

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů



Diplomová práce

**Porovnání dvoufázové a jednofázové sklizně polních
plodin a dopad na výnos a kvalitu produkce**

Bc. Ondřej Blecha

© 2024 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Ondřej Blecha

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Porovnání dvoufázové a jednofázové sklizně polních plodin a dopad na výnos a kvalitu produkce

Název anglicky

Comparison of two-phase and one-phase harvesting of field crops and impacts on yield and quality of production

Cíle práce

Cílem práce je zhodnocení dopadů dvoufázové sklizně porostů polních plodin na celkové předsklizňové a sklizňové ztráty, výnos a kvalitu produkce a energetickou náročnost sklizně při porovnání se standardní jednofázovou sklizní.

Metodika

1. Vypracování literárního přehledu na uvedené téma, historický vývoj technologií sklizeně a trendy sklizně polních plodin s ohledem na plánované legislativní požadavky na snižování negativních dopadů intenzivního zemědělství.
2. Výběr vhodných provozů a metodické rozpracování polních pokusů.
3. Hodnocení předsklizňových a sklizňových ztrát.
4. Hodnocení energetické náročnosti sklizně.
5. Hodnocení kvalitativních ukazatelů sklizené produkce.
6. Ekonomické porovnání technologických postupů sklizně.
7. Závěr.

Doporučený rozsah práce

55 až 65 stran včetně tabulek, obrázků a grafů

Klíčová slova

Výnos zrna nebo semen; vlhkost zrna; energetická náročnost; sklizňové ztráty

Doporučené zdroje informací

- BRANT, Václav; KROULÍK, Milan; KRČEK, Vítězslav; KRÁSA, Josef; KAPIČKA, Jiří; HAMOUZ, Pavel; LUKÁŠ, Jan; ZÁBRANSKÝ, Petr; ŠKEŘÍKOVÁ, Michaela; ŠKEŘÍK, Josef; JOB, Zdeněk; LANG, Jan; PETRUS, David; ČESKO. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, ; AGRA ŘISUTY (FIRMA). *Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby*. České Budějovice: Kurent, s.r.o., 2020. ISBN 978-80-87111-81-9.
- HEEGE, Hermann J. *Precision in crop farming : site specific concepts and sensing methods: applications and results*. Dordrecht: Springer, 2013. ISBN 978-94-007-6759-1.
- KUMHÁLA, František; ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ. *Zemědělská technika : stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-213-1701-7.
- MIU, Petre. *Combine harvesters : theory, modeling, and design*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016. ISBN 1466505125.
- ZHANG, Qin. *Precision agriculture technology for crop farming*. Boca Raton: CRC Press, 2016. ISBN 9781482251081.

Předběžný termín obhajoby

2023/2024 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Milan Kroulík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 2. 2. 2023

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 3. 2023

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Porovnání dvoufázové a jednofázové sklizně polních plodin a dopad na výnos a kvalitu produkce" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. března 2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu doc. Ing. Milanu Kroulíkovi, Ph.D. za vedení diplomové práce, podporu při zpracování, cenné rady a věcné připomínky. Dále bych chtěl poděkoval dotčeným zemědělským podnikům za možnost provedení měření a získání dat. Stejně tak děkuji za vstřícnost obsluhám zemědělských strojů při získávání provozních informací. Velké díky také patří rodině za trpělivost a podporu při tvorbě práce.

Porovnání dvoufázové a jednofázové sklizně polních plodin a dopad na výnos a kvalitu produkce

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá porovnáním jednofázové a dvoufázové sklizně určitých polních plodin. Práce popisuje jednotlivé způsoby dvoufázové sklizně, které jsou používány na našem území, tak způsoby používané v různých koutech světa. Samotné porovnání se následně zabývá zejména analýzou kvalitativních a kvantitativních parametrů obou druhů sklizně u plodin řepka, pšenice a sója. Práce má za cíl zhodnotit jednotlivé způsoby sklizně také z ekonomického hlediska, kdy bere v potaz zejména energetickou náročnost daných sklizní a nákladovou náročnost nutné posklizňové úpravy produkce, zejména pak sušení a čištění dané komodity do stavu vhodného pro dlouhodobé skladování.

Klíčová slova: Výnos zrna nebo semen; vlhkost zrna; energetická náročnost; sklizňové ztráty; kvalita sklizně, ekonomické zhodnocení, HTS

Comparison of two-phase and one-phase harvesting of field crops and impacts on yield and quality of production

Abstract

This master's thesis deals with the comparison of one-phase and two-phase harvesting of certain field crops. The thesis describes the different methods of two-phase harvesting that are used in our territory and the methods used in different parts of the world. The comparison itself then deals mainly with the analysis of qualitative and quantitative parameters of both types of harvesting for the crops rape, wheat and soybean. The aim of the work is to evaluate the different harvesting methods also from an economic point of view, taking into account in particular the energy intensity of the harvests in question and the cost of the necessary post-harvest treatment of the production, especially the drying and cleaning of the commodity in question to a state suitable for long-term storage.

Keywords: Grain or seed yield; grain moisture; energy intensity; harvest losses; harvest quality, economic evaluation, TSW

Obsah

| | |
|--|----------|
| 1. Úvod..... | 1 |
| 2. Cíl práce a metodika | 2 |
| 2.1 Cíl práce | 2 |
| 2.2 Metodika | 2 |
| 3. Teoretická východiska | 3 |
| 3.1 Sklizeň zrnin v tuzemsku | 3 |
| 3.2 Chemická ochrana porostu před sklizní | 4 |
| 3.2.1 Lepení | 4 |
| 3.2.2 Desikace..... | 5 |
| 3.3 Trendy v rámci sklizňové techniky | 6 |
| 3.3.1 Autonomní sklízecí mlátičky | 6 |
| 3.3.2 Kloubová mlátička | 8 |
| 3.3.3 Vyčesávací adaptér | 9 |
| 3.3.4 NeXaT..... | 10 |
| 3.4 Dělená sklizeň | 11 |
| 3.5 Vývoj jednotlivých fází dělené sklizně až do motorizované podoby | 12 |
| 3.6 Dvoufázová sklizeň 20. století | 13 |
| 3.7 Třífázová sklizeň | 14 |
| 3.8 Dělená sklizeň současnosti na našem území | 15 |
| 3.8.1 Dvoufázová sklizeň píce..... | 16 |
| 3.8.2 Dvoufázová sklizeň zrnin, travin a jetelovin. | 16 |
| 3.9 Princip dvoufázové sklizně polních plodin | 18 |
| 3.10 Dvoufázová sklizeň olejnin..... | 19 |
| 3.10.1 Sklizeň řepky olejné..... | 19 |
| 3.10.2 Dvoufázová sklizeň řepky olejné ve světě..... | 20 |
| 3.10.3 Posouzení porostu řepky olejné před sklizní | 20 |
| 3.10.4 Řádkování řepky olejné | 22 |
| 3.10.5 Sběr a výmlat řepky olejné | 23 |
| 3.10.6 Výhody dvoufázové sklizně řepky olejné..... | 23 |
| 3.10.7 Nevýhody dvoufázové sklizně řepky olejné..... | 24 |
| 3.10.8 Pushing..... | 24 |
| 3.10.9 Hořčice..... | 25 |
| 3.10.10 Len | 26 |
| 3.10.11 Lnička | 26 |
| 3.10.12 Sója | 27 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.11 | Dvoufázová sklizeň obilnin..... | 27 |
| 3.11.1 | Posouzení porostu pro dvoufázovou sklizeň | 27 |
| 3.11.2 | Řádkování | 28 |
| 3.11.3 | Sklizeň sběrem | 29 |
| 3.11.4 | Dvoufázová sklizeň jako ochrana před škůdci | 29 |
| 3.12 | Dvoufázová sklizeň pohanky | 29 |
| 4. | Vlastní práce..... | 30 |
| 4.1 | Měření sklizně řepky olejné | 30 |
| 4.1.1 | Agrotechnická data k dotčenému poli | 30 |
| 4.2 | 1. polní měření sklizně řepky olejné | 32 |
| 4.2.1 | Popis porostu před řádkováním | 32 |
| 4.2.2 | Strojní řádkování..... | 33 |
| 4.2.3 | Ztráty způsobené řádkováním..... | 34 |
| 4.3 | 2. polní měření sklizně řepky olejné | 35 |
| 4.3.1 | Stav řádkovaného a stojatého porostu | 35 |
| 4.3.2 | Předsklizňové ztráty | 37 |
| 4.3.3 | Sklizeň řádkovaného porostu sklízecí mlátičkou..... | 37 |
| 4.3.4 | Sklizňové ztráty | 38 |
| 4.4 | 3. polní měření sklizně řepky olejné | 39 |
| 4.4.1 | Stav porostu před přímou sklizní | 39 |
| 4.4.2 | Předsklizňové ztráty | 39 |
| 4.4.3 | Přímá sklizeň stojatého porostu | 40 |
| 4.4.4 | Sklizňové ztráty | 41 |
| 4.5 | Kvalitativní a kvantitativní porovnání způsobů sklizně řepky | 42 |
| 4.6 | Ekonomické zhodnocení a porovnání způsobů sklizně řepky | 43 |
| 4.7 | Měření sklizně pšenice ozimé | 44 |
| 4.7.1 | Pole 1 – určené pouze pro dvoufázovou sklizeň..... | 44 |
| 4.7.2 | Pole 2 – určené pouze pro dvoufázovou sklizeň..... | 45 |
| 4.7.3 | Pole 3 – určené pro přímou sklizeň (2 řádky dvoufázovou sklizní) | 46 |
| 4.8 | 1. polní měření sklizně pšenice ozimé | 47 |
| 4.8.1 | Kvalitativní parametry pole 1 | 48 |
| 4.8.2 | Řádkování pole 1 | 49 |
| 4.8.3 | Sklizňové ztráty pole 1 | 49 |
| 4.8.4 | Kvalitativní parametry pole 2 | 50 |
| 4.8.5 | Řádkování pole 2 | 50 |
| 4.8.6 | Sklizňové ztráty pole 2 | 51 |
| 4.9 | 2. polní měření sklizně pšenice ozimé | 51 |
| 4.9.1 | Kvalitativní parametry pole 3 | 51 |
| 4.9.2 | Přímá sklizeň pole 3 | 52 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 4.9.3 | Kvalitativní parametry pole 1 | 53 |
| 4.9.4 | Skližeň řádkovaného porostu pole 1 | 53 |
| 4.9.5 | Sklizňové ztráty sklizeň pole 1 | 55 |
| 4.10 | 3. polní měření sklizně pšenice ozimé | 55 |
| 4.10.1 | Ztráty způsobené obrácením | 56 |
| 4.10.2 | Předsklizňové ztráty pole 2 | 56 |
| 4.11 | 4. polní měření sklizně pšenice ozimé | 56 |
| 4.11.1 | Předsklizňové ztráty pole 3 | 57 |
| 4.11.2 | Kvalitativní parametry pole 3 | 57 |
| 4.11.3 | Přímá sklizeň pole 3 | 59 |
| 4.11.4 | Sklizňové ztráty pole 3 | 59 |
| 4.12 | 5. polní měření sklizně pšenice ozimé | 60 |
| 4.12.1 | Kvalitativní parametry - řádky pole 3 | 61 |
| 4.12.2 | Skližeň řádků pole 3 | 61 |
| 4.12.3 | Sklizňové ztráty pole 3 | 62 |
| 4.12.4 | Kvalitativní parametry pole 2 | 62 |
| 4.12.5 | Předsklizňové ztráty pole 1 | 62 |
| 4.12.6 | Skližeň řádků pole 2 | 63 |
| 4.12.7 | Sklizňové ztráty pole 2 | 64 |
| 4.13 | Měření sóji | 64 |
| 4.14 | Řádkování sóji | 64 |
| 4.15 | Skližeň sóji - sběrem | 66 |
| 4.16 | Přímá sklizeň sóji | 67 |
| 4.17 | Zhodnocení způsobů sklizně sóji | 67 |
| 5. | Výsledky a diskuse | 69 |
| 5.1 | Dvoufázová sklizeň na našem území | 69 |
| 5.2 | Dvoufázová sklizeň řepky | 70 |
| 5.3 | Dvoufázová sklizeň pšenice | 72 |
| 5.4 | Dvoufázová sklizeň sóji | 74 |
| 6. | Závěr | 75 |
| 7. | Seznam použitých zdrojů | 77 |
| 8. | Přílohy | 83 |

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Sklízecí mlátička Fortschritt E 512 (Proficars, 2023) | 3 |
| Obrázek 2: Aplikační dron (Drahorád, 2022) | 5 |
| Obrázek 3: Autonomní sklízecí mlátička (Harper Adams, 2019) | 7 |
| Obrázek 4: Čínská autonomní sklízecí mlátička (Jedlička, 2021) | 8 |
| Obrázek 5: Kloubová sklízecí mlátička (Jedlička, 2016) | 9 |
| Obrázek 6: Vyčesávací adaptér Ozon (Jehlička, 2022) | 10 |
| Obrázek 7: Systém NeXaT vybavený sklízecí mlátičkou (Stehno, 2024)..... | 11 |
| Obrázek 8: Postup třífázové sklizně (Tempír et al., 1986) | 14 |
| Obrázek 9: Sběr řádků sklízecí rezačkou (Ryba, c2024)..... | 16 |
| Obrázek 10: Sečení s ukládáním na řádek (Pöttinger, c2024)..... | 16 |
| Obrázek 11: Dvoufázová sklizeň trav (Šejber, c2024) | 17 |
| Obrázek 12: Traktorový řádkovací adaptér (Kužel, 2023) | 18 |
| Obrázek 13: Samojízdný řádkovač (MacDon, c2024)..... | 18 |
| Obrázek 14: Semena řepky v optimální zralosti pro řádkování (Anamso, c2024)..... | 21 |
| Obrázek 15: Řádkování porostu řepky olejné..... | 22 |
| Obrázek 16: Sklizeň řepky sběrem (Canola Council of Canada, c2023) | 23 |
| Obrázek 17: Povalení porostu řepky (WSU CAHNRS, 2016)..... | 25 |
| Obrázek 18: Porost řepky ozimé..... | 32 |
| Obrázek 19: Řádkovač při sklizni řepky..... | 33 |
| Obrázek 20: Sběr ztrát | 34 |
| Obrázek 21: Rozdělený porost řepky ozimé..... | 35 |
| Obrázek 22: Stav dozrání semen řepky olejné - nalevo semena uložena v laboratoři, napravo semena z řádků..... | 36 |
| Obrázek 23: Sklízecí mlátička se sběracím | 37 |
| Obrázek 24: Přímá sklizeň řepky | 40 |
| Obrázek 25: Porovnání hodnot sklizené produkce řepky v závislosti druhu sklizně | 42 |
| Obrázek 26: Řádkování pole 1..... | 47 |
| Obrázek 27: Řádkovaný polehlý porost na poli 2..... | 48 |
| Obrázek 28: Sklízecí mlátička na poli 3 | 52 |
| Obrázek 29: Sklizeň sběrem - pole 1 | 54 |
| Obrázek 30: Obracení řádků pole 1 | 55 |
| Obrázek 31: Změna kvalitativních parametrů - stojatý porost | 58 |
| Obrázek 32: Změna kvalitativních parametrů - polehlý porost | 58 |
| Obrázek 33: Srostlé zrno pšenice ve sklizených řádcích..... | 60 |
| Obrázek 34: Sklizeň řádků pole 2..... | 63 |
| Obrázek 35: Řádkování porostu sóji..... | 65 |
| Obrázek 36: Rozdíl v hodnotách nákladů na hektar pro jednotlivé druhy sklizně řepky | 71 |
| Obrázek 37: Kvalitativní rozdíly produkce podle sklizně - pole 2 | 73 |
| Obrázek 38: Kvalitativní rozdíly produkce podle sklizně - pole 3 | 73 |
| Obrázek 39: Rozdíl v hodnotách nákladů na hektar pro jednotlivé druhy sklizně sóji | 74 |

Seznam tabulek

| | |
|--|----|
| Tabulka 1: Agrotechnické operace - řepka | 31 |
| Tabulka 2: Průměrné hodnoty porostu řepky | 32 |
| Tabulka 3: Stav zralosti semen řepky | 33 |
| Tabulka 4: Provozní hodnoty řádkovače | 34 |
| Tabulka 5: Sklizňové ztráty - řádkování řepka 6.7.2023 | 34 |
| Tabulka 6: Kvalitativní parametry řepky ozimé - 2. polní měření | 35 |
| Tabulka 7: Předsklizňové ztráty - řádky | 37 |
| Tabulka 8: Provozní hodnoty sklízecí mlátičky - sběr | 38 |
| Tabulka 9: Sklizňové ztráty - sběr | 38 |
| Tabulka 10: Kvalitativní parametry řepky ozimé - přímá sklizeň | 39 |
| Tabulka 11: Předsklizňové ztráty - přímá sklizeň | 39 |
| Tabulka 12: Provozní parametry sklízecí mlátičky - přímá sklizeň | 41 |
| Tabulka 13: Sklizňové ztráty - přímá sklizeň | 41 |
| Tabulka 14: Ztráty sklizně řepky ozimé | 42 |
| Tabulka 15: Nákladové rozdíly při rozdílném způsobu sklizně | 43 |
| Tabulka 16: Agrotechnické operace - pole 1 | 44 |
| Tabulka 17: Agrotechnické operace - pole 2 | 45 |
| Tabulka 18: Agrotechnické operace - pole 3 | 46 |
| Tabulka 19: Kvalitativní parametry před řádkováním - pole 1 | 48 |
| Tabulka 20: Provozní údaje řádkovač - pole 1 | 49 |
| Tabulka 21: Sklizňové ztráty řádkovač - pole 1 | 49 |
| Tabulka 22: Kvalitativní parametry před řádkováním - pole 2 | 50 |
| Tabulka 23: Provozní údaje řádkovač - pole 2 | 50 |
| Tabulka 24: Sklizňové ztráty řádkovač - pole 2 | 51 |
| Tabulka 25: Kvalitativní parametry - pole 3 | 51 |
| Tabulka 26: Provozní údaje sklízecí mlátička - pole 3 | 52 |
| Tabulka 27: Kvalitativní parametry před sklizní - pole 1 | 53 |
| Tabulka 28: Provozní údaje sklízecí mlátička - pole 1 | 54 |
| Tabulka 29: Sklizňové ztráty sběr - pole | 55 |
| Tabulka 30: Ztráty způsobené obrácením - pole 1 | 56 |
| Tabulka 31: Předsklizňové ztráty - pole 2 | 56 |
| Tabulka 32: Předsklizňové ztráty - pole 3 | 57 |
| Tabulka 33: Kvalitativní parametry před 2. sklizní - pole 3 | 57 |
| Tabulka 34: Provozní údaje 2. přímá sklizeň - pole 3 | 59 |
| Tabulka 35: Sklizňové ztráty 2. přímá sklizeň - pole 3 | 59 |
| Tabulka 36: Kvalitativní parametry před sklizní řádků - pole 3 | 61 |
| Tabulka 37: Provozní údaje sběr řádků - pole 3 | 61 |
| Tabulka 38: Sklizňové ztráty sběr řádků - pole 3 | 62 |
| Tabulka 39: Kvalitativní parametry před sklizní řádků - pole 2 | 62 |
| Tabulka 40: Předsklizňové ztráty po obrácení - pole 1 | 62 |
| Tabulka 41: Provozní údaje sběr řádků - pole 2 | 63 |
| Tabulka 42: Sklizňové ztráty - pole 2 | 64 |
| Tabulka 43: Provozní údaje a ztráty řádkovač - sója | 64 |
| Tabulka 44: Provozní údaje sběr řádků - sója | 66 |
| Tabulka 45: Ztráty sklizeň sběrem - sója | 66 |
| Tabulka 46: Provozní údaje přímá sklizeň - sója | 67 |
| Tabulka 47: Sklizňové ztráty přímá sklizeň - sója | 67 |

Slovník použité terminologie

HTS – Hmotnost tisíce semen

Swathing – anglický výraz pro řádkování porostu při dvoufázové sklizni používaný zejména v Severní Americe

Windrowing – výraz stejného významu jako Swathing, ale používaný zejména v Austrálii, Asii a části Evropy

Zelenyho test - Sedimentační test. Měří se množství sedimentu v suspenzi mouky a roztoku kyseliny mléčné po pevně stanoveném časovém intervalu. Obsah lepku stejně tak jeho kvalita významně ovlivňují hodnoty Zelenyho testu. Vyšší hodnoty signalizují vyšší množství a/nebo kvalitu lepku.

Pushing – anglický výraz pro povalení porostu řepky, k omezení předsklizňových ztrát

VJ - výsevní jednotka – symbolizuje počet semen většinou ve statisících semen

MKS – Milion klíčivých semen

CTF - Controlled traffic farming

1. Úvod

Současná společnost má před sebou mnoho výzev. Mezi jednu z nejzávažnějších patří vyrovnání se s klimatickou změnou. Rychle se měnící počasí, kdy jeden extrém střídá druhý, nutí zemědělce k mnohem složitější organizaci práce na zemědělské půdě. Časová okna k provedení potřebných agrotechnických opatření jsou někdy značně zúžena, čemuž úplně nepomáhá ani snaha, na co největší snížení aplikace chemických látek v zemědělství. Na druhou stranu, populace se neustále zvyšuje a naopak rozloha užívané zemědělské půdy se snižuje, což způsobuje tlak na zemědělce, kteří musí docílit vysokých výnosů v odpovídající kvalitě.

Finální kvalita produkce velice závisí na zralosti a vlhkosti sklizené zemědělské komodity. Zde ovšem narážíme na několik problémů. Optimální zralost netrvá věčně. Zralost se může lišit nejen v rámci různých míst na poli, ale i v rámci samotné rostliny. Příkladem může být porost řepky ozimé, kdy některá místa jsou zralá a již dochází k vypadávání semen a naopak jiná jsou ještě zelená. Řešením tohoto problému byla ještě před nedávnem možnost plošné desikace porostu, která je nyní již zakázaná. Zákaz se následně může projevat ve větším zaplevelení pozemku a to následně zvyšuje sklizňové i posklizňové náklady.

Řešení těchto problémů můžeme překvapivě nalézt v historii. Před příchodem prvních samohodných sklízecích mlátiček neexistovalo nic jako přímá sklizeň. Obilí se na poli nejdříve poseklo, svázalo do snopů, postavilo do panáku a až po nějaké době odvezlo. Následně pak proběhlo samotné vymlácení, a to nejdříve pomocí cepů a následně pomocí stacionárních mlátiček.

S notnou dávkou moderní techniky se tento způsob sklizně na naše pole opět vrací. Na našem území se nejčastěji můžeme setkat s dvoufázovou sklizní trav, kdy za pomoci diskových sekaček dojde k posekání a následně pomocí sklízecích mlátiček vybavených sběracím adaptérem k jejich samotné sklizni.

Tato práce slouží k porovnání přímé sklizně, která je na našem území prováděna klasicky již několik desetiletí s dvoufázovou sklizní, která by mohla být v případě mohla být ekonomicky schůdnou náhradou za zakázanou možnost aplikace glyfosátu.

2. Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je zhodnocení dopadů dvoufázové sklizně porostů polních plodin na celkové předsklizňové a sklizňové ztráty se zaměřením na výnos a kvalitu produkce s tradiční přímou sklizní.

V případě obou způsobů sklizně je cílem také ekonomické zhodnocení na dané plodině zejména pak na vliv spotřeby pohonných hmot a posklizňovými náklady.

2.2 Metodika

V první části práce dochází ke zpracování literárního přehledu zabývajícím se dvoufázovou sklizní se zaměřením se na analýzu použití dvoufázové sklizně různých plodin v různých klimatických podmínkách, dále pak historický vývoj technologií sklizně a trendy sklizně polních plodin.

V druhé praktické části se práce dochází k vyhodnocování záznamů z vybraných polních měření, při kterých byla aplikována jak sklizeň přímá, tak sklizeň dvoufázová. V analýze dochází zejména k zhodnocení předsklizňových a sklizňových ztrát, dále pak energetická náročnost obou druhů sklizně.

Podstatným je pak také zhodnocení kvalitativních a kvantitativních ukazatelů sklizené produkce. A jejich promítnutí do ekonomického hodnocení technologického procesu obou druhů sklizně.

3. Teoretická východiska

Tato část práce se zabývá literární rešerší a teoretickým rozbohem problematiky sklizně zrnin, a to zejména v podobě dvoufázové sklizně. Dalšími tématy jsou historie sklizně zrnin a její aktuální trendy.

