

VYSOKÁ ŠKOLA POLYTECHNICKÁ JIHLAVA

Aplikované strojírenství

VYORÁVACÍ ZAŘÍZENÍ OVOCNÝCH STROMKŮ

Bakalářská práce

Autor práce: Adam Mašín

Vedoucí práce: Ing. Bc. Karel Dvořák, Ph.D.

Jihlava 2025

Vysoká škola polytechnická Jihlava

Tolstého 16, 586 01 Jihlava

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: **Adam Mašín**

Studijní program: Aplikované strojírenství

Garant studijního programu: Ing. Miloslav Vilímek, Ph.D.

Název práce: **Vyorávací zařízení ovocných stromků**

Vedoucí práce: Ing. Bc. Karel Dvořák, Ph.D.

Cíl práce: Cílem práce je návrh originálního konstrukčního řešení zařízení pro vyorávání ovocných stromků. Jde o strojní zařízení, uchycené za pracovní stroj, traktor. Technické řešení zahrnuje rám a rýpadlo pro podrytí stromku, uchycení a manipulaci za účelem zbavení kořenů hlíny a přípravu k dalšímu zpracování. Pohon pohyblivých částí je realizován s využitím náhonu traktoru. Výstupem práce je technická dokumentace ve formě 3D modelů součástí a sestav, dále 2D výkresová výrobní a montážní dokumentace, kusovník sestavy, nákupní specifikace a technický popis.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem vyorávacího zařízení pro ovocné stromky s cílem optimalizovat proces jejich vyorávání při minimalizaci poškození kořenového systému. Teoretická část se zaměřuje na ovocné školkařství, jeho význam, pěstební technologie a technologické požadavky na vyorávání stromků. Dále se věnuje historickému vývoji vyorávacích zařízení od ručních metod až po moderní mechanizované stroje a popisuje jejich principy. Praktická část práce se soustředí na návrh konstrukčního řešení vyorávacího zařízení a porovnání s konkurenčními výrobky. Výsledkem je návrh efektivního a šetrného vyorávacího zařízení podporujícího mechanizaci v ovocném školkařství.

Klíčová slova

vyorávací zařízení; ovocné školkařství; ovocný strom; konstrukce

Abstract

The subject of the Bachelor's thesis is the construction design of an undercutting plough for fruit trees, focusing on process optimization and minimizing root system damage. The theoretical part of the thesis focuses on fruit trees nurseries and their importance, cultivation technologies and the technological demands on harvesting of fruit tree saplings. The theoretical part also covers historical development of the machines from manual methods to modern mechanized machines and their principles. The practical part of the thesis focuses on the design of a constructional solution for an undercutting ploughing machine, and on comparing it with the competing products. The outcome is an effective and gentle undercutting ploughing machine that contributes to the mechanisation of fruit tree nurseries.

Keywords

Undercutting plough; fruit tree nursery; fruit tree; construction

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, v platném znění, dále též „AZ“).

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje **AZ**, zejména § 60 (školní dílo).

Podle § 47b zákona o vysokých školách souhlasím se zveřejněním své práce podle směrnice prorektora pro studium č. 2/2020, a to bez ohledu na výsledek obhajoby.

Beru na vědomí, že VŠPJ má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom/a toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠPJ, která má právo ode mě požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených vysokou školou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše), z výdělku dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence.

V Jihlavě dne 26. listopadu 2025

.....

Podpis studenta

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Bc. Karlu Dvořákovi, Ph.D., za vedení při vypracovávání mé bakalářské práce, jeho cenné rady, a hlavně za jeho trpělivost. Dále bych chtěl poděkovat rodičům za jejich podporu při studiu.

Obsah

Seznam obrázků	7
Úvod	8
1 Teoretická část.....	9
1.1 Vyorávač ovocných stromků	9
1.2 Vyorávání	9
1.3 Ovocný strom.....	9
1.4 Školkařství a Ovocná školka	13
1.5 Druhy rozmnožování ve školkařství	14
1.6 Pěstování ovocných stromků a jejich výsadba v ovocných školkách	15
1.7 Historie vyorávání ovocných stromků.....	17
1.7.2 Použití tažných zvířat a jednoduchých oradel a strojů	17
1.7.3 Mechanizované vyorávání – první stroje	18
1.7.4 Moderní vyorávací stroje	19
1.8 Agrotechnické požadavky na pěstování a vyorávání ovocných stromků.....	19
1.9 Faktory ovlivňující výběr vyorávače ovocných stromků	21
1.9.5 Náklady na pořízení a efektivita u vyorávacího stroje	22
1.9.6 Ekologické a bezpečnostní aspekty	22
1.10 Tříramenné připojení a kardanová hřídel	22
1.11 Princip činnosti vyorávacích strojů na ovocné stromky.....	24
2 Praktická část.....	25
2.1 Vyorávač.....	25
2.2 Diskuse	37
Závěr	39
Seznam použité literatury.....	40

Seznam obrázků

Obr. 1: Doporučená sklizeň a kontumace jabloní	11
Obr. 2: Velikosti ovocných stromků	12
Obr. 3: Vegetativní rozmnožování.....	15
Obr. 4: Naroubované podnože.....	16
Obr. 5: Práce na poli pomocí koní	18
Obr. 6: Zetor 25	18
Obr. 7: Zapřažený školkařský kombajn.....	19
Obr. 8: Typy půd	20
Obr. 9: Tříramenné připojení.....	23
Obr. 10: Kardanová hřídel	23
Obr. 11: Celkové připojení.....	27
Obr. 12: Vyorávač z přední strany	28
Obr. 13: Vyorávač ze zadní strany	29
Obr. 14: Rám.....	30
Obr. 15: Připojení k traktoru	31
Obr. 16: Hlavní nůž	32
Obr. 17: Pomocný nůž	33
Obr. 18: Pohyblivé části.....	34
Obr. 19: Výkres hlavní sestavy.....	35
Obr. 20: Kusovník hlavní sestavy	36
Obr. 21: Princip vysmekovací spojky	38

Úvod

Bakalářská práce se zaměřuje na návrh a vývoj vyorávacího stroje určeného pro vyorávání ovocných stromků. Hlavním cílem je vytvořit efektivní a ekonomicky výhodné řešení, které přinese zemědělcům značné úspory času i finančních prostředků. V rámci práce jsou podrobně zkoumány různé technické aspekty návrhu a konstrukce vyorávacího stroje, především volba vhodného pohonu, konstrukce pracovního nástroje a způsob řízení celého zařízení. Důraz je kladen na propojení teoretických poznatků s praktickými zkušenostmi, aby výsledný návrh odpovídal reálným potřebám zemědělské praxe.

Volba tématu vychází z osobní zkušenosti získané během dlouholeté brigády v ovocné školce, kde se ukázalo, že proces vyorávání stromků je časově náročný a vyžaduje značné množství lidské práce. Ovocnictví jako odvětví zemědělství hraje významnou roli v celosvětovém zásobování potravinami a jeho efektivita je klíčová pro udržení konkurenceschopnosti. Pěstování ovocných stromků je spojeno s nutností stálé péče, údržby a pravidelného obnovování sadby, což klade vysoké nároky na pracovní sílu i technické vybavení. Proto je hledání nových technických řešení, která by usnadnila práci a zároveň snížila náklady, velmi aktuální.

Práce je rozdělena na dvě hlavní části. Teoretická část se věnuje obecné charakteristice školkařství, jeho významu a problematice vyorávačů na ovocné stromky. Praktická část se zaměřuje na samotný návrh vyorávacího stroje. Podrobně popisuje konstrukci jednotlivých prvků a jejich funkční propojení. Součástí je také rozbor problémů, které se objevují při konstruování, a způsoby jejich řešení. Dále je uvedena analýza trhu, která poskytuje přehled o současně dostupných technických řešeních a jejich srovnání s navrhovaným strojem. Praktická část se rovněž věnuje popisu připojení vyorávače k traktoru.

Výsledkem této práce by měl být funkční návrh vyorávacího stroje, který dokáže efektivně vyorávat ovocné stromky s malým lidským zásahem. Tento stroj by měl přispět ke zvýšení efektivity a konkurenceschopnosti v ovocnictví a zároveň snížit náklady a pracovní zátěž pro zemědělce.

1 Teoretická část

Teoretická část se zabývá technickými požadavky na konstrukci vyorávacího stroje pro školkařskou produkci. Následně popisuje proces předávání ovocných stromků ze školky konečnému pěstiteli, rozpracovává jednotlivé fáze tohoto postupu a přibližuje související technologické operace, jako je tvarování, ošetření a příprava k expedici. Zároveň vymezuje odborný kontext a zaměření práce, které tvoří základ pro návrh funkčního zařízení.

1.1 Vyorávač ovocných stromků

Vyorávač ovocných stromků je zemědělský stroj určený k mechanickému vytažení stromků ze země. Jeho hlavní částí je nůž, který podřezává kořeny ovocných stromků. Bývá z pravidla připojen k traktoru nebo jinému tažnému prostředku, který zajišťuje potřebnou tažnou sílu.

1.2 Vyorávání

Proces vyorávání ovocných stromků spočívá v mechanickém uvolnění stromku z půdy pomocí vyorávacího nástroje. Ten se zasune pod kořenový systém stromku, podhrne ho a umožní jeho vytažení bez výrazného poškození.

1.3 Ovocný strom

Ovocný strom je definován jako dřevina stromovitého vzrůstu, která je cíleně pěstována pro produkci plodů určených ke konzumaci. Kromě hospodářského významu může být jeho pěstování spojeno také s estetickou funkcí, zejména v krajinách a zahradní architektuře. Plody, které ovocný strom produkuje, jsou známy jako ovoce. Ty se liší v závislosti na druhu stromu a mohou se odlišovat velikostí, tvarem, barvou i chutí. Dřeviny, jejichž plody jsou jedlé a určeny pro lidskou spotřebu, jsou obecně klasifikovány jako ovocné stromy. (Hnojník, 2020)

1.3.1 Druhy ovocných stromů

Druh ovocného stromu označuje konkrétní typ dřeviny, například jabloň, hrušeň, třešeň nebo švestku. Jednotlivé druhy se liší charakterem plodů, tvarem, velikostí, barvou a chutí, a zároveň nároky na pěstební podmínky. Některé druhy jsou vhodné pro zahradní výsadbu, jiné se pěstují převážně ve velkovýrobních sadech a školkách. Mezi nejčastěji pěstované ovocné stromky v České republice patří jabloň, hrušeň, slivoň, třešeň, višně, broskev a meruňka. Každý z těchto druhů vytváří specifický kořenový systém, který se liší tvarem, hloubkou a rozvětvením. Tyto rozdíly je nutné zohlednit při konstrukci vyorávacího stroje, protože každý typ kořenového systému klade odlišné nároky na pracovní nástroj a způsob vyorávání. (Ray, 2012)

V tabulce 1 jsou uvedeny počty vypěstovaných ovocných stromků za určité roky, dle průzkumu Českého statistického úřadu.

Tabulka 1: Přehled vypěstovaných stromků v ČR

Druh	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Jabloň	1 301 913	1 229 181	1 538 180	1 558 636	1 153 646	1 711 293	1 465 634
Hrušeň	197 773	219 352	271 411	315 749	184 165	231 531	203 898
Slivoň	306 461	372 160	368 269	339 437	228 898	338 502	318 524
Třešeň	197 622	178 724	191 874	159 025	115 241	161 479	168 503
Višeň	86 308	72 443	137 171	124 709	84 755	72 729	67 937
Meruška	200 258	242 311	231 962	161 210	124 883	195 807	183 471
Broskev	151 261	136 364	124 511	81 856	64 697	62 094	86 694
celkem	2 441 596	2 450 535	2 863 378	2 740 622	1 956 285	2 773 435	2 494 661

Zdroj: Vlastní

1.3.2 Odrůdy ovocných stromů

Druhy ovocných stromů se dělí podle jejich odrůdy, které se pěstují podle záměru a odolnosti vůči klimatickým podmínkám. Výběr správné odrůdy závisí na lokalitě, půdních podmínkách a účelu pěstování. Každý druh ovocného stromu má své odrůdy, například: (Luža, 1970)

