonomický výraz, který vyjadřuje stupeň plnění požadavků určených normou. U rostlin tyto standardy slouží pro vyjádření způsobilosti komodity zařadit ji buď pro konzumní, krmné, nebo průmyslové účely. Nejedná se o absolutní veličinu, ale o veličinu stanovující poměr. Jakost slouží také jako nástroj pro obchod spotřebitele či zpracovatele s prodejcem, určuje tak jednoznačné hranice pro cenu komodity určité kvality.

Není-li spotřebiteli umožněn přímý nákup obilí podle jeho individuálních preferencí, díky kterým se může orientovat v jakosti zrnin, je nutné vytvořit jednotná kritéria určující jejich kvalitu nejlépe na mezinárodní úrovni. Jedná se také o právní ochranu spotřebitele v navázání obchodního vztahu, který má za cíl spokojenost obou stran. Kritéria přiřazená obilí se týkají například jeho barvy, složení, objemové hustoty, zápachu, množství poškozených obilek a množství nežádoucích komponentů (PROCTOR, 1994).

Jakost může být chápána různě a to hned z několika hledisek. Podle ZIMOLKY, (2005) je dělena na následující typy:

- **Hygienická** stanovuje zdravotní nezávadnost/závadnost,
- **Nutriční** udává plnění nutričních požadavků z hlediska výživových doporučení,
- **Senzorická** je souhrnem smyslového vnímání a hodnocení lidskými smyslovými orgány,

- **Technologická** jakost je souhrnem znaků, významných pro průmyslové využití, které má vliv na průběh i výsledek výroby,
- **Užitná** udává směr a způsob použití.

Technologická jakost je ovlivňována geneticko-šlechtitelskými aspekty, především faktorem odrůdy, který předpovídá účel využití vzniklé produkce. Avšak v nestálém evropském klimatu na jakost působí i faktor počasí. Hlavními působícími faktory jsou agroekologické vlivy, které vyobrazuje tabulka 5.

**Tab. 5: Klasifikace agroekologických faktorů dle významu pro kvalitu pšenice**

Faktor	Hodnota		
	hygienická	Nutriční	technologická
<b>Půdní úrodnost</b>	B	A	A
<b>Klimatické podmínky</b>	B	A	A
<b>Hnojení</b>	A	A	A
<b>Termín a hustota setí</b>	C	B	B
<b>Předplodina</b>	C	B	B
<b>Odrůda</b>	C	B	A
<b>Zdravotní stav porostu</b>	A	B	B
<b>Sklizeň a posklizňové ošetření</b>	B	B	A

Zdroj: PRUGAR a HRAŠKA, (1986)

A – velmi významný

B – významný

C – méně významný



### 3.3.1 Jakostní ukazatele

Hlavními jakostními ukazateli u pšenice a žita jsou stanovení objemové hmotnosti a čísla poklesu, dále u pšenice SDS testu. Mezi primární ukazatele u pšenice a ječmene patří obsah N-látek a u samotného ječmene hraje významnou roli klíčivost.

#### **Stanovení objemové hmotnosti (hektolitrové váhy)**

Objemová hmotnost (určena ČSN ISO 7971-2 Obiloviny) je dle přepočtových tabulek vyjadřována v kg/l. Je spjata s výtěžností mouky, a ovlivňována jak odrůdou, agrotechnickými vlivy, tak i dobou sklizně. Déšť má negativní vliv na pokles hektolitrové váhy u zrálého zrna. Objemová hmotnost, jakožto jeden z nejpodstatnějších ukazatelů jakosti zrna, rozděluje pšenici do tříd kvality E - elitní, A - kvalitní a B - chlebová (PRUGAR a kol., 2008).

#### **SDS test**

Tento test je jednodušší alternativou Zelenyho testu. Spočívá ve snadnější přípravě vzorku z pšeničného šrotu, na rozdíl od Zelenyho testu, kde je pro vzorek potřeba mouka. Test je vhodný ke klasifikaci produktu hned během nákupu. Testem se zjišťují vlastnosti bílkovin, které způsobují kynutí těsta.

#### **Číslo poklesu**

Číslo poklesu odhaluje skryté poškození obilky v klase, které bylo způsobeno klíčením zrna, projevující se aktivitou amylasových enzymů. Ke klíčicímu procesu mohlo dojít během dozrávání či před samotnou sklizní obilí. Toto poškození, tak zvané porůstání, je ze značné míry ovlivňováno odrůdou a vlhkými klimatickými podmínkami. Čím nabývá číslo poklesu nižší hodnoty (menší než 190 sekund), tím je těsto méně kvalitní, což má za následek jeho lepkavou a hrubou strukturu a po upečení tmavší barvu kůrky (KWEON, 2010).

## **Obsah N-látek**

Obsah dusíkatých (N) látek je technologický ukazatel pekárenské jakosti přepočítávaný na 100 % sušiny. Hodnoty bílkovin mají vliv na objem pečiva, proto je ze vzorku těsta zjišťováno množství dusíkatých látek. Výpočet probíhá vynásobením přepočítávacího koeficientu s množstvím dusíku.

## **Klíčivost**

Klíčivost je pro stanovení jakosti sladovnického ječmene zcela zásadní. Hladina klíčivosti by se měla blížit 98 %. Z takto vysoké procentuální hodnoty je zřejmé, jak je schopnost zrna klíčit důležitá. Umožňuje totiž start nezbytných enzymů potřebných pro další zpracování. Pokud jsou hodnoty tohoto jakostního ukazatele nízké, využití ječmene pro sladovnické účely nepřipadá v úvahu. Pokus schopnosti zrna klíčit probíhá dle ČSN 46 1011-13 (2006).

### **3.3.2 Kritéria jakosti**

V České republice je za informační zdroj problematiky týkající se obilovin považována ČSN 46 1010 Společné ustanovení pro obiloviny, luštěniny a olejninu. Legislativa je dále rozdělována podle typu komodity na krmné, potravinářské, či průmyslové využití. ČSN také blíže určují podmínky obchodování s jednotlivými komoditami. Zákonem jsou ČSN sice jen doporučené, avšak jejich akceptování slouží jako jednotný komunikační prostředek mezi oběma stranami obchodu. ČR jakožto země patřící do Evropské unie, je povinna dodržovat i její normy týkající se obilovin, mezi které patří Nařízení Komise (ES) č. 687/2008, charakterizující metody stanovení jakosti obilovin a jejich kvalitativní požadavky.

### **Hodnoty jakostních znaků vybraných druhů**

Podle FAMĚRY, (2003) se v obchodní sféře největší pozornost pěstitelů, obchodníků i zpracovatelů obrací na dvě komodity – potravinářskou pšenici a sladovnický ječmen. Tyto dva druhy obilí mají několik specifických kvalitativních ukazatelů, které

jsou přísně sledovány. Jejich nedodržení má často vliv na pokles prodejní ceny komodit, nebo dokonce vyřazení z potravinářské jakosti.

