

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Specializace: Ekologické zemědělství

Katedra: Agroekosystémů

Vedoucí katedry: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vliv technologie základního zpracování půdy na vybrané parametry při
pěstování kukuřice seté (*Zea mays* L.)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Peterka, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Roman Šimek

České Budějovice 2020

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Roman ŠIMEK
Osobní číslo: Z18076
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agroekologie – Ekologické zemědělství
Téma práce: Vliv technologie základního zpracování půdy na vybrané parametry při pěstování kukuřice seté (*Zea mays* L.).
Zadávací katedra: Katedra agroekosystémů

Zásady pro vypracování

Diplomová práce bude obsahovat následující kapitoly:

1. Úvod do problematiky
2. Literární přehled – systém pěstování kukuřice seté, vybraných plevelných druhů rostlin, způsoby jejich regulace.
3. Cílem práce bude na základě měření pomocí penetrometru zjistit případná rizika možného vzniku utužování půdy při předsetové přípravě, po zasetí a sklizni pěstované kukuřice seté (*Zea mays* L.). Současně bude zhodnocen nárůst biomasy podle vývojové fáze porostu, stav zaplevelení a dosažený výnos.
Hypotézy:
 1. Existuje rozdíl v utužení půdy v půdním profilu při hodnocení v podzimním a jarním období z hlediska zpracování půdy?
 2. Ovlivní termín zpracování půdy výskyt plevelů, výnos a množství sklizené hmoty kukuřice?
4. Metodický postup
 - a) Sběr dat v rámci poloprovozního pokusu ve vybraném zemědělském podniku.
 - b) Sledované údaje během vegetace – utuženost půdy před setím, po zasetí kukuřice a po sklizni porostu. V měsíčních intervalech hodnotit nárůst biomasy podle vývojové fáze porostu a stav zaplevelení.
 - c) Záznam meteorologických dat (průměrné teploty a průměrné srážky)
 - d) Po sklizni vyhodnocení zjištěných parametrů.
 - e) Statistická analýza dat za pomoci statistického programu STATISTICA.
Vyhodnocení základních statistických ukazatelů, provedení analýzy variance (ANOVA) a korelačních vztahů.
5. Výsledky a diskuse – vyhodnocení získaných dat během sledovaného pokusu včetně diskuse s údaji dostupnými v literárních pramenech.
6. Závěr – shrnutí výsledků

Rozsah pracovní zprávy: 40-50 stran textu bez příloh
Rozsah grafických prací: dle potřeby (tabulky, grafy, fotografická příloha)
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

- Diviš, J. a kol.: Pěstování rostlin. JU ZF v Českých Budějovicích, 2010.
Hůla, J., Procházková, B., A Kol.: Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku. Zemědělské informace, č. 3/2002. Praha: ÚZPI v Praze, 2002.
Hůla et al., 2010: Dopad netradičních zpracování půdy na půdní prostředí., 2010.
Köller, K., Linke, Ch.: Úspěch bez pluhu, 1. vyd. Praha: Vydavatelství ZT, 2006.
Kostelanský, F. A Kol.: Obecná produkce rostlinná. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008.
Petr, J., Hůska, J.: Speciální produkce rostlinná – I. Praha AF ČZU, 1997.
Petr, J.: Pěstování pšenice podle užitkových směrů. Praha: ÚZPI v Praze, 2001.
Procházková, B.: Význam a možnosti optimalizace struktury a střídání plodin v systémech hospodaření na půdě: uplatněná certifikovaná metodika. V Brně: Mendelova univerzita, 2011. Stach, J.: Základní agrotechnika. Osevní postupy. ZF JU České Budějovice, 1995.
Šimon, J., Škoda, V., Hůla, J.: Zakládání porostů hlavních plodin novými technologiemi. Praha: ČZU v Praze, 1999.
Vach, M., Javůrek, M.: Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin: metodika pro praxi. Praha: Vyzkumný ústav rostlinné výroby, 2011.
Odborné časopisy: Mechanizace zemědělství, Úroda, Agro, Zemědělec, Farmář aj.
[www://zdrojehttp://www.horsch.com/home/](http://www.zdrojehttp://www.horsch.com/home/)
http://www.agris.cz/Content/files/main_files/62/140462/VACLAV96.pdf
Další informace pro zpracování BP/DP: http://www.zf.jcu.cz/studium/informace-pro-studujici/dokumenty-studijniho-oddeleni/informace-pro-studujici/Jak_vypracovat_DP.pdf
Opatření děkana ZF ke zpracování BP/DP: http://www.zf.jcu.cz/studium/dokumenty%20pro%20studenty/sdeleni-dekana-opatreni-a-rozhodnuti-dekana/copy_of_opatr.dek.414kvalif_pozadavky_zav.prace.pdf

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Peterka, Ph.D.
Katedra agroekosystémů


Datum zadání diplomové práce: 28. února 2019
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2020

V Českých Budějovicích dne 27. března 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Jihočeská 1808, 370 06 České Budějovice


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

L.S.


doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vliv technologie základního zpracování půdy na vybrané parametry při pěstování kukuřice seté (*Zea mays* L.)“ vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedené v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 14.4. 2020

.....

Podpis

Poděkování

Děkuji touto cestou vedoucímu diplomové práce Ing. Jiřímu Peterkovi Ph.D. za vedení a odbornou pomoc poskytnutou při zpracování této práce, dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Tomáši Bártlovi, Ing. Jiřímu Bínovi a Ing. Karlu Dvořákovi za poskytnuté informace.

Abstrakt

Diplomová práce je rozdělena na dvě základní části. V literární části je popsán současný stav a faktory ovlivňující půdní úrodnost a její degradaci. V praktické části je na základě metodiky popsán provedený experiment zaměřený na porovnání dvou systémů založení porostu vzhledem k termínu (jarní, podzimní) provedení základního zpracování půdy. Na základě měření penetrometrického odporu a vyhodnocení odebraných neporušených půdních vzorků byl vyhodnocen vliv použité technologie zpracování půdy na její zhutnění.

Z hodnot penetrometrického měření vyplývá že vyšší hodnoty byly naměřeny při podzimní zaorávce hnoje oproti jarnímu termínu. Vyšší hodnoty penetrometrického odporu byly naměřeny též na souvratích. Rozdíl v utužení kolejových řádků oproti poli je závislý na počtu provedených opatření během vegetace rostlin a měřením bylo současně zjištěno utužení spodních vrstev půdy. Z hodnot vypočtených z odebraných neporušených půdních vzorků vyplývá, že hodnoty objemové hmotnosti redukované potvrzují výsledky penetrometrického měření. Hodnoty maximální kapilární vodní kapacity charakterizují půdu na zvolených stanovištích jako „vododržnou“ a byly zjištěny vyšší hodnoty při použití minimalizační technologie zpracování půdy. Při porovnání termínu zpracování půdy, bylo dále zjištěno, že větší výnos byl při použití podzimní zaorávky hnoje a na pozemku s podzimní orbou byl naměřen i větší vzrůst a hmotnost sledované kukuřice než na pozemku s pracovními technologiemi provedenými na jaře.

Klíčová slova: půdní degradace, základní zpracování půdy, penetrometrický odpor, neporušené půdní vzorky, souvrat', kolejový řádek, spodní vrstva půdy, minimalizační technologie.

Abstract

The diploma thesis is divided in two elementary parts. Current state and factors influencing soil fertility and its degradation are described in the literary part. An experiment, focused on comparison of two systems of starting the cover considering the period (spring, autumn) of realization of basic soil processing, is described in the practical part based on the methods. The influence of used technology of soil processing on its compaction was evaluated based on gauging the penetrometric resistance and on the evaluation of taken unimpaired soil samples.

The values from the penetrometric gauging show that higher values were recorded at autumn dung ploughing in, compared to spring period. Higher values of the

penetrometric resistance were gauged at headlands too. The difference in rail lines compaction compared to the field is dependent on the number of taken measures during the plant vegetation period and the measuring showed the compaction of lower soil layers. The values calculated from taken unimpaired soil samples show that the values of reduced mass per volume confirm the results of the penetrometric gauging. The values of maximum capillary water capacity characterize the soil at chosen stands as “moisture-holding” and higher values were found out when using minimization technologies of soil processing. When comparing the period of soil processing, it was further established, that higher yield was when using the autumn dung ploughing and at the land with the autumn ploughing was also measured higher growth and weight of monitored corn, than at a land with work technologies done in the spring.

Key words: soil degradation, basic soil processing, penetrometric resistance, unimpaired soil samples, headland, rail line, lower soil layer, minimization technologies

1. Obsah

1. ÚVOD.....	9
2. LITERÁRNÍ ČÁST	10
2.1 Půda.....	10
2.1.1 Půda v České republice	10
2.1.2 Vznik půdy.....	11
2.1.3 Půdotvorný proces.....	12
2.1.4 Složky půdy.....	13
2.1.5 Půdní úrodnost	16
2.1.6 Půdní typy	16
2.1.7 Půdní druhy – zrnitostní složení půd.....	17
2.1.8 Půdní struktura	17
2.1.9 Objemová hmotnost půdy	18
2.1.10 Hmotnostní vlhkost půdy	19
2.2 Zpracování půdy.....	20
2.2.1 Systémy současného zpracování půdy	21
2.2.2 Problémy dnešního světa v zemědělství.....	22
2.3 Degradace půdy	23
2.3.1 Nejčastější typy degradace zemědělské půdy v České republice	24
2.4 Utužení půd	25
2.4.1 Uplatňování agrobiologických opatření ke snížení zhutnění půdy.....	27
2.4.2 Metody zjišťování výskytu zhutnění.....	28
2.5 Systémy pěstování kukuřice	32
2.6 Kukuřice (<i>Zea mays</i> L.)	33
2.6.1 Způsoby pěstování kukuřice.....	34
2.6.2 Růstové fenologické fáze kukuřice	35
2.6.3 Technologie pěstování	37
2.6.4 Legislativa při pěstování kukuřice	40
2.7 Vybrané druhy plevelů v kukuřici a jejich regulace	40
2.7.1 Plevely.....	40
2.7.2 Nejvíce se vyskytující plevely v kukuřici.....	42
2.7.3 Metody regulace zaplevelení.....	44
2.7.4 Příjem a translokace herbicidů	45
2.7.5 Zásady aplikace herbicidů.....	46
3. CÍL PRÁCE.....	50
4. MATERIÁL A METODIKA	51
4.1 Charakteristika zemědělských podniků	51
4.2 Charakteristika Zemědělského družstva Podkleťan Křemže	51
4.2.1 Geografické (přírodní) podmínky	51

4.2.2	Rostlinná výroba	53
4.2.3	Živočišná výroba.....	54
4.2.4	Zemědělské a obchodní služby	54
4.3	Charakteristika podniku STAGRA, spol. s.r.o.	54
4.3.1	Geografické (přírodní) podmínky	55
4.4	Pokusné stanoviště a místa odběrů vzorků	56
4.4.1	Pokusné stanoviště ZD Podkleťan Křemže.....	56
4.4.2	Pokusné stanoviště STAGRA, spol. s.r.o.....	59
4.5	Agrotechnické zásahy na vybraných stanovištích	60
4.5.1	Stanoviště CH1 (Pod Placem)	60
4.5.2	Stanoviště CH2 (Vejhon)	61
4.5.3	Stanoviště STAGRA (U Kříže).....	62
4.6	Měření penetrometrického odporu půdy.....	62
4.7	Odběr půdních vzorků	63
4.7.1	Vlhkost půdy dle hmotnosti	63
4.7.2	Objemová hmotnost redukována (Or).....	65
4.7.3	Maximální kapilární vodní kapacita (MKK).....	67
4.8	Měření a porovnání nárůstu biomasy kukuřice podle vývojové fáze porostu.....	69
4.8.1	Fenologická fáze rostliny	69
4.8.2	Výška rostlin	70
4.8.3	Hmotnosti rostlin.....	70
4.8.4	Stav zaplevelení	70
5.	VÝSLEDKY	71
5.1	Hodnocení penetrometrického odporu.....	71
5.2	Vlhkost půdy dle hmotnosti	79
5.3	Objemová hmotnost redukována Or	80
5.4	Maximální kapilární vodní kapacita MKK	82
5.5	Porovnání a hodnocení nárůstu biomasy kukuřice podle vývojové fáze porostu v ZD Křemže.	83
5.5.1	Fenologické růstová fáze rostliny	83
5.5.2	Rozměry rostlin.....	87
5.5.3	Hmotnosti rostlin.....	88
5.5.4	Stav zaplevelení a charakteristika metod regulace	89
5.6	Hodnocení dosaženého množství sklizené hmoty kukuřice seté (<i>Zea mays</i> L.) v ZD Podkleťan Křemže	90
6.	DISKUSE	92
7.	ZÁVĚR.....	98
8.	SEZNAM LITERATURY	101
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	110
10.	SEZNAM PŘÍLOH.....	112

1. Úvod

Půda je základní složkou všech zemských ekosystémů. Protože je statická, je schopná přijmout enormní množství různých druhů škodlivin. Ty pak mohou být aktivovány různými „spouštěči“ (jako je např. acidifikace – okyselování) a uvolňovány do životního prostředí. Protože tyto škodlivé složky zůstávají déle v půdě než ve vzduchu nebo vodě, mohou zůstat jejich nepříznivé vlivy po dlouhou dobu skryty.

Půdu musíme chápat komplexně jako složku přírodního prostředí, která spolu s atmosférou, hydrosférou a biocenózou tvoří funkční ekosystém. Je výsledkem půdotvorného procesu, při němž vznikají různé půdní typy a druhy. Vzájemný vliv znamená, že zásah do jedné ekosystémové složky se projeví v celém ekosystému.

Půda je také prostředím, uchovávajícím důkazy o životě našich předků. Je zdrojem informací o vývoji krajiny. V půdě jsou konzervovány a uchovávány různé objekty, jako jsou zkameněliny a archeologické nálezy, které pomáhají odkrývat především poměry ve starší době kamenné a nástup lidských aktivit v krajině.

2. Literární část

2.1 Půda

Pro zemědělství je půda především stanovištěm pěstovaných rostlin, prostředkem k výrobě potravin rostlinného původu, krmiv pro hospodářská zvířata, ale i surovin pro nepotravinářské využití. Při hospodaření na půdě by mělo být trvale v popředí zájmu uchování úrodnosti půdy a jejích ekologických funkcí (Hůla a kol., 1997).

Specifickou vlastností půdy je její úrodnost, která představuje její hlavní kvalitativní znak, odlišující půdu od horniny, ze které vznikla. Úrodnost půdy je schopnost poskytovat vhodné podmínky pro rostliny a jiné organismy, pro které je životním prostředím. Je to tedy komplexní dynamická vlastnost závislá na řadě fyzikálních, chemických a biologických vlastností, které půda získává v průběhu svého vzniku a vývoje. Poznání, že úrodnost půdy je vlastnost dynamická, zavazuje člověka k tomu, aby vhodným využíváním půdy a zúrodnujícími opatřeními pečoval o její udržení a růst a zabránil její degradaci (Hůla a kol., 2008).

Půda slouží jako:

- základna pro produkci biomasy a pro zdroj potravy pro zvířata, rostliny a lidi, prostředí, kde se odehrává rozklad rostlin a živočichů
- filtr „náravník“ a transformátor (půda obnovuje a očišťuje podzemní vody a působí jako přirozený filtr a stabilizátor)
- místo pro život a genetický rezervoár (mnoho rostlin a živočichů žije, rozmnožuje se a vyvíjí se v půdě)
- podklad (např. povrch, na kterém jsou postaveny budovy a infrastrukturní sítě)
- zdroj nerostných surovin na stavby a nábytek; zdroj obnovitelných energií (např. seno, sláma, rašelina, dřevo)
- kolébka archeologického, architektonického a kulturního dědictví (Vácha, 2019)

2.1.1 Půda v České republice

Celková výměra půdy ČR je 7,9 mil. ha. Více než polovinu (54 %) - využíváme k zemědělské činnosti, tedy k produkci potravin a krmiv. Jedná se o činnost provozovanou na orné půdě, v sadech, vinicích a chmelnicích a trvalých travních porostech (jako jsou louky a pastviny, které zaujímají cca 1 mil. ha). Tyto plochy tvoří tzv. zemědělský půdní fond (cca 4,3 mil. ha). Orná půda pak zaujímá cca 38 %

zemědělského půdního fondu. Asi třetinu půdy (33 %) ČR pokrývají lesy, které využíváme k rekreaci nebo jako zdroj surovin a léčiv (dřevo, byliny). Přibližně 15 % půdy zaujímají chráněná území (Internetový zdroj č. 3).

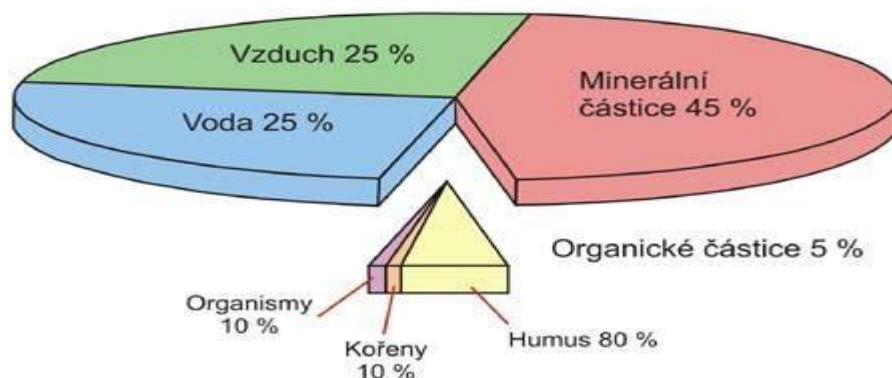
Česká republika má zpracovanou legislativu týkající se ochrany půdy v mnoha aspektech plně srovnatelnou s nejvyspělejšími státy světa. Z pohledu kontroly a vymahatelnosti práva je situace horší. Je třeba si uvědomit, že průchodnost zákonných norem je vždy záležitostí politického kompromisu. V případě ochrany půdy to platí v plném rozsahu, protože požadavek na její ochranu je mnohdy v rozporu s krátkodobými zájmy (Rejšek, Vácha, 2018).

Zemědělská půda se u nás nachází převážně v méně příznivých půdně klimatických podmínkách. Nadprůměrně úrodných orných půd je u nás přibližně 40 %, průměrně a podprůměrně úrodných půd je 54 % a pro zemědělskou činnost zcela nevhodných ploch je cca 6 %. Více než 20 % zemědělské půdy se v ČR rozkládá v nadmořské výšce nad 500 m n. m., z celoevropského hlediska české zemědělství náleží k typu podhorskému až horskému. Oblasti s vyšší nadmořskou výškou lze považovat za méně příznivé pro zemědělskou činnost. Díky poměrně vysoké hustotě zalidnění ČR má však zemědělská činnost tradici i v těchto oblastech (Internetový zdroj č. 3).

2.1.2 Vznik půdy

Půda vzniká jako směs zvětralé zemské kůry a organického materiálu. Obecně si můžeme půdu představit jako výsledek společného působení podnebí, organismů a zejména rostlinstva na horniny zemského povrchu. Složení a vlastnosti půdy se vyvíjejí působením půdotvorných procesů na matečnou horninu nebo na půdotvorný substrát (Šantrůčková, 2001).

Úrodnost půdy je schopnost poskytovat vhodné podmínky pro rostliny a jiné organismy, pro které je životním prostředím. Je to komplexní dynamická vlastnost závislá na řadě fyzikálních, chemických a biologických vlastností, které půda získává v průběhu svého vzniku a vývoje. Poznání, že úrodnost je vlastnost dynamická, zavazuje člověka k tomu, aby vhodným využíváním půdy a zúrodnujícími opatřeními pečoval o její udržení a růst a zabránil její degradaci. Půda je velmi heterogenní disperzní systém, ve kterém jsou navzájem rozptýleny látky tuhé, kapalné a plynné. Mluvíme o půdě jako o tzv. třífázovém systému (Hůla a kol., 2008).



Obrázek 1 - Zastoupení složek v půdě (Hůla a kol., 2008)

Vzniká a vyvíjí se na styku a při vzájemném působení litosféry, atmosféry, biosféry a hydrosféry, ale také činností člověka jako významného půdotvorného činitele. Můžeme ji nazvat srdcem životního prostředí. Stejně jako ostatní složky životního prostředí ovlivňují půdu, tak také zpětně půda působí na ostatní složky. Tento vzájemný vliv znamená, že zásah do jedné složky ekosystému je zásahem do ekosystému jako celku (Prax a kol., 1995).

Působením půdotvorných faktorů, jejich kombinací a intenzitou se vytvořilo velké množství různých půd, které mají základní rysy společné. Skalní podklad je pokryt neuspořádaným materiálem, jenž se nazývá regolit. Tato vrstva může být několik milimetrů až několik desítek metrů vysoká. Vzniká buď zvětráváním skalního podkladu – mateční horniny, nebo byla vytvořena z materiálu přineseného odjinud větrem, vodou, ledovcem (Šimek, 2005).

2.1.3 Půdotvorný proces

Vývoj půdy probíhá dlouhodobým půdotvorným procesem, který je jedním z nejdůležitějších procesů na zemském povrchu. Je charakterizován stálým vzájemným působením faktorů abiotických a biotických v různých kvantitativních poměrech, složitou a stále se měnící dynamikou půdních vlastností (Horáček, Ledvína, Šindelářová, 2000).

Základními půdotvornými faktory, které tento proces podmiňují, jsou (Šimek, 2005):

- mateční hornina (materiál tvořící půdní hmotu)
- biologický faktor (činnost organismů)
- klima (nadmořská výška, teploty, srážky)
- podzemní voda

- člověk-antropogenní faktor

Působnost jednotlivých faktorů je ovlivňována podmínkami půdotvorného procesu, ke kterým patří zejména čas a reliéf terénu (svažitost, expozice). Vzhledem k tomu, že na určitých místech Země dochází ke zcela specifické kombinaci faktorů a podmínek, má i půdotvorný proces a specifický charakter, jehož výsledkem jsou půdy odlišné v uspořádání celého půdního profilu i souborem zrnitostních, fyzikálních, agrochemických i biologických vlastností (Horáček a kol., 2000).

2.1.4 Složky půdy

Půdní voda

Voda v půdě je nezbytnou podmínkou nejen pro pěstované rostliny, ale i pro půdu samotnou, proto je způsob, kterým půda hospodaří s vodou tak důležitý pro její úrodnost a zpracování se musí i na jejím růstu výrazně podílet. Zpracováním půdy je třeba zvyšovat objem půdního prostoru, který je schopen přijmout a zadržovat vodu (Šimon a kol., 1989).

Půdní voda představuje kapalnou fázi půdy. Ve skutečnosti se jedná o půdní roztok. Jde o vodní roztok nejrůznějších organických a minerálních látek, které zabezpečují zásobování rostlin vodou a živinami. Důležitou charakteristikou půdního roztoku je pH (acidita nebo alkalita) a celkový obsah vody v půdě (Šimek, 2005).

Voda, která se dostane do kapilárních nebo vlásečnicových jemných dutinek, je v půdě zadržována určitými fyzikálními silami. Tyto fyzikální síly zpomalují její postup do spodiny, ale mohou vyvolat též obrácený postup vzhůru – vzlínání.

Hlavním zdrojem půdní vody jsou atmosférické srážky. Voda přiváděna srážkami na povrch půdy se rozděluje na dvě hlavní části:

První část, která nepronikne pod povrch, nýbrž se ztrácí výparem do ovzduší, případně po povrchu odtéká. Z druhé části, která pronikne pod povrch půdy (vsákne se do půdy), je část zadržována v kapilárních pórech povrchové vrstvy a část zasakuje hrubšími póry do hlubších vrstev půdy, ve kterých se zachycuje, proniká až na nepropustnou vrstvu a vytváří podzemní vodu. Voda se v půdě pohybuje všemi směry z míst vlhčích na místa suchá (Kvěch a kol., 1992).

Hospodaření s vodou v půdě a zásobování rostlin vodou a živinami úzce souvisí s biologickou činností půdy. Zabezpečení dobrého hospodaření půdy s vodou je jeden z klíčových prostředků pro kontrolu podmínek úrodnosti půdy (Hůla a kol., 2008).

Vztahy mezi půdou a vodou a jejich kvalitativní a kvantitativní změny vyjadřují půdní hydrolimity. Rozlišují se hydrolimity základní – adsorpční vodní kapacita, lentokapilární bod a retenční vodní kapacita a hydrolimity aplikované – monomolekulární adsorpční vodní kapacita, číslo hydroskopicity, bod vadnutí, RVK₂₄, polní vodní kapacita, nebo též maximální vodní kapacita, maximální kapilární vodní kapacita MKK a nasáklivost (Horáček a kol. 1994).

Půdní vzduch

Představuje plynnou fázi půdy. Nachází se v půdních pórech, které nejsou zaplněny půdní vodou. Kromě celkového obsahu vzduchu v půdě je důležité jeho složení, které je odlišné od složení nadzemního atmosférického vzduchu. Má často až stoprocentní relativní vlhkost, obsahuje více CO₂ a méně O₂. Obsahuje značná množství dalších plynů: metanu, oxidu dusíku, síry, sirovodíků a uhlovodíků.

Obsah vzduchu v půdě je významný z různých důvodů:

- určuje zásobu kyslíku pro respirující organismy
- ovlivňuje výměnu plynů mezi půdou a atmosférou
- ovlivňuje koncentraci jednotlivých plynů v půdě
- ovlivňuje koncentraci jednotlivých plynů včetně plyných metabolitů, které mohou působit nepříznivě na půdní organismy i kořeny rostlin (Šimek, 2005).

Pohyblivost půdního vzduchu spočívá v jeho výměně mezi vrstvami půdního profilu, mezi půdou a ovzduším. Tento pohyb je podmíněn vnějšími atmosférickými vlivy (teplota, vítr, barometrický tlak), fyzikálními vlastnostmi půdy, a hlavně objemem nekapilárních pórů. Silně působí voda vnikající do půdy a vytlačující vzduch z půdy a voda uzavřená v pórech, která pohyb vzduchu brzdí, až úplně zastavuje (Kvěch a kol., 1992).

Složení půdního vzduchu rostlinám vyhovuje a půda s kyprým povrchem ho sama reguluje. Jestliže se však na jejím povrchu vytvoří přísušek, musí se vhodnými mechanizačními prostředky rozrušit, aby výměna vzduchu mohla dále pokračovat. Zvláště je nutné ničit přísušek na pozemcích se vzházejícími a mladými rostlinami (Křištín a kol., 1978).

Organický podíl půdy

Organický podíl půdy zahrnuje jednak živou složku (půdní organismy-edafon), patřící do říše rostlinné i živočišné, jednak složku neživou (půdní organická hmota), zastoupenou odumřelými organismy a produkty transformace organických zbytků. Jedná se o podíl, který je ve srovnání s minerální částí půdy podstatně méně zastoupen. Jeho vliv na půdní vlastnosti je však velmi výrazný. Je to dáno tím, že představuje velmi dynamickou součást půdy, ve které dochází k rychlým (ve srovnání s minerálním podílem) přeměnám energie, což se nutně promítá do ovlivňování půdních vlastností včetně úrodnosti (Horáček a kol., 1994).

Někdy bývá organická hmota označována jako organické hnojivo. Toto však musí splňovat důležitý fakt: mikrobiální rozložitelnost musí být snadná, z důvodu uvolnění energie pro půdní mikroorganismy (Kolář, 2009).

Půdní organismy

Živá složka půdy, živé organismy, hrají významnou a nezastupitelnou úlohu již od samého počátku přeměn povrchové části zemské kůry (biologické zvětrávání). V půdě jsou aktivním činitelem, účastnícím se převážné většiny pochodů přeměn organické hmoty. Tyto pochody probíhají buď uvnitř těl půdních organismů, nebo působením enzymů, mimo jejich těla. Po svém odumření jsou spolu s podzemními orgány rostlin významným zdrojem organické hmoty, z níž se vytvářejí meziprodukty rozkladu pro tvorbu humusových látek i pro uvolňování rostlinných živin (Horáček a kol., 1994).

Druhy organismů	Počet na 1g zeminy	Živá hmotnost kg/ha
bakterie	600 000 000	10 000
houby	400 000	10 000
řasy	100 000	140
	Počet v 1 000 cm ³	
měkkýši	5	50
žížaly	2	4 000

Tabulka 1 - Orientační data o zastoupení části edafonu v ornici průměrné kvality

Půdní struktura má významný vliv na edafické podmínky a životní prostředí. Často se vyjadřuje jako stupeň stability agregátů. Agregace je výsledkem přeskupení, flokulace a cementace částic. Je zprostředkována půdním organickým uhlíkem

(COM), biotou, iontovým přemostěním, jílem a uhličitany. Struktura půdy může být významně upravena postupy řízení a změnami prostředí. Postupy, které zvyšují produktivitu a snižují narušení půdy, podporují agregaci a strukturální rozvoj (Bronick, Lal, 2005).

Půdní organická hmota

Pod pojmem půdní organická hmota rozumíme soubor všech neživých organických látek, nacházejících se v půdě či na jejím povrchu. I když nemá kvantitativní převahu nad částí minerální, má rozhodující vliv na půdní vlastnosti a tím i na půdní úrodnost. Tuto skutečnost si lidé odedávna uvědomují a věnují jí neustálou pozornost, jak v oblasti zemědělské praxe, tak i v oblasti výzkumu (Horáček a kol., 1994).

2.1.5 Půdní úrodnost

Jako „půdní úrodnost“ můžeme označit souhrnné vlastnosti půdy, které poskytují rostlinám a pěstovaným plodinám vhodné prostředí s dostatkem živin a vody, zajišťující jejich optimální růst a vývin (Richter, 1996).

Na půdní úrodnost a rovnováhu výnosu pěstovaných plodin, působí obzvláště příznivě použití statkových hnojiv v kombinaci s hnojivy minerálními. Z hlediska hromadění a obsahu stabilních organických látek v půdě, je hnůj a kvalitní kompost nejlepší variantou. Oproti tomu například kejda a močůvka se vyznačují rychlým účinkem a mineralizací, která však může mít za následek i snížení obsahu celkového uhlíku v půdě. Kejda a močůvka poskytují rostlinám pohotový zdroj živin, ale obsah organických látek v půdě nezvyšují (Kužel, Kolář a kol., 2002).

2.1.6 Půdní typy

Půdní typy jsou základní klasifikační jednotkou. Půdní typ lze definovat jako skupinu půd charakterizovanou obdobnými morfologickými a analytickými znaky. Dle Hůly a kol. (2008) se v České republice nachází následující půdní typy:

Kambizemě (hnědé půdy)	Rendziny
Hnědozemě	Gleje
Černozemě	Černice
Pseudogleje	Regozemě
Fluvizemě	Litozemě
Luvizemě	Podzoly

Tabulka 2 - Půdní typy (Hůla a kol., 2008)

2.1.7 Půdní druhy – zrnitostní složení půd

Zrnitostním složením půdy chápeme poměrné zastoupení jednotlivých velikostních půdních částic. Zrnitost půd ovlivňuje téměř všechny půdní vlastnosti, zejména poměr vody a vzduchu, obsah a složení edafonu, fyzikálně chemické a biochemické procesy. Zrnitost zásadním způsobem ovlivňuje fyzikální vlastnosti zemin a v praxi ji můžeme měnit jen obtížně. Používají se různé klasifikace zrnitosti. Po laboratorním rozboru je možné půdu přesně zařadit do skupiny zrnitosti podle poměru jednotlivých frakcí. V terénu se zrnitost odhaduje makroskopickou prstovou zkouškou a k vyjádření se používá Novákova klasifikační stupnice zrnitosti. (Hraško, 1962).