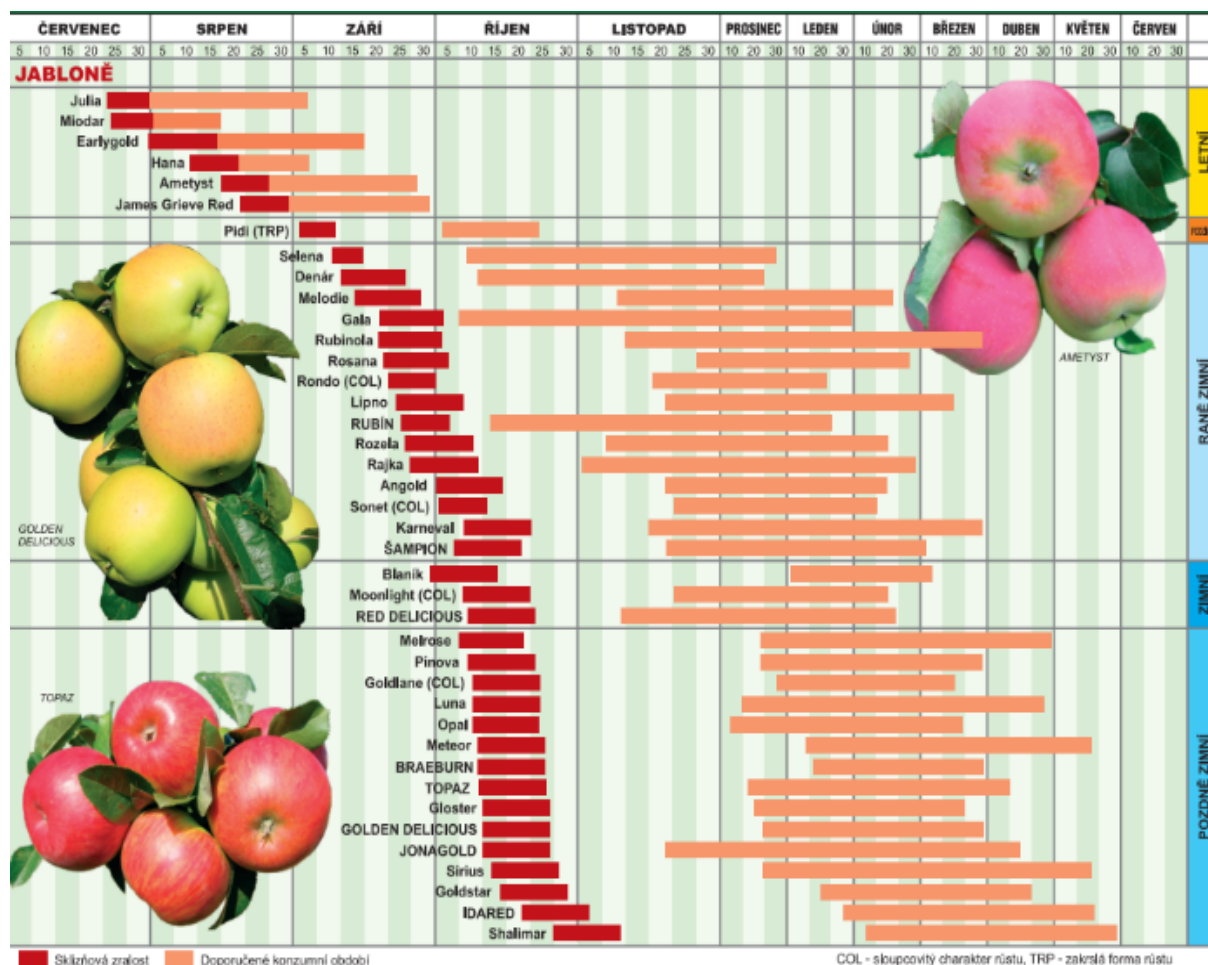
Jádroviny

- jabloň – gala, průsvitné letní, topaz,
- hrušeň – konference, dicolor, bohemika. (Nestyda, 2011),

Peckoviny

- slivoň – herman, opál, oulinská,
- třešeň – gurlat, kordia, regína,
- višeň – favorit, bare, morava,
- broskev – erlingo, sunhaven, fairhaven.
- meruška – leskora, harcot, darina (Jan, 2011)

Na obrázku 1 je znázorněno rozdělení jabloní podle doby zrání a doporučené doby konzumace.



Obr. 1: Doporučená sklizeň a kontumace jabloní

Zdroj: Nestyda, Ludvík (2010)

1.3.3 Velikosti ovocných stromků

Různé tvary kmene u ovocných stromů slouží k odlišným účelům a jsou přizpůsobeny specifickým pěstelským podmínkám i typům prostředí. Každá velikost stromku zároveň vyžaduje odlišný přístup při vyorávání, jelikož nároky na mechanické zatížení, hloubku zásahu do půdy a stabilitu stromku se výrazně liší. Tyto rozdíly je nutné zohlednit při konstrukci vyorávacího stroje, aby bylo dosaženo optimálního výkonu a minimalizace poškození výsadbového materiálu. (Luža, 1970)

Špičáky

Špičák se rozumí jako ovocný stromek, který má jeden výhon a miniaturní korunku. Dají se z něj po seříznutí vypěstovat všechny výšky stromů. Používá se do stěn nebo alejí. Stromek je jednoduchý na údržbu. (Hnojník, 2020)

Zákrsky

Zákrsek je stromek, který je pěstován na méně úrodných podnožích s nižším vzrůstem. Na kmeni se naměří výška 40–60 cm, všechny výhonky pod touto výškou se seřezávají až na kmen. Nad danou výškou se napočítá 5–10 výhonů směrem vzhůru a v tomto místě se strom seřeže. Tvar zákrsku se hodí

pro menší pěstební plochy nebo hustší výsadby, které jsou obvykle prováděny v sadových oblastech. Nízký kmen usnadňuje údržbu i sklizeň. (Hurych, 1972)

Čtvrtkmeny

Čtvrtkmen je stromek pěstovaný na méně bujných podnožích, které nedosahují větší výšky. Na kmeni se měří výška 120 cm. Všechny výhonky pod touto výškou se seřezávají až na kmen. Nad danou výškou se napočítá 5–10 výhonů směrem vzhůru a v tomto místě se strom seřezává. Tento tvar stromku se hodí pro menší pěstební plochy a svahy, kde je důležité zabránit erozi půdy.

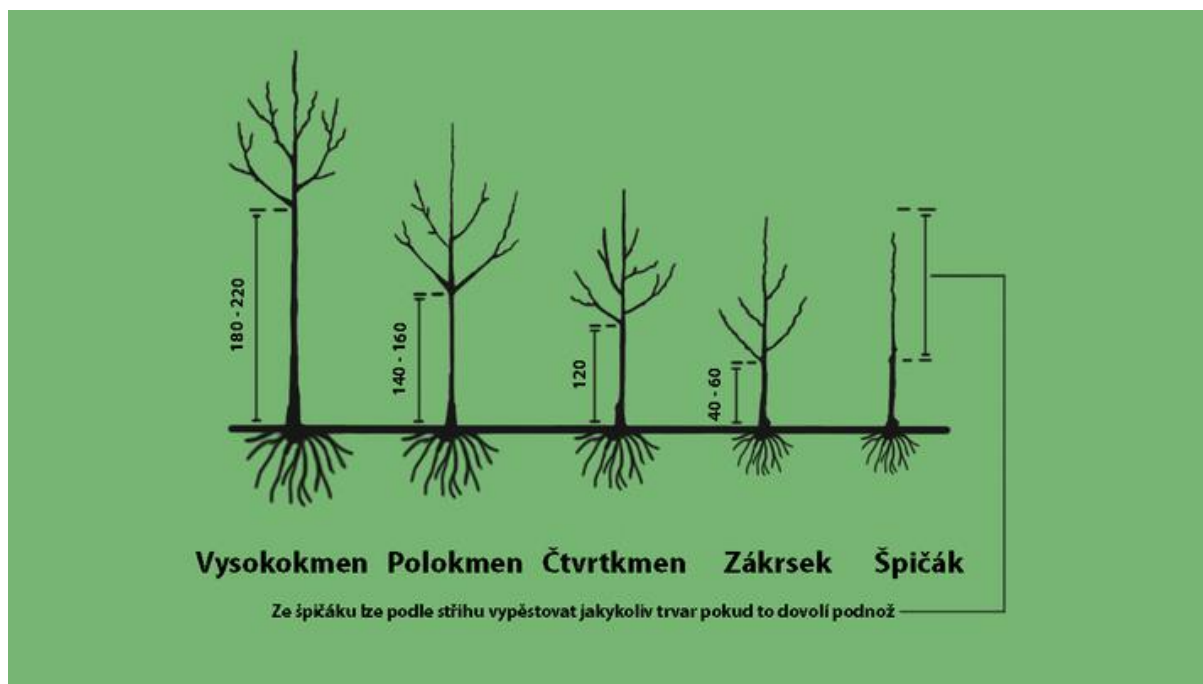
Polokmeny

Polokmen představuje strom pěstovaný na bujně rostoucí podnoži. Uplatňuje se u všech ovocných druhů i odrůd. Na kmeni se měří výška 140–160 cm. Výhonky pod touto výškou se seřezávají až na kmen, nad ní se napočítá pět výhonů směrem vzhůru a v tomto místě se strom seřezává. Tento tvar a velikost se využívají méně často v intenzivních výsadbách. Polokmeny se hodí pro sušší oblasti a půdy s nižší kvalitou. (Hnojník, 2020)

Vysokokmeny

Vysokokmen představuje strom pěstovaný na bujně rostoucí podnoži. Uplatňuje se u všech ovocných druhů i odrůd. Na kmeni se měří výška 180–220 cm. Výhonky pod touto výškou se seřezávají až na kmen, nad ní se napočítá pět výhonů směrem vzhůru a v tomto místě se strom seřezává. Tato velikost se využívá především pro stromořadí nebo jako solitéry. Díky vyššímu kmenu se strom lépe přizpůsobuje horším podmínkám a snadněji odolává nepříznivému klimatu. (Horynová a kol., 1966)

Na obrázku 2 jsou zachyceny různé velikosti a tvary stromků a zároveň je zde vidět i jiná hloubka kořenů, která má vliv na vyorávání.



Obr. 2: Velikosti ovocných stromků

Zdroj: Prodej stromků, 2004

1.4 Školkařství a Ovocná školka

Školkařství je nejdůležitějším odvětvím ovocné výroby. Pěstují zde ovocné sadby na vhodných podnožích. Výpěstky slouží nejen k nové sadbě na zahrady a k silnicím, ale také do ovocných sadů. Ovocná školka je pozemek, na kterém se pěstuje ovocná sadba všech různých druhů a tvarů. Ovocné školky se dělí na školky podnožové, kde se pěstují podnože pomocí rozmnožování a na školky produkční, kde se z podnoží pěstují ovocné stromy pro sadbu. (Ray, 2012)

1.4.1 Historie školkařství a jeho význam

Školkařství představuje důležitou součást rostlinné výroby, která se zaměřuje na pěstování mladých rostlin určených k přesazení. Historický vývoj školkařství odráží proměny zemědělských technologií, pěstitelských postupů a poptávky po kvalitním sadebním materiálu. Tato kapitola se věnuje stručnému přehledu vývoje školkařství. Objasňuje jeho význam pro zemědělskou produkci, obnovu sadů, vzhled krajiny a ekologickou stabilitu. (Horynová a kol., 1966)

Historie školkařství

Historie školkařství sahá hluboko do minulosti, je úzce spjata s rozvojem zemědělství. Ve starověku se lidé snažili rozmnožovat a pěstovat ovocné dřeviny, aby si zajistili stálý přísun plodů. První pokusy o pěstování ovocných stromů se datují do Mezopotámie a Egypta, kde se využívaly jednoduché nástroje k úpravě půdy a zavlažování. Ve Starověkém Římě se začaly používat postupy, jako je roubování a řízkování, čímž se zlepšila kvalita výsadby ovocných stromů. Tyto techniky byly často doprovázeny základními pomůckami, jako byly dřevěné sázecí kolíky nebo ruční rýče. Po pádu Římské říše se ovocnářství mohlo rozšířit díky klášterům, které uchovávaly znalosti o pěstování. Ve středověké Evropě bylo školkařství především doménou klášterních zahrad a šlechtických sídel, kde se ovocné stromy pěstovaly nejen pro plody, ale také pro estetiku. Práce byla převážně ruční, s využitím jednoduchých nástrojů, což vyžadovalo značné množství lidské práce. S rozvojem zemědělství se školkařství stalo v 17. století specializovaným oborem. V 19. století došlo k výraznému pokroku díky generativnímu množení bylo možné vyšlechtit nové odrůdy ovocných stromů. Zároveň se začaly objevovat první mechanické pomůcky, jako byly jednoduché nástroje na podřez stromků, sázecí rámy nebo vozíky na přepravu sadebního materiálu. S nástupem průmyslové revoluce se do školkařství dostaly i stroje tažené koňmi, například jednoduché radlice a vyorávače, které usnadnily manipulaci se stromky. S rozvojem vědy se dále zlepšovaly způsoby ochrany proti škůdcům, chorobám a nepříznivým klimatickým podmínkám. Zároveň se postupně zaváděla moderní technika traktory s přídatnými zařízeními, hydraulické vyorávače a mechanická klepadla, které výrazně zvýšily efektivitu a šetrnost práce ve školkách. (Ovocnářská unie české republiky, 2025)

Ekonomický význam

Pěstování a prodej ovocných stromků nebo ovoce přispívá české ekonomice. Vytváří velké množství pracovních pozic. Samostatné ovoce se může prodávat jako čerstvé nebo se může přeprodávat k dalšímu zpracování například na mošty, džemy, sušené plody nebo alkoholické nápoje.