3.1 Sklizeň zrnin v tuzemsku

V tuzemsku se od druhé poloviny minulého století provádí nejčastěji sklizeň zrnin za pomoci samojízdných sklízecích mlátiček. V průběhu let se výkonnost i kvalita sklízecích mlátiček značně rozvíjela. Pro porovnání první sklízecí mlátičky československém území dosahovaly sezonní výkonnosti pole 70 ha s dnes naprosto nepřijatelnými ztrátami často vysoko nad 5 %. Na konci 60. let se na našem území začaly objevovat stroje z Německé demokratické republiky E 512 (viz. obrázek 1), a následně E 516, které při plném vytížení při ztrátách zrna do 2 % zvládly 8 až 15 ha denně. Pro porovnání s dnešními moderními stroji, tak jen průchodnost materiálu strojem se zvýšila od dob E 516 na dvojnásobek a to $20 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ a ve srovnatelných podmínkách jsou schopny sklidit mezi 30 až 40 ha obilovin denně. K tomu přispěla samozřejmě také šířka záběru, kdy na počátku měly mlátičky záběr kolem 3 m. Dnes se mlátičky mohou pyšnit záběry často přesahujícími 10 m (Kumhála et al., 2007).

Obrázek 1: Sklízecí mlátička Fortschritt E 512 (Proficars, 2023e)



Přímá sklizeň má nezpochybnitelně mnoho výhod. Mezi ně patří například vysoká produktivita práce a výkonnost. Ta je zapříčiněna nejen tím, že seč a výmlat probíhá současně, ale také že ke sklizni několika desítek hektarů denně postačí pouze jeden pracovník. Zde je vidět obrovský pokrok, který v tak krátkém čase technologie sklizně udělala, když vezmeme v úvahu dobu, po kterou se lidstvo pěstováním plodin zabývá. Mezi další výhody patří malé nároky na organizaci. Za optimálních podmínek nízké ztráty zrna a maximální využití suchých dnů (Kumhála et al., 2007).

Tomuto stylu sklizně také nahrává skladba plodin, která se na území České republiky pěstuje. Podle dat z roku 2023, které zveřejnil Český statistický úřad, přes polovinu oseté výměry zabíraly obiloviny pěstované na zrna a nemalý podíl měly také olejniny která činili přibližně 20 % (Český statistický úřad, 2023).

Problémem plného využití tohoto stylu sklizně v posledních letech zapříčinila legislativní změna, která zakázala aplikaci glyfosátů k urychlení dozrání produkce, které se věnuje další část práce. Odpověď na tento problém můžeme nalézt právě v dvoufázové sklizni, která se u nás v určité podobě stále vyskytuje například v případě sklizně trav na semínko.

3.2 Chemická ochrana porostu před sklizní

Jak je uvedeno v předchozí kapitole, tak ještě do nedávné minulosti používaná chemická ochrana porostu před sklizní byl glyfosát v rámci desikace k urychlení dozrání a následně pak použití přípravků pro lepení, které omezují ztráty.

3.2.1 Lepení

Lepení je legislativně možná předsklizňová ochrana porostu. Několik týdnů před plánovanou sklizní se na porost aplikuje postřik, který vytvoří polopropustný film. Ten v případě řepky zamezí pukání šesulí a omezí tak kvantitativně předsklizňové a sklizňové ztráty (Chemapagro, 2022).

3.2.2 Desikace

Vzhledem k legislativnímu zákazu aplikace glyfosátů za účelem desikace od roku 2019 pro produkci určenou jako potravinu i krmiva pro zvířata (Ekolist, 2018). Následně od roku 2020 i pro produkci v semenářství (Venclová, 2019).

Tato aplikace byla velice často využívána právě u plodin, které nerovnoměrně dozrávají, což následně způsobuje ztráty z hlediska výnosu, kdy ze zralých částí rostliny semena vypadávají, zatímco v jiných částech jsou ještě nezralá. Toto je možné sledovat rozdílně jak v rámci samotné rostliny, tak samotného pole. Tento fakt se následně negativně projevuje na samotné sklizni, kdy nezralá hmota způsobuje vyšší opotřebení a spotřebu sklizňové techniky. Tyto zóny s vyšší vlhkostí se obvykle vyskytují v místech kolejí a na okrajích pozemků (Brant et al., 2020).

Alespoň částečným východiskem by mohla být variabilní desikace porostu. Porost by se zmapoval pomocí bezpilotního prostředku s multispektrální kamerou. Následně se pomocí indexů NDVI a SAVI určí místa, která mají vyšší vlhkost. Podle těchto dat by následně vznikly aplikační mapy a k aplikaci glyfosátu by došlo pouze lokálně na místech, kde je aplikace nutná. Pro aplikaci by se následně používala postřikovací technika, která umožňuje variabilní aplikaci právě podle podkladové aplikační mapy (Brant et al., 2020).

Pro eliminaci mechanického poškození porostu zemědělskou technikou, a možná i cílenější aplikaci látky, by bylo možné po úpravě legislativy, využít bezpilotních prostředků (viz obrázek 2), které by mohly látku aplikovat koncentrovaněji pouze potřebných místech (Brant et al., 2020). Legislativa ovšem aplikaci chemických látek z bezpilotních prostředků prozatím zakazuje (Drahorád, 2022).

Obrázek 2: Aplikační dron (Drahorád, 2022)



3.3 Trendy v rámci sklizňové techniky

Tato část práce se věnuje aktuálním trendům v rámci sklizňové techniky, a to jak na našem území, tak ve světě. Vedle opětovného rozšíření dvoufázové sklizně, které se práce věnuje detailněji v následujících částech, vidíme také snahu o rozšíření v čím dál větší autonomii, která má tendenci promítnout se nejen v celém spektru zemědělství, ale vlastně téměř ve všech odvětvích lidské činnosti. K tomuto rozšíření velice přispělo zdokonalení systémů umělé inteligence, které sledujeme v posledních letech.

Důsledek této snahy se v zemědělství obecně projevuje v aplikaci systémů precizního zemědělství, které je v posledních letech čím dál více skloňované ve spojení s Green Dealem. Minimálně na úrovni Evropské unie je v rámci nového období společné zemědělské politiky vidět snaha o zapojení těchto principů v rámci využití dotačních programů, nebo v nových pravidlech Jednotné žádosti, zejména pak v podmínkách standardů Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (Ministerstvo zemědělství, c2024).

Je ovšem nutné si uvědomit, že zemědělství v tomto stojí také před nemalou výzvou v podobě enormního množství dat, které systémy precizního zemědělství produkují. Určitým východiskem by mohlo být rozšíření technologií Edge computingu, kdy data jsou zpracovávána a ideálně také aplikována v místě vzniku a k dalšímu zpracování pak přichází již osekaná verze, jejíž objem dat bude minimální (Evropská komise, 2023).

Dalšími trendy v rámci sklizně zrnin je možnost zapojení vyčesávacích adaptérů, případně určitě by nebylo dobré opomenout nosič od společnosti Nexat.

3.3.1 Autonomní sklízecí mlátičky

V dnešní době jsou sklízecí mlátičky plně asistentů, kteří obsluze velice usnadňují práci. Automatické řízení podle navigace je již téměř základem většiny moderních sklízecích mlátiček vyrobených v dnešní době. Obsluha se nemusí starat o udržení stroje v záběru a může se případně plně věnovat zvyšování kvality sklizně. Mezi tyto aspekty patří hlavně snížené ztráty, udržení čistoty, kvalita sklizené produkce a ideálně při snaze o nízké sklizňové náklady. I tyto aspekty jsou schopné dnešní mlátičky ohlídat. Co ovšem zůstává

na odpovědnosti obsluhy, je kontrola okolí stroje. Není rok, kdyby se v médiích neobjevil titulek, že nepozorná obsluha zapříčinila srážku stroje například se sloupem, jinou technikou, nebo osobou.

Jedním z velkých problémů dnešního světa je nedostatek odborné pracovní síly. Ten je například v průmyslu a logistice řešen plnou automatizací a autonomií daných systémů. Otázkou ovšem zůstává, jak toto aplikovat do zemědělství. Stroj se pohybuje ve volném terénu a v často proměnlivých podmínkách. To vše by mělo svoje opodstatnění, kdyby stroj pracoval bez fyzického dozoru obsluhy. Zde ovšem narážíme na problém, kdo ponese za stroj zodpovědnost, když by způsobil nějakou škodu. A dalším problémem je také přesun po silnici, kterým se ovšem nezabývá jen zemědělství, ale také automobilový průmysl. Vše bude muset být ošetřeno novými legislativními pravidly, které určitě nebude jednoduché politickým spektrem protlačit.

Každopádně i přes uvedené problémy se vědecké týmy, i někteří výrobci zemědělské techniky, snaží vyvinout, pokud možno co nejdokonalejší plně autonomní zemědělský stroj.

Světlo světa již spatřily první plně autonomní sklízecí mlátičky. Jedním z funkčních exemplářů jsou malé autonomní sklízecí mlátičky, které jdou vidět na obrázku 3 z projektu Hands Free Hectare z britské univerzity Harper Adams, která se společností Precision Decisions zabývá komplexním autonomním řešením prací na polích. Zde je automatizovaně zabezpečeno vše od zpracování půdy až po sklizeň. V rámci projektu je automatizovaná také kontrola pozemků i se sbíráním vzorků (Harper Adams, 2019).

Obrázek 3: Autonomní sklízecí mlátička (Harper Adams, 2019)



Je třeba ovšem připomenout, že se jedná v první řadě o výzkum. Sklízecí technika, která je v rámci projektu využívána, je pro podmínky dnešního zemědělství nevhodná a hodí se opravdu pouze na pokusné pozemky. Jedná se o stroje, ale relativně dostupné na trhu. Autonomní technologie jsou do ní následně dobudována (Harper Adams, 2019)

Dalším zástupcem, který by již byl výkonově schopný konkurovat v dnešní sklizni, je sklízecí mlátička (viz obrázek 4) od čínského výrobce Country Garden jejíž výkon je již úctyhodných 300 kW s možným navýšením na 294 kW. Bohužel k projektu není dostupné příliš mnoho informací z hlediska použitých technologií. Jako v případě předchozího projektu má společnost snahu o vybudování komplexního řešení, které bude autonomně zastávat veškeré práce, které jsou na polích potřeba (Jedlička, 2021).

Obrázek 4: Čínská autonomní sklízecí mlátička (Jedlička, 2021a)



3.3.2 Kloubová mlátička

Velice aktuálním tématem v případě sklizně je celkový management sklizně s přihlédnutím k počtu přejezdů po poli z hlediska utužení půdy. Čím dál častěji na polích můžeme sledovat spolupráci překládacích vozů například s nákladní automobilovou dopravou zajišťující vzdálenější odvoz po silnici. Americká společnost Tribine se zaměřila na vývoj kloubové sklízecí mlátičky, která je k vidění na obrázku 5. Mlátička představuje kombinaci překládacího vozu s mlátičkou. Přední část se na první pohled nijak zvlášť neliší od běžných

sklízecích mlátiček. V zadní části, kde se obvykle nachází výstup pro slámu, vidíme silný kloub, za kterým se nachází velký zásobník na zrno. V porovnání s největšími sklízecími mlátičkami na trhu, je zásobník víc jak dvojnásobný a je schopný pojmout až 27 tun zrna (Jedlička, 2016)

Obrázek 5: Kloubová sklízecí mlátička (Jedlička, 2016)



Výhodu kloubového provedení s natáčecí zadní nápravou je také možnost tzv. "krabiho chodu", který můžeme v našich podmínkách vidět například u velkých sklízeců cukrové řepy. Tento systém právě zajišťuje nižší utužení půdy. Nevýhodou této mlátičky pro použití v našich podmínkách je její velikost. Konstrukce je spíše navržena pro velké farmy v USA. Tento systém je pro tamní oblasti výhodný, protože pole jsou rozlehlá a zásobníky běžně dodávaných mlátiček by kapacitně nestačily ani na jeden přejezd pole (Jedlička, 2018).

3.3.3 Vyčesávací adaptér

Vyčesávací adaptér je další z novinek, která se ojediněle začínají objevovat na našich polích. Podstatou tohoto adaptéru je oddělení zrna od rostliny a na poli ponechání stébla. Adaptér funguje na způsobu rotujících prstů schopných zrno zachytit a vyčesat z klasu. Vyčesávací adaptér (viz obrázek 6) je schopný eliminovat velké množství nežádoucího materiálu, takže z celkového množství hmoty jdoucí do sklízecí mlátičky je 85 % zrno, což se kladně projevuje na jeho následné kvalitě (Jedlička, 2022).

Výhodou této sklizně je možnost využití dřívějšího termínu sklizně, kdy stonky mohou být ještě zelené, ale zrno zralé, nižší náklady na spotřebu paliva a opotřebení technologií sklízecí mlátičky. Ač se to na první pohled nemusí zdát možné, tak lze adaptér velice dobře využít v polehlých porostech. Výše uvedené příznivé faktory se podílejí na vyšší výkonnosti během sklizně oproti u nás běžnému způsobu sklizně. Podle dostupných dat ze sklizně z roku 2023 je sklízecí mlátička vybavená s tímto adaptérem schopna sklizně až do pohybu 12 km/h. Vyčesávací adaptér samozřejmě není vhodný pro každou plodinu, podle dostupných dat je adaptér vhodný pro sklizeň obilnin, lnu, travin a hrachu (Kužel, 2023)

Obrázek 6: Vyčesávací adaptér Ozon (Jehlička, 2022)



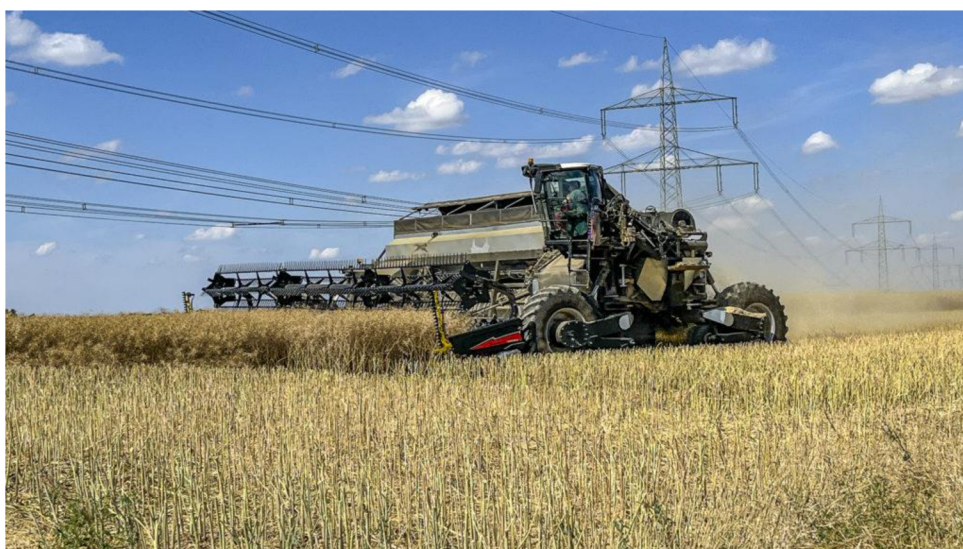
Jednou z dalších výhod tohoto typu sklizně je možné využití při provedení bezorebného setí. Kdy stojící stonky poskytují zastínění vzcházejícím plodinám a je tak snížen výpar (Shelbourne, 2019)

3.3.4 NeXaT

Poslední novinkou, kterou můžeme v posledních letech sledovat v rámci sklizňové technologie je univerzální nosič nářadí od společnosti NeXaT. Většina strojů je v dnešní době limitována ne ve výkonu, ale spíše v šířce, která je přípustná pro provoz na pozemních komunikacích. V případě nosiče je šířka stroje na poli rovna délce stroje na silnici. Stroj disponuje hydraulicky natáčecí kabinou a pojezd je zajištěn čtyřmi pásy, které jsou natáčecí, tak aby byla možná jízda na úzko nebo na široko (NEXAT GmbH, c2024).

Další velkou výhodou tohoto stroje je výhodné použití v systému CTF, díky velké šířce záběru a rozchodu stroje téměř odpadá problematika kolejových řádků a až 95 % pole není nikdy přejeté (Stehno, 2024). Tento faktor výrazně přispívá k omezení utužení půdy. Podle dostupných dat je na nosič možno umístit velké množství zemědělské techniky a pracovní záběr se může pohybovat od 6 do 24 m. V případě sklizně (viz obrázek 7) je schopný nést adaptér o záběru až 14 m. Nespornou výhodou je také to, že se adaptér při transportu nemusí demontovat jako u klasických mlátiček, ale pouze se složí. Tím odpadá mnoho času příprav mlátičky na poli (Jedlička, 2021).

Obrázek 7: Systém NeXaT vybavený sklizecí mlátičkou (Stehno, 2024)



Pro výmlat je použit 5,8 m dlouhý axiální rotor, který je umístěn příčně ve směru jízdy. Prostorové uspořádání nosiče následně umožňuje umístění velkého zásobníku o objemu 32 m³, jehož vyprázdnění trvá méně než minutu. Tím následně odpadá potřeba předkládacího vozu (Jedlička, 2021).

3.4 Dělená sklizeň

Hlavním tématem této práce je popsání a zhodnocení principů dělené sklizně a jejich aplikace v dnešní době. Dělená sklizeň nás provází již od dob prvních zemědělců. Podle dochovaných záznamů víme, že první sklizně na našem území započaly již v období neolitu před více než 7 tisíci lety, kdy naši prapředci začali rostliny hojněji používat ke své obživě, a to hlavně k získávání mouky z obilnin (Tempír et al., 1986). Jako dnes museli plodinu nejdříve sklídit a následně pomocí primitivních nástrojů oddělit zrna od zbytku rostlin a následně jinými nástroji mouku ze zrna umlít. Je nutné si uvědomit, že podstata myšlenky

dělené sklizně se nikdy příliš nezměnila. Co se změnit mohlo, jsou důvody proč se k provedení dělené sklizně přiklonit. A to v dnešní době záleží hlavně na charakteru dané plodiny, podnebí a prostředí, kde se plodina pěstuje.

V prvopočátku je nutné si uvědomit, co dělená sklizeň vlastně znamená? Počet fází v tomto ohledu není příliš podstatný. Jak je uvedeno v úvodní části práce, tak převážná část dnešní sklizně je prováděna na přímo. Máme pole s porostem, který nám sklízecí mlátička jedním průjezdem pokosí, vymlátí, provede separaci a na konci nám odevzdá pro nás cennou část plodiny například v podobě zrna a rostlinných zbytků uložených buď na řádku v podobě slámy, nebo drtě, která je využita jako zpětný vstup organické složky do půdy.

Celý tento proces je proveden ve velice krátkém okamžiku. Dělená sklizeň nám na konci procesu také odevzdá pro nás cennou část plodiny, ale rozdíl je hlavně v době, která je nutná pro absolvování tohoto procesu. Je jedno, zda budeme posuzovat dělenou sklizeň dnes nebo v dávné minulosti. Hlavní principy jsou stále stejné.

Důvodů k přiklonění se v dnešní době k dělené sklizni není málo. Problémem je fakt, že často tyto důvody, proč se k dělené sklizni přiklonit, jsou i důvody, proč se k dělené sklizni nepřiklonit. Rozhoduje, zda se dělená sklizeň projeví jako dobrá volba, je právě čas. Ať už se bavíme o době celého procesu dělené sklizně, tak hlavně načasování, kdy k tomuto stylu sklizně vůbec přistoupit. V následujících kapitolách práce vysvětluje podmínky a možnosti pro dělenou sklizeň, jak pro různé plodiny, tak různé oblasti světa.

3.5 Vývoj jednotlivých fází dělené sklizně až do motorizované podoby

Prvním krokem pokosení porostu ve výše uvedeném neolitu buď spíše ručně vytrháme, nebo za pomoci primitivních kamenných nebo kostěných nástrojů usekneme. Postupem času dojde k posunu a nástroje začínají být železné a světlo světa spatřují první srpy a kosy, které se k pokosení používaly nejdéle. Následují první jednoduché žací stroje, samovazy až po různé sklízecí, které můžeme v určitých podobách znát dnes (Tempir et al., 1986).

Dalším krokem je uložení na hromadu nejdříve ve volné ložené formě, následovně v podobně svázané do snopů, až v dnešní době běžné uložení na řádek. Podle stupně zralosti se plodina ponechala několik dní buď dozrát na poli, nebo byla dopravena k dalšímu zpracování (Tempír et al., 1986).

Z dostupných materiálů není jasné, jak probíhalo první mlácení, případně lépe řečeno uvolňování obilek z klasů. Dá se ovšem předpokládat, že se jednalo o prosté vydrolování zrna rukami. Co se dochovalo na reliéfech a malbách je hlavně způsob výmlatu cepy, který se hojně používal až do poloviny 19. století. Dokonce i dnes můžeme najít některé oblasti, hlavně v rozvojových zemích, kde se tento způsob výmlatu stále používá. Po cepech se začaly objevovat první mlátičky, nejdříve ruční a následně externě poháněné (Tempír et al., 1986).

Po vymlácení následovalo vyčištění, které probíhalo prostým proséváním. Nejdříve byl tento proces samostatný a následně se zabudovával do mlátiček. V dnešní době jsou procesy sběru, mlácení a čištění prováděny v jednom průjezdu sklízecí mlátičkou se speciálním sběracím adaptérem (Tempír et al., 1986).

3.6 Dvoufázová sklizeň 20. století

Jak je uvedeno v předchozí kapitole o vývoji jednotlivých kroků dělené sklizně, tak do konce první poloviny 20. století jiný způsob sklizně než děleně, neexistoval. Ať už se jednalo o sklizeň ruční, nebo později samovazy taženými za hospodářskými zvířaty a následné cepové mlácení nebo v prvních stacionárních mlátičkách, tak se nic příliš neměnilo. Stále panovala obrovská potřeba těžké lidské práce (Tempír et al., 1986).

To se ovšem v průběhu času začalo měnit. Ne příliš lichotivě řečeno, tomuto posunu pomohly obě světové války, kdy se svět v rámci technologií velice posunul, a to i v případě zemědělství, kdy jsme mohli spatřovat, první traktory, které začaly nahrazovat hospodářská zvířata a hlavně lidi. V rámci sklizně, ale došlo k výraznější změně až v průběhu 50. let, kdy se začaly rozjíždět první sériové výroby sklízecích mlátiček. Jedním z hlavních problémů, minimálně na našem území, byla vysoká poruchovost žacích adaptérů, která byla způsobena použitím nekvalitních materiálů. Tento nedostatek byl jedním z důvodů, proč se stále princip dvoufázové sklizně zrnin udržoval. Dalším důvodem pochopitelně se jevilo rovnoměrnější

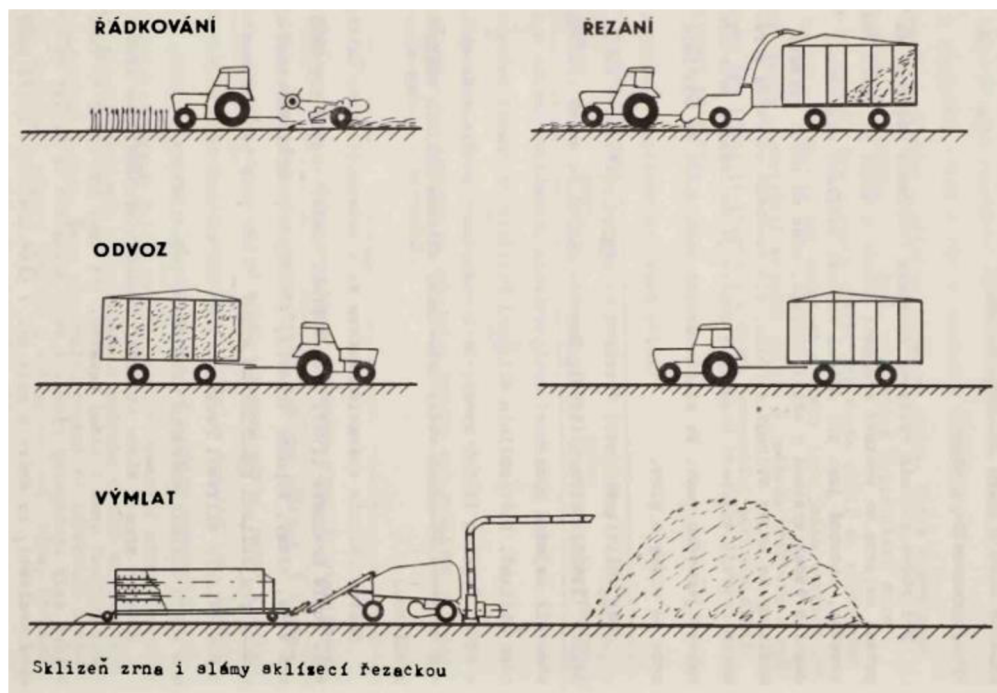
dozrívání a snadnější sklizeň. Porost byl posečen, řádkován a následně posbírán a vymláčen sklízecími mlátičkami, na kterých byl místo žacího ústrojí umístěn sběrací buben. Tento neduh sklízecích mlátiček následně také přispěl k vývoji třífázové sklizně, kterým se práce zabývá později (Tempír et al., 1986).