PROCENTO JÍLNATÝCH ČÁSTIC < 0,01 mm	OZNAČENÍ PŮDNÍHO DRUHU		
0 - 10	písčítá	p	LEHKÉ
10 - 20	hlinitopísčítá	hp	
20 - 30	písčítohlinitá	ph	STŘEDNÍ
30 - 45	hlinitá	h	
45 - 60	jílovitohlinitá	jh	TĚŽKÉ
60 - 75	jílovitá	jv	
>75	jíl	j	

Tabulka 3 - Novákova klasifikace půdního druhu

Půdní druhy jsou dány zrnitostním složením půdy, které velmi ovlivňují technologické a fyzikální vlastnosti půdy, hlavně přilnavost, soudržnost a konzistenční vlastnosti půdy. Tyto faktory dále působí na zpracovatelnost půd, únosnost, orební odpor, ale i na další vlastnosti související se zpracováním půdy (Němeček a kol., 1990).

2.1.8 Půdní struktura

Půdní struktura je vlastnost, vypovídající o schopnosti půdních částic sloučit se do strukturních celků, které jsou daleko větší. Při chemických, fyzikálních i biologických procesech se v půdě vytváří organominerální komplex, který zaručuje stabilitu tohoto sloučení. Jedná se o mikrostrukturální seřazení částic půdy, které nepodléhají technologiím zpracování půdy a pěstování plodin. Různá úroveň stability sloučení závisí na kvalitativních parametrech půdy. Výsledky provedených pokusů prokázali, že při používání minimalizačních technologií více let, se vytvářejí silnější

půdní sloučeniny než při zpracování půdy orbou, tedy technologií konvenční (Hůla a kol., 2008).

Plodiny ovlivňují strukturu půdy nestejně, působí na strukturu jednak za svého života, kdy projevují přímý a nepřímý vliv (Stach, 1995). Strukturu půdy taky velmi ovlivňuje způsob zpracování půdy a hnojení. Pro zachování struktury půdy je nejdůležitější vlhkost půdy, při které se provádějí všechny tyto pracovní operace. Při zpracování příliš vlhké půdy dochází k poškození půdní struktury. Tu poškozují přejezdy zemědělské techniky, pokud je půda příliš vlhká. Při nadměrném kypření suchých půd, které probíhá převážně při přípravě k setí, dochází také k poškození půdních sloučenin (Hůla a kol., 2008).

2.1.9 Objemová hmotnost půdy

Objemová hmotnost půdy nám udává hmotnost objemové jednotky půdy v přirozeném uložení včetně pórů. Objemová hmotnost je závislá na prostorovém uspořádání půdních částic, případně na utužení půd. Čím větší utužení, tím je větší objemová hmotnost. Hmotnost půdy v přirozeně vlhkém stavu podělená objemem válečku udává objemovou hmotnost neredukovanou a váha vysušené zeminy, vydělená objemem válečku je objemová hmotnost redukována. K odběru neporušených půdních vzorků se používá Kopeckého válečků o objemu 100 cm³ (Pauk a kol., 1962).

Charakterizuje hustotu uložení půdních částic a vypovídá o utužení nebo naopak zkypření půdní vrstvy a je velmi závislá na půdním druhu. Z provedených výzkumů vyplývá, že redukováno zpracování půdy zvyšuje objemovou hmotnost, obzvláště při opakovaném zakládání porostů do nezpracované půdy, což způsobuje zvýšení hodnot objemové hmotnosti hlavně z důvodu neprokypření půdy. Jednou z metod, jak zabránit kritickým hodnotám pro daný druh půdy, je zvýšení obsahu organických látek (Hůla a kol., 2008).

Objemová hmotnost neredukovaná

Objemová hmotnost neredukovaná vyjadřuje okamžitý stav, zahrnuje tedy i vodu obsaženou v půdě. Je to veličina závislá na okamžité vlhkosti.

Objemová hmotnost redukována

Objemovou hmotnost redukovanou měříme až po vysušení vzorku při 105 °C. Charakterizuje stálé vlastnosti půdy a její hodnota se s hloubkou zvětšuje (Lhotský, 1984).

Kritické objemové hmotnosti po vysušení						
Pudní druh	J	JV, JH	H	PH	HP	P
(g.cm ⁻³)	>1,35	>1,40	>1,45	>1,55	>1,60	>1,70

Tabulka 4 - Kritické objemové hmotnosti po vysušení (Lhotský, 1984)

2.1.10 Hmotnostní vlhkost půdy

Jednou z nejpoužívanějších metod měření vlhkosti půdy je gravimetrická metoda. Její velká výhoda spočívá v tom, že se pomocí ní stanoví přímo množství vody odstraněné z půdy sušením. Někdy je tato metoda také nazývána metodou vázkovou, protože se váží vlhký a vysušený vzorek půdy a rozdíl těchto dvou hmotností pak udává hmotnost vody obsažené v půdě (Zoubková, 2014).

Hmotnostní vlhkost patří k základním hydrofyzikálním vlastnostem půdy.

Hmotnostní vlhkost se určí gravimetricky z fyzikálního válečku a vyjadřuje se v procentech. Hmotnostní vlhkost je vyjádření poměru hmotnosti vody k hmotnosti konstantně vysušeného vzorku, což znamená, že udává, kolik gramů vody připadá na konstantně vysušených 100 gramů půdy.

Obsah sušiny půdního vzorku se určí odečtením okamžitého obsahu vody v analyzovaném půdním vzorku od 100 g a vyjadřuje se v procentech. Procento sušiny udává, kolik gramů vody je ve 100 gramech právě analyzovaného vzorku.

Obě hodnoty se určují až po vysušení do konstantní hmotnosti. Rejšek (1999) dále uvádí, že stanovení sušiny jakéhokoliv vzorku je stanovením mimořádně důležitým.

Lehké půdy	Střední půdy	Těžké půdy	Půdní horizont
Hmotnostní vlhkost w (%)			
2 - 4	4 - 8	8 - 15	suchý
4 - 8	8 - 15	15 - 25	mírně vlhký
8 - 12	15 - 25	25 - 35	čerstvě vlhký
12 - 18	25 - 35	35 - 45	vlhký
18 - 30	35 - 45	45 - 55	mokrý
Více než 30	Více než 45	Více než 55	zbahnělý

Tabulka 5 - Hodnocení hmotnostní vlhkosti půd podle Rejška (1999)

2.2 Zpracování půdy

Cílem zpracování půdy je vytvořit optimální podmínky pro růst kulturních plodin při maximálních výnosech a nesnižovat přitom úrodnost půdy. Musíme přitom respektovat zvláštnosti jednotlivých druhů půdy a specifické požadavky pěstovaných plodin na nejuvhodnější přípravu půdy pro jejich růst a ošetřování během vegetace (Golasovský, 1993).

Zpracování půdy je nedílnou součástí soustavy obhospodařování půdy. Tuto skutečnost velkovýrobní praxe dostatečně nerespektuje (Šimon a kol., 1989).

V minulosti i současnosti stále platí, že udržování dobrého fyzikálního stavu je základním předpokladem vysoké půdní úrodnosti. Řčení „jen půda strukturní je úrodná“, potvrzuje to, že jen půda v dobrém strukturním stavu se stabilními strukturními agregáty je vhodným prostředím pro většinu pěstovaných plodin. Tohoto stavu můžeme dosáhnout jen správnou strukturou pěstovaných plodin vhodně zařazených do osevních postupů, volbou vhodné agrotechniky a mechanizačních prostředků (Stach a kol., 1997).

Vysoký příkon mechanické energie v běžné zemědělské praxi negativně ovlivňuje strukturu půdy. Dopadem je zhutnění půdy a dochází k ovlivnění pórů v půdě. Důležité pro půdu je, používání organických hnojiv, které významně zvyšují pórovitost půd. Zhutněním se snižují účinky výměny plynů na úroveň půd, přijímající pouze hnojiva minerální (Eden a kol., 2011).

Obděláváním půdy radikálně zasahujeme do půdního prostředí pozitivním, ale i negativním směrem (Šimon a kol., 1989).

Miklenda a Nejedlá (2004) tvrdí, že zpracování půdy má za cíl:

Ve vztahu k půdě:

- nakypřit ulehlou půdu (utužit příliš kyprou půdu)
- zapravit posklizňové zbytky a organická hnojiva do půdy
- optimalizovat vodní a vzdušný režim v půdě
- pozitivně ovlivňovat mineralizaci a humifikaci

Ve vztahu k rostlině:

- připravit lůžko pro setí a sázení
- tlumit plevele a původce chorob a škůdců
- zapravit průmyslová hnojiva
- umožnit rozvoj kořenového systému

V současné době se požaduje, aby zpracování půdy jako agrotechnické opatření v půdním prostředí především regulovalo:

- vodu
- vzduch
- živiny
- teplo
- biologickou činnost půdy

Zpracování půdy se dělí na zpracování strniště, zpracování půdy a přípravu set'ového lože. Se zřetelem na setí lze rozlišit následující systémy:

- konvenční zpracování půdy,
- minimální zpracování půdy,
- půdoochranné zpracování půdy,
- přímé setí (Köller, Linke, 2006).

2.2.1 Systémy současného zpracování půdy

Konvenční zpracování půdy

Tento typ zpracování půdy je v našem klimatickém regionu rozšířen jako standardní způsob zpracování půdy. Tento postup přináší jasné předpoklady – čistý stůl. V porovnání vynaložených nákladů musíme následně půdu zpracovat, prostor setí je bez organických zbytků na horní ploše půdy a výsev je tedy bez problémů možný i jednoduchým secím strojem. Mechanická likvidace plevelů a fyto-sanitární účinek jsou nepopíratelnou předností tohoto přístupu. Na stanovištích s dostatkem vody, jako jsou oblasti s dostatečným výskytem srážek, připraví pluh často ideální podmínky pro setí a je vhodné mu dát v řadě případů přednost (Juren, 2007).

Minimalizační zpracování půdy

Hlavním cílem a prvotním důvodem pro zavedení technologie minimálního zpracování je zjednodušit tradiční soustavu zpracování půdy a snaha o minimalizaci nákladů spojených s klasickou orbou a dalšími pracovními operacemi, které po orbě následují (Pícha, 2008).



Obrázek 2 - Technologie Strip-till – eliminuje dopady větrné a půdní eroze (Internetový zdroj č. 17)

Půdoochranné zpracování půdy

Půdoochranné systémy zpracování půdy se staly v posledních letech středem zájmu zemědělských odborníků na celém světě. Hodnotí se jednotlivé technologické postupy, technická řešení a jejich vliv na půdu, zvláště ochrana půdní struktury, udržení půdní úrodnosti a vlivu na zaplevelení jednoletými a víceletými plevely. Stále více zemědělců si klade otázku, zda je lepší setrvat u konvenčního zpracování půdy a předset'ové přípravy založené hlavně na podmítce, orbě, předset'ové přípravě půdy a setí, případně využít kombinaci rotačních bran a secího stroje nebo některých ze způsobů půdoochranného zpracování půdy (Stach a kol., 1997).

Přímé setí

Je definováno jako setí s vynecháním zpracování půdy. Předpokladem jsou speciální secí stroje, které otvírají secí rýhu a ukládají do ní osivo (Mašek, 2005). Výhodou technologie přímého setí je možné setí do strniště nebo do meziplodiny, kterou mechanicky zlikviduje přední řezný pěch. Tento postup je nejlepší, protože krycí plodina kryje půdu proti vysychání, ale také zabraňuje vzcházení plevelů a tím snižuje nároky na herbicidní ochranu porostu (Adamčík, 2019, Internetový zdroj č.3).

2.2.2 Problémy dnešního světa v zemědělství

Problémy zemědělství jsou hlavně v přístupu k půdě a v metodách, jak z půdy něco dostat. Největší potíží je v tom, že dnes je zemědělství nastartováno pro přírodu špatným směrem (Lágner, 2004).

Ve Spojených státech, ale i v jiných částech světa ubývá v posledních desetiletích půdy, na které hospodaří přímo její majitelé, a přibývá hospodářů, kteří si pozemky

pouze pronajímají. Tento posun má závažné důsledky z hlediska využívání krajiny, zejména pokud jde o ochranné postupy, které farmáři aplikují (Petrželka, 2017). Řešení uspokojování poptávky po zemědělských produktech je v hospodářsky silných a vyspělých zemích prováděno, použitím velkých množství průmyslových hnojiv. Ty razantně zvyšují výnosy plodin. Jejich negativní stranou je následné narušení ekosystému. Za to mohou především nespotřebované nadbytky hnojiva, popřípadě nosiče živin. Tyto hmoty se akumulují v půdě a svou přítomností narušují rovnovážný stav. Posléze mohou pronikat do povrchových i spodních vod, nebo umožňují rozšíření nevhodných organismů (Lágner, 2004).

2.3 Degradace půdy

Významovým opakem atributu „kvalita půdy“ nebo „zdraví půdy“ je **degradace půdy** v tom smyslu, že **půda degradovaná nemůže být kvalitní či zdravá** (Lal, 1998 b).

Šimek (2004) uvádí dva mechanismy degradace půdy:

- **přírozené mechanismy**, související s půdotvornými procesy a s vlivem nejrůznějších faktorů prostředí na půdy a jejich vývoj. Patří sem např. pozvolné změny půdní textury i struktury, vymývání látek a přesuny koloidů v půdním profilu, změny v množství půdních organismů a struktura jejich společenstev,
- **Mechanismy spjaté s činností člověka**. Zatímco přírozené mechanismy degradace půd může člověk většinou ovlivnit jen málo nebo vůbec, člověkem vyvolané mechanismy degradace půd jsou (alespoň teoreticky) v ruce člověka, který je může potlačit, zesílit nebo zcela odstranit.

Várallyay (1994) rozlišuje 8 typů degradace půd:

- eroze půdy (vodní, větrná)
- acidifikace půdy
- salinizace a alkalizace půdy
- degradace fyzikálních vlastností půdy (poškození struktury, utužení, slévacost povrchu)
- extrémní vodní režim (přemokření, zaplavení, sucho)
- biologická degradace (snížení obsahu a kvality organické hmoty, poškození populací půdních organismů)

- nežádoucí změny obsahu živin v půdě (vyplavování)
- snížení pufrovací schopnosti (poškození sorpčního komplexu) a znečištění půdy polutanty

2.3.1 Nejčastější typy degradace zemědělské půdy v České republice

Mezi základní rizika pro snížení kvality zemědělské půdy patří vodní a větrná eroze, úbytek organické hmoty v půdě, omezení biologických aktivit v půdě a její zhutnění (Janeček, 2008).

Při degradaci zemědělské půdy velmi často dochází ke kombinaci výše zmíněných jevů. Rovněž lze nalézt příčinnou souvislost mezi těmito nežádoucími jevy. Půda degradovaná jedním z těchto jevů ztrácí odolnost vůči dalším rizikům. Při hospodaření na půdě jakýmkoliv systémem by mělo být trvale v popředí zájmu uchování úrodnosti půdy a jejích ekologických funkcí (Hůla a kol., 2008).

Výborný zdravotní stav půdy a správné založení porostů patří mezi rozhodující parametry potenciální vysoké sklizně. Hlavní příčinou snížení výnosů mohou být problémy při zakládání porostů, které vznikají v důsledku nevhodné doby a použité metody zpracování půdy. Nelze opomenout nařízení ochrany zemědělské půdy před vodní erozí (standardy DZES), které omezují některé druhy základního zpracování půdy. Tyto změny budou pravděpodobně narůstat s postupujícím rizikem vzniku eroze vzhledem k posunu srážkové činnosti směrem k výskytu velmi prudkých událostí spojených s krátkodobými vysokými úhrny s vysokou intenzitou (Kovář a kol., 2017).

Podmínky České republiky jsou charakterizovány vysokou průměrnou svažitostí pozemků. Uvádí se, že až polovina půdy v ČR je ohrožena erozí. Navíc je ČR charakterizována vysokou mírou zornění a největší průměrnou velikostí pozemků v celé EU (Janeček, 2002).

Kromě vodní a větrné eroze (která je bohatě a často studována) půdy dochází v podmínkách střední Evropy k poškozování kvality a úrodnosti půdy působením strojů a pracovních operací při zpracování půdy (Govers, 1999).

Nejzávažnější degradace zemědělské půdy:

Fyzikální degradace:

- zábor půdy (stavby, povrchová těžba apod.), zakrytí, tvorba škraloupu
- vodní a větrná eroze

- utužení půdy
- pokles povrchu půdy a dehumifikace

Chemická degradace:

- kontaminace rizikovými prvky (těžkými kovy, kyselými emisemi apod.)
- kontaminace organickými cizorodými látkami (pesticidy apod.)
- kontaminace radionuklidy
- acidifikace a eutrofizace (Hůla a kol., 2008).

2.4 Utužení půd

Vedle již zmiňovaných nejzávažnějších degradací půdy (zábory půdy, eroze vodní a větrná, acidifikace, omezení biologické aktivity) je v dnešní době také velice nebezpečná degradace způsobená **utužením půdy**.

Stávající stav zhutnění půd je důsledkem v minulém období dlouhodobě uplatňovaných jednostranných a nevhodných intenzifikačních opatření. Jednalo se především o neúměrné dávky a nesprávný sortiment minerálních hnojiv, nedostatečný přísun organické hmoty do půdy, používání těžké mechanizace a celou řadou dalších faktorů, kdy nebyly uplatněny kompenzační vazby především preventivního charakteru a agrobiologická opatření vedená k omezování zhutnění půdy (Javůrek, Vach, 2008).

Nadměrné utužování půd je důsledkem intenzivního hospodaření. Jde o stlačování půdy opakovanými přejezdy těžkou zemědělskou technikou (traktory, kombajny), které vede ke snížení pórovitosti a propustnosti, tedy retenční schopnosti půdy i ke snížení úrodnosti. Jde o degradaci (rozpad) půdní struktury, mající za následek změny pórovitosti, objemové hmotnosti, schopnosti infiltrace a propustnosti, snížení retenční kapacity (Internetový zdroj č. 11).



Obrázek 3 - Utužení půdy – zamokření v důsledku zhutnění podloží (foto R. Šimek)

Mezi hlavní příčiny zhutnění jsou pojezdy mechanismů a ostatní faktory jejich důsledky jen zesilují, či zeslabují. Dalšími přejezdy po pozemcích dochází k jejich postupu do hloubky. Následky zhutnění těžkými mechanismy přetrvávají v půdě po více let (Hakanson a kol., 1988).

Příčiny utužení půdy

Antropický vliv na rozpad půdní struktury s následným utužením má zejména:

- utužování půdy těžkými mechanismy zvláště za nevhodných vlhkostních podmínek,
- další způsoby nevhodné kultivace (orba na stejnou hloubku),
- vysoká závlaha půdy,
- pěstování monokultur s nízkým nebo žádným zastoupením víceletých pícnin v osevním postupu,
- vysoké hnojení draselnými hnojivy,
- acidifikace půdy,
- úbytek půdní organické hmoty (Internetový zdroj č. 11).

Důsledky utužení půdy

Výsledky výzkumu jednoznačně prokázaly, že zhutňování půdy má za následek zvýšení objemové hmotnosti půdy, snížení pórovitosti (především nižší objem nekapilárních pórů) a při vyšším stupni působí destrukci půdních agregátů. To vede ke

zhoršování dalších fyzikálních vlastností půdy, např. k omezené propustnosti půdy pro vodu, způsobuje změny v obsahu vody v rámci půdního horizontu a ovlivňuje její pohyb v půdě. Současně ovlivňuje relace mezi obsahem vzduchu (deficit kyslíku v kořenovém prostoru) a teplotou půdy (Lhotský, 2000).

2.4.1 Uplatňování agrobiologických opatření ke snižování zhutnění půdy

Za vhodná agrobiologická opatření v soustavě hospodaření na půdě, která vedou k prevenci a ke snižování zhutnění půdy se považují:

- dostatečné hnojení půdy kvalitními organickými hnojivy
- vápnění půdy a udržování optimální hodnoty pH půdy
- omezené používání fyziologicky kyselých minerálních hnojiv a hnojiv s obsahem
- jednomocných kationtů
- v plodinových strukturách využívání plodin, které působí kořenovým systémem na tvorbu drobtovité struktury půdy a přispívají k omezování zhutnění půdy (Javůrek, Vach, 2008).

Stabilizační a podpůrná opatření, které mají zvýšit a prodloužit účinnost fyto technických opatření je zařazení melioračně působících druhů (hlavně vojtěška, jeteloviny, jetelotrávy a luskoviny) do osevního postupu při jeho přípravě (Lhotský, 1999).

Hnojení kvalitními statkovými hnojivy slouží nejen k pravidelnému dodávání potřebné organické hmoty a živin do půdy pro zabezpečení biologických procesů (výživa edafonu), ale i pro pozitivní ovlivnění všech půdních vlastností. Při rozkladu organické hmoty vznikají huminové kyseliny, které přispívají k agregační schopnosti půdy, čímž zlepšují její strukturní stav a zvyšují odolnost půdy proti zhutnění (Javůrek, Vach, 2008).

Ve struktuře plodin mají značné opodstatnění i meziplodiny, jejichž význam je mnohostranný a zasahuje do celkové rostlinné produkce. Z celé řady hlavních přínosů meziplodin v soustavě hospodaření se z hlediska prevence zhutnění půdy uplatňují přísunem kvalitní organické hmoty do půdy (zelené hnojení), příznivou činností kořenové soustavy v orniční vrstvě a zvýšením mikrobiální aktivity půdy. V literatuře

se uvádí, že při pravidelném zařazování meziplodin se pórovitost půdy zvýšila až o 5 % (Šimon, Zimová, 1983).

Za regenerační plodiny s příznivým působením na půdní vlastnosti se jednoznačně považují víceleté leguminózy a luskoviny, ale také i řepka olejka, kukuřice a další hlouběji kořenicí plodiny. Zařazování těchto plodin v plodinových strukturách má příznivý vliv na omezování zhutňování podorničních vrstev (Javůrek, Vach, 2008).

Způsoby agrotechnického zpracování půdy odstraňující utužení půdy

Pro zpracování velmi utužené půdy, která se nejvíce vyskytuje na okrajích pole a je způsobena častými přejezdy zemědělské techniky, obzvláště při vysoké vlhkosti půdy, musíme použít stroje, které nám půdu prokypří do velké hloubky (Javůrek, Vach, 2008).

Ke snížení měrného tlaku na půdu je třeba řešit i otázky používaných pneumatik v zemědělství (Celjak, Vávra, 1997).

Agromeliorační opatření k odstranění zhutnění půdy jsou ve většině případů mechanické zásahy do půdy, které zlepšují její vlastnosti. Mezi tyto zásahy patří:

- podrývání (mělké půdy se zhutněným podorničím v počáteční fázi)
- dlátování (zhutnělé podorniči do hloubky 0,45 m)
- hloubkové meliorační kypření zhutnělého podorničí do hloubky více jak 0,45 m (Javůrek, Vach, 2008).

Stabilizační opatření, která mají za cíl zvýšení účinnosti a prodloužení životnosti provedených agromelioračních opatření v podorniční vrstvě rozdělujeme dle Hůly a kol. (2008) na tři okruhy:

- fytoefektory (úprava osevního postupu)
- chemoefektory (vápnění, chemické přípravky)
- fyzikální efektory (vylehčování půd např. pískování)

2.4.2 Metody zjišťování výskytu zhutnění

Účinným a nejjednodušším indikátorem, pomocí kterého zjistíme určité utužení ornice či podorničí je pouhé pozorování pozemku. Na takto postižených půdách vidíme místa se stagnující vodou po deštích nebo při jarním tání. Je možno pozorovat špatné vzcházení a deficitní růst porostu, deformace kořenů, popřípadě zažloutlou barvu listů. Povrch půdy mívá za sucha škrálopoupy a trhliny (Lhotský, 2000).

Metoda penetračního odporu půdy

Při měření se vychází z toho, že penetrační odpor je přímo úměrný hustotě uložení půdních částic, že souvisí s objemovou hmotností a s pórovitostí půdy. To však platí pouze při určité zrnitosti a vlhkosti půdy. Chceme-li podle penetračního odporu usuzovat na stupeň zhutnění půdy, mají naměřené hodnoty penetračního odporu na určitém pozemku pouze vzájemně porovnávací hodnotu (Kroulík, 2007).

Odpor půdy vůči pronikání kužele penetrometru se zjišťuje především pro posouzení stupně zhutnění půdy. Zjišťování penetračního odporu půdy však má širší možnosti využití. Podle penetračního odporu můžeme např. usuzovat na odpor půdy při jejím zpracování a na stupeň obtížnosti kypření půdy (Hůla a kol., 1997).

Penetrometrie bývá doporučována jako vhodná diagnostická metoda pro zjišťování zhutnělých vrstev v půdním profilu. V případě výskytu zhutnělé vrstvy, například zhutnělého podorničí, lze zjistit hloubku zhutnění, posoudit účelnost kypření zhutnělé vrstvy a vymezit na pozemku místa, která by měla zpracovat například dlátovým kypřičem (Kroulík, 2007).

Pro určení míst se zhutněným podorničí lze vystačit s porovnáním penetračních křivek nebo se zjišťováním nápadně zvýšeného odporu půdy v určité hloubce. Pro hlavní druhy půd sice byly stanoveny kritické hodnoty penetračního odporu z hlediska zhutnění, úpravu těchto hodnot podle skutečné vlhkosti půdy, a zvláště zjištění této vlhkosti je možné uskutečnit pouze při podrobném hodnocení výzkumného charakteru (Hůla a kol, 1997).

V polních podmínkách se hodnotí hloubka a stupeň utužení půdy penetrometricky s měřením odporu při vnikání penetrometru do půdy (Šarapatka a kol., 2002).

Měřicí aparatura

Kuželový **penetrometer D-70**. Tento přístroj byl vyvinut na katedře České zemědělské univerzity v Praze a má následující parametry:

- maximální hloubka 740 mm
- měřicí rozsah Od 0 do 9,9 MPa
- rychlost měření cca. 30 mm/sec-1
- napájení 10,5 V (7 ks článků 1,5 V)
- odběr proudu max. 45 mA
- přesnost měření 1,4 %

Složení penetrometru:

Měřicí jehla s hrotem definovaného tvaru – měřicí jehla je tyč kruhového průřezu zakončená měřícím hrotem z tvrdé ocele definovaného průřezu a tvaru a na opačném konci spojena s tenzometrickým dynamometrickým čidlem.

Tenzometrické dynamometrické čidlo – snímá sílu potřebnou pro vtlačení jehly do zkoumaného materiálu.

Optický snímač hloubky s měřícím pravítkem – je opatřen vysílačem světla a dvěma infraszony. Při měření se jehla vtlačuje do sledovaného materiálu a současně se po pravítku posouvá snímač polohy.

Vyhodnocovací elektronika s mikroprocesorem – využívá signály z čidla síly a snímače tlaku a zpracovává programem tak, že na čtyřmístném displeji se zobrazí údaj hloubky jehly v sledovaném materiálu po 40 mm na levém dvojčíslí a údaj síly potřebné k vtlačení jehly na pravém dvojčíslí displeje. Uvedené údaje jsou zobrazovány na displeji během jednotlivých měření a po jeho skončení lze tyto údaje číst z paměti RAM pomocí tlačítka “READ“. Tlačítka “MEASUR“, které mimo hlavní vypínač “Off“, “On“, zajišťuje inicializaci přístroje před jednotlivými měřeními (Šařec, 1997).



Obrázek 4 - Měřicí přístroj Penetrometer D-70 při měření (foto R. Šimek)

Výhodou měření penetrometrem je snadné dosažení dostatečného počtu měření a možnost posouzení průběhu odporu do hloubky 0,5 m, v případě potřeby i do větší hloubky. Měření penetrometrem je však znemožněno na pozemcích s větším obsahem kamenů a štěrku v ornici a podorničí (Hůla a kol., 1997).

Dalším indikátorem utužení půdy (pedokompakce) je objemová hmotnost půdy. Její měření je možné v laboratorních podmínkách, nebo orientačně přímo v terénu, měřením penetračního odporu při použití penetrometru. Naměřené hodnoty mohou být vyhodnoceny např. podle údajů Arshada a kol. (1996).

TŘÍDA	PENETRAČNÍ ODPOR (MPa)
extrémně nízký	< 0,01
velmi nízký	0,01 - 0,1
Nízký	0,1 – 1
Střední	1 – 2
Vysoký	2 – 4
velmi vysoký	4 – 8
extrémně vysoký	> 8

Tabulka 6 - Třídy penetračního odporu (Arshad a kol., 1996)

Metoda neporušeného půdního vzorku

Odběr půdních vzorků v neporušeném stavu se provádí, pokud je nutné stanovit fyzikální vlastnosti a charakterizovat vodní a vzdušný režim půdy, pomocí „Kopeckého fyzikálních válečků“, vyrobených z nerez oceli, většinou o objemu 100 cm³ a výšce 50 mm. Vzorky se odebírají obvykle z kopaných sond. K podrobnější charakteristice fyzikálních vlastností a režimu půdy, vzorky odebíráme v předem stanovených hloubkách a intervalech, bez ohledu na půdní horizonty (Jandák, 2003).



Obrázek 5 - Odběr půdních vzorků, konkrétně z hloubky 25 cm (foto R. Šimek)

2.5 Systémy pěstování kukuřice

S pěstováním kukuřice roste i riziko vodní eroze na svažitéch pozemcích. Ve shodě s ochranou životního prostředí byly zavedeny standardy GAEC, které usměrňují pěstování kukuřice. Na mírně erozně ohrožených půdách se širokořádkové plodiny jako kukuřice, brambory, řepa, bob setý, sója, slunečnice a čirok mohou zakládat pouze s využitím půdoochranných technologií. Na silně erozně ohrožených půdách se tyto plodiny pěstovat nebudou (Internetový zdroj č. 19).

S novou dobou přicházejí nové technologie pěstování kukuřice. Ty nám přinášejí jak vyšší výnosy u silážní či zrnové kukuřice, tak i splnění požadavků legislativy EU, která je spojena s kontrolou podmíněnosti (GAEC), (Herout, 2013).

V současnosti patří v ČR více než 40 % půd do extrémně a silně ohrožených vodní erozí, což je významný podíl, a bude potřeba věnovat pozornost technologiím, které tento negativní efekt eliminují či zastaví. Mezi ně patří orební systémy s využitím strniskových meziplodin, mulče, setí do nezpracované půdy, řádkové zpracování půdy, podsevy a pěstování kukuřice v hrůbcích (Internetový zdroj č. 19).

Botanická charakteristika

Kukuřice patří mezi obilniny, které jako hospodářská skupina plodin mají zcela mimořádné postavení a význam pro výživu lidí i zvířat od počátku zemědělství.

Botanicky patří do čeledi – lipnicovitých (Diviš a kol., 2000).

Kukuřice je obilnina, ale požadavky na agrotechniku a hnojení má charakter okopaniny. Má dlouhou vegetační dobu, seje se od poloviny dubna a sklízí se od konce září. (Kostelanský a kol., 2004).

Podle botanických, morfologických a fyziologických znaků, vlastností a náročnosti na agroekologické podmínky obilniny rozdělujeme na dvě základní skupiny.

I. Skupina	II. Skupina
Triticum – pšenice	Zea– kukuřice
Secale – žito	Panicum – proso
Hordeum – ječmen	Sorghum– čirok
Avena – oves	Oryza – rýže
Triticale – žitovec	Setaria – mohár a čumíza
	Fagopyrum – pohanka

Tabulka 7 - Botanické řazení podle jednotlivých rodů

Obilniny II. skupiny

Do této skupiny řadíme obilniny především z hlediska požadavků na délku dne (rostliny krátkého dne) a požadavků na teplo, tedy rostliny teplomilné.

Z celosvětového hlediska má největší význam **kukuřice a rýže**. V podmínkách ČR především kukuřice, částečně pak i ostatní – proso, pohanka a čirok (Diviš a kol., 2000).