Ekologický význam

Školkařství má ekologický přínos, podílí se na udržení biodiverzity, zlepšování krajinného rázu a snižování negativních dopadů lidské činnosti na životní prostředí. Zelené listy stromů provádějí fotosyntézu, přeměňují oxid uhličitý na kyslík. Kořenové systémy stromů chrání půdu před erozí,

zejména ve svazích nebo na březích ohrožených proudem vody. Ovocné dřeviny poskytují útočiště a potravu mnoha druhů hmyzu, ptáků a savců. Kvetoucí ovocné stromy jsou zdrojem nektaru a pylu pro včely a další opylovače. (Hurych, 1972)

1.5 Druhy rozmnožování ve školkařství

Rozmnožování ovocných stromků ve školkařství je klíčovým procesem, který umožňuje produkci kvalitních sazenic nebo podnoží s požadovanými vlastnostmi. Existují dvě hlavní metody:

- generativní (pohlavní) rozmnožování,
- vegetativní (nepohlavní) rozmnožování. (Ray, 2012)

1.5.1 Generativní (pohlavní) rozmnožování

Generativní nebo také semenné rozmnožování můžeme použít u všech typů ovocných stromů, které mají semena. Nejčastěji se tak rozmnožují jabloňová, hrušňová a třešňová pláňata, také meruňkové a broskvové semenáče. Tohoto způsobu množení se využívá i při záměrném křížení a šlechtění nových odrůd ovocných stromů, neboť umožňuje kombinaci různých genetických vlastností. (Hatch, 1998)

1.5.2 Vegetativní (nepohlavní) rozmnožování

Vegetativní rozmnožování je způsob množení rostlin, při kterém vzniká nový jedinec z části mateřské rostliny. Proces umožňuje získat geneticky totožné rostliny s mateřskými vlastnostmi. Vegetativní množení se ve školkařství využívá především u ovocných stromů. Mezi nejčastější metody patří řízkování, hřížení, roubování a očkování.

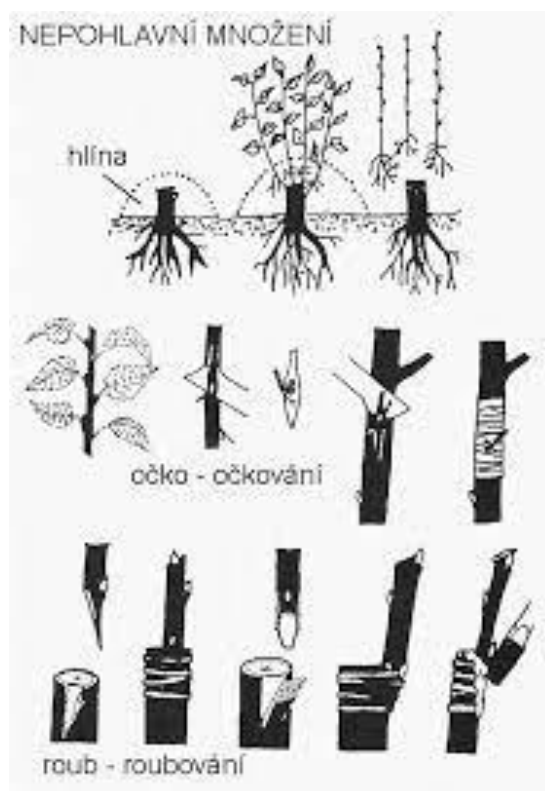
Řízkování

Řízkování spočívá v oddělení části rostlin, například větevky nebo kořene, a její nové zakořenění. Hřížení znamená, že se část rostlin, obvykle výhonek, ohne k zemi a zasype zeminou, kde časem vytvoří kořeny. Po jejich vytvoření se nový jedinec oddělí od matečné rostliny.

Roubování a očkování

Roubování a očkování jsou nejčastějšími způsoby vegetativního množení ovocných stromků. Roubování spočívá ve spojení části ušlechtilé odrůdy (roubu) s podnoží, která slouží jako kořenový systém. Očkování je obdobný proces, při kterém se na podnož přenese pouze jedno pupenové očko ušlechtilé odrůdy. Zde jsou vidět ukázky množení. (Luža, 1970)

Na obrázku 3 jsou znázorněny jednotlivé druhy vegetativního rozmnožování.



Obr. 3: Vegetativní rozmnožování

Zdroj: Chatrný, 1970

1.6 Pěstování ovocných stromků a jejich výsadba v ovocných školkách

Pěstování ovocných stromů a jejich výsadba v ovocných školkách je proces, který vyžaduje pečlivé plánování a dodržování specifických agrotechnických opatření. Jeho cílem je vypěstovat zdravé, kvalitní a odolné stromky, které budou mít dobré předpoklady pro následný růst a plodnost po přesazení. Sazení se koná na jaře, kdy má půda nejlepší vláhu. Samostatné sazení začíná výběrem vhodných podnoží, které určují základní vlastnosti budoucího stromku. Podnože se sází na pole do předem připravených řádků s dostatečným rozestupem, aby měly prostor pro vývoj kořenového systému a koruny. Po nasazení se podnože nechají uchytit, a nakonec se na podnože roubují nebo očkují vybrané odrůdy ovocných stromů, čímž se zajistí požadované vlastnosti. Během pěstování je nutná pravidelná péče, která zahrnuje vyřezávání, odplevelování, hnojení, ochranu proti škůdcům a chorobám, výchovné řezy, které určí jejich výšku a vyvazování stromků k oporám. Po jednom až dvou letech se stromky vyorají a prodají. (Hatch, 1998)

Na obrázku 4 je vidět kousek řádku s naroubovanými podnoži.



Obr. 4: Naroubované podnože

Zdroj: Potulný sadař, 2018

1.6.1 Výživa ovocných stromů

Pro kvalitní růst stromů je velmi důležitým faktorem výživa, která by jim měla být pravidelně dodávána. Základní prvky, jako jsou uhlík, vodík a kyslík, si berou z atmosféry a vodu z půdy. K dobrému růstu a dostatku bílkovin stromy potřebují základní prvky, kterými jsou dusík, síra a fosfor. Nedostatek se projevuje špatným vývinem listů a špatným vyzráním dřeva. Na krásné a zdravé plody, které budou odolnější proti škůdcům, je zapotřebí draslík, při jeho nedostatku se na listech objevují skvrny. Draslík ovlivňuje plodnost stromů. Vápník zpevňuje rostlinné tělo a odkyseluje půdu. Při nedostatku budou plody rychle hnit. Dostatek bóru a manganu je důležitý vůči opylení. (Horynová a kol., 1966)

Statková hnojiva

Statková hnojiva jsou hnojiva přírodní, ale v dnešní době už musí být doplněna hnojivy průmyslovými. Mezi statková hnojiva patří klasický hnůj, který dodává základní živiny, kompost, který má podobné živiny jako hnůj, jen mnohem více. Močůvka, kterou musíme ředit vodou, nám dokáže prodloužit vegetaci.

Průmyslová hnojiva

Průmyslovými hnojivy se doplňují živiny, které nejsme schopni doplnit statkovými hnojivy, a to vždy podle rozdílných požadavků na daný ovocný druh. Mezi průmyslová hnojiva patří dusíková, fosforečná, draselná a vápencová hnojiva. (Luža, 1970)

1.6.2 Ochrana ovocných stromů

Nedílnou součástí ošetření ovocných dřevin je ochrana proti škodlivým činitelům, mezi které se řadí choroby škůdci a plísňe. Výnos ovocné školky je přímo úměrný prodejem zdravých stromků.

Mechanická ochrana

Při této ochraně mechanickými prostředky se buď přímo odstraňují napadené části rostlin, nebo různými zákroky zamezuje výskytu a šíření škůdců, chorob a hlodavců. Do mechanické ochrany patří vyřezávání, dezinfekce ran, odstraňování škůdců a zamezení přístupu hlodavcům, kteří nám okusují stromky.

Biologická ochrana

Tato ochrana spočívá v ochraně a podpoře přirozených nepřátel škůdců, kterými jsou hmyzožraví ptáci a nějaký hmyz. Součástí ochrany je také postřikování tekutinou obsahující bakterie, které škůdce infikují.

Chemická ochrana

Nejvýznamnější vlastností chemické ochrany je, že v krátké době zvládne ošetřit a ochránit velké plochy výsadby, právě v době, kdy jsou stromky bezprostředně v ohrožení. Jedním krokem je možno odstranit živočišné škůdce a zároveň lze eliminovat různé choroby, jenž napadají ovocné stromy. (Horynová a kol., 1966)

1.7 Historie vyorávání ovocných stromků

Ovocné stromky se pěstují v ovocných školkách, kde se vyorávají a prodávají k dalšímu zpracování. Historicky se veškerá práce na poli prováděla výhradně ručně, což bylo časově náročné a neefektivní. Pracovníci museli vyvíjet velké úsilí. S rozvojem zemědělství a mechanizace však došlo k postupnému vývoji metod, které byly efektivnější a minimalizovaly poškození kořenového systému stromků.

1.7.1 Ruční vyorávání stromků

Ruční vyorávání ovocných stromů je tradiční metoda, která se používá především v menších školkách nebo na plantážích, kde není potřeba využití velké techniky nebo není možné její použití. Tento postup je poměrně šetrný a umožňuje vyjmutí stromku bez velkého poškození. Nicméně, je velmi pracný a neefektivní při větších výsadbách. (Červenka, 1967)

1.7.2 Použití tažných zvířat a jednoduchých oradel a strojů

Použití těžkých zvířat a jednoduchých oradel a strojů při práci na poli představovalo významný krok v mechanizaci procesu. Tento krok zlepšení efektivity a usnadnění ruční práce, avšak často docházelo k mechanickému poškození stromků. Je to mezistupeň mezi ručními metodami a mechanizovanými technologiemi. (Luža, 1970)

Na obrázku 5 jsou vyobrazeny koně, které táhnou jednoduché oradlo, které bylo používáno k práci na polích.



Obr. 5: Práce na poli pomocí koní

Zdroj: Asz ČR, (2021)

1.7.3 Mechanizované vyorávání – první stroje

V průběhu 19. století se začaly objevovat první stroje určené speciálně pro zemědělské účely. Mechanizace vyorávání ovocných stromků představovala významný krok ke zvýšení efektivity a zrychlení pracovních procesů v ovocnářství. Jedním z prvních a klíčových mechanizovaných prostředků byl traktor, za který se zapřahalo oradlo. Pomocí oradla bylo možné mechanicky podhrnout stromky a usnadnit jejich vytažení z půdy. Traktor tak převzal činnosti, které byly dříve vykonávány ručně nebo za pomoci tažných zvířat. Starší typy oradel však neumožňovaly nastavení hloubky orby, což omezovalo jejich univerzálnost a přizpůsobení různým velikostem stromků a typům kořenových systémů. (Červenka, 1967)

Níže na obrázku 6 je zobrazen průkopník českých traktorů a jeden z prvních strojů, u kterého se předpokládá, že by měl bez problémů utáhnout navržený vyorávač.



Obr. 6: Zetor 25

Archiv zetor, 2025

1.7.4 Moderní vyorávací stroje

Dnešní vyorávací stroje využívají pokročilé technologie, jako jsou vibrační radlice, různé senzory a čidla, hydraulické, elektrické a pneumatické systémy a GPS systém. Tyto stroje umožňují přesnost, zvýšení produktivity práce a minimalizují poškození kořenového systému stromků, což je zásadní pro jejich následné přesazení. Současný vývoj směřuje k ještě šetrnějším a efektivnějším metodám vyorávání, které by zajistily co největší vitalitu přesazených stromků a nízké náklady na pracovní sílu. (Polago, 2000)

Na obrázku 7 je zobrazen moderní vyorávací stroj, tzv. „školkařský kombajn“.



Obr. 7: Zapřažený školkařský kombajn

Zdroj: Polago, (2000, s 1)

1.8 Agrotechnické požadavky na pěstování a vyorávání ovocných stromků

Mezi agrotechnické požadavky se řadí typy půdy, kde se stromky pěstují, nadmořská výška, ve které se stromky pěstují, a optimální podmínky, kdy se stromek může vyorat. (Červenka, 1967)

1.8.1 Typ půdy

Druh půdy, ve které jsou ovocné stromky pěstovány, má zásadní vliv na proces jejich vyorávání, míru zralosti i úspěšnost následného přesazení. Typy půd se tradičně rozlišují podle obsahu živin na černozem, hnědozem a jílovité půdy. Pro účely této práce je však klíčové rozdělení podle složení, konkrétně na písčité, hlinité a jílovité půdy. Každý z těchto typů vykazuje odlišný odpor vůči pracovnímu nástroji při vyorávání písčité půdy kladou menší odpor, zatímco jílovité půdy jsou výrazně soudržnější a vyžadují větší sílu pro její narušení. Také se v půdách vyskytují kameny, které kladou velký odpor. Tyto rozdíly mají přímý dopad na konstrukci vyorávacího stroje, zejména na dimenzování rámu, pevnost pracovního nástroje a celkovou mohutnost zařízení. Při návrhu stroje je proto nutné počítat s proměnlivým zatížením a zajistit dostatečnou tuhost konstrukce pro práci v náročných půdních podmínkách.