V tabulce 6 jsou uvedeny vybrané jakostní požadavky potravinářské pšenice, které stanovuje ČSN 46 11 00-2. Celkový počet parametrů, které se u ní hodnotí, je 12. Pšenice nesmí být zdravotně závadné, obsahovat žijící škůdce či mít nežádoucí zápach.

**Tab. 6: Jakostní požadavky potravinářské pšenice (ČSN 46 11 00-2)**

Ukazatel jakosti	Základní hodnoty	Dodávání
Vlhkost (%)	14,0	
Objemová hmotnost (g.l <sup>-1</sup> )	780	
Příměsi (%)	4,0	zrna žita, triticales, ječmene nejvýše (%), 3,0
Nečistoty (%)	0,0	
Mokrý lepek v suš. test G <sub>0</sub> (%)	25,0	ruší se
Sedimentační hodnota, SDS test (ml)	55	nejméně 47
Číslo poklesu (s)	200	nejméně 160
Obsah N-látek v suš. (Nx5,7) (%)	12,0	nejméně 11,0

Zdroj: PELIKÁN a SÁKOVÁ, (2001)

Tabulka 7 charakterizuje vybrané jakostní ukazatele sladovnického ječmene, které jsou určeny ČSN 46 11 00-5. Mezi další ukazatele patří například hmotnost tisíce zrn, která musí nabývat hodnoty v sušině nejméně 40 g. Vítaným znakem je stejná velikost a tvar obilek, které pak mohou rovnoměrně vstřebávat množství vody a současně i klíčit.

**Tab. 7: Jakostní kritéria sladovnického ječmene (ČSN 46 11 00-5)**

<b>Ukazatel jakosti</b>	<b>Základní hodnoty</b>	<b>Dodávání</b>
<b>Vlhkost (%)</b>	15,0	16,0
<b>Podíl nad sítím 2,5 mm(%)</b>	nejméně 90,0	70,0
<b>Poškozená zrna (%)</b>	nejvýše 2,0	5,0
<b>Zrna se zahněd. špičkami (%)</b>	nejvýše 2,0	6,0
<b>Zrna porostlá (%)</b>	nejvýše 0,0	0,5
<b>Celkový odpad (%)</b>	nejvýše 3,0	7,0
<b>Klíčivost (%)</b>	nejméně 98	92
<b>N-látky v suš. (Nx6,25) (%)</b>	nejvýše 11,0	12,5
<b>Barva zrna</b>	světle žlutá	žlutá, méně vyrovnaná
<b>Plucha</b>	jemně vrásčitá	méně jemně vrásčitá

Zdroj: DIVIŠ, (2010)

## 4 Diskuse – Úloha skladu při skladování obilí

Podle KŘEPELKY, (2011) technologie skladování, představující soubor rad a pravidel s cílem minimalizovat ztráty obilí během uskladnění, je v první řadě závislá na typu samotného skladu a dále na jeho technickém zařízení. Vhodný sklad je vybírán dle potřeby doby uložení, která může být dlouhá několika měsíců, rok, nebo po dobu několika let v případě dlouhodobých zásob.

V tabulce 8 jsou zaznamenány ztráty do normy vybraných druhů obilovin poskytnuté firmou ZNZ Přeštice, a.s. v závislosti na době uskladnění a typu skladů. Hodnoty slouží také jako přibližný ukazatel ztrát jednotlivých skladů. Mezi tyto hodnoty lze mimo jiné zahrnout i přirozený úbytek obilí. KŘEPELKA, (2011) dodává, že se v zemědělské prvovýrobě skladuje obilí především do doby jednoho roku, konkrétně u věžových zásobníků, ovšem u halových skladů jen po dobu několika měsíců.

**Tab. 8: Manka do normy u skladování obilovin v platnosti od 1. 1. 1995 (%)**

Druh zboží	Doba sklad.	Podlahové v obalech	Podlahové volně	Síla
Pšenice Žito	1	0,06	0,10	0,06
	2	0,08	0,12	0,08
	3	0,16	0,20	0,16
Ječmen Oves	1	0,08	0,12	0,06
	2	0,10	0,15	0,08
	3	0,18	0,25	0,18
Kukuřice v zrně	1	0,14	0,20	0,09
	2	0,18	0,26	0,14
	3	0,24	0,32	0,20
Kukuřice v klasech	1		0,30	
	2		0,50	
	3		0,80	
Pohanka Proso Čirok	1	0,12	0,18	0,08
	2	0,14	0,23	0,09
	3	0,22	0,30	0,18

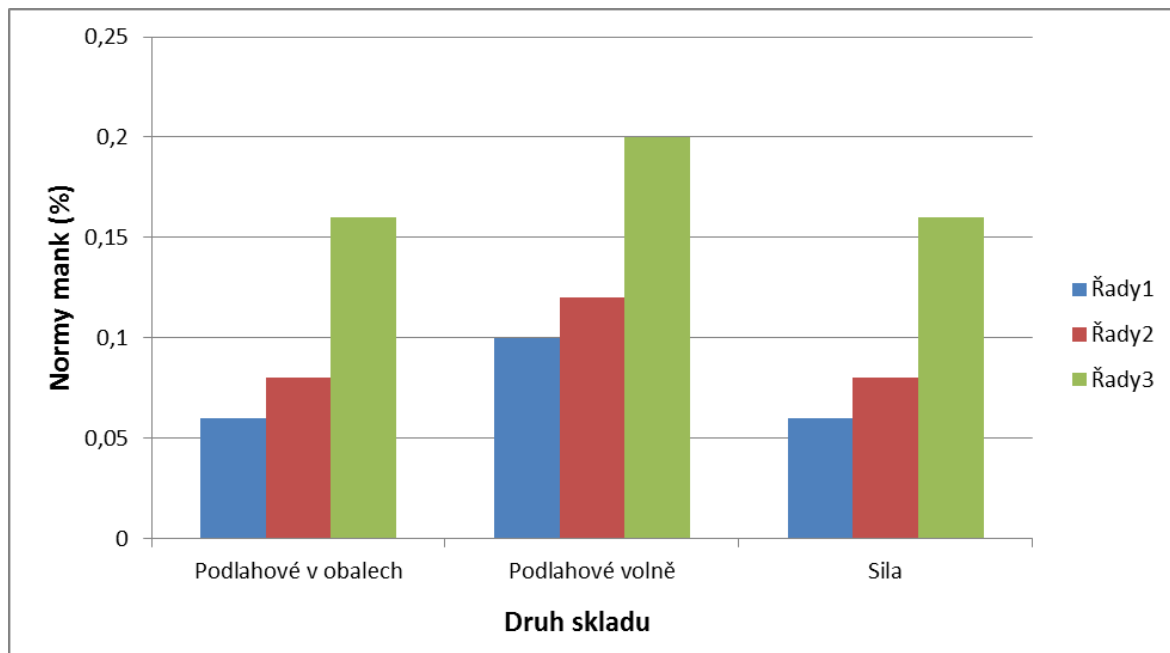
Zdroj: ŠÍP, (2015)