2.6 Kukuřice (*Zea mays* L.)

Původní oblasti jejího výskytu a pěstování je střední Amerika (zejména Mexiko). Z botanického hlediska je rostlinou jednodomou, ale různopohlavnou (zvláště je samčí a samičí květenství). Samčí květenství tvoří latu dvoukvětých klásků na vrcholu rostliny, samičí květenství je klas (palice) se zdužnatělým vřetenem, na kterém jsou rovněž dvoukvěte klásky. U nich je však pouze jeden kvítek plodný. Protože jsou klásky sestaveny v řadách i zrna na palici tvoří řady (nejčastěji 10-16 řad). Samičí květenství (palice) je obalena listeny. Kukuřice je rostlina cizosprašná, přičemž samčí květy kvetou na téže rostlině o 1-10 dnů dříve než květy samičí. Rostlina se takto brání samoopylení (Moudrý, Jůza, 1998).

Kukuřice vytváří svazčitý kořenový systém, jehož provazčité kořeny pronikají poměrně hluboko do půdy, podle stanovištních podmínek 1,5 - 3 i více metrů, a zajišťují zásobování vodou ze značné hloubky. Převážná část jemných kořínků je však rozložena mělce v orniční vrstvě do 20 cm, kolem stébla v okruhu okolo 100 cm i více (Zimolka a kol., 2008).

Stéblo je vzpřímené, vyplněné dřeví, vysoké v našich podmínkách většinou 1,5 až 2,5 m. U kolénka vyrůstá list. Počet nadzemních kolének se může pohybovat rovněž ve velkém rozpětí. Počet listů bývá na rostlině 10–16, většinou 12–14 (Moudrý, Jůza, 1998).

Kukuřice se dělí na různé convariety. Z nich nejvýznamnější jsou:

- Kukuřice obecná (*Z. m. convar. vulgaris*)
- Kukuřice koňský zub (zubatá) (*Z. m. convar. dentiformis*)
- Kukuřice cukrová (*Z. m. convar. sacharata*)
- Kukuřice škrobová (*Z. m. convar. amylacea*)
- Kukuřice pukancová (*Z. m. convar. mikrosperma*)
- Kukuřice vosková (*Z. m. convar. ceratina*)
- Kukuřice plevnatá (*Z. m. convar. tunicicata*) (Moudrý, Jůza, 1998).

Hybridy kukuřice

Základní vlastnost hybridů je délka vegetační doby. Ta je označována číslem FAO, které je poměrné ke standardu a nepředstavuje absolutní délku vegetační doby ve dnech (do 200 velmi rané hybridy = 120 dní vegetační doby, 201 - 300 rané hybridy = 121 - 127 dní, 301 - 400 polorané hybridy = 128 - 134 dní, 401 - 500 polopozdní hybridy = 135 - 141 dní, nad 500 pozdní hybridy = nad 142 dní vegetační doby)

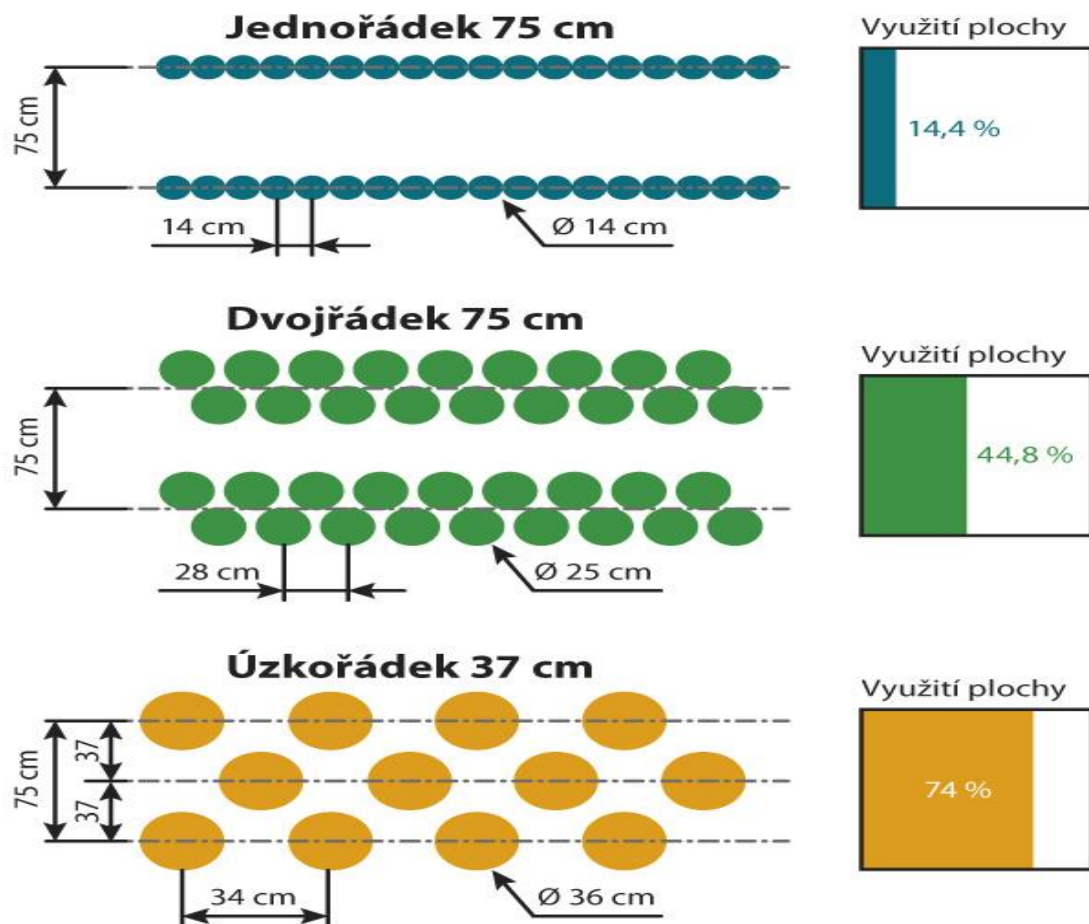
- dvouliniový (složený ze dvou linií A x B)
- tříliniový (složený ze tří linií (A x B) x C)
- čtyřliniový složený ze čtyř linií (A x B) x (C x D)

Každým rokem je vydáván seznam odrůd zapsaných ve Státní odrůdové knize ČR. Vedle českých hybridů jsou uvedeny i hybridy pocházející od zahraničních firem (Diviš a kol., 2000).

2.6.1 Způsoby pěstování kukuřice

V současné době je v podmínkách ČR kukuřice pěstována jako tzv. širokořádková plodina s **meziřádkovou vzdáleností 70 nebo 75 cm**, což při výsevu 80 000 – 90 000 jedinců na hektar odpovídá vzdálenosti rostlin v řádku 14–17 cm. Pokud výsevek dále zvyšujeme, tak se rostliny dostávají k sobě blíže než 14 cm, což je považováno za hranici, kdy se začíná negativně projevovat konkurence rostlin v řádku. Zúžení meziřádkové vzdálenosti umožňuje navýšit počet rostlin na ploše, aniž by docházelo ke konkurenci mezi rostlinami. Takového rozmístění rostlin lze docílit s využitím alternativních technologií, jako je pěstování kukuřice v **úzkých řádcích (37,5 cm) či ve dvouřádcích** (Smutný, Šedek, 2017).

Pěstování kukuřice v úzkých řádcích je velmi rozšířené. Výnosy kukuřice na zrno dosahují v průměru o 7-9 % více. Podobného trendu dosahují i naši pěstitelé. Z hlediska eliminace vodní eroze je tento systém pěstování kukuřice rovněž výhodný. Je to způsobeno lepším zapojením (rozložením) porostu s o 10 % vyšším počtem jedinců. Rostliny bývají vyšší, je dosaženo lepší pokrývnosti půdy, a tím zajištěna ochrana před přímým dopadem kapek na holou půdu. Pro podniky, jež pěstují převážně bioplynovou kukuřici, je pěstování kukuřice v úzkém řádku přínosné. Oproti přesnému vybranému typu setí, se v některých podnicích při pěstování kukuřice na siláž, stále ještě využívá i běžných secích strojů ((Internetový zdroj č. 19).



Obrázek 6 - Typy řádků a výsevků kukuřice (Smutný, Šedek, 2017)

Kukuřice je náročná na přípravu půdy. Půda má být připravena tak, aby se zajistilo uchování vody v půdě, dobrá struktura půdy, prohřátí a zasakování vody. Po všech předplodinách se půda musí upravit podmínkou a vláčením nebo uválením povrchu (Chloupek a kol., 2005).

Dalším možným způsobem setí kukuřice je setí do **hrůbků**. Ve spojení s GPS systémem lze provádět velmi přesné setí s využitím hnojení pod patu (P) a docílit tak vysokého výnosu. Bez přesného navádění pomocí GPS signálu může být zakládání kukuřice na svazích touto technologií problematické, co se týče ochrany před vodní erozí, kdy při větších deštích může dojít k protržení hrůbků. Tato technologie je využívána především na rovinatých pozemcích (Internetový zdroj č. 19).

2.6.2 Růstové fenologické fáze kukuřice

Z hlediska praktického využití výsledků sledování a vývojových změn během ontogeneze kukuřice rozlišujeme dvě základní období. Vegetativní, kde dochází ke klíčení a vzcházení, a generativní, kdy rostlina sloupkuje, metá, kvete, tvoří se zrno

a dochází ke zrání. V těchto dvou základních obdobích lze definovat růstové fáze pomocí stupnic, které zaznamenávají momentální stav rostlin v porostu. Tyto stupnice jsou důležité pro určení vhodných termínů k agrotechnickým vstupům do porostu. V současné době se používají stupnice s desetinným kódem DC a BBCH (Zimolka a kol., 2008).

Stupnice fenologických fází se používají pro stanovení přesných termínů aplikace hnojiv a postřiků k ochraně rostlin. Nejstarší je stupnice Feekesova, nejširší mezinárodní uplatnění v současnosti má stupnice Zadoksova (označována jako stupnice dekadická - DC) a stupnice BBCH používaná především v EU (Klem a kol., 2011).

Ontogenezi kukuřice rozdělujeme na 4 základní období růstu (Moudrý, Jůza, 1998):

- 1) Počáteční vegetativní období ontogeneze
- 2) Aktivní vegetativní období ontogeneze
- 3) Počáteční období naplňování obilek
- 4) Aktivní období naplňování obilek

I. Počáteční vegetační období	0	Klíčení
	01	Suché zrno
	03	Nabobtnalé zrno
	05	Objevení kořínků
	07	Objevení koleoptile
	09	Koleoptile asi 2,5 cm
	10	Vzcházení
	11	Koleoptile proráží povrch půdy
	13	Klíčnický list se začíná rozvíjet
	15	Klíčnický list je úplně rozvinutý
	17	1. list úplně rozvinutý
	19	2. list úplně rozvinutý
	20	Tvorba listů
	21	Stádium 3. listu - 3. list je úplně rozvinutý
	22	Stádium 4. listu - 4. list je úplně rozvinutý
	23	Stádium 5. listu - 5. list je úplně rozvinutý
	24	Stádium 6. listu - 6. list je úplně rozvinutý
	25	Stádium 7. listu - 7. list je úplně rozvinutý
II. Aktivní vegetační období	26	Stádium 8.- 11. listu - 8.-11. list je úplně rozvinutý
	27	Stádium 12. listu - 12. List a více jsou úplně rozvinuté

	30	Prodlužovací růst
	31	Prvé kolénko je hmatatelné
	32	Prvé kolénko je viditelné
	33	Druhé kolénko je hmatatelné
	34	Druhé kolénko je viditelné
	35	Třetí kolénko je viditelné
	36	Čtvrté kolénko je viditelné
	50	Metání samčího květenství (lata)
	51	Květenství je hmatatelné
	53	Vrchol květenství je viditelný
	55	Lata je úplně venku z listenu
	59	Dolní větévky laty jsou úplně vysunuté
	60	Kvetení samčího květenství
	61	Začátek kvetení - kvetou střední větévky laty
	65	Plné kvetení - kvetou horní i dolní větévky laty
	67	Konec kvetení - již se neuvolňuje pyl
	70	Kvetení samičího květenství (palice)
	71	Palice je hmatatelná
	72	Vrcholy blizen jsou viditelné
III. poč. období naplnění obilek	75	Blizny jsou plně vysunuté
	77	Začátek usychání blizen
	79	Blizny jsou úplně suché
	80	Zrání
	81	Zrna bílé barvy
IV. akt. období naplnění obilek	82	Mléčná zralost
	83	Mléčně vosková zralost (silážní)
	85	Fyziologická zralost
	87	Sklizňová zralost
	89	Celá rostlina suchá

Tabulka 8 - Růstové fáze kukuřice – DC stupnice (Moudrý, Jůza, 1998)

2.6.3 Technologie pěstování

Do **osevního postupu** by kukuřice, vzhledem k velkým požadavkům na dusík měla být zařazována po zlepšujících plodinách, zvláště luskovinách. Také zařazení po okopaninách hnojených organickými hnojivy je vhodné (Diviš a kol., 2000).

Při pěstování kukuřice na siláž platí pro její zařazení v osevním postupu stejné zásady jako u kukuřice na zrno. To znamená, že nejvhodnější předplodinou je jetelotráva nebo jetelovina. Při zařazení kukuřice mezi dvě obilniny v osevním postupu a pro dosažení vysokého výnosu je nezbytné aplikovat k ní organické hnojení.

Na úrodných půdách jsou to nižší dávky, na chudších vyšší a nejlépe ve formě kvalitního hnoje (Vrzal, Novák, 1995).

Ochrana půdy před erozí hraje velmi významnou roli při volbě technologie zpracování půdy a založení porostu kukuřice (Prokeš, Zeman, 2014).

Na podzim se zpracování půdy řídí podle předplodiny a může mít více variant. Po obilovině je to zpravidla podmítka a orba, kterou se zapraví chlévský hnůj a P, K hnojiva. Podle půdy a podmínek je možné zvážit minimalizaci zpracování nebo variantu bez orby (Diviš a kol., 2000).

Jarní přípravě půdy věnujeme náležitou pozornost. Práce zahájíme ihned, jakmile to dovolí půdní podmínky s dodržением těchto zásad: omezit vstupy na pozemek na minimum (zabránit utužení půdy), maximálně šetřit půdní vláhou, potřebnou pro klíčení a vzcházení kukuřice, připravit podmínky pro vzejití plevelů a jejich následné ničení, zapravit průmyslová hnojiva, eventuelně půdní herbicidy, vytvořit seťové lůžko a zajistit rovnoměrné vzcházení – půdu kypříme jen na hloubku setí (Svoboda, 2004).

Jarní příprava půdy spočívá především v urovnání pozemku, omezení ztráty vody a ve snížení zaplevelenosti pozemku. Kypření před setím se provádí jen do hloubky výsevu. Nevýhodou je přitom přílišné rozdrobení půdy, zvýšení náchylnosti k erozi a tvorbě půdního škraloupu a poškození půdní struktury (Diviš a kol., 2000).

Termín setí volíme tak, abychom co nejvíce prodloužili vegetační období. Kukuřici, můžeme sít v relativně širokém časovém období. Standardní hranice začátku setí je daná teplotou půdy 8–10 °C (Svoboda, 2004).

Termín setí závisí na teplotě půdy (obvykle počátkem května). Na hektar se vysévá přesný počet klíčivých zrn, který se v závislosti na hybridu pohybuje od 60 do 110 tisíc jedinců na 1 ha. Průměrná redukce počtu rostlin od setí do sklizně je 15–20 %. S tím je potřebné u výsevu počítat (Diviš a kol., 2000).

Kukuřice je teplomilná rostlina, šlechtitelům se však daří snižovat nároky na teplo šlechtěním raných odrůd, které jsou vhodné do chladnějších oblastí. Teplotní optimum pro tvorbu vegetativních orgánů je kolem 20 °C. Pro dosažení vysokého výnosu hmoty mají největší význam teploty koncem června, v červenci a začátkem srpna. Pro dosažení dostatečného počtu palic a jejich vývin jsou důležité teploty v srpnu a počátkem září. Nároky na celkovou sumu teplot jsou dané raností hybridu (Vrzal, Novák, 1995).

Hloubka výsevu se pohybuje od 50-80 mm, a to podle půdy a velikosti kalibrovaného zrna. Proti vyhrabávání a vyzobávání ptáky se doporučuje hloubka setí 6-9 cm (Diviš a kol., 2000).

Kukuřice a příjem živin:

Při hnojení se vychází z průměrné spotřeby živin v kg na 1 tunu zrna a odpovídající zbývající části rostlin:

25-30 kg N; 4,5-7,0 kg P; 23-29 kg K; 4,5-7,5 kg Ca a 3,6-6,0 kg Mg.

Kukuřice výborně využije všechny formy organického hnojení. Podle druhu předplodiny může být před setím aplikována kejda (až 30 m³/ha) a chlévský hnůj (30-50 t/ha). Vhodné je zelené hnojení nebo rozdrčená sláma. Dobře je využívána i močůvka (Moudrý, Jůza, 1998).

Kukuřice je charakteristická velmi pomalým počátečním růstem a malým příjmem živin. Intenzivní růst a příjem živin začíná od 40–50 cm výšky porostu, kdy za 35 až 45 dní přijme 70 - 75 % všech živin (Svoboda, 2004).

Kukuřice patří mezi velmi náročné plodiny na spotřebu dusíku. Hnojení se provádí jak průmyslovými, tak organickými hnojivy v dávkách 80–200 kg N na ha. Největší část dusíku se většinou aplikuje před setím, ale největší odběr živin mají rostliny až v období intenzivního růstu, tedy asi za 8–10 týdnů po zasetí (Kulovaná, 2001).

Kukuřice má největší požadavky na dusík v období intenzivního růstu a tvorby palic, tj. přibližně po 60 dnech od zasetí. Zásobení kukuřice na celou vegetaci v jedné dávce je neekonomické. Aplikaci celé dávky umožňují částečně jen půdy s výbornou sorpční kapacitou. Na ostatních druzích půd je nutno dávku dělit nebo aplikovat polovinu až dvě třetiny ve formě statkových hnojiv a zbývající část ve formě průmyslových hnojiv (Vrzal, Novák, 1995).

Draselná a fosforečná hnojiva je nejlépe zapravovat na podzim při zpracování půdy. Dusíkatá hnojiva aplikujeme na jaře jednorázově před setím nebo volíme dělení dávky na dávku před setím a v době vegetace do fáze 5.-7. listu (Moudrý, Jůza, 1998).

Varianty sklizně kukuřice v závislosti podle užitkového směru:

- sklizeň celých rostlin – na siláž
- sklizeň samotných palic – CCM (Corn-Cob-Mix), osivo
- sklizeň čistého zrna.

Každá z těchto sklizňových linek má svou posklizňovou linku s tím související skladovací technologií (Diviš a kol. 2000).

Nepotravinářské využití

Kukuřičný **škrob** se využívá v různých průmyslových odvětvích (papírnictví, stavebnictví, chemický a farmaceutický průmysl). **Fytomasu** kukuřice (i zbytkovou) i zrno lze využít k energetickým účelům. **Olej** kukuřice se zpracovává například v kosmetickém a farmaceutickém průmyslu. Lze využít i **kukuřičné šustí** na tradiční lidové výrobky (Moudrý, Jůza, 1998).

2.6.4 Legislativa při pěstování kukuřice

Více než polovina půdy v ČR je ohrožena erozí a jedná se o nejrozšířenější typ degradace půd u nás. Během jedné erozní události může být smyto až několik centimetrů půdy. Jedním z plošných nástrojů v boji proti erozi je plnění standartu DZES (dříve GAEC). Na zemědělské půdě jsou v rámci DZES vymezeny silně erozně ohrožené (SEO) či mírně erozně ohrožené (MEO) plochy, kde je nutné uplatňovat půdoochranné technologie. DZES zatím řeší pouze 11 % plochy erozně ohrožených půd v ČR (Procházková a kol., 2015).

2.7 Vybrané druhy plevelů v kukuřici a jejich regulace

2.7.1 Plevelé

Plevelé odebírají živiny, světlo, vláhu kulturním rostlinám, zabraňují prohřívání půdy a negativně ovlivňují růst rostlin v počátečních růstových fázích (Peterka, Stach, 2007).

Plevelné rostliny můžeme rozdělit dle mnoha kritérií. Lze je rozdělovat například dle stanoviště na plevelé lesní, vodní, luční, polní. Dále je lze rozlišovat dle výskytu v jednotlivých plodinách na plevelé obilnin, luskovin, okopanin, píce, olejnin. Pro nás je zásadní rozlišovat plevelé z pohledu zemědělského, kdy se jeví jako nejvhodnější rozlišovat plevelné rostliny podle hlavních biologických vlastností (Mikulka, 2014).

Klasifikace polních plevelů podle biologických vlastností:

1. Rozmnožující se generativně

Základní způsob rozmnožování, vlastní všem plevelným druhům. Diasporami generativního rozmnožování jsou výtrusy, semena či plody (Mikulka a kol., 2005).

Jednoleté plevely

Tyto plevely mají velice krátký životní cyklus. Způsob rozmnožování je zajištěn pomocí semen či plodů, který probíhá během jedné sezóny (Jursík, 2011).

Do skupiny jednoletých plevelů patří většina druhů plevelů. Jejich životní cyklus (od vyklíčení semene, růstu rostliny, kvetení po tvorbu vlastních semen či plodů) proběhne do jednoho roku, nebo za jedno vegetační období. Rostliny se rozmnožují pouze semeny (Mikulka a kol., 2005).

Dvouleté a vytrvalé plevely

Většinou jsou vytrvalé plevely schopny jak vegetativního, tak i generativního způsobu šíření, přičemž v určitých podmínkách jeden způsob převládá. Dále se dělí na plevely mělčeji a hlouběji kořenící (Jursík, 2011).

Hlavní způsob rozmnožování je generativní, ale většina rostlin je schopna se množit i vegetativně – částmi kořenů (Mikulka, 2014).

2. Rozmnožující se generativně i vegetativně

Jursík (2011) uvádí, že sem patří vytrvalé plevely, které se dokáží rozmnožovat pomocí nadzemních či podzemních orgánů. Mikulka (2014) tvrdí, že se dokáží rozmnožovat dvěma způsoby, a to jak generativně, tak i vegetativně.

Rostliny se rozmnožují převážně pomocí orgánů vegetativního rozmnožování. Intenzivně se rozrůstají a šíří do okolí mateřské rostliny a po pozemku. Jsou schopny se ovšem množit oběma způsoby, tj. Vegetativně i generativně. Podle stanovištních podmínek jeden ze způsobů převažuje – na orné půdě zpravidla vegetativní, na ulehých a neobhospodařovaných lokalitách generativní rozmnožování. Rostliny zakořeňují v půdě do různé hloubky (Mikulka a kol., 2005).

Vytrvalé mělčeji kořenící

Mělčeji kořenící plevely mají vegetativní orgány přímo na půdním povrchu nebo v menších hloubkách půdy. Kořenový systém lze proto narušit kultivací půdy (Jursík, 2011).

Vytrvalé hlouběji kořenící

Patří sem velmi významné plevely. Kořenový systém je složen ze sítě horizontálních a vertikálních kořenových výběžků. Vertikální výběžky často sahají do hlubokých vrstev půdy, až do podorničí, kde nejsou zasahovány zpracováním půdy (Mikulka a kol., 2005).

2.7.2 Nejvíce se vyskytující plevel v kukuřici

Kukuřice v prvních fázích růstu je velmi citlivá na zaplevelení. Ochrana proti plevelům je možná mechanicky (vláčení, plečkování) nebo chemicky použitím herbicidů. Zvolený zásah musí vytvořit podmínky, aby zejména prvních 40 - 50 dní od vzejití kukuřice byl bezplevelný stav porostu (Diviš a kol., 2000).

Nejčastějším druhem plevelů v kukuřici je ježatka kuří noha. Na jiných lokalitách se mohou místo ní vyskytovat béry. Dále v této plodině hojně roste merlík bílý, merlík zvrhlý a merlík tuhý. V kukuřici se objevují i laskavce. Hlavně lokálně bývají rozšířeny pětour malolobný či rdesno blešník. Vytrvalé plevely jsou v kukuřici nejvíce zastoupeny těmito druhy: pýr plazivý, pcháč oset, pelyněk černobýl a mnohdy i svlačec rolní (Zimolka a kol., 2008).

Ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*)

Velmi významný plevel, který škodí na celém území. Na výživných půdách vytváří mohutné rostliny. Na orné půdě škodí převážně v širokořádkových plodinách, okopaninách, zavlažované zelenině a na kukuřici (Mikulka a kol., 2005).

Regulace: K jeho hubení je nutno dodržovat agrotechnické postupy. Někdy se likvidace neobejde bez použití herbicidů, avšak na některé herbicidy si ježatka již vytvořila odolnost (Mikulka, Štrobach, 2016).

V porostu kukuřice je možné proti ježatce použít velké množství herbicidních přípravků, je však třeba počítat se sníženou účinností za sucha, zejména u přípravků půdních (Jursík, Soukup, 2018).



Obrázek 7 - Ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*) (Jursík, Soukup, 2018)

Pcháč rolní (*Cirsium arvense*)

Patří mezi velmi významné vytrvalé plevely, je řazen mezi deset nejvýznamnějších plevelů světa. Konkurenční schopnost je vysoká, má nízké nároky na odběr vody i výživu. V případě silného zamoření dokáže zlikvidovat všechny kulturní rostliny (Mikulka a kol., 2005).

Regulace: Je jen těžce likvidovatelný. Kromě mechanického způsobu je vhodná i chemie. Herbicidy zabírají však pouze ve fázi plně rozvinuté růžice a tvorby lodyhy (Pawlicová, 2018).

Pcháč rolní je dobře potlačován celou řadou růstových herbicidů, ovšem vhodné je řešit jeho likvidaci již v obilní předplodině, kde je herbicidní regulace efektivnější a obvykle také selektivnější (Jursík, Soukup, 2018).

Šťovík (*Rumex*)

Patří mezi nejvýznamnější plevely trvalých travních porostů, na orné půdě jsou hojné především ve víceletých pícninách a na pozemcích, kde byly v předchozím roce tyto plodiny pěstovány. Šťovík tupolistý i šťovík kadeřavý se rozmnožují převážně generativním způsobem. Vegetativní rozmnožování segmenty kořenů vzniklých zpracováním půdy je méně intenzivní (Jursík a kol., 2008).

Šťovík je považován za velmi nebezpečný, silně se rozrůstající plevel, vyskytující se hlavně na dusíkem dobře zásobených a podmáčených půdách (Mikulka a kol., 2005).

Regulace: Při regulaci zaplevelení je třeba zabránit dozrání nažek a jejich šíření větrem, osivem, zeminami, statkovými hnojivy (zvláště kejdou). Hubení šťovíků je vždy dlouhodobý proces, což je dáno postupným vzcházením semen z půdní zásoby.

V malovýrobě je účinné hluboké rytí, orba a nejlépe odstranění kořenů z pole či pěstování rostlin s hustým porostem. Při větším výskytu se nelze obejít bez herbicidů (Kohout, 1996).

Pýr plazivý (*Elytrigia repens*)

Patří mezi velmi významné vytrvalé plevely. Konkurenční schopnost je vysoká. Do půdy vylučuje alelopatické látky, které brzdí růst ostatních rostlin. Vyskytuje se na 75 až 85 procentech orné půdy (Pawlicová, 2018).

Regulace: Pýr je citlivý na hluboké zpracování půdy, a proto mu vyhovuje minimální zpracování půdy. Vůči mechanickým zásahům je vzhledem k vysoké regenerační schopnosti značně odolný. „Nejvhodnější“ je důsledná chemická ochrana za použití

kombinace totálních herbicidů (tedy těch, které likvidují opravdu všechny rostliny) a selektivních herbicidů, účinných přímo proti pýru (Mikulka a kol., 2005).

2.7.3 Metody regulace zapelevelení

V průběhu historie došlo k velkým změnám výskytu plevelných rostlin, a to jak kvantitativním, tedy počtu plevelu, tak i kvalitativním, jednotlivými druhy. Dokud bude člověk hospodařit na půdě, do té doby se plevele více či méně budou rozšiřovat, zamořovat okolí a škodit (Pawlicová, 2018).

Plevele způsobují každoročně obrovské ztráty na produkci a na jejich regulaci je vynakládáno mnoho finančních prostředků. Dnes je již známo, že systémy regulace plevelů mají vést ne k vyhubení plevelů, ale k celkovému snížení výskytu plevelných rostlin na polích při zachování co nejšířšího spektra druhů. Cílem je tedy zachování co nejvyšší diverzity plevelů na zemědělské půdě (Mikulka, Štrobach, 2017).

Charakteristika metod regulace zapelevelení

Metody, které se při regulaci zapelevelení používají, můžeme podle charakteru používaných prostředků rozdělit do následujících skupin:

- Metody nepřímé (preventivní)
- Metody přímé, fyzikální (mechanické, termické), biologické a chemické (Mikulka a kol., 2005).

Nepřímé (preventivní) metody ochrany

Jak uvádí Jursík (2011), nepřímé metody regulace jsou určité pracovní postupy, jejichž úkolem je snižování výskytu plevelů v budoucích porostech plodin.

Rozvoj chemické ochrany dospěl v současné době do stavu, kdy je možné prakticky ve všech plodinách regulovat zapelevelení pouze použitím herbicidů. Přesto v současné a následné době můžeme pozorovat zvyšující se zájem o nechemické a nepřímé metody ochrany.

Mezi hlavní prostředky nepřímé ochrany proti plevelům patří:

- Střídání plodin
- Zpracování půdy
- Čistota osiva (Mikulka a kol., 2005).

Přímé metody ochrany

Přímými zásahy jsou ničení jedinci populací plevelů, tj. semena, vegetativní orgány a rostliny v různých fázích vývoje (Kostelanský, 1997).

Přímé metody ochrany jsou představovány, jako zásahy proti existujícímu nebo očekávanému zaplevelení s cílem nežádoucí plevelnou vegetaci zcela odstranit nebo omezit její škodlivost na žádoucí, akceptovatelnou úroveň (Mikulka a kol., 2005).

Fyzikální metody

Fyzikální metody regulace jsou účinné, avšak kvůli své energetické náročnosti se většinou nepoužívají. Patří k nim využití vysoké teploty u termických metod, zejména v ekologickém zemědělství (Jursík, 2011).

Biologické metody

K regulaci plevelů lze využít i živých organismů. K úspěšnému boji lze použít chorob a škůdců, které tvoří takzvané bioagens, ale nesmí při tom dojít k poškození pěstované plodiny. Lze využívat hmyz, bakterie, houby i měkkýše (Kostelanský, 1997).

Chemické metody

Počátky chemické ochrany proti plevelům lze datovat v rozhraní 18. a 19. století. Velkým přelomem bylo v 50. letech 20. století objevení herbicidních účinků triazinů, z nichž byl v roce 1956 uveden jako první na trh Simazin. Od této doby byly a jsou stále vyvíjeny další selektivní i neselektivní herbicidy (Mikulka a kol., 2005).

2.7.4 Příjem a translokace herbicidů

Účinnost herbicidů je ovlivňována mnoha vnějšími faktory. Z povětrnostních podmínek jsou důležité především srážky, vlhkost vzduchu i půdy, teplota, intenzita slunečního záření a vítr. Ovlivňován je zejména příjem, translokace a aktivita herbicidu v rostlině (Jursík, Soukup, 2015).

Selektivita herbicidů

Selektivita herbicidu je vlastnost, která vyplývá z rozdílu mezi biologickou účinností na plevely a plodiny, které umožňuje aplikaci v plodině, aniž by došlo k jejímu výraznějšímu poškození (Mikulka a kol., 2005).

Podle selektivity můžeme herbicidy rozdělit:

Neselektivní herbicidy - hubí všechny rostliny na otevřeném stanovišti. Používají se k ničení veškeré vegetace na nezemědělské půdě a ve velkém rozsahu také k hubení plevelů na orné půdě a v dalších zemědělských kulturách (Dvořák, Smutný, 2003).