Písčitá půda

Písčité půdy jsou charakteristické svou dobrou drenáží a hrubou strukturou, která umožňuje snadné vyorávání bez poškození kořenového systému. Písčitá půda má tendenci být volnější, což znamená, že kořeny nejsou příliš pevně drženy a jdou dobře vyklepat, ale bývají zde sušší podmínky, které způsobují ztrátu vláhy. (Sušková, 2016)

Hlinitá půda

Hlinitá půda je považována za jednu z nejrozšířenějších půd. Díky svým vlastnostem také za jednu z nejlepších pro pěstování a vyorávání ovocných stromů díky své vyvážené struktuře, směsi písku, jílu a organických látek. Tato půda má několik pozitivních vlastností, které jsou dobré k zadržení vody, vyvážení množství živin, dobrou strukturu pro kořenový systém a jde dobře vyklepat od kořenů. Má ale i několik nevýhod, které mohou ovlivnit úspěch pěstování a vyorání ovocných stromů, které jsou problémy s drenáží za deště a utužení půdy.

Jílovitá půda

Jílovitá půda má specifické vlastnosti, které ovlivňují jak pěstování ovocných stromků, tak samotný proces jejich vyorávání. Jedna z největších předností je schopnost udržet velké množství vody. Díky vysokému obsahu minerálů a živin poskytuje zdroj potřebných látek. Na druhé straně však tato půda přináší řadu problémů. Vzhledem ke své nízké propustnosti se snadno přemokří, což vede k hnilobě kořenů a zhoršeným růstovým podmínkám. Dalším problémem je její náchylnost k zhutnění, což má negativní vliv na provzdušnění půdy. Při vyorávání ovocných stromků se jílovitá půda může stát výraznou překážkou. Pokud je příliš vlhká, má tendenci ulpívat na jednotlivých částech vyorávacího stroje, což snižuje jeho účinnost a zvyšuje potřebu častého čištění. Naopak v suchém stavu klade vysoký odpor mechanizaci, což vede k rychlejšímu opotřebení strojů a zároveň zvyšuje riziko poškození kořenového systému stromků. (Horynová a kol., 1966)

Na obrázku 8 jsou znázorněny druhy půd s různými vlastnostmi pro vyorávání.



Obr. 8: Typy půd

Zdroj: Půda a zemědělství, (2011, s 1)

1.8.2 Vliv nadmořské výšky na proces pěstování a vyorávání ovocných stromků

Nadmořská výška hraje zásadní roli v pěstování ovocných stromků a procesu jejich vyorávání. Ovlivňuje klimatické podmínky, jako jsou teplotní podmínky, množství srážek, délka vegetačního období a výskyt mrazů. Má vliv na složení půdy. Ve vyšších nadmořských výškách se může stát i překážkou. Jsou zde nízké teploty a kratší vegetační období. Čím výše stromy dokážeme vypěstovat, tím více jsou odolnější, ale přibývají problémy. V nižších nadmořských výškách, bývají podmínky pro pěstování ovocných stromů příznivější. Delší vegetační období umožňuje stromům plně dozrát a poskytuje optimální podmínky pro růst kořenového systému. Při vyorávání ovocných stromků je nadmořská výška důležitá zejména kvůli vlhkosti půdy a její struktuře. Ve vyšších polohách, kde bývá více srážek a půda zůstává delší dobu vlhká, může být vyorávání náročnější. (Sušková, 2016)

1.8.3 Optimální podmínky pro vyorávání ovocných stromků

Optimální podmínky pro vyorávání ovocných stromků jsou klíčové pro minimalizaci poškození kořenového systému a zajištění vysoké úspěšnosti přesazení. Stromky by se měli vyorávat a přesazovat pouze za určitého ročního období. Doporučuje se jaro a podzim, bývá ideální vláha a teplota. V ovocných školkách se většinou vyorávají dvou až tří leté stromky, mají ideální věk na uchycení. (Luža, 1970)

1.9 Faktory ovlivňující výběr vyorávače ovocných stromků

Při výběru vyorávače je třeba zohlednit řadu faktorů, o kterých pojednává tato kapitola.

1.9.1 Velikost pozemku

Rozsah pozemků, na které ovocné stromky jsou pěstovány, určuje potřebu efektivity a ekonomiky. Pro menší pozemky jsou vhodné menší vyorávače, které se dobře pohybují a dají se zapřáhnout za malotraktor. Jsou pomalejší, ale mají menší pravděpodobnost, že poškodí ovocné stromky a jejich kořenové systémy. Tyto vyorávače jsou ekonomicky výhodnější. Zatímco pro rozsáhlé pozemky jsou vhodné velké vyorávače, které jsou efektivnější, ale mají větší pravděpodobnost, že poškodí ovocné stromky a jejich kořenové systémy. Tyto vyorávače nejsou ekonomicky tak výhodné, ale s větším pozemkem vypěstujeme a prodáme více ovocných stromků. (Červenka, 1967)

1.9.2 Typ půdy

Různé typy půd, které byly představeny výše, vyžadují specifické technické přístupy a odpovídající konstrukční řešení vyorávacích strojů. Těžší jílovité půdy kladou vyšší odpor při záběru, proto je nutné použít stroje s robustnějším rámem a vyorávacím nožem z odolnějšího materiálu, který snese větší mechanické zatížení. Vhodné je také využití nastavitelné délky nože, která umožňuje přizpůsobit pracovní část nástroje podmínkám půdy a velikosti stromků. U lehčích půd postačí jednodušší konstrukce s menším zatížením rámu. Při použití nevhodného vyorávacího zařízení může dojít k nadměrnému namáhání konstrukce, deformaci rámu nebo poškození nože. (Horynová a kol., 1966)

1.9.3 Různé druhy ovocných stromků

Různé odrůdy ovocných stromů mohou vyžadovat odlišné technické postupy vyorávání. Každý druh ovocného stromku má rozdílnou hloubku a strukturu kořenového systému, což ovlivňuje volbu konstrukce i nastavení vyorávacího zařízení. Stromky s hlubším hlavním kořenem vyžadují stroje s nastavitelnou délkou a sklonem vyorávacího nože, který umožňuje přesně přizpůsobit hloubku zásahu podle velikosti a typu kořenového systému. U druhů s mělkými kořeny je naopak vhodné použít zařízení s menší hloubkou záběru, aby nedocházelo k jejich poškození. Klíčovým prvkem je správné nastavení délky a úhlu vyorávacího nože, které umožňuje efektivní a šetrné vyjmutí stromku ze země. (Luža, 1970)

1.9.4 Velikosti ovocných stromků a jejich četnost výsadby

Různé velikosti ovocných stromků, které byly v předchozí části představeny, vyžadují odlišné technologické přístupy k vyorávání. Parametry jako výška stromku, průměr kmene a rozsah kořenového systému ovlivňují volbu pracovního nástroje, hloubku zásahu a potřebný výkon stroje. Významným faktorem je také četnost výsadby, při hustém rozmístění stromků je nutné, aby byl vyorávací proces konstrukčně propracovanější. V těchto podmínkách dochází ke zvýšenému mechanickému namáhání nástroje, a proto je nezbytné zohlednit vyšší silové zatížení. Je potřeba přesnějšího vedení nástroje. Konstrukce vyorávače musí být navržena tak, aby odolala těmto podmínkám a zároveň minimalizovala poškození okolních rostlin. (Horynová a kol., 1966)

1.9.5 Náklady na pořízení a efektivita u vyorávacího stroje

Náklady na pořízení a provoz vyorávače jsou také důležitým faktorem. Malá ovocná školka si nemůže dovolit investovat velké množství peněz do vyorávače. Výběr by měl být vyvážen s ohledem na jeho ekonomickou návratnost a efektivitu vzhledem k požadovaným výsledkům. (Červenka, 1967)

1.9.6 Ekologické a bezpečnostní aspekty

Je také důležité zvážit ekologické aspekty k dané lokalitě a bezpečnostní aspekty použití vyorávače, včetně jeho dopadu na životní prostředí a bezpečnost práce pro uživatele a okolí. (Sušková, 2016)

1.10 Tříramenné připojení a kardanová hřídel

Tato kapitola pojednává o způsobu připojení vyorávače k traktoru.

1.10.1 Tříramenné připojení

Tříramenné, respektive tříbodové závěsné zařízení traktoru slouží k připojení a nesení různých typů pracovních strojů, mezi které patří i můj vyorávač ovocných stromků. Tento závěs zajišťuje pevné, ale zároveň výškově a úhlově nastavitelné spojení traktoru s připojeným zařízením. Závěs se skládá ze

dvou spodních ramen a jednoho horního táhla „třetího bodu“, které společně vytvářejí trojúhelníkové (tříbodové) uchycení. (Mazetech s.r.o., 2024)

Na obrázku 9 je zobrazeno tříramenné připojení.



Obr. 9: Tříramenné připojení

Zdroj: Vlastní

1.10.2 Kardanová hřídel

Kardanová hřídel slouží k přenosu točivého momentu mezi dvěma hřídelemi, které nejsou v jedné přímce a je nutné, aby se vůči sobě pohybovali. Umožňuje tak přenášet rotační pohyb i při změně úhlu nebo vzdálenosti mezi vstupní a výstupní částí pohonu. Nejčastěji je využíván zejména v zemědělských strojích, automobilech, motocyklů a průmyslových zařízeních, kde je potřeba zajistit spolehlivý přenos síly mezi pohonnou jednotkou a pracovním mechanismem.

Kardanová hřídel se skládá ze dvou kloubů a teleskopické části. (Díly na traktory, 2018)

Na obrázku 10 je zobrazena kardanová hřídel.



Obr. 10: Kardanová hřídel

Zdroj: Vlastní

1.11 Princip činnosti vyorávacích strojů na ovocné stromky

Vyorávací stroje hrají klíčovou roli v moderním školství, kde zajišťují efektivní sklizeň mladých stromů určených k přesazení nebo prodeji. Jejich konstrukce je navržena tak, aby minimalizovala poškození kořenového systému, což je zásadní pro zajištění vysoké úspěšnosti následného růstu stromků na novém stanovišti. Princip činnosti vyorávacích strojů je založen na podřezání, pod rýpnutí a uvolnění kořenového systému stromků z půdy. Při vyorávání se radlice zařízne do půdy a s pomocí pohonu traktoru pomalu řeže hlínu a podrývá hlavní část kořenů, přičemž menší kořenové vlásečnice zůstávají co nejvíce zachovány. Z Radlice se stromky dostávají pomocí dvou nebo více gumových pásů na klepající systém, který má za úkol vyklepat přebytečnou hlínu z kořenů. Dále vyorané stromky jedou mezi pásy putují až k lidem, kteří stojí na stroji a dávají stromky do palet. Po staru se stromky pouze podrýpli rýčem nebo radlicí, stromky byli nevyklepané a zůstávali na poli, kde se klepali a nakládali ručně. (Burda, 2015)

2 Praktická část

V této části je představen navržený vyorávací stroj na ovocné stromky, který se nechá zapřáhnout za traktor. Vyorávač by měl utáhnout jakýkoliv traktor, který má tříramenné připojení. Je tu také vložen vzor nákupní specifikace a porovnání stroje prodávaného a navrženého. Chtěl bych podotknout, že toto je pouze konstrukční a návrhová práce.

2.1 Navržený vyorávač

Kapitola se zaměřuje na konstrukční návrh vyorávacího stroje určeného pro mechanické vyorávání ovocných stromků. Podrobně jsou zde popsány jednotlivé konstrukční prvky zařízení, jejich funkční uspořádání, základní rozměrové parametry a princip činnosti. Součástí kapitoly je rovněž návrh způsobu zapojení vyorávače k tažnému prostředku, včetně popisu uchycení. Dále je provedena orientační analýza trhu s obdobnými zařízeními, která slouží jako podklad pro identifikaci současných konstrukčních trendů a technických řešení v této oblasti. Kapitola také obsahuje srovnání navrženého vyorávače s vybraným existujícím typem, přičemž jsou zhodnoceny výhody a nevýhody obou řešení. V závěru je vedena diskuse nad možnými konstrukčními úpravami a doporučeními pro další vývoj s cílem zvýšit efektivitu, spolehlivost a univerzálnost navrženého zařízení.