I přes tyto problémy přímá sklizeň získávala více na oblibě a v roce 1960 bylo na přímo sklízecími mlátičkami sklizeno až 20 % ploch. V průběhu 60. let byl systém přímé sklizně zdokonalen a získával si stále větší oblibu. Pomyslným hřebíčkem do rakve dělené sklizně zrnin bylo následně rapidní rozšíření chemických aplikací v zemědělství v 70. letech a s tím spojená možnost desikace, která jak je uvedeno v kapitole o desikaci, pomáhala k rovnoměrnému dozrívání porostů na stojato (Tempír et al., 1986).

3.7 Třífázová sklizeň

Jak bylo naznačeno v předchozí kapitole, v průběhu 60. let jsme se na našem území mohli setkat s třífázovou sklizní jejíž znázornění je k vidění na obrázku 8. Sklizeň probíhala stylem, že byla plodina nasečena a uložena na řádek řádkovačem jako je tomu v případě dvoufázové sklizně. Sklizené plodina se nechala doschnout a dozrát (Tempír et al., 1986).

Obrázek 8: Postup třífázové sklizně (Tempír et al., 1986)



Po dozrání následoval sběr, který byl proveden sklízecí řezačkou. Ta nařezanou hmotu dopravovala do velkoobjemových vozů, které ve většině případů táhla za sebou. Následným krokem byla doprava nařezaného materiálu ke stacionární mlátičce, která byla umístěna většinou v blízkosti velkokapacitních sil, zde následně docházelo k vymláčení a separaci zrna, které bylo poté dopravováno do sil. Tento způsob sklizně byl používán přibližně na 1 až 1,5 % sklizených ploch v tehdejší ČSSR. Největší zastoupení měl tento způsob na Kolínsku, kde právě v průběhu 60. let docházelo tímto způsobem ke sklizni někdy až 22 % celkové sklizené plochy (Tempír et al., 1986).

Tento způsob byl schopný konkurovat sklízecím mlátičkám s průchodností do $3 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Při příchodu sovětských sklízecích mlátiček s průchodností až $4 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ již nebyl výkonnostně konkurenceschopný. Posun výkonností sklízecích mlátiček a vyšší využití chemie v zemědělství způsobil odklon od této technologie. Je třeba uvést, že objektivních nedostatků sklizně sklízecí řezačkou bylo mnohem více. Sklízecí řezačka umožňovala pouze sběr z řádku a nedostatečná šířka žacího ústrojí vylučovala přímý sběr, kterým by se mohla odstranit alespoň jedna pracovní operace. Dalším problémem bylo, že sklízecí řezačka byla řešena hlavně v přívěsném provedení, takže pro obsekání a prosekání pozemků nebylo možné tento stroj použít (Tempír et al., 1986).

Největším nedostatkem však byla poměrně nízká objemová hmotnost nařezaného obilí, která komplikovala logistiku při dopravě hmoty ke stacionární mlátičce. Řešení tohoto problému proto vyžadovalo velký počet velkoobjemových vozů, které dopravu zabezpečovaly. Navíc mezi mobilní řezačkou na poli a stacionární mlátičkou existovala pouze přímá vazba a absence zásobníku způsobovala, že zastavení jednoho stroje způsobilo následné zastavení stroje druhého (Tempír et al., 1986).

3.8 Dělená sklizeň současnosti na našem území

V dnešní době můžeme rozdělit dělenou sklizeň do dvou kategorií. Sklizeň píce, která je užívána jako jedna ze základních vstupů do krmné dávky pro hospodářská zvířata, případně pro použití při výrobě energie v bioplynových stanicích, kdy je využívána celá rostlina nebo sklizeň na zrno nebo semeno. Hlavním rozdílem těchto dvou kategorií je vlhkost a zralost sklizeného materiálu. V případě sklizně píce můžeme využít jak rotační diskové žací stroje,

tak řádkovače. V případě sklizně na zrno nemůžeme vzhledem k charakteru porostu a možným vysokým ztrátám využít diskové žací stroje, ale můžeme využít pouze technologií řádkovače.

3.8.1 Dvoufázová sklizeň píce

Co se týče sklizně píce, tak ta je v absolutní většině případů řešena právě děleně. Existují určité případy, které probíhají přímou sklizní sklízecí řezačkou, kdy dochází k pokosení a nařezání v jednom průjezdu. Mezi příklady můžeme uvést sklizeň obilnin v mléčné zralosti. Častěji se ovšem setkáme spíše s děleno formou, kdy je píce posečena diskovým žacím strojem, kterým je buď nahrnuta na řádek, jako v případě obrázku 9, nebo je k tomu použit následně shrnovač. Píce se rovnou sebere, nebo se podle typu píce nechá zavadnout a její sběr, a případné nařezání, proběhne až s odstupem času. K tomu jsou nejčastěji použity sklízecí řezačky (viz obrázek 10), velkokapacitní senážní vozy, nebo vysokotlaké lisy. Píci lze samozřejmě také usušit za účelem získání sena pomocí obrabečů, které způsobují, že píce rovnoměrněji prosychá. Následně je seno také shrnuto a sebráno velkokapacitními vozy nebo vysokotlakými lisy (Kumhála et al., 2007).

Obrázek 10: Sečení s ukládáním na řádek (Pöttinger, c2024)



Obrázek 9: Sběr řádků sklízecí řezačkou (Ryba, c2024)



3.8.2 Dvoufázová sklizeň zrnin, travin a jetelovin.

Na našem území se dvoufázová sklizeň používá hlavně v semenářských provozech zejména sklizně trav za účelem získání semene. Mezi nejčastější plodinu řadíme různé odrůdy jílku nebo srhy. V případě přímé sklizně se sklízí obvykle v době, kdy vlhkost poklesne pod 45 %. Výhodou je nižší závislost na počasí a nižší nároky na strojní vybavení. Problémem jsou

vyšší nároky na dosoušení semene, vyšší opotřebení sklízecí mlátičky a nižší výkonnost přímé sklizně a s tím také spojené vyšší předsklizňové a sklizňové ztráty. Z tohoto důvodu se přistupuje ke sklizni dvoufázově. Porost je pokosen většinou diskovým žací strojem, případně řádkovačem a plodina se nechá na zemi vysušit. Následně se sklídí sklízecí mlátičkou se sběracím adaptérem jako je tomu na obrázku 11. Výhodou tohoto stylu je fakt, že v případě nutnosti dosoušení semene se snižuje jeho klíčivost, která u takto provedené sklizně není tolik potřeba a umožňuje tak pozvolné biologické dozrání semene. Problém nám může způsobovat počasí, v případě trvalejších dešťů může semeno začít hnit nebo klíčit, což nám úrodu znehodnocuje. Nevýhodou jsou také vyšší organizační náročnost a vyšší nároky na strojové vybavení (Macháč, Frydrych, 2019).

Obrázek 11: Dvoufázová sklizeň trav (Šejber, c2024)



Podobným způsobem je prováděna také sklizeň jetele. Do roku 2020 bylo možné na semenářské porosty aplikovat glyfosát v rámci desikace. To ovšem s novou legislativou není možné. Proto se čím dál častěji přistupuje k dvoufázové sklizni. Zvláště v případě jetele je to téměř jedinou možností. Jetel je rostlina s velkým objemem a v případě sklizně na senáž je u něj nutná delší doba pro zavadnutí a snížení vlhkosti, než je možné senážovat (Kubíková, 2020). Samozřejmě trávy a jetel nejsou jediné plodiny, které se na našem území sklízí dvoufázově. Na našich polích můžeme zaznamenat například dvoufázovou sklizeň svazenky, lnu nebo pohanky.

Jak již bylo uvedeno, tak právě změna legislativy, která zakazuje aplikaci glyfosátu k urychlení dozrávání porostu, můžeme na našich polích zaznamenávat řádky plodin, u kterých jsme dvoufázovou sklizeň od poloviny minulého století neviděli. Řeč může být téměř o každé polní plodině, jejíž řádkování by nezpůsobilo vysoké sklizňové ztráty, a naopak přispělo k jejímu rychlejšímu a rovnoměrnějšímu dozrávání. Zejména se může jednat o plodiny, které dozrávají nerovnoměrně a jakou je zejména řepka. Využití této technologie můžeme najít na velice variabilních pozemcích, kde se zralost daných plodin liší v různých lokalitách jednoho půdního bloku. Je nutné podotknout, že důvodem k přiklonění se ke dvoufázové sklizni jsou rostoucí náklady na energie, které mohou výrazně prodražit dosoušení vlhké produkce z přímé sklizně. V případě příznivého počasí, lze dvoufázovou sklizni vlhkost produkce rapidně snížit. Počasí nám může ale také vlhkost zvýšit, tím dojde k navýšení vložených prostředků, než kdyby byla zvolena sklizeň přímá (AgraCity, c2023).

3.9 Princip dvoufázové sklizně polních plodin

Tako část práce se zabývá popisem a porovnáním dvoufázové sklizně s přímou sklizní různých polních plodin v různých částech světa. Pokosení probíhá zejména pomocí speciálních řádkovačů, které můžeme vidět buď jako řádkovací adaptéry osazené na třibodovém závěsu traktorů viz obrázek 12 (Soufflet agro, c2024), nebo jako samojízdné stroje tzv. Windrowery, které jsou osazeny různými typy řádkovacích adaptérů viz obrázek 13. V rámci terminologie dvoufázové sklizně se ve světě můžeme setkat s dvěma možnými výrazy a to swathning, kdy je takto označováno řádkování hlavně v Severní Americe anebo windrowing, který je používán hlavně v Austrálii a částech Evropy. Z tohoto důvodu se můžeme v některých zahraničních zdrojích setkat také s označením řádkovače ne jako windrower, ale jako swather (Verified market research, 2022).

Obrázek 12: Traktorový řádkovací adaptér (Kužel, 2023)



Obrázek 13: Samojízdný řádkovač (MacDon, c2024)



Pro dvoufázovou sklizeň se nejčastěji jedná o pásový adaptér, který je na první pohled velice podobný sklizňovým adaptérům, které můžeme vidět v kombinaci se sklízecími mlátičkami. Adaptér plodinu usekne a pomocí pásů dopraví na řádek. Pásový adaptér je pro dvoufázovou sklizeň výhodnější než adaptér vybavený šnekovým dopravníkem z důvodu větší šetrnosti k plodině a omezení potencionálních ztrát. Rostliny jsou díky pásovému adaptéru na řádku orientovány jedním směrem, což následně usnadňuje sběr a sklizeň sklízecí mlátičkou (MacDon, c2024).

Další výhodou některých pásových adapterů je také možnost změny polohy otvoru pro odkládání řádku, který následně umožňuje například odložení dvou záběrů stroje na jeden řádek, nebo vedle sebe. To snižuje počet přejezdů sklízecí mlátičky a v případě nižšího hustoty porostu optimální zaplnění mlátičky (MacDon, c2024).

Nesporným přínosem dvoufázové sklizně může být řešení zaplevelených pozemků, které jsou evidovány v ekologickém zemědělství, kde o aplikaci jakékoli chemické ochrany nemůže být řeč. Společně s dozráním primární plodiny dojde k uschnutí plevelů, které by v čerstvém stavu při přímé sklizni mohly působit problémy sklízecím mlátičkám. Při zaschnutí probíhá sklizeň mnohem jednodušeji a sklizená plodina je následně čistší (Carlson, 2019).

3.10 Dvoufázová sklizeň olejnin

Dvoufázová sklizeň ve světě má největší zastoupení u sklizně olejnin. Problémem pěstování těchto plodin je zejména jejich nerovnoměrné dozrávání, které sklizeň může značně zkomplikovat a způsobit tak vysoké ztráty.

3.10.1 Sklizeň řepky olejné

Momentálně nejvíce diskutovanou plodinou, pro kterou by se na našem území mohlo více využít technologie dvoufázové sklizně je řepka olejná, která je nejvíce pěstovanou olejinou jak u nás, tak ve světě. Jedná se o jednu z nejnáročnějších plodin na sklizňový management. Mezi hlavní důvody patří nerovnoměrné dozrávání v rámci samotných rostlin a s tím související velké riziko předsklizňových ztrát způsobených pukáním šesulí a vypadáváním

semen. Sklizeň řepky se provádí obvykle v době, kdy je vlhkost kolem 8 až 10 %. V tuto chvíli je nutné v co nejkratším časovém termínu sklizeň provést. Delší setrvání spolu s nepříznivým počasím, zejména větrem, deštěm či krupobitím může způsobit obrovské předsklizňové ztráty, kdy některé studie uvádí ztráty vyšší než 50 % (Oklahoma State University, 2010).

Většina odborných prací se většinou shoduje v tom, že pokud to podmínky umožňují, je lepší provést sklizeň řepky přímo, zejména v teplejších oblastech ideálně v terénu chráněném před prudkým větrem. Co se týče výnosů a ztrát není v porovnání přímé a dvoufázové sklizně moc velkých rozdílů, takže záleží hlavně na farmáři, k jakému způsobu sklizně se přikloní (Boyles et al., c2024).

3.10.2 Dvoufázová sklizeň řepky olejné ve světě

V rámci dvoufázové sklizně, je tento způsob nejvíce rozšířen na území Severní Ameriky na území Kanady a USA, ale její velká obliba je také v Austrálii. Zejména na území Kanady je tímto způsobem sklizena velká část úrody. Důvodem je chladnější podnebí. Obvykle se v Kanadě pěstuje řepka jarní, která je sklizena v průběhu srpna a září. Problémem ale v případně severnějších částí je riziko dešťů, krupobití a větru, které známe v našich podmínkách, ale také riziko mrazů a sněhu, které způsobují ještě větší křehkost šesulí. V severních a výše položených částech Kanady přichází první mrazy již průběhu září a nezřídka se objevují již ke konci srpna. Pro porovnání k roku 2022 vyprodukovala Kanada pře 18,2 miliónu tun řepky (Barthet, 2013), což je v porovnání s produkcí v České republice víc jak 15násobek (Český statistický úřad, 2023).

3.10.3 Posouzení porostu řepky olejné před sklizní

Obecně se ve světě ke dvoufázové sklizni řepky přistupuje právě z důvodu lepšího sklizňového managementu a lepšího časového plánování sklizně. Zejména právě ve vlhčích a chladnějších oblastech, kde porosty dozrávají velice nerovnoměrně. K řádkování se přistupuje ideálně v době, kdy probíhá změna barvy u 40 až 60% (některé zdroje uvádí dokonce 60 až 80%) semen na hlavní větvi rostliny a vlhkost semen je ideálně mezi 40 až 45% (Canola Council of Canada, c2023). Semena v optimální zralosti jsou k vidění na obrázku 14. Pokos lze provést také v době, kdy změna barvy probíhá už u pouhých 30 až 40 % semen na hlavní větvi, a to bez významného omezení výnosu nebo kvality produkce (Anamso, c2024). To farmářům může výrazněji otevřít časové okno, ve kterém

mohou naplánovat řádkování. Co se týče vlhkosti je možné pokos provést i při nižších vlhkostech, a to v rozmezí mezi 25 až 30% vlhkosti semen, ale pouze za optimálních podmínek. Roste zde při nižších vlhkostech riziko pukání šesulí a tím možnost vyšších ztrát (Canola Council of Canada, c2023).

Obrázek 14: Semena řepky v optimální zralosti pro řádkování (Anamso, c2024)



Samotné plánování řádková porostu by mělo začínat jeho kontrolou přibližně 7 až 10 dní po ukončení kvetení, kdy probíhá kontrola změny barvy semen a tím jejich blíží se zralost. Semena v šesulí na spodní třetině hlavního stonku dozrávají první. Jako změna barvy se počítají pouze semena s malými skvrnami. Semena nacházející se ve vrchní třetině, by měla být pevná a při stisknutí mezi prsty by mělo být možné s nimi pootáčet bez toho, aby se rozmáčkly nebo rozpadly. Po hlavní větvi rostliny se následně provede kontrola semen v šesulích umístěných na větvích vedlejších (Oklahoma State University, 2010) Kontroluje se, zda jsou pevná a bez průsvitu. Pro posouzení stavu porostu na celém poli se kontrola provede na více místech. Podle dosažených výsledků se odvodí procentuální zastoupení změny barvy celého pozemku. Kontroly by se měly následně opakovat každé 2 až 3 dny se stejným postupem posouzení změn barvy semen, dokud není pozemek vyhodnocen jako vhodný k řádkování. Podstatným faktorem ke správnému dozrání porostu v řádku je vlhkost. Snižováním vlhkosti probíhá odstraňování chlorofylu ze semen. Enzym, který je za dozrání odpovědný, potřebuje 14 dní, aby zajistil dozrání semen do stavu vhodného pro sklizeň. Také je třeba si uvědomit, že pro správné posouzení stavu porostu a k provedení řádkování, je důležitá hlavně barva semen než celková barva pole, slámy nebo samotných šesulích (Boyles et al., c2024).

3.10.4 Řádkování řepky olejné

Pokud je porost připraven k pokosení je důležité dodržet určitá pravidla pro správné řádkování. Řepku je třeba utnout, pokud možno těsně pod spodními patry šesulí (viz obrázek 15). Vysoké strniště následně poskytuje řádku podporu, takže není téměř v kontaktu se zemí. Takto uložený řádek lépe prosychá a při případných deštích není tolik náchylný na vlhkost, která přichází z mokré země. Kosení neprovádíme v průběhu dne obzvláště pokud jsou vysoké teploty nad 30°C. V případě tohoto pokosení dochází k nadměrnému smrskávání semene a můžeme pozorovat také jeho červení. Ideální doba pro řádkování je večer, v noci, či časně z rána, kdy je vysychání pozvolné. Nadměrnému smršťování semen přispívá také předčasné řádkování, naopak při pozdějším řádkování, kdy je vlhkost semen 25 až 30 % a nižší, může docházet k přehnanému pukání, a to hlavně právě při vysokých teplotách (Oklahoma State University, 2010)

Obrázek 15: Řádkování porostu řepky olejné



Pokud se řádky nachází na polích, která jsou náchylná k prudkým větrům způsobujícím úlet nebo nadměrný pohyb řádku, je možné použít hydraulický přitlačovač řádku umístěný pod strojem (MacDon, c2024), nebo přitlačný válec, který je tažen za strojem. Těmito technologiemi je možné řádek více přimáchnut k zemi a zajištěno jeho vyšší zpevnění, což snižuje riziko pohybu řádkovaného porostu (Kande, Hanson, 2019).

3.10.5 Sběr a výmlat řepky olejné

Řádkovaný porost se nechá následně 5 až 14 dní ležet a dozrát a provádí se kontrola vlhkosti (Boyles et al., c2024; Oklahoma State University, 2010). V době, kdy vlhkost semen klesne většinou pod 10 %, se přistoupí ke sklizni sklízecí mlátičkou, která je vybavena sběracím adaptérem (viz obrázek 16) (Kande, Hanson, 2019). V případě, že je strniště dostatečně vysoké a řádek jím nepropadl, je možné použít klasický žací adaptér, který se lehce dostane pod řádek a porost bez menších problémů sklídí.

Obrázek 16: Sklizeň řepky sběrem (Canola Council of Canada, c2023)



3.10.6 Výhody dvoufázové sklizně řepky olejné

Jak již bylo uvedeno, je vhodné přistoupit k dvoufázové sklizni hlavně v případech, kdy hrozí poškození porostu počasím - hlavně krupobitím, silným deštěm a větrem. Dalším problémem je také velký časový rozdíl dozrávání porostu na různých částech pozemku zejména ve vlhčích oblastech. V Kanadě, kde je zastoupení dvoufázové sklizně jedno z nejsilnějších, pocítují opačný problém z hlediska dozrávání, než je tomu u nás. V kanadském podnebí dochází nejdříve k dozrání spodních pater rostliny než vrchních. Na našem území dochází k opačnému problému (Canola Council of Canada, c2023). Z důvodu vysokých teplot a slunečního záření dochází nejdříve k dozrání šesulí ve vrchních patrech rostliny a následně spodních, kam sluneční záření tolik nedosáhne. Dvoufázová sklizeň je v zahraničí používána mimo jiné pro zlepšení časové flexibility sklizně, a to zejména v případě, že podnik disponuje velkým množstvím osetých ploch a nebyl by schopen všechny plochy sklídit v optimální zralosti. Pokosením je možné sklizeň uspíšit o 8 až 10 dní, což následně může velmi pomoci k včasnému zakládání následujících polních plodin (Oklahoma State University, 2010).

3.10.7 Nevýhody dvoufázové sklizně řepky olejné

Podle výzkumů, které byly ve světě prováděny, může v některých případech použití dvoufázové sklizně dojít až k 10% snížení výtěžku v případech, kdy byl porost řádkován a v optimálním stavu zralosti, ve srovnání s přímou sklizní. Je nutné říci, že faktorů, které výsledek sklizně mohou ovlivnit, je mnoho a dost často je zemědělec nemůže ovlivnit. Je možné, že o tom, jestli bylo správné porost řádkovat nebo ne, může rozhodnout i jedna hodina silného deště s krupobitím (Boyles et al., c2024; Canola Council of Canada, c2023).

Většina odborných zdrojů se také shoduje, že v případě řádkování porostu v době vysokých teplot, dojde k příliš rychlému vysušení rostliny a tím také nadměrné smršťování semene. Dále je nutné si uvědomit, že jakmile dojde k řádkování plodiny, semeno již nepokračuje v růstu a u rostlin řádkovaným předčasně, v době před nashromážděním plného obsahu oleje a bílkovin, již nebude možné akumulovat další. Naopak dochází k snížení olejnatosti a obsahu bílkovin a zvyšuje množství zelených semen. Dále se nedoporučuje řádkování porostů, které jsou příliš vysoké, husté a zamotané. Při řádkování může docházet k nadměrným ztrátám způsobenými řezáním porostu. Problém při řádkování může činit také samotné množství materiálu v hustém porostu, které musí projít relativně malým hrdlem řádkovacího adaptéru (Boyles et al., c2024).

3.10.8 Pushing

Zajímavostí, která je ve světě také k vidění, je tzv. “pushing“. Tato metoda spočívá v přejezdu porostu traktorem s adaptérem, který řepku přitlačí k zemi, ale nezlomí. Názorně je vidět na obrázku. Tímto je porost mnohem více chráněn před předsklizňovými ztrátami. Zejména pak před vysokým větrem a také deštěm. Stlačovací adaptér je v místech trajektorie kol vybaven čepelemi, které porost v tomto místě rozhrnou, aby se minimalizovala plocha přejetá koly traktoru. Takto přejeté rostliny jsou většinou zlomeny nebo vytrženy ze země a tím dochází ke ztrátám (Oklahoma State University, 2010).

Obrázek 17: Povalení porostu řepky (WSU CAHNRS, 2016)



Následně po dozrání je porost sklizen sklízecí mlátičkou s klasickým žacím adaptérem. Sklizeň musí probíhat protisměru jízdy traktoru se stlačovacím adaptérem. Nevýhodu této technologie kromě možných ztrát je nutnost žacího adaptéru se stejným záběrem, jako je záběr adaptéru stlačovacího (Oklahoma State University, 2010).

3.10.9 Hořčice

Hořčice je u nás známá zejména jako meziplodina v roli zeleného hnojení. I přes to se jí v posledních letech na semeno sklídilo přes 12 tisíc tun (Český statistický úřad, 2023). Semeno hořčice je využíváno jednak pro výrobu stejnojmenné pochutiny, tak je možné z něj za studena vylisovat olej, který se používá zejména při výrobě kosmetiky nebo při léčení.

V případě sklizně je preferována přímá sklizeň, ale v mnoha případech je stále upřednostňována dvoufázová sklizeň. Vedle nerovnoměrného dozrálého porostu, hraje vliv také odrůda výška porostu (Saskatchewan, c2024). Řádkování by mělo probíhat obvykle v době, kdy vlhkost semen klesne pod 25 %. Opět je nutné posuzovat stav porostu výhradně podle semen. V případě žlutých a orientálních odrůd se řádkování provádí v době, kdy se změní barva u 75% semen. U hnědých odrůd postačuje změna barvy u 60% semen. Podobně jako v případě řepky je nutné ponechat co nejvyšší strniště, které zajistí správné vysychání řádku. Sklizeň sklízecí mlátičkou probíhá v době, kdy vlhkost klesne na 9 %. V tuto dobu je většina semen již optimálně zralá (Saskatchewan, c2024).

3.10.10 Len

Len je další olejninou pěstovanou u nás a ve světě, která je vhodná k dvoufázové sklizni. Při sklizni lnu je jako u přechozích plodin problém jeho zralost, která může značně komplikovat sklizeň. Sklizeň je možné také provádět přímou sklizní (Saskatchewan flax development commission, c2024). Optimální doba řádkování je, když se přibližně 60-75 % tobolek jeví plně zralých, což bývá obvykle o 5-6 dní dříve než při sklizni přímé (EOS Data Analytics, c2024).