1 = skladování od 15 dnů do 3 měsíců

2 = skladování od 3 do 6 měsíců

3 = skladování nad 6 měsíců

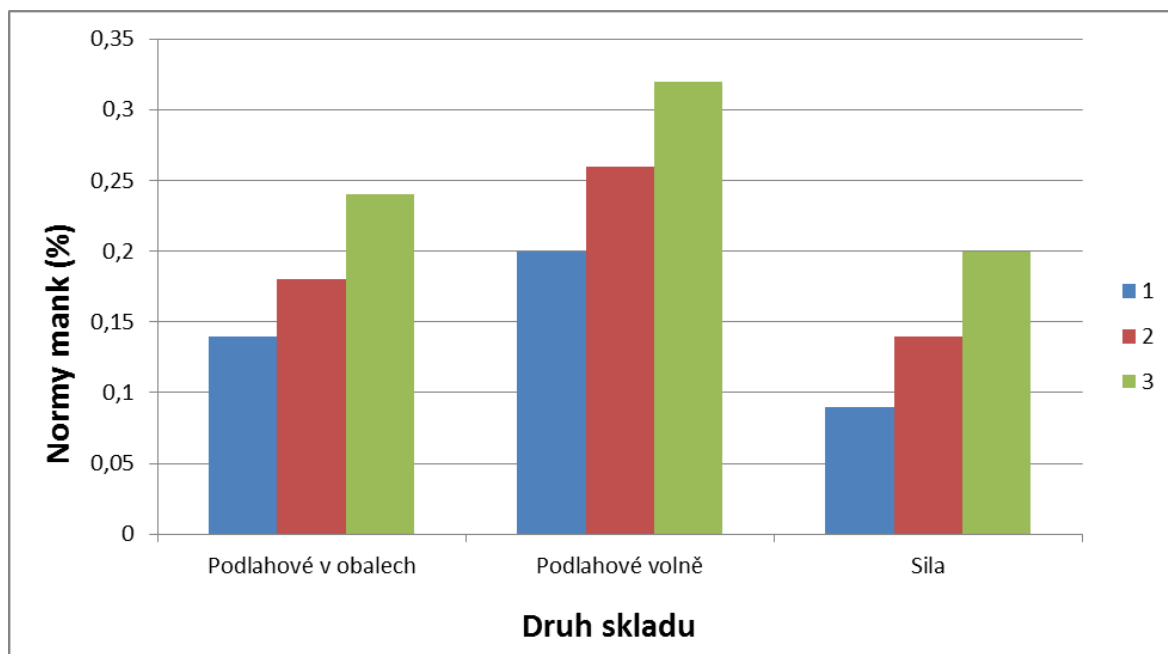
**Graf 1: Manka do normy – pšenice, žito v platnosti od 1. 1. 1995**



Zdroj: Upraveno dle: ŠÍP, (2015)

V případě grafu 1 nelze jednoznačně určit rozdílný vliv skladování v silech a v obalech u podlahových skladů, jelikož vykazují stejné procento ztrát. Avšak při skladování pšenice a žita volným způsobem je možné říci, že při využití skladištních kapacit u podlahového uskladnění dochází k větším ztrátám a to o 0,04 % bodu při všech třech vybraných orientačních dobách uskladnění (1, 2, 3).

**Graf 2: Manka do normy – kukuřice v zrně v platnosti od 1. 1. 1995**

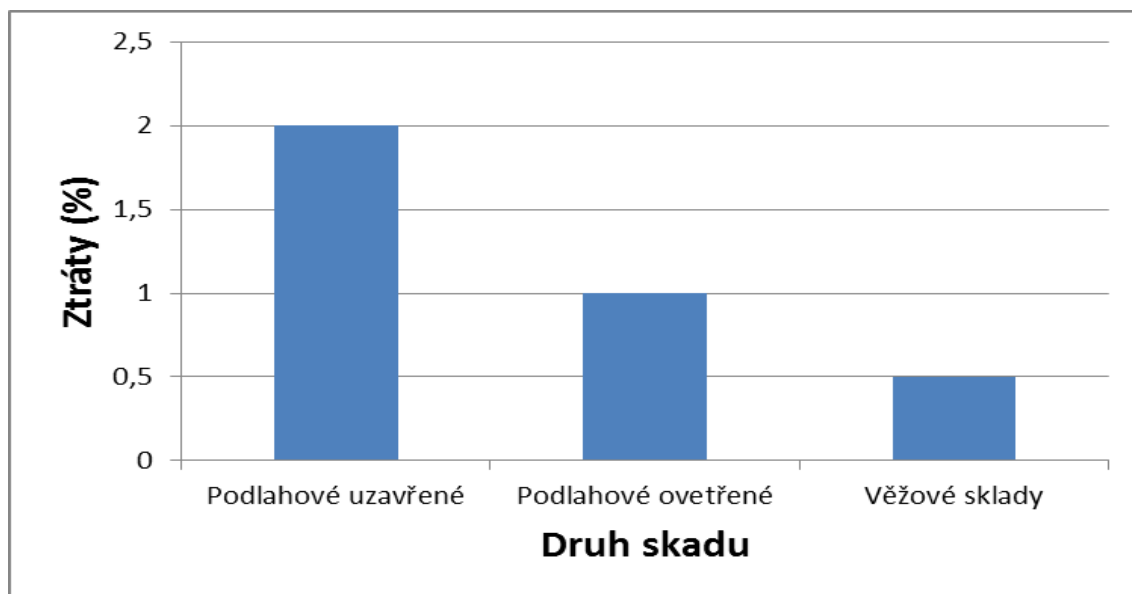


Zdroj: Upraveno dle: ŠÍP, (2015)

Graf 2 týkající se ztrát kukuřice v zrně již vykazuje viditelný rozdíl nejen u volně uskladněného obilí podlahového skladu, ale i u skladování v obalech oproti skladování v silu. Konkrétně rozdíl mezi skladování v silu a v podlahovém skladu (volně) je v první etapě 0,11 % bodu a v dalších dvou etapách 0,12 % bodu. Procentuální odlišnost ztrát u silu a u podlahového skladování (v obalech) je 0,03 % a 0,04 % bodu ve prospěch silu.

Z hodnot ztrát tabulky 8 vyplývá, že sila, nazývaná také jako věžové zásobníky, vykazují obecně nejmenší procentuální ztráty během skladování. Stejný názor zastává i KŘEPELKA, (2011) podle kterého úbytky průměrně činí maximálně 0,5 %, avšak podle KULOVANÉ, (2001) sila nabývají ztrát do 1 %. Tento názor by mohl podpořit i EMMERT, (2004) a EDWARDS, (2014). KULOVANÁ, (2001c) a EMMERT, (2004) se dále shodují na výši ztrát hangárových skladů 2 – 3 %. Odlišný názor má opět KŘEPELKA, (2011), který udává výši ztrát u otevřených podlahových skladů do 2 % a u uzavřených podlahových skladů dokonce do 1 %. KŘEPELKA, (2011) uvádí, že jsou tyto nově naměřené výsledky již ověřeny a také jednotlivé ztráty nezobecňuje, jak je tomu u KULOVANÉ, (2001) a EMMETRA, (2004). Současné nižší ztráty u vybraných skladů zobrazuje graf 3.