Podle způsobu příjmu, translokace a perzistence v půdě lze neselektivní herbicidy rozdělit do následných skupin:

- S listovým příjmem - nezatěžují půdní prostředí rezidui, podmínkou příjmu a účinku je dostatečná listová plocha a určitý čas na translokaci.
- S kontaktním účinkem – nejsou translokovány do celé rostliny, a proto se používají např. k desikaci dozrávajících plodin (Reglone, Basta)
- Se systematickým účinkem - účinná látka je translokována v celé rostlině, často včetně kořenového systému. Mezi nejrozšířenější neselektivní herbicidy účinkující i na vytrvalé plevely patří např. Roundup, Dominátor.
- S kořenovým příjmem (půdní) - používají se v případech, kdy je potřeba docílit dlouhodobější půdní účinnosti a zabránit opakovaným vlnám vzcházení plevelů. Použití např. v ovocných a okrasných výsadbách a na nezemědělské půdě (Mikulka a kol., 2005).

Selektivní herbicidy

Jsou takové sloučeniny, které při správném použití ničí určité druhy plevelů, nebo jejich biologické skupiny, aniž je poškozena kulturní rostlina, v jejímž porostu byl herbicid aplikován (Dvořák, 1987).

Plevelné spektrum, které herbicid zasahuje

Selektivní herbicidy nejsou zpravidla schopné zasáhnout celé spektrum plevelů, proto bývá u jednotlivých přípravků okruh účinnosti blíže vymezen:

- Proti jednoletým plevelům - jednoděložným, dvouděložným, dvouděložným a jednoděložným.
- Proti vytrvalým plevelům (Mikulka a kol., 2005).

2.7.5 Zásady aplikace herbicidů

Výběr vhodné metody ochrany rostlin je závislý na odborných znalostech, praktických zkušenostech a schopnostech zhodnotit výsledky monitoringu obsahující základní informace o škodlivém organismu, jeho intenzitě výskytu, vývojových stádiích

(u plevelů růstových fází) a o stavu ošetřované plodiny (růstová fáze, poškození) včetně údajů, zda nehrozí při použití zvolené metody, ohrožení susedních plodin, necílových organismů, zvíře a vodních zdrojů (Harašta a kol., 2015).

Způsoby použití herbicidů dle termínu aplikace

Aplikace předset'ová se zapravením do půdy

Herbicidem se ošetří připravená nebo i nepřipravená půda před setím nebo sázením plodin. Jde o méně rozšířený způsob, který se používá např. u půdních herbicidů, které jsou na světle nestabilní nebo špatně pronikají hlouběji ke klíčícím semenům plevelů. Proto se po aplikaci zapravují např. kypřičem nebo bránami mělce do půdy (Mikulka, Štrobach, 2017).

Aplikace preemergentní

Provádí se v období po zasetí plodiny, avšak ještě před jejím vzejitím. Nejvíce je tento způsob rozšířen u řepky ozimé. Hojně se využívá také u kukuřice např: Lumax, Merlin (Mikulka a kol., 2005).

Preemergentní ošetření je vhodné především ve vyšších polohách s lehčími půdami a v případě dostatku srážek po výsevu kukuřice. Pokud je kukuřice vyseta do suché půdy a nepředpokládají se výraznější srážky (nad 10 mm) krátce po aplikaci, je vhodnější s ošetřením vyčkat až po vzejití kukuřice i plevelů (Jursík, Soukup, 2018).

Ve všech případech se jedná o plodiny, kde by zaplevelení bylo v pozdějším období obtížně odstranitelné nebo s příliš vysokými náklady či nebezpečím poškození plodiny. Pro dobrou účinnost je u většiny preemergentních herbicidů nezbytná dostatečná půdní vlhkost (Mikulka a kol., 2005).

Většina ploch je v současnosti ošetřována před vzejitím plodiny a obvykle také plevelů. Hlavním důvodem dominance preemergentního ošetření byl nedostatečný sortiment postemergentních herbicidů. Za sucha však účinnost preemergentních herbicidů často selhává (Jursík, Soukup, 2013).

Výhody předset'ových a preemergentních aplikací herbicidů:

- odstranění konkurence plevelů hned od počátku vegetace plodiny
- zpravidla lepší selektivita
- delší reziduální účinek v půdě bránící vzcházení dalších vln plevelů
- při selhání účinnosti lze použít opravný postemergentní zásah

Hlavní nevýhodou je:

- značná závislost na srážkách a půdní vlhkosti, které jsou nezbytné k proniknutí přípravku do půdního prostředí a pro příjem plevelnou rostlinou
- nelze předvídat intenzitu výskytu některých problémových plevelů (svízel přítula, heřmánkovité plevele aj.) a často bývá nutno následně provádět opravné zásahy (Mikulka a kol., 2005).

Aplikace postemergentní

Provádí se po vzejití plodiny. Podle typu použitého herbicidu je přesný termín aplikace zpravidla vymezen růstovou fází plodiny a plevelů. Předností postemergentních aplikací je možnost rozhodnutí se pro provedení zásahu a výběru účinných látek až podle skutečného zaplevelení (Mikulka, Štrobach, 2017).

Hlavní přednosti postemergentních aplikací herbicidů jsou následující:

- umožňují rozhodnout se pro termín provedení zásahu a výběr účinných látek až podle skutečného zaplevelení (tzv. ekonomického prahu škodlivosti)
- v menší míře zatěžují půdní prostředí cizorodými látkami
- účinnost je méně závislá na půdních podmínkách (vlhkosti, sorpčních vlastnostech)
- při ojedinělém a nerovnoměrném výskytu plevelů na pozemku není nutno ošetřovat celou plochu, ale lze provést ohniskovou aplikaci.

Postemergentní herbicidy se nejvíce používají v obilninách, tj. i v kukuřici např: Maister, Milagro (Mikulka a kol., 2005).

Hlavní výhodou klasického postemergentního ošetření je větší cílenost aplikačního zásahu a možnost zasáhnout širší spektrum plevelů včetně vytrvalých druhů. Přesto se v sušších letech často stává, že plevele, které kukuřici silně konkurují již v raných fázích růstu, mohou způsobit takovou retardaci kukuřice, kterou se již nepodaří během vegetace eliminovat (Jursík, Soukup, 2018).

Používání postemergentních herbicidů je technicky náročnější, protože:

- jsou rizikovější za nevhodných povětrnostních podmínek, v poškozených nebo stresem postižených porostech či nevhodné růstové fázi
- z důvodu nepříznivého počasí se také v mnoha případech nepodaří uskutečnit aplikaci v optimálním termínu, plevele se dostávají do pokročilých růstových fází, ve kterých je účinnost daného přípravku již nedostatečná, a opravný zásah

může být z hlediska vývoje kulturního porostu nemožný nebo velmi nákladný (Mikulka a kol., 2005).

3. Cíl práce

Cílem práce je na základě měření s pomocí penetrometru zjistit případná rizika možného vzniku utužování půdního profilu po zasetí, během vegetace a sklizni pěstované kukuřice seté (*Zea mays* L.) u vybraných pozemků s rozdílným způsobem zpracováním půdy.

Současně je hodnocen nárůst biomasy podle vývojové fáze porostů, stav zaplevelení při běžných agrotechnických opatření provedenými na zvolených pozemcích.

Pro splnění cíle bylo nutné provést:

- Výběr vhodných pozemků a měřících bodů,
- Penetrometrické měření,
- Odběr a rozbor půdních vzorků,
- Odběr, měření a posouzení rostlin.

Hypotézy:

- 1) Existuje rozdíl v utužení půdy v půdním profilu při hodnocení v podzimním a jarním období z hlediska zpracování půdy?
- 2) Ovlivní termín zpracování půdy výskyt plevelů, výnos a množství sklizené hmoty kukuřice?

4. Materiál a metodika

4.1 Charakteristika zemědělských podniků

Pro měření a odběry vzorků půdy byly vybrány pozemky dvou podniků. V kapitole 4.2 je popsána charakteristika Zemědělského družstva Podklet'an Křemže a v kapitole 4.3 charakteristika společnosti STAGRA, spol. s.r.o.

4.2 Charakteristika Zemědělského družstva Podklet'an Křemže

Zemědělské družstvo Podklet'an Křemže bylo evidováno do obchodního rejstříku Okresního soudu v Českém Krumlově 14. 4. 1992 jako nově vzniklá společnost po transformaci tehdejšího zemědělského družstva ve Křemži. Pozemky, které družstvo obhospodařuje, jsou rozprostřené na 5 katastrálních územích. Katastrální území Holubov, Chlum u Křemže, Křemže, Rojšín a Třísov. Vedení družstva zajišťuje pan Ing. Tomáš Bártl, vedený jako jednatel se zemědělským vzděláním. Je zde zaměstnáno 66 osob s dobrou úrovní kvalifikace. Výměra zemědělské půdy v současnosti je cca. 1 200 hektarů, z toho zhruba 1 000 hektarů půdy orné.

4.2.1 Geografické (přírodní) podmínky

Zemědělské družstvo hospodáří v bramborářsko – obilnářské výrobní oblasti. Toto území leží na úpatí hory Klet', jehož hřbety podkovovitě obklopují hlubokou tektonickou kotlinu Křemežského potoka a spadá pod Správu CHKO Blanský les. Z hlediska půdního typu převažují hnědé půdy, hnědé půdy podzolované a hnědé půdy kyselé. Dle půdního druhu se vyskytují půdy hlinitopísčité, písčitohlinité a hlinité. Terén je poměrně členitý s průměrnou nadmořskou výškou 550 m. n. m. Zájmové území patří do oblasti mírně teplého, vlhkého až mírně chladného klimatu. Průměrný dlouhodobý roční úhrn srážek je 659 mm a průměrná roční teplota se pohybuje kolem 7,1°C. V posledních pěti letech se průměrná roční teplota pohybuje o 1,9 °C vyšší.

Měsíc/ rok						Teplota (°C)	
	2015	2016	2017	2018	2019	30. letý průměr	
Leden	0,8	-1,3	-6,0	1,8	0,1	-2,8	
Únor	-0,8	2,7	1,0	-3,9	2,5	-1,3	
Březen	3,4	3,0	5,5	0,6	6,9	2,3	
Duben	7,2	7,1	6,3	12,1	10,3	6,9	
Květen	12,0	12,5	13,3	15,4	11,5	11,8	
Červen	15,7	16,3	18,1	16,8	21,9	15,1	
Červenec	20,0	18,1	18,2	18,6	20,5	16,7	
Srpen	20,5	16,4	18,2	19,5	20,1	16,0	
Září	12,2	14,9	11,1	13,6	14,4	12,5	
Říjen	7,4	6,9	9,2	9,3	10,5	7,5	
Listopad	5,6	2,0	3,2	3,4	5,7	2,4	
Prosinec	3,7	-0,9	0,3	1,3	3,1	-1,2	
Rok	9,0	8,2	8,2	9,0	10,6	7,1	

Tabulka 9 - Průběh teplot v letech 2015 až 2019 včetně třicetiletého průměru (ČHMÚ České Budějovice, 2020).

Měsíc/ rok						Srážky (mm)	
	2015	2016	2017	2018	2019	30. letý průměr	
Leden	46	46	28	47	42,9	34	
Únor	8	52	20	19	29,6	33	
Březen	46	25	43	28	23,5	39	
Duben	28	35	92	12	10,4	49	
Květen	64	95	40	89	74,5	75	
Červen	68	94	56	105	85,5	94	
Červenec	30	143	97	50	104,6	83	
Srpen	42	35	93	49	76,1	82	
Září	42	33	33	68	57,3	51	
Říjen	64	59	59	34	27,3	37	
Listopad	74	41	45	35	27,7	43	
Prosinec	20	25	36	75	26,6	39	
Rok	531	681	642	611	586	659	

Tabulka 10 - Průběh srážek v letech 2015 až 2019 včetně třicetiletého průměru (ČHMÚ České Budějovice, 2020).

4.2.2 Rostlinná výroba

V rostlinné výrobě je družstvo zaměřeno na pěstování obilnin – pšenice, tritikale, ovsa a ječmene. Tyto plodiny slouží jako krmivová základna pro skot a prasata. Velká část osevní plochy slouží k pěstování krmných píce na orné půdě (jetele, jetelotrávy). Ke krmným účelům slouží také pěstování kukuřice na siláž. V otázce tržních plodin se družstvo zaměřuje na pěstování řepky a částečně i pšenice.

Mechanizace družstva se každým rokem doplňuje o nově zakoupené moderní stroje. V současné době vlastní traktory Zetor a Fendt výkonové řady od 170 - 360 koňských sil, secí stroje Pöttinger, Horsch Pronto, radličkové podmítače Horsch Terrano, diskový podmítač DB 600 T, šestiradličkový otočný nesený pluh Kverneland, sklízecí mlátičky Case (se záběrem 6 a 9 metrů). Na provedení chemické ochrany proti plevelným rostlinám, chorobám a škůdcům se používá postřikovač Samec - Agrio Křemže (záběr 24 metrů). Na práci s píčí jsou používány nesené diskové žací stroje Krone (se záběry 6 a 9 metrů), obrabeče a shrnovače píče Lely (záběr 10 metrů), Claas (záběr 12 metrů), Merge Maxx (záběr 9 metrů) a řezačku Claas 850.

Plodina	Osevní plocha (ha)		Orná půda 2019 (%)	Celková sklizeň (v t. ha ⁻¹)	
	2018	2019		2018	2019
Pšenice ozimá	227	243	24,3	6,62	6,18
Řepka ozimá	186	138	13,8	3,80	3,51
Tritikale	49	95	9,5	5,85	6,35
Ječmen ozimý	139	99	9,9	5,9	7,34
Kukuřice (siláž)	216	150	15,0	42	51
Žito	10	0	0	5,8	0
Oves	16	17	1,7	5,40	3,65
Jetele (seno)	157	258	25,8	6,39	7,98

Tabulka 11 - Struktura pěstovaných plodin zemědělského družstva (Zdroj: vlastní šetření 2020)

4.2.3 Živočišná výroba

Nosnou částí živočišné výroby je chov skotu s tržní produkcí mléka. Dojnice jsou ustájeny ve 4 stájích s celkovou kapacitou 780 kusů. Na produkci masa jsou vykrmováni býci holštýnského plemene. V posledních letech probíhá křížení plemene červené straky s holštýnským plemenem a v uplynulých dvou letech se převážně rodí už jen plemeno holštýnské. Ve výchově skotu je používán uzavřený obrat stáda. Dále se družstvo zabývá chovem prasat, kde mají stále kolem 100 prasníc. Veškerá produkce selat se vykrmuje do jatečné hmotnosti.

Kategorie zvířat	kusů	dojivost, přírůstky
Celkový stav skotu	1 349	
Dojnice	755	23 litrů/den
Prasata (prasníc 102)	1 059	0,71 kg/ ks/ den
Mladý skot do 6 měsíců	174	0,98 kg/ ks/ den
Jalovice odchov	307	0,85 kg/ ks/ den
Býci výkrm	113	1,1 kg/ ks/ den

Tabulka 12 - Průměrné stavy zvířat (Zdroj: vlastní šetření 2019)

4.2.4 Zemědělské a obchodní služby

Zemědělské družstvo si zakládá na vlastní samostatnosti při výrobě krmných směsí. Veškerou potřebu krmných směsí si zajišťuje svojí výrobou a zbylé suroviny přetvářejí na krmné směsi pro slepice, které následně prodávají drobným hospodářům. Celková výroba všech krmných směsí se pohybuje ve výši 2 550 tun za rok.

Družstvo také provozuje vlastní kuchyň, kde se připraví více než až 330 jídel denně. Jídelnu využívají zaměstnanci, bývalý zaměstnanci a obyvatelé křemežské veřejnosti.

4.3 Charakteristika podniku STAGRA, spol. s.r.o.

Společnost STAGRA, spol. s.r.o. byla zapsána do obchodního rejstříku Okresního soudu v Českých Budějovicích 27 února 1992 jako nově vzniklá společnost po rozpadu tehdejšího zemědělského družstva ve Studené. Obhospodařovaná pole se nacházejí v okolí Studené a Českého Rudolce.

Vedení družstva zajišťují dva společníci Ing. Karel Dvořák a Ing. Josef Svoboda – jednatele se zemědělským vzděláním. Je zde zaměstnáno 75 osob. Výměra zemědělské půdy v současné době je cca. 1850 hektarů.

V rostlinné výrobě je pěstování zaměřeno na produkci tržních plodin – pšenice, žito, řepky a krmných plodin. V živočišné výrobě je chováno cca. 1100 skotu převážně holštýnského plemene, z čehož je 410 ks dojených krav a na produkci masa jsou vykrmováni býci. V prosinci roku 2012 byla do provozu uvedena bioplynová elektrárna o výkonu 620 kW.

Od roku 1992 jsou nabízeny služby zemědělcům. Hlavně se jedná o kypření půdy a setí polních plodin.

Společnost STAGRA, spol. s.r.o. se také zabývá poradenstvím a prodejem strojů. Jedná se o stroje HORSCH na zpracování půdy a setí plodin, postřikovače LEEB, krmné vozy SCARIBOLDI a aplikační a manipulační techniku JEANTIL. O kvalitě strojů se zákazníci mohou každoročně přesvědčit na tradičních polních dnech ve Studené, nebo při předváděcích akcích ve vlastních podnicích, jako budoucí pořizovatelé žádaných strojů.

4.3.1 Geografické (přírodní) podmínky

Zemědělské družstvo hospodaří v bramborářsko – obilnářské výrobní oblasti a horské výrobní oblasti. Toto území leží v povodí řeky Dyje a Nežárky. Z hlediska půdního typu převažuje hnědá půda, slabě oglejená a glejová. Dle půdního druhu se vyskytují půdy hlinitopísčité a písčitolhinité. Terén je značně členitý s velkými výškovými rozdíly. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 550–700 m. n. m. Zájmové území patří do oblasti mírně teplého klimatu. Průměrný dlouhodobý roční úhrn srážek je 659 mm.



Obrázek 8 - Secí stroj HORSCH Maestro 8.75 CC (foto R. Šimek)

4.4 Pokusné stanoviště a místa odběrů vzorků

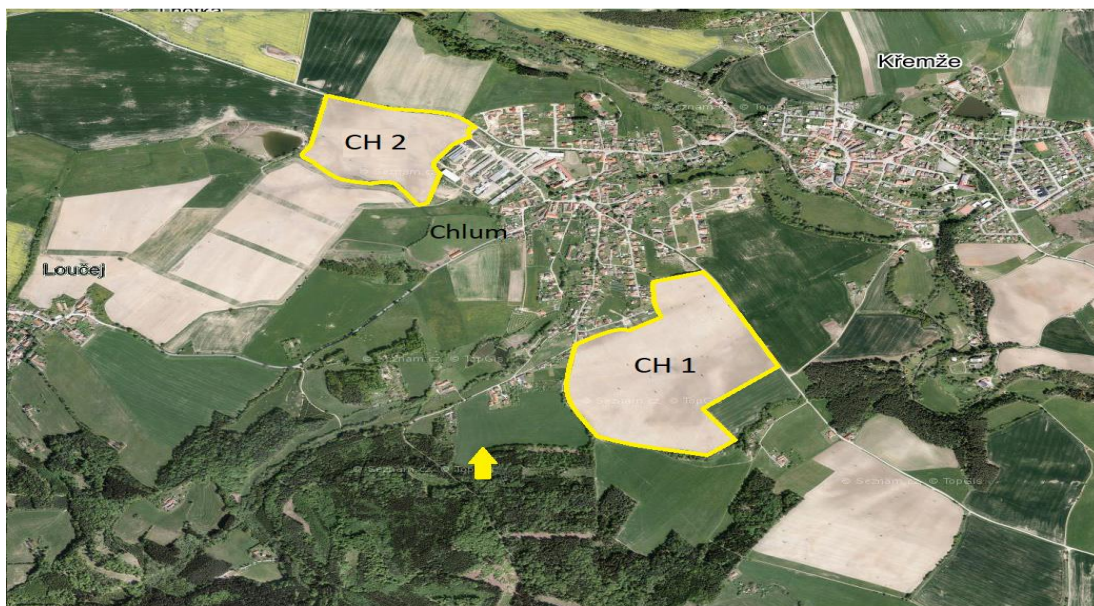
Pro poloprovozní měření byly vybrány pozemky ZD Podklet'an Křemže a STAGRA, tak aby byla splněna podmínka rozdílného zpracování půdy při předset'ové přípravě pro výsev stejné plodiny, a to konkrétně kukuřice.

4.4.1 Pokusné stanoviště ZD Podklet'an Křemže

První pokusné stanoviště má celkovou výměru 32,2 ha, nachází se v katastrálním území v Chlumu u Křemže a dlouhá léta je známé názvem Pod Placem. Toto stanoviště bylo nazváno CH1 (dále v textu označeno symbolem CH1)

Druhé pokusné stanoviště se nachází také v katastrálním území v Chlumu u Křemže s výměrou 11,3 ha s názvem Vejhon. Toto stanoviště bylo nazváno CH2 (dále v textu označeno symbolem CH2).

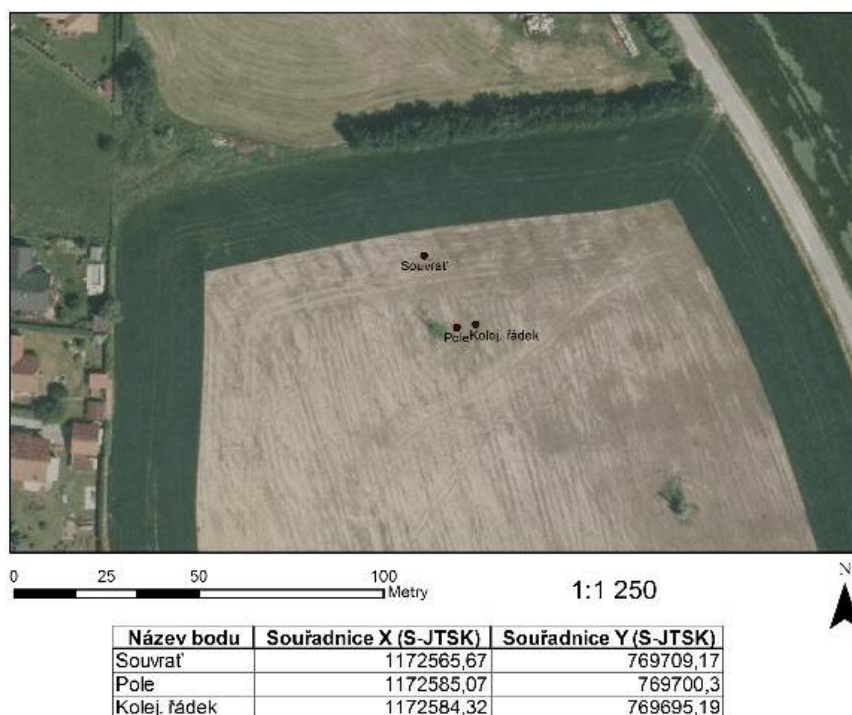
Poloha obou stanovišť je patrná z obr. 9. Vzdálenost obou stanovišť je cca. 1,2 km, pro zaručení stejných půdních i klimatických podmínek. Rozdíl mezi stanovišti CH1 a CH2 je ve způsobu zpracování půdy a ostatní pěstební zásahy byly shodné na obou stanovištích. Na pozemku CH1 bylo provedeno zaorání chlévského hnoje na podzim a na pozemku CH2 bylo to samé provedeno na jaře. Podrobný popis agrotechnických zásahů je uveden v kapitole 4.5.



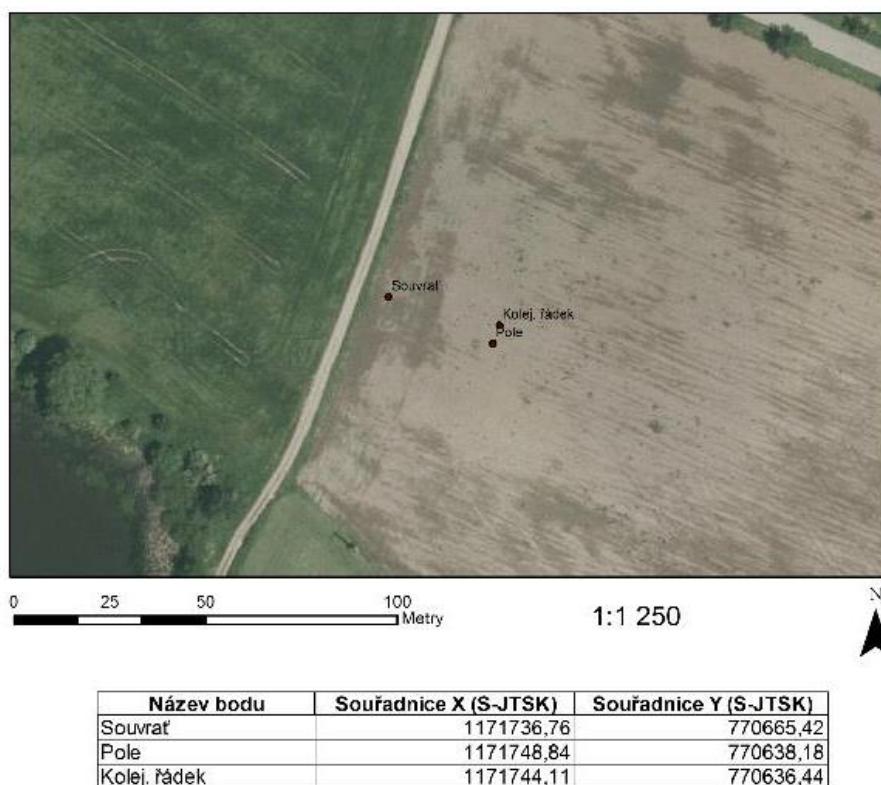
Obrázek 9 - Poloha pokusných stanovišť CH 1 a CH2 (Internetový zdroj č. 9)

Pro posouzení rizika možného vzniku utužování půdního profilu po zasetí, během vegetace a sklizni pěstované kukuřice seté byly vybrány na pozemcích měřící body, tak aby se nacházeli na souvrati, v místě kolejového řádku a v místě s minimem přejezdu, tj. v poli. Souřadnice jednotlivých bodů byly zjištěny pomocí přístroje Trimble R8 GNSS. Poloha jednotlivých měřících bodů je patrná z Obr. 10 a 11.

Kontrolní měření a odběr půdních vzorků byl u obou pozemků proveden ve třech termínech a stejných měřících bodech. První měření bylo uskutečněno 10 dnů po zasetí kukuřice 26. dubna, druhé měření proběhlo 25. května a třetí měření bylo provedeno těsně po sklizni kukuřice 19. září.



Obrázek 10 - Souřadnice měřících bodů na pozemku CH1



Obrázek 11 - Souřadnice měřících bodů na pozemku CH2

4.4.2 Pokusné stanoviště STAGRA, spol. s.r.o.

Společnost STAGRA, spol. s.r.o. uplatňuje minimalizační technologii zpracování půdy.

Pole se nachází na pozemcích patřících obci Studená, dále na pozemcích soukromých vlastníků z přílehlé obce Olšany, s kterými má STAGRA, spol. s.r.o. vytvořen smluvní vztah o pronájmu půdy.

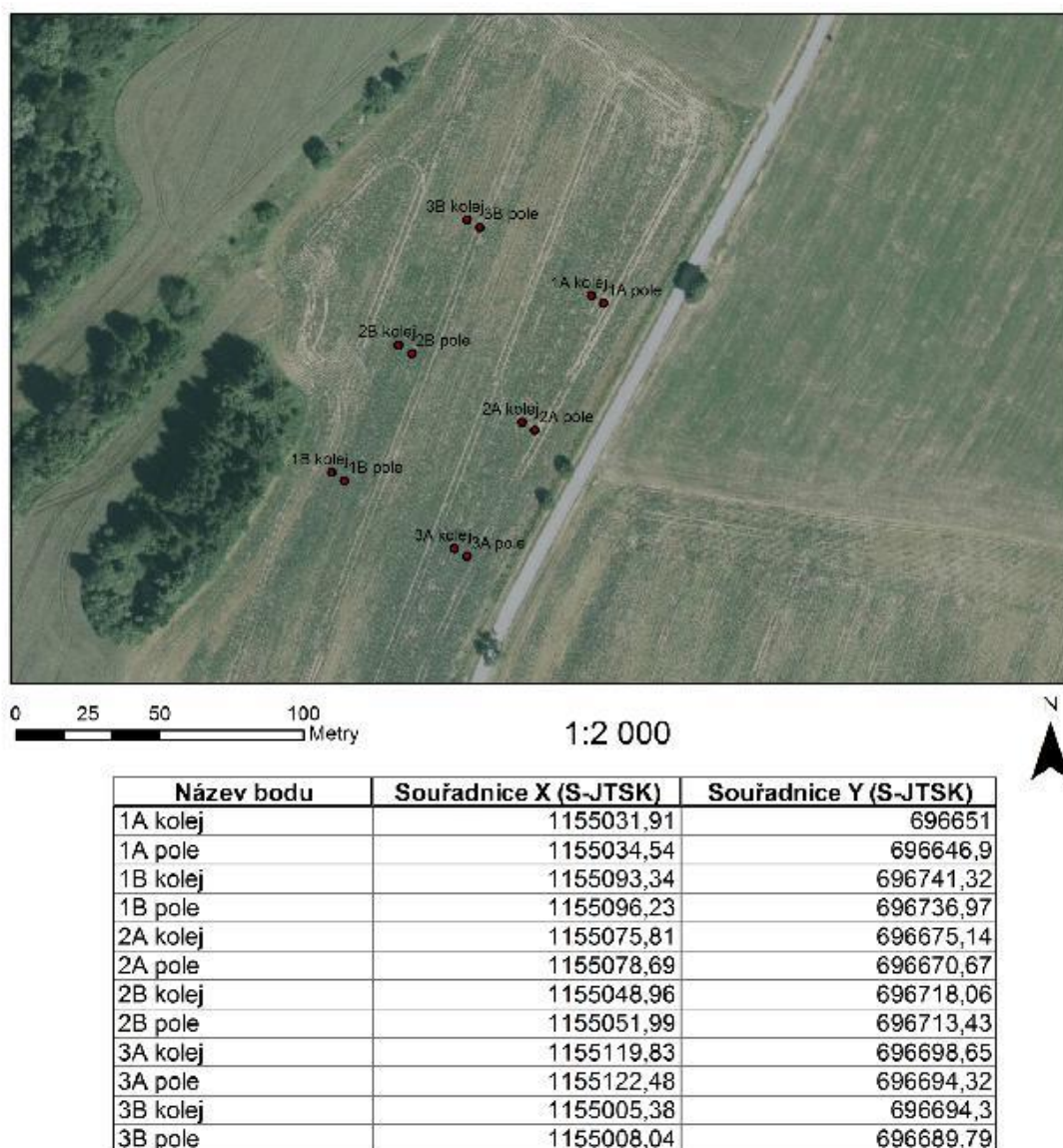
Pro poloprovozní měření bylo vybráno pokusné stanoviště v katastrálním území Olšany u Dačic a je známé pod názvem U Kříže s celkovou výměrou 5,32 ha. Toto stanoviště bylo nazváno STAGRA (dále v textu označeno symbolem STAGRA). Poloha vybraného stanoviště je patrná z Obr. 12.



Obrázek 12 - Kontrolní stanoviště: U Kříže (Internetový zdroj č. 10)

I u tohoto pozemku byly stanoveny měřicí body, jejichž souřadnice byly určeny pomocí přístroje Trimble R8 GNSS. Body včetně souřadnic jsou vyznačeny na Obr. 13. Stanoviště 1A – 3A jsou v místech kde se od roku 1998 do roku 2009 prováděla orba a místa 1B – 3B jsou pro variantu, kdy se provádělo pouze minimalizační zpracování půdy. Poloha měřících bodů byla volena tak, aby se nacházeli v místech kolejového řádku a pole. Výsledky měření ze stanovišť 1A – 3A jsou dále nazývány jako ORBA (A) a výsledky ze stanovišť 1B – 3B jsou dále nazývány MINIMALIZACE (B).

