

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zahradnictví**



**Výtěžnost dřevní biomasy při řezu jabloní a možnosti  
jejího zpracování**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Martin Makal**

**Vedoucí práce: Doc. Ing. Josef Sus, CSc.**

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Výtěžnost dřevní biomasy při řezu jabloní a možnosti jejího použití" 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 literatury 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 \_\_\_\_\_

### **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Josefu Susovi za vedení, trpělivost a podnětné připomínky, zaměstnancům katedry zahradnictví za podporu při provádění a hodnocení pokusu a hlavně své manželce, která se vzorně starala o mé dvě dcerky, zatímco jsem se věnoval studiu.

# Výtěžnost dřevní biomasy při řezu jabloní a možnosti jejího zpracování

## Souhrn

Cílem mé diplomové práce bylo zjistit potřebu řezu podle množství odstraněné dřevní biomasy, posoudit možnosti jejího využití v praxi a celkovou rentabilitu využití odpadu při zimním a letním řezu v produkčním sadu jabloní.

Teoretická část práce byla zaměřena na význam jabloní v podmínkách České republiky, botanickým zařazením a pomologickým rozdělením jabloní. Dále se zabývá růstovými typy a jabloňovými podnožemi. Důraz byl kladen na jednotlivé typy řezu, význam řezu a jeho cíle. Práce zahrnuje i náročnost řezu na spotřebu času a v neposlední řadě i způsob a využití odpadní dřevní biomasy.

Celý pokus probíhal na pozemku Vinařského střediska Mělník – Chloumek, který spadá pod ČZU v Praze. Pokusným materiálem byla výsadba jabloní, která byla založena v roce 1985. V roce 2013 byly stromy hluboce zmlazeny. Do pokusu bylo vybráno 30 stromů odrůdy 'Golden Delicious' na podnoži A2, které byly vysazeny ve sponu 3 x 6 metrů. Těchto 30 stromů bylo rozděleno po 15 stromech na dvě varianty, a to na variantu pouze se základním zimním řezem a na variantu se zimním řezem, který byl doplněný letním řezem. Každá z variant obsahovala pět opakování. Vlastní pokus probíhal v období únor 2014 až únor 2015. Během pokusu byly sledovány následující parametry: počet odstraněných výhonů a větví (do 25 mm a nad 25 mm), průměrná hmotnost biomasy odstraněné při zimním a letním řezu v přepočtu na sušinu (kg/strom), průměrná hmotnost biomasy odstraněné při řezu v přepočtu na sušinu (t/ha), náročnost řezu stromů a doplňkově i výnos jablek.

Všechny výše uvedené parametry byly statisticky vyhodnoceny. V 1. variantě se zimním řezem bylo zjištěno cca 2,9 t/ha celkové odpadní sušené biomasy, u 2. varianty s doplňkovým letním řezem to bylo 3,49 t/ha sušiny odpadní dendromasy. Dále bylo zjištěno, že v roce 2014 byl průměrný počet výhonů odebraných řezem 122,3 kusů na strom a v roce následujícím jich bylo 150,9 výhonů na strom. U doplňkového letního řezu v roce 2014 bylo průměrně odstraněno 86,5 výhonů na strom. Při porovnání množství zásahů mezi jednotlivými opakováními a variantami 1 a 2 bylo zjištěno, že mezi opakováními v první variantě v letech 2014 a 2015 nebyl prokázán statisticky průkazný rozdíl. Ve druhé variantě mezi roky 2014 a 2015 byl statisticky významný rozdíl prokázán. Výhony ze zimního řezu průměrně obsahovaly 49,33 % sušiny, zatímco u doplňkového letního řezu byl obsah sušiny 37,73 %. Výnos jablek byl zanedbatelný, a proto nebyl statisticky hodnocen.

**Klíčová slova:** dřevní biomasa, jabloň, udržovací řez, sušina, výtěžnost.

# **Wood biomass yield after pruning of apple trees and possibilities of its use**

## **Summary**

The aim of the thesis was to investigate the need of pruning according to the amount of woody biomass removed, to assess the possibilities of its use in practice and the overall profitability of wood biomass production during the winter and summer pruning in apple orchards.

The theoretical part focuses on the importance of apple trees in the Czech Republic, botanical classification and pomological division apple. It also deals with growth types and apple rootstocks. Emphasis was placed on the different types of pruning, the importance of pruning and its objectives. The work also includes demand of time and last but not least the way of use of waste wood biomass.

The entire experiment took place at Wine Centre Mělník - Chloumek, which falls under the CULS. The experimental orchard of 'Golden Delicious' was founded in 1985. In 2013, the trees were deeply pruned. 30 selected trees on A2 rootstock that have been planted in the clip 3 x 6 meters were chosen. These 30 trees were distributed over 15 trees in two variants. One with only winter pruning and second with winter and additional summer pruning. Each variant consisted of five repetitions. Own experiment was conducted between February 2014 and February 2015. During the experiment following parameters were monitored: the number of cut shoots and branches (up to 25 mm and above 25 mm), average dry weight of biomass removed during winter and summer cut (kg/tree), the average dry weight of biomass removed during the cut (t/ha), labour demand of pruning and additionally also yield of apples.

All of the above mentioned parameters were statistically evaluated. In the first variant, the winter pruning, about 2.9 t/ha total waste biomass was gain. In second variant with additional summer pruning, it was 3.49 t/ha of dry matter waste woody biomass. It was also found in winter pruning that in 2014 the average number of shoots collected was 122.3 pieces per tree and in the following year there were 150.9 shoots on the tree removed. In additional summer pruning 86.5 shoots per tree in average were removed in 2014.. When comparing the individual repetitions and variations 1 and 2, it was found that between repetitions in winter pruning between 2014 and 2015 was not statistically significant difference. There was a statistically significant difference demonstrated in the second (summer) variant between

2014 and 2015. Shoots from winter pruning contained on average 49.33% dry matter, while the supplementary summer sectional solids content was 37.73%. The yield of apples was negligible, and therefore was not statistically evaluated.

**Keywords:** woody biomass, apple, pruning, dry matter, yield.

## Obsah

<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2 CÍL PRÁCE .....</b>	<b>10</b>
<b>3 LITERÁRNÍ REŠERŠE .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Význam jabloní v podmínkách České republiky .....</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Botanické zařazení jabloně (<i>Malus domestica</i> L.) .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3 Pomologické rozdělení jabloní pěstovaných v ČR .....</b>	<b>13</b>
<b>3.4 Růstové typy jabloní .....</b>	<b>13</b>
3.4.1 Podnože jabloní .....	15
<b>3.5 Řez jabloní .....</b>	<b>17</b>
3.5.1 Řez po výsadbě .....	17
3.5.2 Výchovní řez .....	17
3.5.3 Udržovací řez .....	19
3.5.4 Zmlazovací řez .....	21
3.5.5 Letní řez .....	22
<b>3.6 Náročnost řezu stromů .....</b>	<b>25</b>
<b>3.7 Biomasa .....</b>	<b>26</b>
3.7.1 Dřevní biomasa jako zdroj alternativní energie .....	27
3.7.2 Základní vlastnosti dřeva jabloní .....	28
3.7.3 Využití odpadní biomasy pro energetické účely .....	31
<b>4 MATERIÁL A METODY .....</b>	<b>38</b>
<b>4.1 Charakteristika stanoviště .....</b>	<b>38</b>
4.1.1 Topografická charakteristika .....	38
4.1.2 Geologická a pedologická charakteristika stanoviště .....	38
4.1.3 Klimatická charakteristika stanoviště .....	38
4.1.4 Charakteristika počasí v průběhu pokusu .....	38
<b>4.2 Charakteristika pokusného sadu .....</b>	<b>40</b>
4.2.1 Ošetřování sadu během pokusu .....	41
<b>4.3 Charakteristika pokusného materiálu (popis odrůdy a podnože) .....</b>	<b>41</b>
4.3.1 Popis odrůdy 'Golden Delicious' .....	41
4.3.2 Popis podnože A2 .....	43
<b>4.4 Metodika .....</b>	<b>44</b>
4.4.1 Metody hodnocení pokusu .....	44
4.4.2 Termíny provedení jednotlivých pracovních operací v pokusu .....	46
4.4.3 Vyhodnocení pokusu .....	46
<b>5 VÝSLEDKY .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1 Zhodnocení jednotlivých parametrů .....</b>	<b>47</b>

5.1.1	Počet větví odstraněných při zimním řezu .....	47
5.1.2	Porovnání jednotlivých opakování a variant při zimním řezu v roce 201449	
5.1.3	Porovnání jednotlivých opakování a variant při zimním řezu v roce 201551	
5.1.4	Počet větví odstraněných při doplňkovém letním řezu s průměrem do 25 mm a nad 25 mm tloušťky .....	53
5.1.5	Celkový počet větví odstraněných řezem (obě varianty) .....	56
5.1.6	Časová náročnost řezu zimního řezu .....	58
5.1.7	Stanovení sušiny při zimním řezu a letním řezu .....	59
5.1.8	Hmotnost biomasy odstraněné řezem přepočtená na sušinu na jeden strom při zimním řezu v roce 2015.....	60
5.1.9	Hmotnost biomasy odstraněné řezem přepočtená na sušinu na jeden strom při doplňkovém letním řezu .....	62
5.1.10	Hmotnost biomasy odstraněné řezem v sušině přepočtená na 1 ha .....	63
5.1.11	Průměrný výnos jablek (t/ha) .....	64
<b>6</b>	<b>DISKUSE.....</b>	<b>66</b>
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>69</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>70</b>
<b>8.1</b>	<b>Tištěná literatura.....</b>	<b>70</b>
<b>8.2</b>	<b>Internetové zdroje:.....</b>	<b>74</b>



# 1 ÚVOD

Spotřeba elektrické energie roste a to nejen v České republice ale i v celé Evropě. Přitom zásoby ekonomicky i společensky dostupných fosilních paliv se stávají hůře dostupné. Dalším důvodem je nezbytnost využívání obnovitelných a ekologicky šetrných zdrojů na výrobu energie. Cuiping et al.,(2004) poukazuje, že využití obnovitelných zdrojů energie se stává stále důležitější s ohledem na jeho potenciál zmírnit dopady globálního oteplování.

Geller (2003) předpokládá, že do konce století bude pokryta veškerá spotřeba energie z obnovitelných zdrojů. Mezi jedním z nich je i využívání biomasy, která je v dnešní době termínem často skloňovaným.

Kromě pěstování energetických plodin na orné půdě nebo zakládání plantáží rychlerostoucích dřevin z topolů a vrb, je další možností využívání dendromasy, která není primárním produktem. Jedná se především o využití lesní dendromasy při pěstebních činnostech v lesích, případně zpracování dřevního odpadu při údržbě soukromé i veřejné zeleně. Jako možnou alternativou je případné využití odřezané biomasy při jednotlivých druhích řezů v produkčních ovocných sadech a vinicích.

Pěstební plochy produkčních sadů ovocných dřevin zaujímaly v roce 2012 v České republice bez mála 20 tisíc hektarů (Lhotská, 2013). Do tohoto údaje nejsou zahrnuty plochy drobného ovoce o rozloze cca 1500 ha, neboť pro jejich nízký potenciál produkce využitelné dřevní biomasy nebyly započítány. U každého ovocného druhu pěstovaných v kultuře je nezbytný pravidelný řez, který udržuje dřevinu v kondici a je předpokladem násady kvalitního ovoce. Většina či spíše veškerá odřezaná hmota zpravidla zůstává na pozemku v meziřadí, kde bývá bez užitku strojně zmlučována nebo vyhrnuta na okraj výsadby. Je tedy předpoklad, že je možné tuto odpadní hmotu ještě využít i jiným způsobem.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo zjistit potřebu řezu podle množství odstraněné dřevní biomasy, posoudit možnosti jejího využití v praxi a celkovou rentabilitu využití odpadu při zimním a letním řezu v produkčním sadu jabloní.

### Hypotéza:

Mezi použitými systémy řezu jabloní jsou významné rozdíly v počtu zásahů a množství odřezané biomasy v přepočtu na sušinu.

## 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 Význam jablek v podmínkách České republiky

Blažek (2001) uvádí, že jabloně v české republice mají své nezastupitelné místo a jsou jednoznačně nejdůležitějším druhem ovoce. Tradiční ovocnářství a zejména pěstování jablek bylo v českých zemích převážně na selských zahradách a silničních stromořadích.

Důležitou roli v pěstování ovoce na vesnicích hráli učitelé obecních škol a faráři. Zvláště po vydání školského zákona v roce 1869, který nařizoval obcím zakládání školních zahrad a výuku v dovednosti ovocnářské (Tetera, 2006).

Po druhé světové válce ještě přežívají původní pěstební plochy. Avšak od 60. do 80. let se začíná rozšiřovat pěstování jablek na velkých ovocných výsadbách. Zemědělská družstva a státní statky se začínají specializovat na intenzivní ovocnářskou výrobu. V posledních letech se v rámci restitucí a restrukturalizace podniků velikost těchto sadů zmenšuje (Blažek a kol., 1998).

V poslední době dožívají produkční výsadby čtvrtkmenů založené 70. a v 80. letech. Nastupující moderní trend je pěstitelský tvar štíhlého větve a superhustých výsadeb na slabých podnožích. U nich je předpoklad vysokého specifického výnosu a rentability pěstování ovoce (Lhotská, 2012).

Jablka jsou významnou komoditou, jejíž rentabilita je přímo úměrná rentabilitě celého ovocnářství. U konzumních jablek je dlouhodobě vykazována záporná obchodní bilance, která se v posledních letech prohlubuje. Jejich produkce nepokrývá vlastní spotřebu ČR. Na tržbách ovocnářských podniků se ze sklizně roku 2012 podílela jablka 62 %. Tato komodita je u nás přímo ovlivněna produkcí jablek v Polsku, jednoho z nejvýznamnějších producentů jablek v rámci EU. Celková produkce jablek v ČR byla v roce 2012 oproti předchozí velmi nízké sklizni vyšší o téměř 27 % a činila 201,5 tis. t. Sklizeň jablek z produkčních sadů dosáhla objemu 117,9 tis. t (meziroční zvýšení o 49 %) a na celkové úrodě ovoce produkčních sadů se podílela 85 %. Průměrný hektarový výnos z produkčních sadů byl 14,1 t., což je po přepočtu 11,32 kg na strom. Kvalita jablek byla následkem poškození plodů mrazy i krupobitím průměrná až podprůměrná (Buchtová, 2014).

Výměra jablekových sadů v roce 2012 činila 10 487 ha, což představuje téměř polovinu (49,1%) všech ovocných sadů. V roce 2012 bylo evidováno 1 502 pěstitelů jablek, kteří měli celkem 11 760 144 stromů. Největší počet stromů, tedy 4 463, 01 ha zaujímali výsadby se

stářím 25 a více let, ve věku 5 – 14 let 2914,69 ha a 15 – 24 let pak 2 059,74 ha. Nejmladší výsadby byly na 1 769,61 hektarech (Lhotská, 2012).

Mezi nejrozšířenější odrůdy byly v celkové výměře nejvíce zastoupeny odrůdy skupiny 'Golden Delicious'(19,7%), 'Idared'(17%) a 'Jonagored'/'Jonagold' (6,9%). Dále pak nechybí odrůdy jako je 'Rubín', 'Bohemia', 'Šampion', 'Gala' a další (Buchtová, 2014).

Jablka sehrávají nezastupitelnou úlohu ve správné výživě moderního člověka. Jejich dostatečný a pravidelný přísun z nich dělá ideální zdroj cukrů, vitamínů, minerálů, vlákniny, pektinových látek, kyselin a enzymů. Jablka regulují činnost zažívacího ústrojí a zvyšují odolnost organismu proti onemocnění. Také obsahují málo bílkovin a tuků (jádra cca 2,4 %). Jablka nejvíce obsahují jednoduchých cukrů jako je glukóza a fruktóza, které jsou svou jednoduchou vazbou lidským organismem rychle vstřebatelné. Některé odrůdy mají vysoký obsah vitamínu C (nad 20 mg%). Mezi ně patří převážně starší odrůdy jako je 'Croncelské', 'Ontario', 'Ananasová reneta', 'Parména zlatá' či 'Průsvitné letní'. Dále jablka obsahují pektiny, které mají schopnost vázat na sebe těžké kovy, zejména kobalt a olovo. Vláknina, kterou jablka v nemalé míře obsahují, přispívá ke správné peristaltice střev a usnadňuje jejich vyprazdňování. V jablkách převažují především draselné, sodné, fosforečné, vápenaté, hořečnaté a železité kationty. Jablka obsahují další přírodní složky, jako jsou polyfenoly a flavonoidy. Tyto látky mají antioxidační účinky a inhibují činnost volných radikálů v těle. Dále obsahují aromatické látky a rostlinná barviva, která povzbuzují chuť k jídlu. Jejich celková kalorická hodnota je však velmi nízká (125-210kJ/100g), a proto se s úspěchem podávají při redukční dietě (Blažek, 2001).

### 3.2 Botanické zařazení jabloně (*Malus domestica* L.)

Podle Kutiny a kol. (1992) patří jabloně do rodu jabloň (*Malus*) a řadí se do čeledi růžovité (*Rosaceae*). Dostál (1989) uvádí, že jabloň je strom nebo keř. Rodd (1999) k tomu dodává, že dorůstá 9 m a šířku koruny bývá až 4,5 m. Dostál (1989) dále doplňuje, že jabloň je opadavá; listy má jednoduché a zubaté. Květy jsou v okolíku bílé, růžové nebo červené. Plody tvoří kulovitou malvici, jež má dužinu bez sklerenchymatických idioplastů a bývá kyselá nebo nakyslá.

Blažek (2001) i Kutina a kol. (1992) shodně uvádějí, že většina evropských kulturních odrůd jabloní pochází z druhů, které patří do sekce *Eumalus*. Do této sekce zařazujeme jabloň lesní (*Malus sylvestris*), jabloň nízkou (*Malus pumila*), jabloň drobnokvětou (*Malus baccata*) a jabloň třešňolistou (*Malus prunifolia*). Blažek (2001) i Dostál (1989) zařazují kulturní

odrády jabloní do samostatného hybridního druhu a to jako jabloň domácí (*Malus x domestica*).

### 3.3 Pomologické rozdělení jabloní pěstovaných v ČR

Sus a kol (2000) dělí odrůdy jabloní nejčastěji podle doby zrání, a to na rané (letní), podzimní, podzimní až raně zimní, zimní a pozdně zimní. Zatím co Nesrsta (2011) rozděluje jádroviny podle doby konzumní zralosti do tří základních skupin na letní, podzimní a zimní. Každá skupina ještě může být rozdělena na ranou a pozdní. Přesné určení některých odrůd jestli jsou pozdně letní nebo raně podzimní nebo pozdně podzimní či raně zimní vždy záleží na mnoha faktorech. Mezi tyto faktory zejména patří: konkrétní lokalita pěstování, půdní podmínky, zvolené podnož, aktuální průběh počasí a také zvolená agrotechnika při pěstování.

Pomologie jabloní je velmi rozsáhlá, neboť je známo na tisíce odrůd jabloní. Drtivá většina z nich má pouze okrajový význam, a tržně pěstovaných je jen několik desítek. Mezi letní odrůdy Nesrsta (2011) zařazuje například 'Ametyst', 'Atlas', 'Daria', 'Discovery', 'Hana', 'James Grive Red', 'Julie', 'Lena', 'Miodar', 'Nela', 'Průsvitné letní', 'Zita' a 'Zlat'ák'. Do podzimních pak 'Akane', 'Desert', 'Diadém', 'Dolores', 'Florijam', 'Pidi', 'Tolar', 'Vesna' a 'Vitan'. Jako raně zimní pak uvádí např.: 'Aneta', 'Bohemia', 'Denár', 'Dione', 'Dulcis', 'Flordika', 'Gold Bohemia', 'Lord Lambourne červený', 'Melodie', 'Moonlight', 'Nabella', 'Rondo', 'Rozela', 'Rubín', 'Sena', 'Sonet', 'Šampion', 'Vanda' a 'Vysočina'. Do typicky zimních odrůd, kterých je nejvíce, zařazuje např.: 'Angold', 'Blaník', 'Florina', 'Gala', 'Gloster', 'Golden Delicious', 'Goldlane', 'Heliodor', 'Idared', 'Jarka', 'Jonagold', 'Karmína', 'Kordona', 'Lipno', 'Opál', 'Orion', 'Rajka', 'Red Topas', 'Resista', 'Rosana', 'Rubinola', 'Sunlight', 'Tábor', 'Topaz', 'Viktoria' a 'Vltava'. A do poslední skupiny pozdně zimních odrůd nezapomněl například na 'Goldstar', 'Lunu', 'Melrose', 'Meteor', 'Otava', 'Pinova', 'Sirius', 'Zuzana' a 'Zvonkové'.

### 3.4 Růstové typy jabloní

Podle Blažka (2001) existují značné odrůdové rozdíly nejen v intenzitě růstu stromů, ale i v charakteru plodnosti, v hustotě rozvětvení a ve sklonu k vyholování větví. Specifické požadavky odrůd jabloní na tvarování jsou nejvíce určovány charakterem větvení a typem plodnosti. A právě pro tyto zvláštnosti se odrůdy rozdělují na čtyři základní typy.

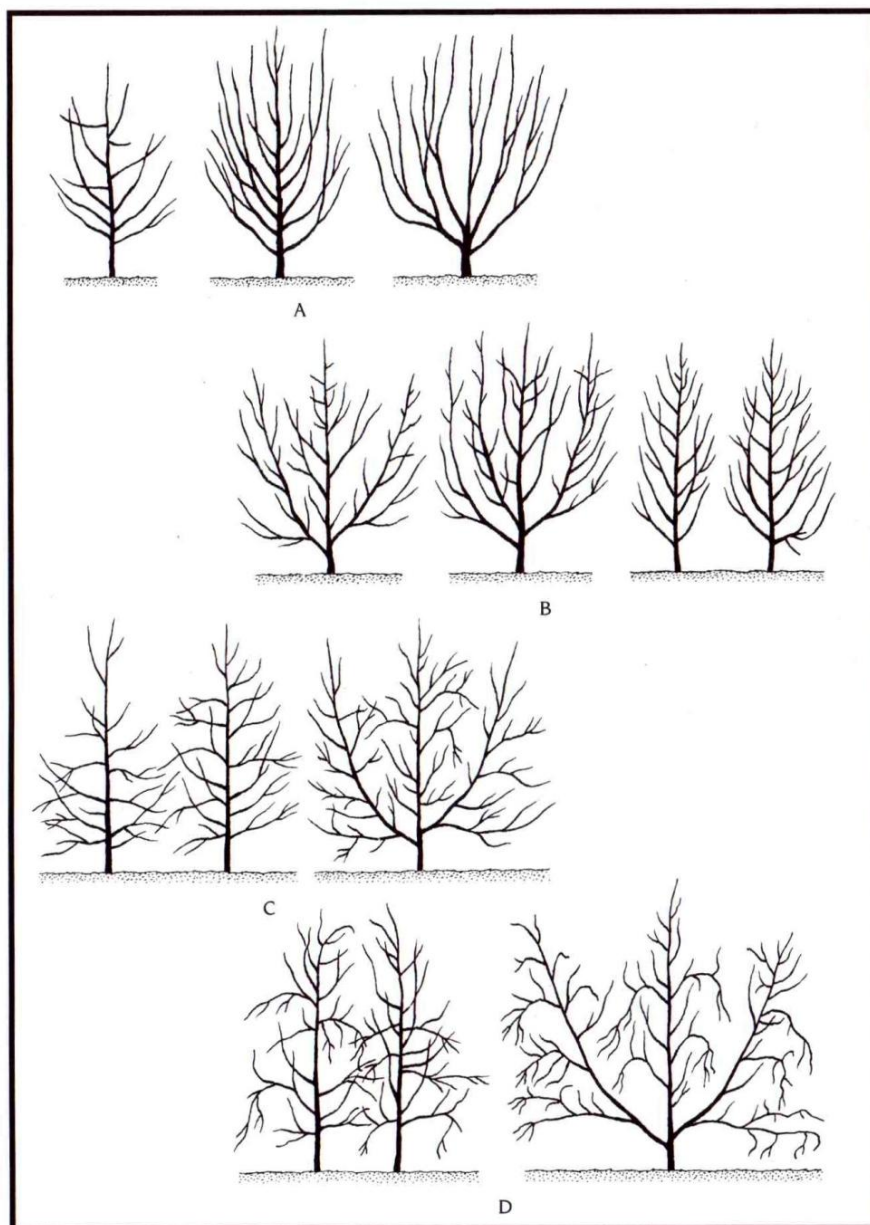
**I. typ** představují všechny spurtypové a kompaktní ('Goldspur', 'Starkrimson Delicious'). Stromy těchto odrůd plodí na krátkých kroužkovitých plodonoších, převážně na dvou až tříletém dřevě. Zóna plodnosti je soustředěna kolem kmene či středu větve. Střední

(terminální) výhon nemívá v průběhu vývoje výraznou převahu a často se tedy tvoří několik navzájem nenadřazených větví. Nejvhodnějším pěstitelským tvarem je větvenový nebo volně rostoucí zákrsek.