**Graf 3: Ztráty u jednotlivých skladištních prostor v roce 2011**



Zdroj: KŘEPELKA, (2011)

Ovšem ne všechny sklady mohou dosahovat tak skvělých výsledků a výše ztrát může být ovlivněna hned několika aspekty, především škůdci. KULOVANÁ, (2001a) dodává, že v poslední době hodnota ztrát způsobená nepodchyceným úbytkem na jakosti zapříčiněná škůdci činí 3 % a plísněmi dokonce 10 %. Na tomto názoru, že nepodchycené ztráty na jakosti uskladněného zrna vykazují v posledních letech přibližně 3 %, se s ní shodne i KŘEPELKA, (2011). ŠÍP, (2015) uvádí, že v krajních případech může pilous zničit až jednu třetinu uskladněného obilí.

Je třeba zdůraznit, že častým původcem velkého množství škůdců a plísní je samotný sklad, který není vhodně vybaven a nesplňuje princip technologie skladování. Podle KŘEPELKY, (2011) je v mnoha případech technologie zařízení velmi zastaralá a bude zapotřebí mnoha investic, které ovšem je v posledních letech těžké obstarat, především kvůli pozastavení dotačního titulu na skladování obilovin, jak dodává PROCHÁZKA, (2013). Ten také zastává názor, že počet nových linek se bude do budoucna stále zvyšovat a to především kvůli absenci moderních technologií a zaostalým skladům. Tuto myšlenku rozšiřuje tím, že nároky na kvalitu ošetření zrna se stále zvyšují, proto výstavbě nových moderních skladů nebude zbylí. Podle KULOVANÉ, (2001c) byla většina skladů v roce 2001 zastaralých jak po fyzické stránce, tak i po té



morální. V současnosti od jejich výstavby uplynulo 30 – 40 let. Nejstarší skladovací prostory dožívají a jejich výměna je akutní, jelikož rekonstrukce bývá často nerentabilní. KŘEPELKA, (2011) také dodává, že nová výstavba, umožňuje zajistit jednak třídění, ošetřování obilí i řádné skladování. Z literatury je patrné, že opravy jsou v současném stavu starých skladů nerentabilní a je na místě výstavba nového skladu. Z těchto důvodů dochází v posledních letech k výstavbě nových skladů, podle KABELKOVÉ, (2009) mezi ně v České republice patří především věžové sklady, které jsou ekonomicky nejvýhodnější. Oblíbenost sil potvrzuje i KOUBA, (2010) dodává, že novodobé věžové sklady z pozinkovaných plechů jsou nejrozšířenější.

Podle KŘEPELKY, (2011) se v posledních šesti letech staví zásobníky od firmy DINA a od společnosti BROCK, což potvrzuje i KABELKOVÁ, (2009) a svůj názor rozšiřuje o to, že mezi nejpoužívanější typy věžových skladů v České republice patří systém LIPP a DENIS – PRIVÉ.

Podle SKALICKÉHO, (2008) je rozhodujícím ekonomickým ukazatelem skladování obilí měrný investiční náklad na uskladnění 1 tuny ve skladu. Tento parametr závisí jak na kapacitě skladu, tak i na materiálu, únosnosti zastavěné plochy a také na organizaci skladovacích prostor.

**Systém LIPP** představuje ocelové zásobníky ve tvaru válce. KROUPA, (2003) dodává, že mezi jejich značnou přednost oproti ostatním skladům patří velmi rychlý způsob výstavby. Tvrzení potvrzuje uvedením příkladu výstavby skladu o kapacitě 1000 tun za dobu 5 pracovních dnů.

**Obr. 3: Systém LIPP**



Zdroj: BRADNA, (2009)

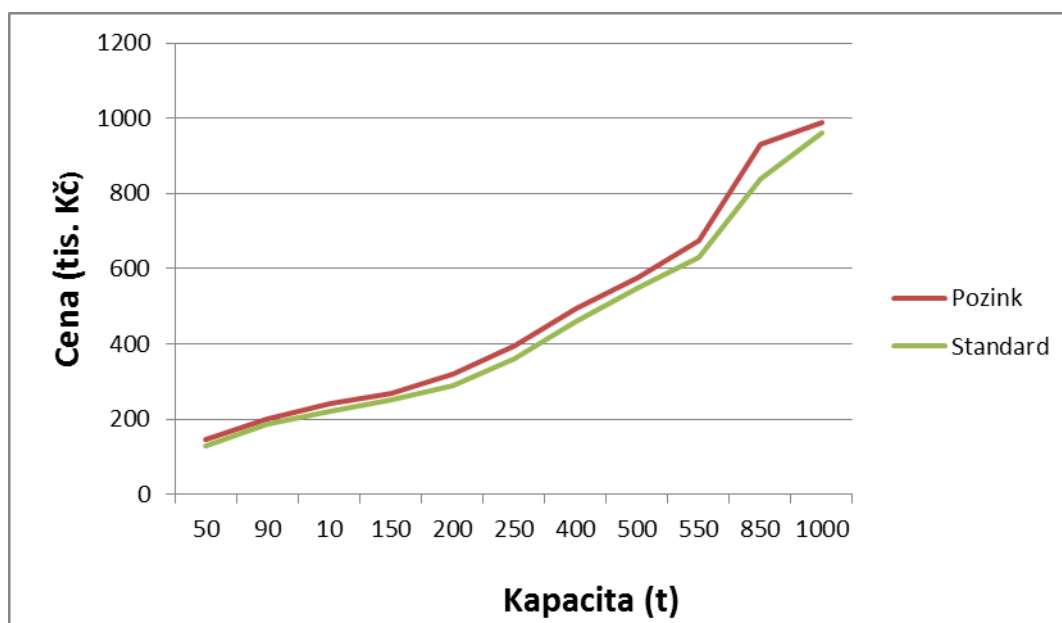
V tabulce 9 jsou vyčísleny typy věžových zásobníků systému LIPP. Výstavba se provádí obvykle od 50 až 1000 tun kapacity na betonových základnách o průměru od 4,5 do 12 metrů. Systém LIPP je dále možný ve dvou variantách. Ocelové válcové zásobníky u varianty Standard jsou opatřeny pouze ochrannými nátěry. Druhá varianta je dražší, jelikož plášť sila i střecha jsou vyrobeny z pozinkovaného plechu, jak uvádějí KROUPA, (2003) i BRADNA, (2009). Rozdíl ve vývoji cen v závislosti na kapacitě skladů jednotlivých variant Standard a Pozink udává graf 4.