V případě sklizně je nutné přihlídnout jak k odrůdě, tak ke stupni zralosti lnu. Pokud je len pěstován za účelem získávání lněného vlákna provádí se sklizeň v době středně rané (žluté) zralosti. Během tohoto období se 50 % tobolek se semeny zbarví do hněda nebo žlutozelená a druhá polovina zežloutne. Toto období trvá od 7 do 10 dnů (EOS Data Analytics, c2024).

V případě, že je len pěstován pro výrobu oleje, sklízí se, když se zelené toboleky vyskytují na méně než 5 % pole. Podle toho lze poznat, že většina rostlin dosáhla středně rané zralosti (Saskatchewan flax development commission, c2024).

Pro zlepšení prosychání řádků při řádkování ponechává strniště většinou kolem 10 až 15 cm. Oproti řepce nebo hořčici stačí pro dozrání a vyschnutí lnu jen pár dní. Vhodnost pro sklizeň se následně pozná buď pomocí vlhkoměru nebo pouhým zatřesením, kdy zralá semena v tobolce chrastí. Optimální vlhkost lnu je kolem 10% (Saskatchewan flax development commission, c2024).

3.10.11 Lnička

Poslední olejninou, kterou je možné sklízet dvoufázově je lnička. Tato plodina se u nás nepěstuje, ale její zastoupení se průběžně zvyšuje. Využití lničkového oleje najdeme v kosmetice nebo v chemickém průmyslu (McVay, 2008).

Sklizeň je podobná jako v případě lnu při ponechání výšky strniště cca 20 cm. Ke dvoufázové sklizni se přistupuje zejména v případě významně polehlého porostu, nebo v případě nerovnoměrné zralosti. Následná sklizeň sklízecí mlátičkou dochází při vlhkosti 8 %. Z dostupných zdrojů není sledován statisticky významný rozdíl ve konečném výnosu (Pari et al., 2024).

3.10.12 Sója

Dvoufázovou sklizni je možné sklízet i sóju, ovšem preferuje se sklizeň výhradně přímou sklizni. Podle dostupných zdrojů však v případě dvoufázové sklizně hrozí značné riziko ztrát, které jsou způsobené pukáním lusků (ALBERTA PULSE GROWERS, c2024).

Ke dvoufázové sklizni by se mělo přistupovat pouze v případě vysoké nerovnoměrnosti zralosti porostu nebo zaplevelení (Saskatchewan Pulse Growers, c2024).

3.11 Dvoufázová sklizeň obilnin

K dvoufázové sklizni obilovin se ve světě přistupuje rozhodně v nižší míře. Důvody pro zvolení tohoto způsobu sklizně jsou stejné. Dvoufázová sklizeň je volena z důvodu urychlení dozrávání obilnin, snížení sklizňové vlhkosti a ztrát na výnosech. Dalším důvodem je stejně jako v případě sklizně řepky docílení vyschnutí plevelů, které se v porostu nacházejí a dosažení tak vyšší čistoty zrna při samotné sklizni. Opět se jedná o možnou náhradu za zakázanou aplikaci glyfosátu a možnost snadnější sklizně pro produkci v režimu ekologického zemědělství. Další výhodou je také usnadnění sklizně polehlých porostů, případně zamezení rizika polehnutí (Wiersma, Bongard, 2018).

V rámci jednotlivých obilovin může docházet k určitým odchýlkám a rozdílům v doporučeném přístupu ke dvoufázové sklizni. Podle dostupných prací nejsou rozdíly příliš velké. Většinou se jedná o rozdíly v optimální vlhkosti pro řádkování porostu. Velký vliv na ně může mít spíše podnebí a místo, ve kterém k dvoufázové sklizni dochází.

3.11.1 Posouzení porostu pro dvoufázovou sklizeň

Ač se může zdát, že dvoufázová sklizeň má jen samá pozitiva, není tomu tak. Odborné práce se ve většině shodují, že ke dvoufázové sklizni obilnin by se mělo přistupovat pouze v případě ploch, které se nacházejí v chladných oblastech, případně na polích, která mají

velkou variabilitu z hlediska vlhkosti a zralosti. Naopak v teplejších a sušších oblastech dvoufázová sklizeň příliš výhod nepřináší, ale převažují rizika vyšších ztrát úrody než v případě přímé sklizně (Wiersma, Bongard, 2018; Government of Western Australia, 2018).

Pokud se zemědělec rozhodne pro sklizeň obilnin dvoufázovou sklizní, je nutné provést nejprve podrobnou kontrolu porostu, která je podobná jako v případě řepky olejné. K řádkování obilnin přistupujeme v době, kdy vlhkost zrna je 25 až 40 %. Kontrola vlhkosti se provádí jednoduchým způsobem a to tak, že lze zrno rozmáčknot mezi prsty. Pokud zrno dosahuje optimální zralosti, nehrozí následně riziko ovlivnění hmotnosti zrna ani obsahu bílkovin. Ač se rozsah vlhkosti může zdát být velký, je nutné ho brát vážně zejména z důvodů vyšších kvantitativních ztrát v případě pozdního řádkování, tak v případě vyšších kvalitativních ztrát při brzkém řádkování. Je nutné si uvědomit, že provedení dvoufázové sklizně nezpůsobí správné dozrání zelených zrn a následně snížení kvality sklizeného zrna (Wiersma, Bongard, 2018).

Jedním z podstatných faktorů, zda se přiklánět ke dvoufázové sklizni, je také předpokládaný výnos a hustota porostu. Na rozdíl od řepky, kdy se doporučovalo přistupovat k řádkování hlavně řídkých porostů. U obilnin tomu je právě naopak. V případě rizika, že výnos bude nižší než 2 t*ha^{-1} není podle některých odborných zdrojů vhodné k dvoufázové sklizni (Government of Western Australia, 2018).

3.11.2 Řádkování

Při samotném řádkování porostu je nutné dodržet předepsané postupy, které jsou dost často v rozporu se zvyky zemědělců na našem území. Zejména je nutné ponechat výrazně vyšší strniště z důvodu následné vzdušnosti řádku, která přispívá k lepšímu a rychlejšímu prosychání a dozrání plodiny (Government of Western Australia, 2018) Dalším důvodem je také riziko samotného kontaktu se zemí, která v případě vlhčích oblastí nebo vytrvalejších a vydatnějších dešťů může způsobit naklíčení zrna a razantně zkomplikovat, případně přímo znemožnit, následnou sklizeň a neblaze ovlivnit kvalitu zrna. Na našem území je trend sklizně spíše opačný, kdy se výška strniště omezuje na minimum z důvodu následně snadnějšího zpracování půdy.

3.11.3 Sklizeň sběrem

Po řádkování se plodina nechá obvykle 5 až 14 dní vyschnout a dozrát. Při snížení vlhkosti zrna pod 12,5 se následně přistupuje ke sklizni sklízecí mlátičkou se sběracím adaptérem. V případě optimálních podmínek dojde k zaschnutí přítomných plevelů, což může sklizeň a následné posklizňové zpracování značně usnadnit a také zlevnit, protože nedochází ke zvýšenému zatížení sklízecí mlátičky, ale zejména sklizené zrna je čistší a sušší (Government of Western Australia, 2018).

3.11.4 Dvoufázová sklizeň jako ochrana před škůdci

Ke dvoufázové sklizni zrnin se přistupuje zejména v Severní Americe v chladnějších oblastech, ale také z důvodu vyššího rizika napadení škůdci, které mohou způsobit znehodnocení sklizené plodiny, tak i ke zvýšení rizika polehání. Jedním ze škůdců, který napadá tamní porosty, může být larva pilatky, která poruší stonek, což způsobí jeho polehnutí. K nejčastějším místům napadení porostu pilatkami jsou okraje polí. Zabránění ztrát může dojít v případě řádkování porostu. Z tohoto důvodu tamní zemědělci přistupují k řádkování pouze postižených okrajů polí a nezasazené oblasti následně sklídí pomocí přímé sklizně (Carlson, 2019)

Je třeba říct, že pilatky se mohou nacházet také v porostech na našem území. Jejich zastoupení a způsobené škody nejsou však dramatické, proto se k ochraně nepřistupuje (Venclová, 2021). K nejčastějším důvodům polehnutí porostů u nás stále patří rozmary počasí, případně příliš vysoké dávky hnojiv, které citlivost plodin k polehání umocňují.

3.12 Dvoufázová sklizeň pohanky

Dvoufázová sklizeň u pohanky by měla být provedena v době, kdy je 75 % semen zralých. Po řádkování porostu se pohanka nechá většinou 7 až 10 dní zrát. Řádkovaný materiál by měl být položen na vysokém strništi o výšce přibližně 30 cm pro správné proudění vzduchu. Zralá semena následně zvyšují výtěžnost sklizené plodiny (Manitoba, c2024). Řádkování porostu obecně pomáhá snížit ztráty způsobené propadáváním zrna, protože semena zachytávají mezi stonky. Následná sklizeň probíhá obvykle po dozrání při vlhkosti 10 až 15 % (Björkman, 2010).

4. Vlastní práce

Vlastní práce zahrnuje postup a výsledky měření porovnání dvoufázové a přímé sklizně polních plodin. Samotná polní měření probíhala v průběhu měsíců červenec a srpen. V rámci měření byla odebírána dostupná sklizňová data z použité sklizňové techniky a probíhala fyzická měření za účelem měření předsklizňových a sklizňových ztrát. V rámci každé fáze proběhly odběry vzorků porostu a následně i sklizené plodiny přímo ze sklízecích mlátiček. Vzorky byly následně měřeny a vyhodnocovány v laboratorních podmínkách.

4.1 Měření sklizně řepky olejné

Dvoufázová sklizeň řepky olejné probíhalo na půdním bloku zemědělského podniku ve východních Čechách poblíž Chrudimi. Daný půdní blok byl rozdělen na dvě poloviny, kdy každá byla sklizena jiným způsobem sklizně.

4.1.1 Agrotechnická data k dotčenému poli

Porost řepky ozimé na měřeném pozemku byl založen na daném pozemku 12.8.2022 kombinovaným secím strojem s rozstupem mezi řádky 60 cm s výsevkem 0,8 VJ. Odrůda řepky Umberto. Předplodinou řepky byla pšenice, sklizena 1.8.2022. Pro přípravu půdy byla zvolena podmítka talířovým podmítačem. V následující tabulce je možné vidět ošetření porostu v průběhu celého roku. V případě postřiků byly dávky účinných látek aplikovány spolu vodou o dávce $200 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Tabulka 1: Agrotechnické operace - řepka

| Datum | Druh aplikace | Účinná látka | Dávka |
|------------|--|----------------------------|-------|
| 01.08.2022 | Drcení sklízecí mlátičkou | Sláma z obilovin | - |
| 12.08.2022 | Aplikace při setí (kg*ha ⁻¹) | NP 10-35+7S | 200 |
| 12.08.2022 | Aplikace při setí (kg*ha ⁻¹) | Kamex | 100 |
| 12.08.2022 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | DASA | 120 |
| 22.08.2022 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | Slimet | 7 |
| 30.08.2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Metazamix | 1 |
| 05.09.2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Agil | 0,5 |
| 05.09.2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Karate se Zeon Technologií | 0,15 |
| 13.09.2022 | Postřik (g*ha ⁻¹) | Kys. Citronova | 100 |
| 13.09.2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Rafan max | 0,05 |
| 13.09.2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Caryx | 1 |
| 13.09.2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Galera podzim | 0,2 |
| 13.09.2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Borosan Forte | 2 |
| 06.10.2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Agil | 0,5 |
| 27.10.2022 | Postřik (g*ha ⁻¹) | Mospilan | 100 |
| 27.10.2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Rafan max | 0,05 |
| 01.03.2023 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | LAD | 100 |
| 21.03.2023 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | Sulfan | 200 |
| 22.03.2023 | Postřik (g*ha ⁻¹) | Kys. Citronova | 100 |
| 22.03.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voodoo | 0,1 |
| 22.03.2023 | Postřik (g*ha ⁻¹) | Mospilan | 120 |
| 04.04.2023 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | LAD | 250 |
| 20.04.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | DAM | 100 |
| 09.05.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Pictor | 0,5 |
| 28.06.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | SuperAgrovitalo | 0,5 |

4.2 1. polní měření sklizně řepky olejné

V rámci prvního měření proběhlo posouzení porostu, který je k vidění na obrázku 18, odebrána provozní data z řádkovače, byly zjištěny sklizňové ztráty a umístěny měrné nádoby pro ztráty předsklizňové.

Obrázek 18: Porost řepky ozimé



4.2.1 Popis porostu před řádkováním

K prvnímu měření došlo dne 6. června 2023, kdy proběhlo řádkování porostu. Před samotným řádkováním proběhlo vizuální posouzení porostu a došlo k odběru 6 celých rostlin pro následný rozbor stanovení stavu porostu a potencionálního výnosu. Jehož průměrné hodnoty jsou v následující tabulce. Detailní rozbor jednotlivých rostlin lze nalézt v příloze jednotlivá data z měření lze nalézt v příloze 1. Z tabulky je možné také vyčíst, že vlhkost semen odpovídá doporučeným hodnotám pro dvoufázovou sklizeň.

Tabulka 2: Průměrné hodnoty porostu řepky

| Místo odběru vzorků | HTS (g) | Olejnatost (%) | Výška porostu před řádkováním (cm) | Počet rostlin na m ² | Hmotnost semen z rostliny (g) | Počet šesulí na rostlinu | Biologický výnos z posouzených rostlin (t) | Vlhkost semen (%) |
|---------------------|---------|----------------|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------|--|-------------------|
| Stojatý porost | 4,64 | 42,62 | 156 | 13 | 25,97 | 373,5 | 3,37 | 41,66 |

Následně bylo z každého patra odebráno 15 šesulí pro posouzení zralosti semen v jednotlivých patrech porostu. V následující tabulce je možné vidět procentuální zastoupení. Podle dostupných dat získaných při literární rešerši vyplývá, že tento porost splňuje podmínky pro dvoufázovou sklizeň.

Tabulka 3: Stav zralosti semen řepky

| Umístění na rostlině | Stav semen | Počet (ks) | Procento zralých semen(%) |
|----------------------|------------|------------|---------------------------|
| Nejvyšší patro | Zelené | 204 | 41,55 |
| | Zralé | 145 | |
| Střední patro | Zelené | 155 | 33,19 |
| | Zralé | 77 | |
| Spodní patro | Zelené | 103 | 60,98 |
| | Zralé | 161 | |

4.2.2 Strojní řádkování

K řádkování porostu byl použit samohodný nosič MacDon Windrower M1170 NT5 s pásovým řádkovacím adaptérem MacDon D125X o záběru 7,6m (viz obrázek 19). Jak je vidět v příložené tabulce, byla při práci samojízdného řádkovače zaznamenávána data v podobě průměrné rychlosti sklizně, hodinové výkonnosti, spotřeby pohonných hmot na sklizený hektar a dob otočení stroje na souvrati.

Obrázek 19: Řádkovač při sklizni řepky



V rámci sklizně bylo ponecháno dostatečně vysoké strniště o průměrné výšce 57 cm, takže byl řádek optimálně uložen nad zemí, což zajišťovalo dobré podmínky pro proschnutí a dozrání porostu. Průměrná výška uloženého řádku byla následně 113 cm.

Tabulka 4: Provozní hodnoty řádkovače

| Provozní údaj | Hodnota |
|--|---------|
| Průměrná doba otočky na souvrati (s) | 21,546 |
| Průměrná výkonnost (ha*h ⁻¹) | 5,5 |
| Průměrná spotřeba (l*ha ⁻¹) | 2,7 |
| Průměrná rychlost (km*h ⁻¹) | 12,123 |

4.2.3 Ztráty způsobené řádkováním

Dále probíhala měření sklizňových ztrát, a to jak na děličích, tak umístěním sběrných nádob do porostu v místě, kde byl následně uložen řádek. Jako je vidět na obrázku 20. Všechna tato měření byla prováděna mimo záběr kolejových řádků a souvratí, aby měření nebyla těmito faktory ovlivněna. V následující tabulce je možné vidět, jak vysoké ztráty byly způsobovány jak děličem, tak samotným pokosením a uložením na řádek. Pro každý druh ztrát bylo zajištěno 5 opakování. Z uvedených dat je následně poznat, že ztráty dosahovaly vzhledem k vypočtenému biologickému výnosu přibližně 0,14 %.

Obrázek 20: Sběr ztrát



Tabulka 5: Sklizňové ztráty - řádkování řepka 6.7.2023

| Místo měření | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu(%) |
|----------------|------------------------------|----------------------|
| Dělič | 2243,51 | 0,07 |
| Porost - řádek | 2802,97 | 0,08 |
| Celkem | 5046,48 | 0,14 |

4.3 2. polní měření sklizně řepky olejné

Druhé polní měření proběhlo 14.7.2023. V rámci tohoto měření proběhla sklizeň řádkovaného porostu. Zároveň byly odebrány měrné nádoby umístěné pod řádky při prvním polním měření porostu tak, aby bylo možné změřit předsklizňové ztráty a opět byl posouzen v porostu (viz obrázek 21)

Obrázek 21: Rozdělený porost řepky ozimé



4.3.1 Stav řádkovaného a stojatého porostu

Před samotnou sklizní byly odebrány vzorky rostlin řádkovaného i stojatého porostu, jehož sklizeň proběhla o 2 dny později. Sklizeň řádkovaného porostu byla plánována o dva dny dříve, ale v určený den, byl porost zasažen přívalovými srážkami o úhrnu 22 mm, což podle následně provedených měření mělo malý vliv na vlhkost hmoty na vrchu řádku, která je oproti hmotě na spodní straně řádku vlhčí o 0,48 %. V případě porovnání řádkovaného a stojatého porostu je vlhkost výrazně nižší u řádkovaného porostu, a to u semen i slámy. Snížení vlhkosti se ovšem neprojevalo na HTS, která u suššího řádkovaného porostu zůstává vyšší. Posledním sledovaným parametrem je olejnatost, která se u semen ze samostatně měřených rostlin snížila v obou případech.

Tabulka 6: Kvalitativní parametry řepky ozimé - 2. polní měření

| Varianta porostu | Umístění v řádku | HTS (g) | Olejnatost (%) | Vlhkost sláma (%) | Vlhkost semínko (%) |
|------------------|------------------|---------|----------------|-------------------|---------------------|
| Stojatý | - | 4,49 | 41,18 | 23,33 | 9,96 |
| Řádkovaný | Vrch | 4,62 | 40,66 | 15,97 | 6,29 |
| | Spodek | | | 15,01 | 5,81 |

Obrázek 22: Stav dozrání semen řepky olejné - nalevo semena uložena v laboratoři, napravo semena z řádků



Podle dostupných dat ze zahraničních publikací je možné zjistit, že řádkování porostu není vhodné provádět, pokud hrozí vysoké teploty nad 30 °C. Pokud takové teploty hrozí, je doporučováno buď od dvoufázové sklizně upustit, nebo řádkovat porost ideálně večer, v noci, nebo časně ráno. Důvodem je pak možné kvalitativní znehodnocení úrody, která se projevuje zčervenáním semínek. To je způsobeno příliš rychlým vysycháním, není zabezpečeno pomalé dozrávání semen. Tento fakt je možné vidět na přiložené fotografii, kdy červená semena jsou vymláčena z porostu, který zůstal v řádcích na poli a černá ta, která byla po řádkování z pole odvezena a skladována v chladnějším prostředí, které zajišťovaly optimální prostředí pro dozrání.

4.3.2 Před sklizňové ztráty

Po odběru sběrných nádob byly následně v laboratoři zjištěny před sklizňové ztráty způsobené vypadáváním semen ze šesulí v řádkovaném porostu. Následující tabulka představuje jak hmotnostní, tak procentní hodnotu před sklizňových ztrát vztaženým na jeden hektar.

Tabulka 7: Před sklizňové ztráty - řádky

| Místo odebrání vzorku | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu(%) |
|-----------------------|------------------------------|----------------------|
| Řádek | 257,56 | 0,01 |

4.3.3 Sklizeň řádkovaného porostu sklízecí mlátičkou

Obrázek 23: Sklízecí mlátička se sběracím adaptérem



Sklizeň řádkovaného porostu proběhla axiální sklízecí mlátičkou Case IH 9120 se sběracím adaptérem ZPU 6001, která je vidět na obrázku 23. V rámci sklizně byly dostupných dat informačního portálu sklízecí mlátičky zaznamenávány provozní hodnoty. Zejména pak jezdová rychlost, spotřeba pohonných hmot, výkonnost, zatížení motoru, výnos,

vlhkost a následně také měření času otočky na souvrati. Průměrné hodnoty jsou zaznamenány v následující tabulce. Následující data mohou obsahovat nepřesnosti, a to z důvodu zkreslení čidly sklízecí mlátičky. Z tohoto důvodu je tabulka doplněna o výnos, který byl vypočten zemědělským podnikem, a to podílem celkové hmotnosti produkce odvezené z pole a celkové sklizené výměry.

Tabulka 8: Provozní hodnoty sklízecí mlátičky - sběr

| Provozní parametr | Hodnota |
|--|---------|
| Rychlost ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) | 5,80 |
| Výnos - mlátička ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) | 2,52 |
| Výnos - podíl ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) | 3,27 |
| Zatížení motoru (%) | 69,83 |
| Operativní výkonnost ($\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$) | 4,41 |
| Doba otočení na souvrati (s) | 21,45 |
| Vlhkost - mlátička (%) | 9,33 |
| Vlhkost - laboratoř (%) | 7,09 |
| Spotřeba ($\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$) | 15,40 |
| Podíl nečistot (%) | 1,20 |

V průběhu sklizně byly také měřeny sklizňové ztráty umístěním sběrných nádob těsně vedle mlátičky, tak umístěním pod řádek. Díky vysokému strništi je velmi snadné odebrat sklizňové ztráty od prvního pohybu řádku sběracím adaptérem až po ztráty způsobené sklízecí mlátičkou.

4.3.4 Sklizňové ztráty

V následující tabulce je možné vidět sklizňové ztráty v průběhu druhé fáze sklizně řepky. Měření probíhalo v pěti opakováních v rámci obou umístění sběrných nádob. Sklizňové ztráty byly následně v laboratoři odseparovány a zváženy. Hodnoty uvedené v tabulce jsou vypočteny, jak v rámci hmotnosti ztrát na 1 hektar, tak jako v předchozích případech procentuálně k výnosu. Pro výpočet byl zvolen biologický výnos.

Tabulka 9: Sklizňové ztráty - sběr

| Místo odběru vzorku | Průměr ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$) | Procento z výnosu (%) |
|---------------------|--|-----------------------|
| Řádek | 133742,86 | 3,27 |
| Mimo | 181396,83 | 5,10 |
| Průměr | 157569,84 | 4,19 |

4.4 3. polní měření sklizně řepky olejné

Poslední polní měření, bylo provedeno dne 16.7.2023, kdy byl přímou sklizní sklizen zbytek porostu řepky, která na poli zůstala v neřádkované podobě. Data získaná z tohoto měření následně posloužila pro porovnání obou druhů sklizně. V rámci odběru vzorků byly opět odebrány vzorky rostlin. Dále byly odebrány sběrné nádoby umístěné v porostu také od prvního polního měření za účelem zjištění předsklizňových ztrát.

4.4.1 Stav porostu před přímou sklizní

V rámci tohoto měření se odebraly vzorky rostlin pro kvalitativní laboratorní analýzu. Výsledky jsou zaznamenány v následující tabulce.

Tabulka 10: Kvalitativní parametry řepky ozimé - přímá sklizeň

| Varianta | HTS (g) | Olejnatost (%) | Vlhkost sláma (%) | Vlhkost semínko (%) |
|-------------------------|---------|----------------|-------------------|---------------------|
| Stojatá - přímá sklizeň | 5,28 | 41,08 | 12,36 | 6,55 |

Z naměřených hodnot lze poznat, že výrazněji poklesla hodnota HTS a došlo k mírnému poklesu olejnatosti oproti předchozímu měření. Výraznější rozdíl je vidět v případě slámy, která byla vizuálně zelená, čemuž odpovídá i hodnota vlhkosti.

4.4.2 Předsklizňové ztráty

V následující tabulce jsou vidět hodnoty předsklizňových ztrát, které byly odebrány před přímou sklizní. Opět je uveden hmotnostní převod ztrát na hektar, tak procentuální hodnota ztrát na hektar, a to jak v případě biologického výnosu, tak výnosu, který byl vypočten zemědělským podnikem pomocí podílu celkového výnosu a výměry.