Kontrolní měření a odběr půdních vzorků byl u pozemku proveden také ve třech termínech. První měření bylo uskutečněno 25. dubna, druhé měření proběhlo 22. května a třetí měření bylo provedeno po sklizni kukuřice 1. října.



Obrázek 13 - Souřadnice měřících bodů pozemku STAGRA

4.5 Agrotechnické zásahy na vybraných stanovištích

4.5.1 Stanoviště CH1 (Pod Placem)

Na prvním stanovišti CH1 (Pod Placem) po sklizni ozimé pšenice v roce 2018 byla provedena sklizeň slámy, a v co nejkratší době následovala podmínka strniště

diskovým podmiítačem. Před samotnou orbou prováděnou traktorem Fendt 936 Vario 15. listopadu, bylo provedeno organické hnojení chlévským hnojem cca. 35 t/ha.

Jarní zpracování půdy probíhalo urovnáním pozemku 12. března 2019 branosmykem společně s jarním přihnojením koncentrovaným dusíkatým hnojivem močovinou kolem 280 kg/ha. Pro základní hnojení se močovina aplikovala na povrch půdy a následně byla zapravena kultivací. 13. března bylo provedeno na částech pole setí ovsa setého do protierozních pásů o šíři 24 metrů.

Samotné setí kukuřice následovalo v dalším měsíci a to 16. dubna. Pozemek určený pro kukuřici byl urovnán a setí bylo provedeno universálním secím strojem Pöttinger Terrasem C6.

Byl použit hybrid společnosti KWS OSIVA s.r.o. s názvem AMAVERITAS – dvouliniový hybrid FAO 250. Na tento hybrid se přistoupilo již před jedním rokem. Dobré reference, vynikající zdravotní stav, velmi rychlý počáteční růst a vývoj. Další výhodou hybridu je vysoký výnos suché hmoty s vysokým obsahem škrobu a stravitelností organické hmoty. Šlechtitelé nazvali tento hybrid „Cesta k mléku“.



Obrázek 14 - Protierozní pás ovsa setého o šíři 24 m (foto R. Šimek)

4.5.2 Stanoviště CH2 (Vejhon)

Na druhém **Stanovišti CH2 (Vejhon)** po sklizni kukuřice v roce 2018 a po provedení podmiítky diskovým podmiítačem, byla v tomto roce na poli ukončena činnost. V předjaří, bylo také provedeno hnojení chlévským hnojem cca. 35 t/ha a orba byla uskutečněna 10. března 2019.

Před setím kukuřice (dvouliniový hybrid FAO 250 – AMAVERITAS), bylo pole opět urovnáno a přihnojeno močovinou cca. 280 kg/ha. Setí bylo provedeno také secím strojem Pöttinger Terrasem C6 a to 17. dubna.

4.5.3 Stanoviště STAGRA (U Kříže)

Na pokusném stanovišti po sklizni ozimé pšenice v roce 2018 byla provedena sklizeň slámy a následovala podmítka strniště radličkovým podmítačem Horsch Terrano 8 FG do hloubky cca. 15 cm.

Na jaře 2019 před setím kukuřice dne 15. dubna secím strojem Horsch Maestro bylo pole přihnojeno vodným roztokem dusičnanu amonného a močoviny DAM 390, a to 150 litry a dále proběhlo přihnojení organickým hnojivem, digestátem z bioplynové stanice cca. 40 t. ha⁻¹

4.6 Měření penetrometrického odporu půdy

Pro posouzení rizika možného vzniku utužování půdního profilu po zasetí, během vegetace a sklizni pěstované kukuřice seté bylo provedeno měření penetrometrického odporu půdy penetrometrem PD-70, kdy byl použit standardní tvar a rozměry měřícího kužele: průměr základny kužele – 12,8 mm, vrcholový úhel – 30°

V každém měřícím bodě (viz. kap. 4.4) byl proveden měřící vpich a zaznamenány hodnoty penetrometrického odporu. Počet opakování měřícího vpichu byl minimálně 3x, tak aby nedošlo k překročení měřícího rozsahu záznamového zařízení penetrometru 9,9 MPa.

Hloubka vpichu penetrometru byla rovněž dána měřícím rozsahem penetrometru. Na obr. 15 je vidět způsob měření penetrometrického odporu.



Obrázek 15 - Měření penetrometrického odporu na stanovišti CH2 – pole (foto. R. Šimek)

4.7 Odběr půdních vzorků

Pro posouzení vlastností půdy v konkrétním měřicím bodě byly provedeny odběry vzorků pro laboratorní rozbor. Laboratorním rozbohem odebraných vzorků byla stanovena vlhkost půdy dle hmotnosti (měřicí body viz kap. 4.4.), objemová hmotnost redukována a maximální kapilární vodní kapacita (měřicí body viz kap. 4.4). Rozbor půdních vzorků byl proveden dle:

ČSN 72 1012 – laboratorní stanovení vlhkosti zemin

ČSN 72 1010 – stanovení objemové hmotnosti zemin

4.7.1 Vlhkost půdy dle hmotnosti

Odebírání vzorků půdy bylo prováděno ručně pomocí rýče v hloubce 20 cm, tak aby hmotnost vzorku pro zpracování v laboratoři byl minimálně 100 g a při převozu do laboratoře se nezměnila hmotnost odebraného vzorku odparem vody. Na obr. 16 jsou vidět pracovní pomůcky před odběrem vzorku.



Obrázek 16 - Odebírání vzorků půdy a penetrometrické měření odporu na stanovišti CHI - kolejový řádek (foto. R. Šimek)

Pracovní postup v laboratoři

- do vysoušecí misky se vloží vzorek s původní vlhkostí. Vkládá se přibližně 400–1000 g vzorku.
- vzorky byly zváženy na vahách Mettler Toledo PB 3002 s přesností 0,01g.
- vzorky se suší při teplotě cca. 60 °C po dobu 2 hodin, poté se dosušují při teplotě 105 °C, do konstantní hmotnosti, min. 4 hodiny
- po vysušení se opět zváží hmotnost vysušeného vzorku

Na Obr. 17 je vidět vážení půdního vzorku před sušením.



Obrázek 17 - Vážení půdních vzorků v laboratoři (foto. R. Šimek)

Z naměřených hodnot byly vypočteny následující hodnoty:

- hmotnostní vlhkost
- hmotnost vody ve vzorku
- hmotnost sušiny

Vlhkost půdy dle hmotnosti byla vypočtena dle vztahu 4.7.1a

$$w = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_2 [\%] \dots\dots\dots (4.7.1a)$$

kde

m_1 – hmotnost vzorku před vysušením, tj. navážka původního vzorku

m_2 – hmotnost vzorku po vysušení do konstantní hmotnosti (Rejšek, 1999)

Hmotnost vody x ve vzorku byl vypočten dle vztahu 4.7.1b

$$x = (m_1 - m_2) \cdot 100 / m_1 [\%] \dots\dots\dots (4.7.1b)$$

kde

m_1 – hmotnost vzorku před vysušením, tj. navážka původního vzorku

m_2 – hmotnost vzorku po vysušení do konstantní hmotnosti

Hmotnost sušiny ve vzorku byla vypočtena dle vztahu 4.7.1c

$$\text{sušina} = 100 - w [\%] \dots\dots\dots (4.7.1c)$$

4.7.2 Objemová hmotnost reduková (Or)

Pro stanovení objemové hmotnosti redukové byl proveden odběr neporušených vzorků (Kopeckého fyzikální válečky). Odběr neporušených vzorků nebyl odebrán v době po zasetí, protože u půdy byla provedena předset'ová příprava a zasetí a tím by hodnoty byly ovlivněny provedeným zpracováním půdy.

Válečky byly odebrány na stanovištích ORBA, MINIMALIZACE z horizontů:

5 - 10 cm, 10 - 15 cm a 20 - 25 cm vždy 3x.

Celkem bylo odebráno dne 22. května na 6 stanovištích 54 vzorků (27 vzorků ORBA a 27 MINIMALIZACE) a totéž bylo provedeno dne 1. října.

Na urovnaný povrch se položí fyzikální válečky a postupně rovnoměrně vtlačujeme do půdy tak dlouho, až určitá vrstva (cca. 5–10 mm) zeminy přesahuje okraj horní základny válečku. Potom váleček pomocí rýče opatrně vyjmeme z půdního

profilu. Zeminu přesahující okraje válečku opatrně odřezáváme krouživými pohyby ostrým nožem tak dlouho, až je vrstva zarovnaná. Řeže se od středu ke kraji válečku do kužele, jehož výška se postupně snižuje, až do zarovnání základny. Potom na strany přiložíme víčka a přelepíme páskou. Číslo válečku k příslušné hloubce označíme popisem na pásku a poznamenejeme do zápisníku. Odloupne-li se při vyjímání vzorků nebo při ořezávání část zeminy, nebo je-li ve válečku kámen či větší otvor po zemině, je nutné odběr vzorku opakovat. Na fotografii na Obr. 18 je patrný způsob odběru neporušeného půdního vzorku.



Obrázek 18 - Odebírání půdních vzorků pomocí Kopeckého válečku (foto. R. Šimek)

Pracovní a laboratorní postup při určování objemové hmotnosti redukované

- používané číslované válečky i s oběma víčky se před odběry zváží
- v rámci terénního šetření do fyzikálních válečků odebereme půdní vzorek z daného horizontu
- váleček s neporušeným vzorkem o objemu 100 cm^3 byl uzavřen z obou stran, zafixován a převezen do laboratoře (viz Obr. 19)



Obrázek 19 - Válečky připravené v laboratoři na vážení a vysoušení. Červené označení stanoviště ORBA a žluté, stanoviště MINIMALIZACE (foto. R Šimek)

- v laboratoři se váleček se vzorkem pečlivě očistí a s víčky zváží
- z válečku odstraníme horní víčko a vysoušíme do konstantní hmotnosti při teplotě 105 °C
- po vysušování se váleček se vzorkem přikryje druhým původním víčkem, nechá se vychladnout a potom se váleček opět zváží.

Všechny získané údaje byly zapsány do tabulky pro stanovení **objemové hmotnosti redukované** na posouzení pedokompakce (utužení půdy).

Výpočet objemové hmotnosti redukované OR byl proveden dle vztahu 4.7.2

$$OR = (c-a)/V [g.cm^{-3}] \dots\dots\dots(4.7.2)$$

kde

c - hmotnost válečku s víčky se vzorkem vysušeným do konstantní hmotnosti,

a - hmotnost válečku s víčky,

V - objem vzorku

4.7.3 Maximální kapilární vodní kapacita (MKK)

Z odebraných neporušených půdních vzorků byla dále stanovena maximální vodní kapacita

Válečky byly odebírány na stanovištích ORBA, MINIMALIZACE z horizontů:

5 - 10 cm, 10 - 15 cm a 20 - 25 cm vždy 3x.

Celkem bylo odebráno dne 22. května na 6 stanovištích 54 vzorků (27 vzorků ORBA a 27 MINIMALIZACE) a totéž bylo provedeno dne 1. října.

Pracovní a laboratorní postup při určování maximální kapilární vodní kapacity

- základní pomůckou pro stanovení maximální kapilární kapacity je plechová vanička, skleněný zvon. V první fázi do dané vaničky vloží na její vnitřní rozměr složený filtrační papír a důkladně se proleje vodou
- vzorek ve formě otevřeného fyzikálního válečku se na provlhčený filtrační papír opatrně postaví a zakryje hodinovým sklíčkem (k zabránění výparu vody z válečku
- vzorek se nechá takto sytit vodou po 24 hodin
- vezmeme další dva archy filtračního papíru a vložíme je pod skleněný zvon (víko exsikátoru) s kádinkou plnou teplé vody. Zde dojde k nasycení filtračních papírů vodními parami
- po nasycení se vzorek ve fyzikálním válečku postaví na jeden opět složený filtrační papír, přikryje skleněným zvonem a nechá 1 hodinu odsávat
- použijeme druhý filtrační papír a opět necháme vzorek 1 hodinu odsávat
- vzorek obsahující teoreticky pouze kapilárně vázanou vodu nyní zvážíme
- nyní z fyzikálního válečku pečlivě vytlačíme do připravené čisté a suché smaltované misky celý jeho obsah a necháme ho 1 den na vzduchu proschnout
- na vzduchu částečně vyschlý vzorek předsušíme v elektrické sušárně, zahřáté na 60°C. Poté jej pomocí porcelánového tloučku jemně rozetřeme a dosušíme do konstantní hmotnosti
- takto zvážíme jak vzorek s miskou, tak očištěnou smaltovanou miskou. Odečtením jejich hmotností získáme hmotnost vzorku, vysušeného do konstantní hmotnosti.

Všechny získané údaje zapíšeme do tabulky.

Maximální kapilární vodní kapacita byla vypočtena dle vztahu 4.7.3

$$MKK = \frac{m_{MKK} - m_d}{V} * 100 [\%] \dots \dots \dots (4.7.3)$$

kde

m_{MKK} – hmotnost uměle vodou nasyceného vzorku po 2 hodinovém odsávání

md – hmotnost vzorku vysušeného do konstantní hmotnosti

V – objem vzorku v daném Kopeckého fyzikálním válečku.

Rejšek (1999), Kňákal (2000) uvádí, že průměrné hodnoty půd ČR pro MKK (%) se u hlinitopísčitých půd, dle půdní vododržnosti pohybují cca. 30 % (vododržný).

4.8 Měření a porovnání nárůstu biomasy kukuřice podle vývojové fáze porostu

Na stanovištích CH1 a CH2 bylo prováděno měření nárůstu biomasy. V okolí měřících bodů byly odebrány celé rostliny i s kořenovým systémem a následně zváženy a byla změřena jejich délka a určena vývojová fáze. Sledování nárůstu biomasy kukuřice seté bylo prováděno po dobu vegetace v celkové délce do 5 měsíců. Počátek pozorování, bylo zahájeno dnem zasetí, tj. 16. a 17. dubna, a zakončení proběhlo cca. 4 dny před samotnou sklizní 15. září. Jednotlivá měření byla prováděna minimálně každý měsíc ode dne zasetí.

Při pozorování byly sledovány tyto parametry:

- fenologická růstová fáze rostliny
- výška rostlin
- hmotnosti rostlin
- hmotnosti kořenového systému
- počet listů na rostlině
- počet klasů
- stav zaplevelení

Měření rostlin kukuřice v určitých fenologických fázích (DC) probíhalo v termínech:			
Dekadická stupnice DC:			
13	28. dubna	36	13. července
19	5. května	73	26. července
21	11. května	82	29. srpna
25	8. června	84	15. září
26	20. června		

Tabulka 13 - Termíny měření v určité růstové fázi rostlin

4.8.1 Fenologická fáze rostliny

Fenologická fáze rostliny byla určena dle dekadické stupnice - DC.

4.8.2 Výška rostlin

Rozměr rostlin byl měřen pomocí délkového měřidla s přesností 0,5mm. Výška rostlin se měřila jako vzdálenost vrcholu rostliny od paty rostliny.

4.8.3 Hmotnosti rostlin

Hmotnost rostlin a jejich částí, byla zjišťována pomocí váhy SALTER s maximální váživostí 2 kg, s přesností 0,01g

4.8.4 Stav zaplevelení

Pro zjištění stavu zaplevelení byla na pozemek položena šablona pro ohraničení plochy 1 m² a na této ploše bylo sledováno, jaké plevely se na pozemku vyskytují (viz Obr. 20).



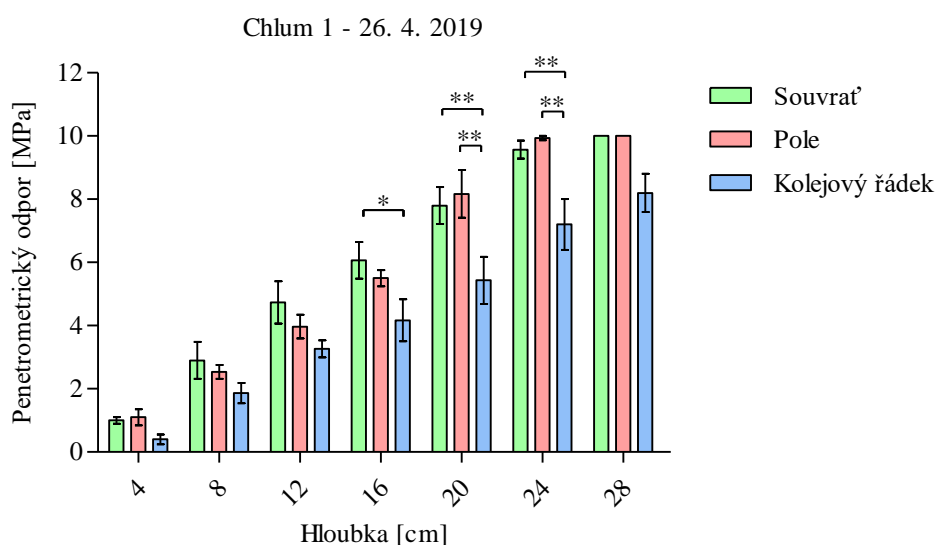
Obrázek 20 - Měřicí plocha na pozemku CH2 (foto. R Šimek)

5. Výsledky

Naměřené a vypočítané hodnoty byly zpracovány formou tabulek a grafů. Dále bylo u vybraných hodnot provedeno zpracování statistickým softwarem „GraphPadPrism 5“ systém ANOVA.

5.1 Hodnocení penetrometrického odporu

Naměřené a zpracované výsledky z měření na pozemku CH1 jsou zobrazeny v grafu 1.



Graf 1 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH1 naměřené 26.4. 2019

Z grafu 1 je patrný nárůst penetrometrického odporu s hloubkou vpichu. Maximální průměrná hodnota byla naměřena 9,8 MPa v hloubce 24 cm. Tento stav potvrzuje utužení podorničí, kdy na pozemku je prováděno klasické zpracování půdy s podzimní zaorávkou hnoje do hloubky cca 25 cm a jarní předset'ovou přípravou. Hodnoty ve větší hloubce nebyly měřeny, protože byl překročen měřicí rozsah použitého penetrometru PD - 70.

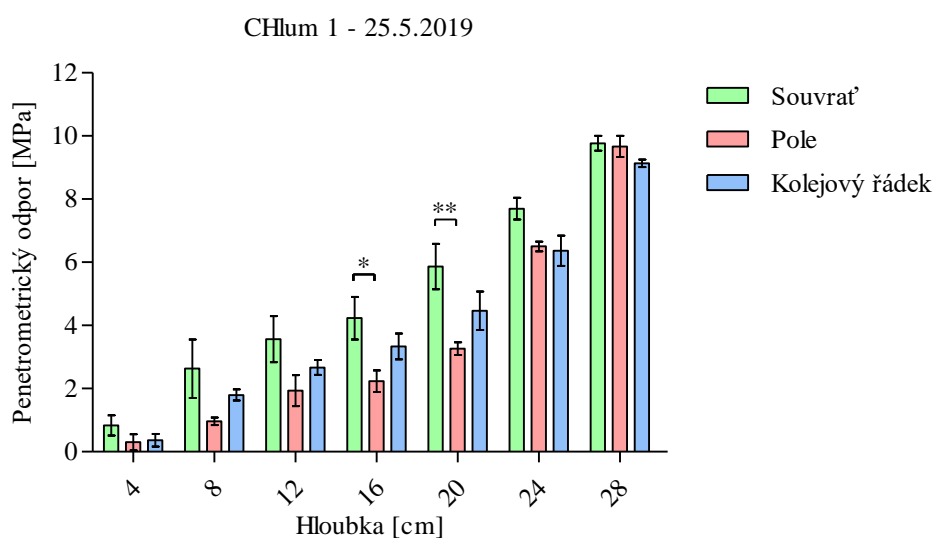
Další možnou příčinou měření penetrometrického odporu pouze do hloubky 28 cm může být vlhkost půdy, která byla v době měření v rozmezí 8 - 10 %. (viz. Tab14). Na souvrati byla stanovena průměrná vlhkost 10 % a na poli 8 %.

Další patrný rozdíl je v naměřených hodnotách v místě souvrati, pole a kolejového řádku. Nižší hodnoty v místě kolejového řádku jsou způsobeny secím strojem Pöttinger Terrasem C6, kde jsou ve stopách traktoru dvě sekce s dlátovými radličkami, které při seti kypří půdu ve stopách kol traktoru. Průměrná hodnota rozdílu hodnot

penetrometrického odporu na souvrati a v poli je 0,4 MPa. Tento rozdíl není statisticky průkazný. V době měření, tj. po zasetí není rozdíl penetrometrického odporu mezi souvrati a polem statisticky významný rozdíl, protože půda byla zpracovávána kypřicím nářadím.

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za významné (viz příloha č. 1).

V dalším grafu 2 jsou zobrazeny naměřené průměrné hodnoty na pozemku CH1 s měsíčním odstupem oproti předchozímu měření.



Graf 2 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH1 naměřené 25. 5. 2019

Z grafu 2 je patrné, že nejvyšší hodnoty byly naměřeny na souvrati. Hodnota penetrometrického odporu naměřená na souvrati je v průměru o 1,42 MPa vyšší než hodnota naměřená na poli. Tento stav je dán vyšším počtem přejezdů mechanizace používané při agrotechnických operacích prováděných na daném pozemku a časovým rozpětím od provedených agrotechnických zásahů. V předchozím případě (viz graf 1) se hodnoty penetrometrického odporu na poli a na souvrati výrazně nelišily, protože bylo měření provedeno po zasetí, kdy v celé ploše byla půda zpracovávána a pro vytvoření seťového lůžka byla půda záměrně utužována.

Při porovnání hodnot naměřených 26. 4. a 25. 5. na pozemku CH1 se hodnota průměrného penetrometrického odporu na poli zmenšila o 2,64 MPa, na souvrati o 1,21 MPa a v kolejovém řádku o 0,56 MPa.

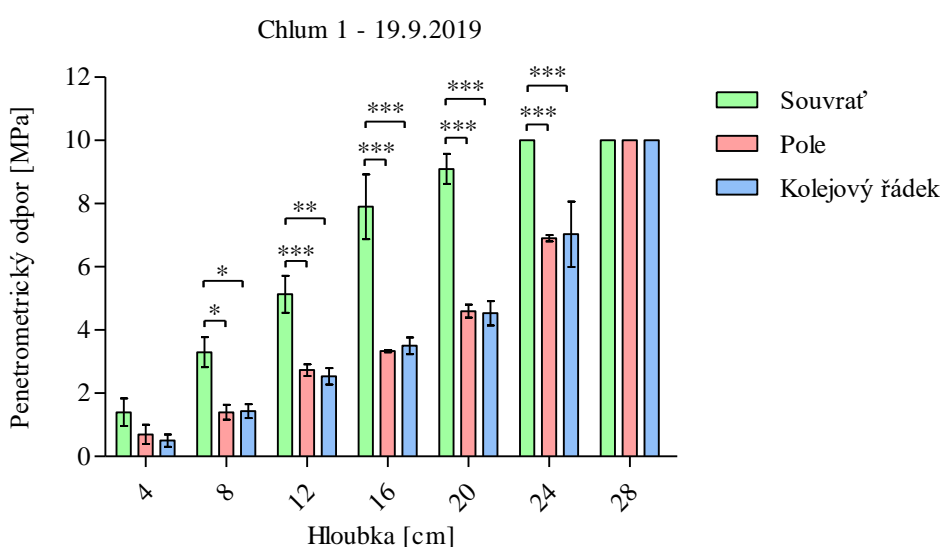
Možnou příčinou nižších naměřených hodnot může být i vyšší hmotnostní vlhkost, která se v době měření 25. 5. 2019 pohybovala v rozmezí 18–25 %, kdy vyšší

vlhkost byla naměřena opět na souvrati (viz tab. 14). V době před měřením byl úhrn srážek v rozmezí od 2,5 – 12 mm srážek.

Při porovnání hodnot naměřených na poli a v kolejovém řádku byla průměrná naměřená hodnota o 0,56 MPa vyšší než na poli. Tento rozdíl je způsoben využitím kolejových řádků pro chemické ošetření porostu, kdy se oproti setí kolejový řádek ve stopách traktoru nekyprí.

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za významné (viz příloha č. 1).

Třetí měření penetrometrického odporu bylo provedeno 19. 9. 2019 po sklizni kukuřice. Průměrné naměřené hodnoty jsou vyneseny v grafu 3.



Graf 3 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH1 naměřené 19. 9. 2019

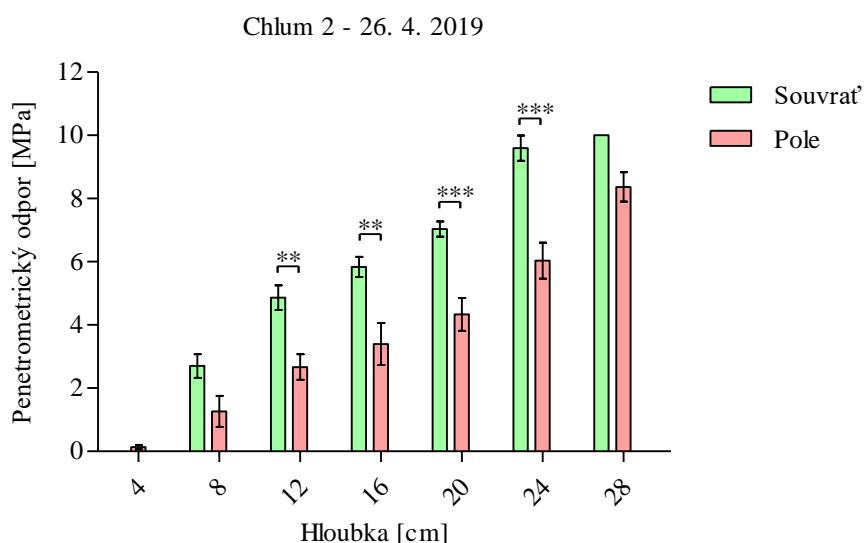
Z grafu 3 je patrné, že nejvyšší hodnoty byly naměřeny na souvrati. Hodnota penetrometrického odporu na souvrati byla v průměru o 2,1 MPa vyšší než na poli.

Jak již bylo výše napsáno, tento stav je dán vyšším počtem přejezdů mechanizace, zvláště při sklizni, kdy se na pozemku pohybují prostředky pro dopravu sklizené plodiny.

Hodnoty mezi polem a kolejovým řádkem se liší pouze v 0,1 MPa, v tomto případě je to dáno nízkým využitím kolejových řádků pro přejezdy mechanizace při agrotechnice pěstované kukuřice (viz kap. 4.5). V době měření byla vlhkost půdy v rozmezí 15 - 17 % (viz tab. 14).

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za mimořádně významné (viz příloha č.1).

Naměřené a zpracované výsledky z měření na pozemku CH2 jsou zobrazeny v grafu 4.



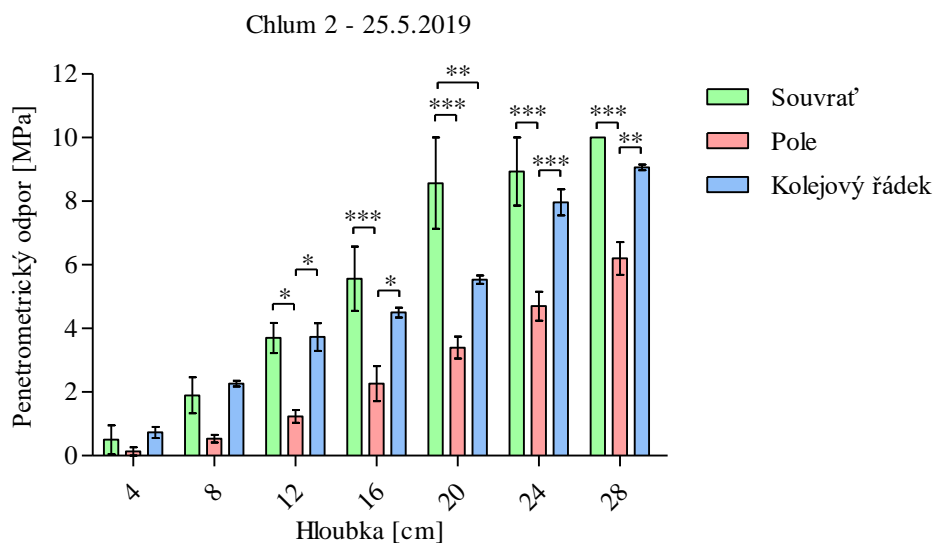
Graf4 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH2 naměřené 26. 4. 2019

V době měření, tj 26. 4. nebyl na poli vytvořen kolejový řádek, proto jsou v grafu 4 vyneseny pouze průměrné hodnoty penetrometrického odporu na poli a na souvrati. Průměrný rozdíl hodnot penetrometrického odporu mezi souvratí a polem je 2,1 MPa při vlhkosti půdy 10,50 % na poli a 9,72 % na souvrati.

Při srovnání naměřených hodnot penetrometrického odporu na pozemcích CH1 a CH2 je rozdíl na souvrati do 0,7 MPa. Na poli je průměrná hodnota rozdílu naměřeného penetrometrického odporu 1,89 MPa, kdy vyšší hodnoty byly naměřeny na pozemku CH1. Nejvyšší rozdíl byl naměřen v hloubce 20 cm, kdy na pozemku CH1 byl penetrometrický odpor o 3,83 MPa vyšší než na pozemku CH2. Vyšší hodnoty penetrometrického odporu odpovídají rozdílné agrotechnice na obou pozemcích. Na pozemku CH1 byla provedena podzimní zaorávka hnoje, kdežto na pozemku CH2 bylo provedena zaorávka hnoje na jaře. Z naměřených hodnot u obou pozemků vyplívá, že vyšší hodnoty penetrometrického odporu byly naměřeny u pozemku CH1, kde doba přirozeného sléhání půdy byla cca. 5 měsíců oproti pozemku CH2, kde přirozené sléhání půdy trvalo pouze 37 dní.

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za významné (viz příloha č. 2).

Druhé měření na pozemku CH2 bylo provedeno 25. 5. 2019. Hodnoty jsou vyneseny v grafu 5.



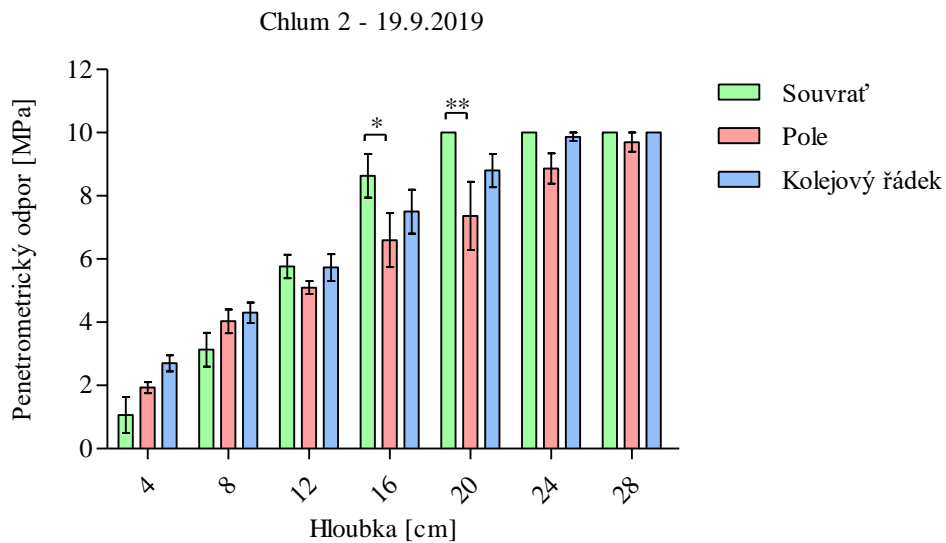
Graf 5 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH2 naměřené 25. 5. 2019

V době měření již byl používán kolejový řádek. Na pozemku CH1 byl minimální rozdíl mezi polem a kolejovým řádkem, kdežto u CH2 je průměrný rozdíl mezi polem a kolejovým řádkem 2,19 MPa. Tento rozdíl je způsoben vyšším počtem přejezdů v kolejovém řádku, byla provedena postemergentní oprava použitím herbicidu. Průměrný rozdíl penetrometrického odporu na pozemcích CH1 a CH2 byl 0,72 MPa. Vyšší hodnoty byly naměřeny na pozemku CH1 s výjimkou hodnot v hloubce 16 cm a 20 cm.