**Tab. 9: Rozměrové typy věžových zásobníků LIPP**

Průměr	Výška	Kapacita		Cena v Kč	
		m <sup>3</sup>	t	Standard	Pozink
4,5	4	63	50	130 000	145 000
4,5	7	115	90	185 000	200 000
4,5	9	140	100	220 000	240 000
6,0	7	200	150	250 000	270 000
6,0	9	260	200	290 000	320 000
6,0	12	335	250	360 000	395 000
8,0	11	500	400	460 000	495 000
8,0	13	650	500	550 000	575 000
8,0	15	750	550	630 000	675 000
12,0	10	1 130	850	840 000	930 000
12,0	12	1 350	1 000	960 000	990 000

Zdroj: SKALICKÝ, (2008)

**Graf 4: Vývoj ceny na kapacitě u typu Pozink a Standard**



Zdroj: Upraveno dle: SKALICKÝ, (2008)

Tabulka 10 vyobrazuje náklady na vyhotovení základové betonové desky, při cenách materiálu: provzdušňovací síta 2 (bm) 400 Kč, 1 m<sup>3</sup> betonu 2000 Kč a 1 kg oceli 35 Kč (SKALICKÝ, 2008).

**Tab. 10: Základové desky pro uvedené typy obilních zásobníků**

Rozměr	Kapacita zásobníku	Spotřeba Betonu	Lemování kanálů	Uzávěr	Provzdušňovací Síta	Náklady
			hmotnost	hmotnost	Délka	
(m)	(t)	(m <sup>3</sup> )	(t)	(t)	(bm)	(Kč)
Ø 6	200	40,0	1,5	0,20	33,0	146 000
Ø 8	500	80,0	3,0	0,24	40,0	281 400
Ø 12	1000	160,0	6,0	0,26	105,0	560 300

Zdroj: SKALICKÝ, (2008)

Pro porovnatelnost skladů byl uskutečněn výpočet, kdy je sečtena jejich cena a výše potřebných nákladů na zhotovení základní betonové desky o daném průměru. Následně byl tento výsledek vydělen danou výší kapacity. V tabulce 10 jsou vybrány kapacity 200 tun (6 m x 12 m), 500 t (8 m x 15 m) a 1000 t (12 m x 12 m). Číselný výpočet byl proveden pro kapacitu 200 tun. Všechny výsledky jsou zaznamenány v tabulce 11.

Standard	Pozink
$290\ 000 + 146\ 000 = 436\ 000$	$320\ 000 + 146\ 000 = 466\ 000$
$436\ 000 / 200 = 2\ 180,- \text{ Kč}$	$466\ 000 / 200 = 2\ 330,- \text{ Kč}$

**Tab. 11: Měrný investiční náklad na uskladnění 1 t zrna**

Průměr zásobníku x výška pláště	Měrný investiční náklad na uskladnění 1t zrna	
	Standard	Pozink
6 m x 12 m	2180	2330
8 m x 15 m	1660	1712
12 m x 12 m	1520	1550

Zdroj: SKALICKÝ, (2008)

**Systém DENIS – PRIVÉ** je prodáván firmou patřící k předním výrobcům skladů. Tento typ věžového skladu je opět vyhotoven na základovou betonovou desku, jejíž náklady jsou vyobrazeny v tabulce 10.

**Obr. 4: DENIS-PRIVÉ**



Zdroj: BRADNA, (2009)

V tabulce 12 jsou zobrazeny jednotlivá výrobní provedení a jejich pořizovací ceny. Sklad je možné vystavět na základovou desku o průměru od 4,75 do 12,75 m a jejich kapacita nabývá hodnot od 50 do 1000 tun.

**Tab. 12: Typové rozměry zásobníků**

<b>Průměr (m)</b>	<b>Výška (m)</b>	<b>Kapacita (t)</b>	<b>Cena (Kč)</b>
4,75	5,00	50	120 000
5,34	7,00	100	175 000
6,23	9,80	200	261 000
8,90	10,50	400	464 000
9,80	11,00	500	618 000
10,66	13,50	750	730 000
12,45	14,00	1 000	890 000

Zdroj: SKALICKÝ, (2008)

Do tabulky 13 byly zaznamenány výpočty investičních nákladů na uskladnění 1 tuny zrna. Výpočty byly provedeny pro kapacity 200 t, 500 t a 1000 t stejně jako pro zásobníky systému LIPP.

**Tab. 13: Měrný investiční náklad na uskladnění 1 t zrna**

<b>Průměr zásobníku x výška pláště</b>	<b>Měrný investiční náklad na uskladnění 1 t zrna (Kč)</b>
6,23 m x 9,80 m	2 035
9,80 m x 11,00 m	1 735
12,45 m x 14,00 m	1 450

Zdroj: SKALICKÝ, (2008)

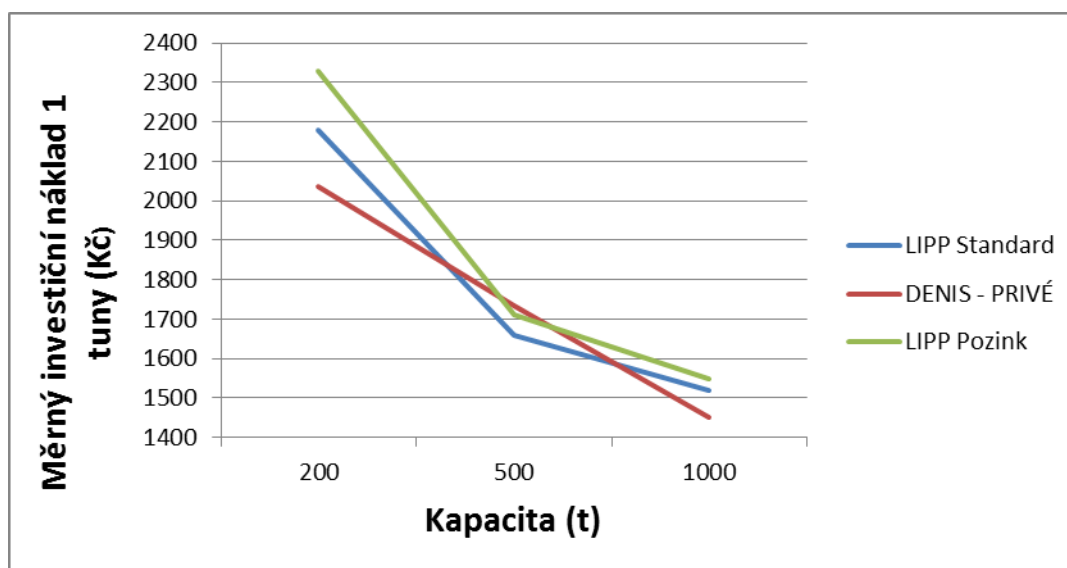
Tabulka 14 udává rekapitulaci měrných investičních nákladů věžových skladů LIPP Standard, LIPP Pozink a systému DENIS – PRIVÉ. Pro porovnání jsou vybrány kapacity skladu 200 tun, 500 tun a 1000 tun.