**II. typ** představují odrůdy s výraznou apikální dominancí. Charakteristickým zástupcem této skupiny je Parména zlatá zimní, ale patří sem třeba 'Spartan', 'Booskopské', 'Red Delicious', 'Bláhovo oranžové' či 'Oldenburgovo'. Tyto stromy plodí na tří až čtyřletém dřevě a na krátkých kroužkovitých plodonoších. U těchto odrůd se nejsnáze zakládají klasické typy korun. Větve jsou většinou nasazeny v tupých úhlech. Výhony, větve i kmen tvoří pevnou kostru. Nejvhodnějším tvarem pro tyto odrůdy je volně rostoucí palmeta či volně rostoucí zákrsek. Pro tvar štíhlého větvena vyžadují pouze zakrslou podnož.

**III. typ** představují odrůdy nejvíce pěstované, mezi které patří 'Golden Delicious', 'Gala', 'Idared', 'Jonagold', 'Šampion'. Jedná se převážně o odrůdy s rychlým nástupem do plodnosti. Stromy se vyznačují výraznou apikální dominancí. Plodnost převážně bývá na jedno až dvouletém dřevě. Výrazný podíl větví se tvoří na delších plodných výhonech, které jsou zakončeny květním pupenem. Zóna plodnosti se rychle rozšiřuje od kmene či středu větve. Nejvhodnějším pěstitelským tvary je štíhlé větveno, větvenovitý zákrsek nebo palmeta se třemi rameny. Při pěstování palmet a volně rostoucích zákrsků je nezbytné zkracovat tenčí výhony, aby kosterní větve dostatečně zesílily. Při plné plodnosti je nezbytná tříletá rotace plodonosného dřeva, aby byla zachována vysoká kvalita plodů.

**IV. typ** je charakteristický pro odrůdy typu 'Rubín', 'Bohemia', 'Granny Smith' a jejich klony. Tyto odrůdy převážně plodí na dlouhém dřevě – jednoletých výhonech. Nejvíce plodů se tvoří na jedno a dvouletém dřevě. Hlavní větve se prodlužují a tvoří postupně oblouky. Růst stromu je rozkladitý a zóna plodnosti se rychle od středu vzdaluje na periferii koruny. Klasický výchovný řez s přílišným zkracováním prodlužujících výhonů porušuje fyziologickou rovnováhu a oddaluje nástup do plodnosti. Ponechání nezkrácených výhonů má tendenci ke značnému vyholování větví. Při výchovném řezu je nutné zapěstovat dostatečný počet postraních větví. Postraní větve a plodonosné dřevo tvoří kolem kmene poměrně značný objem. Vhodným pěstitelským tvarem je širší štíhlé větveno, volný zákrsek nebo palmeta se třemi rameny a s dostatečným prostorovým rozestupem.



Obrázek 1: Vhodné tvary pro základní růstové typy jabloní: A - pro růstový typ I, B - pro růstový typ II, C - pro růstový typ III, D - pro růstový typ IV (Zdroj: Blažek 2001).

### 3.4.1 Podnože jabloní

Blažek (2001) udává, že téměř celý sortiment v současné době pěstovaný se rozmnožuje pomocí podnoží. Podnože jsou buď rozmnožovány generativně (semeny) nebo vegetativně (klony, typy). Na tyto podnože se roubují nebo očkují ušlechtilé odrůdy. Podnož ovlivňuje danou odrůdu tak, že reguluje její růst plodnost. Další vlastností podnože je to, že ovlivňuje vlastní ukotvení v půdě, má vliv na mrazuvzdornost a na zdravotní stav stromů. Do

jisté míry i pozitivně ovlivňuje dobu zrání jednotlivých odrůd, velikost jejich plodů, chuť a konzistenci dužniny, skladovatelnost, chemické složení a mnoho dalších znaků.

Problematika jabloňových podnoží je značně obsáhlá, a proto zde uvedu jen to nejpodstatnější.

#### 3.4.1.1 Generativní podnože

Generativní podnože jsou vlastně vyselektované semenáče planých jabloní, polokulturních či kulturních odrůd. Patří mezi vzrůstné podnože. Jsou celkově vitálnější a mají hlubší kořenový systém. Dobře kotví v půdě a odrůdy na nich naštěpované lépe odolávají suchu. Jsou mrazuvzdorné a jejich zdravotní stav je možné považovat za bezvirózní. Stromy pomalu vstupují do plodnosti, ale mají vyšší životnost. Běžně se dožívají 50 – 80 i více let (Blažek, 2001).

Vilkus a kol. (2000) uvádí, že u nás nejznámější generativní podnože jsou jabloňové semenáče vyšlechtěné ve šlechtitelské stanici v Klčově na Slovensku. Jedná se selekce starých odrůd (‘Antonovka’, ‘Citrónka’, ‘Jadernička moravská’) a selekce jabloně lesní (JP-2). Jejich registrační označení je J-KL-1 až 4. A dvě podnože s označením J-TE-1 a J-TE-2 ze šlechtitelské stanice Těchobuzice.

#### 3.4.1.2 Vegetativní podnože

Vegetativní podnože jsou v současné době nepoužívanější. Mezi jejich hlavní přednosti patří vyrovnaný růst, snadná množitelnost v hrůbkových matečnicích a příznivý vliv na plodnost naštěpovaných odrůd. Velkou výhodou je i jejich slabý růst, který se hodí pro intenzivní ovocnářství. Z několika desítek typových podnoží se v současné době uplatňuje jen několik z nich. Tyto podnože se rozdělují do 6 růstových skupin a to na velmi zakrsle rostoucí typy, zakrsle rostoucí typy, polozakrsle typy, středně silně rostoucí typy, silně rostoucí typy a velmi silně rostoucí typy (Blažek, 2001).

Podle Vilkuse a kol. (2000) jsou nepoužívanější anglické podnože s označením M s polu s číslem. Mezi nejrozšířenější patří M 9, M 26, M 27, MM 106 a další méně časté jako M 1, M 4, M 7 a M11. Pro vyšší kmenné tvary a do horších půdních podmínek se osvědčila švédská podnož A 2. Z českých podnoží z Těchobuzic nachází uplatnění podnože s označením J-TE-B, J-TE-C a J-TE-E až H.



## 3.5 Řez jabloní

Farthing (1984) zmiňuje pět hlavních důvodů, proč řezat ovocné stromy. Prvním z nich je získání a udržení požadovaného tvaru koruny. Druhým důvodem je zvětšení tvorby květů a plodů. Třetím důvodem je pak dosažení požadované velikosti a kvality plodů. Čtvrtým důvodem je udržení velikosti rostliny v určitých mezích. A posledním důvodem je dosažení zdravé a silné rostliny.

Sus a Nečas (2011) popisují, že hlavním účelem řezu v období před nástupem do plodnosti je zapěstovat tvar stromu či keři. V období dospělosti se snažíme redukovat nadměrnou násadu a tím zajistit stabilitu výnosů vysoce kvalitního ovoce. U dřevin vykazujících příznaky stárnutí je hlavním cílem probuzení růstu nových výhonů, čímž docílíme redukcí plodného obrostu nebo zkrácením či odříznutím starších větví.

### 3.5.1 Řez po výsadbě

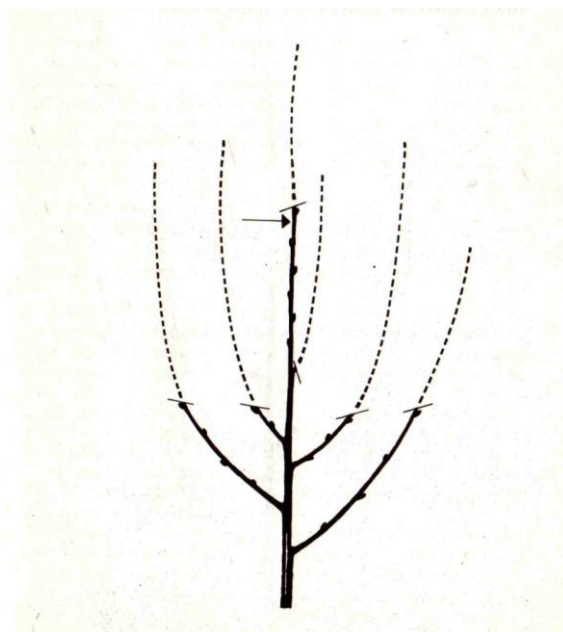
Ve většině pěstitelských systémů se stromky po výsadbě seřezávají podle zásad jejich tvarování. Řezem se především vyrovnává poměr mezi poškozeným kořenovým systémem a nadzemní částí. Stromky se zapěstovanou korunou na vzrůstných podnožích řežeme po výsadbě silněji než na podnožích slabších. Více se seřezávají stromky se silněji poškozeným kořenovým systémem, na kterém zůstalo pár jemných kořínků. V průměru zkracujeme výhony nebo redukuje jejich počet asi o  $\frac{1}{2}$  až  $\frac{2}{3}$ . Rovněž odstraňujeme konkurenty terminálního výhonu a výhony nevhodně nasazené a poškozené. Stromky určené pro pěstitelský tvar vřetene, zvláště pokud budou pod závlahou, řežeme jen minimálně či je ponecháváme bez řezu. Při podzimní výsadbě děláme řez stromků až na jaře, nejlépe před jejich vyrašením. Při jarní výsadbě řežeme stromky ihned po výsadbě. Tento typ řezu může být spojen s výchovným řezem (Blažek, 2001).

### 3.5.2 Výchovný řez

Cílem výchovného řezu je vytvarování pevné a pružné kostry koruny s rovnoměrně rozmístěnými kosterními a polokosterními větvemi a plodonosného obrostu v celém prostoru koruny. Zároveň je třeba zabezpečit dostatečný světelný režim v koruně a urychlit nástup do plodnosti (Kadlec, 1997).

Nově vysazené stromky mají omezenou kořenovou soustavu a zejména chybějící kořenové vlášení, které není schopno přijmout dostatečné množství vody a živin (Kadlec 1997). Sus (1998) k tomu udává, že výchovný řez stromku po výsadbě je nezbytný, neboť je

potřeba, aby se výpěstek ujal a vytvořil dostatečné přírůstky. Řez po výsadbě je velmi důležitý pro další tvarování koruny (Kadlec, 1997).

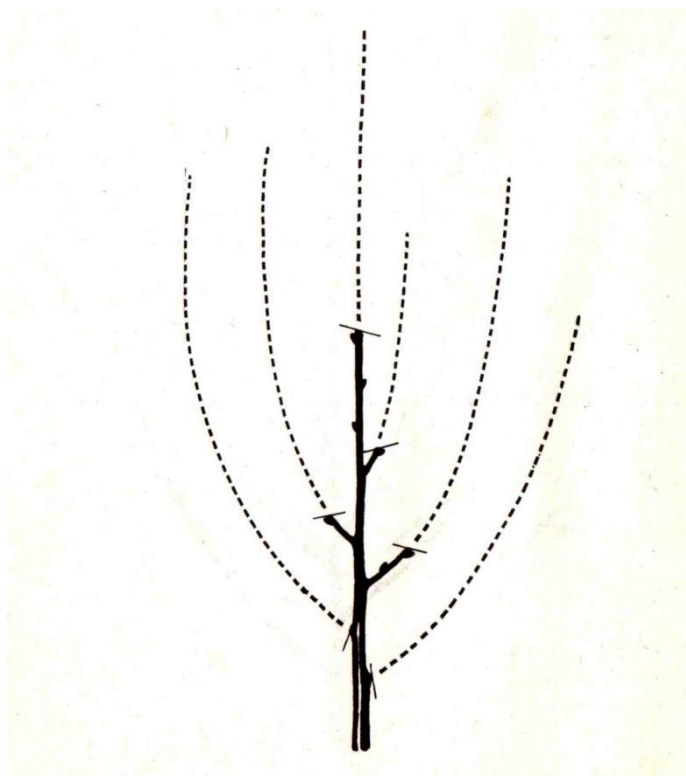


Obrázek 2: Výchovný řez stromku po podzimní výsadbě (Zdroj: Kyncl 1981).

Výchovný řez začínáme v prvním roce po výsadbě a pokračujeme v něm 3-5 let, a to v závislosti na pěstitelském tvaru a podnože a odrůdy (Dvořák, 1987). U většiny tvarů se korunka upravuje jarním výchovným řezem a v prvním patře se ponechává 3 – 5 výhonů (Sus a Nečas, 2011).

Při podzimní výsadbě se jednoleté postranní výhony u stromků zkrátí na jaře o jednu až dvě třetiny jejich délky tak, aby po řezu zůstali přibližně v jedné rovině. Současně se hladce odříznou u kmínku konkurenční výhony. Terminál se seřízne podle druhu a odrůdy asi o 10 až 30 cm nad úroveň zakrácených postranních výhonů. Při jarní výsadbě je nutné udělat hlubší řez. Většinou výhony zkrátíme na dva až tři dobře vyvinuté pupeny. Odstraněním květů v prvním roce stimulujeme růst (Sus a Nečas, 2011).

Boční výhony musí mít odpovídající úhel odklonu, který je třeba v případě potřeby upravit vyvázáním nebo rozepřením. Ostatní výhony pokud jsou delší, se řezem na větvní kroužek odstraní nebo ohnou; v případě jsou-li kratší tak se nezakracují (Kadlec, 1997).



Obrázek 3: Řez korunky po jarní výsadbě (Zdroj: Kyncl 1981).

I v dalších letech pokračujeme s výchovným řezem, který spočívá v odstraňování konkurenčních výhonů a ve zkracování prodlužujících se výhonů hlavních větví. Platí zásada, že čím více stromky rostou, tím méně je řežeme a naopak. Při vyrovnaném růstu odstraňujeme řezem pouze konkurenční výhony a výhony, které zahušťují korunu a nehodí se pro další pěstování. Omezený řez přispívá k rychlejšímu nástupu do plodnosti. Většinou však musíme mít na paměti, že je potřeba zapěstovat natolik silnou kostru, která bude schopna unést ovoce (Sus a Nečas, 2011)

Výchovný řez končí tehdy, když je koruna vytvarována a jednoleté přírůstky dosahují 30 až 40 cm a zároveň stromek nastupuje do plodnosti. Po této fázi přistupujeme k udržovacímu řezu (Kyncl, 1981).

### 3.5.3 Udržovací řez

Udržovací řez, po staru průklest, přichází na řadu po ukončení výchovného řezu, kdy je koruna dostatečně vyvinuta a strom se nachází plodnosti (Kyncl, 1981). Každoročním pravidelným řezem v tomto období je základem pro zajištění vysokých a vyrovnaných výnosů kvalitního ovoce. Udržovacím řezem také tlumíme tendenci odrůd ke střídavé plodnosti – alternaci (Klevcov a kol, 1999). Také udržujeme stromy v požadovaných rozměrech,

regulujeme násadu květních pupenů, obnovujeme plodné dřevo a zkracujeme vodivé dráhy pro lepší vývin plodů v následné vegetaci. Tímto řezem udržujeme strom v kondici a udržujeme vhodný poměr mezi růstem a plodností (Sus a Nečas, 2011).

Udržovací řez provádíme v období vegetačního klidu, zpravidla v předjaří, kdy již nehrozí silné mrazy (Flowerdew, 2010; Tetera, 2003).

Při provádění udržovacího řezu ze stromu se držíme všeobecných zásad. Nejdříve odstraňujeme všechny nemocné či mechanicky poškozené větve. Dále zkracujeme nebo odstraňujeme všechny větve, které brání běžnému provozu v okolí stromu. Nezapomínáme i na větve staré, u nichž je výrazně omezen prodlužovací růst. Tyto větve buď sesadíme, nebo zakrátíme hlubokým řezem, případně je odstraníme. Odstraňujeme i větve, které zahušťují korunu či jsou nevhodně rostlé. Podle potřeby použijeme jemný, střední nebo hluboký řez plodného obrostu. A v neposlední řadě také snižujeme korunu tak, aby byla sklizeň dostupná, pokud toto neprovádíme při pravidelném udržovacím řezu (Kadlec, 1997).

Kadlec (1997), Blažek (2001) i Klevcov a kol. (1999) rozlišují u jabloní čtyři růstové typy. Květní pupeny, které se na výhonech vytváří, jsou základem pro plodný obrost. A podle umístění květních pupenů na výhonu, rozdělujeme plodnost na krátkém, střední a dlouhém plodném obrostu. Specifikou je poslední skupina, která tvoří květní pupeny převážně na koncích jednoletých výhonů.

U odrůd plodících na krátkém dřevě ('Akane', 'Bláhovo oranžové', 'Coxova reneta', 'James Grive' aj.) dochází k rychlejšímu stárnutí plodného obrostu. Je tedy zapotřebí neustále obrost nahrazovat mladším a vitálnější. Stromy s krátkým obrostem většinou bohatě až středně plodí. V úrodnějších letech je třeba regulovat množství plodů řezem a probírkoou plůdků (Kadlec, 1997; Klevcov a kol, 1999).

U odrůd plodících na středně dlouhém dřevě ('Lord Lambourne', 'Banánové zimní', 'Kidd's Orange' aj.) je vhodné neustále obrost nahrazovat, jako u předešlé skupiny. I když toto nahrazování není tak často zapotřebí (Kadlec, 1997; Klevcov a kol, 1999).

U odrůd plodících na dlouhém dřevě ('Gravštyňské', 'Booskopské', 'Wealthy Red' aj.) je třeba delší výhony zkracovat a tím podporovat tvorbu plodného obrostu. Stromy rodící na dlouhém plodném obrostu se vyznačují náznakem převislé koruny. Řez u této skupiny je tedy velmi důležitý, neboť nejkvalitnější plody jsou na dvou až tříletém dřevě (Klevcov a kol., 1999; Kadlec, 1997).

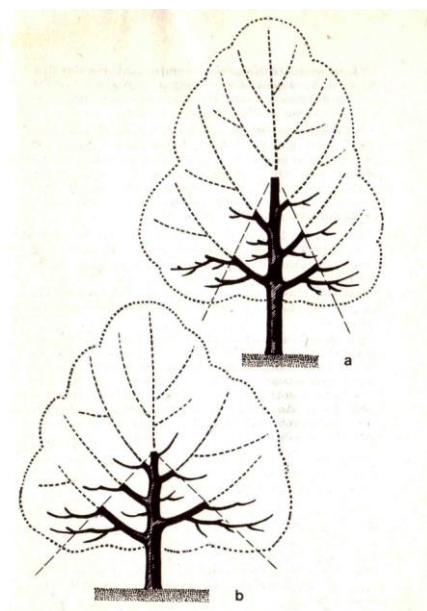
U odrůd plodících převážně na koncích jednoletých výhonů ('Rubín', 'Bohemia', 'Rubinola' aj.) je nutné při průklestu postupovat opatrně. Většina plodů se tvoří po obvodu koruny, proto necháváme o něco hustší koruny než u jiných odrůd. Při průklestu odstraňujeme

celé silnější větve, ale snažíme se zachovat co největší množství slabších výhonů. Jednoleté výhony nezakracujeme. Včas odřezáváme silné převislé výhony (Kadlec, 1997).

#### 3.5.4 Zmlazovací řez

Tento typ řezu se provádí v případě, kdy už běžný udržovací řez nestačí a kdy prokazatelně slábne prodlužující růst výhonů. Dalším vodítkem může být tvorba “vlků“ v základním větvení a na kosterních větvích a periodičnost ve sklizni (Kyncl, 1981). V produkčním ovocnářství je to známka konce životnosti ovocné výsadby (Kadlec, 1997). Vhodným obdobím pro provedení zmlazení je v předjaří, nejlépe po přechodu větších mrazů (Klevcov a kol., 1999).

Účelem tohoto řezu je obnova základních životních a produkčních funkcí stromu. Zmlazovacímu řezu by měl předcházet hlubší průklest. Pokud by ani tento nepomůže, pak provedeme zmlazovací řez (Blažek, 2001). A Klevcov a kol. (1999) dále dodává, že vlastní zmlazení spočívá v zakrácení kosterních větví asi o dvě třetiny jejich celkové délky. Při zmlazení dbáme na to, aby větve byly rovnoměrně rozmístěny v koruně. Ponechané větve řežeme tak, aby po řezu vytvořily kužel s různě velkým vrcholovým úhlem. Ten je dán charakterem růstu jednotlivé odrůdy. U jabloní je zpravidla 100 až 120°.



Obrázek 4: Úhel zmlazování podle tvaru koruny: a) u druhů a odrůd s ostrou pyramidální korunou zmlazujeme korunu v úhlu 70°-80°, b) u druhů a odrůd s kulovitou korunou zmlazujeme korunu v úhlu 100°-120° (Zdroj: Kyncl 1981).

Kadlec (1997) popisuje postup při zmlazování stromů a říká, že je nutné začít od osy koruny a stanovit si její výšku a vrcholový úhel. Blažek (2001) doplňuje, že zmlazení prakticky spočívá v „sesazení“ celé vrcholové části koruny a ve zkrácení všech ostatních kosterních větví. Hlavní větve se zkracují o 1 až 3 m v závislosti na velikosti koruny. Při obnově koruny po zmlazovacím řezu se poté uplatňují principy výchovného řezu.

Zmlazovací řez by se měl provádět pouze u stromů zdravých a u takových, které chceme zachovat (Kadlec, 1997). Také lze zmlazení použít při přesazování starších stromů nebo při jejich přeroubování (Kyncl, 1981). Velké řezné rány můžeme pro lepší hojení začistit nožem a natřít stromovým balzámem, Balakrylem, Latexem, nebo štěpařským voskem (Klevcov a kol., 1999).

### 3.5.5 Letní řez

Letní řez se začal u jabloní používat již v 18. století a to z toho důvodu, že po zimním nebo časně jarním řezu často dochází k příliš silnému růstu nových výhonů. Cílem tohoto řezu bylo především zvýšit úrodnost stromů a podpořit vybarvování plodů. Dále bylo zjištěno, že letní řez má brzdící účinek na růst stromů a za určitých okolností i příznivě ovlivňuje tvorbu květních pupenů. Také výrazně zlepšuje kvalitu plodů, neboť výrazně omezuje výskyt hořké pihovitosti. Všeobecně platí, že čím je menší násada ovoce, tak tím více můžeme odebrat listové plochy. A naopak, při velké úrodě, letní řez raději vynecháme s jednou výjimkou, a tou je odstranění „vlků“ uvnitř koruny. Letní řez tudíž nenahrazuje pravidelný zimní řez, ale je jen jeho vhodný doplněk. Přináší nám značnou časovou úsporu, která by byla potřebná pro zimní řez (Blažek, 2001).