Vlhkost půdy byla v době měření 17 - 20 % (viz Tab. 14).

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za velmi významné (viz příloha č. 2).

Naměřené hodnoty penetrometrického odporu na pozemku CH2 provedené po sklizni jsou vyneseny v grafu 6.

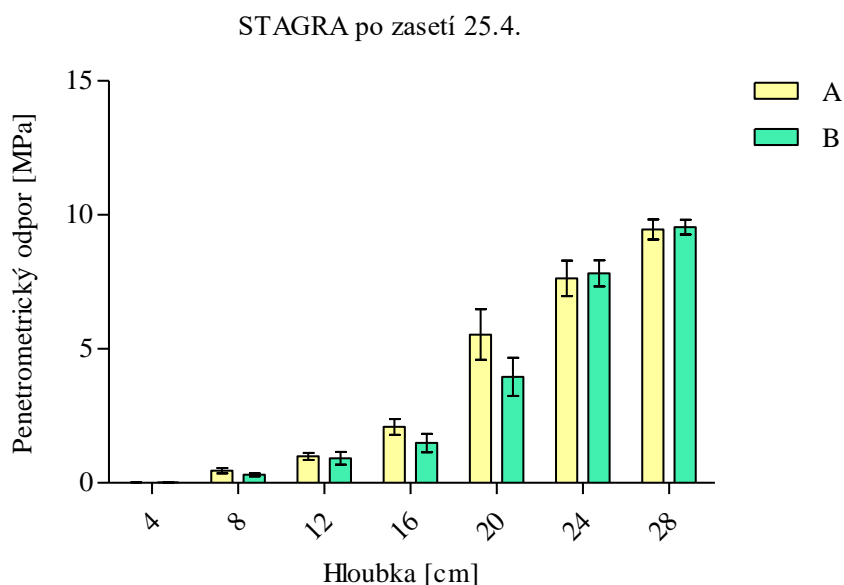


Graf 6 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH2 naměřené 19. 9. 2019

Z grafu 6 je patrný nárůst hodnot ve všech třech sledovaných místech způsobený provedením sklizně kukuřice. Na poli byl opět vyšší penetrometrický odpor na pozemku CH1 oproti pozemku CH2 o 1,06 MPa, na souvrati o 1,43 MPa. V místě kolejového řádku byl naměřen o 0,74 Mpa vyšší penetrometrický odpor na pozemku CH2 oproti pozemku CH1.

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za významné (viz příloha č. 2).

Naměřené a zpracované výsledky z měření na pozemku STAGRA jsou zobrazeny v grafu 7. Měření bylo provedeno po zasetí.



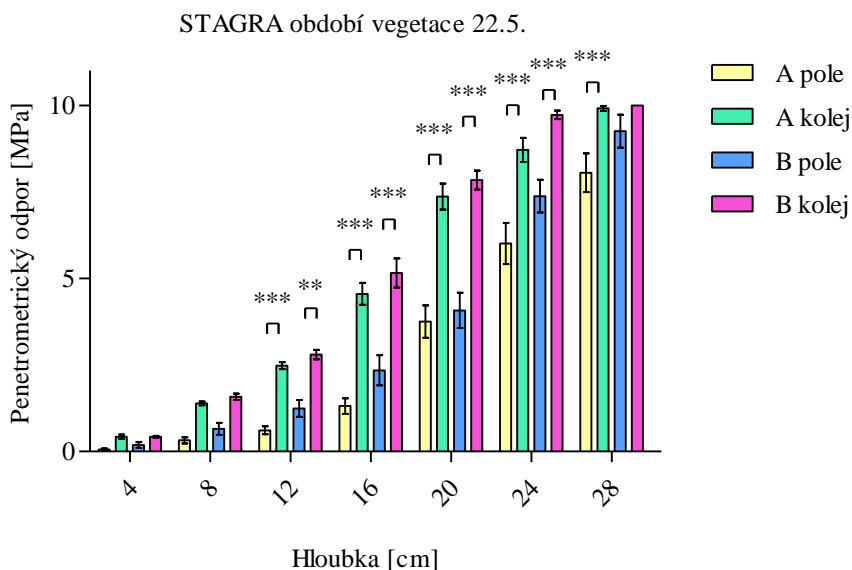
Graf 7 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku STAGRA naměřené 25. 4. 2019

Z grafu je patrné, že vyšší hodnoty penetrometrického odporu byly naměřeny při variantě A. V době měření se na pozemku provádělo minimalizační zpracování půdy, ale při variantě A byly hodnoty měřeny v místech, kde se v předchozích letech provádělo klasické zpracování půdy. U varianty B bylo prováděno pouze minimalizační zpracování půdy. Podrobný popis zpracování půdy je uveden v kapitole 4.5.

Průměrná hodnota rozdílu hodnot mezi variantou A a B je 0,29 MPa. Největší rozdíl hodnot byl naměřen v hloubce 20 cm, kdy penetrometrický odpor byl o 1,57 MPa vyšší u varianty A. Tento rozdíl je zřejmě způsoben zhuštěním podorničí, které bylo vytvořeno orbou v minulých letech. V hloubce 24 cm byl naměřen penetrometrický odpor o 0,19 MPa vyšší u varianty B a v hloubce 28 cm o 0,18 MPa.

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za významné (viz příloha č.3).

Naměřené a zpracované výsledky z měření na pozemku STAGRA během vegetace jsou zobrazeny v grafu 8.

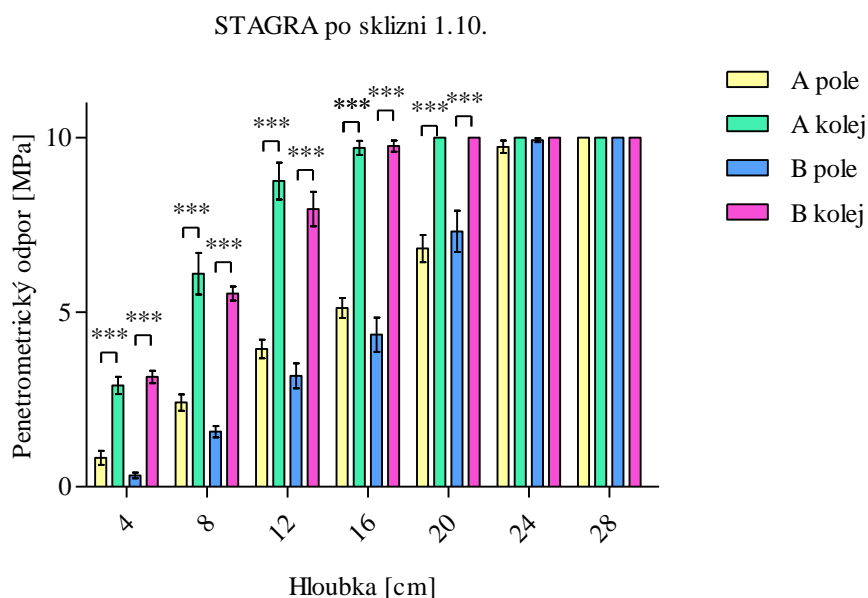


Graf 8 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu STAGRA naměřené 22. 5. 2019

Z grafu 8 je patrný rozdíl hodnot penetrometrického odporu na poli a v kolejovém řádku u obou variant. Hodnoty naměřené na poli jsou v průměru o 0,77 MPa vyšší u varianty B a v kolejovém řádku jsou o 0,44 MPa vyšší u varianty B. Při porovnání pole a kolejového řádku je při variantě A naměřená průměrná hodnota penetrometrického odporu v kolejovém řádku o 2,1 MPa vyšší než na poli. Při variantě B je tento rozdíl 1,76 MPa.

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za velmi významné (viz příloha č. 3).

Hodnoty z měření na pozemku STAGRA po sklizni jsou vyneseny v grafu 9.



Graf 9 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu STAGRA naměřené 1. 10. 2019

Z grafu 9 je patrný rozdíl hodnot penetrometrického odporu na poli a v kolejovém řádku u obou variant. Hodnoty naměřené na poli jsou v průměru o 0,13 MPa vyšší u varianty B a v kolejovém řádku jsou o 0,36 MPa vyšší u varianty B.

Dále je z grafu xy9 patrné plošné vysoké ztuhnutí celého pozemku v hloubce od 16 cm vlivem mechanizace při odvozu sklizené hmoty. Při porovnání pole a kolejového řádku je při variantě A naměřená průměrná hodnota penetrometrického odporu v kolejovém řádku o 2,59 MPa vyšší než na poli. Při variantě B je tento rozdíl 3,28 MPa.

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za mimořádně významné (viz příloha č. 3).

5.2 Vlhkost půdy dle hmotnosti

Jako doplňující charakteristiku zvolených stanovišť CH1 a CH2 byly odebrány půdní vzorky a dle metodiky popsané v kapitole 4.7 byla stanovena vlhkost půdy dle hmotnosti, sušina a obsah vody ve vzorku. Naměřené a vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 14.

Datum	Místo odběru	Odebraný vzorek m_1 (g)	Vysušený vzorek m_2 (g)	Obsah vody ve vzorku x (%)	Sušina (%)	Hmotnostní vlhkost w (%)
26.4.	CH1 pole	416	382	8,18	91,12	8,88
	CH1 kol. ř.	472	436	7,62	91,74	8,25
	CH1 souvrať	434	394	9,20	90,00	10,00
	CH2 pole	430	388	9,76	89,50	10,50
	CH2 kol. ř.	nebylo měřeno				
	CH2 souvrať	584	530	9,18	90,28	9,72
25.5.	CH1 pole	970	814	15,60	81,28	18,72
	CH1 kol. ř.	1326	1112	16,05	80,74	19,26
	CH1 souvrať	1100	872	20,52	74,92	25,08
	CH2 pole	1196	1022	13,72	82,97	17,02
	CH2 kol. ř.	1148	958	15,02	80,16	19,83
	CH2 souvrať	1288	1098	14,75	82,69	17,30
19.9.	CH1 pole	902	780	13,42	84,14	15,86
	CH1 kol. ř.	990	846	14,40	82,72	17,28
	CH1 souvrať	778	674	12,48	85,44	14,56
	CH2 pole	840	702	15,18	82,06	17,94
	CH2 kol. ř.	1246	1060	14,88	83,26	16,74
	CH2 souvrať	930	816	11,40	86,32	13,68

Tabulka 14 - Výpočet sušiny, obsahu vody x ve vzorku půdy a hmotnostní vlhkosti w na stanovišti CH1 a CH2

Z výsledků v tab. 14 je patrný rozdíl v naměřené vlhkosti na poli a na souvrati na pozemku CH1. Na pozemku CH2 byla vypočtena vyšší hmotnostní vlhkost v kolejovém řádku oproti poli a souvrati. Tento rozdíl je dán utužením souvratě přejezdy mechanizačních prostředků, tím se zmenší velikost pórů a vlivem kapilarity půdy byla naměřena vyšší vlhkost v místě většího zhutnění půdy.

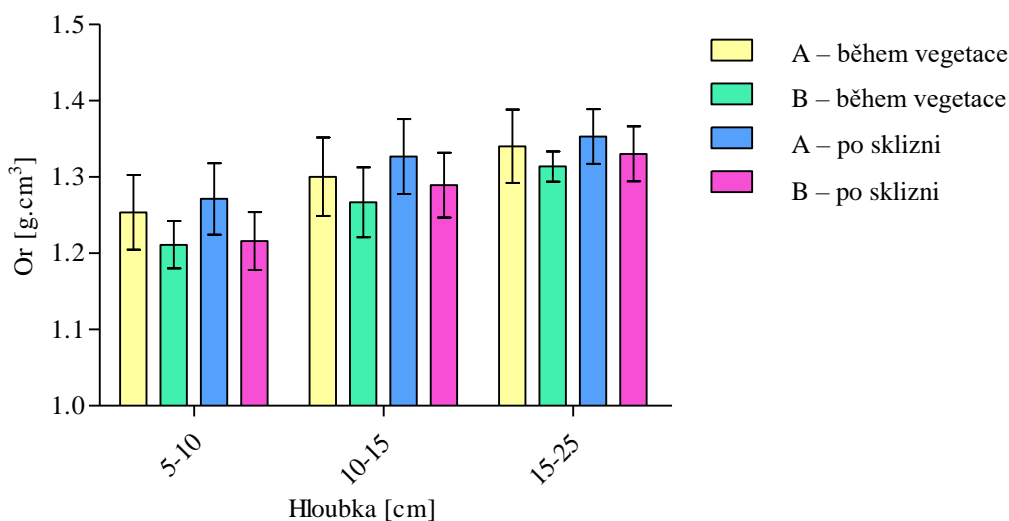
Hodnoty zhutnění půdy u jednotlivých variant jsou popsány pomocí penetračního odporu a jsou zobrazeny v grafech 1 až 6.

Při porovnání zpracovaných výsledků uvedených v tab. 14 je rozdíl v hmotnostní vlhkosti mezi jednotlivými termíny, prováděných odběrů způsoben srážkovými úhrny v předchozích dnech před měřením. Úhrny srážek a teplot jsou uvedeny v tabulkách 9 a 10, v kapitole 4.2.1.

5.3 Objemová hmotnost redukovaná Or

Dle metodiky uvedené v kapitole 4.7 byly vyhodnoceny půdní neporušené vzorky odebírané na pozemku STAGRA. Hodnoty objemové redukované hmotnosti stanovené z odebraných neporušených vzorků jsou vyneseny do grafu 10.

Objemová redukovaná hmotnost



Graf 10 - Hodnoty objemové redukované hmotnosti na pozemku STAGRA

V grafu 10 jsou vyneseny hodnoty Or. Výsledky označené „během vegetace“ jsou odebírané v termínu měření 22. 5. 2019 a označení „po sklizni“ byly odebrány 1. 10. 2019.

Z grafu 10 je patrné přirozené utužování půdy mezi vzorky odebrané na jaře a vzorky odebrané na podzim, které platí pro obě technologie zpracování a pro všechny tři hloubky odběru vzorků. Rozdíl hodnot Or u vzorků odebraných během vegetace a po sklizni je v rozmezí 0,01 – 0,03 g.cm⁻³.

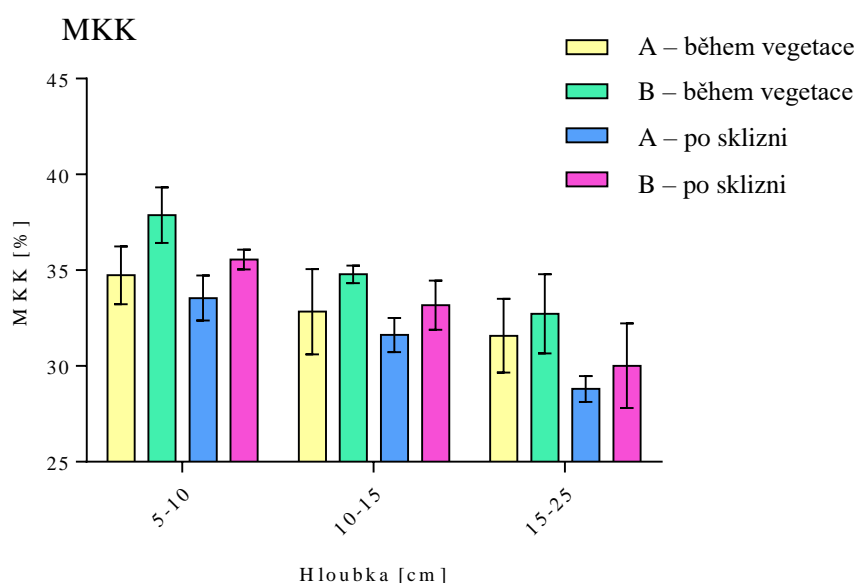
Z grafu 10 je patrné, že hodnoty u vzorků odebraných během vegetace, jsou ve všech třech hloubkách odběru nižší u varianty B oproti variantě A. Rozdíl je v rozmezí 0,05 - 0,02 g.cm⁻³, kdy nižší rozdíl byl zjištěn v nejhlubší měřené vrstvě. U vzorků odebíraných po sklizni je rozdíl hodnot 0,06 – 0,02 g.cm⁻³ a rovněž nižší hodnoty jsou naměřeny u varianty B.

Z výše uvedeného vyplývá skutečnost, že hodnoty Or jsou příznivější pro variantu B, tzn. kontinuálně minimalizačně zpracované variantě pokusu, což znamená, že v případě varianty A orba zanechala reziduální určité zhoršení půdní struktury, které přetrvává řadu let, i když se nejedná o statisticky průkaznou záležitost (viz příloha č. 4).

Při porovnání hodnot Or v nejhlubší odběrové vrstvě u obou variant, je skutečnost, že se půda zpracovává obecně hlouběji, než bývá deklarováno. Hodnoty Or v nejhlubší odběrové vrstvě se pohybují v rozmezí 1,31 – 1,35 g.cm⁻³.

5.4 Maximální kapilární vodní kapacita MKK

Hodnoty maximální kapilární vodní kapacity jsou vyneseny v grafu 11.



Graf 11 - Hodnoty MKK

Z grafu 11 je patrné, že MKK v průběhu vegetace klesá. Další pokles MKK je patrný s hloubkou odbĕru vzorků. U varianty A bĕhem vegetace v hloubce odbĕru vzorků 5 – 10 cm je MKK 34,64 % a u varianty A po sklizni je hodnota MKK 33,57 %. U varianty A bĕhem vegetace v hloubce odbĕru vzorků 10 – 15 cm je MKK 33,04 % a u varianty A po sklizni je hodnota MKK 31,79 %. U varianty A bĕhem vegetace v hloubce odbĕru vzorků 15 - 25 cm je MKK 31,61 % a u varianty A po sklizni je hodnota MKK 29,11 %.

U varianty B bĕhem vegetace v hloubce odbĕru vzorků 5 – 10 cm je MKK 37,86 % a u varianty B po sklizni je hodnota MKK 35,54 %. U varianty B bĕhem vegetace v hloubce odbĕru vzorků 10 - 15 cm je MKK 34,82 % a u varianty B po sklizni je hodnota MKK 33,21 %. U varianty B bĕhem vegetace v hloubce odbĕru vzorků 15 - 25 cm je MKK 32,86 % a u varianty B po sklizni je hodnota MKK 30,18 %.

Rozdíl mezi variantou A bĕhem vegetace a variantou B bĕhem vegetace v hloubce odbĕru vzorků 5 – 10 cm je 3,22 %, v hloubce odbĕru vzorky 10 – 15 cm je 1,78 % a v hloubce odbĕru vzorků 15 – 25 cm 1,25 %. Hodnoty MKK jsou vĕždy vĕyšší u varianty B oproti variantĕ A. To znamená, že vytvořenĕ zhutnĕnĕ podorničí provedenou orbou snižuje MKK a tĕm i schopnost zadrřovat vodu.

Dle vĕsledků statistickĕho zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjiřtĕnĕ skutečnosti jsou považovány za vĕznamnĕ (viz prloha Ā. 5).

5.5 Porovnání a hodnocení nárůstu biomasy kukuřice podle vývojové fáze porostu v ZD Křemže

5.5.1 Fenologické růstová fáze rostliny

Dle metodiky uvedené v kapitole 4.8 byly zaznamenávány jednotlivé fáze růstu kukuřice.

Hodnoty dekadické fenologické fáze růstu sledované kukuřice jsou uvedeny v tabulce 15.

Růstové fenologické fáze kukuřice				
Termín	DC stupnice	Fáze		
16 - 17. dubna	0	Výsev		
28. duben	I. Počáteční vegetativní období 13	Vzcházení Klíčnický list se začíná rozvíjet		
5. květen	19	Vzcházení 2. list		
11. květen	21	Tvorba listů 3. list		
8. červen	25	Tvorba listů 7. list Výška rostlin cca. 30 cm Rostliny CH1 a CH2 vyrovnané		
27. červen	II. Aktivní vegetativní období 26	Tvorba listů 8 - 9 list Výška rostlin cca. 60 cm Rostliny CH1 a CH2 vzrůstově vyrovnané		
13. červenec	36	Prodlužovací růst Rostliny se nacházejí v konečné fázi prodlužovacího růstu		
CH1		1. měření	2. měření	3. měření
	výška rostliny (cm)	205	198	202
	hmotnost rostliny (g)	804	765	790
	hmotnost kořene (g)	316	279	295
	počet listů	10	9	10
		1. měření	2. měření	3. měření

CH2	výška rostliny (cm)	175	177	172
	hmotnost rostliny (g)	614	629	580
	hmotnost kořene (g)	136	139	123
	počet listů (ks)	9	9	10
26. červenec		III. Počáteční období naplňování obilek 73	Kvetení samičího květenství (palice) a začíná se připravovat období počáteční naplňování obilek	
CH1		1. měření	2. měření	3. měření
	výška rostliny (cm)	280	280	285
	hmotnost rostliny (g)	928	852	848
	hmotnost kořene (g)	234	206	224
	počet klasů (ks)	2	2	2
	hmotnost klasů (g)	112/52	106/34	60/56
	počet listů (ks)	13	13	13
CH2		1. měření	2. měření	3. měření
	výška rostliny (cm)	255	250	245
	hmotnost rostliny (g)	714	634	640
	hmotnost kořene (g)	232	194	124
	počet klasů (ks)	1	1	1
	hmotnost klasů (g)	82	88	54
	Počet listů (ks)	13	13	12

29. srpen	IV. Aktivní období naplňování obilek 82	Mléčná zralost		
CH1		1. měření	2. měření	3. měření
	výška rostliny (cm)	300	305	310
	hmotnost rostliny (g)	1494	1434	1501
	hmotnost kořene (g)	444	468	489
	počet klasů (ks)	3	2	2
	hmotnost klasů (g)	74/404/118	222/314	395/224
	Počet listů (ks)	11	12	13
CH2		1. měření	2. měření	3. měření
	výška rostliny (cm)	275	280	283
	hmotnost rostliny (g)	1198	1436	1426
	hmotnost kořene (g)	320	366	312
	počet klasů (ks)	2	2	3
	hmotnost klasů (g)	284/130	334/166	138/76/344
	Počet listů (ks)	14	11	13
15. září	84	Růstová fáze mezi mléčnou voskovou zralostí a fyziologickou zralostí		
CH1		1. měření	2. měření	3. měření
	výška rostliny (cm)	320	325	318
	hmotnost rostliny (g)	622	600	610
	hmotnost kořene (g)	354	380	340
	počet klasů (ks)	2	3	2
	hmotnost klasů (g)	312/160	326/176/36	395/199
	Počet listů (ks)	12	11	13

		1. měření	2. měření	3. měření
CH2	výška rostliny (cm)	280	285	290
	hmotnost rostliny (g)	536	440	501
	hmotnost kořene (g)	202	222	212
	počet klasů (ks)	2	2	2
	hmotnost klasů (g)	288/66	266/138	291/89
	Počet listů (ks)	12	12	12

Tabulka 15 - Růstové fenologické fáze kukuřice

Z tabulky 15 je patrné, že vývoj a růst rostlin je ovlivněn konkrétními klimatickými podmínkami. Záznamy sledovaných meteorologických dat se skládaly z celoročních měsíčních teplot a srážek za posledních 5 let, včetně 30. letého průměru a jsou uvedeny v tabulkách č. 9 a č. 10 v kapitole 4.4 (ČHMÚ České Budějovice, 2020).

Další podrobné ukazatele průběhu teplot a srážek pro sledované období v postupných fenologických fázích kukuřice jsou vyznačeny (viz příloha č. 6).

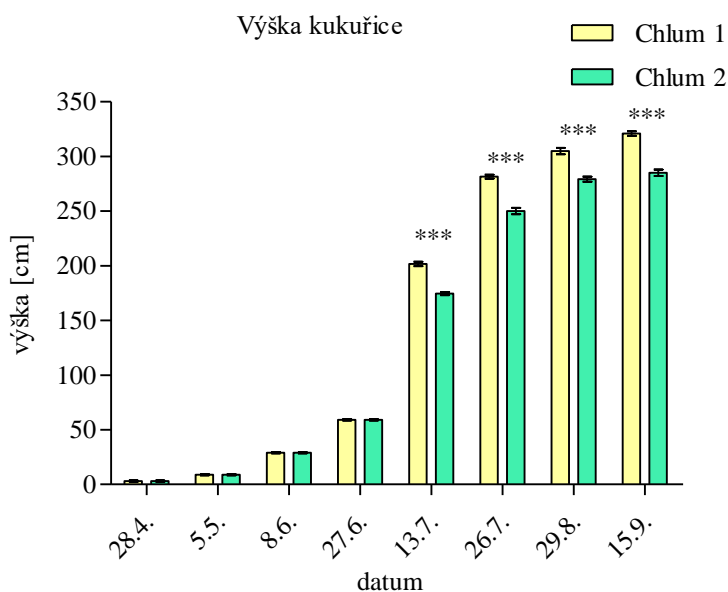
Důraz při sledování byl kladen na srážky v kombinaci s celoměsíční průměrnou teplotou vyšší než 20 °C. Tyto hodnoty charakteristické pro příznivý růst a vývoj kukuřice, byly zaznamenány u měsíců červen, červenec a srpen. Příznivé srážky pro růst sledované kukuřice byly 12. a 21. července. Průměr v celém Jihočeském kraji za červenec (viz. údaje ČHMÚ České Budějovice 2020) byl 104,6 mm. Pro ZD Křemže, byly výsledky průměrných srážek ještě příjemnější, protože v nedaleké meteorologické stanici Křemže, Mříč (viz. údaje v kapitole 4.2), byla za měsíc červenec naměřena hodnota 154,6 mm. Při průměrné měsíční teplotě 20,5 °C

Znatelné změny nárůstu biomasy u obou sledovaných stanovišť, byly zaznamenány v první polovině července (DC 36), kdy po zajímavě srážkovém červnu 85,5 mm a průměrné měsíční rekordní teplotě 21,9 °C roku 2019, byl zaznamenán velký nárůst hmoty kukuřice a objevily se již znatelné rozdíly ve výšce rostliny, hmotnosti rostliny a hmotnosti kořenového balu.

Další významné srážky byly zaznamenány 12. a 20. srpna, společně s průměrnou teplotou 20,1 °C. Z hodnot uvedených v Tab. 9 a 10 v kapitole 4.4 je patrné, že v době příznivých klimatických podmínek byl zaznamenán vyšší nárůst rostlin.

5.5.2 Rozměry rostlin

Změřené hodnoty výšky kukuřice jsou vyneseny do grafu 12.



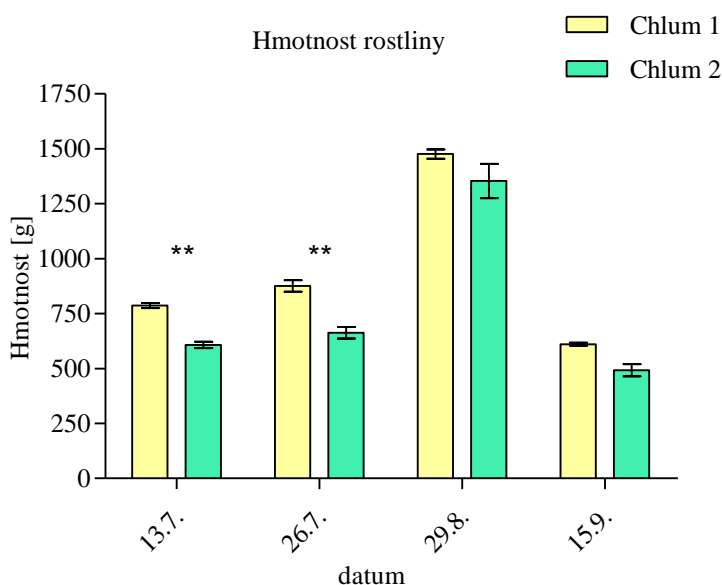
Graf 12 - Hodnoty výšky kukuřice

Z grafu 12 je patrné, že největší vzrůst rostlin oproti předchozímu měření byl zaznamenán 13. 7., kdy se výška kukuřice zvětšila o 142 cm na pozemku CH1 a o 115 cm na pozemku CH2 oproti hodnotě naměřené 27.6. V tomto termínu se začal projevovat rozdíl ve výšce na sledovaných pozemcích. Na pozemku CH 1 je výška kukuřice o 27 cm vyšší než kukuřice na pozemku CH2. Největší rozdíl 31 cm ve výšce kukuřice z pozemků CH1 a CH2 byl naměřen 26.7. V této době měření byla průměrná hodnota výšky kukuřice na pozemku CH1 281 cm a na pozemku CH2 to bylo 250 cm. Vzhledem k tomu, že na obou pozemcích byly klimatické podmínky stejné, rozdíl ve výšce kukuřice byl ovlivněn termínem zaorání hnoje do půdy. V případě pozemku CH1 byla provedena podzimní zaorávka hnoje a tím byl i větší čas pro rozložení zaorané organické hmoty a rostliny mohly přijímat kořenovým systémem více živin.

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za velmi významné (viz příloha č.7).

5.5.3 Hmotnosti rostlin

Průměrné hodnoty hmotnosti sledované kukuřice jsou vyneseny v grafu 13.



Graf 13 - Hodnoty průměrné hmotnosti rostlin

Z grafu 13 je patné, že průměrná hmotnost rostlin stejně jako výška vzrůstá, ale v době (DC 87) se hmotnost na rozdíl od výšky snižuje. Největší průměrná hmotnost kukuřice byla naměřena 29.8. V tomto termínu byla průměrná hmotnost kukuřice na pozemku CH1 1476 g a na pozemku CH2 to bylo 1353 g.

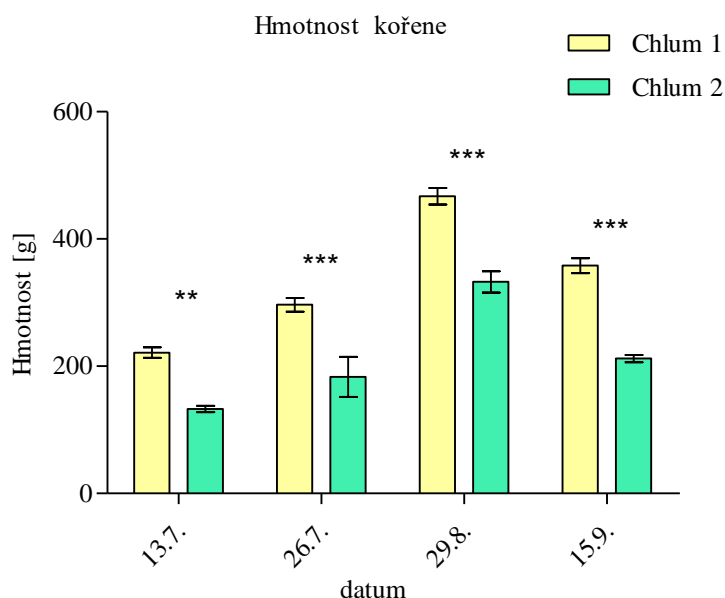
Nejvyšší rozdíl mezi hmotnostmi kukuřice na pozemcích CH1 a CH2 byl zaznamenán v termínu 26.7 a to 213 g.