**Tab. 14: Rekapitulace měrných investičních nákladů**

Typ zásobníků	Skladovací kapacita (t)	Měrný investiční náklad na uskladnění 1 t zrna (Kč)
<b>LIPP</b>	200	2 180 – 2330
	500	1 662 – 1712
	1 000	1 520 – 1 550
<b>DENIS - PRIVÉ</b>	200	2 035
	500	1 798
	1 000	1 450

Zdroj: SKALICKÝ, (2008)

**Graf 5: Investiční náklady na 1 tunu uskladněného obilí**



Zdroj: Upraveno dle: SKALICKÝ, (2008)

Jak vykazuje graf 5, při koupi skladu funguje princip „množstevní slevy“. Čím větší sklad je pořízen, tím menší bude vynaložený náklad na 1 tunu uskladněného obilí. Nejlépe vyjde výběr věžového skladu DENIS – PRIVÉ kapacita 1 000 tun s nákladem 1 450 Kč/t uskladněného zrna. Nejnákladnější pořízení představuje sklad LIPP – Pozink s kapacitou 200 tun za cenu 2 330 Kč/t uskladněného obilí.

Dalším hlediskem, které je zapotřebí zvážit, je návratnost vynaložených investic. Výpočet návratnosti investice provedu na příkladu třech věžových zásobníků DENIS – PRIVÉ, LIPP Standard, LIPP Pozink každý s kapacitou 1000 tun. Pro zjištění výsledku návratnosti investic jsou zapotřebí již vypočítané náklady na 1 tunu uskladněného obilí, které budou použity z tabulky 14 a druhou hodnotu – roční přínosy linky bude zapotřebí vypočítat dle obecných pravidel za dodržení následujících podmínek, jak uvádí SKALICKÝ, (2008):

- max. vlhkost uloženého obilí 17 %;
- skladování za intenzivního provzdušňování (25 m<sup>3</sup> vzduchu na 1 tunu uskladněného zrna za 1 hodinu);
- příjem linky je 80 t.h<sup>-1</sup>, předčištění aspiračním zařízením;
- možnost zrno vytřídit před jeho expedicí.

Výpočet:

1. snížení sklizňových ztrát zrna zkrácením agrotechnické lhůty sklizně průměrně až o 2,5 % a tím nárůst tržní produkce (2,5 % x 1000 t = 25 t, při tržní ceně 4000 Kč. t<sup>-1</sup>) **100 000 Kč**
2. zvýšení tržní ceny potravinářských zrnin za jejich prodej ve vyšší jakostní třídě a tím nárůst tržní produkce (cca 1/2 produkce, tj. 500 tun, při rozdílu min. 1000 Kč. t<sup>-1</sup>) **500 000 Kč**
3. snížení nákladů na dopravu a manipulaci (50 Kč.t<sup>-1</sup> x 1000 t) **50 000 Kč**
4. úspore nákladů na dosušení zrna službami (53 Kč.t<sup>-1</sup> a % x 3 % = 159 Kč. t<sup>-1</sup> pro min. 1/2 produkce, tj. 500 t, je cena účtovaná podniky ZZN) 79 500 Kč
5. Při dosušení uskladněného zrna v zásobnících intenzivním provzdušňováním je náklad 18 Kč.t<sup>-1</sup> x 3 % = 54 Kč.t<sup>-1</sup>
6. Úspora 500 t x 54 Kč.t<sup>-1</sup>      27 000 Kč
7. Tedy celkové náklady na dosušení činí      **52 500 Kč**
8. Potom **celkové roční přínosy** nově vybudované linky na příjem, ošetřování a skladování zrnin jsou 100 000 + 500 000 + 50 000 + 52 500 = **702 500 Kč**



DENIS – PRIVÉ:

$$\text{Doba návratnosti} = \frac{\text{investiční náklady stavby}}{\text{roční přínosy}} = \frac{1000 \cdot 1\,450}{702\,500} = \frac{1\,450\,000}{702\,500} = \mathbf{2,06 \text{ roku}}$$

LIPP Standard:

$$\text{Doba návratnosti} = \frac{\text{investiční náklady stavby}}{\text{roční přínosy}} = \frac{1000 \cdot 1\,520}{702\,500} = \frac{1\,520\,000}{702\,500} = 2,16 \text{ roku}$$

LIPP Pozink:

$$\text{Doba návratnosti} = \frac{\text{investiční náklady stavby}}{\text{roční přínosy}} = \frac{1000 \cdot 1\,550}{702\,500} = \frac{1\,550\,000}{702\,500} = 2,21 \text{ roku}$$

Podle SLALICKÉKO, (2008) výpočty návratu vynaložených investic dokážou přiblížit orientační přehled o využití celkových investičních nákladů. Vypracované výsledky vztahené ke kapacitě 1000 tun, prokázaly, že nejlepší návratnost vynaložených investic vykazuje věžový sklad od firmy DENIS – PRIVÉ. Z tohoto důvodu ho lze doporučit jako vhodně zvolenou novou výstavbu skladu za účelem minimalizace ztrát při skladování obilí.

## 5 Závěr

Důležitost co nejmenšího množství ztrát na hmotnosti obilí a zároveň co nejmenších negativních dopadů na jakost obilí během skladování je celosvětově řešený problém, jelikož ztráty obilí představují ztráty finanční. Cílem skladování obilí je vyšší peněžní zhodnocení zrna v budoucnu a také tvorba zásob. Zemědělství je založeno na vyšších počátečních vkladech. Návratnost bývá závislá na počasí, tudíž je značně nejistá a většinou trvá mnoho let. V České republice se každoročně sklídí přibližně 7 mil. tun obilí, na jejichž výrobu bylo potřeba nemalých investic. Vysoká světová produkce obilí vede k znatelným přebytkům, proto je důležité zásoby uskladnit dle správné technologie skladování a zajistit rozsáhlá preventivní opatření. Úspěch obchodování s obilím závisí na informovanosti a znalosti daného odvětví., jehož základem je obilné zrno. Společný botanický původ obilovin jim dává podobné vlastnosti.

Procesem šlechtění bylo docíleno záměrné vyhraněnosti jednotlivých druhů obilí pro odlišné účely. Mezi jedince, kteří mají své charakteristické vlastnosti, patří také kukuřice a pšenice. V kukuřici je obsaženo znatelně více tukové složky, ze které se zpracovává stolní olej, v pšenici je uloženo více lepku, který dává správné vlastnosti těstu v pečárenském průmyslu. Obecně nejvíce zastoupenou složkou obilného zrna jsou sacharidy. Na sušině se podílejí z 65 až 75 % a vyskytují se především ve formě škrobu. Díky sacharidům mají obiloviny vysokou energetickou hodnotu, což jim zajišťuje významné místo nejen v potravinářském průmyslu. I přes nízký obsah lipidů v obilovinách, nelze jejich význam opomenout. Oxidace tuků vzdušným kyslíkem může během skladování způsobit nežádoucí žluknutí, které má negativní vliv na senzorické vlastnosti zrna.