Tabulka 11: Předsklizňové ztráty - přímá sklizeň

| Místo měření | Průměr ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$) | Procento z výnosu (%) |
|------------------|--|-----------------------|
| Porost - stojatý | 4438,35 | 0,13 |

Zběžným porovnáním lze poznat, že sklizňové a následně předsklizňové ztráty u dvoufázové sklizně jsou jen nepatrně vyšší než samotné předsklizňové ztráty měřené u přímé sklizně.

4.4.3 Přímá sklizeň stojatého porostu

Přímá sklizeň byla provedena opět pomocí axiální sklízecí mlátičky Case IH 9120, ale tentokrát pomocí pevného pásového žacího adaptéru MacDon D130 o šířce záběru 9 m (viz obrázek 24). V rámci sklizně byla zaznamenána dostupná data z informačního portálu sklízecí mlátičky, opět společně s dobou otáčení mlátičky na souvrati. Průměrné hodnoty jsou zaznamenány v následující tabulce.

Obrázek 24: Přímá sklizeň řepky



Tabulka 12: Provozní parametry sklízecí mlátičky - přímá sklizeň

| Provozní parametr | Hodnota |
|--|---------|
| Rychlost (km*h ⁻¹) | 4,01 |
| Výnos - mlátička (t*ha ⁻¹) | 3,02 |
| Výnos - podíl (t*ha ⁻¹) | 3,25 |
| Zatížení motoru (%) | 86,33 |
| Operativní výkonnost (ha*h ⁻¹) | 3,61 |
| Doba otočení na souvrati (s) | 20,61 |
| Vlhkost - mlátička (%) | 9,33 |
| Vlhkost - laboratoř (%) | 9,92 |
| Spotřeba (l*ha ⁻¹) | 24,29 |
| Podíl nečistot (%) | 2,32 |

Měřeny byly také sklizňové ztráty. Způsob zachycení ztrát byl stejný jako u předchozí sklizně, akorát doplněný o ztráty způsobené děličem porostu.

4.4.4 Sklizňové ztráty

Sklizňové ztráty, jak je uvedeno v předchozí podkapitole, byly zaznamenávány opět pomocí sběrných nádob pokládaných těsně vedle kola sklízecí mlátičky, tak umístěním do porostu doprostřed záběru adaptéru. Ztráty byly měřeny na děličích, aby bylo možné provést porovnání se ztrátami na děliči při řádkování porostu. V rámci zpřesnění měření bylo provedeno šest opakování. Průměrné hodnoty ztrát jsou uvedeny v následující tabulce, opět v provedení hmotnostního i procentuálního převodu na hektar. Při porovnání se sklizňovými ztrátami sběru řádků jsou ztráty přímé sklizně o více jak procento větší.

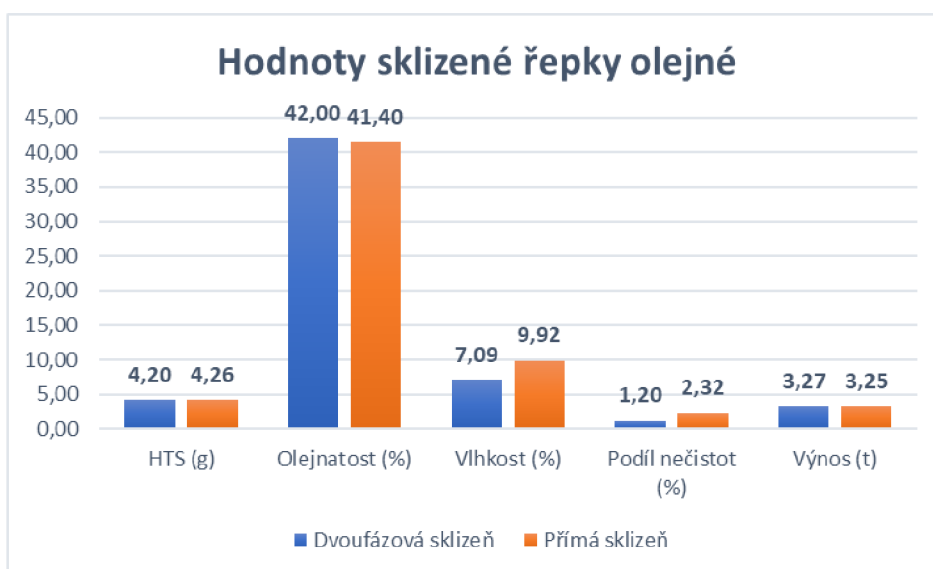
Tabulka 13: Sklizňové ztráty - přímá sklizeň

| Místo odběru vzorku | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu (%) |
|---------------------|------------------------------|-----------------------|
| Mimo | 203316,67 | 5,68 |
| Řádek | 180875,00 | 5,08 |
| Dělič | 2046,22 | 0,06 |
| Průměr | 192095,83 | 5,38 |
| Celkem | 194142,05 | 5,44 |

4.5 Kvalitativní a kvantitativní porovnání způsobů sklizně řepky

V uvedeném grafu můžeme pozorovat rozdíly v kvalitě produkce jednotlivých způsobů sklizně. Je vidět, že dvoufázová sklizeň má lepší hodnoty v olejnatosti, vlhkosti, podílu nečistot a výnosu, který stanovil podnik podílem celkového výnosu a sklizené výměry. Pro následné vyhodnocení nákladů jsou nejpodstatnější faktory podíl nečistot a vlhkost, kdy v případě přímé sklizně se přistupuje k dosušení a vyčištění. Jedinou vyšší hodnotou, která je lepší pro přímou sklizeň, je hodnota HTS. Její rozdíl je ale statisticky nevýznamný.

Obrázek 25: Porovnání hodnot sklizené produkce řepky v závislosti druhu sklizně



V následující tabulce jsou zaznamenány rozdíly ve ztrátách dvoufázové sklizně. V obou případech je jasně vidět, že největší podíl na celkových ztrátách mají sklizňové ztráty. Celkově je z hlediska ztrát horší přímá sklizeň s rozdílem ztrát víc jak 1 %. Vypočtené ztráty jsou vztaženy k biologickému výnosu.

Tabulka 14: Ztráty sklizně řepky ozimé

| Dvoufázová sklizeň | | | Přímá sklizeň | | |
|--------------------|------------------------------|-----------------------|----------------|------------------------------|-----------------------|
| Místo měření | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu (%) | Ztráty | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu (%) |
| Dělič - řádkování | 2243,51 | 0,07 | Předsklizňové | 4438,35 | 0,13 |
| Řádek - řádkování | 2802,97 | 0,08 | Dělič | 2046,22 | 0,06 |
| Předsklizňové | 257,56 | 0,01 | Sklizňové | 192095,83 | 5,38 |
| Sklizňové | 147843,59 | 4,19 | | | |
| Celkové | 153147,63 | 4,34 | Celkové | 194142,05 | 5,44 |

4.6 Ekonomické zhodnocení a porovnání způsobů sklizně řepky

Ekonomické zhodnocení obou způsobů sklizní bylo vypočteno na základě rozdílu nákladových vstupů. Největšími náklady celého procesu jsou u obou způsobů sklizně náklady na samotnou sklizeň sklízecí mlátičkou a její pohonné hmoty. U dvoufázové sklizně je dalším velkým nákladem samotné řádkování porostu. Rozdíl v celkové spotřebě pohonných hmot je přibližně $6,2 \text{ l*ha}^{-1}$, což při ceně nafty $32,50 \text{ Kč*l}^{-1}$ (ČSÚ, 2024) činí 202 Kč*ha^{-1} . Výhodou dvoufázové sklizně při tomto měření byla hlavně absence sušení a čištění sklizené produkce, což při potřebě snížení vlhkosti o 2 % a vyčištění o 1 % činí ve vztahu další náklad v celkové hodnotě 1013 Kč*ha^{-1} (ZEA Rychnovsko a.s., 2022). Při výsledném součtu nákladů vychází pro dvoufázovou sklizeň náklady o 314 Kč*ha^{-1} nižší než při přímé sklizni.

Tabulka 15: Nákladové rozdíly při rozdílném způsobu sklizně

| Náklad | Dvoufázová sklizeň (Kč*ha^{-1}) | Přímá sklizeň (Kč*ha^{-1}) |
|---|--|---------------------------------------|
| Řádkovač | 900 | - |
| Pohonné hmoty řádkovač | 88 | - |
| Sklízecí mlátička | 889 | 889 |
| Pohonné hmoty sklízecí mlátička | 501 | 789 |
| Sušení | - | 675 |
| Čištění | - | 338 |
| Náklady celkem | 2377 | 2691 |
| Rozdíl nákladů | 314 | |
| Rozdíl ztrát v neprospěch přímé sklizně | - | 421 |
| Náklady s přičtenou hodnotou ztrát | 2377 | 3112 |
| Rozdíl nákladů | 735 | |

Pokud k výše uvedeným nákladům přičteme ještě snížený výnos způsobený vyššími ztrátami v případě přímé sklizně, které činily přibližně 41 kg*ha^{-1} , což odpovídá dalším 421 Kč*ha^{-1} (SZIF, 2023), dosáhneme rozdílu celkem 735 Kč*ha^{-1} .

Dalšího snížení nákladů by bylo možné teoreticky docílit vynecháním lepení porostu, protože v případě správného načasování řádkování by nebylo lepení potřeba. Podle dostupných dat by došlo k snížení nákladů od dalších 938 Kč*ha⁻¹ (Kopeček, c2024; Kopeček, c2024).

4.7 Měření sklizně pšenice ozimé

Pšenice ozimá byla druhou plodinou, na které probíhalo porovnání dopadů způsobů dvoufázové a přímé sklizně. Polní měření probíhala v zemědělském podniku ve středních Čechách poblíž Mělníka. Oproti měření řepky ozimé probíhalo měření na třech polích, která byla umístěna za sebou v relativní přímce, která byla vzdušnou čarou dlouhá 3 km.

4.7.1 Pole 1 – určené pouze pro dvoufázovou sklizeň

Porost pšenice ozimé na měřeném pozemku byl založen na daném pozemku 30.9.2022 kombinovaným secím strojem s řádkovým rozestupem 12,5 cm s výsevkem 3,8 MKS*ha⁻¹. Odrůda pšenice Fakír. V následující tabulce je možné vidět agrotechnické operace prováděné v průběhu roku.

Tabulka 16: Agrotechnické operace - pole 1

| Datum | Druh aplikace | Účinná látka | Dávka |
|---------------|----------------------------------|--|--|
| Říjen 2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Cougar Forte/Retacel/ Sumialfa | 200/8(kg*ha ⁻¹)/0,5/0,5/0,1 |
| Listopad 2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/E.Fulhum/Borosan/Nexide/Retacel | 200/15(kg*ha ⁻¹)/0,25/0,5/0,08/0,5 |
| 05.03.2023 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | LAV | 100 |
| 05.04.2023 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | LAV | 150 |
| 10.04.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Bor/Retacel/Limitar/Energen Fulhum | 200/15(kg*ha ⁻¹)/0,5/0,5/0,3/0,25 |
| 03.05.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Borosan Forte Forte Fenol/Limitar/Hutton | 200/15(kg*ha ⁻¹)/0,3/2/0,3/0,8 |
| 25.05.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/Promino/Leander/Rollwet | 200/0,4/0,4/0,1 |

V případě tohoto pole byl porost stojatý. Místa, kde byl porost polehlý, byla spíše bodového charakteru. Velikost polehlých míst byla dostatečně veliká, aby bylo možné provést porovnání v některých měřených parametrech.

4.7.2 Pole 2 – určené pouze pro dvoufázovou sklizeň

Porost pšenice na 2. měřeném pozemku byl založen později než v případě prvního pole - 1.11.2022. Opět byl použit kombinovaný secí stroj s rozstupem mezi řádky 12,5 cm. Výsevek se tentokrát lišil a činil 4,7 MKS*ha⁻¹. Odrůda pšenice byla v tomto případě - LG Mocca. V následující tabulce jsou opět vidět veškeré aplikace v průběhu od založení porostu až do sklizně.

Tabulka 17: Agrotechnické operace - pole 2

| Datum | Druh aplikace | Účinná látka | Dávka |
|---------------|----------------------------------|--|--|
| Říjen 2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Cougar Forte/ Retacel/ Sumialfa | 200/8(kg*ha ⁻¹)/0,5/0,5/0,1 |
| Listopad 2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/E.Fulhum/Borosan/Nexide/Retacel | 200/15(kg*ha ⁻¹)/0,25/0,5/0,08/0,5 |
| 05.11.2022 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | Ledek | 80 |
| 05.03.2023 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | LAV | 100 |
| 10.04.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Bor/Retacel/Limitar/Energen Fulhum | 200/15(kg*ha ⁻¹)/0,5/0,5/0,3/0,25 |
| 24.04.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Biathlo/Dash/Lentipur | 200/15/50(g*ha ⁻¹)/0,5/1,4 |
| 03.05.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Borosan Forte Forte Fenol/Limitar/Hutton | 200/15(kg*ha ⁻¹)/0,3/2/0,3/0,8 |
| 25.05.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/Promino/Leander/Rollwet | 200/0,4/0,4/0,1 |

V případě druhého pole se jednalo o porost, který byl až na výjimky polehlý po celé své rozloze. Na obrázku je vidět, že porost je ještě zelený a čekání na přímou sklizeň by bylo

příliš dlouhé a vlhkost by i tak nebyla optimální. Dalším problémem byla vyšší vlhkost země oproti zbylým polím. Dvoufázová sklizeň zde podle dostupných doporučení ze světa měla opodstatnění.

4.7.3 Pole 3 – určené pro přímou sklizeň (2 řádky dvoufázovou sklizní)

V případě třetího měřeného pole byl porost zakládán stejně jako v případě prvního pole a to 30.9.2022 stejným kombinovaným secím strojem s rozstupem mezi řádky 12,5 cm s výsevkem 3,8 MKS*ha⁻¹. Odrůda pšenice - Fakír. V následující tabulce je opět vidět veškeré agrotechnické operace z průběhu vedení porostu.

Tabulka 18: Agrotechnické operace - pole 3

| Datum | Druh aplikace | Účinná látka | Dávka |
|---------------|----------------------------------|--|--|
| Říjen 2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Cougar Forte/ Retacel/ Sumialfa | 200/8(kg*ha ⁻¹)/0,5/0,5/0,1 |
| Listopad 2022 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/E.Fulhum /Borosan/Nexide/Retacel | 200/15(kg*ha ⁻¹)/0,25/0,5/0,08/0,5 |
| 05.11.2022 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | Ledek | 80 |
| 05.03.2023 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | LAV | 100 |
| 05.04.2023 | Rozmetání (kg*ha ⁻¹) | LAV | 150 |
| 10.04.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Bor/Retacel/Limitar/Energen Fulhum | 200/15(kg*ha ⁻¹)/0,5/0,5/0,3/0,25 |
| 21.04.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Biathlon 4D/Dash | 200/15(kg*ha ⁻¹)/60(g*ha ⁻¹)/0,6 |
| 03.05.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/močovina/Borosan Forte Forte Fenol/Limitar/Hutton | 200/15(kg*ha ⁻¹)/0,3/2/0,3/0,8 |
| 25.05.2023 | Postřik (l*ha ⁻¹) | Voda/Promino/Leander/R ollwet | 200/0,4/0,4/0,1 |

Třetí pole, které bylo sklizeno přímou sklizní a bylo určeno jako porovnávací k polím určeným pro dvoufázovou sklizeň, byl porost z větší části stojatý. Místa, která byla polehlá, byla jednotného rozsáhlejšího charakteru, který umožňoval získání dat zvláště pro stojatý i ležatý porost.

V rámci tohoto pole proběhl v den prvního polního měření také pokus o sklizeň dvoufázovou. Toto pole mělo být půleno a použito jako jednotný pozemek pro porovnání obou způsobů sklizně. Již při prvních průsecích řádkovače, ale bylo jasné, že porost je na dvoufázovou sklizeň příliš zralý a použití dělené sklizně by rozhodně nedosahovalo potřebného účinku a zbytečně by navyšovalo sklizňové ztráty.

4.8 1. polní měření sklizně pšenice ozimé

V rámci prvního polního měření, které proběhlo 17.7.2023, byl proveden odběr vzorků z pole 1 a 2. Obě tato pole byla v tento den řádkována. Na poli 2 byly pomocí měřky odebrány vzorky rostlin pro stanovení biologického výnosu a kvalitativních parametrů porostu. Veškerá měření byla prováděna v 5 opakováních.

Obrázek 26: Řádkování pole 1



V případě prvního pole byly odebrány vzorky přímo z řádků taktéž pro získání kvalitativních parametrů v místě jak stojatého porostu, tak porostu polehlého. Opět bylo provedeno vždy 5 opakování.

V rámci obou polí byla zaznamenávána provozní data z řádkovače a proběhlo měření sklizňových ztrát. Měření sklizňových ztrát byla v porovnání s porostem řepky značně komplikovaná z důvodu polehlého porostu a z důvodu snahy o dosažení co nejnižšího strniště.

Veškerá řádkování proběhla pomocí řádkovače MacDon M1170 NT5 s řádkovacím adaptérem také od společnosti MacDon D125X o záběru 7,6 m (viz obrázek 26).

Obrázek 27: Řádkovaný polehlý porost na poli 2



Po řádkování porostu na poli 2 byly pod řádky umístěny měrné nádoby pro zaznamenání předsklizňových ztrát.

4.8.1 Kvalitativní parametry pole 1

V rámci pole 1 byly odebrány vzorky rostlin přímo z řádku v místech, kde byl porost stojatý, i v místech, kde byl porost polehlý. Všechna měření probíhala vždy v pěti opakování. V laboratoři byla následně ze vzorků zjištěna, zvláště u zrna a slámy, vlhkost. Zrno bylo podrobeno analýze složení. Průměrné hodnoty jsou v následující tabulce, podle které můžeme vidět, že hodnota HTS je o víc jak 4,5 g vyšší u stojatého porostu, což může způsobovat překvapivě vyšší vlhkost, která je o 5 až 6 % vyšší než u polehlého. Naopak obsah dusíku a lepku jsou vyšší u polehlého porostu. Vyšší je také kvalita lepku, kterou signalizuje hodnota Zeleného testu.

Tabulka 19: Kvalitativní parametry před řádkováním - pole 1

| Místo odebrání vzorků | HTS (g) | Vlhkost sláma (%) | Vlhkost zrno (%) | N (%) | Lepek (%) | Zelený (ml) | Škrob (%) |
|-----------------------|---------|-------------------|------------------|-------|-----------|-------------|-----------|
| Stojatý porost | 34,97 | 34,49 | 21,90 | 14,80 | 31,84 | 63,56 | 66,04 |
| Polehlý porost | 30,24 | 29,53 | 15,19 | 16,13 | 34,49 | 64,11 | 64,99 |

4.8.2 Řádkování pole 1

Při řádkování probíhalo zaznamenávání provozních dat z informačního portálu stroje a byla měřena doba otočky na souvrati. V příložené tabulce jsou k vidění průměrné hodnoty zvlášť pro polehlý porost, tak pro porost stojatý. Výkonnost na tomto poli se v případě rozdílu porostů lišila přibližně o 30 %, potřeba pohonných hmot se lišila o 18 % a rychlost o 48 %.

Tabulka 20: Provozní údaje řádkovač - pole 1

| Provozní údaj | Porost | Hodnota |
|---|---------|---------|
| Doba otočky na souvrati (s) | - | 9,83 |
| Výkonnost ($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$) | Polehlý | 6,18 |
| | Stojatý | 8,08 |
| Spotřeba ($\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$) | Polehlý | 2,82 |
| | Stojatý | 2,30 |
| Rychlost ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$) | Polehlý | 8,17 |
| | Stojatý | 12,12 |

4.8.3 Sklizňové ztráty pole 1

V rámci řádkování porostu byly měřeny sklizňové ztráty umístěním sběrných nádob do porostu doprostřed záběru řádkovacího adaptéru tak, aby byl řádek následně uložen přímo na odměrnou nádobu. V rámci měření proběhlo pět opakování u stojatého porostu a tři u porostu polehlého. Důvod, proč u ležatého porostu proběhla pouze tři opakování, je z důvodu vysokého rizika ztráty sběrných nádob. Vzhledem ke snaze provést, co nejkvalitnější řádkování polehlého porostu, bylo nutné, aby řádkovací adaptér ležel téměř na zemi, což změřeni sklizňových ztrát znemožňovalo. Ztráty byly vypočteny ve vztahu ke dvěma výnosům, které byly zaznamenány z informačního portálu sklízecí mlátičky před a po dešti.

Tabulka 21: Sklizňové ztráty řádkovač - pole 1

| Místo měření | Průměr ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$) | Procento z výnosu - před deštěm (%) | Procento z výnosu - po dešti (%) |
|----------------|--|-------------------------------------|----------------------------------|
| Polehlý porost | 3706,68 | 0,033 | 0,053 |
| Stojatý porost | 2902,36 | 0,042 | 0,067 |

4.8.4 Kvalitativní parametry pole 2

Stejně jako v případě pole 1 byly i na poli 2 odebrány vzorky pro stanovení kvalitativních parametrů. Rozdílem oproti poli 1 byl odběr za pomoci měrky tak, aby bylo možné následně stanovit biologický výnos. V případě pole 2 byl porost až na výjimky polehlý, jak je vidět na obrázku 27 a značně nazelenalý. V přiložené tabulce jsou vidět průměrné hodnoty kvalitativních parametrů.

Tabulka 22: Kvalitativní parametry před řádkováním - pole 2

| Místo odběru vzorků | Biologický výnos (t) | HTS (g) | Vlhkost sláma (%) | Vlhkost zrno (%) | N (%) | Lepek (%) | Zelený (ml) | Škrob (%) |
|---------------------|----------------------|---------|-------------------|------------------|-------|-----------|-------------|-----------|
| Polehlý porost | 7,39 | 32,56 | 86,04 | 46,10 | 12,06 | 24,44 | 51,01 | 68,00 |

Uvedená data dokazují z hlediska vlhkosti velice špatný stav porostu, který umocnilo jeho téměř kompletní polehnutí. Velký rozdíl je také v obsahu lepku a jeho kvalitě v případě porovnání s porostem na poli 1.

4.8.5 Řádkování pole 2

I v případě řádkování pole 2 proběhlo zaznamenávání provozních dat společně s měřením otočení na souvrati. Zejména je potřeba upozornit na relativně vysokou pracovní rychlost řádkovače, který i přes značně polehlý porost byl schopný dosáhnout. V případě, že by tento porost byl ponechán pro přímou sklizeň, lze téměř s jistotou říct, že rychlost sklízecí mlátičky by byla násobně nižší.

Tabulka 23: Provozní údaje řádkovač - pole 2

| Provozní údaj | Hodnota |
|---------------------------------|---------|
| Doba otočky na souvrati (s) | 10,988 |
| Výkonnost (ha*h ⁻¹) | 7,34 |
| Spotřeba (l*ha ⁻¹) | 2,9 |
| Rychlost (km*h ⁻¹) | 9,1 |

4.8.6 Sklizňové ztráty pole 2

Z hlediska provedení měření sklizňových ztrát bylo provedeno pět opakování měření stejným způsobem jako v případě pole 1, kdy byla měrná nádoba umístěna doprostřed záběru a řádek byl na ni následně uložen.

Tabulka 24: Sklizňové ztráty řádkovač - pole 2

| Místo měření | Průměr ($\text{g}\cdot\text{ha}^{-1}$) | Procento z výnosu (%) |
|----------------|--|-----------------------|
| Polehlý porost | 7008,04 | 0,01 |

4.9 2. polní měření sklizně pšenice ozimé

Druhé polní měření proběhlo 19.7.2023. V rámci tohoto měření mělo proběhnout plánované měření přímé sklizně na poli 3 pro potřeby porovnání obou způsobů sklizně. Bohužel z důvodu poruchy sklízecího adaptéru jsou z tohoto polního měření na poli 3 dostupné pouze kvalitativní parametry porostu a provozní data ze sklízecí mlátičky. Proto se přistoupilo ke sběru řádkovaného materiálu na poli 1, který sice rozhodně nebyl ideální pro pohodlnou sklizeň, ale vlhkost zrna již sklizeň v omezené míře umožňovala. Pole nebylo sklizené celé z důvodu krátkých dešťových srážek a také zvyšující se vlhkosti ve večerních hodinách.

4.9.1 Kvalitativní parametry pole 3

Porost na poli 3 byl na polovině plochy polehlý. Odběr vzorků byl proveden za pomoci měřky opět v pěti opakování, a to zvláště z polehlého i stojatého porostu. Ze vzorků byly v laboratoři následně stanoveny biologické výnosy pro oba stavy porostu. Následně byly vzorky použity pro určení kvalitativních parametrů.