Podle doby provádění letního řezu Sus (2006) letní řez rozděluje na časně letní a pozdně letní. Hlavní výhody tohoto doplňkového letního řezu je:

- Oslabení nadměrný růstu stromů a to tím, že hloubka řezu bude tím větší, čím bujnější budou stromy v růstu a naopak. Se zvyšující násadou se potřeba letního řezu snižuje. Stromy, které stagnují v růstu nebo stromy, u kterých je vysoká násada raději doplňkový se letní řez neprovádí, neboť by došlo k jejich ještě většímu oslabení.
- Zlepšení vybarvení ovoce díky větší prosvětlenosti koruny. Nejvíce je toto patrné u červenoplodých nebo žlutoplodých odrůd jabloní a hrušní.
- Snižování výskytu hořké pihovitosti (fyziologické skvrnitosti) jablek. Tato fyziologická porucha je způsobena nevhodným poměrem mezi draselnými a vápenatými ionty v plodech. Při letním řezu se redukuje počet růstových vrcholů letorostů, které

transpirační proudem odčerpávají stromu značně vápníku. Tím se mění poměr Ca : K ve prospěch vápníku. To má příznivý vliv na skladovatelnost ovoce. Nepřímo je hořká pihovitost omezována menší velikostí plodů (ve velkých plodech se vápník „ředí“), což může být příznivé pro velkoplodé odrůdy.

- Lepší využití pracovníků před sklizní ovoce a zmírnění pracovní špičku při zimním řezu. Tento řez je možné používat na těch plochách, kde to bude mít fyziologické i ekonomické zdůvodnění. Je však důležité si uvědomit, že při každoročně opakovaném zimním i letním řezu celková spotřeba času na řez vzrůstá. Nejčastěji v rozmezí 20 – 40 %. Proto je možné některý rok po předchozím zimním i letním řezu oba zásahy vynechat a dlouhodobě kompenzovat náklady na řez.

Při letním řezu zásadně neodstraňujeme ty letorosty, které rostou poblíž plodů. Narušili bychom tím distribuci asimilátů do plodů. V některých zahraničních studiích poukazují na to, že při letním řezu dochází ke snižování transpirace u stromů (Sus, 2006).

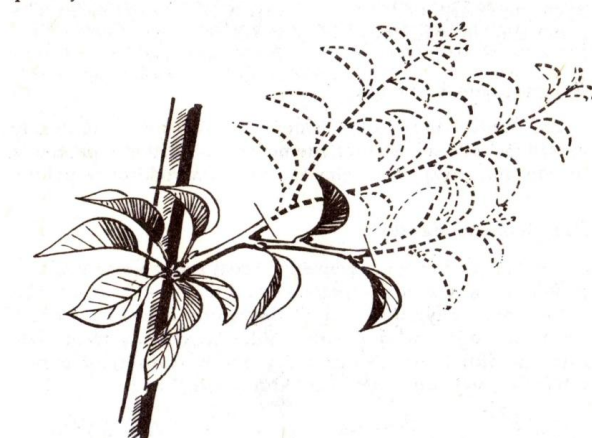
**Časně letní řez** provádíme nejčastěji v období června. Při tomto řezu vytrháváme nadbytečné „vlky“ ze zastíněných partií korun a silné letorosty v horních částech koruny. Tento červnový řez příznivě ovlivňuje diferenciaci květních pupenů na nových výhonech (Sus, 2001).

**Pozdně letní řez** nejčastěji provádíme v druhé polovině srpna a jeho cílem je prosvětlení koruny a lepší vybarvování plodů. Při tomto řezu rovněž odstraňujeme přebytečné letorosty uvnitř korun a celkově prosvětlíme korunu. Zároveň tímto řezem lze omezit výskyt hořké pihovitosti (fyziologické skvrnitosti) plodů a zbrzdíme růst u vzrůstných stromů v hustších výsadbách (Sus, 2001).

Kyncl (1981) popisuje techniku letního řezu při pěstování přísných tvarů. Jedná se o metodu, která je využívána u odrůd plodících na krátkém dřevě. Tento letní řez udržuje tvar stromu a usměrňuje plodnost. Používáme buď dlouhý letní řez, kterému se také říká Gaucherův nebo krátký letní řez nazvaný Lorettův.

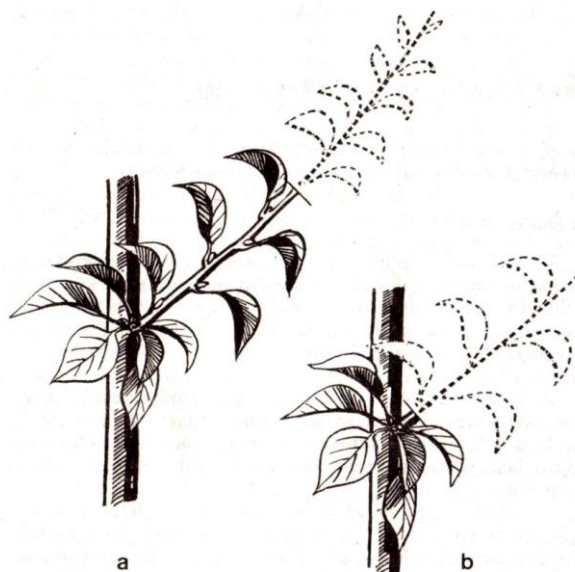
**Gaucherův dlouhý letní řez** spočívá v zakracování všech postranních letorostů na tvarované větvi kromě vedoucích letorostů. Ty řežeme v předjaří. Zakracováním postranních letorostů omezujeme jejich růst do délky, takže asimiláty se již nespotebávají na prodlužující růst, ale na vývin nejspodnějších oček na letorostu. Ta se postupně přeměňují v listové a květní pupeny. Se zakracováním se začíná v druhé polovině května, kdy jsou letorosty 20 -25cm dlouhé. Ty poté zaštípneme za 4. až 5. listem. Listy tvořící listovou růžici do toho nepočítáme. Další letorost, který vyrostě, zakrátíme za druhým listem. Pokud vyraší

po prvním zakrácení více postranních letorostů, tak seřízneme celé rozvětvení nad nejnižší rozvětvení. Takto pokračujeme až do konce srpna (Kyncl, 1981).



Obrázek 5: Dlouhý letní řez, úprava bujně rostoucích výhonů po prvním zaštipování (Zdroj: Kyncl 1981).

**Lorettův krátký letní řez** je opakem Gaucherova řezu. Při vhodném použití tohoto řezu získáme snadněji plodný obrost v blízkosti tvarovaného výhonu. Postranní letorosty ponecháváme volně růst do délky 25 – 30 cm. S vlastním řezem začínáme zhruba od poloviny června a pokračujeme s ním do konce srpna. Každý postranní letorost nejdříve zkrátíme o polovinu a pak po deseti dnech jej odstraníme řezem na patku až k listové růžici. Tímto zakrácením dosáhneme toho, že slabě vyvinutá očka se přemění na květní pupeny nebo na krátké plodné výhony zakončené květním pupenem. Je ale nutné podotknout, že tento způsob řezu je pro strom značně vysilující a pro jeho aplikaci je nutná dobrá výživa (Kyncl, 1981).



Obrázek 6: Krátký letní řez: a) přípravný řez letorostu, b) konečná úprava letorostu řezem na patku (Zdroj: Kyncl 1981).



### 3.6 Náročnost řezu stromů

Průměrné hodnoty potřeby řezu jabloní se v mezinárodním měřítku pohybují mezi 80 – 120 hodinami na hektar a tvoří tak cca 30% celkových nákladů na výrobu jablek (Griesbach a Hoffmann, 1989).

Sus a Prskavec (1991) uvádějí, že potřeba řezu se zvyšuje s intenzitou růstu dané kombinace odrůda a podnož v konkrétních podmínkách, proto hodnoty uvedené ve Sborníku noem mohou být pouze orientační. Vždy je potřeba vycházet ze skutečného počtu zásahů pilkou a nůžkami na strom.

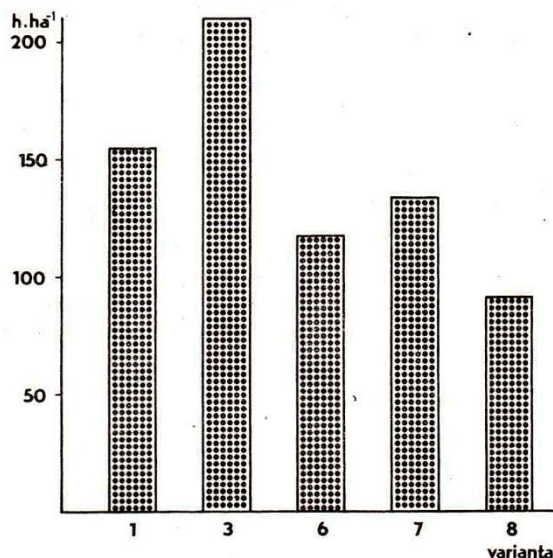
Sus a kol. (2013) ve své práci zjistili, že pracovní náročnost na udržovací řez u slivoní ve tvaru štíhlého větene závisí zvolené podnoži a konkrétní odrůdě. Některé kombinace odrůda-podnož byly na růst slabší, než bylo v předchozích výzkumech pro samostatnou odrůdu a podnož zjištěno. U stromů na silnějších podnožích a u vzrůstných odrůd byla potřeba času na provedení udržovacího řezu delší než u slabších odrůd a podnoží.

K podobnému závěru došel i Vachůn (1996), který hodnotil růstové vlastnosti vybraných genotypů meruněk na meruňkovém semenáči a zároveň při tom sledoval i náročnost řezu. Při tomto hodnocení používal vlastní bodovou stupnici v intervalu od 1(nejméně) – 10 (nejvíce). Mezi náročností na řez a množstvím odřezaných výhonů zjistil význačnou, ale neprůkaznou závislost.

Kosina (1991) ve svých pokusech s potřebou zimního řezu u odrůd prokázal, že mezi intenzitou růstu a spotřebou času na řez je lineární závislost. Neboť s přibývajícím plochou průřezu kmene vzrůstala potřeba času na zimní řez.

I Vávra a kol. (2006) měřili spotřebu času na odrůdách slivoní v lokalitě Žernov a Brtev. Při sponu 4 x 2,5 m (1000 stromů/ha) zjistili u jednotlivých odrůd výrazné rozdíly a to od 5,5 minut do 13,5 minut na strom. Při množství 1000 stromů/ha to dělá 91,5 až 224,1 hodiny/ha. Při volnějším sponu 5,0 x 3,5 m (571 stromů/ha) byl čas na ostříhání jednoho stromu obdobný, od 5,5 do 13 minut, což je 52,3 až 123,6 hodin/ha.

Sus a Prskavec (1983) při pokusech s řezem jabloní zjistili, že nejvíce pracný pravidelný zimní řez s doplňkovým letním řezem během měsíce srpna. Tento řez s 210 hodinami na hektar se vykazoval jako nejpracnější. Zatímco u zimního řezu prováděném jednou za dva roky byla celková časová dotace „pouhých“ 90 hodin na hektar.



Graf 1: Průměrná roční spotřeba času na řez odrůdy 'Golden Delicious' na podnoži M2 u vybraných variant za období 1978-81. Varianta 1- každoroční zimní řez, varianta 3 - každoroční zimní řez doplnění o letní řez začátkem srpna, varianta 6 - základní zimní řez doplnění o letní řez začátkem srpna jednou za dva roky, varianta 7 - základní řez posunutý do období června, varianta 8 - nepravidelný zimní řez jednou za dva roky (Zdroj: Sus a Prskavec 1983)

### 3.7 Biomasa

Pojem biomasa je definován v zákoně 165/2012 Sb. o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů. V § 2 tohoto zákona se biomasou rozumí biologicky rozložitelná část produktů, odpadů a zbytků biologického původu z provozování zemědělství a hospodaření v lesích a souvisejících průmyslových odvětvích, zemědělské produkty pěstované pro energetické účely a biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu (Zákon 165/2012).

Obdobně definuje biomasu viceprezident agrární komory Bohumil Belada, který říká, že biomasa je to rostlinná a živočišná hmota, kterou je možno využít k energetickým účelům. Má svůj původ ve slunečním záření a fotosyntéze, takže se jedná o obnovitelný zdroj energie. Využití se aplikuje formou různých fermentací, jako jsou například bioplynové stanice nebo kompostárny, anebo další formou je spalování (Křešnička, 2010).

V malém výkladovém slovníčku (Hlavová a Landa, 2007) se pod pojmem biomasa uvádí více vysvětlení. Jedním z nich je takový, že se jedná o veškerou organickou hmotu vzniklou fotosyntézou či že to je veškerá rostlinná hmota využitelná pro energetické účely. Obdobný pohled má i další odkaz na tento termín v tomto slovníčku. A to na její energetické

využití, kde uvádí, že je to organická hmota vhodná např. pro spalování, zplyňování a pro anaerobní fermentaci.

Dělí se na **skupinu A**) odpady dřevařského průmyslu (piliny, hobliny, krajiny atd.), zemědělské odpady (sláma, odpadní zrno atd.), odpady lesního hospodářství (kůra, probírkové dřevo), speciálně pěstované energetické dřeviny a rostliny. Biomasy této skupiny lze nejjednodušeji využít prostým spálením v kotlích vyrábějících teplou či horkou vodu, popřípadě páru. Termodynamicky dokonalejší způsob energetické transformace biomasy představují různé formy zplyňování, pomocí nichž se organické části biomasy přemění v kvalitnější plynné nebo kapalné palivo. Takovéto palivo lze použít v energetických zařízeních vyrábějících teplo nebo kogeneračně elektřinu a teplo (Hlavová a Landa, 2007).

Do **skupiny B**) patří komunální a průmyslové odpadní vody, zpracovávané v čistírnách odpadních vod, komunální a průmyslové tuhé odpady uložené na řízených skládkách, slamatý kravský hnůj, exkrementy z velkochovů vepřů a drůbeže, jateční odpady, odpady potravinářské výroby a speciálně pěstované trávy. Z biomasy této druhé skupiny lze řízenými fermentačními procesy získat bioplyn a ten je pak možno uplatnit ve všech typech energetických zařízení obdobně jako zemní plyn (Hlavová a Landa, 2007).

Murtinger a Beranovský (2011) pojem biomasy specifikují jako materiál vzniklý činností rostlin (někdy eventuálně i živočichů) v době geologicky současné. Nezahrnuje to tedy biomasu přeměněnou na fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn), tj. materiál, v němž se sluneční energie akumulovala před dávnou dobou. A dále toto ještě upřesňují, že je to vlastně taková „energetická“ konzerva, ve které je uložena část sluneční energie a my ji můžeme uvolnit a využít podle své potřeby.

Obsah energie v biomase je závislý na látkách, ze kterých je tvořena. Například rostliny tvořené převážně z jednoduchých sacharidů jsou energeticky chudé, naopak rostliny obsahující lignin, bílkoviny nebo tuky jsou energeticky bohatší. Rozdíly v obsaženém množství energie jsou tak dány rozdílným prvkovým složením biomasy (Fuksa a kol., 2009).

### 3.7.1 Dřevní biomasa jako zdroj alternativní energie

Současná doba a politická situace přeje nastávajícímu trendu ve využívání biomasy jako alternativnímu zdroji energie. Neboť energie je základním prvkem, který ovlivňuje a limituje naši životní úroveň a technologický pokrok (Klass, 1998).

Evropská agentura pro životní prostředí ve studii z roku 2006 stanovila tzv. evropský potenciál biomasy, který by respektoval ochranu biologické rozmanitosti a vedl jen k minimu nepříznivých dopadů. V roce 2030 by mohlo být asi 15 % energetické poptávky v Evropské

unii pokryto energií vyrobenou ze zemědělských, lesnických a odpadních produktů z čistě evropských zdrojů. Do roku 2030 by mohlo asi 18 % tepla, 12,5 % elektřiny a 5,4 % paliva pro dopravu pocházet z biomasy evropského původu (Šuta, 2009).

Hrdlička (2005) uvádí, že biomasa patří mezi obnovitelné zdroje energie, který je schopen transformace na teplo, elektrickou energii i na chemicky vázanou energii. Tato zcela zřejmá přednost biomasy však není obecně vázána na jakýkoliv druh a stav biomasy, ale konkrétní použití záleží na celé řadě vnějších a vnitřních faktorů. Nejvýznamnějším vnějším faktorem je obsah vody v biomase. Vnitřní faktory, respektive biologické složení biomasy jsou vázány na konkrétní druh.

Biomasa je po uhlí a ropě třetím největším primárním zdrojem energie ve světě. To je ještě hlavním zdrojem energie pro více než polovinu světové populace (Purohit a kol., 2006).

Zájem o přeměnu biomasy na energii a teplo vychází nejen z toho, že představuje za nízkou cenu obnovitelný zdroj energie, ale také proto, že poskytuje různé výhody, pokud jde o rozvoj a ochranu životního prostředí (Perlack et Wright, 1995).

Biomasa se jako zdroj energie používá především ve venkovských oblastech, je také důležitým zdrojem energie v městských energetických systémech (Křička et al., 2007).

Ovocné sady a vinice vyžadují každoroční řez, který produkuje velké množství biomasy. Ta by mohla být k dispozici jako vhodný zdroj bioenergie (Scarlat et al., 2011).

Zdroj biomasy je do budoucna celosvětově největším a nejlepším možným zdrojem obnovitelné energie (Rosillo et al., 2008).

Biomasa je cenově dostupná a je schopná konkurovat fosilním palivům již dnes. Její šance do budoucna se ještě zvýší po plánovaném zavedení uhlíkové daně (Beneš, 1995)

### **3.7.2 Základní vlastnosti dřeva jabloní**

Dřevo jabloní je vzhledově podobné třešni a hrušni, tvrdé dřevo, ale dobře se zpracovává, vhodné k soustružení, používá se k výrobě golfových holí, ale i k uzení a pálení v krbech. (Kremer, 1995).

Mikoláš (2008) i Greško (2012) tvrdí, že použití jabloňového dřeva velmi omezené pro malou dostupnost. Používá se hlavně v truhlářství, řezbářství, soustružnictví, při výrobě dřevěných částí hospodářských strojů (hoblíky), na výrobu drobných předmětů (hole, násady).

Greško (2012) pak dále udává, že dřevo jabloně je tvrdé, těžké a matné. Bělové dřevo je zbarveno narůžověle a jádro je červenohnědé až tmavě hnědé. Jabloňové dřevo je proto v truhlářství vysoce ceněné.

Jabloňové dřevo ve formě dřevěných 'lupínků' se prodává na trhu v malospotřebitelském balení a slouží k nepřímému uzení či grilování. Toto dřevo dodává pokrmům neodolatelnou vůni a chuť. Používá se pro všechny druhy masa, zejména pro hovězí, vepřové, drůbeží či jehněčí. Vhodné je i pro uzení ryb (Anon, 2015).



Obrázek 7: Jabloňové lupínky v malospotřebitelském balení (Zdroj: kamna-grily.cz, 2015)

**Hustota dřeva** (Bureš, 2002) je doplňkový charakteristický znak pro makroskopickou identifikaci dřeva. Nestanovuje se přesná hustota [ $\text{kg/m}^3$ ], ale provádí se její přibližný odhad na základě hmotnosti vzorku. Podle hustoty stanovené při 12 % vlhkosti dřeva se dělí naše dřeviny do tří skupin:

- dřeva s nízkou hustotou ( $< 540 \text{ kg/m}^3$ ): borovice, smrk, jedle, topoly, lípy, olše aj.,
- dřeva se střední hustotou ( $540\text{-}750 \text{ kg/m}^3$ ): modřín, buk, dub, jilmy,
- dřeva s vysokou hustotou ( $>750 \text{ kg/m}^3$ ): habr, tis.

Hustota dřeva jabloně je nejčastěji  $670 \text{ kg/m}^3$ . Patří tedy mezi dřeva se středně tvrdou hustotou.

**Dřeňové paprsky** jsou tvořeny různě mohutnými seskupeními parenchymatických buněk, které jsou orientovány kolmo na podélnou osu kmene. Dřeňové paprsky významně ovlivňují vlastnosti dřeva a jsou jednou z příčin rozdílných fyzikálních a mechanických vlastností dřeva v tangenciálním a radiálním směru. Dřeňové paprsky mají všechny dřeviny, ale ne u všech dřevin jsou makroskopicky zřetelné, závisí to na jejich velikosti. Šířka a výška

dřeňových paprsků je pro různé druhy dřevin typická a je důležitým diagnostickým znakem. Stejně tak jejich hustota a počet je specifický pro jednotlivé druhy dřevin. Jabloň spolu s hrušní, topolem, břízou či jasanem má dřeňové paprsky velmi úzké a jsou makroskopicky nezřetelné (Balabán, 1955).

Podle Továrkové (2009) má dřevo jabloně polokruhovitě pórovitou stavbu, ve které se vyskytují pouze mikrocévy. V jarním dřevě je jejich četnost poměrně větší než v letním dřevě.

**Pevnost dřeva** – se s rostoucí hustotou dřeva obecně zvyšuje. Vztah mezi hustotou a pevností dřeva nemusí být vždy významný. Jasnější vztah mezi strukturou, hustotou a mechanickými vlastnostmi dřeva můžeme zjistit analyzováním makroskopické stavby letokruhů, t.j. šířky letokruhu a podílu letního dřeva (Pořgaj a kol, 1997).

Konšel (1940) rozděloval tvrdost dřeva podle zátěže na plochu, tedy  $\text{kg/cm}^2$ . V současnosti se častěji převádí na tlak udaný v MPa. Podle příslušného tlaku ( $\text{kg/cm}^2$ ) se dřeva zařazují do skupin:

- měkká  $\leq 350$  - smrk, borovice, limba, jedle, topoly, vrby, lípy
- měkká  $> 350$  - modřín, douglaska, kleč, jalovec, bříza, olše, jíva, střemcha, teak
- středně tvrdá  $> 500$  - kaštanovník jedlý, platan, jilmy, líska
- tvrdá  $> 650$  - dub, ořešák, javor, třešeň, jabloň, jasan, buk, hrušeň, švestka, akát, habr
- velmi tvrdá  $> 1000$  - dřín, svída, ptačí zob, dub pýřitý, zimoztráz
- neobyčejně tvrdá  $> 1500$  - eben cejlonský, africký grenadil, duajak

Podle výše uvedené klasifikace patří dřevo jabloně mezi tvrdá dřeva.

Murtinger a Beranovský (2006) se zmiňují, že dřevo vhodné pro spalování by mělo mít obsah vody pod 30%.

Obecně platí, že obsah vlhkosti dřevní štěpky by neměl přesáhnout 30 %. (Pastorek, 2004).

U dřeva jabloní byla zjištěna nižší množství sušiny než u dřeva švestek. Dřevo jabloní má průměrně 49 % sušiny, naopak u dřeva švestky byla prokázána sušiny ve výši 55 % (Sus, 2015).

Herzán (1993) uvádí, že výhřevnost dřeva jabloní je 13,6 MJ/Kg při 20% relativní vlhkosti dřeva, která odpovídá asi 70 až 80 % výhřevnosti bukového dřeva.

### 3.7.3 Využití odpadní biomasy pro energetické účely

Ovocné sady a vinice vyžadují každoroční řez, který produkuje velké množství biomasy. Ta by mohla být k dispozici jako vhodný zdroj bioenergie. (Scarlat a kol., 2011).

Pastorek (2006) upozorňuje, že sílící nedostatek fosilních paliv a jejich zvyšující se ceny přispívají využívání odpadu jako významného energetického zdroje. Za hlavní výhody využití odpadního dřeva z ovocných výsadeb je možno považovat to, že se jedná o obnovitelný zdroj energie. Má menší negativní dopady na životní prostředí ve srovnání s využíváním primárních zdrojů nerostných surovin a je to tuzemský zdroj. Dřevní popel, který vzniká při spalování dřeva lze s úspěchem využít jako koncentrované hnojivo s alkalickou reakcí. Získávání energie z biomasy v současných ekonomických podmínkách však obtížně konkuruje využívání klasických energetických zdrojů.

Klason a Bai, (2007) a Van den Broek, (2000) uvádí, že biomasa obsahuje poměrně méně síry a popela, než uhlí, tak vytváří nízké emise SO<sub>x</sub> a částic. I když v některých případech, paliva z biomasy mají vysoký obsah dusíku, který může vést k poměrně vysokým NO<sub>x</sub> emisím. Wiinikka et al. (2007) doplňuje, že popel z biomasy se skládá z nehořlavých minerálních částic a se zvýšením obsahu popela se kvalita paliva stane nižší.