2.1.1 Analýza současného trhu s vyorávači ovocných stromků

Trh s vyorávači ovocných stromků je v posledních letech charakterizován rostoucí poptávkou po zařízeních, která kombinují efektivitu, šetrnost ke stromkům a snadnou obsluhu. Zákazníci v ovocných školkách požadují stroje, které dokážou vyorat vysoký počet ovocných stromků za co nejkratší čas, neponičí kořenového systému stromku a ani samostatný stromek. Stroje by měly snížit fyzickou námahu pracovníků. Hlavní konkurencí na trhu jsou zahraniční výrobci, v ČR se tyto stroje pouze překupují. Našel jsem pouze pár výrobců po celém světě. Většina funguje na stejný princip jako zde už zmiňovaný „školkařský kombajn“. Našel jsem i výjimky, které se nezapřahují za traktor a mají svůj vlastní pohon. Všechny tyto modely nabízejí kompletní řešení vyorávání přes kombinaci hydromotorů, elektromotorů a automatizaci sběru stromků. Tyto stroje jsou schopné velkého výkonu, ale bývají moc drahé, složité na údržbu a méně obratné. Slabé stránky trhu spočívají v tom, že náklady na pořízení vyspělých zařízení jsou vysoké, složité stroje znamenají větší riziko poruch a vyšší náklady na servis, velikost a těžká stavba některých zařízení omezuje jejich použití v užších řádcích nebo při přepravě a v některých lokalitách (zejména menších školkách) není dostupnost servisu a náhradních dílů.

2.1.2 Klíčové trendy při konstrukci

V této části práce jsou rozebrány vybrané konstrukční trendy, které ovlivňují návrh moderních vyorávacích strojů pro ovocné stromky. Zaměření je kladeno na čtyři klíčové oblasti: komfort obsluhy a ulehčení práce, modularitu a flexibilitu konstrukce, jednoduchost údržby spojenou se spolehlivostí zařízení, a šetrnost vůči vyorávaným stromkům. Každý z těchto aspektů představuje důležitý parametr při návrhu stroje, který má být efektivní, provozně stabilní a zároveň přizpůsobitelný různým podmínkám nasazení.

Komfort a ulehčení práce

Zákazníci hledají stroje, které snižují fyzickou námahu pracovníků, aby efektivita práce byla vysoká. Hledají stroje, které se nechají ovládat a nastavovat přímo ze sedla.

Přizpůsobivost a flexibilita

Vyorávače se navrhují s důrazem na flexibilitu a přizpůsobivost. Stroje se konstruují v různých velikostech a s variabilní pracovní šířkou, aby mohly efektivně fungovat v různých provozních podmínkách. Díky možnosti nastavení pracovních parametrů a výměnným komponentům lze zařízení snadno upravit podle konkrétních požadavků. Tato technická řešení zvyšují univerzálnost stroje a umožňují jeho efektivní využití v různých typech školkařských provozů.

Jednoduchost údržby a spolehlivost

Zákazníci oceňují stroje, které mají vysokou spolehlivost, nízkou potřebu údržby a dostupné náhradní díly za přijatelnou cenu. V praxi to znamená, že preferují zařízení s jednoduchou konstrukcí, kvalitními materiály a osvědčenými komponenty, které minimalizují riziko poruch. Stroje s nižšími provozními náklady a snadnou servisní dostupností jsou výhodné nejen z hlediska ekonomiky provozu, ale i z pohledu časové efektivity. Důležitým faktorem je také kompatibilita dílů s běžně dostupnými systémy, což usnadňuje opravy přímo v provozu bez nutnosti dlouhého čekání na specifické součástky. Tato kombinace vlastností výrazně přispívá k celkové spokojenosti uživatelů a k dlouhodobému využívání techniky v školkařské praxi.

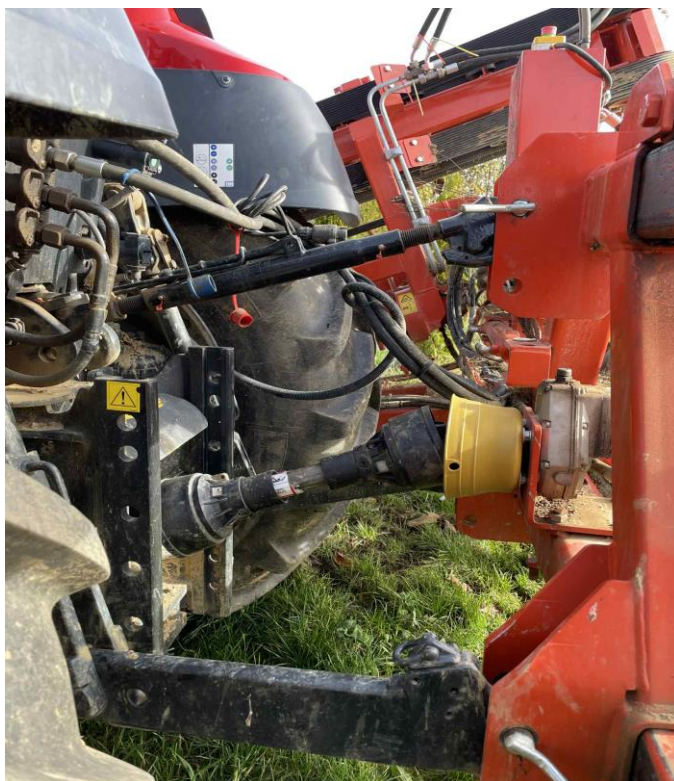
Šetrnost ke stromkům

Na požadavky na šetrnost se klade největší důraz, protože prodejem nepoškozených ovocných stromků školky vydělávají peníze. Čím více dobře vyoraných stromků, které se po prodeji při nasazení chytí, tím více zákazníků pro ovocnou školkou.

2.1.3 Připojení vyorávače a kardanového hřídele

Navrhnutý vyorávač se k traktoru bude připojovat přes tříramenné připojení, které bylo představeno v kapitole číslo 9. Spodní ramena připojení jsou připevněna kloubově k zadní části traktoru a nesou hlavní hmotnost vyorávače. Na jejich koncích se nacházejí čepy, které se zasunují do závěsných ok rámu vyorávače. Ramena umožňují částečné boční vychylování, díky čemuž se stroj dobře přizpůsobí vyorávání. Vychýlením dokážeme nůž vyklonit více mimo traktor. Horní táhlo „třetí bod“, umístěné uprostřed nad spodními rameny, slouží k zajištění sklonu připojeného vyorávače. Sklon můžeme nastavovat, protože táhlo „třetí bod“ dokáže dělat teleskopický pohyb pomocí závitů nebo hydrauliky. Při připojování vyorávače k traktoru nacouvá traktor k vyorávači tak, aby spodní ramena byla v ose závěsných čepů, které jsou nasunuty v závěsných okách na rámu vyorávače. Ramena se nasadí na čepy a zajistí se závlačkami nebo pojistkami. Po připojení ramen následuje připojení horního táhla „třetího bodu“ k ramenům vyorávače, čímž vznikne stabilní třibodové spojení. Pomocí hydraulických ramen traktoru se nastaví výška. Sklon nastavíme na už zmíněném táhlu „třetím bodu“. Aby nám vyorávač klepal, připojíme k traktoru i na vyorávač propojovací kardanový hřídel. Jeho teleskopická část umožňuje změnit jeho délku při zvedání nebo spouštění stroje. Na jedné straně se kardanový hřídel nasune na vývodovou hřídel traktoru a zajistí, na druhé straně se zasune na vstupní hřídel vyorávače a zajistí.

Na obrázku 11 je zobrazeno veškeré zapojení.



Obr. 11: Celkové připojení

Zdroj: Vlastní

2.1.4 Princip vyorávání navrženého vyorávače

Po připojení vyorávače k traktoru se začíná s vyoráváním. Traktor se pohybuje mezi řádky zasazených stromků, zatím, co vyorávač podorává kořeny stromků a zvedá je nad zem. Během tohoto procesu klepadlo vyklepává přebytečnou hlínu z kořenového systému stromků. Po vyklepání zůstanou stromky za strojem vyklepané v řádku. Stromky jsou připravené k dalšímu zpracování.

2.1.5 Porovnání školkařského kombajnu a navrženého vyorávače

Moderní vyorávač je robustnější. Jeho šířka je větší než šířka velkých traktorů, přesahuje traktor přibližně o 150 cm a za traktorem přečnává přibližně 150 cm. Díky tomu je méně obratný, což může komplikovat práci v užších místech nebo na menších pozemcích a komplikuje to i jeho přepravu na silnici. Je poháněn jak kardanem, tak hydraulickou kapalinou. Má několik hydromotorů. Jeho výbava zajišťuje lepší efektivitu práce, ale zároveň i větší poruchovost a složitější údržbu. Obsluhu tohoto zařízení zajišťují tři pracovníci. Jeden je řidič traktoru a dva pracovníci stojí přímo na vyorávači. Tento systém umožňuje, že stromky jsou po vyorání zbaveny hlíny z kořenů a automaticky přesunuty dopravníkovými pásy k pracovníkům, kteří je ihned odebírají a ukládají do připravených palet. Hlavní výhodou tohoto řešení je, že pracovníci se fyzicky méně namáhají a tempo práce zůstává po celou dobu konstantní. Nevýhodou je větší technická složitost stroje a menší manévrovatelnost. Můj vyorávač je konstrukčně jednodušší. Je užší, méně přesahuje obrys traktoru a za traktorem je asi 50 cm, díky čemuž

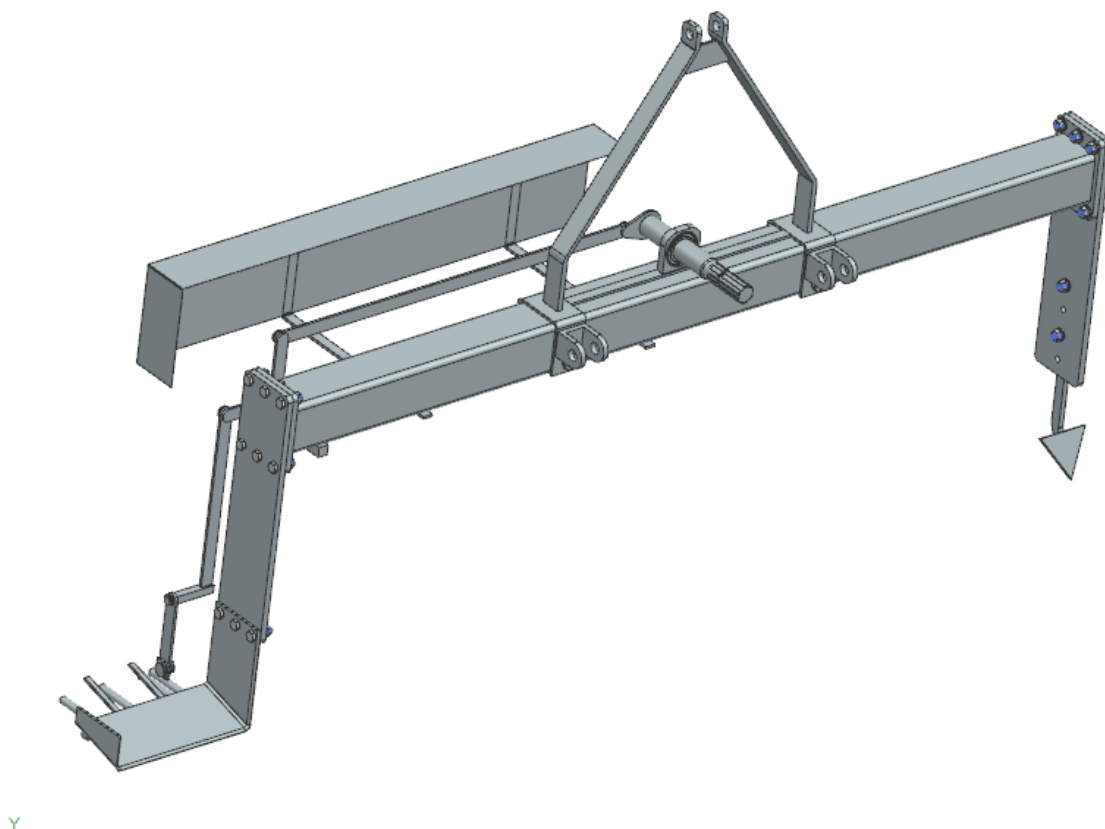
se s ním snadněji manévruje. Pohon je zajištěn pouze přes kardan, takže zařízení je mechanicky spolehlivější a vyžaduje minimální údržbu. Tento stroj stromky podrýpne, vyklepe hlínu z kořenového systému a ponechá je na řádku, odkud je následně pracovníci musí ručně naložit na káru a odvézt. Na začátku práce je proces rychlejší, ale postupem času dochází k únavě pracovníků, což snižuje celkový výkon. K obsluze tohoto vyorávače stačí jeden řidič traktoru a libovolný počet pracovníků, kteří sbírají a nakládají stromky za ním.

2.1.6 Vyorávač a jeho hlavní části

Vyorávač ovocných stromků se skládá z pěti hlavních částí, rámu, uchycení vyorávače, hlavního nože, pomocného nože a pohybových částí. Každá tato část je důležitá k celkové funkci vyorávače.