V termínu 15.9. se hmotnost rostlin zmenšila na 610 g u kukuřice na pozemku CH1 a na 492 g u kukuřice na pozemku CH2. Zmenšení hmotnosti rostlin bylo způsobeno jejich zráním.

Na pozemku CH1 (orba provedena na podzim) bylo již na první pohled patné, že rostliny jsou vyšší a mohutnější. Následné podrobné, minimálně jedenkrát měsíčně provedené měření a vážení potvrdilo, že rostliny na CH1 jsou oproti CH2 vzrostlejší a i mohutnější.

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za významné (viz příloha č.7).

Průměrné hodnoty hmotnosti kořene jsou vyneseny v grafu 14.



Graf 14 - Hodnoty průměrné hmotnosti kořene

Z grafu 14 je patrné, že hodnoty průměrné hmotnosti kořene kopírují hodnoty průměrné hmotnosti rostliny, kdy ve všech případech jsou naměřeny vyšší hmotnosti kořene na pozemku CH1.

Nejvyšší hodnoty byly naměřeny 29. 8. a to 467 g na pozemku CH1 a 332 g na pozemku CH2. V době měření 15.9 vlivem (DC 87) se hodnota průměrné hmotnosti kořene kukuřice zmenšila na 358 g na pozemku CH1 a na 212 g na pozemku CH2. V tomto termínu byl zaznamenán nejvyšší rozdíl průměrných hodnot hmotnosti kořene mezi sledovanými pozemky, a to ve výši 146 g.

Dle výsledků statistického zpracování softwarem ANOVA lze tvrdit, že zjištěné skutečnosti jsou považovány za mimořádně významné (viz příloha č.7).

5.5.4 Stav zaplevelení a charakteristika metod regulace

Při zjišťování fenologické fáze růstu kukuřice byl na pozemku CH1 a CH2 zjištěn výskyt plevelu, a to konkrétně ježatka kuří noha, svízel přítula, pcháč oset, merlík bílý a pýr plazivý. Vzhledem ke zjištění výskytu plevelu byla provedena aplikace selektivního herbicidu na pozemcích 12 dnů po zasetí kukuřice, tj. ve fázi (DC 11), kdy se již začínaly ukazovat první rostlinky na povrchu půdy.

Pro ochranu porostu před plevelem byl aplikován přípravek **LUMAX**, který byl, také vybrán z důvodů ideálně fungujícího řešení v případě suchého jarního počasí.

Jedná se o herbicid ve formě suspenzní emulze, který se používá v kukuřici při preemergentním a v našem případě časně postemergentním hubení jednoletých dvouděložných plevelů. Zároveň má přípravek, také silný retardační účinek na pcháč oset. Účinná látka mesotrione je u plevele přijímána listy i kořeny.

V počátku června, proběhla kontrola stavu zaplevelení. U CH1 se ochrana zdařila, ale u CH2 byl zjištěn větší výskyt rostlin šťovíku. Na CH2 byla, proto provedena postemergentní oprava použití herbicidu ve fázi 4 - 5 listu (DC 22) přípravkem **REFINE 50 SX** (Internetový zdroj č. 1) od výrobce Dupont International Operations Sarl. Je to systémový herbicid ve formě ve vodě rozpustného mikro granulátu k postemergentní aplikaci ve fázi 2 - 8 listu (DC 19 - 26) kukuřice, na dvouděložné plevele ve fázi 2 - 4 pravých listů. Opravné herbicidní ošetření bylo účinné a další ošetření herbicidy na pozemcích již nebylo prováděno.

Před čtyřmi roky se v ZD Křemže změnil systém používání herbicidů při pěstování kukuřice. Dřívější používání totálního neselektivního herbicidu ROUNDUP, bylo nahrazeno herbicidy selektivními.

Od používání totálního herbicidu bylo upuštěno z důvodů dodávání mléka Mlékařskému a hospodářskému družstvu JIH, které striktně vyžaduje zákaz používání totálních herbicidů např. Roundup, Dominátor při produkci a výrobě mléka.

Po sklizni byl zjištěn na pozemcích CH1 a CH2 zvýšený výskyt pýru plazivého. Pro omezení růstu pýru plazivého byl změněn diskový podmítač za radličkový. Následně prováděná orba byla provedena ve větší hloubce, tj. 25 - 30 cm.

5.6 Hodnocení dosaženého množství sklizené hmoty kukuřice seté (*Zea mays* L.) v ZD Podkleť'an Křemže

Závěrečná sklizeň potvrdila, že kukuřice na pozemku CH1 měla i ve výnosu biomasy vyšší hodnoty. Při odvozu hmoty a silážování, byly zvážené hodnoty u CH1 o 4,2 t. ha⁻¹ vyšší než u CH2. Na stanovišti CH1 byl výnos 54 t. ha⁻¹ a u CH2 49,8 t. ha⁻¹. Celkový výnos kukuřice na siláž ze všech pozemků ZD Podkleť'an Křemže byl 51 t. ha⁻¹ kukuřice. Přehled výnosů sklizené kukuřice za poslední 4 roky je uveden v tabulce 16.

Plodina	2016	2017	2018	2019
Kukuřice				
(siláž) t. ha⁻¹	39,7	44,5	42	51

Tabulka 16 - Výnosy kukuřice na siláž v uplynulých letech v ZD Křemže (Zdroj: vlastní šetření 2019)

Výnos 51 t. ha⁻¹ byl vyšší než výnos z roku 2018 o celých 9 t. ha⁻¹. Byl to největší výnos, za poslední 4 roky.

Kukuřice byla sklízena řezačkou Claas Jaguar 750 a ukládána do silážních jam. Délka řezanky byla 1,5 cm. Sklízena byla v optimálním sklizňovém stádiu obsahu sušiny cca. 33 %. Při tomto stádiu je v rostlinách, resp. jejich částech fyziologicky ukončeno ukládání živin, zejména škrobu.

Rozdíly výnosu kukuřice na siláž na pozemcích CH1 a CH2 z hlediska použití různých technologií zpracování půdy lze hodnotit pomocí těchto zjištěných ukazatelů:

- provedené hnojení chlévským hnojem a zpracování půdy na podzim u CH1 se ukázalo, jako výhodnější.
- hnojení provedené na podzim následně v průběhu zimy uvolnilo dodané živiny, které byly připraveny pro využití rostlinami v jarním období.
- pokud hnojení bylo provedeno až na jaře u CH2, došlo k uvolnění živin až v průběhu vegetačního období, a to již mohlo významně ovlivnit výsledný výnos.

Z pokusu s pěstovanou kukuřicí bylo zjištěno, že:

- důležitým kritériem většího výnosu kukuřice u CH1 byla zvolená předplodina (ozimá pšenice) jako vhodnější než kukuřice u CH2.
- na pozemku CH1 byly rostliny větší a vitálnější, než u rostlin CH2
- přestože se plodiny pravidelně v družstvu ZD Podkleťan Křemže střídají v osevním postupu (sledu), je množství pozemků, na kterých lze kukuřici pěstovat omezené (z důsledků umístění v CHKO Blanský les). Z důvodů splnění požadavku na množství zásob silážní kukuřice pro hospodářská zvířata, je proto nevyhnutelné opakovat pěstování kukuřice na stejném pozemku i následující rok.

6. Diskuse

Javůrek, Vach (2008) uvádí, že pro přesné stanovení zhutnění půdy slouží moderní penetrometry, které registrují odpor v MPa při zasouvání kuželového hrotu do půdy. Zjišťování odporu půdy je nejlépe uskutečnit na jaře (koncem dubna), kdy je půdní profil rovnoměrně provlhčen, což bylo v daném termínu provedeno, a pro zjištění více informací o pozemcích s rozdílným termínem provedení (jaro, podzim) a různým agrotechnickým způsobem zpracování půdy, byly zjištěné hodnoty odebrány i během vegetace a po sklizni kukuřice.

Podle Kosil a kol. (1962) se za příznivou vlhkost půdy pro zpracování považuje u jílovitých 20 - 30 % obj., u hlinitých 15 – 22 % obj., a u písčitých půd 5 – 10 % obj., s čímž souhlasím, jelikož provedené a odebrané půdní vzorky potvrdily, že provedené agrotechnické zpracování půdy proběhlo za příznivé vlhkosti půdy při setí sledované plodiny, tj kukuřice.

Javůrek, Vach (2008) tvrdí, že způsoby omezování zhutnění půdy v soustavě hospodaření, hlavně však v technologii pěstování plodin musejí sehrávat významnou úlohu. Přístupy v omezování zhutnění půdy vyžadují revizi v organizaci půdního fondu a organizaci práce, přehodnocení soustavy hospodaření na půdě a technologických postupů pěstování plodin včetně materiálně technického zabezpečení, ale i vývoj a výrobu nových strojů, s čímž souhlasím.

Smutný a kol. (2015) uvádí, že při volbě způsobů zpracování půdy je třeba postupovat diferencovaně podle půdních a klimatických podmínek a podle nároků pěstovaných plodin na půdní prostředí, s čímž souhlasím, protože na zhutnění půdy má významný vliv množství negativních přejezdů strojů, dopravních prostředků a mechanizačních prostředků po poli a doba vstupů této techniky na pozemek.

Javůrek, Vach (2008) uvádí, že při sklizni a technologické dopravě rostlinné produkce dochází ke značnému zhutňování půdy. Nadměrné zhutnění půdy na souvratích je důsledek četných přejezdů a otáčení strojních souprav a dopravních prostředků při polních pracích. S čímž souhlasím a dokazují to naměřené a vyhodnocené údaje (viz kapitola 5).

Při porovnání hodnot měření penetrometrického odporu na pozemcích, kde byla použita orba bylo zjištěno utužené podorničí. Hůla a kol. (1997) uvádí, že mezi nevýhody konvenčního zpracování půdy patří, utužování podorničí, kde vzniká utužená podorniční vrstva vlivem těžkých orebních těles. Toto potvrzuje Roth a kol.

(1988), který uvádí, že při konvenčním zpracování je půda utužována pod zoranou vrstvou, zanikají povrchové kapilární póry, přibývá nerozložených rostlinných zbytků a vzrůstá utužení povrchové vrstvy půdy, s čímž souhlasím.

Uplatnění technologií bez orby, založených na mělkém kypření, přispívá k vyšší odolnosti půdy vůči stlačování při přejezdech traktorů, sklízeců a dopravních prostředků po pozemcích. Navíc jsou postupy zjednodušeného zpracování půdy spojeny s menším počtem přejezdů souprav při zakládání porostů plodin, s čímž souvisí ochrana půdy před nežádoucím zhutňováním (Hůla, 2000). Výše uvedené tvrzení autora citace v textu, odpovídá naměřeným a zpracovaným hodnotám měření penetrometrického odporu na sledovaných pozemcích s použitím minimalizační technologie zpracování půdy (viz kapitola 5).

Podle Křen a kol. (2015) se od minimalizačních technologií očekává, že přispějí ke zlepšení půdního a životního prostředí, zejména ke zlepšení strukturního stavu půdy, hospodaření s půdní vodou, stavu půdní organické hmoty, biologické činnosti půdy, k redukci eroze a zhutnění půdy a k omezení vyplavování živin. Každá změna způsobu zpracování půdy nutně vede i ke změnám půdního prostředí. Rozsah těchto změn závisí na stupni redukce hloubky a intenzity zpracování půdy, s čímž souhlasím.

Roth a kol. (1988) uvádí, že orba je vhodnou technologií pro zapravení rostlinných zbytků pod povrch půdy. To je výhodné při zapravování například statkových hnojiv z hlediska emisí, i zeleného hnojení a podobně. Orba má rovněž výrazný regulační efekt vytrvalých plevelů (např. pýr). Dnes tato výhoda není příliš zdůrazňována. Zde je však nutné zmínit možný zákaz používání neselektivních herbicidů na bázi glyfosátu, který by znamenal zcela zásadní změnu přístupu k problematice primárního zpracování půdy. Kohout (1993) popisuje, že pravidelná a pečlivě uskutečněná hluboká orba patří k základním regulačním faktorům šíření pýru plazivého na orných půdách. Výběr herbicidních přípravku potvrzuje Mikulka (2014), který uvádí, že k efektivní regulaci plevelů v kukuřici musíme znát a brát v úvahu půdně - klimatické stanovištní podmínky. Preemergentní aplikace má řadu výhod, z nich mezi nejdůležitější patří menší riziko fytotoxicity a delší reziduální půdní účinnost. Účinnost herbicidů je mimořádně závislá na půdních vlastnostech, zejména sorpční schopnosti půdy, pH, struktuře půdy, vlhkosti půdy, které se v suchém jarním období nedostává (Peterka, Stach, 2007). Souhlasím s tvrzením autorů pana Rotha a kol., Kohouta, Mikulky, Peterky a Stacha, protože výše uvedený postup je využíván na pozemcích CH1 a CH2 ZD Podkleťan Křemže. Jelikož ZD Podkleťan Křemže dodává

mléko Mlékařskému a hospodářskému družstvu JIH, které striktně vyžaduje zákaz používání totálních herbicidů při produkci a výrobě mléka. Z tohoto důvodu používá jako základní operaci při zpracování půdy orbu pro zapravení hnoje a omezení výskytu vytrvalých plevelů.

Zhang a kol. (2014) uvádí, že z hlediska zpracování půdy mají fyzikální vlastnosti půdy prvořadou úlohu, protože především tyto vlastnosti rozhodují o tom, jakým způsobem je vhodné půdu obdělávat, jakých změn fyzikálních vlastností je třeba dosáhnout, aby fyzikální stav půdy byl pro pěstované rostliny nejpříznivější, s čímž souhlasím. Titi a kol. (2002) uvádí, že zpracování půdy je popisováno jako mechanický zásah do půdy nebo promíchání půdy za účelem vytvoření co nejlepších podmínek pro růst a výživu rostlin. Rozrušuje agregáty, kompaktnost, půdní strukturu a mění velikost, distribuci i strukturu pórů, a tím tvoří žádoucí prostředí pro pohyb vzduchu a vody. Lze konstatovat, že v dnešní době výběru techniky pro zpracování půdy a zvláště pro předset'ovou přípravu lze volit vhodné stroje, nebo změnit jednotlivé pracovní orgány vzhledem k vytvoření příznivých fyzikálních vlastností půdy pro pěstovanou plodinu.

Vlivem dlouhodobé kultivace mají konvenčně zpracovávané půdy tendenci zmenšovat objem pórů v ornici, naopak na bezorebně zpracovávaných půdách se objem pórů s časem zvyšuje (Roth a kol., 1988). S čímž souhlasím, protože u odebraných neporušených půdních vzorků bylo zjištěno, že větší objemová hmotnost redukovaná (Or) byla naměřena na pozemku v místech s prováděnou orbou. Použití hodnot Or pro hodnocení zhutnění půdy potvrzuje Horáček a kol. (2009), který uvádí, že Or do určité míry indikuje kyprost nebo ulehlost půdy a její strukturotvornost, a proto je nejčastěji používaným kritériem pro posouzení případného nadměrného utužení půd. Kutílek (1978) kategorizuje nakypřenost půdy podle objemové hmotnosti. Hodnoty Or z odebraných neporušených půdních vzorků uvedených v kapitole 5.3 korespondují s kategoriemi nakypřenosti podle objemové hmotnosti dle (Kutílek, 1978). Jabro a kol. (2009) na základě hodnot Or potvrzuje vytváření utuženého rozhraní pod hloubkou orby. Dle Sprague, Triplett (1986) Or ovlivňuje pohyb vody a růst kořenů a tím i výnosový potenciál plodin. S těmito uvedenými názory autorů souhlasím a utužené podorniči bylo zjištěno na sledovaných pozemcích z hodnot Or i z hodnot penetrometrického odporu.

Vavříček, Kučera (2015) uvádí, že průměrné hodnoty Or se ve svrchních půdních vrstvách pohybují zpravidla mezi 1,2 – 1,5 g.cm⁻³. Což potvrzují výsledky zpracovaných odebraných neporušených půdních vzorků z pokusu (viz kapitola 5.3).

Zhutnění půdy vlivem tlaku kol těžkých mechanizačních a dopravních prostředků se soustřeďuje do hořejších vrstev půdy. Zapříčiňuje pokles povrchu půdy v koleji, vede k poklesu půdního objemu, snížení pórovitosti a naroste objemová hmotnost (Alblas a kol., 1994). Zhutňování půdy pneumatikami lze snížit zvýšením styčné plochy pneumatiky s půdou a tím vytvořit nízký kontaktní tlak ve stopě. Podobného efektu lze dosáhnout i snížením tlaku huštění v běžných pneumatikách, nebo použitím zdvojených kol (Celjak, Vávra, 1997). Rozhodující je snížení měrného tlaku na půdu, jehož snížení ve většině západních zemí je dosahováno dvoj, či trojmontážemi, flotačními pneumatikami, nebo pásy, což v současných ekonomických podmínkách většiny českých zemědělských subjektů je nereálné (Horáček a kol., 2009). S těmito uvedenými názory autorů souhlasím a řešení technického problému s nízkým měrným tlakem na půdu zemědělskou mechanizací je dáno ekonomickou situací konkrétního subjektu.

Hodnoty MKK vypovídají o vlastnosti půdy zadržovat vodu. Dle Kňákal (2000) se naměřené hodnoty z pokusu s autorem shodují a zjištěný stav pro hlinitopísčitou půdu uvedený v kapitole 4.7 odpovídá popisu optimálních hodnot ve vztahu k půdnímu druhu „vododržný“. Dále jsou potvrzeny relativně vyšší hodnoty MKK při bezorebné variantě zpracování půd, viz kapitola 5.4.

Propustnost půdy závisí na zrnitosti, strukturnosti, mineralogickém složení a sorbovaných kationtech (Bedrna, 1984). Hraško, Bedrna (1988) uvádí, že hodnoty MKK jsou závislé na kvalitě organické hmoty v půdě. S čímž souhlasím, protože při základním zpracování půdy byla na pokusných pozemcích zapravena dávka cca 40 t. ha⁻¹ digestátu z bioplynové stanice v kombinaci s dusíkatým hnojivem viz kapitola 4.5.

Vliv příznivých klimatických podmínek pro růst kukuřice potvrzuje Zimolka a kol. (2008), který tvrdí, že pěstování kukuřice na siláž, je závislá na mnoha faktorech. Ve výzkumech se ukazuje, že nejvýznamnějším faktorem je vliv ročníku. Pro kukuřici je nejvhodnější vlhký a teplý průběh klimatu. Vaněk (2002) popisuje, že kukuřice náleží mezi rostliny typu C 4, a proto využívá dobře sluneční energii. S tvrzením výše uvedených názorů autorů souhlasím, což potvrzují naměřené hodnoty nárůstu hmoty sledované plodiny kukuřice a výnos sklizené hmoty ve sledovaném období na

pokusných pozemcích vlivem příznivých klimatických podmínek, tj. úhrn srážek za příznivé teploty, viz kapitola 5.6.

Hůla a kol. (2010) uvádí, že ovlivnění výše výnosu plodin zhutněním půdy nezávisí pouze na rozvoji kořenového systému, ale má širší souvislosti s průběhem počasí a jeho vlivem na půdní prostředí během vegetace plodin a se vstupem techniky na pole. S čímž souhlasím a výsledky sledování nárůstu biomasy potvrzují nárůst, především v příznivých klimatických podmínkách při zajištění živin hnojením jak organickými, tak anorganickými hnojivy.

Svoboda (2004) uvádí, že za základní agrotechnické opatření v pěstování kukuřice považujeme podzimní orbu. Na lehké půdě je doporučeno orat do hloubky 20 - 25 cm. Vytváříme tak optimální vláhové podmínky zachycením a udržením srážkové vody. Balík, Procházka (1996) popisují, že průměrné dávky chlévského hnoje jsou 35 až 40 t ha⁻¹. Ve většině případů je lepší podzimní aplikace, jarní aplikaci lze tolerovat pouze na velmi lehkých půdách. Hůla a kol. (2008) uvádí, že živiny chlévského hnoje nejsou rostlinám hned k dispozici a jsou teprve mineralizací pozvolna uvolňovány pro jejich výživu. Proto musí být chlévský hnůj zapravován včas do půdy. Nejvhodnější dobou je právě podzim. S výše uvedenými názory autorů souhlasím a výsledky výnosu sledované plodiny kukuřice na pozemku CH1 oproti nižším výnosům na pozemku CH2 potvrzují, že hnojení provedené na podzim následně v průběhu zimy uvolnilo dodané živiny, které byly připraveny pro využití rostlinami v jarním období, viz kapitola 5.6.

Novotný a kol. (2014) uvádí, že při zařazování kukuřice do osevního postupu je třeba postupovat dle standardů GAEC. Na plochách, které jsou v aplikaci LPIS označeny jako silně erozně ohrožené (SEO) nelze kukuřici vůbec pěstovat. Naopak na plochách označených jako mírně erozně ohrožené (MEO) ji lze pěstovat pouze za předpokladu dodržení stanovených protierozních opatření. S čímž souhlasím, jelikož na sledovaném pozemku CH1 byl založen pás osetý ovsem setým pro snížení erozivního ohrožení viz kapitola 4.5 obr. č. 14.

Vyn (2006) uvádí, že při pěstování kukuřice po kukuřici dochází v závislosti na typu půdy a jejím zpracování ke snížení výnosu. Truksa, Šikra (1982) popisuje, že kukuřici (*Zea mays* L.) je také možné pěstovat několik let po sobě, tím se nám však zvyšují nároky na hnojení a agrotechniku. S tvrzením výše uvedených názorů autorů souhlasím, což potvrzují zjištěné výsledky hmotnosti rostlin a sklizené hmoty na pozemcích CH1 a CH2. Na pozemku CH1 byla předplodinou pšenice a byla

provedena zaorávka hnoje na podzim. Na pozemku CH2 byla předplodina kukuřice a zaorávka hnoje byla provedena na jaře. Ostatní agrotechnické zásahy a dávky použitých hnojiv byly podobné, viz kapitola 4.5.

7. Závěr

Výsledkem základního zpracování půd by mělo být zajištění optimálních podmínek pro růst plodin při zachování kvality půdy a zabránění její degradace. V současných podmínkách je možné volit různé kombinace pracovních strojů a vzhledem k jejich zvětšujícímu se záběru i provádět agrotechnické zásahy během zakládání a ošetření porostu ve vhodný termín. Z hlediska výživy a ochrany rostlin si zemědělec zase může zvolit širokou škálu organických, nebo anorganických přípravků a technologií aplikace. Pokud je zvolena vhodná kombinace výše uvedených faktorů musí zemědělec korigovat svoji činnost vzhledem ke klimatickým podmínkám. Celkový úhrn srážek sice může být dlouhodobě podobný, avšak jejich rozložení a lokálnost mohou dosahovat obrovské variability. V současné době se řeší problematika zádržnosti vody a její využití nejen pro růst rostlin.

Každý mechanizační zásah prováděný na poli přináší negativní zhutňování půdy a tím je snížen její produkční potenciál. Proto je u zpracování půdy nutné dodržovat systém opatření proti nežádoucímu zhutnění půdy, které lze rozdělit na opatření:

1) technická jako např.:

- a) omezování přejezdů po poli
- b) využívání kolejových řádků pro ošetření porostu
- c) volba pneumatik s nízkým kontaktním tlakem ve stopě traktoru
- d) volba vhodného typu pracovních orgánů používaných strojů
- e) volba mezi konvenční a minimalizační technologií zpracování půdy
- f) změna hloubky zpracování půdy pro omezení zhutnění tzv. podorniči

2) agrotechnická jako např.:

- a) dostatečné hnojení půdy organickými hnojivy
- b) vápnění půdy a udržování optimální reakce půdy (pH)
- c) optimální osevní postupy, nejlépe s vyšším zastoupením meziplodin, využívání podsevů, zařazování tzv. „příznivých a vhodných plodin“
- d) zpracovávat půdu při optimální vlhkosti
- e) agromeliorační opatření

Z naměřených a zpracovaných údajů lze vyhodnotit zadané hypotézy:

- Existuje rozdíl v utužení půdy v půdním profilu při hodnocení v podzimním a jarním období z hlediska zpracování půdy?

- Ovlivní termín zpracování půdy výskyt plevelů, výnos a množství sklizené hmoty kukuřice?

Z hodnot penetrometrického měření vyplývá že:

- že vyšší hodnoty byly naměřeny při podzimní zaorávce hnoje oproti jarnímu termínu, zvláště vzhledem delší době přirozené sléhavosti půdy
- vyšší hodnoty penetrometrického odporu byly naměřeny na souvratích z důvodu vyššího počtu přejezdů mechanizačních prostředků, především při sklizni kukuřice
- rozdíl v utužení kolejových řádků oproti poli je závislý na počtu provedených opatření během vegetace rostlin, při nízké frekvenci přejezdů se uplatňuje přirozená regenerační schopnost půdy
- měřením bylo zjištěno utužení spodních vrstev, proto by bylo vhodné přijmout dle konkrétních podmínek některé výše uvedené technické, nebo agrotechnické opatření

Z hodnot vypočtených z odebraných neporušených půdních vzorků vyplývá že:

- že hodnoty Or potvrzují výsledky penetrometrického měření a na základě získaných výsledků je možné volit další provedení technických, nebo agrotechnických opatření proti negativnímu zhutňování půdy
- použití penetrometru je operativnější oproti zjišťování hodnot Or
- hodnoty MKK charakterizují půdu na zvolených stanovištích jako „vododržnou“
- byly zjištěny vyšší hodnoty MKK při použití minimalizační technologie zpracování půdy
- využití hodnot MKK je problematické vzhledem ke klimatickým podmínkám

Při porovnání podzimním a jarním zpracování půdy vyplývá že:

- že větší výnos byl při použití podzimní zaorávky hnoje z důvodu delšího času na rozložení zaorané organické hmoty a rostliny mohly přijímat kořenovým systémem více živin
- na pozemku s podzimní orbou byl naměřen větší vzrůst a hmotnost sledované kukuřice než na pozemku s jarní orbou
- při podzimní orbě se ve vrstvě ornice zachytí a udrží více vody ze srážek během zimního období

- nejvyšší nárůst hmotnosti a dosažené výšky rostliny byl zaznamenán při příznivých klimatických podmínkách (úhrn srážek při optimálních teplotách) na obou pozemcích
- nižší výnos na pozemku s jarní orbou mohl být způsoben nevhodnou předplodinou, pokud nejsou dodány včas potřebné živiny
- na pozemku s jarní zaorávkou hnoje byl větší výskyt plevelů a bylo nutné provést postemergentní ošetření porostu

V současné době si může zemědělec zvolit jakýkoliv systém, či využívá-li stávajícího strojového vybavení, musí zachovávat zásady používání techniky pro zpracování půdy, a to především zpracovávat půdu za příznivé vlhkosti, rovnat povrch pole, rozrušovat podorniční vrstvu a zabránit dalšímu utužování půdy. Zároveň je potřeba udržovat úrodnost půdy především doplněním primární půdní organické hmoty pro následnou podporu a tvorbu humusu za aktivní účasti mikroorganismů. Z hlediska organizace osevních ploch dodržovat optimální osevní postupy. V neposlední řadě je potřeba dbát správného rozmístění jednotlivých druhů plodin v rámci osevních ploch z hlediska snižování eroze.

Osobně se domnívám, že hodnota půdy (zemědělské i lesní) převyšuje všechna jiná národní bohatství. Není jen rodinným stříbrem, ale něčím daleko hodnotnějším. Stále platí a platit bude, letitá moudrost: „Bláto - zlato“, kterou si od nepaměti předávali sedláci z generace na generaci. Zachovejme ji proto úrodnou i pro generace další. Námi, co žijeme dnes, život na této planetě nekončí.