Burg (2006) k tomu dodává, že v souvislosti s účelným využíváním odpadních produktů a s rostoucí cenou energie se opakovaně objevují snahy o využití odpadního dřeva jako energetického zdroje. Z ekologického hlediska má spalování odpadního dřeva řadu předností, mezi které patří menší množství oxidu uhličitého a oxidů síry vznikajících při spalování. Dále podotýká, že využívání tohoto odpadního dřeva ze sadů a vinic se zatím v praxi zvláště nevyužívá. Stále zatím převládají jednodušší metody zpracování, a to jeho vyhrnutí traktorem s hráběmi z meziřadí nebo rozdrcením dřevní hmoty přímo v meziřadí pomocí traktorových drtičů.

Ochodek a kol. (2006) podotýká, že takto produkovaná biomasa je velmi drahou, protože se zde musí využívat velké množství lidské práce při malém zisku biohmoty. Při těchto probírkách se používají především ruční motorové řetězové pily obvykle do obsahu 60 cm<sup>3</sup> vybavené čtyřtaktními motory poháněnými směsí benzínu a oleje nebo křovinořezy vybavené řezným diskem. Výhodou použití této mechanizace je dobrá prostupnost terénem a nízké pořizovací náklady.

Zbytky vznikající při údržbě ovocných výsadeb v sadech mohou být zdrojem nezanedbatelného množství bioenergetických surovin. Při jednoduchém orientačním výpočtu ze získaných údajů je zřejmé, že v udaných 25 000 ha ovocných sadů vzniká ročně cca 50

tisíc tun dřevní hmoty. Sušina se u měřených vzorků pohybovala v rozmezí 43 až 65 %, výhřevnost byla 5,6 až 9,7 MJ/kg. To znamená přibližnou energetickou kapacitu na území České republiky 382,5.103 GJ/rok. V tomto čísle není zahrnuto dalších 1,64.106 GJ získaných každý rok vykloučením sadů s předpokládanou dobou rotace 20 let. Zdroj materiálu lze považovat za poměrně stabilní, který se pravidelně opakuje každoročně v termínu únor až duben. Dostupnost zdroje je zpravidla dobrá, protože příjezd do sadů musí být uzpůsoben dopravě sklizených plodů v podzimních měsících. Nevýhodou je ovšem nerovnoměrnost výnosů v různých letech. Množství odpadního dřeva z ovocných výsadeb je ovlivněno celou řadou aspektů - odrůda, podnož, pěstitelský tvar a spon výsadby. Vedle výchovného řezu má význam zejména každoroční udržovací řez, při kterém se odstraňují poškozené, suché či zahušťující větve (Souček a kol., 2007).

**Tabulka 1: Potenciální produkce dřeva z likvidace ovocných výsadeb jabloní, broskvoní a meruněk (Zdroj: Součet a kol. 2007).**

Ovocný druh	Pěstitelský tvar	Výnos odpadního dřeva	Vypočítání produkce dřeva (t/ha)	Průměr (t/ha)
<b>Jabloň (3300ks/ha)</b>	Štíhlé vřeteno	48	158,4	86,2
<b>Broskvoň (600ks/ha)</b>	dutá koruna	69	41,4	
<b>Meruňka (570 ks/ha)</b>	Dutá koruna	103	58,7	

Množství vznikajícího dřeva se může u jednotlivých výsadeb výrazně lišit. Důvodem je rozsah zásahu, který může spočívat v běžném konturovém řezu nebo v odstranění menších zahušťujících větví. Ale také v hlubším řezu, kdy se odstraňují silnější kosterní větve. Z jednoho hektaru sadu tak lze získat od 0,6 až do 8 tun odpadního dřeva o tloušťce 10 – 100 mm (Burg, 2006).



**Tabulka 2: Potenciální produkce dřeva z ovocných výsadeb (Zdroj: Burg 2006)**

Ovocný druh (odrůda)	Pěstitelský tvar	Výnos odpadního dřeva na jeden strom (kg)	Vypočítaná produkce dřeva (t/ha)	Průměr (t/ha)
<b>Jabloň (Golden Delicious)</b>	Štíhlé větveno	0,80	2,64	2,11
<b>Jabloň (Idared)</b>	Štíhlé větveno	0,92	3,04	
<b>Broskvoň (Redhaven)</b>	Dutá koruna	3,10	1,86	
<b>Broskvoň (Sunhaven)</b>	Štíhlé větveno	2,06	1,23	
<b>Meruňka (Velkopavlovická)</b>	Dutá koruna	2,62	1,50	
<b>Meruňka (Leskora)</b>	Dutá koruna	4,14	2,36	

Pozn.: Jabloně - podnož M9, stáří porostu 7 let, spon 3,0 x 1,0 m; broskvoně – podnož B-VA-1, stáří 8 let, spon 5,5 x 3,0; meruňky – podnož M-VA-1, stáří porostu 9 let, spon 5,0 x 3,5 m.

### 3.7.3.1 Biomasa jako potrava

Biomasa byla po staletí využívána jako potrava pro lidi i zvířata. Kromě pěstování zemědělských a zahradních plodin k lidské spotřebě (i to je určitá forma biomasy), tak byla pěstována jako píce pro tažná zvířata. Využití biomasy pro výrobu potravin a energetické účely si bohužel navzájem konkurují (Murtinger a Beranovský, 2011).

### 3.7.3.2 Biomasa jako zdroj tepla pro vytápění, vaření a ohřev vody

Biomasa, respektive dřevo, bylo do poloviny 18. století prakticky jediným palivem využívaným pro získávání užitečné energie člověkem. V 19. století tuto dominantní pozici ztratilo ve prospěch fosilních paliv. V 2. polovině 20. století je charakterizována návratem biomasy mezi významné položky palivové bilance i v technicky vyspělých zemích, a to právě proto, že se jedná o obnovitelný zdroj energie (Hrdlička, 2005).

V poslední době se biomasa stále více používá ke kombinované výrobě tepla a elektrické energie. Kombinovaná výroba tepla a energie, je velmi cenný potenciál pro významné zlepšení celkové účinnosti využití paliva (Voca et al., 2008).

Nejrozšířenějším způsobem energetického využití biomasy je její spalování v kotlích vyrábějících teplou vodu nebo páru (Petříková a kol., 2006).

Nejběžněji získaná biomasa se používá k získání tepelné energie spalováním (vytápění). Dřevní hmota určená pro spalování se před využitím musí mechanicky upravit. K tomu se používají různá zařízení:

- stříhací zařízení (pro krajinky a kusové dřevo)
- sekačky (beztrískové dělení dřeva)
- drtiče (pro drobné dřevo, křoviny, stavební odpad)
- paketování (hlavně pro klest, lisování balíků)
- briketování a peletování (Hanousek, 2001).



Obrázek 8: Dřevěné peletky (Zdroj: Stupavský 2010)



Obrázek 9: Dřevěné brikety (Zdroj: Brikopal.cz 2015)

Teplo se z biomasy vyrábí téměř výlučně tím nejjednodušším způsobem, a to spalováním. Hoření biomasy je poměrně složitý řetězec na sebe navazujících chemických reakcí, které probíhají za vysoké teploty a za účasti vzdušného kyslíku, a jeho výsledkem je (v ideálním případě) oxid uhličitý a voda. Významnou vlastností dřevní biomasy je to, že se její značný podíl při ohřátí nad 200°C zplynuje, tj. biomasa má velký podíl takzvané prchavé hořlaviny. To má za následek tvorbu dlouhého plamene (Murtinger a Beranovský, 2011).

Vyšší obsah vody snižuje hodnotu paliva biomasy. Vlhkost biomasy může být snížena sušením, což zvyšuje náklady na celý proces (Wiinikka et al., 2007).

Dufka (2013) popisuje získávání tepelné energie ze dřeva třemi nejběžnějšími způsoby a to spalováním, zplynováním a pyrolýzou. Ve stručnosti tyto procesy popisuje následovně:

- *spalování* – probíhá ve čtyřech fázích při různých teplotách: sušení (okolo 150°C), pyrolýza (400°C), spalování plynné složky (700°C) a spalování tuhých složek (1200°C). Nejprve se dřevo zahřívá a vypařuje se z něj voda. Dále se uvolňuje plynný podíl paliva. Při dosažení zápalné teploty a dodání spalovacího vzduchu dochází ke vznícení plynu a uvolnění spalného tepla. Tímto teplem se dále může snížit vlhkost dřeva a uvolnit další spalitelný plyn.
- *zplynování* – je známý a starý způsob energetického využívání dřeva. Auta na dřevoplyn jezdila za II. světové války, když byl nedostatek benzínu a nafty. Pro zplynování je vhodné palivové nebo odpadní dřevo získané při těžbě nebo ve dřevozpracujících závodech. Procesem zplynování je přeměna uhlíkatého materiálu obsaženém v palivu na hořlavé plyny. Tento proces je vícestupňový a výsledkem je vznik oxidu uhelnatého, vodíku, metanu a případně dalších hořlavých uhlovodíkových plynů.
- *pyrolýza* – jde o chemický rozklad organických látek obsažených v palivu. Látky získané rozkladem paliva se přemění na topný olej nebo topný plyn. Pyrolýzní procesy se rozlišují podle teploty, při níž dochází k přeměně paliva, a to na nízkoteplotní a vysokoteplotní. Při nízkoteplotním procesu vzniká metanol a při vysokoteplotním procesu paliva (karbonizací) vzniká dřevěné uhlí.

### 3.7.3.3 Biomasa jako zdroj energie pro dopravní prostředky

Jak se zmiňuje Murtinger a Beranovský (2011) je využití biomasy pro pohon automobilů je poměrně novou záležitostí, pokud nebudeme počítat auta na dřevoplyn za II. sv. války a poslední době nabývá na významu. Náhrada části dovážené ropy lokálně pěstovanou biomasou je významná nejen z čistě energetického a ekologického hlediska, ale má i velký význam politický. Možností jak lze využít biomasu pro potřeby dopravy je celá řada, ale praktický význam mají jen některé. Nejlépe využitelná jsou taková, která jdou snadno přeměnit na kapalná paliva. V úvahu přicházejí převážně tyto produkty:

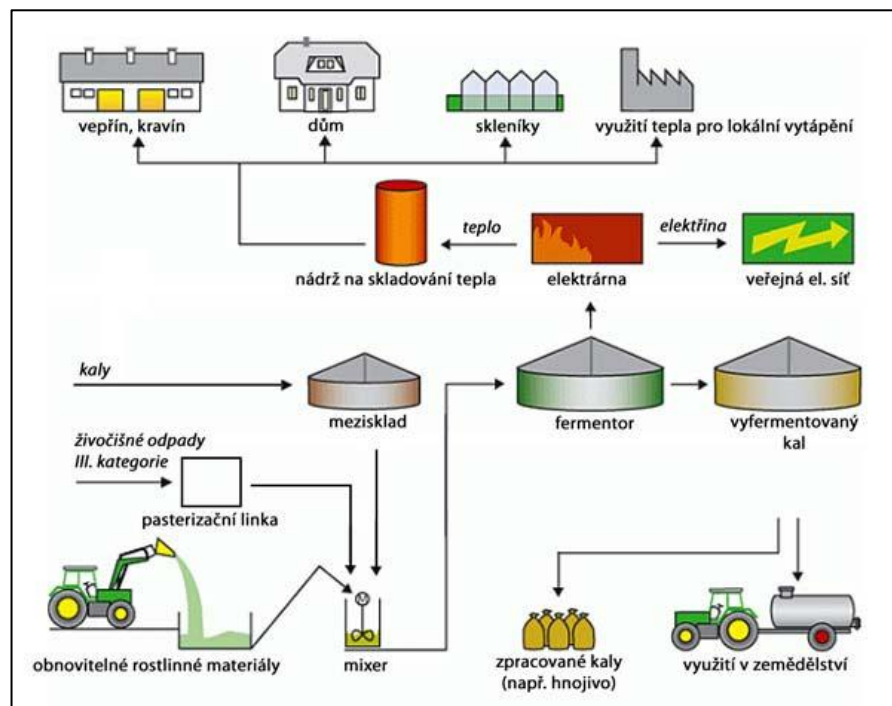
- *etanol* – kvasný líh, získává se pomocí alkoholového kvašení cukerných substrátů. Směs 15% etanolu a 85% motorového benzínu se prodává pod označením E85.
- *metanol* – dřevní líh, získává se pyrolýzou.
- *ETBE* – ethyl terciální butyl ether. Ta slouží jako přísada do benzínu pro zvýšení oktanového čísla.

- *rostlinné oleje* – jsou velmi málo těkavé, takže se nehodí do benzínových motorů, ale s úspěchem se používají do vznětových (dieslových) motorů.

O možnostech uplatnění biomasy jako motorové palivo v dopravě a k provozu pracovních agregátů publikuje i Petříková a kol. (2006).

### 3.7.3.4 Biomasa jako zdroj energie pro výrobu elektřiny

Elektrická energie jako taková, je tou nejuniverzálněji využitelnou formou energie pro naši civilizaci. V současné době se vyrábí převážně spalováním fosilních paliv. Náhrada uhlí biomasou je do jisté míry potřebná a žádoucí či je společně spalovat v určitém poměru. Další možností je využívat plyné palivo – bioplyn. Bioplyn je vlastně směsí metanu a dalších plynů a vzniká činností metanogenních mikroorganismů při rozkladu organické hmoty v anaerobních podmínkách. Vlastní výroba bioplynu se děje ve fermentorech, což jsou uzavřené nádrže o objemu desítek až stovek kubických metrů. Vzniklý bioplyn je zpravidla zpracován na místě a pro vyrovnání produkce a spotřeby se plyn jímá do plynojemu. Nejčastější způsob využití bioplynu je pro kombinovanou výrobu tepla a elektrické energie. Používají se kogenerační jednotky s automobilovými spalovacími motory a asynchronním generátorem (Murtinger a Beranovský, 2011).



Obrázek 10: Schéma výroby bioplynu (Zdroj: tenza.cz 2015)

Švec a kol (2010) udává, že bioplyn je možno využívat všude, kde se používají i jiná plynná paliva. Předpokladem použití bioplynu je přizpůsobení spotřebiče upravenému bioplynu. Mezi způsoby energetického využití bioplynu patří:

- přímé spalování (vaření, svícení, chlazení, topení, sušení, ohřev užitkové vody,...)
- výroba elektrické energie a ohřev teplotnosného média (kogenerace)
- výroba elektrické energie, ohřev teplotnosného média, výroba chladu (trigenerace)
- pohon spalovacích motorů nebo turbín pro získání mechanické energie
- využití bioplynu v palivových člancích

#### 3.7.3.5 Biomasa jako surovina pro průmysl

Podobně jako u dopravy může rozumné využití biomasy nahradit v průmyslové nebo stavební výrobě značné množství elektřiny, plynu nebo ropy. Takto se dá snižovat „zabudovaná energie“ v celé řadě výrobků. Jako příklad lze uvést dřevostavbu místo klasické zděné stavby z pálených cihel nebo využití rostlinných vláken jako tepelných izolací či využití papíru jako obalového materiálu místo PE folií (Murtinger a Beranovský, 2011).

## **4 MATERIÁL A METODY**

### **4.1 Charakteristika stanoviště**

#### **4.1.1 Topografická charakteristika**

Město Mělník je tvořeno dvěma katastrálními územími, a to Mělníkem (2 118 ha) a Vehlovicemi (379 ha). Osu území tvoří větší částí říčka Pšovka a západní hranici řeka Labe. Mezi těmito dvěma vodními toky se nachází opukový ostroh Turbovického hřbetu, na němž bylo město založeno. Celé území Mělníka a Vehlovic je vysoce ovlivněné činností člověka. Charakteristický je malý podíl lesů a rozptýlené zeleně. Převládají rozsáhlé plochy orné půdy, v městu bližších polohách plochy vinic a intenzivních sadů (Kučerová, 2014).

#### **4.1.2 Geologická a pedologická charakteristika stanoviště**

Mělnicko horopisně patří do Mělnické kotliny, ale velká většina území je součástí Dokelské pahorkatiny, která je tvořena převážně druhohorními pískovci (David a kol, 2003). Na stanovišti je půdní typ černozem. Jedná se půdu s 0,4 až 0,7 m mocnou, tmavohnědě, hnědočerně až černě zbarveným humózním horizontem. Ten má drobtovitou strukturu s vysokým obsahem organických látek. Černozemě se vytvořily převážně na spraších, křídových slínech, slinitých jílech a karbonátových starých nivních hlínách (Ložen a kol, 2003).

#### **4.1.3 Klimatická charakteristika stanoviště**

Polabí a Mělnicko patří podle Quitta (1971) mezi teplé oblasti, kde průměrná roční teplota je mezi 8-9°C. Tato oblast se vyznačuje velmi teplým průběhem počasí, kde vegetační období trvá od dubna do konce září s průměrnou teplotou nad 14°C. Srážkově je Mělnicko podprůměrné, neboť roční úhrny jsou pod 800 mm srážek. Patří tedy k sušším oblastem Čech (Kučerová, 2014).

#### **4.1.4 Charakteristika počasí v průběhu pokusu**

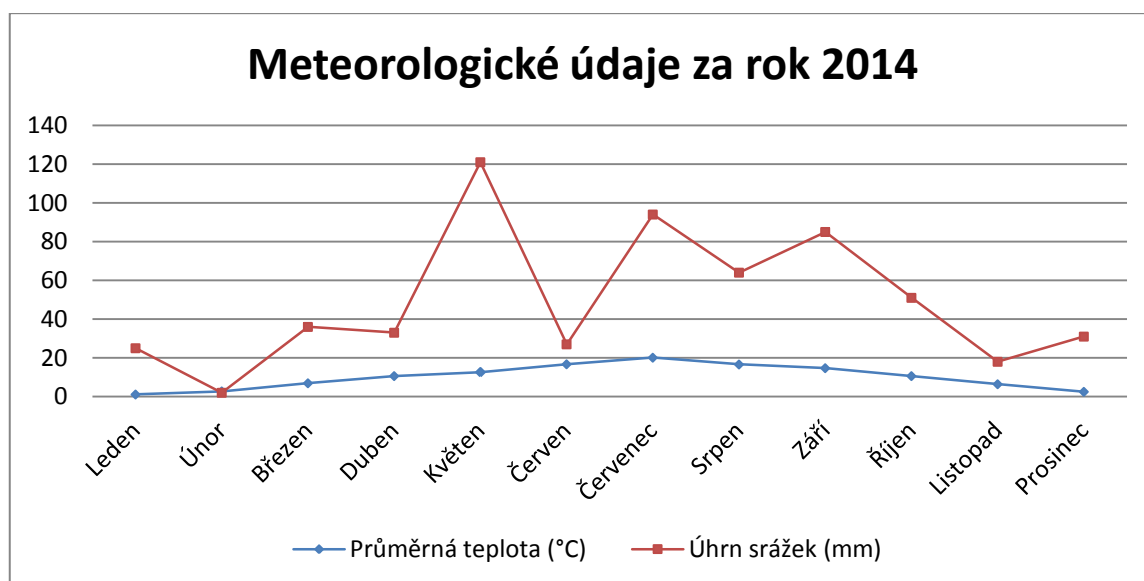
Meteorologické údaje za rok 2014 byly získány ze školní meteorologické stanice, která se nachází na Vinařském středisku ČZU v Mělníce na Chloumku. Při hodnocení průběhu počasí byly použity průměrné měsíční teploty měřené ve 2 m nad zemí a celkový měsíční úhrn srážek. Celý rok 2014 byl teplotně nadprůměrný v porovnání s dlouhodobým

průměrem (8,2°C). Průměrná roční teplota v loňském činila 10,2°C. Co týče celkových srážek, tak by se celý rok mohl hodnotit jako průměrný. V porovnání dlouhodobým průměrem (590 mm) celkové roční srážky dosahovaly 587 mm. Průběh počasí během pokusu zobrazuje tabulka a graf. Veškerá meteorologická data byla získána z webu: [http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Vina%C5%99sk%C3%A9.st%C5%99edisko.M%C4%9Bln%C3%ADk\\_t\\_Chloumek.CZUFAPPZ.html](http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Vina%C5%99sk%C3%A9.st%C5%99edisko.M%C4%9Bln%C3%ADk_t_Chloumek.CZUFAPPZ.html).

**Tabulka 3: Souhrnný přehled průměrných měsíčních teplot a srážek (Zdroj: emsbrno.cz)**

Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Průměrná teplota (°C)	1,1	2,7	6,9	10,6	12,6	16,7	20,1	16,6	14,7	10,6	6,4	2,5
Úhrn srážek (mm)	25	2	36	33	121	27	94	64	85	51	18	31

**Graf 2: Meteorologické údaje za rok 2014 (Zdroj: emsbrno.cz)**



## 4.2 Charakteristika pokusného sadu

Pokusný sad se nachází na pozemku Vinařského střediska Mělník – Chloumek, kterému se místně říká Kartuziánský lis. Vinařské středisko patří pod katedru zahradnictví FAPPZ České zemědělské univerzity v Praze a hospodaří na 12,86 ha vinic, 1,74 ha zahrad a 5,78 ha sadů. Tam také probíhal vlastní pokus. Nadmořská výška sadu je 260 m. n. m.

Jedná se o intenzivní ovocný sad s výsadbou jabloní odrůdy 'Golden Delicious', který byl založen v roce 1985 ve sponu 6 x 3 m, což dělá přibližně 555 stromů na hektar. Stromy byly vysazeny na podnoži A2 v pěstitelském tvaru čtvrtkmene. Rok před zahájením pokusu byly stromy hluboce zmlazené a bylo tedy nutno provést zpětné zapěstování koruny.



Obrázek 11: Letecká snímek ovocného sadu (zvýrazněno červeným orámováním) v Mělníce na Chloumku (Zdroj: mapy.cz)



#### 4.2.1 Ošetřování sadu během pokusu

V průběhu pokusu byl sad ošetřován běžnou agrotechnikou a podle způsobu integrované ochrany rostlin. Pod stromy byl udržován herbicidní úhor a v meziřadí pravidelně sežíhané zatravnění. Doplnková závlaha v sadu není rozvedena. Během roku 2014 byly v sadu aplikovány čtyři fungicidní ošetření proti strupovitosti jabloně a jabloňovému padlí a jedna aplikace proti obaleči jabloňovému (viz tabulka č. 3).

**Tabulka 4: Přehled použitých přípravků na ochranu rostlin během pokusu**

(Zdroj: Weitosch, 2015)

Datum	Plodina	Přípravek	Dávka/ha	Účel použití
10.4.2014	Jabloně	Sulfurus	3,5 kg	strupovitost
14.4.2014	Jabloně	Sulfurus	3,5 kg	strupovitost
21.5.2014	Jabloně	Domark	0,4 l	padlí, strupovitost
2.6.2014	Jabloně	Domark	0,4 l	padlí, strupovitost
2.6.2014	Jabloně	Vaztak	0,01%	obaleč

#### 4.3 Charakteristika pokusného materiálu (popis odrůdy a podnože)

U popisu odrůdy a podnože jsem čerpal z více literárních zdrojů, zejména Blažek (2001), Kutina (1992), Souček a kol. (1965), Sus a kol (1992), Vilkus a kol (2000).

##### 4.3.1 Popis odrůdy 'Golden Delicious'

Patří mezi jednu z nejpěstovanějších tržních odrůd. Pomologicky ji řadíme mezi zimní Odrůda 'Golden Delicious' odrůdy s konzumní zralostí do listopadu až do března/dubna. Tato odrůda vznikla v Západní Virginii v USA kolem roku 1890 jako náhodný semenáč. Do listiny povolených odrůd byla u nás zapsána v roce 1959.