Celý vyorávač

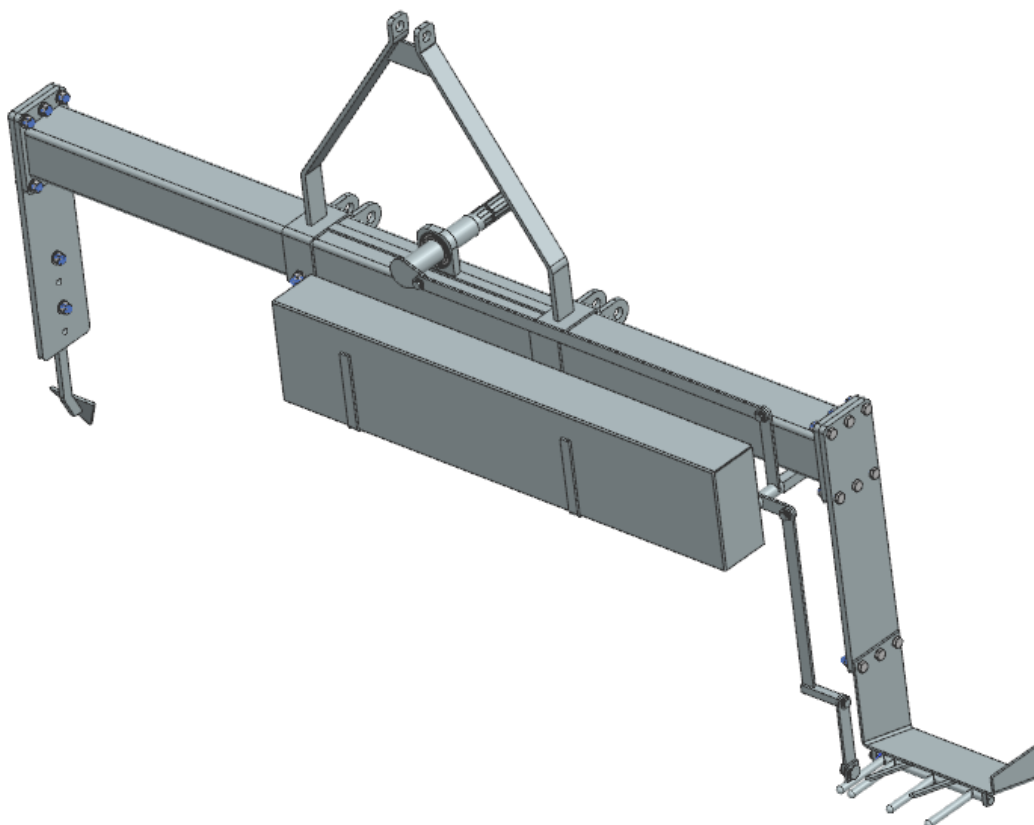
Na obrázku 12 je zobrazen celý model vyorávače z přední strany. Díky tomuto pohledu si můžete udělat představu o tom, jak stroj vypadá a kde se nacházejí jeho hlavní části. Zepředu je dobře vidět rám stroje, oba nože a vstupní hřídel do vyorávače. Tento pohled pomáhá lépe pochopit, jak bude zařízení fungovat při práci na poli.



Obr. 12: Vyorávač z přední strany

Zdroj: Vlastní

Na obrázku číslo 13 je zobrazen kompletní model vyorávače z jeho zadní strany. Tento pohled umožňuje detailněji porozumět konstrukci stroje zezadu, zejména uspořádání a funkci jednotlivých komponent. Jasně jsou patrné všechny pohyblivé části, které zajišťují samotný proces klepání, včetně samostatného klepadla. Zřetelně je vidět také ochranná krytka, která slouží k bezpečnému zakrytí pohyblivých prvků a chrání obsluhu před možným zraněním i stroje před vnějšími vlivy. Tento pohled je důležitý pro pochopení technického řešení a ergonomie stroje při provozu.



Obr. 13: Vyorávač ze zadní strany

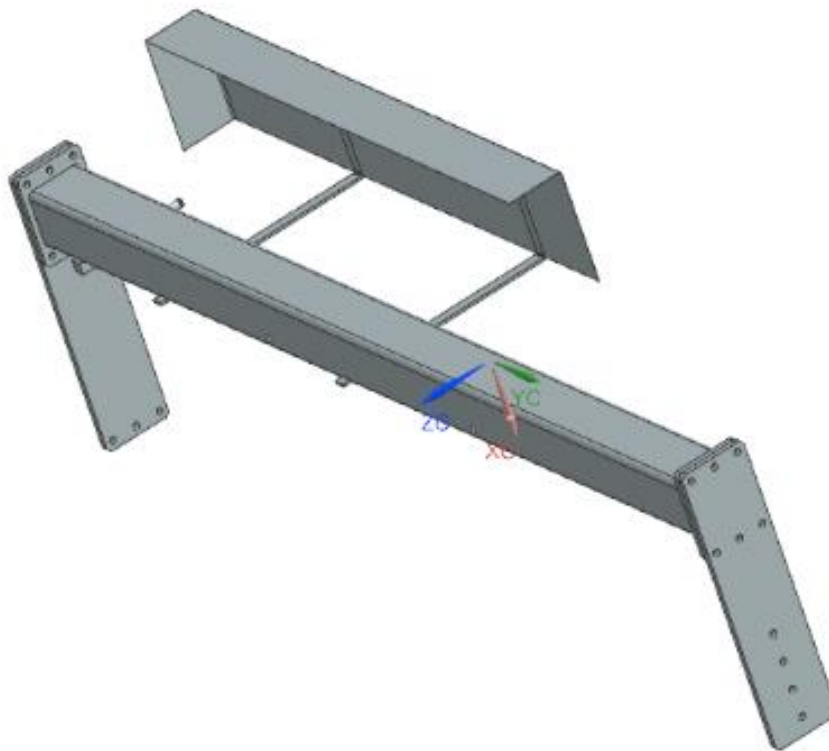
Zdroj: Vlastní

Rám

Rám představuje základní nosnou konstrukci celého vyorávače a tvoří jeho nejdůležitější stavební prvek. Je navržen tak, aby zajistil dostatečnou pevnost, stabilitu a odolnost vůči mechanickému zatížení během provozu. Vyroben je z ocelového čtyřhranného profilu, který zajišťuje vysokou tuhost a dlouhou životnost zařízení i při práci v náročných podmínkách. Součástí rámu jsou dva boční díly, které slouží k uchycení pracovních nožů. Tyto boky jsou navrženy tak, aby umožňovaly snadnou montáž i případnou výměnu nožů podle potřeby. Dále je rám doplněn o bezpečnostní krytku, která chrání obsluhu před pohyblivými částmi stroje. Dále na rámu jsou přivařeny úchyty krytky, které zajišťuje pevné uchycení

krytky v požadované poloze. K rámu jsou také navařeny další pomocné části, které slouží k upevnění doplňkových komponentů nebo k zajištění správné funkce celého zařízení.

Na obrázku 14 je zobrazen kompletní rám stroje s boky i navařenými částmi, jež jsou důležité pro funkčnost celého systému.



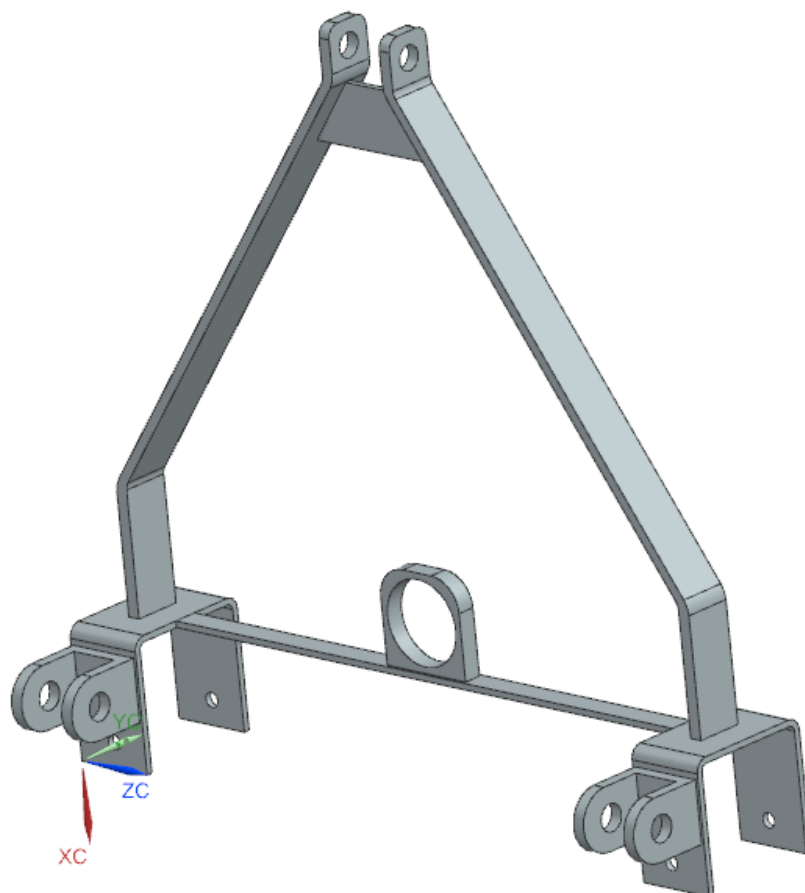
Obr. 14: Rám

Zdroj: Vlastní

Uchycení vyorávače

Uchycení vyorávače zajišťuje jeho pevné spojení s traktorem prostřednictvím standardního tříbodového závěsu. Tento závěs se skládá ze dvou spodních hydraulických ramen, která umožňují vertikální pohyb stroje, a horního třetího bodu, jenž slouží ke stabilizaci a správnému naklonění zařízení během práce. Díky tomuto systému je možné vyorávač snadno připojit i odpojit, což usnadňuje manipulaci a zvyšuje flexibilitu používaného traktoru. Součástí konstrukce je také uchycení ložiska, do kterého je vložena vstupní hřídel. Tato hřídel přenáší mechanickou energii z vývodového hřídele traktoru na pracovní části vyorávače a zajišťuje tak jeho pohon. Uchycení vyorávače k rámu je realizováno pomocí šroubových spojů, které umožňují pevné a bezpečné spojení jednotlivých částí, ale zároveň dovolují případnou demontáž při údržbě nebo výměně komponentů.

Na obrázku 15 je zobrazeno uchycení vyorávače.



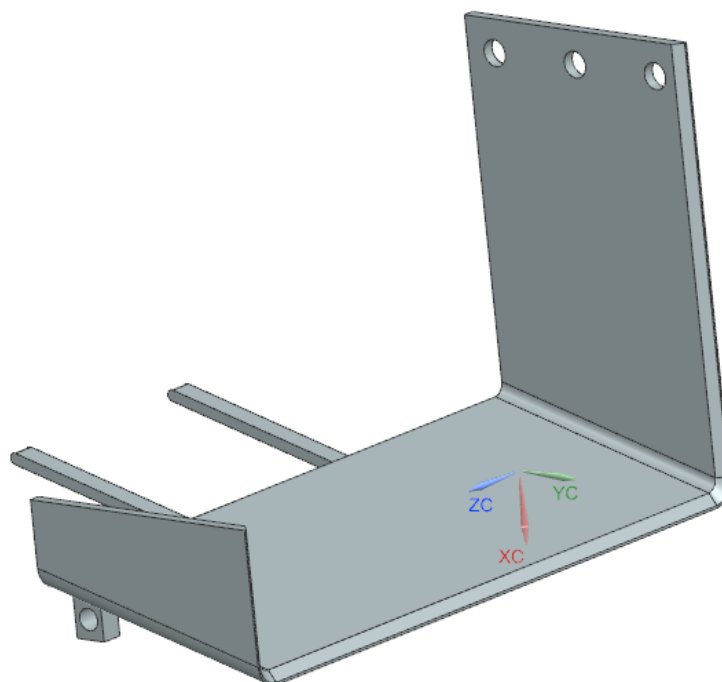
Obr. 15: Připojení k traktoru

Zdroj: Vlastní

Hlavní nůž

Hlavní nůž představuje klíčovou pracovní část vyorávače, bez které by samotný proces vyorávání nebyl možný. Je umístěn ve spodní části stroje, kde přichází do přímého kontaktu s půdním profilem. Při pohybu stroje vpřed nůž horizontálně proniká pod hlavní kořenový systém stromků a odděluje je od země. Díky specifickému sklonu a tvaru nože dochází k postupnému nadzvedávání stromků, což umožňuje jejich plynulé uvolnění bez poškození kořenů. Nadzvednuté stromky jsou následně vyklepány klepadlem stroje, které odstraní přebytečnou zeminu. Konstrukčně je hlavní nůž vyroben z odolné oceli, která zajišťuje dlouhou životnost i při práci v náročných podmínkách. Je připojen pomocí šroubových spojů, což umožňuje jeho snadnou demontáž nebo výměnu. Tato část stroje je zásadní pro efektivní a šetrné vyorávání stromků, a její správné nastavení výrazně ovlivňuje kvalitu výsledné práce.