Úkolem skladování je nijak neznehodnotit obilí od sklizně, příjmu až do doby jeho spotřeby. Halové sklady s kapacitou až 5 000 tun pojmu bezesporu největší množství naskladněného obilí. Zároveň vykazují největší průměrné ztráty, proto nebývají vhodnou volbou pro dlouhodobé uskladnění. Z hlediska délky skladování se k uskladnění vybírají různé typy skladů, konkrétně pro dlouhodobé skladování se nejlépe hodí věžové sklady, které vykazují nejmenší skladovací ztráty. Před samotným uskladněním je doporučeno vyvarovat se nešetrné manipulaci, řádně obilí předčistit a uskladnit jen obilí, které je zbavené přebytečné vlhkosti. I přes rozšířenost preventivních doporučení dochází

každoročně k celosvětovým ztrátám ve výši 20 %. Obilka je živá hmota, a proto je důležité akceptovat její biologické a chemické pochody. Sklady musejí být suché, čisté, snadno větratelné, bez přítomnosti škůdců a plísní. Tomu přispívá vhodně zvolený materiál a také bezespárová podlaha. Ke zjištění změn vlastností skladovaného obilí slouží jakostní ukazatele, srovnání umožní státní a mezinárodní legislativa.

Jakost, jakožto odborný ekonomický ukazatel, vyjadřuje stupeň plnění požadavků určených normou. U rostlin tyto standardy slouží jako vyjádření způsobilosti komodity zařadit ji buď pro konzumní, krmné, nebo průmyslové účely. Jakost slouží také jako nástroj pro obchod mezi spotřebitelem, zpracovatelem a prodejcem, vytyčuje jednoznačné hranice pro cenu komodity dané kvality. Mezi hlavní jakostní ukazatele žita a pšenice patří číslo poklesu a stanovení objemové hmotnosti, u pšenice dále SDS test a společně s ječmenem obsah N-látek. U ječmene hraje významnou roli ukazatel klíčivosti. V České republice je za informační zdroj vztahující se k obilovinám považována ČSN 46 1010 Společné ustanovení pro obiloviny, luštěniny a olejninu. Zákonem jsou ČSN pouze doporučené, avšak jejich akceptování slouží jako jednotný komunikační prostředek mezi stranami obchodu.

K zaopatření uskladněného obilí patří především kvalitní sklad. K nejeftivnější eliminaci ztrát přispívá uložení zrna ve věžovém skladu, který vykazuje ztráty od 0,5 do 1 %. Na trhu se vyskytuje několik typů sil, proto byl v této práci proveden výpočet měrných investičních nákladů u tří zástupců věžových skladů každý o kapacitě 1000 tun a to DENIS – PRIVÉ, LIPP Standard a LIPP Pozink. Na základě nejnižší návratnosti investice byl k výstavbě doporučen sklad od německé firmy DENIS – PRIVÉ.

Pro zvýšení efektivnosti minimalizace ztrát je primární udržet uskladněné obilí při nízkých teplotách, kdy je životní aktivita zrna značně omezena. Tato skutečnost má za následek jednak snížení ztrát, ale také žádoucí eliminaci škůdců a mikroorganismů. Nízkých teplot lze docílit díky systému aktivního větrání. Využíváním aktivního větrání během skladování obilí lze uspořit až 25 % nákladů. Do budoucna výstavba nových moderních skladů poroste. Další variantou je rekonstrukce stávajících skladů. Zde je ovšem třeba zvážit, zda je oprava ještě rentabilní.

## 6 Seznam použité literatury

1. AULICKÝ, R. Skladištní škůdci: rizika a monitoring. *Zemědělec*. 2013, roč. 21, č. 6, s. 17. ISSN 1211-3816.
2. BOUMA, D. Historie obilí na vlastní oči. *Úroda* [online]. 2005a-04-28 [cit. 2014-09-10]. Dostupné z WWW: <<http://uroda.cz/historie-obili-na-vlastni-oci/>>. ISSN 0139-6013.
3. BOUMA, D. Poptávka po obilovinách poroste. *Úroda* [online]. 2005b-11-29 [cit. 2014-11-20]. Dostupné z WWW: <<http://uroda.cz/poptavka-po-obilovinach-poroste/>>. ISSN 0139-6013.
4. BOUMA, D. Biotechnologie pro budoucnost. *Úroda* [online]. 2007-08-01 [cit. 2014-09-10]. Dostupné z WWW: <<http://uroda.cz/biotechnologie-pro-budoucnost/>>. ISSN 0139-6013.
5. BRADNA, J. Skladování osiv. *Bioinstitut* [online]. 2009 [cit. 2015-01-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.bioinstitut.cz/documents/Skladovanosiv.pdf>>.
6. ČSN 46 11 00-2. *Obiloviny potravinářské. Část 2, Pšenice potravinářské*. Praha: Český normalizační institut, 2001. 8 s.
7. ČSN 46 11 00-5. *Změna Z1 Obiloviny potravinářské. Část 5, Ječmen sladovnický*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 8 s.
8. ČSN 46 1011-13. *Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. Část 13, Zkoušení obilovin - Stanovení klíčivosti sladovnického ječmene*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 4 s.
9. DIVIŠ, J. *Pěstování rostlin*. 2. dopl. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2010. 260 s. ISBN 978-80-7394-216-8.
10. DVOŘÁK, J. *Skladování a ošetřování zrnin*. 1. vyd. Praha: VÚZT, 2002. 43 s. ISBN 80-238-9953-8.
11. EDWARDS, W. Cost of Storing Grain. *Iowa State University* [online]. 2014-08-01 [cit. 2015-01-14]. Dostupné z WWW: <<http://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/pdf/a2-33.pdf>>.
12. EMMERT, F. Věžové sklady jsou nejoblíbenější. *Úroda* [online]. 2004-08-30 [cit. 2014-11-05]. Dostupné z WWW: <<http://uroda.cz/vezove-sklady-jsou-nejoblibenejsi/>>. ISSN 0139-6013.