Stromy vytvářejí středně velké, vysoce kulovité koruny, které jsou později mírně rozložené a houstnoucí. Plodonosný obrost je středně dlouhý. Kvete středně pozdě až pozdě. Odrůda je dobrým opylovačem i je sama dobře opalována. Je velmi náchylná na strupovitost a padlím trpí jen středně. Vůči mrazům ve dřevě je středně citlivá, a proti jarním mrazíkům v době květu je odolnější. Plodnost je při dobrém ošetřování a správném výběru stanoviště pravidelná a vysoká.

Plody jsou středně velké a jejich velikost velmi závisí na násadě plodů a zdravotním stavu stromu, nejčastěji však 125 – 194 g. Tvar plodů je kulovitý, mírně žebernatý. Barva slupky je zelenožlutá až zlatožlutá. Někdy bývá s oranžovým líčkem. Slupka bývá často rzivá,

zejména ve vlhčích letech. Dužnina je nažloutlá, šťavnatá, sladká, velmi dobrá až výborná. V teplých oblastech se sklízí v polovině září a ve středních polohách až v druhé polovině října. Během skladování plody vyžadují vlhčí prostředí, jinak brzy vadnou.

Odrůda 'Golden Delicious' je velmi plastická, přesto se spíše hodí do teplých klimatických podmínek s delší vegetační dobou. A pokud má i doplňkovou závlahu, tak poskytuje vysoké výnosy, kvalitní méně rzivé plody.



Obrázek 12: Odrůda 'Golden Delicious' (Zdroj: Blažek, 1991)

#### 4.3.2 Popis podnože A2

Jabloňová podnož A2 patří mezi vegetativně množené podnože. Je velmi vzrůstná a má velmi podobné vlastnosti jako generativní podnože.

Byla vyšlechtěna ve švédském Alnarpu. Tato podnož byla vyselektována ze směsi dužénů v roce 1920.

V matečnici roste středně a dobře odnožuje. Vytváří hustý kořenový systém a její oddělky dobře kotví v půdě. Nevýhodou je její velmi krátká doba na očkování, neboť brzy ztrácí mízu. Brzké ukončení vegetace a dobré vyžívání dřeva zvyšuje její mrazuvzdornost.

Na trvalém stanovišti roste středně silně, dobře koření v půdě a nevyžaduje oporu. Odrůdy na ní naštěpované jdou brzy do plodnosti.

Je vhodná zejména pro vyšší kmenné tvary a pro zákrsky jen u málo vzrůstných odrůd. Pro vysokou mrazuvzdornost se doporučuje do extrémních klimatických a půdních podmínek.

## 4.4 Metodika

Výsadba jabloní v době zahájení pokusu byla již 29 let stará, což se dá z produkčního hlediska považovat za přestárlou výsadbu. Takto stará výsadba má již sníženou plodnost, a proto bylo přistoupeno v roce 2013 k jejímu hlubokému zmlazení. Na základě této skutečnosti stromy bohatě obrůstaly ze starého dřeva. Bylo tedy nutné řezem znovu zapěstovat koruny a k tomu odpovídající plodný obrost.

Předmětem pokusu bylo hodnocení výnosu odřezané dřevní biomasy na reprezentativním vzorku 30 stromů, a to ve dvou variantách. V každé variantě bylo 15 stromů v pěti opakováních. U první varianty byl použit klasický zimní řez a u druhé varianty byl zimní řez doplněn o časně letní řez začátkem června. První varianta má označení 1A až 1N a druhá varianta nese označení 2A až 2N.

Stromy byly v sadu náhodně vybrány. Přihlédnuto bylo pouze k tomu, aby svým vzrůstem a objemem koruny si byly podobné. I přes možný vliv okrajového efektu byly do variant vybrány některé stromy rostoucí v první řadě.

### 4.4.1 Metody hodnocení pokusu

#### 4.4.1.1 Hmotnost odřezané biomasy

Z každého ořezaného stromu byly větve i výhony pečlivě sesbírány a zváženy digitálním mincířem. Výsledky z jednotlivých stromů pak byly sečteny a následně pak vypočtena celková hmotnost dřevní biomasy odstraněná řezem v čerstvém stavu. Z celkového množství větví byl pak vybrán reprezentativní vzorek, který se nadrtil pomocí benzínového štěpkovače Viking BG 460 C. Výsledná štěpka byla poté odvezena do laboratoře katedry zahradnictví na ČZU v Praze ke zjištění množství sušiny ve vzorku. V laboratoři byl vzorek nasypán do předem připravených, označených a zvážených hliníkových misek. Naplněné misky byly poté váženy na digitální váze typu SCALTEC SBC 41 s přesností na tři desetinná místa. Jednotlivé naplněné misky byly následně vloženy do sušícího zařízení Memmert UFP 500. Vlastní vysušování vzorku při teplotě 105°C trvalo 8 hodin. Po vychlazení a vyjmutí byly jednotlivé vzorky znovu zváženy. Z takto získaných údajů byl následně vypočten průměrný obsah sušiny v procentech (%).



Obrázek 12: Vážení vzorku čerstvé dřevní biomasy po časně letním řezu (Zdroj: Autor).

Ke stanovení sušiny byl použit následující vzorec:

$$S\check{S} \% = [(M+S)-M/(M+\check{C})-M ] * 100$$

Kde:

S $\check{S}$  – obsah sušiny v %

M – hmotnost prázdné hliníkové misky

Č – hmotnost vzorku v čerstvém stavu

S - hmotnost vzorku v suchém stavu

Na základě uvedeného vzorce byl vypočten průměrný obsah sušiny u zimního řezu ve výši 49,333 %. Průměrný obsah sušiny u letního řezu činil 37,731%.

#### 4.4.1.2 Pracnost a časová náročnost řezu

Při zimním i časně letním řezu se hodnotil celkový počet odstraněných výhonů. Výhony, které byly odstriženy nůžkami, spadaly do kategorie příčného průřezu do 25 mm. Výhony, které se odstraňovaly pilkou, měly příční průřez nad 25 mm. Toto rozdělení vycházelo z předpokladu, že pracnost a časová náročnost řezu při použití nůžek bude menší než při použití pilky. V posledních letech se velkou výhodou začali používat pákové nůžky

s různě dlouhými rukojeti k odstraňování výhonů až do průměru 45 mm na řezné ploše. Ušnadní a zrychlí se tak vlastní řez stromů a možné prostoje při práci s pilkou.

#### 4.4.1.3 Plodnost stromů

Sledovaná plodnost při tomto pokusu byla doplňkovým parametrem. Jednak proto, že pokus byl hlavně zaměřen na výnos biomasy a náročnost řezu, a jednak proto, že stromy byly v předchozím roce hluboce zmlazené.

Veškeré plody byly během léta na stromech pečlivě spočítány a v průběhu října proběhla jejich sklizeň. Následně byly všechny plody zváženy a zjištěna jejich průměrná hmotnost.

Na plodnost stromu můžeme pohlížet ze dvou hledisek. Jedna je absolutní (teoretická) plodnost, která je udávána v kg na strom a zjišťuje se tak, že se sečtou veškeré plody na stromě a vynásobí se jejich průměrnou hmotností. A druhý pak průměrný výnos na jeden hektar výsadby a zpravidla se udává v t/ha. Ten se stanovuje tak, že se vynásobí absolutní plodnost s počtem stromů na 1 ha. V našem pokusu to je při sponu 6 x 3 m přibližně 556 stromů/ha.

#### 4.4.2 **Termíny provedení jednotlivých pracovních operací v pokusu**

28. 2. 2014 – Označení stromů, zimní řez, počítání výhonů a vážení biomasy, zjištění sušiny.

30. 4. 2014 – Hodnocení násady květů.

5. 6. 2014 – Doplňkový letní řez, počítání a vážení biomasy, zjištění sušiny.

26. 8. 2014 – Počítání plodů.

9. 10. 2014 – Sklizeň plodů, jejich počítání a vážení.

20. 2. 2015 - Zimní řez, počítání výhonů a vážení biomasy a její přepoččet na sušinu.

#### 4.4.3 **Vyhodnocení pokusu**

Zjištěné výsledky byly statisticky vyhodnoceny, i když pokus probíhal velmi krátkou dobu. Přesto však lze říci, že již určité závěry na základě výsledků v 5. kapitole, lze učinit.

Po celou dobu zpracování pokusu mi byly zaměstnanci katedry zahradnictví z ČZU v Praze nápomocni a skvěle se s nimi spolupracovalo.

## 5 VÝSLEDKY

Získané hodnoty do diplomové práce byly zjišťovány od začátku roku 2014, kdy byl započat pokus označením stromů a zimním řezem. Kontinuálně pak probíhal až do letošního února 2015. V něm proběhl druhý zimní řez na hodnocených stromech za účelem získání dvouletých výsledků. Pro krátkou dobu pokusu byl pouze jednou proveden doplňkový letní řez. Pro lepší přehlednost byly výsledky uspořádány do tabulek a grafů.

### 5.1 Zhodnocení jednotlivých parametrů

#### 5.1.1 Počet větví odstraněných při zimním řezu

Při počítání výhonů se větve rozdělili na dvě kategorie a to do průměru 25 mm a nad 25 mm. Každý rok a každá varianta byla hodnocena zvlášť. V roce 2014 při zimním řezu bylo celkem řezem odebráno 3669 výhonů. U varianty 1 (pouze zimní řez) jich celkem bylo 1909, z toho výhonů do průměru 25 mm 1880 kusů a větví nad 25 mm 29 kusů. Ve druhé variantě bylo celkem odstraněno 1760 výhonů, z toho 1735 bylo výhonů do průměru 25 mm a 25 větví. V roce 2014 byl průměrný počet odstraněných výhonů na jeden strom do velikosti 25 mm na řezné ploše 125,3 kusů a 1,9 větví nad 25 mm. Průměrně tady bylo na jeden strom odstraněno 122,3 výhonů.

V následujícím roce 2015 byl celkový počet o 859 odstraněných výhonů větší. Celkem jich bylo řezem odebráno 4528 kusů. U 1. varianty se odebralo 2463 výhonů do průměru 25 mm a 7 větví nad průměr 25 mm. Ve druhé variantě byl počet „malých“ výhonů 2056 a 2 odřezané větve. V roce 2015 se průměrný počet výhonů zvýšil o téměř 30 kusů na strom, na 150,93 výhonů, přičemž výhonů do průměru 25 mm bylo 150,63 kusů a průměrně 0,3 větví (tabulka 5).

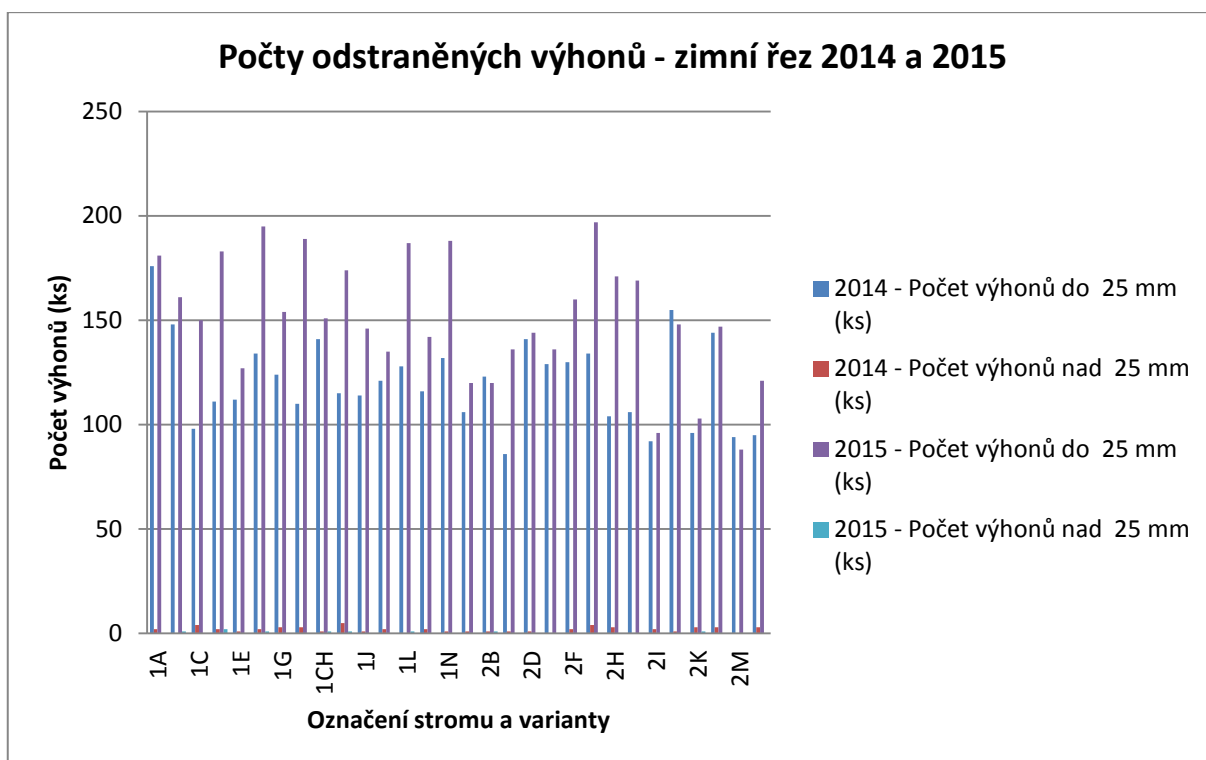
Mezi oběma variantami u zimního řezu byl zjištěn statistický významný rozdíl v počtu odřezaných výhonů (pro hladinu významnosti.  $\alpha = 0,05$  je  $p = 0,0083$ ). Ve variantě pouze se zimním řezem bylo za dva roky odstraněno celkem 4379 výhonů, zatímco u varianty s doplňkovým letním řezem „pouze“ 3818 výhonů. Pokud bychom oba roky a varianty zprůměrovali, tak na jeden strom vychází 135 výhonů odebraných řezem

Tabulka 5: Počet odstraněných výhonů do průměru 25 mm na řezné ploše při základním zimním řezu.

Označení stromu a varianty	Opakování	Zimní řez- rok 2014			Zimní řez - rok 2015			Zimní řez
		Počet výhonů do 25 mm (ks)	Počet výhonů nad 25 mm (ks)	Celkem za rok (ks)	Počet výhonů do 25 mm (ks)	Počet výhonů nad 25 mm (ks)	Celkem za rok (ks)	Celkem za dva roky (ks)
1A	1	176	2	178	181	0	181	359
1B		148	0	148	161	1	162	310
1C		98	4	102	150	0	150	252
1D	2	111	2	113	183	2	185	298
1E		112	1	113	127	0	127	240
1F		134	2	136	195	1	196	332
1G	3	124	3	127	154	0	154	281
1H		110	3	113	189	0	189	302
1CH		141	1	142	151	1	152	294
1I	4	115	5	120	174	1	175	295
1J		114	1	115	146	0	146	261
1K		121	2	123	135	0	135	258
1L	5	128	0	128	187	1	188	316
1M		116	2	118	142	0	142	260
1N		132	1	133	188	0	188	321
<b>Celkový počet větví za rok varianta 1</b>		<b>1880</b>	<b>29</b>	<b>1909</b>	<b>2463</b>	<b>7</b>	<b>2470</b>	<b>4379</b>
2A	1	106	1	107	120	0	120	227
2B		123	1	124	120	1	121	245
2C		86	1	87	136	0	136	223
2D	2	141	1	142	144	0	144	286
2E		129	0	129	136	0	136	265
2F		130	2	132	160	0	160	292
2G	3	134	4	138	197	0	197	335
2H		104	3	107	171	0	171	278
2CH		106	0	106	169	0	169	275
2I	4	92	2	94	96	0	96	190
2J		155	1	156	148	0	148	304
2K		96	3	99	103	1	104	203
2L	5	144	3	147	147	0	147	294
2M		94	0	94	88	0	88	182
2N		95	3	98	121	0	121	219
<b>Celkový počet větví za rok varianta 2</b>		<b>1735</b>	<b>25</b>	<b>1760</b>	<b>2056</b>	<b>2</b>	<b>2058</b>	<b>3818</b>
<b>Celkový počet větví za rok</b>		<b>3615</b>	<b>54</b>	<b>3669</b>	<b>4519</b>	<b>9</b>	<b>4528</b>	<b>8197</b>



Graf 3: Počet odstraněných výhonů zimním řezu v letech 2014 a 2015.



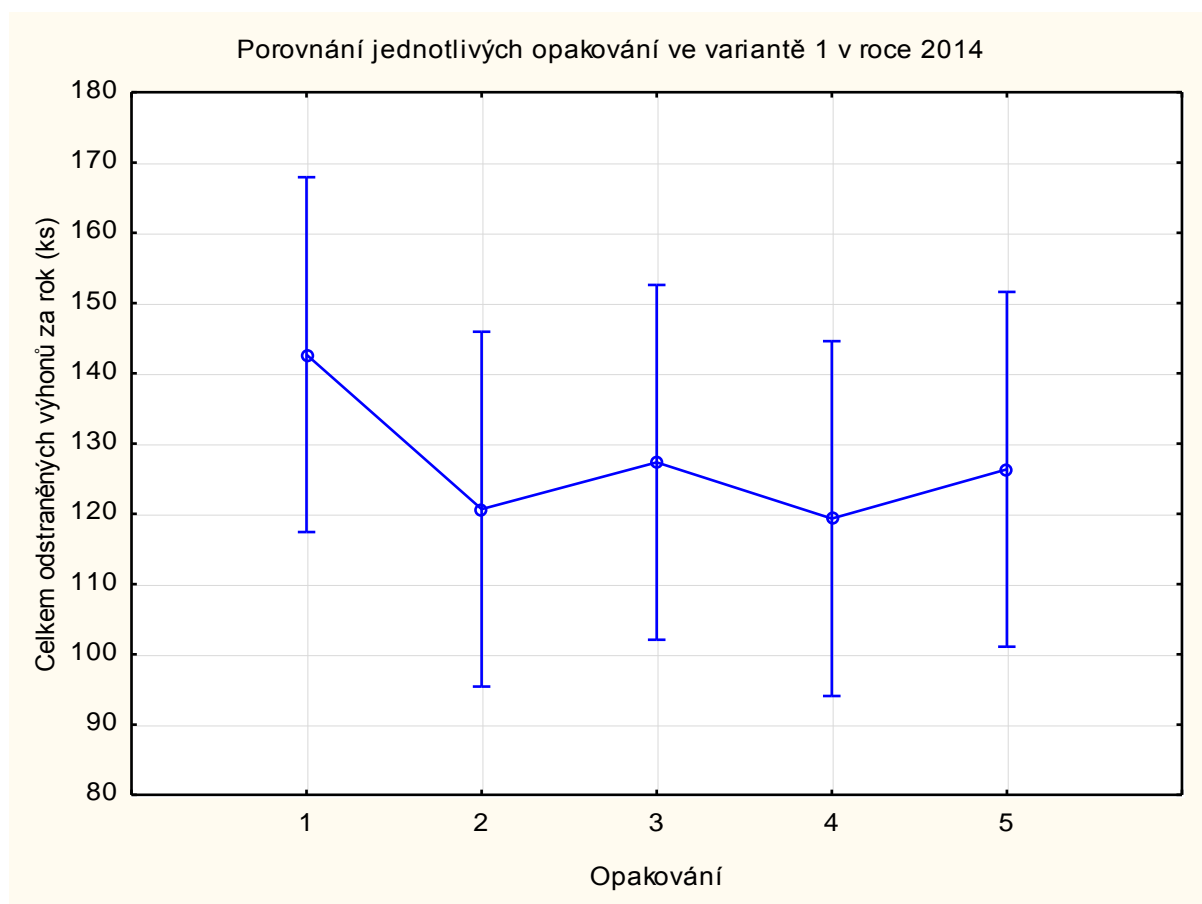
### 5.1.2 Porovnání jednotlivých opakování a variant při zimním řezu v roce 2014

Mezi oběma variantami u zimního řezu v roce 2014 nebyl zjištěn statistický významný rozdíl v počtu odřezaných výhonů u jednotlivých opakování. U varianty 1 (tabulka 6) je pro hladinu významnosti ( $\alpha = 0,05$ ) je  $p = <0,176111 - 0,935343>$ . Nejnižší shoda je u opakování 1 a 4, nejvyšší shoda pak 2 a 4 opakování. Výsledek testu je v grafu 4.

Tabulka 6: Výsledek testu jednotlivých opakování u varianty 1 u zimního řezu v roce 2014

LSD test; proměnná: celkové odstraněné výhony za rok 2014 ve variantě Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 385,33, sv = 10,000						
Č. buňky	Opakování	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		142,67	120,67	127,33	119,33	126,33
1	1		0,19986:	0,36128:	0,17611	0,33219:
2	2	0,19986:		0,68623:	0,93534:	0,73101:
3	3	0,36128:	0,68623:		0,62848:	0,95148:
4	4	0,17611	0,93534:	0,62848:		0,67157:
5	5	0,33219:	0,73101:	0,95148:	0,67157:	

**Graf 4: Porovnání jednotlivých opakování u varianty 1 u zimního řezu v roce 2014**

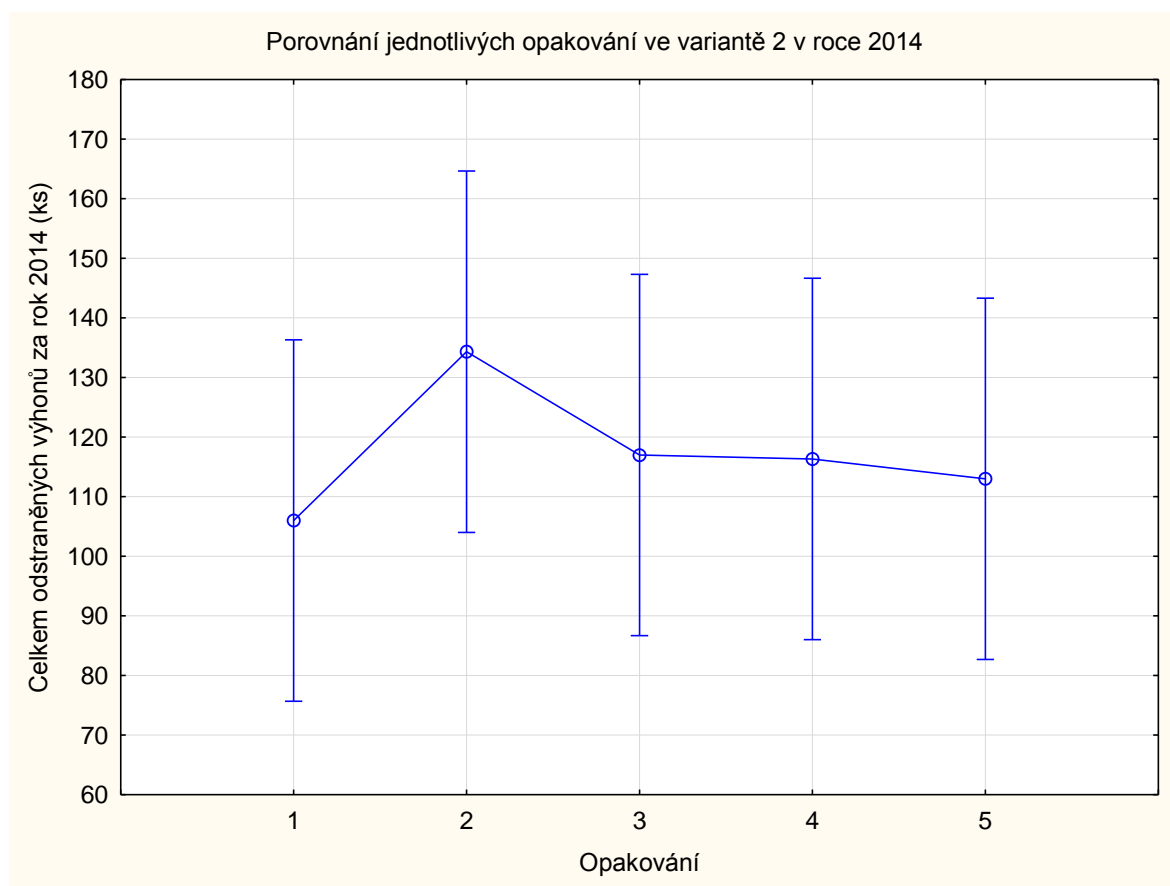


Ve druhé variantě u zimního řezu v roce 2014 stejně jako v první nebyly zjištěny výrazné statistické rozdíly v počtu odřezaných výhonů u jednotlivých opakování. U druhé varianty (tabulka 7) je pro hladinu významnosti ( $\alpha = 0,05$ ) v jednotlivých opakováních  $p = <0,171708 - 0,973047>$ . Nejnižší shoda je u opakování 1 a 2, nejvyšší pak 3 a 4 opakování. Výsledek testu je zobrazen v grafu 5.