Na obrázku 16 je zobrazen hlavní nůž s prodloužením a uchycením čepu.



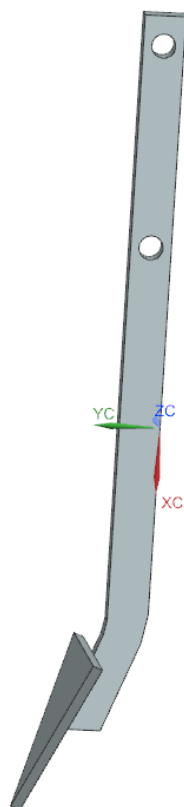
Obr. 16: Hlavní nůž

Zdroj: Vlastní

Pomocný nůž

Pomocný nůž je konstrukčně umístěn na opačné straně vyorávače než nůž hlavní. Jeho primární funkcí není samotné vyorávání stromků, ale zajištění stabilizace stroje během provozu. Díky své poloze pomáhá udržovat vyorávač s traktorem v rovině. Tím dochází ke snížení bočních tahů, které by jinak mohly negativně ovlivnit směr jízdy traktoru, způsobit vychýlení stroje z řádku a tím snížit kvalitu samotného vyorávání. Další výhodou pomocného nože je jeho pozitivní vliv na rovnoměrné zatížení tříbodového závěsu traktoru. Tím se zvyšuje celková stabilita stroje, což je zvláště důležité při práci na delších úsecích nebo v mírně nerovném terénu. Z konstrukčního hlediska je pomocný nůž připevněn k rámu stroje pomocí šroubových spojů. Toto řešení umožňuje nejen pevné a bezpečné uchycení, ale také snadnou demontáž při pravidelné údržbě, kontrole nebo výměně opotřebovaných dílů. Jeho správné nastavení a funkčnost mají zásadní vliv na celkovou efektivitu a přesnost práce vyorávacího zařízení.

Na obrázku17 je zobrazen pomocný nůž.



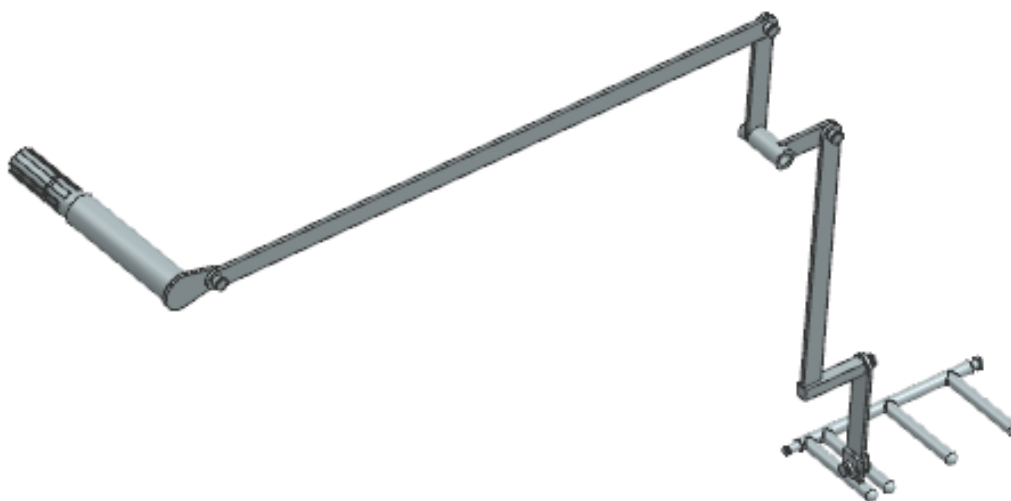
Obr. 17: Pomocný nůž

Zdroj: Vlastní

Pohyblivé části

Pohyblivé části vyorávače se skládají ze šesti konstrukčních prvků, z nichž dva tvoří svařence. Tyto části společně slouží k rozklepání klepadla, které je upevněné na hlavním noži pomocí čepového spoje. Klepadlo je navrženo tak, aby při svém pohybu účinně odstraňovalo zeminu z kořenového systému stromků. K rozpohybování klepadla dochází prostřednictvím otáček přenášených z vývodové hřídele traktoru, tzv. „kardanu“. Tyto otáčky jsou mechanicky převáděny na pohyblivý mechanismus, který zajišťuje rytmický a plynulý třesací pohyb klepadla, které vyklepe hlínu z kořenového systému. Celý systém pohyblivých částí je navržen s důrazem na spolehlivost, odolnost vůči opotřebení a snadnou údržbu. Použité materiály a konstrukční řešení umožňují dlouhodobý provoz i v náročných podmínkách. Správná funkce těchto částí má zásadní vliv na kvalitu práce stroje a celkovou efektivitu vyorávacího procesu.

Na obrázku 18 jsou zobrazeny celé pohyblivé části.



Obr. 18: Pohyblivé části

Zdroj: Vlastní

2.1.7 Popis konstrukční práce

Při konstrukci vyorávacího stroje bylo postupováno s důrazem na funkčnost, výrobní jednoduchost a kompatibilitu s běžnými zemědělskými traktory. Jednotlivé části byly navrhovány tak, aby tvořily celek, který bude odolný vůči zatížení při práci v terénu a zároveň snadno výrobitelný z polotovarů. Jako první byl konstruován rám stroje, který je základním konstrukčním a nosným prvkem. Rám byl navržen tak, aby mírně přesahoval obrys traktoru, čímž se zajišťuje dostatečný pracovní prostor při vyorávání. V další fázi bylo navrženo uchycení stroje k traktoru na tříbodový závěs. Uchycení je navrženo tak, aby umožňovalo snadné připojení k běžným zemědělským traktorům a zároveň poskytovalo dostatečnou stabilitu při práci. Třetím krokem bylo vytvoření hlavního nože, který slouží k podřezání půdy pod kořeny. Nůž byl navržen jako jednostranně šikmý, aby dokázal posuvem traktoru vyvést stromky nad zem, kde je vyklepe klepadlo. Nůž je uchycen k rámu pomocí šroubových spojů, což umožňuje jeho výměnu nebo úpravu. Následně jsem navrhl pomocný nůž, který z hlediska mechaniky pohybu pomáhá vyrovnávat boční síly působící na traktor při vyorávání, čímž zvyšuje stabilitu stroje a snižuje namáhání závěsu. Tím se zlepšuje ovladatelnost stroje a snižuje riziko vychýlení z pracovní dráhy. K rámu je připevněn pomocí šroubových spojů, což zjednodušuje jeho výměnu při rozbití. Jako předposlední jsem konstruoval pohyblivé části stroje, které slouží k přenosu výkonu z traktoru na vyorávač. Tato část mění rotační pohyb na pohyb posuvný, který rozpohybovává klepadlo. Jako poslední byly vloženy spojovací součásti a ložisko. Celý návrh byl konstruován a postupně ověřován v softwaru Siemens NX.

Shrnutí práce na vyorávači

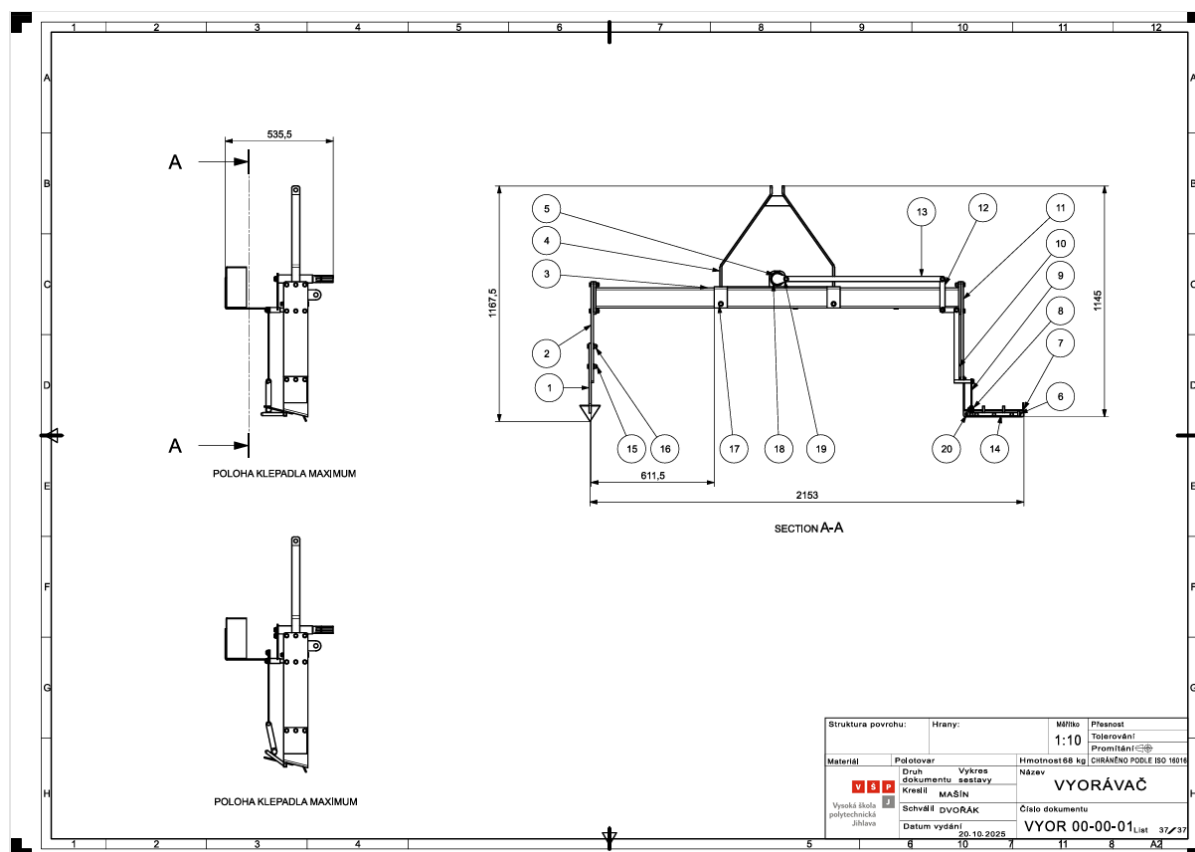
Hlavní sestava vyorávače se skládá z celkem 29 jednotlivých modelů, které tvoří konstrukční základ stroje. Tyto modely se nejprve spojují do sedmi podsestav, které jsou buď svařené, nebo mechanicky

propojené. Podsestavy představují základní části vyorávače. Všechny podsestavy se následně spojují do hlavní sestavy, která tvoří jeden kompaktní celek.

Na celý vyorávač bylo použito 19 šroubů, 19 podložek, 19 matek, 7 pojistných kroužků a 1 ložisko. Tyto spojovací a funkční prvky zajišťují pevnost, stabilitu a správnou funkci stroje při provozu.

2.1.8 Příklad výkresové dokumentace a kusovníku

Obrázek 19 zachycuje technický výkres hlavní sestavy vyorávače. Tento výkres slouží jako důležitý konstrukční dokument, který znázorňuje celkové uspořádání stroje a vzájemné vztahy mezi jednotlivými částmi. Umožňuje získat přehled o prostorovém rozmístění komponent a jejich napojení v rámci celku. Výkres je využíván nejen při samotné výrobě, ale také při montáži a kontrole správného sestavení zařízení. Díky přesnému zobrazení konstrukce je možné zajistit, aby byl stroj sestaven v souladu s návrhem a plně funkční pro provozní nasazení.



Obr. 19: Výkres hlavní sestavy

Zdroj: Vlastní

Na obrázku 20 je kusovník hlavní sestavy, slouží jako přehledný seznam všech dílů, součástí a materiálů potřebných k výrobě nebo montáži konkrétního zařízení. Obsahuje názvy jednotlivých částí, jejich množství, označení, výrobní čísla nebo normy. V konstrukční dokumentaci je nedílnou součástí výkresů a technických podkladů, protože zajišťuje jednoznačnou identifikaci všech prvků potřebných k realizaci výrobku.