13. FAMĚRA, O. Posklizňová úprava obilovin ovlivňuje jakost potravinářských surovin. *Úroda*. 2003, roč. 51, č. 8, s. 8 - 9. ISSN 0139-6013.
14. HAARD, N. F. *Fermented cereals. A global perspective*. Rome: FAO, 1999. s. 122. FAO Agricultural Services Bulletin, No. 138. ISBN 92-5-104296-9.
15. HORÁKOVÁ, V.; DVOŘÁČKOVÁ, O.; MEZLÍK, T. *Obilniny a luskoviny 2014*. 1. vyd. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Národní odrůdový úřad, 2014. 198 s. ISBN 978-80-7401-089-7.
16. HUBÍK, K.; MAREČEK, J. Kvalita obilnin. *Farmář*. 2002, roč. 8, č. 4, s. 58 – 61. ISSN 1210-9789.
17. KABELKOVÁ, R. *Zpráva o činnosti 2008*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha, 2009. 152 s. ISBN 978-80-86884-46-2.
18. KROUPA P. a kol., Vzorová řešení linek na příjem, ošetřování a skladování zrnin v zemědělské prvovýrobě. *Výzkumný ústav zemědělské techniky* [online]. 2003-12-01 [cit. 2015-01-08]. Dostupné z WWW: <[http://svt.pi.gin.cz/vuzt/poraden/doporu/r\\_vyr/kroupa/reseni.pdf](http://svt.pi.gin.cz/vuzt/poraden/doporu/r_vyr/kroupa/reseni.pdf)>.
19. KŘEPELKA, J. Typy a vybavení skladovacích prostor. *Zemědělec* [online]. 2011-01-06 [cit. 2015-01-20]. Dostupné z WWW: <<http://zemedelec.cz/typy-a-vybaveni-skladovacich-prostor/>>. ISSN 1211-3816.
20. KŘEPELKA, J. Skladištní škůdci: rizika a monitoring. *Zemědělec* [online]. 2013-02-01 [cit. 2014-06-20]. Dostupné z WWW: <<http://zemedelec.cz/skladistni-skudci-rizika-a-monitoring-2/>>. ISSN 1211-3816.
21. KULOVANÁ, E. Doporučení pro ošetření a skladování zrna obilnin. *Úroda* [online]. 2001a-12-17 30 [cit. 2014-11-13]. Dostupné z WWW: <<http://uroda.cz/doporuzeni-pro-osetrovani-a-skladovani-zrna-obilnin/>>. ISSN 0139-6013.
22. KULOVANÁ, E. Sklizeň zrnin. *Mechanizace zemědělství* [online]. 2001b-06-20 [cit. 2014-09-12]. Dostupné z WWW: <<http://mechanizaceweb.cz/sklizen-zrnin/>>. ISSN 0373-6776.
23. KULOVANÁ, E. Systémy skladování zrnin. *Mechanizace zemědělství* [online]. 2001c-05-2 [cit. 2015-01-28]. Dostupné z WWW: <<http://mechanizaceweb.cz/systemy-skladovani-zrnin/>>. ISSN 0373-6776.

24. KYNCL, V. Zásady skladování zrnin a olejnin. *Zemědělec* [online]. 2007-01-08 [cit. 2014-11-30]. Dostupné z WWW: <<http://zemedelec.cz/zasady-skladovani-zrnin-a-olejnin/>> ISSN 1211-3816.
25. KWEON, M. Falling number in wheat. *United States Department of Agriculture* [online]. 2010-04-28 [cit. 2014-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/36070500/InfoDianehasuploaded/2010ResearchReviewAnnualReport/MKweon-FN-012810.pdf>>.
26. MALEŘ, J. *Skladování zrnin*. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1996. 58 s. ISBN 80-7105-113-8.
27. MÜLLER, O.; MIKULCOVÁ, J.; MARTINEK, P. Evoluční a šlechtitelské změny u pšenice. *Úroda*. 2005, roč. 53, č. 4, s. 11 – 13. ISSN 0139-6013.
28. NOVOTNÝ, P. Výhled světové výroby a trhu obilovin a olejnin do roku 2019. *Bulletin ÚZEI*. 2010, č. 12, 16 s.
29. PELIKÁN, M.; SÁKOVÁ, L. *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská univerzita, 2001. 235 s. ISBN 90-7040-502-3.
30. PROCTOR, D. L. *Grain storage techniques: evolution and trends in developing countries*. Rome: FAO, 1994. 289 s. FAO Agricultural Services Bulletin, No. 109. ISBN 92-5-103456-7.
31. PROCHÁZKA, Zdeněk. Počet skladů narůstá i bez dotací, *Zemědělec*. 2013, roč. 21, č. 6, s. 18. ISSN 1211-3816.
32. PRUGAR, J.; HRAŠKA, Š. *Kvalita pšenice*. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1986. 224 s. ISBN 64-133-86.
33. PŘIBÍK, O. GM plodiny zvyšují zisk pěstitelů, *Zemědělec*. 2013, roč. 21, č. 15, s. 8, ISSN 1211-3816.
34. PŘÍHODA, J.; SKŘIVAN, P.; HRUŠKOVÁ, M. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd., dotisk. Praha: Vysoká škola chemicko – technologická v Praze, 2006. 202 s. ISBN 80–7080–530-7.
35. PŘÍHODA, J.; HRUŠKOVÁ, M. *Hodnocení kvality*. 1. vyd. Praha: Svaz průmyslových mlýnů ČR, 2007. 187 s. ISBN 978-80-239-9475-9.

36. SKALICKÝ, J.; KROUPA, P.; BRADNA, J.; PASTORKOVÁ, L. *Ošetřování a skladování zrnin ve věžových zásobnících a halových skladech*. 1. vyd. Praha 6 – Ruzyně: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i, 2008. s. 54 – 57. ISBN 978-80-86884-38-7.
37. ŠÁRKA, E.; BUBNÍK, Z. Morfologie, chemická struktura, vlastnosti a možnost využití pšeničného B-škrobu. *Chemické Listy* [online]. 2010 [cit. 2014-09-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010\\_05\\_318-325.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010_05_318-325.pdf)>. ISSN 1213-7103.
38. ŠÍP, P. Interní zdroj podniku ZNZ Přeštice, a.s. 2015-02-12.
39. ŠTĚPÁNEK, P. Škůdci ve skladech. *Agromanuál.cz* [online]. 2005-11-14 [cit. 2014-06-20]. Dostupné z WWW: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/skudci-ve-skladech.html>.
40. TICHÁ, M.; VYZÍNOVÁ, P. Polní plodiny *Veterinární a farmaceutická univerzita: Ústav vegetabilních potravin a rostlinné produkce* [online]. 2006 [cit. 2014-09-20]. Dostupné z WWW: <[cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/Polni\\_plodiny.doc](http://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/Polni_plodiny.doc)>.
41. WILCKE, W.; WYATT, G. Grain Storage Tips: Factors and Formulas for Crop Drying, Storage and Handling. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* [online]. 2002 [cit. 2014-11-20]. Dostupné z WWW: <[http://www.fao.org/prods/gap/database/gap/files/895\\_GRAIN\\_STORAGE\\_TIPS.PDF](http://www.fao.org/prods/gap/database/gap/files/895_GRAIN_STORAGE_TIPS.PDF)>.
42. ZIMOLKA, J. *Ječmen: formy a užitkové směry v ČR*. 1. vyd. Praha: Profi Press, s.r.o., 2006. 200 s. ISBN 80-86726-15-5.
43. ZIMOLKA, J. a kol. *Pšenice: Pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press, s. r. o., 2005. 180 s. ISBN 80-86726-09-6.
44. ZIMOLKA, J. *Speciální produkce rostlinná – rostlinná výroba: (polní a zahradní plodiny, základy pícninářství)*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 245 s. ISBN 978-80-7375-230-9.