**Tabulka 7: Výsledek testu jednotlivých opakování u varianty 2 u zimního řezu v roce 2014**

		LSD test; proměnná: celkem odstraněné výhony za rok 2014 ve varinatě 2 (ks) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 555,53, sv = 10,000				
Č. buňky	Opakování	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		106,00	134,33	117,00	116,33	113,00
1	1		0,17170	0,58022	0,60304	0,72362
2	2	0,17170		0,38893	0,37165	0,29357
3	3	0,58022	0,38893		0,97304	0,83951
4	4	0,60304	0,37165	0,97304		0,86594
5	5	0,72362	0,29357	0,83951	0,86594	

**Graf 5: Porovnání jednotlivých opakování u varianty 2 u zimního řezu v roce 2014**



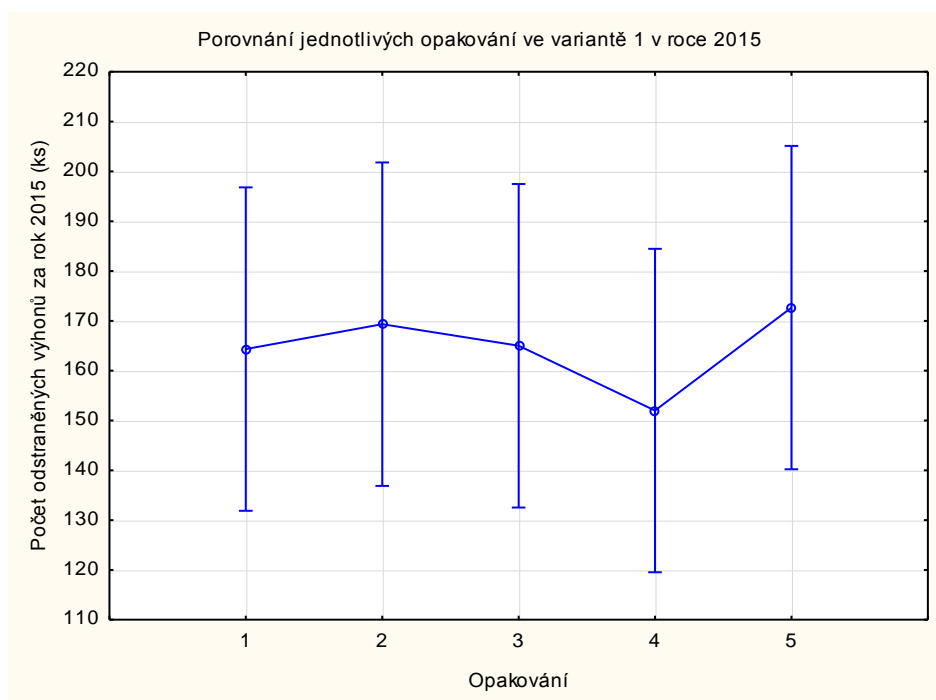
### 5.1.3 Porovnání jednotlivých opakování a variant při zimním řezu v roce 2015

V roce 2015 byl mezi opakováními u jedné z variant zjištěn statisticky významný rozdíl v počtu odřezaných výhonů u jednotlivých opakování. U varianty 1 (tabulka 8) se tento rozdíl nepotvrdil. Z tabulky vyplývá, že je pro hladinu významnosti ( $\alpha = 0,05$ ) v jednotlivých opakováních  $p = \langle 0,339499 - 0,974825 \rangle$ . Nejnižší shoda je prokázána u opakování 4 a 5, nejvyšší shoda je mezi 1 a 3 opakováním. Výsledek testu je ukázán v grafu 6.

**Tabulka 8: Výsledek testu jednotlivých opakování u varianty 1 u zimního řezu v roce 2015**

		LSD test; proměnná Celkem za rok (ks) (stat_počet výhonů) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 636,80, sv = 10,000				
Č. buňky	Opakování	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		164,33	169,33	165,00	152,00	172,67
1	1		0,81316	0,97482	0,56276	0,69439
2	2	0,81316		0,83764	0,41986	0,87470
3	3	0,97482	0,83764		0,54223	0,71758
4	4	0,56276	0,41986	0,54223		0,33949
5	5	0,69439	0,87470	0,71758	0,33949	

**Graf 6: Porovnání jednotlivých opakování u varianty 1 u zimního řezu v roce 2015**

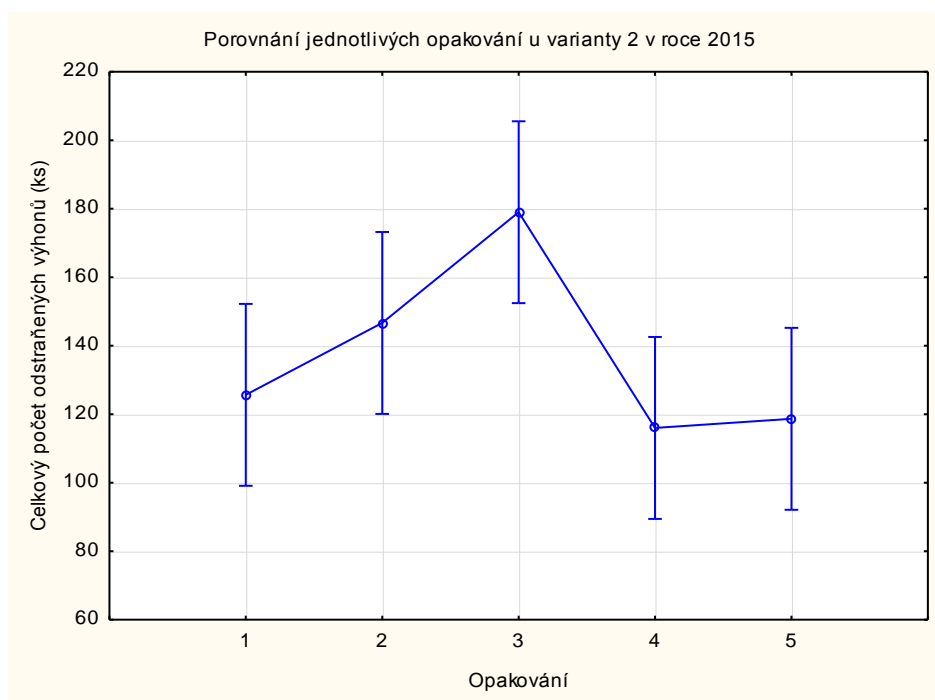


U druhé varianty zimního řezu v roce 2015 byl mezi opakováními zjištěn statisticky významný rozdíl v počtu odřezaných výhonů u jednotlivých opakování (tabulka 9). Tento rozdíl je patrný mezi opakováními 1 a 3 ( $p = 0,010103$ ), 3 a 4 ( $p = 0,003868$ ), 3 a 5 ( $p = 0,005025$ ). Mezi ostatními opakováními statisticky významný rozdíl zjištěn nebyl. Zjištěný rozdíl je dán provedením doplňkového letního řezu u této varianty v předchozím roce, kdy byla část neperspektivních výhonů během letního řezu odstraněna. V grafu 7 je zobrazen výsledek testu.

**Tabulka 9: Výsledek testu jednotlivých opakování u varianty 2 u zimního řezu v roce 2015**

		LSD test; proměnná Celkem za rok (ks) (stat_počet výhonů) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 426,40, sv = 10,000				
Č. buňky	Opakování	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		125,67	146,67	179,00	116,00	118,67
1	1		0,24132	<b>0,01010</b>	0,57907	0,68677
2	2	0,24132		0,08412	0,09895	0,12775
3	3	<b>0,01010</b>	0,08412		<b>0,00386</b>	<b>0,00502</b>
4	4	0,57907	0,09895	<b>0,00386</b>		0,87747
5	5	0,68677	0,12775	<b>0,00502</b>	0,87747	

**Graf 7: Porovnání jednotlivých opakování u varianty 2 u zimního řezu v roce 2015**



#### 5.1.4 Počet větví odstraněných při doplňkovém letním řezu s průměrem do 25 mm a nad 25 mm tloušťky

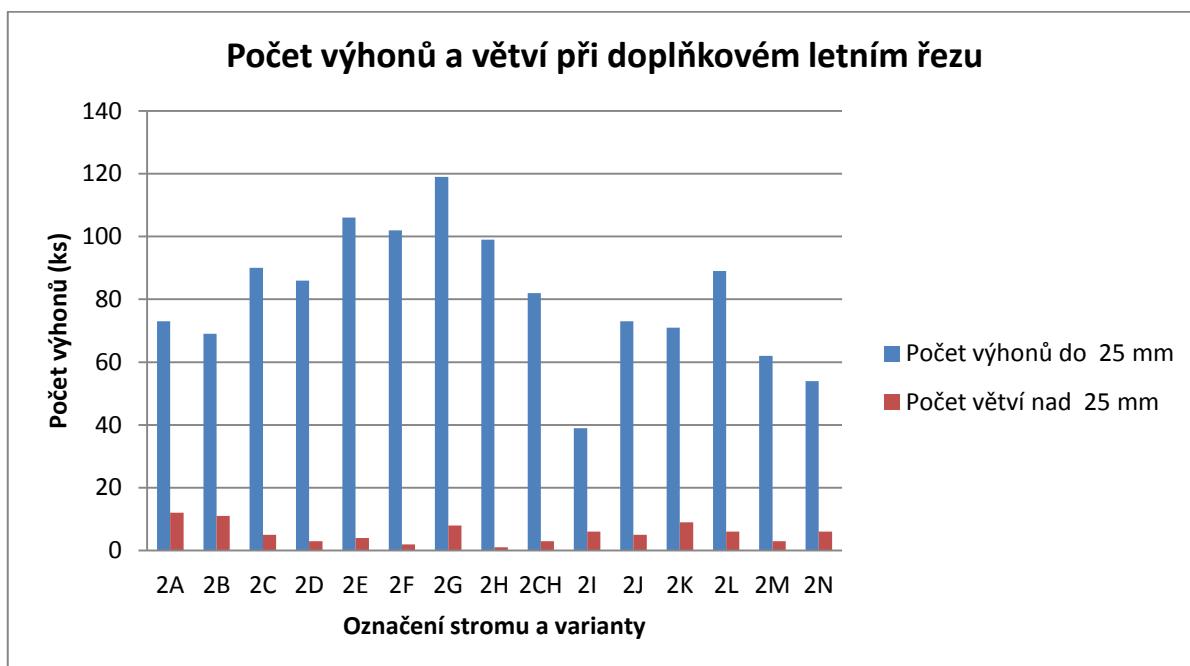
Při doplňkovém letním řezu v roce 2014 bylo u 2 varianty (u první varianty se letní řez neprováděl a sloužil jako kontrola) celkově odstraněno 1298 výhonů, do průměru 25 mm jich bylo 1214 výhonů a 84 kusů větším jak 25 mm na řezné ploše. Pokud bychom to zprůměrovali, tak vychází na jeden strom 80,9 slabých výhonů. U výhonů silnějších jak 25 mm to je 5,6 výhonů na strom. Na jeden strom vycházelo průměrně 86,5 výhonů odebraných řezem (tabulka 10 a graf 8).

U doplňkového letního řezu v roce 2014 byl mezi opakováními zjištěn statisticky významný rozdíl v počtu odřezaných výhonů u jednotlivých opakování (tabulka 11). Tento rozdíl je nejpatrnější mezi opakováními 2 a 4 ( $p = 0,033468$ ), 3 a 4 ( $p = 0,022880$ ), 3 a 5 ( $p = 0,046846$ ). Ostatní opakování nevykazovali statisticky významný rozdíl. V grafu 9 je zobrazen výsledek testu.

**Tabulka 10: Počet odstraněných výhonů do průměru 25 mm a nad 25 mm na řezné ploše při doplňkovém letním řezu**

Označení stromu a varianty	Opakování	Počet výhonů do 25 mm (ks)	Počet výhonů nad 25 mm (ks)	Celkem (ks)
2A	1	73	12	85
2B		69	11	80
2C		90	5	95
2D	2	86	3	89
2E		106	4	110
2F		102	2	104
2G	3	119	8	127
2H		99	1	100
2CH		82	3	85
2I	4	39	6	45
2J		73	5	78
2K		71	9	80
2L	5	89	6	95
2M		62	3	65
2N		54	6	60
<b>Celkový počet výhonů (ks)</b>		<b>1214,0</b>	<b>84,0</b>	<b>1298,0</b>
<b>Průměrný počet výhonů na strom (ks)</b>		<b>80,9</b>	<b>5,6</b>	<b>86,5</b>

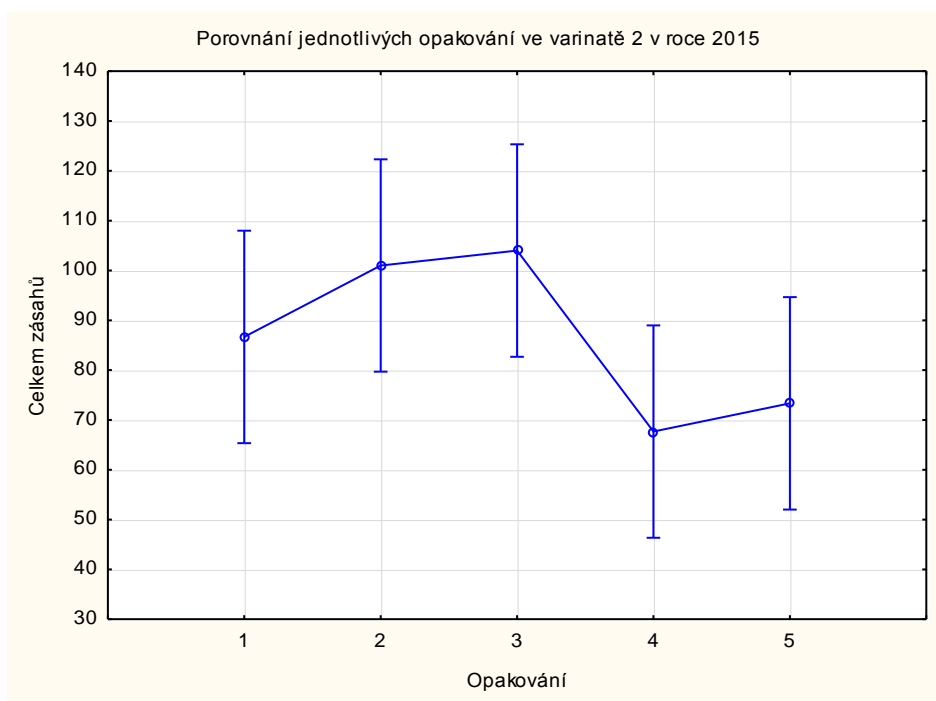
**Graf 8: Počet odstraněných výhonů a větví při doplňkovém letním řezu**



**Tabulka 11: Výsledek testu jednotlivých opakování ve variantě 2 u doplňkového letního řezu v roce 2014**

		LSD test; proměnná Celkem zásahů (stat_ počet výhonů) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 274,60, sv = 10,000				
Č. buňky	Opakování	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}
		86,667	101,00	104,00	67,667	73,333
1	1		0,314354	0,229075	0,190529	0,347646
2	2	0,314354		0,828990	0,033468	0,068098
3	3	0,229075	0,828990		0,022882	0,046846
4	4	0,190529	0,033468	0,022882		0,684204
5	5	0,347646	0,068098	0,046846	0,684204	

**Graf 9: Porovnání jednotlivých opakování u varianty 2 u doplňkového letního řezu v roce 2014**



### 5.1.5 Celkový počet větví odstraněných řezem (obě varianty)

Celkový počet odstraněných výhonů a větví za dva roky (2014, 2015) byl u obou variant 9495 kusů. V roce 2015 bylo odstraněno o 439 výhonů méně než v roce 2014. Tento rozdíl je způsoben absencí doplňkového letního řezu u druhé varianty v tomto roce (2015). Za rok 2014 bylo celkově řezem odebráno 4967 výhonů, zatímco v roce 2015 „jen“ 4528 výhonů. Průměrný počet výhonů odstraněných na jeden strom je 316,5 kusů (tabulka 12).

**Tabulka 12: Celkový počet větví odstraněných řezem**

Označení stromu a varianty	Opakování	Zimní řez- rok 2014	Zimní řez- rok 2015	Letní řez- rok 2014	Celkem
1A	1	178	181	0	359
1B		148	162	0	310
1C		102	150	0	252
1D	2	113	185	0	298
1E		113	127	0	240
1F		136	196	0	332
1G	3	127	154	0	281
1H		113	189	0	302
1CH		142	152	0	294
1I	4	120	175	0	295
1J		115	146	0	261
1K		123	135	0	258
1L	5	128	188	0	316
1M		118	142	0	260
1N		133	188	0	321
<b>Celkový počet větví za variantu 1</b>		<b>1909</b>	<b>2470</b>	<b>0</b>	<b>4379</b>
2A	1	107	120	85	312
2B		124	121	80	325
2C		87	136	95	318
2D	2	142	144	89	375
2E		129	136	110	375
2F		132	160	104	396
2G	3	138	197	127	462
2H		107	171	100	378
2CH		106	169	85	360
2I	4	94	96	45	235
2J		156	148	78	382
2K		99	104	80	283
2L	5	147	147	95	389
2M		94	88	65	247
2N		98	121	60	279
<b>Celkový počet větví za variantu 2</b>		<b>1760</b>	<b>2058</b>	<b>1298</b>	<b>5116</b>
<b>Celkový počet odstraněných větví</b>		<b>3669</b>	<b>4528</b>	<b>1298</b>	<b>9495</b>

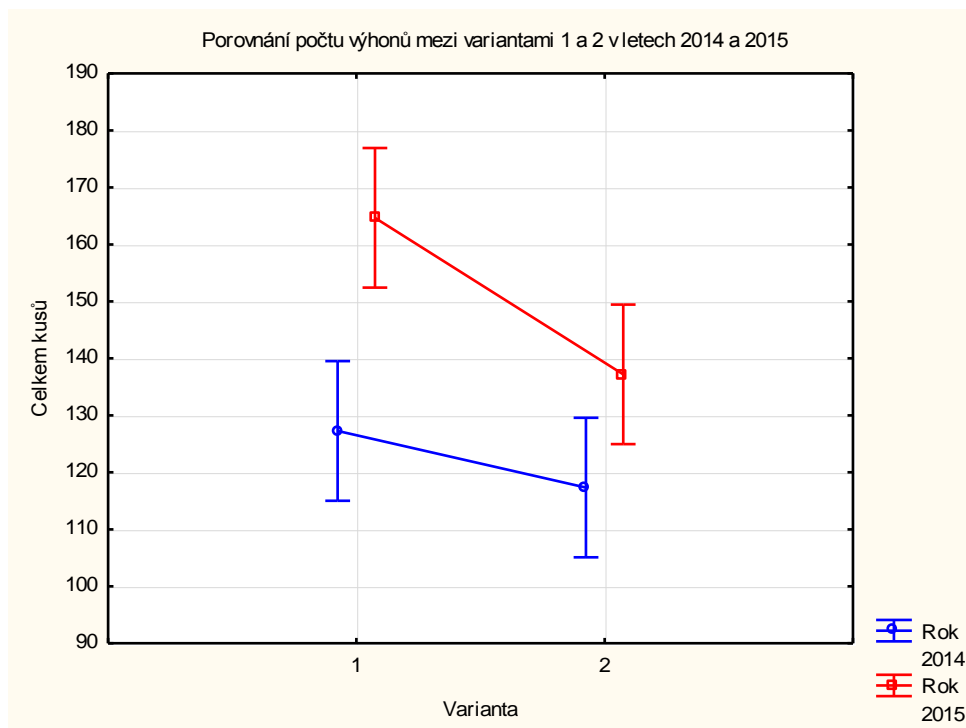


Při porovnání počtu výhonů u zimního řezu mezi roky 2014 a 2015 a mezi oběma variantami a při použití Fischerova LSD testu (tabulka 13) zjistíme, že v roce 2014 mezi variantami 1 a 2 není statisticky výrazný rozdíl ( $p = 0,25561$ ). U varianty 1 je mezi lety 2014 a 2015 statisticky průkazný rozdíl ( $p = 0,000063$ ). A u varianty 2 mezi lety 2014 a 2015 je statisticky významný rozdíl ( $p = 0,025371$ ), který je způsoben absencí doplňkového letního řezu z důvodů nedokončení pokusu v tomto roce. Výsledek testu je přehledně znázorněn v grafu 10).

**Tabulka 13: Výsledek LSD testu**

Č. buňky	LSD test; proměnná Celkem kusů (celkový počet větví) Pravděpodobnosti pro post-hoc testy Chyba: meziskup. PČ = 560,96, sv = 56,000					
	Rok	Varianta	{1}	{2}	{3}	{4}
			127,27	117,33	164,67	137,20
1	2014	1		0,25561:	0,00006:	0,25561:
2	2014	2	0,25561:		0,00000:	0,02537:
3	2015	1	0,00006:	0,00000		0,00242:
4	2015	2	0,25561:	0,02537:	0,00242:	

**Graf 10: Porovnání počtu výhonů mezi variantami 1 a 2 v letech 2014 a 2015**



### 5.1.6 Časová náročnost řezu zimního řezu

Na šesti vybraných stromech se měřila časová náročnost řezu (tabulka 14). Z každé varianty byly vybrány 3 stromy, na kterých zjišťoval potřebný čas na ostříhání jednoho stromu. U první varianty (pouze zimním řezem) byla průměrná časová potřeba na jeden strom u následujícího zimního řezu cca o 2 minuty vyšší než u stromů, kde byl proveden doplňkový letní řez. U varianty 1 bylo potřeba průměrně 11'39'', ale u druhé varianty 13'39''. Průměrný čas na 100 zásahů se pohyboval od 7,19 minut do 9,62 minut.

Také množství zásahů v průměru na jeden strom lišilo. U varianty pouze se zimním řezem bylo celkové množství zásahů 496, zatímco u varianty 2 „jen“ 411 zásahů. To má pravděpodobně příčinu v tom, že při použití letního řezu odstraníme z koruny již nepotřebné výhony, které bychom jinak řezem odebíraly v zimě.

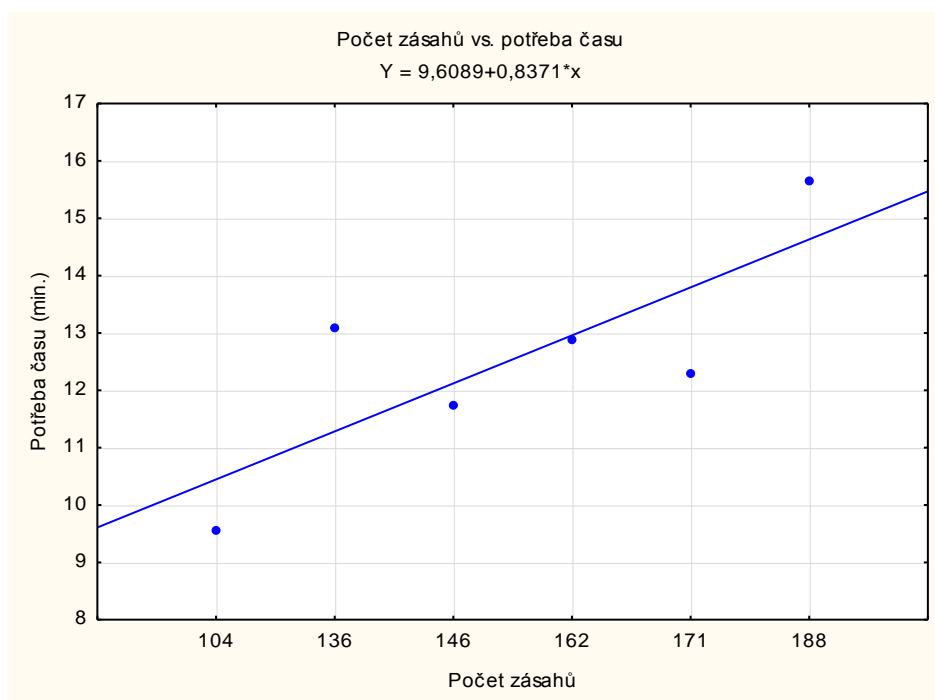
Pokud bychom výše zjištěné údaje přepočítaly na jeden hektar, tak průměrná spotřeba by času u první varianty činila 124 hodin 15 minut a 30 vteřin (13'26'' x 555 - průměrná spotřeba času na jeden strom x počet stromů na hektar). Zatímco u druhé varianty o 13,5 hodiny méně a to 107 hodin 45 minut a 45 vteřin (11'39'' x 555).