Tabulka 25: Kvalitativní parametry - pole 3

| Místo odběru vzorků | Biologický výnos ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) | HTS (g) | Vlhkost slámy (%) | Vlhkost zrna (%) | N (%) | Lepek (%) | Zelený (ml) | Škrob (%) |
|---------------------|--|---------|-------------------|------------------|-------|-----------|-------------|-----------|
| Stojatý porost | 8,33 | 35,16 | 7,38 | 7,80 | 11,80 | 21,30 | 65,54 | 67,78 |
| Polehlý porost | 6,63 | 32,97 | 5,80 | 6,70 | 14,48 | 28,78 | 67,61 | 65,72 |

Při porovnání hodnot s porostem na poli 2, kde proběhlo založení porostu ve stejný den a se stejnou odrůdou, můžeme vidět rozdíl k lepšímu stavu porostu, zejména v podobě vlhkosti, ale také ve vyšší hodnotě HTS a vyšší kvality lepku, jehož kvalita je oproti poli 1 vyšší, což dokazuje o 10 ml vyšší objem sedimentu, který dokazuje Zeleného test.

4.9.2 Přímá sklizeň pole 3

Přímá sklizeň proběhla axiální sklízecí mlátičkou Case IH 9240HD se sklizňovým adaptérem MacDon FD 1 o záběru 10,7 m. V rámci sklizně byla opět zaznamenána sklizňová data a měřeny otočky na souvrati. Bohužel jak je vidět na následujícím obrázku 28 došlo k poruše sklízecího adaptéru, která znemožňovala další sklizeň.

Tabulka 26: Provozní údaje sklízecí mlátička - pole 3

| Provozní parametr | Hodnota |
|--|---------|
| Rychlost ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$) | 3,14 |
| Výnos - mlátička ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) | 7,68 |
| Operativní výkonnost ($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$) | 3,36 |
| Doba otočení na souvrati (s) | 19,10 |
| Vlhkost - vlhkoměr (%) | 12,50 |
| Vlhkost - laboratoř (%) | 13,29 |
| Spotřeba ($\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$) | 14,55 |
| Podíl nečistot (%) | 0,44 |

Obrázek 28: Sklízecí mlátička na poli 3



4.9.3 Kvalitativní parametry pole 1

Po poruše sklízecího adaptéru se sklízecí mlátička přesunula na pole 1, kde se uskutečnila sklizeň řádkovaného materiálu. Pro určení kvalitativních parametrů byly odebrány vzorky z řádků z vrchu i ze spodu ve stejném místě. Zralost a vlhkost materiálu nebyla ideální, ale ve velmi omezené míře bylo možné pár řádků sklídit.

Tabulka 27: Kvalitativní parametry před sklizní - pole 1

| Místo odebrání vzorku | HTS (g) | Vlhkost sláma (%) | Vlhkost zrno (%) | N (%) | Lepek (%) | Zelený (ml) | Škrob (%) |
|-------------------------------|---------|-------------------|------------------|-------|-----------|-------------|-----------|
| Vrch řádku - stojatý porost | 31,73 | 7,85 | 9,52 | 16,85 | 36,08 | 63,11 | 63,83 |
| Spodek řádku - stojatý porost | 31,90 | 8,36 | 8,81 | 17,64 | 38,77 | | 64,17 |
| Vrch řádku - polehlý porost | 30,08 | 6,07 | 9,89 | 16,15 | 31,40 | | 65,38 |
| Spodek řádku - polehlý porost | 28,34 | 6,09 | 8,62 | 16,75 | 39,47 | 67,24 | 63,28 |

V tabulce je vidět, že některé hodnoty chybí, což většinou symbolizuje, že nebylo možné zrno posoudit na daný test, protože se naměřené hodnoty pohybují mimo stupnici, která je pro danou plodinu daná. V případě těchto měření je zvláštní, že vyšší vlhkost zrna byla změřena na vrchu řádku než na spodku. Na druhou stranu sláma měla vlhkost přesně naopak.

4.9.4 Sklizeň řádkovaného porostu pole 1

Sklizeň probíhala stejnou axiální sklízecí mlátičkou, která byla použita na poli 3 a to Case IH 9240HD, tentokrát pomocí sběracího adaptéru Ziegler ZPU 6001 (viz obrázek 29). V průběhu zaznamenávání provozních dat došlo ke krátké dešťové srážce, která sklizeň přerušila. Po zhruba hodině bylo možné sklizeň na krátkou dobu obnovit, než došlo k přílišnému navýšení vlhkosti a sklizeň musela být ukončena. V následující tabulce jsou k vidění data získaná před deštěm, tak po. Data v tabulce většinou zásahu vyšší vlhkosti odpovídají a projevují se ve vyšší spotřebě a podílu nečistot a zároveň nižším výkonu, rychlosti a překvapivě i výnosu.

Tabulka 28: Provozní údaje sklízecí mlátička - pole 1

| Provozní parametr | Hodnota před deštěm | Hodnota po dešti |
|--|---------------------|------------------|
| Rychlost ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) | 4,62 | 2,53 |
| Výnos - mlátička ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) | 8,76 | 5,51 |
| Operativní výkonnost ($\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$) | 3,47 | 1,90 |
| Doba otočení na souvrati (s) | 17,39 | 15,95 |
| Vlhkost - vlhkoměr (%) | - | 13,70 |
| Vlhkost - laboratoř (%) | 9,93 | 13,24 |
| Spotřeba ($\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$) | 34,40 | 39,84 |
| Podíl nečistot (%) | 0,41 | 0,44 |

Obrázek 29: Sklizeň sběrem - pole 1



4.9.5 Sklizňové ztráty sklizeň pole 1

Při měření sklizňových ztrát bylo provedeno pět opakování při uložení sběrných nádob těsně vedle sklízecí mlátičky a tři byly umístěny pod řádek. Bohužel, z důvodu nízkého strniště a nutnosti nastavení co nejnižšího umístění adaptéru, bylo provedení měření v řádku velice riskantní vzhledem k možné ztrátě sběrných nádob. Dále je dobré připomenout, že sklizňové ztráty byly měřeny až po dešti. Pro porovnání byly vyhodnoceny z výnosu před deštěm, tak po.

Tabulka 29: Sklizňové ztráty sběr - pole

| Místo měření | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu před deštěm (%) | Procento z výnosu po dešti (%) |
|---------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Řádek | 5514,97 | 0,06 | 0,1 |
| Mimo | 2995,37 | 0,03 | 0,05 |
| Průměr | 4255,17 | 0,05 | 0,08 |

4.10 3. polní měření sklizně pšenice ozimé

Vzhledem k vydatným srážkám, které proběhly v druhé polovině června a přelomu srpna roku 2023 bylo třetí polní měření provedeno až 12.8.2023, kdy vzhledem k vysoké vlhkosti řádků bylo nutné přistoupit k jejich obrácení. Obrácení bylo provedeno pomocí rotorového shrnovače. Z přiložených fotografií je vidět, že došlo k naklíčení zrna a utvořily se někdy několikametrové zelené srostlé pásy naklíčeného zrna, které sklizeň znemožňovaly. Stav řádků je vidět na následujícím obrázku.

Obrázek 30: Obrácení řádků pole 1



Z rozboru řádků bylo také vidět, že vytrvalé srážky způsobily výrazné snížení prostorového objemu řádku a ten v kombinaci s nízkým strništěm a mokrou zemí nebyl schopný proschnout.

Dále muselo z důvodu obracení řádku dojít k odebrání sběrných nádob, které byly umístěny pod řádky na poli 2 k určení předsklizňových ztrát. A aplikací nových na poli 1.

4.10.1 Ztráty způsobené obracením

V rámci obracení bylo provedeno pokusné měření velikosti ztrát, které obracení způsobilo. Měrné nádoby byly umístěny do místa dopadu řádku a zachytily tak část zrna, která při dopadu z řádku vypadala. Vzhledem k šířce dopadu je nutné data v následující tabulce brát s určitou rezervou z důvodu, že nebylo možné přesně odhadnout dopad a zachytit veškeré zrno, které z řádku vypadlo.

Tabulka 30: Ztráty způsobené obracením - pole 1

| Místo měření | Průměr ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$) | Procento z výnosu před deštěm (%) | Procento z výnosu po dešti (%) |
|--------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| Dopad řádku | 54312,64 | 0,62 | 0,98 |

4.10.2 Předsklizňové ztráty pole 2

Z důvodu obracení řádků bylo nutné z pole 2 odebrat z pod řádků měrné nádoby, které měřily předsklizňové ztráty. Jejich průměrná hodnota je zachycena v následující tabulce.

Tabulka 31: Předsklizňové ztráty - pole 2

| Místo měření | Průměr ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$) | Procento z výnosu (%) |
|--------------|--|-----------------------|
| Řádek | 804,48 | 0,01 |

4.11 4. polní měření sklizně pšenice ozimé

Po vydatných deštích bylo možné přistoupit nejdříve ke sklizni stojatých porostů, které začalo na poli 3 v odpoledních hodinách také 12.8.2023. V průběhu došlo opět k odběru vzorků stojatého i polehlého porostu pro určení kvalitativních parametrů. Při sklizni následně opět proběhlo zaznamenání provozních dat a změření doby otoček na souvrati.

Dále bylo možné změřit sklizňové ztráty, které vzhledem k poruše sklízecího adaptéru nebylo možné provést při 2. polním měření.

4.11.1 Předsklizňové ztráty pole 3

Součástí měření ztrát při 4. polním měření došlo také k odběru předsklizňových ztrát vysbíráním přímo z porostu v přesně ohraničeném prostoru pro následný přepočítání na procentuální hektarové ztráty vzhledem ke stanoveným výnosům.

Tabulka 32: Předsklizňové ztráty - pole 3

| Místo měření | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu (%) |
|----------------|------------------------------|-----------------------|
| Stojatý porost | 46718,147 | 0,558 |
| Polehlý porost | 36061,776 | 0,541 |

4.11.2 Kvalitativní parametry pole 3

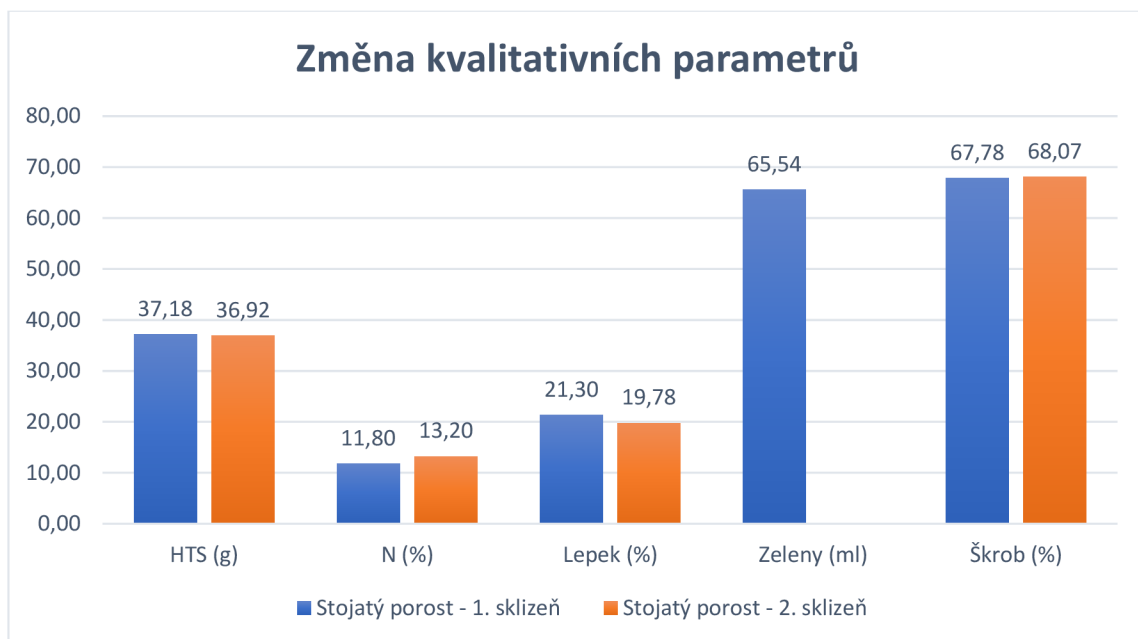
Pro porovnání kvalitativních změn byl opět proveden odběr vzorků rostlin z polehlých i stojatých porostů. V tabulce je možné vidět kvalitativní hodnoty stavu ve dni 4. polního měření.

Tabulka 33: Kvalitativní parametry před 2. sklizní - pole 3

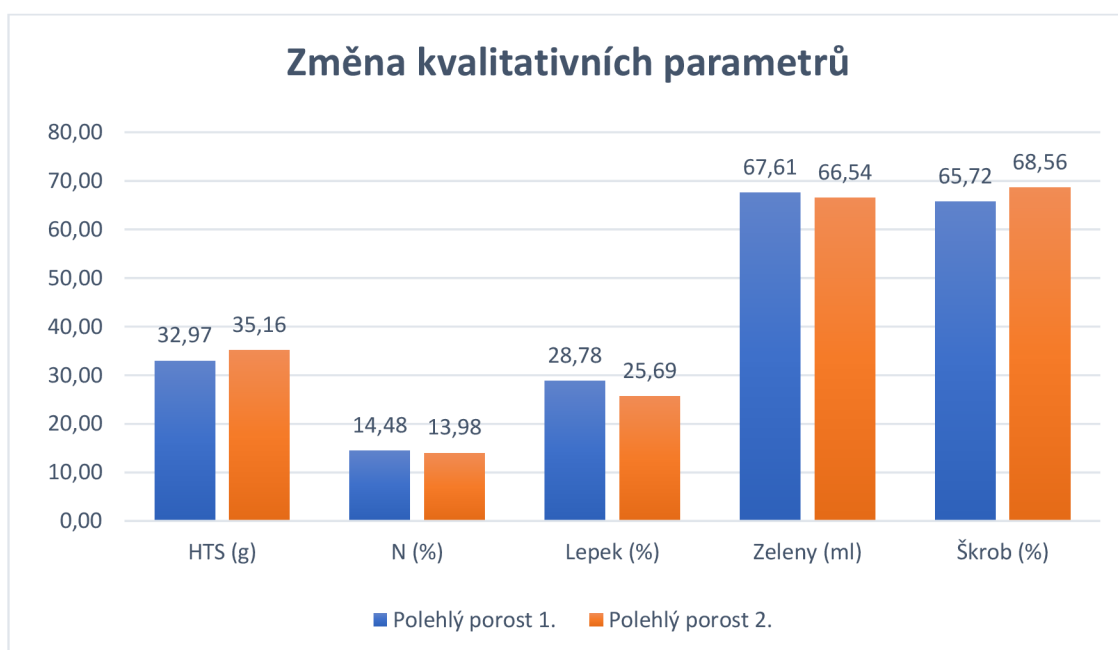
| Místo | HTS (g) | N (%) | Lepek (%) | Zelený (ml) | Škrob (%) |
|----------------|---------|-------|-----------|-------------|-----------|
| Stojatý porost | 35,16 | 13,20 | 19,78 | - | 68,07 |
| Polehlý porost | 35,16 | 13,98 | 25,69 | 66,54 | 68,56 |

Následně v níže uvedených grafech jsou vidět rozdíly při porovnání dat z 2. a 4. polního měření. Jak je vidět kvalitativní hodnoty se příliš nezměnily, v době laboratorního rozboru byl viditelný rozdíl v kvalitě zrna, kdy některá zrna již začala klíčit.

Obrázek 31: Změna kvalitativních parametrů - stojatý porost



Obrázek 32: Změna kvalitativních parametrů - polehlý porost



4.11.3 Přímá sklizeň pole 3

Sklizeň byla provedena opět axiální sklízecí mlátičkou Case IH se sklízecím adaptérem MacDon FD 70 s šířkou záběru 12 metrů. U sklízecí mlátičky není uveden model z důvodu, že se jedná o testovací model, jehož parametry nejsou veřejnosti známy. I tak byla z informačního portálu stroje odebrána provozní data pro polehlý i stojatý porost.

Tabulka 34: Provozní údaje 2. přímá sklizeň - pole 3

| Provozní parametr | Hodnota - stojatý porost | Hodnota - polehlý porost | Průměrné hodnoty mlátička |
|--|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Rychlost (km*h ⁻¹) | 3,25 | 2,68 | 2,6 |
| Výnos - mlátička (t*ha ⁻¹) | 6,58 | 8,85 | 7,38 |
| Operativní výkonnost (ha*h ⁻¹) | 3,90 | 3,22 | 2,9 |
| Doba otočení na souvrati (s) | 23,21 | | |
| Vlhkost – laboratoř (%) | 15,87 | | |
| Spotřeba (l*ha ⁻¹) | 19,17 | 25,95 | 22,1 |
| Podíl nečistot (%) | 0,80 | | |

Z dat je znát, že se oproti 1. sklizni zvýšila spotřeba pohonných hmot, které jsou zapříčiněny zejména tím, že v případě polehlého porostu došlo k jeho klíčení a srůstání hlavně z důvodu vyšší vlhkosti. Znatelně se zvýšil také podíl nečistot, a to na skoro dvojnásobek.

4.11.4 Sklizňové ztráty pole 3

Součástí 4. polního měření bylo provedeno také měření na zjištění sklizňových ztrát. V případě stojatého porostu se jednalo o měření, jak umístěním do porostu doprostřed záběru sklízecího adaptéru, tak umístěním těsně vedle kola. U polehlého porostu nebylo možné měření provést z důvodu rizika ztráty sběrných nádob, proto bylo měřeno pouze pomocí položení těsně vedle kola sklízecí mlátičky.

Tabulka 35: Sklizňové ztráty 2. přímá sklizeň - pole 3

| Místo měření | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu (%) |
|------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Stojatý porost - řádek | 572114,97 | 2,14 |
| Stojatý porost - mimo | 49377,95 | 0,59 |
| Polehlý porost - mimo | 220463,32 | 3,22 |

4.12 5. polní měření sklizně pšenice ozimé

Poslední polní měření proběhlo 16.8.2023, kdy byla provedena sklizeň řádků na poli 2 a 3. V případě pole 1 byly řádky příliš vlhké a nebylo možné ke sklizni přistoupit a bylo nutné přistoupit ještě k jednomu obrácení řádků. Na řádcích všech tří byl pro sklízecí mlátičku největší problém si poradit s naklíčenými srostlými pásy pšenice, které mlátičku ucpávaly (viz obrázek 33)

Obrázek 33: Srostlé zrno pšenice ve sklizených řádcích



4.12.1 Kvalitativní parametry - řádky pole 3

Jak bylo zmíněno v úvodu k měření pšenice ozimé, tak v rámci pole 3 došlo k řádkování pár záběrů porostu řádkovačem. Dál se v řádkování nepokračovalo z důvodu příliš vysoké zralosti a vysokému riziku sklizňových ztrát při řádkování.

Tabulka 36: Kvalitativní parametry před sklizní řádků - pole 3

| Místo | HTS (g) | N (%) | Lepek (%) | Zelený (ml) | Škrob (%) |
|-------|---------|-------|-----------|-------------|-----------|
| Řádek | 33,78 | 13,38 | 25,59 | 67,72 | 68,27 |

I tak v rámci měření došlo k odběru vzorků rostlin ke kvalitativní analýze. Průměrné hodnoty jsou k vidění ve výše uvedené tabulce.

4.12.2 Sklizeň řádků pole 3

Sklizeň řádků byla provedena testovací axiální mlátičkou Case IH, která na tomto poli prováděla i přímou sklizeň. Tentokrát byla osazena sběracím adaptérem Ziegler ZPU 6001 (viz obrázek 34). V případě této sklizně byla zaznamenána pouze data z informačního portálu.

Tabulka 37: Provozní údaje sběr řádků - pole 3

| Provozní parametr | Hodnota | Průměrné hodnoty mlátička |
|--|---------|---------------------------|
| Rychlost ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$) | 2,05 | 1,5 |
| Výnos - mlátička ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$) | 4,61 | 4,207 |
| Vlhkost - vlhkoměr (%) | 14,50 | |
| Operativní výkonnost ($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$) | 2,46 | 1,5 |
| Spotřeba ($\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$) | 36,92 | 36,6 |
| Podíl nečistot (%) | 1,30 | |

Na první pohled je vidět, že oproti přímé sklizni opět výrazně vzrostl podíl vlhkosti společně se spotřebou, na které se nejvíce podepsala velice nízká výkonnost.

4.12.3 Sklizňové ztráty pole 3

V rámci sklizně na tomto poli byla provedena měření ke zjištění sklizňových ztrát. Vzhledem k charakteru řádku byla prováděna měření umístěním sběrných nádob vedle kola sklízecí mlátičky. Průměrná data jsou uvedena v následující tabulce. V grafech, které jsou umístěny pod tabulkou se nachází porovnání ztrát na tomto poli v případě přímé sklizně a dvoufázové sklizně.

Tabulka 38: Sklizňové ztráty sběr řádků - pole 3

| Místo měření | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu (%) |
|--------------|------------------------------|-----------------------|
| Řádek - mimo | 3702,95 | 0,04 |

4.12.4 Kvalitativní parametry pole 2

Stejně jako u předchozích měření byly odebrány vzorky pro kvalitativní analýzu. Výsledky jsou opět umístěny v tabulce a v následujících grafech je vidět rozdíl, který vznikl od prvního polního měření.

Tabulka 39: Kvalitativní parametry před sklizní řádků - pole 2

| Místo | HTS (g) | N (%) | Lepek (%) | Zelený (ml) | Škrob (%) |
|-------|---------|-------|-----------|-------------|-----------|
| Řádek | 26,21 | 13,88 | 30,72 | 53,50 | 67,68 |

4.12.5 Předsklizňové ztráty pole 1

Z tohoto pole byly odebrány předsklizňové ztráty, které tam byly umístěny po prvním obrácení řádků.

Tabulka 40: Předsklizňové ztráty po obrácení - pole 1

| Místo měření | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu před deštěm (%) | Procento z výnosu po dešti (%) |
|--------------|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Řádek | 8065,74 | 0,092 | 0,15 |

Když se vezmou v potaz data získaná z předsklizňových ztrát na poli 2, před provedením obrácení je vidět, že došlo ke statisticky významnému navýšení předsklizňových ztrát. To je způsobeno zejména nechanickým poškozením řádku a rostlin umístěných v něm, následně mohlo docházet k mnohem lehčímu uvolnění zrn a jejich propadu, což předsklizňové ztráty navýšilo.

4.12.6 Sklizeň řádků pole 2

Sklizeň řádku probíhala za pomoci stejné sklízecí mlátičky a adaptéru jako v případě pole 3. Kromě dat z informačního portálu byla opět měřena doba otočky na souvrati. Průměrné hodnoty jsou k vidění v tabulce.

Tabulka 41: Provozní údaje sběr řádků - pole 2

| Provozní parametr | Hodnota |
|--|---------|
| Rychlost ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) | 3,60 |
| Výnos - mlátička ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) | 5,71 |
| Operativní výkonnost ($\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$) | 2,70 |
| Doba otočení na souvrati (s) | 15,55 |
| Vlhkost - mlátička (%) | 19,22 |
| Spotřeba ($\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$) | 23,70 |
| Podíl nečistot (%) | 2,53 |

V uvedených datech je vhodné zvýraznit opravdu vysokou vlhkost, která byla způsobena zejména vysokou vlhkostí samotného pozemku, který byl na mnoha místech podmáčený. I přes uvedenou vlhkost došlo ke snížení spotřeby oproti poli 3, což je opět způsobeno zejména vyšší výkonností mlátičky.

Obrázek 34: Sklizeň řádků pole 2



4.12.7 Sklizňové ztráty pole 2

Sklizňové ztráty v případě tohoto pole byly měřeny opět poležením vedle kola sklízecí mlátič za pomoci pěti opakování a také přímo umístěním do řádku v případě třech opakování. Při porovnání se sklizňovými ztrátami na poli 3 jsou zde ztráty nižší, ale jeho rozdíl je statisticky nevýznamný.

Tabulka 42: Sklizňové ztráty - pole 2

| Místo měření | Průměr (g*ha ⁻¹) | Procento z výnosu (%) |
|--------------|------------------------------|-----------------------|
| Řádek | 26898,79 | 0,36 |
| Mimo | 915,92 | 0,01 |

4.13 Měření sóji

Velká část odborných zdrojů se shoduje, že zvolení dvoufázové sklizně pro sklizeň sóji, sebou přináší značná rizika v podobě vysokých ztrát, a proto se příliš nedoporučuje. Ovšem její použití není vyloučené. Následující měření proběhlo v Olomouckém kraji nedaleko Přerova. Pozemek byl pro účely měření rozdělen na dvě poloviny, kdy každá byla sklizena jiným způsobem. Z porostu byl pro optimální vyhodnocení určen biologický výnos, který činil 2,95 t*ha⁻¹ při průměrném počtu 41 rostlin na metr čtvereční a výšce porostu 90 cm.