Číslo poz.	Název - označení	Výkres - norma	Množství	Hmotnost
	Polotovár	Materiál		
21	KROUŽEK 7	ČSN 02 2929.00	1	0,2
20	KROUŽEK 12	ČSN 02 2929.00	6	0,2
19	LOŽISKO 6008	ČSN 02 4630	1	0,2
18	ŠROUB M12x130	ISO 4017	2	0,1
17	PODLOŽKA 12	ISO 7089 - 200 HV	19	0,01
16	Matice M12x1,5	ISO 4032 - 6	19	0,05
15	ŠROUB M12x40	ISO 4017	17	0,1
14	Klepadlo	VYOR 11-00-00	1	0,9
	odlitek	422 410		
13	První pásovina	VYOR 22-00-00	1	0,8
	Tyč plochá EN 10058-5x25x800	11 500		
12	Převodník	VYOR 00-07-00	1	0,5
11	Bok 1	VYOR 01-00-00	1	5,5
	Tyč plochá EN 10058-120x12x500	11 500		
10	Prostřední svařenec	VYOR 00-04-00	1	0,6
9	Poslední pásovina	VYOR 17-00-00	1	1,7
	Tyč plochá EN 10058-15x15x165	11 500		
8	Čep horní	VYOR 04-00-00	1	0,1
	Ø 25-29 ČSN 425510.12	11 500		
7	Hlavní nůž s návarky	VYOR 00-03-00	1	2,6
6	Čep dolní	VYOR 03-00-00	1	0,2
	Ø 15-274 ČSN 425510.12	11 500		
5	Tisícilhran s návarkem	VYOR 00-06-00	1	2,5
4	Držení	VYOR 00-01-00	1	6,6
3	Rám	VYOR 00-02-00	1	32
2	Bok 2	VYOR 02-00-00	1	5,5
	Tyč plochá EN 10058 -120x12x500	11 500		
1	Pomocný nůž svařený	VYOR 00-05-00	1	0,7

Struktura povrchu:	Hrany:	Měřítko 1:10	Přesnost Tolerování Promítání
Materiál	Polotovár	Hmotnost 68 kg	CHRÁNĚNO PODLE ISO 16016
	Druh dokumentu Kusovník	Název VYORÁVAČ	
Vysoká škola polytechnická Jihlava	Kreslil MAŠIN	Číslo dokumentu VYOR 00-00-01	List 37/37
	Schválil DVOŘÁK		
	Datum vydání 20.10.2025		

Obr. 20: Kusovník hlavní sestavy

Zdroj: Vlastní

2.1.9 Ukázka nákupních specifikací

Nákupní specifikace slouží k přehlednému určení kupovaných součástek. Uvádí přesné označení výrobku, rozměry, materiál, výrobce, katalogové číslo a další technické údaje potřebné pro správný výběr. Nákupní specifikace slouží k jednoznačnému určení kupovaných součástek, komponentů nebo materiálů. Obsahuje přesné označení výrobku, rozměry, použitý materiál, katalogové číslo a další

technické údaje důležité pro správný výběr. Díky nákupní specifikaci je možné předejít chybám při objednávání a zamezit záměně dílů. Slouží jako důležitý podklad pro komunikaci s dodavateli a dává se s technickou dokumentací projektu.

Popis součásti:	Pojistný třmenový kroužek
Výrobek v souladu s normou:	ČSN 02 2929
Specifické rozměry:	Velký Ø 23 mm, malý Ø 12 mm
Materiál:	AISI 304
Katalogové číslo:	KROUŽEK 12 ČSN 02 2929.00

Tabulka 2: Ukázka nákupní specifikace

Zdroj: Vlastní

2.2 Diskuse

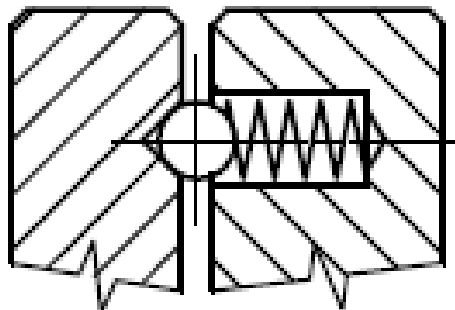
Při návrhu vyorávacího stroje na ovocné stromky se ukázalo, že nejtěžší bylo zkonstruovat pohyblivé části stroje. Zatímco nosné části stroje a nože stroje se rýsovali podstatně jednodušeji, konstrukce mechanismů zajišťujících pohyb klepadla si vyžádala výrazně více času. Nejproblematictější bylo navrhnout pohyb klepadla, který by zajistil správný a spolehlivý pohyb bez zadrhávání. Nejkritičtější místem stroje je také pohyblivá součást stroje. Pohyblivé části nejsou vybaveny žádnou pojistkou proti přetížení, což znamená, že v případě náhlého odporu například při nárazu klepadla na kámen nebo jinou překážku v půdě může dojít k mechanickému poškození stroje. Tato skutečnost představuje riziko pro praktické použití stroje, zejména v místech, kde je v půdě hodně kamení a jiných překážek. Do budoucna by bylo vhodné zvážit doplnění konstrukce o pojištění vůči přetížení, aby nedošlo k poškození stroje. Navzdory těmto omezením návrh splňuje základní požadavky na funkčnost a představuje solidní základ pro další vývoj. Diskutované nedostatky zároveň otevírají prostor pro inovace a vylepšení, které by mohly výrazně zvýšit spolehlivost a životnost stroje v reálném provozu.

2.2.1 Návrh ochrany pohyblivých částí

V rámci konstrukce stroje byla identifikována potřeba ochrany pohyblivých částí před přetížením, které může nastat zejména při práci v nerovném nebo kamenitém terénu. Největším rizikem je náraz klepadla na pevnou překážku, například kámen či kořen, což může vést k náhlému zastavení pohybu a následné destrukci mechanismu. Taková porucha by nejen znamenala finanční ztrátu v podobě nutné opravy či výměny poškozených dílů, ale také by mohla způsobit dlouhodobé odstavení stroje z provozu, což je pro zemědělce značně nevýhodné. Jako vhodné řešení se nabízí zapracování vysmekovací spojky do stroje, která by při překročení nastaveného točivého momentu automaticky odpojila pohon a tím zabránila poškození konstrukce. Spojka by se umístila na vstupní hřídel vyorávače, což je strategické místo, kde lze nejúčinněji eliminovat přenos nadměrného zatížení na celý pracovní mechanismus. Díky tomuto řešení se zajistí přímá ochrana pohyblivých částí stroje. Vložení spojky by výrazně zvýšilo spolehlivost a bezpečnost stroje, protože by minimalizovalo riziko havarijních situací a prodloužilo životnost jednotlivých komponent. Implementace tohoto prvku tedy představuje nejen technické zlepšení, ale i praktický přínos pro uživatele, kteří získají jistotu, že jejich zařízení bude schopné dlouhodobě pracovat bez vážnějších poruch.

Zde bych volil spojku vysmekovací kuličkovou, která se vždy protočí, když nastane větší točivý moment, než na který je nastavená.

Na obrázku je viděn princip vysmekovací spojky



Obr. 21: Princip vysmekovací spojky
Zdroj: Svobodová, (2013)

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo navrhnout a realizovat konstrukční řešení vyorávacího zařízení pro ovocné stromky, které umožní efektivnější a zároveň šetrnější vyorávání. Hlavní důraz byl kladen na zachování kvality kořenového systému a snížení fyzické námahy pracovníků.

V teoretické části byla popsána problematika ovocného školkařství, používané technologie pěstování a principy mechanizace při vyorávání stromků. Součástí práce byla rovněž analýza dostupných typů vyorávačů na trhu, jejich konstrukčních řešení, způsobu pohonu a ergonomie obsluhy. Na základě této analýzy byly identifikovány jejich hlavní výhody i nedostatky.

Na základě poznatků z teoretické části byl navržen vlastní koncept vyorávacího zařízení, který splňuje požadavky na jednoduchou obsluhu, nízkou poruchovost a snadnou údržbu. Konstrukce zařízení je tvořena rámem, hlavním nožem, pomocným nožem a pohybovým mechanismem, který je napojený na vývodový hřídel traktoru. Návrh klade důraz na pevnost, provozní spolehlivost a minimalizaci poškození kořenového systému při práci.

Praktická část zahrnuje zpracování výkresové dokumentace, nákupní specifikaci jednotlivých kupovaných součástí potřebných pro výrobu zařízení. Při návrhu byly zohledněny běžně dostupné materiály a komponenty, což zjednodušuje případnou realizaci prototypu a jeho následné ověření v praxi.

Navržené zařízení představuje technicky i ekonomicky zajímavou alternativu ke komerčně dostupným vyorávačům. Dalším krokem do budoucna by mělo být ověření funkčnosti prostřednictvím fyzického prototypu a optimalizace konstrukčních prvků na základě praktických testů.

Seznam použité literatury

- ARCHIV ZETOR. Červené traktory, které zná skoro každý. Zetor s nimi zaplavil Česko i svět. [online]. 2025. Aktuálně.cz. Dostupné z: <https://zpravy.aktualne.cz/ekonomika/auto/zetor-historie/r~27346cc2006711ee8c6f0cc47ab5f122/r~83f13d44ff9711ed93abac1f6b220ee8/> [cit. 2025-10-09].
- ASZ ČR. Koně na poli – setkání příznivců. [online]. 2021. Asociace soukromého zemědělství ČR. [cit. 2025-10-09]. Dostupné z: <https://www.asz.cz/cs/zpravy-z-tisku/vystavy-a-seminare/kone-na-poli-setkani-priznivcu.html>
- BURDA, Pavel; NÁROVCOVÁ, Jarmila; NÁROVEC, Václav; KUNEŠ, Ivan; BALÁŠ, Martin aj. Technologie pěstování listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách: certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2015. ISBN 978-80-7417-097-3.
- ČERVENKA, Karel. Ovocnictví. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1967.
- DÍLY NA TRAKTORY (2018) Kloubová hřídel 40 kW. [online] Dostupné z: <https://dilynatraktory.cz/kloubova-hridel-40-kw> [Získáno 2. listopadu 2025]
- HATCH, Peter J. The Fruits and Fruit Trees of Monticello. Charlottesville, VA: University Press of Virginia, 1998. 222 s. ISBN 978-0813917467.
- HNOJNÍK. [online]. 2020, 2025. [cit. 2025-03-02]. Dostupné z: <https://hnojik.cz/ovocne-stromy-2/>
- HORYNOVÁ, A. a kol. Praktické zahradnictví: Ovocnictví – zelinářství. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1966.
- HURYCH, Václav. Sadovnictví. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1972.
- CHATRNÝ, Dalibor. Nepohlavní rozmnožování rostlin. [online]. Střední zemědělská škola a Střední odborné učiliště lesnické a zahradnické (SZES-LA), 1970. [cit. 2025-10-09]. Dostupné z: <https://www.szes-la.cz/objekty/nepohlavni-rozmnozovani-rostlin.pdf>
- JAN, Tomáš. Peckoviny: přes 160 barevných fotografií a popisů odrůd peckovin. Olomouc: Vydavatelství Petr Baštan, 2011. ISBN 978-80-87091-18-0.
- LUŽA, Josef. Škola ovocnáře. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1970. 299 s.
- MAZETECH s.r.o. (2024) Třibodový závěs traktoru – vysvětlení. [online] Dostupné z: <https://www.mazetech.cz/nase-novinky/tribodovy-zaves-traktoru-vysvetleni/> [Získáno 2. listopadu 2025].
- NESRSTA, Dušan. Jádroviny: přes 160 barevných fotografií a popisů odrůd jádrovin. Olomouc: Vydavatelství Petr Baštan, 2011. ISBN 978-80-87091-17-3.
- NESRSTA, Dušan a LUDVÍK, Martin. Přehled zralosti doporučených odrůd jádrovin. Ovocnářská unie ČR, 2010.
- OVOCNÁŘSKÁ UNIE ČESKÉ REPUBLIKY. Historie českého ovocnářství. [online]. 2025. [cit. 2025-02-28]. Dostupné z: <https://www.ovocnarska-unie.cz/z-historie>

- POLAGRO. Vyorávací zařízení – školkařský kombajn Solan typ Z. [online]. 2000, 2025. [cit. 2025-03-02]. Dostupné z: <https://polagro.cz/technika-pro-vinice-sady-a-zeleninu/product/19636:vyoravaci-zarizeni-skolkarsky-kombajn-typ-z452>
- POTULNÝ SADAŘ. Volba podnože – až na prvním místě. [online]. 2018. [cit. 2025-10-09]. Dostupné z: <https://www.potulnysadar.cz/blog/sazeni/volba-podnoze-az-na-prvnim-miste/>
- PRODEJ STROMKŮ. Jak správně zvolit tvar ovocného stromku. [online]. 2004. [cit. 2025-10-09]. Dostupné z: <https://www.prodejstromku.cz/prakticke-informace/doporuceni-pred-nakupem/jak-spravne-zvolit-tvar-ovocneho-stromku/>
- RAY, P. K. Plant Nursery Management: How to Start and Operate a Plant Nursery. Scientific Publishers (India), 2012. ISBN 978-9381450072.
- SUŠKOVÁ, Miriam. Zborník príspevkov Lesné semenárstvo, škôlkarstvo a umelá obnova lesa 2016. [online]. Snina: Združenie lesných škôlkarov Slovenskej republiky, 2016. ISBN 978-80-972366-2-5. [cit. 2025-02-28]. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/03/Zbornik-2016.pdf>
- SVOBODOVÁ, M. Pojistné spojky – výukový materiál VY_32_INOVACE_14-13. [online]. Brno: SPŠ a VOŠ technická Brno, bez data. [cit. 2025-10-26]. Dostupné z: https://www.sokolska.cz/DUMy/SPS,%20MEC,%20CAD/VY_32_INOVACE_14-13.pdf
- VEČEŘA, Ludvík. Ovocné stěny a jejich pěstování. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1967.