Mezi potřebou času na řez stromů a množstvím odřezaných výhonů je prokázána lineární závislost, která je zobrazena v grafu 11.

**Tabulka 14: Spotřeba času na řez u vybraných variant**

Označení stromu a varianty	Počet zásahů do Ø 2,5 cm	Počet zásahů nad Ø 2,5 cm	Počet zásahů celkem	Potřeba času	Potřeba času (sec.)	Průměrný čas na jeden zásah (sec.)	Průměrný čas na 100 zásahů (min.)
1B	161	1	162	12'53"	773	4,77	7,95
1J	146	0	146	11'44"	704	4,82	8,04
1L	187	1	188	15'40"	940	5,00	8,33
Varianta 1 celkem	494	2	496	40'17"	2417	14,59	24,32
2E	136	0	136	13'05"	785	5,77	9,62
2H	171	0	171	12'18"	738	4,32	7,19
2K	103	1	104	9'34"	574	5,52	9,20
Varianta 2 celkem	410	1	411	34'57"	2097	15,61	26,01
Průměrně var.1 / strom	164,67	0,67	165,33	13'26"	806	4,86	8,11
Průměrně var.2 / strom	136,67	0,33	137,00	11'39"	699	5,20	8,67
<b>Varianty celkem</b>	<b>1398</b>	<b>5</b>	<b>1814</b>	<b>75'14"</b>	<b>6931</b>	<b>7,47</b>	<b>12,44</b>

**Graf 11: Spotřeba času na zimní řez v roce 2015 u variant 1 a 2**



### 5.1.7 Stanovení sušiny při zimním řezu a letním řezu

Laboratorně a s pomocí výpočtů bylo zjištěno při zimním řezu, že průměrné množství sušiny v odstraněných výhonech při zimním řezu je 49,333% (tabulka 15). Při letním řezu byla zjištěna sušina nižší, a to 37,731% (tabulka 16). Je to dáno vyšším obsahem vody v pletivech rostlin a také větším množstvím odřezaných letorostů při doplňkovém letním řezu, které mají méně dřevní hmoty.

**Tabulka 15: Množství sušiny při zimním řezu**

Označení vzorku	Hmotnost obalu (g)	Hmotnost vzorku v čerstvém stavu (g)	Hmotnost vzorku po usušení (g)	Čistá Hmotnost vzorku bez obalu (g)	Čistá hmotnost sušiny bez obalu (g)	Sušina (%)
M1	5,660	104,323	54,772	98,663	49,112	49,778
M2	6,059	110,295	57,223	104,236	51,164	49,085
M3	5,886	105,040	54,750	99,154	48,864	49,281
M4	5,606	107,474	55,675	101,868	50,069	49,151
M5	5,944	103,377	54,352	97,433	48,408	49,683
M6	5,617	112,365	58,200	106,748	52,583	49,259
M7	5,724	110,199	57,230	104,475	51,506	49,300
M8	5,906	106,770	55,456	100,864	49,550	49,126
<b>Celková průměrná sušina</b>						<b>49,333</b>

Tabulka 16: Množství sušiny při doplňkovém letním řezu.

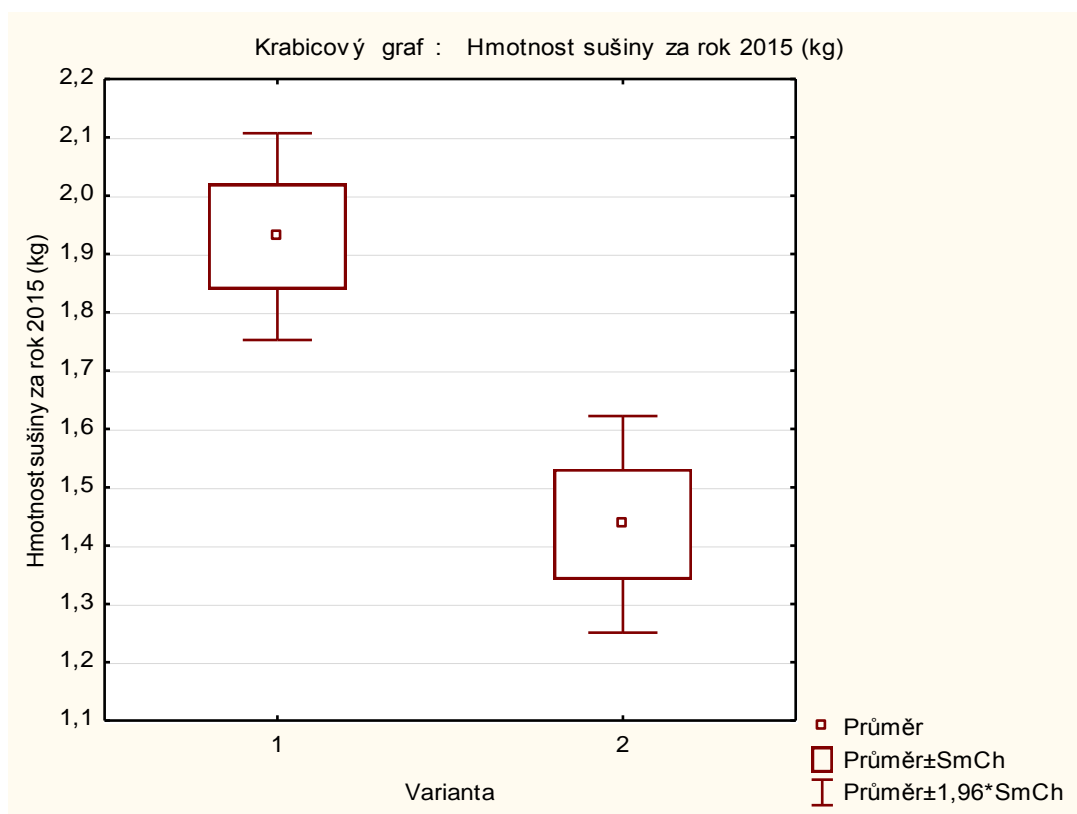
Označení vzorku	Hmotnost obalu (g)	Hmotnost vzorku v čerstvém stavu (g)	Hmotnost vzorku po usušení (g)	Čistá hmotnost vzorku bez obalu (g)	Čistá hmotnost sušiny bez obalu (g)	Sušina (%)
M1	10,269	100,012	42,092	89,743	31,823	35,460
M2	10,606	100,011	42,852	89,405	32,246	36,067
M3	10,329	100,001	42,331	89,672	32,002	35,688
M4	10,281	100,009	42,048	89,728	31,767	35,404
M5	10,196	103,223	42,364	93,027	32,168	34,579
M6	10,401	106,708	42,289	96,307	31,888	33,111
M7	10,409	101,138	40,786	90,729	30,377	33,481
S1	10,383	105,125	48,980	94,742	38,597	40,739
S2	10,270	108,763	51,046	98,493	40,776	41,400
S3	10,310	106,913	49,039	96,603	38,729	40,091
S4	10,320	105,955	49,465	95,635	39,145	40,932
S5	10,323	107,026	50,241	96,703	39,918	41,279
S6	10,526	109,586	50,134	99,060	39,608	39,984
S7	10,236	104,180	47,832	93,944	37,596	40,020
<b>Celková průměrná sušina</b>						<b>37,731</b>

#### 5.1.8 Hmotnost biomasy odstraněné řezem přepočtená na sušinu na jeden strom při zimním řezu v roce 2015

Při porovnání výnosu dřevní biomasy u zimního řezu v roce 2015 mezi variantami 1 a 2, dojdeme k závěru, že mezi oběma variantami je statisticky průkazný rozdíl v množství biomasy přepočtenou na sušinu, při hladině významnosti ( $\alpha = 0,05$ ) je hodnota  $p = 0,000782$ . Nižší výnos dřevní biomasy v druhé variantě je důsledkem doplňkového letního řezu v předcházejícím roce. Tímto řezem byly odebrány letorosty a výhony zahušťující korunu, které v dalším roce nebylo již potřeba odřezávat. Tento rozdíl je patrný i z grafu 12.

Při základním zimním řezu bylo průměrně na jeden strom v roce 2014 odstraněno 6,13 kg výhonů a v roce následujícím téměř o polovinu méně, a to 3,41 kg výhonů. Celkově ze všech 30 hodnocených stromů se odebralo zimním řezem 71,95 kg sušiny. Průměrně tedy vychází na jeden strom 2,4 kg výhonů v suchém stavu (tabulka 17).

Graf 12: Hmotnost sušiny za rok 2015 při základním zimním řezu mezi variantami 1 a 2



Tabulka 17: Hmotnost dřevní biomasy v čerstvém stavu odstraněné při zimním řezu v přepočtu na strom.

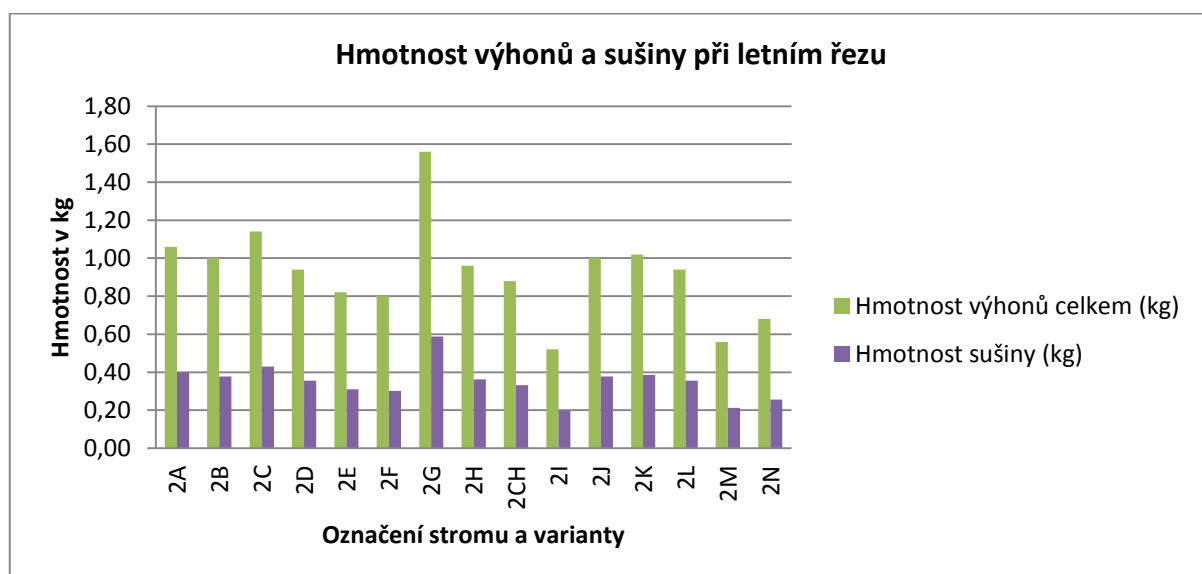
Označení stromu	Celková hmotnost výhonů za rok 2014 (kg)	Celková hmotnost výhonů za rok 2015 (kg)	Průměrná hmotnost sušiny v přepočtu na rok (kg)
1A	6,94	4,60	2,85
1B	3,64	4,02	1,89
1C	10,02	4,56	3,60
1D	12,02	5,02	4,20
1E	5,06	2,92	1,97
1F	10,48	4,76	3,76
1G	5,54	3,70	2,28
1H	7,52	4,00	2,84
1CH	3,38	3,24	1,63
1I	6,96	4,66	2,87
1J	4,74	3,54	2,04
1K	4,50	2,82	1,81
1L	4,34	4,18	2,10
1M	4,58	3,14	1,90
1N	4,98	3,52	2,10
<b>Celkem varianta 1</b>	<b>94,70</b>	<b>58,68</b>	<b>37,83</b>
2A	5,58	2,32	1,95

2B	5,92	3,00	2,20
2C	9,90	4,08	3,45
2D	6,82	2,48	2,29
2E	3,68	3,44	1,76
2F	8,64	2,98	2,87
2G	9,60	3,14	3,14
2H	5,02	3,36	2,07
2CH	3,44	3,28	1,66
2I	4,10	2,22	1,56
2J	5,22	4,26	2,34
2K	5,48	2,18	1,89
2L	11,30	2,84	3,49
2M	2,90	1,40	1,06
2N	7,04	2,70	2,40
<b>Celkem varianta 1</b>	<b>94,64</b>	<b>43,68</b>	<b>37,12</b>
<b>Hmotnost celkem</b>	<b>189,34</b>	<b>102,36</b>	<b>71,95</b>
<b>Průměrná hmotnost na strom</b>	<b>6,31</b>	<b>3,41</b>	<b>2,40</b>

### 5.1.9 Hmotnost biomasy odstraněné řezem přepočtená na sušinu na jeden strom při doplňkovém letním řezu

Celkově bylo při doplňkovém letním řezu u druhé varianty v roce 2014 získáno 13,88 kg výhonů, z toho největší zastoupení měly výhony do průměru 25 mm, a to 10,16 kg. Hmotnost výhonů o průměru větším než 25 mm byla 3,72 kg. Průměrná hmotnost byla odstraněných výhonů 0,93 kg na strom. Při zjištěné sušině (37,731%) to dělá 0,35 kg suché biomasy na strom. Celková suchá biomasy z těchto výhonů byla 5,24 kg.

Graf 13: Hmotnost výhonů a sušiny při doplňkovém letním řezu



**Tabulka 18: Hmotnost biomasy u letního řezu a její přepočet na sušinu.**

Označení stromu	Hmotnost výhonů do 25 mm (kg)	Hmotnost výhonů nad 25 mm (kg)	Hmotnost výhonů celkem (kg)	Hmotnost sušiny (kg)
2A	0,68	0,38	1,06	0,40
2B	0,62	0,38	1,00	0,38
2C	0,80	0,34	1,14	0,43
2D	0,78	0,16	0,94	0,35
2E	0,66	0,16	0,82	0,31
2F	0,68	0,12	0,80	0,30
2G	1,04	0,52	1,56	0,59
2H	0,90	0,06	0,96	0,36
2CH	0,68	0,20	0,88	0,33
2I	0,34	0,18	0,52	0,20
2J	0,72	0,28	1,00	0,38
2K	0,60	0,42	1,02	0,38
2L	0,68	0,26	0,94	0,35
2M	0,48	0,08	0,56	0,21
2N	0,50	0,18	0,68	0,26
<b>Hmotnost celkem</b>	<b>10,16</b>	<b>3,72</b>	<b>13,88</b>	<b>5,24</b>
<b>Průměrná hmotnost na strom</b>	<b>0,68</b>	<b>0,25</b>	<b>0,93</b>	<b>0,35</b>

#### 5.1.10 Hmotnost biomasy odstraněné řezem v sušině přepočtená na 1 ha

Celková hmotnost odpadní biomasy odstraněná řezem v čerstvém stavu pouze u zimního řezu je 2,974 tun / ha (průměrná hmotnost čerstvé biomasy za dva roky  $6,31 + 4,41 / 2 = 5,36$  kg x 555 stromů na ha). U varianty s doplňkovým letním řezem pak 3,49 tun /ha (průměrná hmotnost biomasy odstraněná při letním a zimním řezu  $5,36 + 0,93 \times 555$  počet stromů / ha).

U první varianty bez doplňkového letního řezu je celková hmotnost sušiny na hektar 1332 kg (průměrná hmotnost sušiny na strom 2,4 kg x 555 počet stromů na ha).

Při druhé variantě s doplňkovým letním řezem se celková hmotnost sušiny zvýší zhruba o 200 kg na 1526,25 kg/ha (sečte se průměrná hmotnost sušiny na strom při zimním a letním řezu a vynásobí se množstvím stromů na hektar, čili  $2,4 \text{ kg} + 0,35 \text{ kg} \times 555 \text{ stromů/ha}$ ).

### 5.1.11 Průměrný výnos jablek (t/ha)

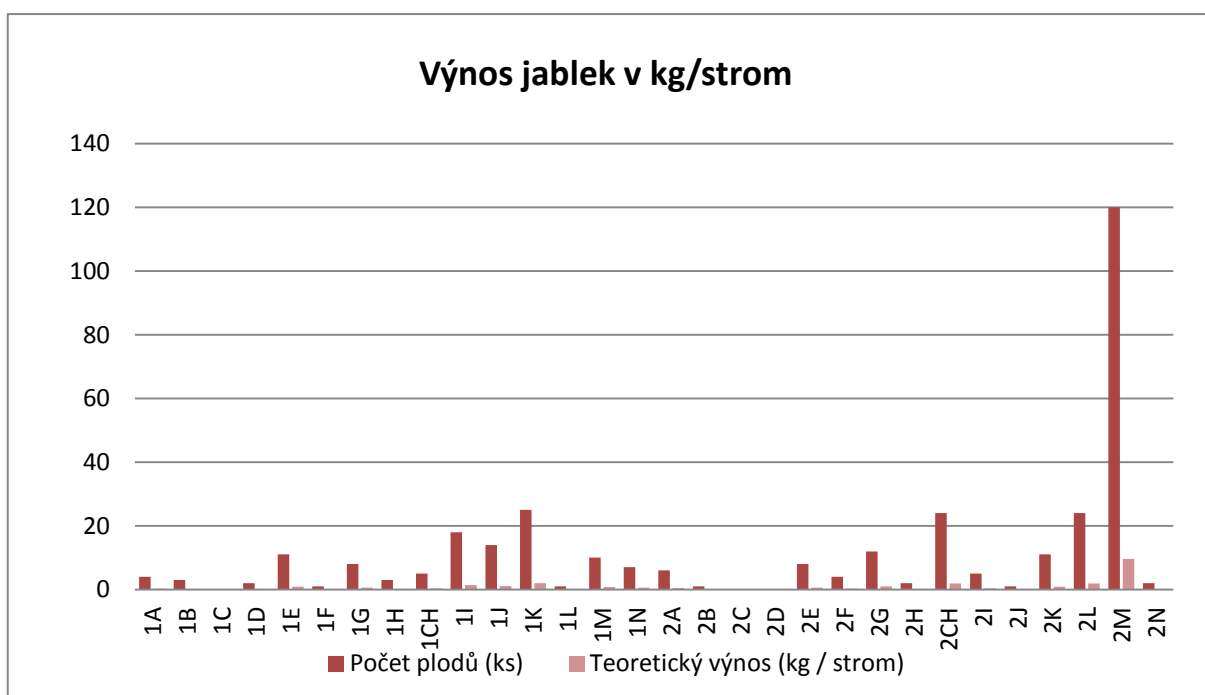
Na výši výnosu projevil jednak hluboké zmlazení v předminulém roce, dále pak silné napadení strupovitostí jabloně (*Venturia inaequalis*), ne příliš pečlivá aplikace fungicidů v jednotlivých růstových fázích jabloně a velká citlivost vlastní odrůdy ke strupovitosti. Na základě silného napadení strupovitostí byla velmi snížena asimilační plocha a došlo k většímu červnovému propadu plůdků. Po provedení letošního (2015) zimního řezu a po detailním rozboru pupenů na dvouletém dřevě se očekává vyšší výnos. V roce 2014 byl výnos zanedbatelný a ani se neočekával vysoký výnos v závislosti na zmlazení v předminulém roce (2013). Přesto za to stojí ho pro úplnost uvést (graf 8).

V srpnu (26. 8. 2014) proběhlo počítání plodů na jednotlivých hodnocených stromech a zjistilo se, že na třech stromech (1C, 2C a 2D) nebylo ani jedno jablko. Zatímco na stromě 2M bylo napočítáno na 120 plodů, průměrně tedy vycházelo na jeden strom 11,07 plodů (tabulka 14).

Ve skutečnosti bylo ze všech stromů sklizeno (9. 10. 2014) celkem 50 jablek s podprůměrnou velikostí. Jejich celková hmotnost činila rovné 4 kg. Průměrná hmotnost jednoho plodu po propočtu (4 kg / 50 ks) byla 80 gramů. V přepočtu na jeden hektar by pak výnos byl 74 kg.

Celkový teoretický výnos (počet plodů na stromě x průměrná hmotnost plodu) ze všech hodnocených stromů by byl 26,56 Kg.

**Graf 14: Výnos jablek v kilogramech na strom za rok 2014**





Tabulka 19: Počet plodů na strom a teoretický výnos z jednotlivých stromů

Označení stromu	Počet plodů (ks)	Teoretický výnos (kg / strom)
1A	4	0,32
1B	3	0,24
1C	0	0
1D	2	0,16
1E	11	0,88
1F	1	0,08
1G	8	0,64
1H	3	0,24
1CH	5	0,4
1I	18	1,44
1J	14	1,12
1K	25	2
1L	1	0,08
1M	10	0,8
1N	7	0,56
2A	6	0,48
2B	1	0,08
2C	0	0
2D	0	0
2E	8	0,64
2F	4	0,32
2G	12	0,96
2H	2	0,16
2CH	24	1,92
2I	5	0,4
2J	1	0,08
2K	11	0,88
2L	24	1,92
2M	120	9,6
2N	2	0,16
<b>Celkem</b>	<b>332</b>	<b>26,56</b>
<b>Průměr</b>	<b>11,07</b>	<b>0,89</b>

## 6 DISKUSE

Na neustálý tlak zahraničních producentů ovoce zejména ze zemí EU, jsou pěstitelé v České republice nuceni zvyšovat svou konkurenceschopnost. Toho může dosáhnout zejména snižováním nákladů na pěstování ovoce a zvyšováním jeho kvality. Snížit náklady lze ale nejen šlechtěním nových odrůd odolných vůči chorobám a škůdcům, zlepšení agrotechniky při pěstování ovoce, ale také optimalizací řezu ovocných dřevin. Ekonomickou rentabilitu lze také zvýšit zpracováním odpadní biomasy z ovocných sadů, tedy výhonů a větví, které je pak možno dále využít k energetickému zpracování např. pro výrobu pelet, briket či štěpky nebo jako přísady k výrobě různých pěstebních substrátů. Využitím odpadní biomasy z ovocných dřevin je ale zatím v 'plenkách' se a předpokládá se její větší využití i v praxi.

Pro stanovení ekonomické rentability využití odpadní biomasy je důležité celkové množství odpadního dřeva, které je možné získat z 1 ha produkčních sadů. Souček a kol. (2007) uvádí, že v cca 25 tisíc ha ovocných sadů, které v roce 2005 existovaly v ČR, se vyprodukuje cca 50 tisíc tun odpadní dřevní hmoty, což je cca 2 t/ha. Burg (2006) toto doplňuje, že množství vznikající odpadní dřevní hmoty se může u jednotlivých výsadeb výrazně lišit. Důvodem je rozsah a typ zásahu. Z jednoho hektaru sadu tak lze získat od 0,6 až do 8 tun odpadního dřevní hmoty o tloušťce 10 – 100 mm. U jabloní odrůdy 'Golden Delicious' v pěstitelském tvaru štíhlého větene zjistil Burg (2006) 2,64 t/ha odpadní dřevní hmoty a u odrůdy 'Idared' ve stejném pěstitelském tvaru dokonce 3,04 t/ha. Na základě mého pokusu bylo zjištěno ve variantě s pouze zimním řezem celkové množství odpadní sušené biomasy cca 2,9 t/ha při počtu 555 stromů/ha a u varianty se základním zimním a doplňkovým letním řezem 3,49 t/ha. Z těchto dat vyplývá, že množství odpadní dřevní hmoty získané díky zimnímu řezu se u mnou provedených pokusů přibližně shoduje s daty, které uvádějí Souček a kol. (2007) a Burg (2006). Díky doplňkovému letnímu řezu provedenému v mých pokusech se toto množství odpadní dřevní biomasy více než zdvojnásobuje. Důvodem je zelená listová plocha, která má při letním řezu nižší obsah sušiny.