4.14 Řádkování sóji

Dne 29.9.2023 bylo provedeno řádkování porostu pomocí samojízdného řádkovače MacDon Windrower M1170 NT s řádkovacím adaptérem MacDon D125X s pracovním záběrem 7,6 m (viz obrázek 35). Strniště po řádkování bylo vysoké 5 cm.

Tabulka 43: Provozní údaje a ztráty řádkovač - sója

| Měřený údaj | Hodnota |
|--|----------|
| Vlhkost zrn (%) | 15,32 |
| Výkonnost (ha*h ⁻¹) | 5,2 |
| Spotřeba (l*ha ⁻¹) | 2,2 |
| Sklizňové ztráty (g*ha ⁻¹) | 30074,07 |
| Sklizňové ztráty (%) | 1,02 |

Ve výše uvedené tabulce můžeme vidět zaznamenaná provozní data získaná z informačního portálu řádkovače. Pokud se data porovnají s daty, která byla odebrána z řádkovače v řepce, je možné si všimnout nižší výkonnosti a také spotřeby. Co je ale znatelné, jsou sklizňové ztráty, které se pohybují okolo jednoho procenta, což je oproti ztrátám, které byly naměřeny v případě řádkování pšenice a řepky vyšší. Ztráty byly měřeny podobně jako v předchozích případech, a to umístěním měrné nádoby přímo do porostu doprostřed záběru. Tím byly zaznamenány ztráty jak posečením, tak následným uložením řádku.

Po skončení měření byly uloženy odměrné nádoby zpět pod řádek ke zjištění následných předsklizňových ztrát.

Obrázek 35: Řádkování porostu sóji



4.15 Sklizeň sóji - sběrem

Následně dne 6.10.2023 byl proveden sběr a sklizeň řádků za pomoci axiální sklízecí mlátičky New Holland CR 9.80 se sběracím adaptérem Ziegler ZPU 6001.

Tabulka 44: Provozní údaje sběr řádků - sója

| Měřený údaj | Hodnota |
|---|---------|
| Vlhkost zrn (%) | 15,87 |
| Výkonnost ($\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$) | 3,373 |
| Spotřeba ($\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}$) | 16,22 |

Z uvedené tabulky je znát, že vlhkost sklizeného zrna je mírně vyšší než v případě řádkování porostu. Příčinou může být vlhčí a chladnější podzimní počasí, které v kombinaci s nízkým strništěm a nízkou vzdušností řádku způsobí horší vysychání porostu na řádku než v případě porostu stojatého.

Tabulka 45: Ztráty sklizeň sběrem - sója

| Druh ztrát | Hodnota |
|--|-----------------|
| Předsklizňové ztráty ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$) | 417,79 |
| Předsklizňové ztráty (%) | 0,01 |
| Podíl nečistot (%) | 1,71 |
| Sklizňové ztráty - řádek ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$) | 25870,37 |
| Sklizňové ztráty - řádek (%) | 0,88 |
| Sklizňové ztráty - mimo ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$) | 18925,93 |
| Sklizňové ztráty - mimo (%) | 0,64 |
| Průměrné ztráty ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$) | 22815,94 |
| Průměrné ztráty (%) | 0,77 |
| Celkové ztráty ($\text{g} \cdot \text{ha}^{-1}$) | 52890,02 |
| Celkové ztráty (%) | 1,79 |

Ve výše uvedené tabulce můžeme sledovat hodnoty předsklizňových, tak sklizňových ztrát naměřených při tomto polním měření. Z dosažených měření je vidět, že největší podíl ztrát měla na svědomí právě první fáze sklizně, která dosahovala jednoho procenta.

4.16 Přímá sklizeň sóji

Ve stejný den 6.10.2023 byla provedena také přímá sklizeň stojatého porostu stejnou axiální sklízecí mlátičkou New Holland CR 9.80 se sklízecím adaptérem MacDon FD135. V následující tabulce je možné vidět provozní data získaná z informačního systému mlátičky.

Tabulka 46: Provozní údaje přímá sklizeň - sója

| Měřený údaj | Hodnota |
|---------------------------------|---------|
| Vlhkost zrn (%) | 13,86 |
| Výkonnost (ha*h ⁻¹) | 6,12 |
| Spotřeba (l*ha ⁻¹) | 11,02 |

V rámci sklizně byly také zjišťovány předsklizňové ztráty v porostu, které oproti předsklizňovým ztrátám mezi řádkováním a sklizní v případě dvoufázové sklizně byly neměřitelné. Dále byly měřeny samotné sklizňové ztráty jak uložením do porostu do středu záběru sklízecího adaptéru, tak umístěním sběrných nádob vedle kol mlátičky.

Tabulka 47: Sklizňové ztráty přímá sklizeň - sója

| Druh ztrát | Hodnota |
|--|-----------------|
| Podíl nečistot (%) | 1,60 |
| Sklizňové ztráty - řádek (g*ha ⁻¹) | 29944,44 |
| Sklizňové ztráty - řádek (%) | 1,02 |
| Sklizňové ztráty - mimo (g*ha ⁻¹) | 69574,07 |
| Sklizňové ztráty - mimo (%) | 2,36 |
| Celkové ztráty (g*ha⁻¹) | 49759,26 |
| Celkové ztráty (%) | 1,69 |

4.17 Zhodnocení způsobů sklizně sóji

Jak je uvedeno výše, tak odborné zdroje se vesměs shodují, že dvoufázová sklizeň sóji není vhodná. Provedená měření tato tvrzení potvrzují zejména v rozdílech ve vlhkostech sklizené produkce, která byla u dvoufázové sklizně vyšší o 2 %. Rozdíl celkových ztrát činil 0,1 % v neprospěch dvoufázové sklizně. Rozdíl odpovídá přibližně 3,1 kg*ha⁻¹. Výrazný rozdíl je také ve spotřebě pohonných hmot, kdy v porovnání součtu spotřeb obou fází a přímé sklizně

došlo k navýšení spotřeby pohonných hmot o $7,4 \text{ l*ha}^{-1}$ což při průměrné ceně nafty (40. týden 2023) $40,35 \text{ Kč*l}^{-1}$ (ČSÚ, 2024) vychází o 299 Kč*ha^{-1} více pro dvoufázovou sklizeň. Další náklady způsobuje rozdíl ve vlhkostech, kdy v případě dosušení produkce z dvoufázové sklizně na úroveň produkce z přímé sklizně vychází při ceně 100 Kč*t^{-1} při snížení vlhkosti o 1 % a výnosu $2,95 \text{ t*ha}^{-1}$ na dalších 590 Kč*ha^{-1} . Při celkovém součtu s náklady na řádkování, které činily 900 Kč*ha^{-1} bez pohonných hmot, činil rozdíl 1789 Kč*ha^{-1} .

5. Výsledky a diskuse

V této části práce je uvedeno celkové zhodnocení problematiky znovuzavedení dvoufázové sklizně některých polních plodin na našem území z hlediska získaných dat v teoretické části s charakterem podnebí a trendů sklizně na našem území.

V další části jsou porovnávány poznatky ze samotných jednotlivých měření s teoretickými východisky. V případě porovnání sklizní řepky a sóji, došlo k jejich ekonomickému zhodnocení. U řepky jsou přidány kvalitativní rozdíly způsobů sklizně. Zhodnocení sklizně pšenice je spíše dílčí z důvodu nepříznivých podmínek, které v průběhu měření nastaly. Zejména pak vytrvalé srážky, které porost a měření značně znehodnotily.

5.1 Dvoufázová sklizeň na našem území

V první řadě je třeba říci, že dvoufázová sklizeň má, jak ve světě, tak na našem území, rozhodně své opodstatněné místo. Otázka, kterou je třeba si vždy položit je, zda se zemědělci v daném okamžiku vyplatí. Když pomíneme dělenou sklizeň píce určenou ke krmivářským účelům, kde je téměř nenahraditelná a vezme se v potaz pouze dělená sklizeň pro získání jedné části rostliny, kterou je hlavně semeno a zrno dané rostliny, už je možné se zamýšlet nad zvolením jednoho nebo druhého způsobu sklizně.

Na našem území je dvoufázová sklizeň zavedena zejména v případě semenářských provozů, kde je od doby zákazu desikace i v těchto provozech téměř nezastupitelná. U objemných rostlin, kterými jsou například jeteloviny, lze očekávat v budoucích letech navýšení výměry sklizené dvoufázovou sklizní i s přihlédnutím k novým technologiím, které dovedou první fázi značně zefektivnit, zejména pak rychlejším a také šetrnějším řádkováním daných plodin, které zajišťují pásové sklizňové adaptéry.

Se zákazem desikace vyvstává otázka, zda přistoupit k dvoufázovému stylu sklizně i u plodin, které takto na našem území nebyly sklizeny desítky let. Ze světa je známo, že hlavní využití dvoufázové sklizně je zejména v chladnějších oblastech v případě sklizně řepky olejné, kde je obecně známý problém s nerovnoměrným dozráváním a s tím také související vyšší ztráty. Zaznívá často názor, který upozorňuje, že pokud to podmínky

umožňují, je vhodnější přistoupit k přímé sklizni zejména u řepky v případě, že hrozí vysoké teploty, o které na našem území nemáme poslední léta nouzi.

V případě dalších plodin se naopak naskytá otázka, zda přistoupit ke dvoufázové sklizni z důvodu nejistoty počasí. I když se předpovědní modely neustále zlepšují, většinou má počasí stejně poslední slovo, které neovlivníme. Vytrvalé deště mohou řádkovanou plodinu téměř zničit a zemědělec lituje svého rozhodnutí provést dvoufázovou sklizeň, protože v případě zvolení přímé sklizně by stojatý porost sice utrpěl, ale rozhodně ne tolik jako řádkovaný.

5.2 Dvoufázová sklizeň řepky

Jak je uvedeno již v předchozí kapitole, tak ve dvoufázové sklizni si udržuje velkou oblibu právě sklizeň řepky olejné a z hlediska aplikovatelnosti na našem území má největší potenciál. Do nedávných let by otázka návratu dvoufázové sklizně nepřicházela v úvahu, ale právě zákaz desikace učinil tento způsob sklizně jako možné řešení, a to jak z hlediska problémů s dozráváním, tak v případě zaplevelených porostů.

Jak je uvedeno v teoretické části práce, je nutné v případě přiklonění se ke dvoufázové sklizni dodržet určité postupy, zejména je nutné odhadnout optimální zralost rostlin, kdy 40 až 60 % procent změni svou barvu a vlhkost klesne na 40 až 45 %. Tento velký rozptyl umožňuje lepší časovou manévrovatelnost v organizování sklizně.

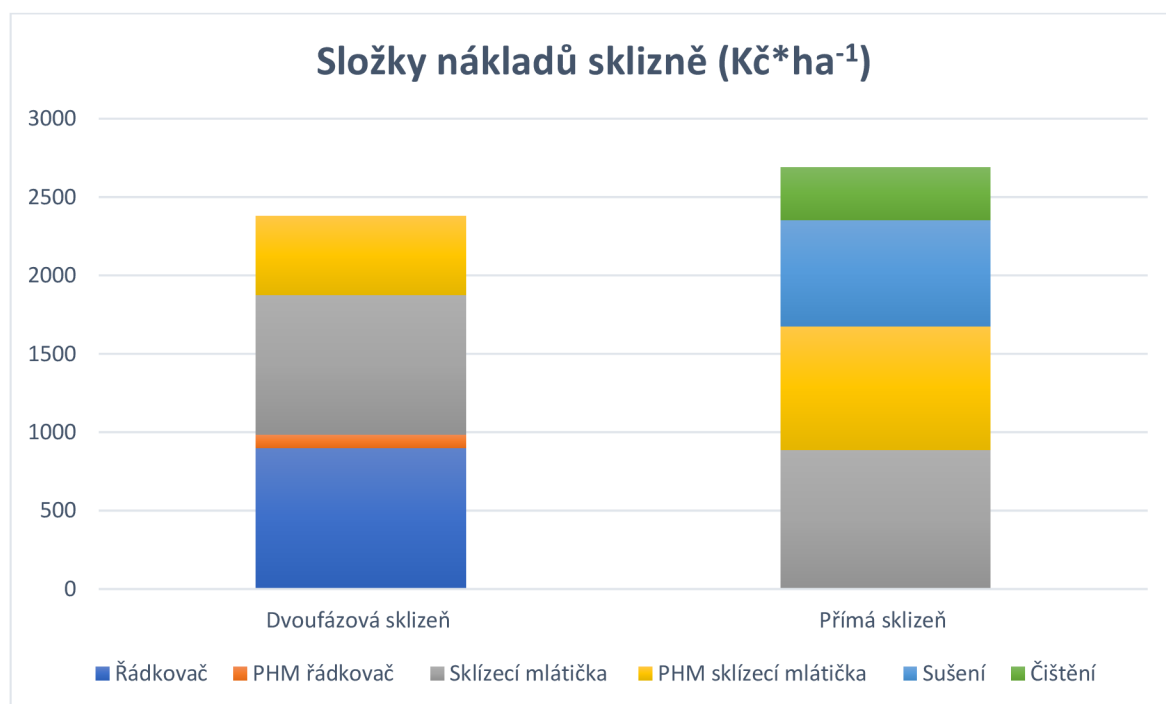
S výhodami přichází také rizika. Jak bylo již uvedeno, tak tento způsob sklizně je vhodný zejména pro vlhčí a chladnější oblasti a většina odborných zdrojů upozorňuje na řádkování porostu v době vysokých teplot. Jak je vidět v praktické části práce, tak v případě, že je rostlina řádkována při teplotách přesahujících 30 °C, a to obzvláště při nižší hodnotě zralosti, tak hrozí kvalitativní znehodnocení semen, protože dozrávání není rovnoměrné a semena se scvrkávají a zůstávají načervenalá. Z důvodu posledních horkých letních období, může být toto jeden z největších problémů a bude na dalším zkoumání zjišťování optimální zralosti a vlhkosti, kdy dojde k minimálním kvalitativním ztrátám s přihlédnutím ke ztrátám kvantitativním, které naopak hrozí v případě, že se přistoupí k řádkování porostu příliš pozdě a příliš suché šesule pak lehce pukají.

Z provedených měření vychází najevo, že zralost porostu byla optimální, ale vysoké teploty způsobily zčervenání semen.

Při následném rozboru vyšla olejnatost o 0,6 % vyšší u dvoufázově sklizeného porostu, ale nejvyšší rozdíly, které měly následně významný vliv na ekonomické porovnání, byl vyšší podíl nečistot a také vyšší vlhkost. Následné dosušení při stanoveném biologickém výnosu 3,38 t*ha⁻¹ navýšilo náklady o 1013 korun, což lehce převyšuje náklady na provedení řádkování porostu.

Nákladovým zvýhodněním dvoufázové sklizně bylo snížení spotřeby pohonných hmot sklízecí mlátičkou o téměř 9 l*ha⁻¹, což při tehdejší ceně nafty činilo rozdíl 289 Kč*ha⁻¹ ve prospěch sklizně sběrem. V součtu došlo u dvoufázové sklizně k výpočtu nákladů o 314 Kč*ha⁻¹ než u sklizně přímé. Podíl jednotlivých složek nákladů obou způsobů sklizně je rozebrán v následujícím grafu.

Obrázek 36: Rozdíl v hodnotách nákladů na hektar pro jednotlivé druhy sklizně řepky



Další výhodou pro dvoufázovou sklizeň byly také nižší celkové ztráty celé sklizně, které byly nižší o 1,1 %, což při stanoveném biologickém výnosu činilo 40 kg*ha⁻¹. Při průměrné ceně řepky z roku 2023 tak došlo k dalšímu zvýhodnění dvoufázové sklizně o 412 Kč*ha⁻¹.

Celkově pak dvoufázová sklizeň vyšla oproti přímé sklizni lépe o $735 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$. V případě vynechání lepení porostu, by mohlo dojít k dalším výrazným úsporám na nákladech v hodnotě $938 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$. Podrobné zhodnocení kvalitativních a ekonomických ukazatelů obou způsobů sklizně jsou uvedeny v praktické části v kapitolách 4.5 a 4.6.

5.3 Dvoufázová sklizeň pšenice

Ke dvoufázové sklizni obilnin se obecně přistupuje v menší míře než v případě řepky. Důvodem je většinou ne příliš velký přínos oproti přímé sklizni. Naopak převažují rizika vyšších ztrát. Podle dostupných zdrojů platí, že by se ke dvoufázové sklizni mělo přistupovat zejména v chladnějších oblastech, kde dochází k velkým rozdílům ve zralosti porostu, případně u porostů silně zaplevelených, kdy zejména v případě produkcí vedených v ekologickém zemědělství, se může jednat o jedinou možnost, jak si sklizeň usnadnit a zvýšit její kvalitu. Dále je možné tento způsob sklizně využít u polehlých porostů nebo porostů, které jsou polehnutím ohroženy. Ve světě může polehnutí způsobit i napadání škůdci.

V případě provedených polních měření, které byly provedeny pro účely této práce, lze vyzdvihnout právě účinnost řádkování polehlých porostů. Řádkovač se pohyboval průměrnou rychlostí $9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a zvládal bez problému vysekávat polehlý porost bez větších ztrát. Problémem ale může být výška strniště. V případě sklizně řepky se ponechává vysoké strniště, které zajišťuje, že se řádek dotýká země minimálně a je tak velmi vzdušný. Toho u obilnin lze dosáhnout minimálně, a to obzvláště u polehlých porostů, kdy pro dosažení kvalitního vysečení porostu je potřeba mít adaptér nastaven co nejnižší. Řádky sklizených obilnin jsou více náchylné na vydatnější srážky, protože jsou přímo v kontaktu s mokrou zemí.

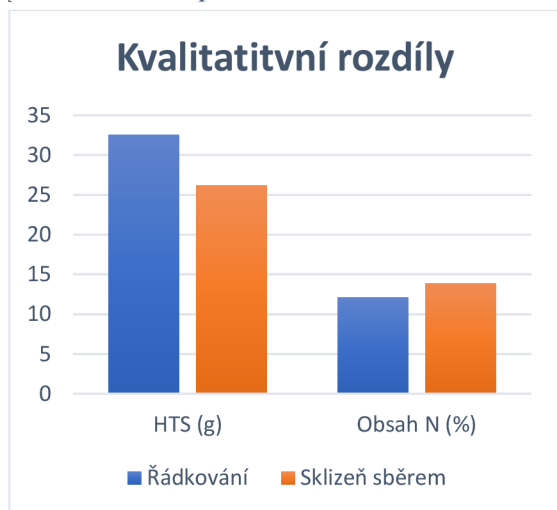
Právě dlouhodobé vydatné srážky způsobily značné problémy při letošním použití dvoufázové sklizně, která je rozepsána v praktické části. Došlo ke kompletnímu promoknutí řádků, které tímto značně snížily svůj prostorový objem, což následně zamezilo opětovnému vysychání. Zrno tak v řádcích začalo klíčit a vytvořilo dlouhé srostlé pásy, které téměř znemožňovaly následnou sklizeň i při přikročení ke krajnímu řešení, kterým bylo obracení řádku rotorovým shrnovačem.

Bohužel, kvůli výše uvedeným komplikacím způsobených deštěm a velkými rozdíly v měřeních ve zcela odlišných podmínkách, není možné posoudit a objektivně porovnat dvoufázovou sklizeň se sklizní přímou.

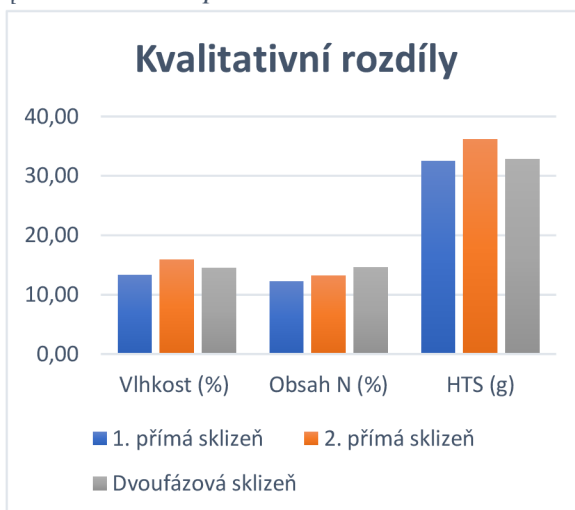
Alespoň dílčím zhodnocením může být přiložený graf, který porovnává kvalitativní parametry získané ze zrna sklizeného sklízecími mlátičkami. 1. přímá sklizeň byla provedena ještě před deštěm za optimální vlhkosti. Následně sklizeň 2. přímá sklizeň až po dešti a po 4denním odstupu došlo ke sklizni řádků, které byly na stejném pozemku. Vlhkost sice vyhovovala, ale právě srostlé pásy rostlin sklizeň velice komplikovaly a je nutné zdůraznit, že řádky byly 4 dny před sklizní obráceny a celou dobu bylo slunečné, teplé počasí.

Z pravého grafu je dále znatelný rozdílný obsah dusíku, který byl nejvyšší u řádkovaného porostu, na druhou stranu hodnota HTS byla téměř totožná u zrn z 1. sklizně a řádkované sklizně, což může vysvětlovat, že mezi řádkování porostu a 1. přímou sklizní uběhly pouze dva dny. To může dokazovat, že při řádkování porostu ve vysoké zralosti již tento zásah nemusí mít vliv na hodnotu HTS. Což nemusí platit u nižší zralosti a vyšší vlhkosti. Levý z grafů znázorňuje změnu kvalitativních hodnot u pole 2, kde zralost v době řádkování rozhodně nebyla tak vysoká jako v případě pole 3. a také víc jak dvojnásobnou vlhkost. Z grafu je vidět, že došlo k většímu úbytku hodnoty HTS, což u pozemku 3 není. Dále je u obou grafů vidět, že odložení sklizně má vliv na rostoucí obsah dusíku.

Obrázek 37: Kvalitativní rozdíly produkce podle sklizně - pole 2



Obrázek 38: Kvalitativní rozdíly produkce podle sklizně - pole 3

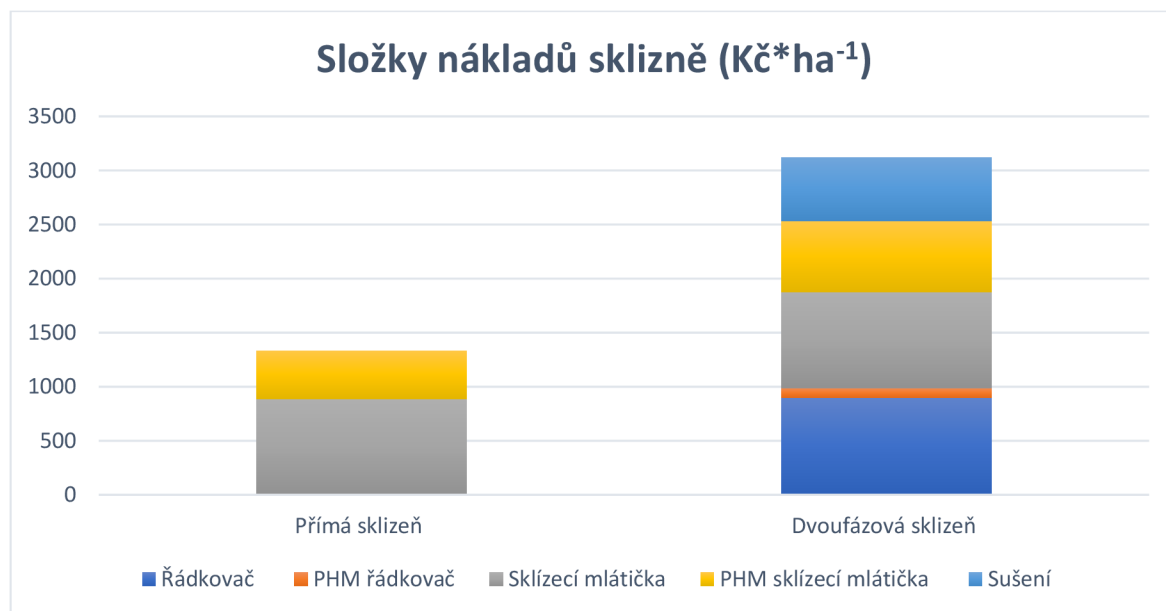


5.4 Dvoufázová sklizeň sóji

Jak je uvedeno v teoretické části práce, odborné články se obvykle shodují, že sklizeň sóji by měla být prováděna zejména přímou sklizní z důvodu vysokých ztrát v průběhu sklizně. Tento názor se v průběhu měření nepotvrdil, celkový rozdíl ztrát činil pouze 0,1 %, což odpovídá zhruba $3,1 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Největším problémem naopak byla vlhkost, která v případě dvoufázové sklizně byla dokonce při následném sběru vyšší o 0,5 % než při řádkování. Následný vlhkostní rozdíl mezi dvoufázovou a přímou sklizní byl 2 %, což se následně projevilo jako nezanedbatelný náklad v celkovém porovnání v hodnotě $590 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$. Dalším významným rozdílem byl také celkový rozdíl ve spotřebě pohonných hmot na hektar 7,4 l, což způsobilo pro dvoufázovou sklizeň přidání výdaje v hodnotě $299 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$. Následně při připočtení nákladů na řádkovač vyšel celkový nákladový rozdíl v neprospěch dvoufázové sklizně v hodnotě $1789 \text{ Kč} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jednotlivé podíly nákladů a jejich význam na celkových nákladech dané sklizně jsou znázorněny na následujícím grafu.

Obrázek 39: Rozdíl v hodnotách nákladů na hektar pro jednotlivé druhy sklizně sóji



6. Závěr

Dnešní doba je pro zemědělství dobou adaptace. Zemědělci dnes stojí před výzvami jak enviromentálními, tak nutností adaptovat se na změny a omezení legislativní. Zejména na zemědělství Evropské unie dopadá snaha o co největší redukci aplikací chemických látek. Je proto jasné, že jedním z hlavních důvodů, proč se vrátit ke dvoufázové sklizni, je právě zákaz aplikace glyfosátu pro zajištění rovnoměrného dozrávání plodin před sklizní.

Tato diplomová práce se v první části zabývá zejména analýzou dat o aplikaci dvoufázové sklizně ve světě jak v rámci jednotlivých klimatických oblastí, tak v rámci jednotlivých plodin a její aplikovatelnosti v našich podmínkách. Dále se práce zabývala i již aktuálními zkušenostmi s dvoufázovou sklizní na našem území.

V praktické části práce dochází k popisu a zhodnocení polních měření zabývajících se porovnáním dvoufázové sklizně s přímou sklizní na našem území, která byla prováděna v průběhu léta až podzimu. Měření měla za cíl analýzu kvalitativních i kvantitativních parametrů jednotlivých druhů sklizně. Důraz byl kladen zejména na zjišťování hodnot jednotlivých druhů ztrát, které mají vliv na výnos sklizně. Dále byly sledovány hodnoty podílu nečistot a vlhkosti, které naopak ovlivňují náklady na posklizňové zpracování produkce. V případě řepky byla následně laboratorně stanovována olejnatost a hodnota HTS. U pšenice byla provedena také analýza obsahu dusíku, škrobu, lepku a jeho kvality.

Z měření vyplývají přínosy dvoufázové sklizně pro řepku olejnou, kde došlo i k ekonomickému zhodnocení dané sklizně. V případě sklizně pšenice měření značně ovlivnily vydatné srážky, které znemožnily objektivní porovnání. Ze získaných dat lze vysledovat trend některých kvalitativních hodnot, které dvoufázová sklizeň ovlivňuje. Naopak značně nepříznivě se projevila dvoufázová sklizeň u sóji, kdy porost sklizený dvoufázově vykazoval nezanedbatelně vyšší vlhkost a náklady na pohonné hmoty byly taktéž vyšší. Zejména tyto dva faktory měly největší vliv to, že se dvoufázová sklizeň v tomto případě ekonomicky nevyplatí.

Do budoucna by bylo určitě vhodné v měřeních pokračovat, zejména v případě sklizní porostů řepky, které by nebyly ošetřené lepením. Rozhodně by měla být prováděna měření

i na dalších plodinách, zejména na těch, která odborná veřejnost ve světě doporučuje ke dvoufázové sklizni v teplejších podmínkách.

7. Seznam použitých zdrojů

- AGRACITY, c2023. *Swathing vs. Direct Combining for Canola Harvest*. Online. Dostupné z: <https://agracity.com/swathing-diret-combinng-for-canola-harvest>. [cit. 2024-03-24].
- ALBERTA PULSE GROWERS, c2024. *Soybean – Harvesting*. Online. Dostupné z: <https://albertapulse.com/soybean-harvesting/>. [cit. 2024-03-24].
- ANAMSO, c2024. *Production de colza semence Quand déclencher l'andainage?* Online. Dostupné z: <http://www.anamso.fr/andainage>. [cit. 2024-03-31].
- BARTHET, Veronique, 2013. *Canola*. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.thecanadianencyclopedia.ca/en/article/canola>. [cit. 2024-03-22].
- BJÖRKMAN, Thomas, 2010. *Buckwheat Production: Harvesting*. Online. Dostupné z: <http://nmsp.cals.cornell.edu/publications/factsheets/factsheet51.pdf>. [cit. 2024-03-24].
- BOYLES, Mark; PEEPER, Tom a MEDLIN, Case, c2024. *Harvesting Oklahoma Winter Canola Swathing vs. Direct Combining*. Online. Dostupné z: <http://canola.okstate.edu/cropproduction/harvesting/swathingvsdirectcombiningv6.pdf>. [cit. 2024-03-24].
- BRANT, Václav; KROULÍK, Milan; KRČEK, Vítězslav; KRÁSA, Josef; KAPIČKA, Jiří et al., 2020. *Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby*. České Budějovice: Kurent. ISBN 978-80-87111-81-9.
- CANOLA COUNCIL OF CANADA, c2023. *Harvest management*. Online. Dostupné z: <https://www.canolacouncil.org/canola-encyclopedia/harvest-management/>. [cit. 2024-03-24].
- CARLSON, Gregg, 2019. *Using Swathing to Accelerate Wheat Drying and Reduce Yield Losses*. Online. Dostupné z: <https://extension.sdstate.edu/sites/default/files/2020-03/S-0005-27-Wheat.pdf>. [cit. 2024-03-24].
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2023. *Osevní plochy zemědělských plodin k 31.5*. Online. Dostupné z: https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=346&katalog=30840&pvo=ZEM02A&pvo=ZEM02A&evo=v2266_!_ZEM02A-2023T_1. [cit. 2024-03-04].
- ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2023. *Vývoj ploch, hektarových výnosů a sklizní zemědělských plodin*. Online. Dostupné z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup->

objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=386&katalog=30840&pvo=ZEM02G&pvo=ZEM02G&evo=v1442_!_ZEM02G-sklizen_1. [cit. 2024-03-22].

ČSÚ, 2024. *Šetření průměrných cen vybraných výrobků - pohonné hmoty a topné oleje - časové řady*. Online. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/setreni-prumernych-cen-vybranych-vyrobku-pohonne-hmoty-a-topne-oleje-casove-rady>. [cit. 2024-03-30].

DRAHORÁD, Jan, 2022. *Použití dronů v zemědělství brzdí hlavně legislativa, říká jejich prodejce*. Online. Dostupné z: <https://www.asz.cz/clanek/9608/pouziti-dronu-v-zemedelstvi-brzdi-hlavne-legislativa-rika-jejich-prodejce/>. [cit. 2024-03-31].

EKOLIST, 2018. *Ministerstvo zemědělství od ledna 2019 zakáže plošnou aplikaci glyfosátu*. Online. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/ministerstvo-zemedelstvi-od-ledna-2019-zakaze-plosnou-aplikaci-glyfosatu>. [cit. 2024-03-10].

EOS DATA ANALYTICS, c2024. *How to grow flax and get increased yields*. Online. Dostupné z: <https://eos.com/crop-management-guide/flax-growth-stages/>. [cit. 2024-03-24].

EVROPSKÁ KOMISE, 2023. *Budoucnost zemědělství je zde*. Online. Dostupné z: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/cs/policies/future-farming>. [cit. 2024-03-31].

GOVERNMENT OF WESTERN AUSTRALIA, 2018. *Barley production - harvest and grain quality*. Online. Dostupné z: <https://www.agric.wa.gov.au/barley/barley-production-harvest-and-grain-quality?page=0%2C1>. [cit. 2024-03-24].

HARPER ADAMS, 2019. *Projekt Hands Free Hektar*. Online. Dostupné z: <https://www.harper-adams.ac.uk/news/203518/the-hands-free-hectare-project>. [cit. 2024-03-14].

CHEMAPAGRO, 2022. *Aktuální doporučení – lepení řepky*. Online. Dostupné z: <https://www.chemapagro.cz/aktualni-doporuceni-lepeni-repky/>. [cit. 2024-03-10].

JEDLIČKA, Milan, 2016. *Kloubový kombajn Tribine opět na scéně. Bez volantu a se skleněnou podlahou*. Online. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/kloubovy-kombajn-tribine-opet-na-scene-bez-volantu-a-se-sklenenou-podlahou>. [cit. 2024-03-14].

JEDLIČKA, Milan, 2018. *Tribine inovovalo svou atypickou sklízecí mlátičku, která je ještě extrémnější*. Online. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/tribine-inovalo-svou-atypickou-sklizeci-mlaticku-ktera-je-jeste-extremnejsi>. [cit. 2024-03-14].

JEDLIČKA, Milan, 2021. *Číňané předvedli první autonomní kombajn na světě o výkonu až 300 koní. Nechyběly ani traktory*. Online. Dostupné z:

<https://www.agroportal24h.cz/clanky/cinane-predvedli-prvni-autonomni-kombajn-na-svete-o-vykonu-az-300-koni-nechybely-ani-traktory>. [cit. 2024-03-14].

JEDLIČKA, Milan, 2021. *Jako z jiné planety, NeXaT má způsobit revoluci v zemědělské technice*. Online. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/jako-z-jine-planety-nexat-ma-zpusobit-revoluci-v-zemedelske-technice>. [cit. 2024-03-24].

JEHLIČKA, Milan, 2022. *První vyčesávací adaptér OZON v Česku řeší hlavní problémy při sklizni obilnin a speciálních plodin*. Online. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/prvni-vycesavaci-adapter-ozon-v-cesku-resi-hlavni-problemy-pri-sklizni-obilnin-a-specialnich-plodin>. [cit. 2024-03-15].

KANDE, Hans a HANSON, Bryan, 2019. *Swathing and Harvesting Canola*. Online. Dostupné z: <https://www.ndsu.edu/agriculture/extension/publications/swathing-and-harvesting-canola>. [cit. 2024-03-31].

KOPEČEK, c2024. *Agrovital 1 l*. Online. Dostupné z: https://www.vinarskydum.cz/agrovital-1-l_p3866?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw8J6wBhDXARIsAPo7QA-Wy2QukuQ59Ja6UauymVqS6xNaJYD2_ChW0mf6DYFZsC7BkY-tjpQaAhqfEALw_wcB. [cit. 2024-03-31].

KUBÍKOVÁ, Zuzana, 2020. *Sklizeň semenných porostů jetelovin*. Online. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/sklizen-a-skladovani/sklizen-1/sklizen-semennych-porostu-jetelovin>. [cit. 2024-03-24].

KUMHÁLA, František; HEŘMÁNEK, Petr; JIŘÍ, Mašek; KVÍZ, Zdeněk a HONZÍK, Ivo, 2007. *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. V Praze: Česká zemědělská univerzita. ISBN 978-80-213-1701-7.

KUŽEL, Radim, 2023. *Vyčesávací lišty Shelbourne a sklizňová technika od Soufflet Agro*. Online. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/vycesavaci-listy-shelbourne-a-skliznova-technika-od-soufflet-agro>. [cit. 2024-03-15].

MACDON, c2024. *Prospekt MacDon Windrower*. Online. Dostupné z: <https://www.agrics.cz/getattachment/59c27253-f8ff-4e95-9480-2e92ce3ccc17/Prospekt-MacDon-Windrower.aspx>. [cit. 2024-03-31].

MACHÁČ, Radek a FRYDRYCH, Jan, 2019. *Pěstování jílků (Lolium sp.) na semeno*. Online. Dostupné z: https://www.oseva-vav.cz/vysledky/CM_j%C3%ADlky.pdf. [cit. 2024-03-24].

MANITOBA, c2024. *Buckwheat - Production and Management*. Online. Dostupné z: <https://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/crop-management/buckwheat.html>. [cit. 2024-03-24].

MCVAY, K.A., 2008. *Camelina Production in Montana*. Online. Dostupné z: <https://agresearch.montana.edu/wtarc/producerinfo/agronomy-nutrient-management/Camelina/MontGuide.pdf>. [cit. 2024-03-24].

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, c2024. *Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy DZES (GAEC)*. Online. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/portal/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/dobry-zemedelsky-a-environmentalni-stav>. [cit. 2024-03-31].

NEXAT GMBH, c2024. *Harvest*. Online. Dostupné z: <https://www.nexat.de/en/products/harvest/>. [cit. 2024-03-24].

OKLAHOMA STATE UNIVERSITY, 2010. *Canola Harvesting Options*. Online. Dostupné z: <http://canola.okstate.edu/cropproduction/harvesting/harvest2010.pdf>. [cit. 2024-03-24].

PARI, Luigi; COZZOLINO, Luca; MARSAC, Sylvain; HERMET, Louise a BERGONZOLI, Simone, 2024. *Effect of Swathing or Direct Combining on Yield, Seed Losses and Costs of Camelina*. Online. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/2/325>. [cit. 2024-03-24].

PROFICARS, 2023. *Legendární východonemecký kombajn Fortschritt E 512 oslavuje 55 roků. Bol to nezabudnutelný silák*. Online. Dostupné z: <https://www.proficars.sk/novinky/legendarny-vychodonemecky-kombajn-fortschritt-e-512-oslavuje-55-rokov-bol-to-nezabudnutelny-silak/894>. [cit. 2024-03-31].

SASKATCHEWAN FLAX DEVELOPMENT COMMISSION, c2024. *Growing Flax*. Online. Dostupné z: <https://www.saskflax.com/growing/harvest.php>. [cit. 2024-03-24].

SASKATCHEWAN PULSE GROWERS, c2024. *Soybeans*. Online. Dostupné z: <https://saskpulse.com/growing-pulses/soybeans/soybeans-harvest/>. [cit. 2024-03-24].

SASKATCHEWAN, c2024. *Mustard Harvest Handling and Storage*. Online. Dostupné z: <https://www.saskatchewan.ca/business/agriculture-natural-resources-and-industry/agribusiness-farmers-and-ranchers/crops-and-irrigation/field-crops/oilseeds/mustard-harvest-handling-and-storage>. [cit. 2024-03-24].

SHELBOURNE, 2019. *CVS Stripper Header*. Online. Dostupné z: <https://www.shelbourne.com/wp-content/uploads/2020/05/CVS-Stripper-Header-Brochure.pdf>. [cit. 2024-03-15].

SOUFFLET AGRO, c2024. *Tort talleres*. Online. Dostupné z: <https://www.soufflet-agro.cz/cs/zemedelska-technika/tort-talleres>. [cit. 2024-03-24].

STEHNO, Luboš, 2024. *Zrozen pro systém CTF*. Online. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/zrozen-pro-system-ctf/>. [cit. 2024-03-24].

SZIF, 2023. *Zpráva o trhu obilovin, olejnin a krmiv*. Online. Dostupné z: https://www.szif.cz/cs/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Ftis%2Fzpravy_o_trhu%2F05%2F1707744169789.pdf. [cit. 2024-03-30].

TEMPÍR, Zdeněk; MALÉŘ, Josef; NOVOTNÝ, František a PTÁČEK, Josef, 1986. *Vývoj techniky sklizně obilnin*. Prameny a studie (Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství). Praha: Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Dostupné také z: <https://digitalni-knihovna.nzm.cz/bitstream/handle/123456789/35/Prameny%2029.pdf?sequence=6&isAllowed=y>.

VENCLOVÁ, Barbora, 2019. *Desikace semenářských porostů jetelovin bez účinné látky diquat – ano, nebo ne?* Online. Dostupné z: <https://uroda.cz/desikace-semenarskych-porostu-jetelovin-bez-ucinne-latky-diquat-ano-nebo-ne/>. [cit. 2024-03-10].

VENCLOVÁ, Barbora, 2021. *Housenice pilatky travní v porostech obilnin střední Moravy*. Online. Dostupné z: <https://uroda.cz/housenice-pilatky-travni-v-porostech-obilnin-stredni-moravy/>. [cit. 2024-03-24].

VERIFIED MARKET RESEARCH, 2022. *Global Hanging Windrower Market Size By Product (< 2m, 2 – 4m, 4 – 6m, and > 6m), By Application (Agricultural Production, Garden Trimming), By Geographic Scope And Forecast*. Online. Dostupné z: <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/hanging-windrower-market/>. [cit. 2024-03-25].

WIERSMA, Jochum a BONGARD, Phyllis, 2018. *Managing wheat before harvest*. Online. Dostupné z: <https://extension.umn.edu/small-grains-harvest-and-storage/managing-wheat-harvest#how-to-identify-physiological-maturity-1406660>. [cit. 2024-03-24].

ZEA RYCHNOVSKO A.S., 2022. *Ceník služeb*. Online. Dostupné z:
<https://www.zearychnovsko.cz/storage/cenik-sluzeb-zea-rychnovsko-03-2022.pdf>. [cit.
2024-03-30].

8. Přílohy

Příloha 1. – Posuzované rostliny řepky olejné

Rozbor rostlina 1

| Větev | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
|-------------------------|--|---------------------|
| 1. větev | 28 | 19 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 62 | 17 |
| 2. | 70 | 21 |
| 3. | 75 | 19 |
| 4. | 82 | 7 |
| 5. | 86 | 8 |
| 6. | 90 | 15 |
| 7. | 105 | 19 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 2. větev | 45 | 25 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 41 | 5 |
| 2. | 55 | 10 |
| 3. | 65 | 12 |
| 4. | 63 | 18 |
| 5. | 68 | 15 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 3. větev | 60 | 14 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 48 | 2 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 4. větev | 67 | 28 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 28 | 0 |
| 2. | 39 | 0 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 5. větev | 75 | 2 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 6. větev | 83 | 30 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 20 | 13 |
| 2. | 25 | 9 |
| 3. | 36 | 12 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 7. větev | 87 | 16 |

| | | |
|---|--|---------------------|
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 8. větev | 98 | 24 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 110 | 2 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 9. větev | 100 | 23 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 10. větev | 105 | 13 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 11. větev | 108 | 19 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 12. větev | 119 | 15 |
| | | |
| Zbýlý počet šišulí na hlavní větvi -> | | 28 |
| | | |
| Celkový počet šišulí | | 441 |
| Hmotnost semen (g) | | 41,529 |

Rozbor rostlina 2

| Větve | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
|------------------|-----------------------------------|--------------|
| 1. větev | 30 | 10 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 62 | 0 |
| 2. | 77 | 0 |
| 3. | 83 | 0 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 2. větev | 45 | 21 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 62 | 16 |
| 2. | 62 | 2 |
| 3. | 70 | 5 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 3. větev | 53 | 21 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 43 | 7 |
| 2. | 45 | 4 |
| 3. | 48 | 8 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 4. větev | 60 | 20 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 31 | 1 |
| 2. | 35 | 11 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 5. větev | 68 | 30 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 33 | 0 |
| 2. | 40 | 6 |
| 3. | 46 | 10 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 6. větev | 77 | 33 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 30 | 12 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 7. větev | 83 | 28 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 17 | 1 |
| 2. | 26 | 1 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 8. větev | 91 | 26 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |

| | | |
|-------------------------|---|---------------------|
| 1. | 10 | 1 |
| 2. | 13 | 2 |
| 3. | 20 | 4 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 9. větev | 97 | 21 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 10 | 4 |
| 2. | 15 | 14 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 10. větev | 103 | 24 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 11. větev | 108 | 25 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 10 | 8 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 12. větev | 112 | 0 |
| | | |
| | Zbýlý počet šišulí na hlavní větvi -> | 28 |
| | | |
| | Celkový počet šišulí | 404 |
| | Hmotnost semen (g) | 27,738 |

Rozbor rostlina 3

| Větve | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
|---------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 1. větev | 17 | 7 |
| | | |
| | | |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 2. větev | 25 | 30 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 56 | 1 |
| 2. | 68 | 11 |
| 3. | 72 | 7 |
| 4. | 81 | 0 |
| 5. | 82 | 0 |
| | | |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 3. větev | 32 | 31 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 54 | 0 |
| 2. | 61 | 0 |
| 3. | 69 | 0 |
| | | |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 4. větev | 40 | 36 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 48 | 8 |
| 2. | 54 | 11 |
| 3. | 60 | 3 |
| | | |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 5. větev | 46 | 34 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 33 | 0 |
| 2. | 39 | 2 |
| 3. | 48 | 17 |
| | | |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 6. větev | 58 | 35 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 21 | 6 |
| 2. | 27 | 15 |
| 3. | 33 | 9 |
| 4. | 43 | 16 |
| 5. | 45 | 13 |
| | | |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 7. větev | 70 | 35 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 10 | 0 |
| 2. | 16 | 4 |
| 3. | 21 | 0 |

| | | |
|-------------------------|---|---------------------|
| 4. | 25 | 0 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 8. větev | 76 | 32 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 16 | 0 |
| 2. | 24 | 0 |
| 3. | 27 | 11 |
| 4. | 30 | 4 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 9. větev | 82 | 24 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 7 | 0 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 10. větev | 90 | 28 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 8 | 1 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 11. větev | 95 | 0 |
| | | |
| | Zbýlý počet šišulí na hlavní větvi -> | 26 |
| | | |
| | Celkový počet šišulí | 457 |
| | Hmotnost semen (g) | 25,19 |

Rozbor rostlina 4

| | | |
|----------------------------------|--|---------------------|
| Větev | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 1. větev | 28 | 0 |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 2. větev | 33 | 30 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 48 | 0 |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 3. větev | 38 | 20 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 52 | 0 |
| 2. | 58 | 4 |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 4. větev | 46 | 0 |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 5. větev | 50 | 29 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 41 | 2 |
| 2. | 54 | 5 |
| 3. | 63 | 13 |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 6. větev | 62 | 20 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 39 | 0 |
| 2. | 43 | 0 |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 6. větev | 62 | 20 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 39 | 0 |
| 2. | 43 | 0 |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 7. větev | 67 | 24 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 33 | 2 |
| 2. | 30 | 0 |
| | | |
| Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí | |
| 8. větev | 76 | 23 |

| | | |
|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 19 | 7 |
| 2. | 25 | 9 |
| 3. | 33 | 8 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 9. větev | 85 | 22 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 14 | 7 |
| 2. | 19 | 6 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 10. větev | 88 | 27 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 16 | 0 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 11. větev | 94 | 22 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 12. větev | 98 | 18 |
| | | |
| Zbýlý počet šišulí na hlavní větvi -> | | 30 |
| | | |
| Celkový počet šišulí | | 348 |
| Hmotnost semen (g) | | 17,359 |

Rozbor rostlina 5

| | | |
|-------------------------|--|---------------------|
| Větve | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 1. větev | 23 | 0 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 2. větev | 30 | 18 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 3. větev | 40 | 21 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 55 | 0 |
| 2. | 63 | 0 |
| 3. | 67 | 0 |
| 4. | 72 | 5 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 4. větev | 44 | 17 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 38 | 0 |
| 2. | 45 | 1 |
| 3. | 53 | 5 |
| 4. | 60 | 0 |
| 5. | 60 | 7 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 5. větev | 55 | 0 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 6. větev | 68 | 30 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 27 | 0 |
| 2. | 35 | 1 |
| 3. | 41 | 4 |
| 4. | 48 | 2 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 7. větev | 75 | 29 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 24 | 1 |
| 2. | 30 | 5 |
| 3. | 35 | 7 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 8. větev | 84 | 16 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 21 | 0 |
| 2. | 30 | 5 |
| | | |

| | | |
|---|--|---------------------|
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 9. větev | 91 | 35 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 17 | 0 |
| 2. | 21 | 4 |
| 3. | 29 | 3 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 10. větev | 94 | 26 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 12 | 1 |
| 2. | 18 | 19 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 11. větev | 96 | 28 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 10 | 5 |
| 2. | 19 | 8 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 12. větev | 104 | 26 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 13. větev | 106 | 19 |
| | | |
| Zbýlý počet šišulí na hlavní větvi -> | | 40 |
| | | |
| Celkový počet šišulí | | 388 |
| Hmotnost semen (g) | | 15,079 |

Rozbor rostlina 6

| | | |
|---|--|---------------------|
| Větve | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 1. větev | 64 | 14 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 2. větev | 67 | 18 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 3. větev | 77 | 20 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 40 | 3 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 4. větev | 84 | 31 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 24 | 1 |
| 2. | 31 | 3 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 5. větev | 94 | 25 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 25 | 1 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 6. větev | 100 | 14 |
| Sekundární větve | Vzdálenost od primární větve (cm) | - |
| 1. | 15 | 4 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 7. větev | 105 | 10 |
| | | |
| | Vzdálenost od kořene (cm) | Počet šišulí |
| 8. větev | 111 | 16 |
| | | |
| Zbýlý počet šišulí na hlavní větvi -> | | 43 |
| | | |
| Celkový počet šišulí | | 203 |
| Hmotnost semen (g) | | 28,928 |