Sus (2015) měřil množství sušiny u obdobných stromů, jako jsem hodnotil já a zjistil, že při zmlazovacím řezu u čtvrtkmenů jabloní byla sušina od 12 do 18 kg na strom. Výsledky s mých pokusů ukazovaly mnohem nižší hodnoty. U zimního řezu bylo množství sušiny na strom 2,4 kg a u doplňkového letního řezu 0,93 kg. Jestliže započítáme oba termíny řezu, tak celkové množství sušiny 3,33 kg na strom. Tento nízký údaj vychází z předpokladu, že při zmlazovacím řezu je odstraňována většina staršího dřeva s vyšším podílem sušiny.

Souček a kol (2007) uvádí, že sušina se u jimi měřených vzorků pohybovala v rozmezí 43 až 65 %. Podle výzkumů Suse (2015) byl zjištěn obsah sušiny při jarním řezu u jabloní 50 % a u slivoní 55 %. Na základě mých výzkumů byla u hodnocených vzorků změřena sušina při zimním řezu ve výši 49,33 %, což se přibližuje k měření obou autorů. Nižší obsah sušiny zjištěný z mého výzkumu je pravděpodobně způsoben, vyšším zastoupením mladších výhonů ze vzorků hodnocených stromů na úkor starších větví. Větší počet mladých výhonů na stromech byl hlubokým zmlazením stromů předchozích let. Stromy po tomto zákroku začaly masivně obrůstat a bylo tedy nutné korunu znovu zapěstovat a velkou část výhonů odstranit. U doplňkového letního řezu byl zjištěn nižší obsah sušiny než u základního zimního řezu. Hodnocené vzorky z doplňkového letního řezu obsahovaly 37,73 % sušiny. V porovnání s výzkumy Suse (2015), který dlouhodobými pokusy při udržovacím řezu na odrůdě 'Golden Delicious' a podnoži M2 stanovil množství sušiny při letním řezu na 42 %. Mé výsledky jsou o více než 4 % nižší. To je pravděpodobně způsobeno větším množstvím letorostů, které mají v pletivech vyšší obsah vody.

Stanovit časovou náročnost řezu je možné podle množství odřezaných výhonů. Pokud je odstraněné větve rozdělí do dvou skupin a to podle zásahu nůžkami, to je velikost do 25 mm a na odstranění větví pilkou, to pak jsou větve nad 25 mm. Větve o velikosti 25 až 45 mm odstraněné pomocí pákových nůžek nejsou zařazeny do zvláštní hodnocené kategorie, neboť se v praxi zatím při řezů příliš nerozšířily. Proto větve odebrané řezem v této kategorii byly zařazeny do skupiny větví nad 25 mm. Vyhodnocení výsledků pokusu proběhlo za období od roku února 2014 do roku března 2015 (březen). Z těchto důvodů není do výsledků zařazen druhý doplňkový letní řez u 2. varianty. Srovnání časové náročnosti řezu je tedy také mimo jiné podmíněno počtem větví odstraněných nůžkami a pilkou, což potvrzuje i Sus a Prskavec (1991). Vachůn (1996) zjistil, že mezi náročností na řez a množstvím odřezaných výhonů existuje význačná, ale statisticky neprůkazná závislost. Kosina (1991) ale svými výzkumy prokázal, že mezi intenzitou růstu a spotřebou času na zimní řez existuje lineární závislost.

Na základě mnou provedených pokusů bylo zjištěno, že v porovnání počtu výhonů odstraněných při zimním řezu mezi roky 2014 a 2015 jsou statisticky průkazné rozdíly. Tyto rozdíly jsou způsobeny doplňkovým letním řezem u druhé varianty roku 2014, která snížila množství zásahů u zimního řezu ve variantě 2 v roce 2015. Při porovnání zimního řezu v roce 2015 byl vliv počtu zásahů u zimního řezu mezi variantami 1 a 2 statisticky významný. Rozdíl je opět vysvětlitelný doplňkovým letním řezem, který byl proveden v předchozím roce v 2. variantě.

Celková spotřeba času na potřebná na zimní řez vycházela u varianty pouze se zimním řezem na zimního řezu 13'39'' na jeden strom, což v přepočtu na jeden hektar činí 124 hodin a 15 minut. U druhé varianty při využití doplňkového letního řezu se tento čas zkrátí o 2 minuty na jeden strom na 107 hodin a 45 minut. Do tohoto času nebyl zahrnut časový údaj z letního řezu. Dá se tedy předpokládat, že časová náročnost na provedení doplňkového letního řezu bude v porovnání se zimním řezem nižší. Obdobnou časovou náročnost na provedení pravidelného zimního řezu s doplňkovým letním řezem zjistili Sus a Prskavec (1984). Jejich výsledky prokázaly, že tento řez je časově nejnáročnější a zabere více než 210 pracovních hodin. I Vávra, který měřil spotřebu času na řez u slivoní, zjistil, že jsou na řez mezi odrůdami velké rozdíly. Při volnějším sponu (5 x 3,5), byl čas na ostříhání jednoho stromu od 5,5 minut do 13,5 minuty, což představuje 52,3 až 123,6 hodin na hektar. Spotřeba času na řez jednoho stromu či celého hektaru je rozdílná a vždy záleží na kombinaci odrůda – podnož, pěstitelský tvar a schopnosti pracovníka, který provádí vlastní řez.

## 7 ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo zjistit potřebu řezu podle množství odstraněné dřevní biomasy, posoudit možnosti jejího využití v praxi a celkovou rentabilitu využití odpadu při zimním a letním řezu v produkčním sadu jabloní.

Ve snaze naplnit cíl práce byl vybrán vhodný ovocný sad nacházející se na pozemku Vinařského střediska Mělník - Chloumek. V rámci sadu bylo vybráno 30 kusů jabloní, které byly rozděleny do 2 variant po 5 opakováních. V rámci obou skupin bylo zjišťováno množství řezem odstraněné biomasy, při čemž v 1.variantě se jednalo o biomasu odstraněnou pouze při základním zimním řezu, kdežto ve 2.variantě byl k zimnímu řezu připojen ještě doplňkový letní řez.

Na základě statistického vyhodnocení bylo zjištěno, že rozdíl v množství odstraněné dřevní biomasy mezi oběma variantami byl statisticky významný. V 1.variantě pouze se zimním řezem bylo zjištěno celkové množství odpadní sušené biomasy cca 2,9 t/ha při počtu 555 stromů/ha a u 2.varianty se základním zimním a doplňkovým letním řezem 3,49 t/ha. Dále bylo zjištěno, že v roce 2014 byl průměrný počet výhonů odebraných řezem 122,3 kusů na strom a v roce následujícím to bylo 150,9 výhonů na strom. U doplňkového letního řezu v roce 2014 bylo průměrně odstraněno 86,5 výhonů na strom. Při porovnání jednotlivých opakování a variant 1 a 2 bylo zjištěno, že mezi opakováními v první variantě v letech 2014 a 2015 nebyl prokázán statisticky průkazný rozdíl. Ve druhé variantě byl mezi roky 2014 a 2015 statisticky průkazný rozdíl prokázán. Tento rozdíl je dán absencí druhého doplňkového řezu, který nebyl proveden z důvodu nedokončení pokusu. V roce 2015 byl v druhé variantě prokázán nižší výnos dřevní biomasy v důsledku doplňkového letního řezu, který byl proveden v předchozím roce. U hodnocených vzorků byla též změřena sušina při zimním a doplňkového letního řezu. Vzorky ze zimního řezu obsahovaly průměrně 49,33 % sušiny, zatímco u doplňkového letního řezu byl obsah sušiny 37,73 %.

Ze zjištěných výsledků lze vyvodit, že vlivem letního řezu, který se uplatňuje jako doplněk k zimnímu řezu, se zvýší celkové množství zásahů a odřezané odpadní biomasy jak v čerstvém stavu, tak v přepočtu na sušinu za rok, což je v souladu s hypotézou diplomové práce. Cíl práce byl tímto splněn.

## 8 SEZNAM LITERATURY

### 8.1 Tištěná literatura

- Balabán, K.. 1955. Nauka o dřevě. SZN: Praha. 216 s.
- Beneš, I. 1995, Dotace energie a energetické využití biomasy. Centrum pro otázky životního prostředí UK v Praze, Praha, 61 s., ISBN 80-7184-151-X
- Blažek, J. 2001. Pěstujeme jabloně. Brázda, Praha, 280s., ISBN 80-209-0294-5.
- Blažek, J. 1991. Pomologické tabule. Jabloně ČZS, Praha, 81 s.
- Buchtová, I., 2014. Situační a výhledová zpráva. Ovoce. MZe, Praha. 89 s. ISBN 978-80-7434-175-5.
- Burg, P., 2006. Odpadní dřevo ze sadů a vinic jako surovina pro výrobu bioenergetických produktů. Zemědělská technika 2006. (Sborník přednášek z mezinárodního semináře v Praze 21. 11. 2006). VUZT, Praha, 160 s., ISBN 80-86884-15-5.
- Čabart, J. a kol. 1960. Naučný slovník lesnický. Československá akademie zemědělských věd, Praha. 1685-2638 s.
- Cuiping L, Chuangzhi W, Yanyongjie M, Haitao H, 2004. Chemical elemental characteristics of biomass fuels in China. Biomass Bioenerg 27: 119-130.
- Dufka, J. 2003, Vytápění netradičními zdroji tepla. BEN-technická literatura, Praha, 112s., ISBN 80-7300-079-2
- David, P., Dobrovolná, V., Soukup, V. 2003. Průvodce po Čechách, Moravě a Slezsku. Melnicko a Kokořínsko. S & D, Praha, 175 s., ISBN 80-86050-73-4.
- Dostál, J. 1989. Nová květena ČSSR. Academia, Praha, 1568 s. ISBN 80-200-0095-X.
- Farthing, D. 1984. Snoeien, wanneer en maar. Rebo International b.v., Lisse, Nederlands. ISBN
- Flowerdew, B. 2010. Pruning, training and tidying. Kyle Cathie Limited, London, 112p., ISBN 1616086254.
- Fuksa, P., Tluka, P., Hakl, J., Habart, J. 2009. Výtěžnost bioplynu z biomasy jetelovin a trvalých travních porostů. In: Fuksa, P. (ed.). Aktuální témata v pícninářství a trávnickářství 2009. Power Print. Praha. s. 22-29. ISBN: 978-80-213-2032-1.
- Geller, H. 2003. Energy Revolution, Police for a Sustainable Future. Island Press. ISBN 1-55963-964-4.

- Griesbach, K., Hoffmann, B. 1989. in Sus, J., Prskavec, K. 1991. Vliv řezu na produktivitu jabloní tvarovaných jako štíhlé větveno v období narůstajících výnosů. *Zahradnictví*. 18 (3). 161-178.
- Hanousek, M. 2001, *Topíme dřevem*. Grada Publishing, Praha, 84s., ISBN 80-247-0082-4
- Herzán, Z. 1993. Využití dřevního odpadu v zahradnické výrobě pro energetické účely. Diplomová práce. VŠZ Brno, Lednice, 45 s
- Hlavová, A., Landa, I. 2007, *BIOMASA. Malý výkladový slovníček*, ČZU, Praha, 63s., ISBN 978-80-213-16-29
- Hrdlička, F. 2003, *Biomasa – zdroj obnovitelné energie*. ČVUT, Praha, 28s., ISBN 80-01-02830-5
- Kadlec, J. 1997. *Řez ovocných stromů a keřů*. Grada Publishing, Praha, 88s., ISBN 80-7169-491-6.
- Klason T, Bai X. S, 2007 Computational study of the combustion process and NO formation in a small-scale wood pellet furnace. *Fuel* 86: 1465-1474.
- Klass, D. 1998. *Biomass for renewable energy, fuels, and chemicals*. Academic press. San Diego. 651 p. ISBN: 978-0-12-410960-6.
- Klevcov, P., Řezníček, V., Sus, J., Tetera V. 1999. Ošetřování starých a výsadba nových ovocných dřevin. *Metodika ČSOP č. 19. ZO ČSOP Bílé Karpaty Veselí nad Moravou a ÚVR ČSOP Praha, Veselí nad Moravou*. 44 s.
- Konšel, J. 1940. *Naučný slovník lesnický. Díl II M-Ž*. Brno. 853-2018s.
- Kosina, J. 1991. Vliv podnoží na růst, plodnost a kvalitu plodů jabloní v období nástupu do plodnosti. *Zahradnictví*. 18 (2). 83-92.
- Kremer, B., P. 1982. *Bäume*. Gütersloh, Bertelsmann Verlag, München, 287 s.
- ricka T, Tomic F, Voca N, Janusic V, 2007. Production of biogas from agricultural residues. *Naftaplin. Scientific Journal of the Croatian Society of Oil Engineers and Geologists* 14: 49-58.
- Kutina, J a kol., 1992. *Pomologický atlas 2. Brázda*, Praha. 304 s. ISBN 80-209-0192-2.
- Kyncl, F. 1981. *Řez ovocných dřevin*. SZN, Praha, 176s., ISBN 07-060-81.
- Ložen, V., Cílek, V., Kubíková, J. a kol. 2003. *Střední Čechy. Příroda, Člověk, Krajina*. Dokořán, Praha, 128 s., ISBN 80-86569-40-3.
- Nesrsta, D., 2011. *Jádroviny*. Petr Baštan, Olomouc. 198 s. ISBN 978-80-87091-17-3.
- Murtinger, K., Beranovský, J., 2006: *Energie z biomasy*. Era, Brno, 94 s. ISBN 80-7366-071-

- Murtinger, K., Beranovský, J. 2011, Energie z biomasy. Computer press, Brno, 106s., ISBN 978-80-251-2916-6
- Ochodek, T.; Koloničný, J.; Janásek, P. (2006). Potenciál biomasy, druhy, bilance a vlastnosti biopaliv z biomasy. VŠP - Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 124 s. ISBN 80-248-1207-X
- Pastorek, Z., 2006. Zemědělská technika a racionální využití biomasy. Zemědělská technika a biomasa 2006 (Sborník přednášek z mezinárodního semináře v Praze 21. 11. 2006). Praha, výzkumný ústav zemědělské techniky. 160 s. ISBN 80-86884-15-5.
- Perlack RD, Wright LL, 1995. Technical and economic status of wood energy feedstock production. Energy: 279-284.
- Petříková, V., Sladký, V., Stražil, Z., Šafařík, M., Ust'ak, S., Váňa, J. 2006. Energetické plodiny. Profi Press. Praha. 127 s. ISBN: 80-86726-13-4.
- Potgaj, A., Chovanec D., Kurjatko S., Babiak M. 1997. Štruktúra a vlastnosti dreva. Príroda, Bratislava. 485 s. ISBN80-07-00960-4
- Purohit P, Tripathi AK, Kandpal TC, 2006. Energetics of coal substitution by briquettes of agricultural residues. Energy 31: 1321-1331s.
- Quitt, E. 1971. Klimatické oblasti Československa. Academia, Praha, 73 s.
- Rodd, T. 1999. Botanica. The illustrated A – Z of over 10.000 garden plants and how to cultivate them. Könemann Verlagsgesellschaft, Cologne. 1020 s. ISBN 3-8290-3068-1.
- Rosillo C., F., Groot, P., Hemstock, S., Woods, J. 2008. The biomass assessment handbook: bioenergy for a sustainable environment. Earthscan. London. 269 p. ISBN: 978-1-84407-526-3.
- Scarlat N, Blujdea V, Dallemand JF, 2011. Assessment of the availability of agricultural and forest residues for bioenergy production in Romania. Biomass Bioenerg 35: 1995- 2005.
- Souček J. a kol. 1965. Podnože ovocných stromů. Nakladatelství ČAV, Praha. 360 s. ISBN 21-036-65.
- Souček, J., Burg, P., Kroulík, M., 2007. Dřevo z ovocných výsadeb využitelné k produkci energie. Zpráva o činnosti 2006.VUZT, Praha, 150 s., ISBN 978-80-86884-21-9.
- Sus, J. 2001, 365 dnů s ovocem. Nové rady pro pěstitele. Víkend, Vimperk, 112s., ISBN 80-7222-147-7.
- Sus, J. 2015. Obsah sušiny ve dřevě jabloní. Ústní sdělení.
- Sus, J. 2006. Využití letního řezu v současných sadech jádřovin. Zahradnictví. 2006 (7). 12-15. ISSN: 1213-7596.



- Sus, J. a kol. 1992. Ovoce slovem i obrazem. Jádroviny, peckovina, skořápkoviny, bobuloviny a netradiční druhy ovoce. Gora, Bratislava, 80s., ISBN 80-901173-0-9.
- Sus, J a kol. 2000. Obrazový atlas jádrovin. Květ, Praha, 104s., ISBN 80-85362-38-4.
- Sus, J. in Blažek, J a kol. 1998. Ovocnictví. Květ, Praha, 383s., ISBN 80-85362-33-3.
- Sus, J., Brožová, L., Hajdík, M. 2013. Produkce dřevní biomasy při jarním řezu slivoní. Zahradnictví. 12 (1). 60-63.
- Sus, J., Nečas, T. 2011. Řez ovocných dřevin. Grada, Praha. 144 s., ISBN 978-80-247-2505-5.
- Sus, J., Prskavec, K. 1991. Vliv řezu na produktivitu jabloní tvarovaných jako štíhlé větveno v období narůstajících výnosů. Zahradnictví. 18 (3). 161-178.
- Sus, J., Prskavec, K., 1983. Předběžné výsledky pokusů s využitím letního řezu jabloní. Vědecké práce ovocnářské 9.VŠUO Holovousy, Praha, 212 s., ISBN 07-105-83.
- Švec, J., Kára, J., Váňa, J., Pastorek, J., Machálek, E., 2010. Využití obnovitelných zdrojů, energie v zemědělství, zemědělské bioplynové stanice. Vodní zdroje Ekomonitor. Chrudim, 70 s. ISBN 978-80-86832-49-4
- Tetera V. 2003. Záchrana starých a krajových odrůd ovocných dřevin. Metodika ČSOP č. 4. ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou. 80 s.
- Továrková, I. 2009. Terciární silicifikovaná dřeva Moravy. Bakalářská práce na Ústavu geologických věd PF MU Brno, 29 s
- Vachůn, Z. 1996. Growth vigor, need of pruning and produktivity of apricot genotypes in the growth and produktivity period according to Šitt. Horticultural Science. 23 (2). 41-45.
- Vávra, R., Blažek, J., Mazánek, J., Bartoníček, L.. 2006. The economics of modern plum orchards in the Czech Republik. Horticultural Science. 33 (2). 47-56.
- Vilkus, E a kol. 2000. Rozmnožování ovocných a okrasných dřevin. Základy školkařství. Květ, Praha, 103s., ISBN 80-85362-32-5.
- Voca N, Kricka T, Janusic V, Jukic Z, Matin A, Kis D, 2008. Fuel properties of biodiesel produced from different raw materials in Croatia. Strojnicki Vestnik-Journal of Mechanical Engineering 51: 232-244.
- Weitosch, Š. 2015. Tabulka postřiků použitých při ošetřování jabloní. Ústní a elektronická komunikace.
- Wiinikka H, Gebart R, Boman C, Boström D, Öhman M, 2007. Influence of fuel ash composition on high temperature aerosol formation in fixed bed combustion of woody biomass pellets. Fuel 86: 181-193.

## 8.2 Internetové zdroje:

Lhotská, D. Ovocné sady 2012 (strukturální šetření) [online]. 31. 1. 2013. [cit. 2015-01-27]. Dostupné z <[http://www.ovocnarska-unie.cz/pdf/cenzus\\_sady\\_2012\\_csu.pdf](http://www.ovocnarska-unie.cz/pdf/cenzus_sady_2012_csu.pdf)>.

Mikoláš, D. Dřevo (prezentace) [online]. 22. 9. 2008.[cit. 2015-01-29]. Dostupné z <<http://www.davidmikolas.cz/pracovky/drevo.pdf>>.

Greško, M. Poznáváme druhy dřev (prezentace) [online]. 04. 08. 2012.[cit. 2015-01-29]. Dostupné z <[http://www.zsbr.cz/soubory/VY\\_32\\_INOVACE\\_331.pdf](http://www.zsbr.cz/soubory/VY_32_INOVACE_331.pdf)>.

Anon. Apple, The Wood Database [online]. [cit. 2015-01-29] Dostupné z <<http://www.wood-database.com/lumber-identification/hardwoods/apple/>>

Anon. Jabloňové udící lupínky [online]. [cit. 2015-02-27] Dostupné z

< <http://www.kamna-grily.cz/udici-lupinky-fire-spice-chips-jablonove-drevo/d-70453/>>.

Anon. Makroskopická stavba dřeva. VŠCHT. [online]. [cit. 2015-01-29] Dostupné z <[http://old.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res\\_makroskopicka\\_stavba\\_dreva/index.htm](http://old.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/res_makroskopicka_stavba_dreva/index.htm)>.

Anon. Meteorologická data [online]. [cit. 2015-02-25] Dostupné z

<[http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Vina%C5%99sk%C3%A9.st%C5%99edisko.M%C4%9Bln%C3%ADk\\_t\\_Chloumek.CZUFAPPZ.html](http://www.emsbrno.cz/p.axd/cs/Vina%C5%99sk%C3%A9.st%C5%99edisko.M%C4%9Bln%C3%ADk_t_Chloumek.CZUFAPPZ.html)>.

Bureš, J.: Tvrdost a hustota dřeva. Converter [online]. 2002 [cit. 2015-01-29]. Dostupné z: <<http://www.converter.cz/tabulky/tvrdost-dreva.htm>>

Křešnička, J. Ptali jste se na energetiku v zemědělství. Online rozhovor [online]. Ekonom. 3. 9. 2010. [cit. 2015-01-27]. Dostupné z <<http://ekonom.ihned.cz/c1-46206920-ptali-jste-se-na-energetiku-v-zemedelstvi>>.

Kroulík, M., Souček, J. Dřevo z ovocných výsadeb využitelné k produkci energie. VUZT [online]. [cit. 2015-01-29]. Dostupné z

<[http://svt.pi.gin.cz/vuztweb/doc/rocnka2006/drevo\\_ovoc\\_vysad.pdf?menuid=542](http://svt.pi.gin.cz/vuztweb/doc/rocnka2006/drevo_ovoc_vysad.pdf?menuid=542)>.

Kučerová, P.: Mělník. Základní informace o městě a okolí. Oficiální stránky města Mělníka. [online]. 20. 8. 2014 [cit. 2015-02-27] Dostupné z

< <http://www.melnik.cz/o-meste/ds-52/p1=61>>.

Stupavský, V.: Pelety z biomasy – dřevěné, rostlinné, kůrové pelety. Biom. [online]. 1. 1. 2010 [cit. 2015-02-27] Dostupné z

< <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/pelety-z-biomasy-drevene-rostlinne-kurove-pelety>>.

Šuta, M.: Bioenergie a biopaliva: Rizika a přísliby. Respekt [online]. 6. 3. 2009. [cit. 2015-01-27]. Dostupné z: <<http://suta.blog.respekt.ihned.cz/c/73437/Bioenergie-a-biopaliva-Rizika-a-prisliby.html>>

Zákon 165/2012 Sb. Dokumenty vláda [online]. Dostupné z <<http://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=165&r=2012>>.