8. Seznam literatury

1. Alblas, J., Wanink, F., Van Den Akker, J. Van DerWerf, H.M.G. (1994): Impactoftraffic-inducedcompactionofsandysoils on theyieldofsilagemaize in TheNeutherlands. SoilTillage Res., Vol. 29, pp. 157-165.
2. Arshad, M. A.: Physicaltestsfor monitoring soilquality. In: Doran, J. W., Jones, A. J., edsMethodsforassessingquality. Madison, Soil Science Society of America 1996. P. 123 – 141 (SSSA SpecialPublication, 49). 1996
3. Balík, J. a Procházka, J. (1996): Výživa a hnojení kukuřice. Úroda, č. 4, s. 39-41. ISSN: 0139-6013.
4. Bedrna, Z.: Půda. Příroda, Bratislava 1984, 209 stran.
5. Bronick, CJ, Lal, R.: Soilstructure and management. Wiew Web of Science Researcher ID and ORCID. Categories: Soil Science, s. 3 - 22. Jan 2005
6. Celjak, I., Vávra, V.: Pneumatiky - důležitý prostředek při ochraně půdy před utužením. Farmář - zemědělské listy č. 10/1997, s. 54 – 56. 1997
7. Davídek, J. a kol.: Laboratorní příručka analýzy potravin. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.1977
8. Diviš, J., Jůza, J., Moudrý, J., Vondryš, J.: Pěstování rostlin. JU ZF České Budějovice, ISBN 80-7040-456-6. 2000
9. Dvořák J., Smutný, V.: Herbologie – Integrovaná ochrana proti polním
10. Dvořák, J.: Zemědělské soustavy. Vysoká škola zemědělská. 59 s. Brno. 1997
11. Eden, M., Schjonning, P., Moldrup, P., DeJonge, LW.: Compaction and rotorationeffect on soilporecharacteristicsofloamysandsoilwithcontrastingorganicmattercontent. Wiew Web of Science Researcher ID and ORCID. Categories: Soil Science, s. 27. Sep 2011
12. Govers, G., Lobb, D. A., Quine, T. A.: Tillageerosion and translocation: emergence of a newparadigm in soilerosionresearch. Soil, TillageResearch. 1999
13. Hakanson, I., Voorhees, W. B., Riley, H.: Vehicle and wheefactorsinfbencingsojicompaction and crop response indifferent trafik regemes. Soil and Tillage. Res., vol 11, s. 239 – 282. 1988
14. Harašta, P., Peterka, V., Talich, P., Řehák, V., Zapletal, M.: Správné a bezpečné používání přípravků na ochranu rostlin. Ministerstvo zemědělství v Praze. 2015

15. Horáček, J., Ledvina, R., Koubalíková, J.: Geologie a půdoznalství. JU ZF České Budějovice, s. 110. 1994
16. Horáček, J., Liebhard, P., Čechová, V., Hřebečková, J. (2009): Kompakce půdy v redukováných systémech zpracování. Sb. 13. Pedologické dny, Ostrava, s. 79-84.
17. Hraško, J., Bedrna, Z.: Aplikované pôdoznalstvo. Príroda, Bratislava 1988, 474 stran.
18. HRAŠKO, J.: Rozbory pôd. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry. Rastlinná výroba (Slovenské vydavateľstvom pôdohospodárskej literatúry). 1962
19. Hůla, J. a kol.: Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí: uplatněná certifikovaná metodika. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky. ISBN 978-80-86884-53-0. 2010
20. Hůla, J. a kol.: Minimalizace zpracování půdy, Profi Press, Praha, ISBN 978-80-86726-28-1. 2008
21. Hůla, J., Abrahám, Z., Bauer, F.: Zpracování půdy. Brázda s.r.o. 1997.
22. Hůla, J.: Půdoochranné technologie zakládání porostů plodin. Ústav zemědělských a potravinářských informací, ISBN 80-7271-060-5, 2000
23. Chloupek, O., Procházková, B., Hrudová, E.: Pěstování a kvalita rostlin, MZLU Brno. 2005
24. Jabro, J.D., Stevens, W.B., Evans, R.G., Iversen, W.M. (2009): Tillage effects on physical properties in two soils of the northern Great Plains. Applied engineering in agriculture, Vol. 25, pp. 377-382.
25. Jandák, J., Prax, A., Pokorný, E. Půdoznalství.: Ediční středisko MZLU, Brno, s.142. 2001
26. Jandák, J.: Cvičení z půdoznalství. 1. Vyd. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 92 s. ISBN 80-7157-733-2. 2003
27. Janeček, M.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. 1 vyd. Praha: ISV, s. 201. 2002
28. Javůrek, M., Vach. M.: Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Drnovská 507, Praha 6 – Ruzyně. 2008
29. Javůrek, M., Vach. M.: Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Drnovská 507, Praha 6 – Ruzyně. 2008

30. Jursík, M., Holec, J., Soukup, J.: Regulace trávovitých plevelů v kukuřici. Agromanuál - zemědělské listy č. 3/2020 s. 12 - 15. Česká zemědělská univerzita v Praze. 2020
31. Jursík, M., Holec, J., Zatoriová, B.: Biology and control of an important weed of the Czech Republic: Broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius*) and Curled dock (*Rumex crispus*) Listy cukrov. a řep., 124, (7/8): 215-219. 2008
Biologie a regulace dalších významných plevelů ČR: Širokolisté šťovíky: šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*) a šťovík kadeřavý (*Rumex crispus*) Biology and control of an important weed of the Czech Republic: Broad-leaved dock (*Rumex obtusifolius*) and Curled dock (*Rumex crispus*)
32. Jursík, M., Soukup, J.: Efektivní regulace nejvýznamnějších plevelů kukuřice. Agromanuál - zemědělské listy č. 3/2018 s. 12 - 15. Česká zemědělská univerzita v Praze. 2018
33. Jursík, M., Soukup, J.: Faktory ovlivňující účinnost herbicidů. Farmář - zemědělské listy č. 2/2015. Česká zemědělská univerzita v Praze. 2015
34. Jursík, M., Soukup, J.: Možnosti regulace problematických plevelů v ozimé řepce. Agromanuál - zemědělské listy č. 7/2013 s. 10 - 12. Česká zemědělská univerzita v Praze. 2013
35. Jursík, M.: Plevelé: biologie a regulace. České Budějovice: Kurent, ISBN 978-80-87111-27-7. 2011
36. Klem, K., Hřivna, L., Ryant, P., Míša, P.: Využití diagnostických metod pro rozhodovací procesy v pěstební technologii jarního ječmene. Agrotestfyto, s.r.o. Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-904597-0-3. 2011
37. Kohout, V.: Herbologie - plevelé a jejich regulace. Vyd. 1. Praha: Česká zemědělská univerzita, 115 s. ISBN 80-213-0308-5. 1996
38. Kohout, V.: Regulace zaplevelení polí, Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze, 38 s. 1993
39. Kolář, L.: Agrochemická hodnota organické hmoty odpadů z fermentorů při výrobě bioplynu, <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/agrochemicka-hodnota-organicke-hmoty-odpadu-z-fermentoru-pri-vybere-bioplynu>>ISSN: 1801-2655. 2009
40. Kosil, V. a kol.: Půdoznalství. SPN Praha, 253 s., 1962
41. Kostelanský, F.: Obecná produkce rostlinná, Brno: MZLU. 1997

42. Kostelanský, F.: Obecná produkce rostlinná. 1. Vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 121 s. ISBN 80-7157-245-4. 1997
43. Kovář, S., Mašek, J., Novák, P.: Comparison of tillage systems in terms of water infiltration into the soil during the autumn season. 2017
44. Kroc, J.: Laboratorní kontrola v zemědělském provozu. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 1951
45. Kroulík, M.: Variability of undrained soil compaction within large plots. In, 12.9. 2007, Technická fakulta, ČZU v Praze, 57 s. 2007
46. Křen, J., Neudert, L., Procházková, B., Smutný, V., Hůla, J.: Obecná produkce rostlinná – 2. ČÁST Zpracování půdy, Herbologie. Mendelova univerzita v Brně, stran 152, ISBN 978-80-7509-327-1. 2015
47. Kulanová, E.: Principy hnojení kukuřice, Zemědělec - zemědělské listy č.11/2001
48. Kutílek, M.: Vodohospodářská pedologie. 2. vyd. Státní nakladatelství technické literatury/Alfa, Praha/Bratislava. 1978
49. Kutílek, M.: Vodohospodářská pedologie. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 296 stran. 1978
50. Kužel, S., Kolář, L., Ledvina, R., Klufová, R.: Organominerální hnojivo z odpadů anaerobní digesce travní hmoty. Biom.cz [online]. 2002-04-16 [cit. 2014-01-22]. Dostupné z WWW: <<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/organomineralni-hnojivo-z-odpadu-anaerobni-digesce-travni-hmoty>>. ISSN: 1801-2655. 2002
51. Lágner, A.: Problémy dnešního světa – zemědělství. 2004 – 2020 PŘÍRODA.cz., příroda, ekologie, život.. 2004
52. Lal, R.: Soil quality and sustainability. In: Lal, R., Blum, W. H. – VALENTINE, STEWART B. A. (eds): Methods for assessment of soil degradation. Boca Raton, CRC Press, p. 17-30. 1998b
53. Lhotský J., Váchal J., Ehrich P.: Soustava opatření k zúrodnování zhutněných půd. Metodika ÚVTIZ 14/1984, 11-12 s. 1984
54. Lhotský, J.: Opatření proti zhutňování půdy. Úroda - zemědělské listy č. 1/1999, s. 4 – 5. 1999
55. Lhotský, J.: Zhutňování půd a opatření proti němu. Stud. informace, č. 7. ÚZPI Praha, s. 10 - 35, s 61. 2000
56. Melcer, I., Blažej, A., Šutý, L.: Analytická chemi adreva. Alfa, Bratislava. 1977
57. Metodiky laboratorních zkoušek v mechanice zemin a hornin I. Mechanika zemin – metodiky. Český geologický úřad, Praha. 90 s. 1987

58. Mikulka, J., Kneifelová, M. a kol.: Plevelné rostliny. Nakladatelství Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 80-86726-02-9. 2005
59. Mikulka, J., Štrobach.: Aktualizace systémů regulace plevelů v závislosti na měnících se půdně klimatických podmínkách. Sborník ze semináře v rámci Programu rozvoje venkova. Institut vzdělávání v zemědělství o.p.s., Hyberská 38, Praha 1. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha. ISBN 978-80-87262-81-8. 2017
60. Mikulka, J., Štrobach.: Význam regulace plevelů v meziporostním období. Farmář - zemědělské listy č. 9/2016. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha – Ruzyně. 2016
61. Mikulka, J.: Plevelé polních plodin: Nakladatelství Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 978-80-86726-60-1. 2014
62. Mikulka, J.: Plevelé polních plodin: Nakladatelství Profi Press s.r.o., Praha. ISBN 978-80-86726-60-1. 2014
63. Moudrý, J., Jůza, J.: Pěstování obilnin. JU ZF České Budějovice, ISBN 80-7040-274-1.1998
64. Němeček, J., Smolíková, L., Kutílek, M.: Pedologie a paleopedologie. 1. vydání. Praha: Academia, 546 s. ISBN 80-200-0153-0.1990
65. Novotný, I.: Příručka ochrany proti vodní erozi, 2., aktualiz. vyd. Praha: Ministerstvo zemědělství, 73 s. ISBN 978-80-87361-33-7. 2014
66. Pauk, F.: Mineralogie, pedologie a zpracování půdy. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 262 s.1962
67. Peterka, J., Stach, J.: Kukuřice - plodina citlivá na zaplevelení, Agromagazín, r. 8, č. 5, s. 12 -17. 2007
68. Petrzela, P.: Professor Peggy Petrzela – Solutions to Modern Challenges in Gender, Agriculture and Conversation. Earth and Environment, Social Sciences. Utah State University Agricultural Experiment Station. May 17, 2017
69. plevelům, MZLU v Brně, 186 s. 2003
70. Procházková, E. a kol.: Ověřování půdoochranných technologií u kukuřice, Úroda - zemědělské listy č. 10/2015, s. 11 - 14. 2015
71. Prokeš, K., Zeman, L.: Kukuřice v praxi 2014, Mendelova univerzita v Brně, 46s., ISBN 978-80-7375-937-7. 2014
72. Rejšek, K., Vácha, R.: Nauka o půdě. 538 s. Část druhá: Půda, její využívání a ochrana. 400 s. ISBN 978-80-87091-82-1. Olomouc. 2018

73. Rejšek, K.: Lesnická pedologie: cvičení 1. vydání. Brno. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 154 s. ISBN 80-715-7352-3. 1999
74. Roth, C. H., Meyer, B., Frede, H. G., & Derpsch, R. (1988). Effect of mulch rates and tillage systems on infiltrability and other soil physical properties of an Oxisol in Parana, Brazil. *Soil and tillage research*, 11(1), 81-91
75. Sánka, M., Vácha, R., Poláková, Š., Fiala, P.: Kritéria pro hodnocení produkčních a ekologických vlastností půd. Ministerstvo životního prostředí se sídlem v Praze. P. O. S. FACTORY, s.r.o. se sídlem Jilmová 2685/10 Praha 3. ISBN 978-80-7212-627-9. 2018
76. Smutný, V. a kol.: Význam technologií zpracování půdy a dalších agrotechnických opatření při pěstování obilnin: certifikovaná metodika. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-369-1. 2015
77. Stach, J.: Základní agrotechnika: (Osevní postupy): JU ZF České Budějovice, 99 s. ISBN 80-7040-117-6. 1995
78. Stach, J., kolektiv autorů: Nové trendy ve zpracování půdy, Scientific Pedagogical Publishing, České Budějovice. 1997
79. Svoboda, M.: Zakládání porostů kukuřice, Úroda - zemědělské listy č. 4/2004, s. 24 – 26. 2004
80. Svoboda, M.: Zakládání porostů kukuřice, Úroda – zemědělské listy č. 4/2004, s. 24 - 26
81. Šarapatka, B., Bedrna Z.: Kvalita a degradace půdy. Olomouc: Univerzita Palackého. ISBN 80-244-0584-9. 2002
82. Šarapatka, B.: Pedologie a ochrana půdy. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3736-1. 2014
83. Šařec, O.: Vliv mechanizace na zhutňování půd a měření zhutnění půd. 4. Mezinárodní veletrh zemědělské techniky TECHAGRO Brno, 138 - 140 s. 1997
84. Šimek, M.: Základy nauky o půdě. 4. Degradace půdy. České Budějovice. JČU, Biologická fakulta. 2004
85. Šimon, J., Zimová, D.: Meziplodiny v soustavě hospodaření na půdě. Stud. inform. ÚVTIZ Praha, Ř. rostl. výr., č. 5, 68 s. 1983
86. Titi, A. (2002). *Soil tillage in agroecosystems*. CRC press USA, 202 p.
87. Vácha, R.: Půda - naše bohatství. Literatura naučná, věda, ekologie, životní prostředí. Profi Press. ISBN 978-80-88306-00-9. 2019

88. Vaněk, V.: Výživa a hnojení polních a zahradních plodin 3., dopl. vyd., Praha: Ing. Martin Sedláček, 2002
89. Várallyay, G.: Soildatabasesforsustainableland use: Hungarian case study. In: Greenland, D. J., Szabolcs, I.(eds): Soilresilience and sustainableland use. Wallingford, CAB International, p. 469 - 495. 1994
90. Vavříček, D., Kučera, A. (2015). Lesnická pedologie pro posluchače LDF Mendelu v Brně. Ústav geologie a pedologie, Mendlova univerzita v Brně. 2013. Dostupné z: <https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Zaklady_lesnicke_pedologie.pdf>.
91. Vrzal, J., Novák, D.: Základy pěstování kukuřice a jednoletých píceňin, Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. 1995
92. Vyn, T. J. (2006): Makingthebestofcorn–cornmonoculture in theEasternCornBelt. In: Indiana CropAdviserConferenceProceedings.Indianapolis.[online]. [cit. 2015-01-11]. Dostupné z: <http://www.agry.purdue.edu/cca/2006/pdf/vyn.pdf>
93. Zhang, G., Liu, G., Zhang, P., & Yi, L. (2014). Influence ofvegetationparameters on runoff and sediment characteristics in patternedArtemisiacapillarisplots. JournalofArid Land, 6(3), 352-360.
94. Zimolka, J. a kol.: Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry. Profi Press, Praha, 200 s. ISBN 978-80-86726-31-1. 2008
95. Zimolka, J.: Kukuřice: hlavní a alternativní užitkové směry, Praha: Profi Press. 2008
96. Zoubková, L.: Návody k laboratorním cvičením z pedologie. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí. ISBN 978-80-7414-842-2. 2014

Internetové zdroje č. 1–25

1. AGROCHEMIE 29.3. 2020, Dostupné z WWW <https://www.agrochemie.cz/697-refine-50-sx-90g.html>
2. Agromanuál, 2019, Dostupné z WWW <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/utuzeni-pudy-pri-predsetove-priprave-a-seti-kukurice><https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/kukurice-az-na->

- prvním místě <https://www.agromanual.cz/cz/reseni/reseni-plevele> <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pasove-vysevy-meziplodin-v-pestebnich-systemech-kukurice-sete>
3. Cenia úvod, 2019, Dostupné z WWW http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=zhutneni_pudy&site=puda
 4. Cesta k řešení větrné a vodní eroze pomocí půdoochranné technologie STRIP-TILL, Ondřej Adamčík, AGRI CS a.s., 15. 2. 2019, Dostupné z WWW <https://www.agrics.cz/eroze-strip-till>
 5. Herout, M. Doktorand Katedry rostlinné výroby České zemědělské univerzity v Praze. 2013, Dostupné z WWW <https://www.uroda.cz/pestovani-kukurice-novymi-technologie-mi-ano-nebo-ne/>
 6. HŮLA, 2019, Dostupné z WWW <https://www.uroda.cz/technogenni-zhutnovani-pudy-nezadouci-jev/>
 7. Charakteristika pokusného stanoviště STAGRA, spol. s.r.o., Dostupné z WWW <https://mapy.cz/letecka-2015?vlastnibody&x=15.2558823&y=49.1412149&z=15&uc=>
 8. Kypření půdy, 2019, Dostupný z WWW <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/prakticke-zkusenosti-s-hlubokym-kyprenim-pudy>
 9. Mapa CHLUM, 2019, Dostupné z WWW <https://mapy.cz/letecka-2015?x=14.2911367&y=48.8994141&z=15>
 10. Mapa STAGRA, 2019, Dostupné z WWW <https://mapy.cz/letecka-2015?x=15.2558823&y=49.1412149&z=15>
 11. Ochrana půdy, 2018, Dostupné z WWW <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/utuzeni-pudy/>
 12. Peggy Petrzelka, 2019, Dostupné z WWW <https://www.scientia.global/professor-peggy-petrzelka-solutions-modern-challenges-gender-agriculture-conservation/>
 13. Plevel, 2018, Dostupné z WWW: <https://living.iprima.cz/zahrada/poznejte-ty-nejzakernejsi-plevele-zatocte-s-nimi>
 14. Problémy dnešního světa v zemědělství, 2019 Dostupné z WWW <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=165>

15. Přehled počasí, 2019, Dostupné z WWW https://www.in-pocasi.cz/archiv/ceske_budejovice/?&typ=teplota&historie_bar_mesic=8&historie_bar_rok=2019#monthly_graph
16. Přehled počasí, 2019, Dostupné z WWW https://www.in-pocasi.cz/archiv/ceske_budejovice/?&typ=srazky&historie_bar_mesic=8&historie_bar_rok=2019#monthly_graph
17. Přímé setí, 2019, Dostupné z WWW <https://www.kuhncenter.cz/cz/novinky-kuhn-aurock-odpoved-dneska-na-vyzvy-zitrka.html>
18. SYNGENTA ochrana rostlin 29.3.2020, Dostupné z WWW <https://www.syngenta.cz/produkt/ochrana-rostlin/herbicide/lumax>
19. Tomášek, J.: Česká zemědělská univerzita v Praze. Dostupné z: <https://www.uroda.cz/pestovani-kukurice-novymi-technologie-mi-ano-nebo-ne/>
20. Utužení půdy, 2020, Dostupné z WWW <https://www.nase-voda.cz/utuzeni-pudy-neznamena-zhutneni/>
21. Utužení půdy, 2019, Dostupné z WWW <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny/degradace-pud/utuzeni-pudy/>
22. Vavříček, D., Kučera, A. (2015). Lesnická pedologie pro posluchače LDF Mendelu v Brně. Ústav geologie a pedologie, Mendlova univerzita v Brně. 2013. Dostupné z: https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Zaklady_lesnicke_pedologie.pdf.
23. VÚMOP, 2019, Dostupné z WWW <https://restep.vumop.cz/encyklopedie/index.php/Utu%C5%BEen%C3%AD>
24. Zemědělství v České republice, eAGRI zemědělství, Ochrana půdy krajiny 2020, Dostupné z WWW <http://eagri.cz/public/web/mze/puda/ochrana-pudy-a-krajiny.html>
25. Zhutnění půdy v plodinových systémech, Dostupné z WWW <https://www.ctpz.cz/vyzkum/zhutneni-pudy-v-plodinovych-systemech-posouzeni-vlastnosti-pricin-a-moznych-reseni-547>

9. Seznam obrázků, tabulek a grafů

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Zastoupení složek v půdě (Hůla a kol., 2008)	12
Obrázek 2 - Technologie Strip-till – eliminuje dopady větrné a půdní eroze (Internetový zdroj č. 17)	22
Obrázek 3 - Utužení půdy – zamokření v důsledku zhutnění podloží (foto R. Šimek)	26
Obrázek 4 - Měřicí přístroj Penetrometer D-70 při měření (foto R. Šimek)	30
Obrázek 5 - Odběr půdních vzorků, konkrétně z hloubky 25 cm (foto R. Šimek)	31
Obrázek 6 - Typy řádků a výsevků kukuřice (Smutný, Šedek, 2017)	35
Obrázek 7 - Ježatka kuří noha (<i>Echinochloa crus-galli</i>) (Jursík, Soukup, 2018)	42
Obrázek 8 - Secí stroj HORSCH Maestro 8.75 CC (foto R. Šimek)	56
Obrázek 9 - Poloha pokusných stanovišť CH 1 a CH2 (Internetový zdroj č. 9)	57
Obrázek 10 - Souřadnice měřících bodů na pozemku CH1	58
Obrázek 11 - Souřadnice měřících bodů na pozemku CH2	58
Obrázek 12 - Kontrolní stanoviště: U Kříže (Internetový zdroj č. 10)	59
Obrázek 13 - Souřadnice měřících bodů pozemku STAGRA	60
Obrázek 14 - Protierozní pás ovsa setého o šíři 24 m (foto R. Šimek)	61
Obrázek 15 - Měření penetrometrického odporu na stanovišti CH2 – pole (foto R. Šimek)	63
Obrázek 16 - Odebírání vzorků půdy a penetrometrické měření odporu na stanovišti CH1 - kolejový řádek (foto R. Šimek)	64
Obrázek 17 - Vážení půdních vzorků v laboratoři (foto R. Šimek)	64
Obrázek 18 - Odebírání půdních vzorků pomocí Kopeckého válečků (foto R. Šimek)	66
Obrázek 19 - Válečky připravené v laboratoři na vážení a vysoušení. Červené označení stanoviště ORBA a žluté, stanoviště MINIMALIZACE (foto R. Šimek)	67
Obrázek 20 - Měřicí plocha na pozemku CH2 (foto R. Šimek)	70

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Orientační data o zastoupení části edafonu v ornici průměrné kvality	15
Tabulka 2 - Půdní typy (Hůla a kol., 2008)	16
Tabulka 3 - Nováková klasifikace půdního druhu	17
Tabulka 4 - Kritické objemové hmotnosti po vysušení (Lhotský, 1984)	19
Tabulka 5 - Hodnocení hmotnostní vlhkosti půd podle Rejška (1999)	19
Tabulka 6 - Třídy penetračního odporu (Arshad a kol., 1996)	31
Tabulka 7 - Botanické řazení podle jednotlivých rodů	32
Tabulka 8 - Růstové fáze kukuřice – DC stupnice (Moudrý, Jůza, 1998)	37
Tabulka 9 - Průběh teplot v letech 2015 až 2019 včetně třicetiletého průměru (ČHMÚ České Budějovice, 2020)	52
Tabulka 10 - Průběh srážek v letech 2015 až 2019 včetně třicetiletého průměru (ČHMÚ České Budějovice, 2020)	52

Tabulka 11 - Struktura pěstovaných plodin zemědělského družstva (Zdroj: vlastní šetření 2020)	53
Tabulka 12 - Průměrné stavy zvířat (Zdroj: vlastní šetření 2019).....	54
Tabulka 13 - Termíny měření v určité růstové fázi rostlin.....	69
Tabulka 14 - Výpočet sušiny, obsahu vody x ve vzorku půdy a hmotnostní vlhkosti w na stanovišti CH1 a CH2	80
Tabulka 15 - Růstové fenologické fáze kukuřice	86
Tabulka 16 - Výnosy kukuřice na siláž v uplynulých letech v ZD Křemže (Zdroj: vlastní šetření 2019)	91

Seznam grafů

Graf 1 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH1 naměřené 26.4. 2019	71
Graf 2 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH1 naměřené 25. 5. 2019 ...	72
Graf 3 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH1 naměřené 19. 9. 2019 ...	73
Graf 4 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH2 naměřené 26. 4. 2019	74
Graf 5 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH2 naměřené 25. 5. 2019 ...	75
Graf 6 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku CH2 naměřené 19. 9. 2019 ...	76
Graf 7 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu na pozemku STAGRA naměřené 25. 4. 2019	77
Graf 8 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu STAGRA naměřené 22. 5. 2019	78
Graf 9 - Hodnoty průměrného penetrometrického odporu STAGRA naměřené 1. 10. 2019	79
Graf 10 - Hodnoty objemové redukované hmotnosti na pozemku STAGRA	81
Graf 11 - Hodnoty MKK.....	82
Graf 12 - Hodnoty výšky kukuřice.....	87
Graf 13 - Hodnoty průměrné hmotnosti rostlin	88
Graf 14 - Hodnoty průměrné hmotnosti kořene	89

10. Seznam příloh

Příloha č. 1 – Statistické výsledky CH1

Příloha č. 2 – Statistické výsledky CH2

Příloha č. 3 – Statistické výsledky STAGRA

Příloha č. 4 – Statistické výsledky Or

Příloha č. 5 – Statistické výsledky MKK

Příloha č. 6 – Grafy teploty a srážek

Příloha č. 7 – Statistické výsledky Kukuřice

Příloha č. 1

Statistické výsledky CH1

Data analyzed: CH1
26.4.2019

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
Místo na poli	2.0	35.36	17.68
Hloubka	6.0	566.3	94.38
Interaction	12.0	8.974	0.7478
Residual (error)	42.0	27.97	0.6660
Total	62.0	638.6	

Does Místo na poli have the same effect at all values of Hloubka?

Interaction accounts for 1.41% of the total variance. $F = 1.12$. $DFn=12$
 $DFd=42$

The P value = 0.3683

If there is no interaction overall, there is a 37% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered not significant.

Does Místo na poli effect the result?

Místo na poli accounts for 5.54% of the total variance. $F = 26.55$. $DFn=2$
 $DFd=42$

The P value is < 0.0001

If Místo na poli has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

Does Hloubka effect the result?

Hloubka accounts for 88.68% of the total variance. $F = 141.71$. $DFn=6$
 $DFd=42$

The P value is < 0.0001

If Hloubka has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	CH1 26.4.2019			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	1.41	0.3683		
7	Místo na poli	5.54	< 0.0001		
8	Hloubka	88.68	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	ns	No		
12	Místo na poli	***	Yes		
13	Hloubka	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	12	8.974	0.7478	1.123
17	Místo na poli	2	35.36	17.68	26.55
18	Hloubka	6	566.3	94.38	141.7
19	Residual	42	27.97	0.6660	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Souvrat' vs Pole				
26	Hloubka	Souvrat'	Pole	Difference	95% CI of diff.
27	4	1.000	1.100	0.1000	-2.055 to 2.255
28	8	2.900	2.533	-0.3667	-2.522 to 1.788
29	12	4.733	3.967	-0.7667	-2.922 to 1.388
30	16	6.067	5.500	-0.5667	-2.722 to 1.588
31	20	7.800	8.167	0.3667	-1.788 to 2.522
32	24	9.567	9.933	0.3667	-1.788 to 2.522
33	28	10.00	10.00	0.0000	-2.155 to 2.155
34					
35	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
36	4	0.1000	0.1501	P > 0.05	ns
37	8	-0.3667	0.5503	P > 0.05	ns
38	12	-0.7667	1.151	P > 0.05	ns
39	16	-0.5667	0.8504	P > 0.05	ns
40	20	0.3667	0.5503	P > 0.05	ns
41	24	0.3667	0.5503	P > 0.05	ns
42	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
43					
44	Souvrat' vs Kolejový řádek				
45	Hloubka	Souvrat'	Kolejový řádek	Difference	95% CI of diff.
46	4	1.000	0.4000	-0.6000	-2.755 to 1.555
47	8	2.900	1.867	-1.033	-3.188 to 1.122

2way ANOVA Tabular results					
48	12	4.733	3.267	-1.467	-3.622 to 0.6882
49	16	6.067	4.167	-1.900	-4.055 to 0.2549
50	20	7.800	5.433	-2.367	-4.522 to -0.2118
51	24	9.567	7.200	-2.367	-4.522 to -0.2118
52	28	10.00	8.200	-1.800	-3.955 to 0.3549
53					
54	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
55	4	-0.6000	0.9004	P > 0.05	ns
56	8	-1.033	1.551	P > 0.05	ns
57	12	-1.467	2.201	P > 0.05	ns
58	16	-1.900	2.851	P < 0.05	*
59	20	-2.367	3.552	P < 0.01	**
60	24	-2.367	3.552	P < 0.01	**
61	28	-1.800	2.701	P > 0.05	ns
62					
63	Pole vs Kolejový řádek				
64	Hloubka	Pole	Kolejový řádek	Difference	95% CI of diff.
65	4	1.100	0.4000	-0.7000	-2.855 to 1.455
66	8	2.533	1.867	-0.6667	-2.822 to 1.488
67	12	3.967	3.267	-0.7000	-2.855 to 1.455
68	16	5.500	4.167	-1.333	-3.488 to 0.8215
69	20	8.167	5.433	-2.733	-4.888 to -0.5785
70	24	9.933	7.200	-2.733	-4.888 to -0.5785
71	28	10.00	8.200	-1.800	-3.955 to 0.3549
72					
73	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
74	4	-0.7000	1.051	P > 0.05	ns
75	8	-0.6667	1.000	P > 0.05	ns
76	12	-0.7000	1.051	P > 0.05	ns
77	16	-1.333	2.001	P > 0.05	ns
78	20	-2.733	4.102	P < 0.01	**
79	24	-2.733	4.102	P < 0.01	**
80	28	-1.800	2.701	P > 0.05	ns

Data analyzed: CH1

25.5.2019

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
Místo na poli	2.0	21.03	10.52
Hloubka	6.0	521.9	86.98
Interaction	12.0	7.768	0.6473
Residual (error)	42.0	24.95	0.5941
Total	62.0	575.6	

Does Místo na poli have the same effect at all values of Hloubka?

Interaction accounts for 1.35% of the total variance. $F = 1.09$. $DFn=12$

$DFd=42$

The P value = 0.3932

If there is no interaction overall, there is a 39% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered not significant.

Does Místo na poli effect the result?

Místo na poli accounts for 3.65% of the total variance. $F = 17.70$. $DFn=2$

$DFd=42$

The P value is < 0.0001

If Místo na poli has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size.

The effect is considered extremely significant.

Does Hloubka effect the result?

Hloubka accounts for 90.66% of the total variance. $F = 146.40$. $DFn=6$

$DFd=42$

The P value is < 0.0001

If Hloubka has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size.

The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	CH1 25.5.2019			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	1.35	0.3932		
7	Místo na poli	3.65	< 0.0001		
8	Hloubka	90.66	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	ns	No		
12	Místo na poli	***	Yes		
13	Hloubka	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	12	7.768	0.6473	1.090
17	Místo na poli	2	21.03	10.52	17.70
18	Hloubka	6	521.9	86.98	146.4
19	Residual	42	24.95	0.5941	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Souvrat' vs Pole				
26	Hloubka	Souvrat'	Pole	Difference	95% CI of diff.
27	4	0.8333	0.3000	-0.5333	-2.569 to 1.502
28	8	2.633	0.9667	-1.667	-3.702 to 0.3686
29	12	3.567	1.933	-1.633	-3.669 to 0.4019
30	16	4.233	2.233	-2.000	-4.035 to 0.03524
31	20	5.867	3.267	-2.600	-4.635 to -0.5648
32	24	7.700	6.500	-1.200	-3.235 to 0.8352
33	28	9.767	9.667	-0.1000	-2.135 to 1.935
34					
35	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
36	4	-0.5333	0.8474	P > 0.05	ns
37	8	-1.667	2.648	P > 0.05	ns
38	12	-1.633	2.595	P > 0.05	ns
39	16	-2.000	3.178	P < 0.05	*
40	20	-2.600	4.131	P < 0.01	**
41	24	-1.200	1.907	P > 0.05	ns
42	28	-0.1000	0.1589	P > 0.05	ns
43					
44	Souvrat' vs Kolejový řádek				
45	Hloubka	Souvrat'	Kolejový řádek	Difference	95% CI of diff.
46	4	0.8333	0.3667	-0.4667	-2.502 to 1.569
47	8	2.633	1.800	-0.8333	-2.869 to 1.202

2way ANOVA Tabular results					
48	12	3.567	2.667	-0.9000	-2.935 to 1.135
49	16	4.233	3.333	-0.9000	-2.935 to 1.135
50	20	5.867	4.467	-1.400	-3.435 to 0.6352
51	24	7.700	6.367	-1.333	-3.369 to 0.7019
52	28	9.767	9.133	-0.6333	-2.669 to 1.402
53					
54	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
55	4	-0.4667	0.7415	P > 0.05	ns
56	8	-0.8333	1.324	P > 0.05	ns
57	12	-0.9000	1.430	P > 0.05	ns
58	16	-0.9000	1.430	P > 0.05	ns
59	20	-1.400	2.225	P > 0.05	ns
60	24	-1.333	2.119	P > 0.05	ns
61	28	-0.6333	1.006	P > 0.05	ns
62					
63	Pole vs Kolejový řádek				
64	Hloubka	Pole	Kolejový řádek	Difference	95% CI of diff.
65	4	0.3000	0.3667	0.06667	-1.969 to 2.102
66	8	0.9667	1.800	0.8333	-1.202 to 2.869
67	12	1.933	2.667	0.7333	-1.302 to 2.769
68	16	2.233	3.333	1.100	-0.9352 to 3.135
69	20	3.267	4.467	1.200	-0.8352 to 3.235
70	24	6.500	6.367	-0.1333	-2.169 to 1.902
71	28	9.667	9.133	-0.5333	-2.569 to 1.502
72					
73	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
74	4	0.06667	0.1059	P > 0.05	ns
75	8	0.8333	1.324	P > 0.05	ns
76	12	0.7333	1.165	P > 0.05	ns
77	16	1.100	1.748	P > 0.05	ns
78	20	1.200	1.907	P > 0.05	ns
79	24	-0.1333	0.2119	P > 0.05	ns
80	28	-0.5333	0.8474	P > 0.05	ns

Data analyzed: CH1

19.9.2019

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
Místo na poli	2.0	84.86	42.43
Hloubka	6.0	568.7	94.79
Interaction	12.0	35.92	2.993
Residual (error)	42.0	22.19	0.5283
Total	62.0	711.7	

Does Místo na poli have the same effect at all values of Hloubka?

Interaction accounts for 5.05% of the total variance. $F = 5.67$. $DFn=12$
 $DFd=42$

The P value is < 0.0001

If there is no interaction overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered extremely significant.

Since the interaction is statistically significant, the P values that follow for the row and column effects are difficult to interpret.

Does Místo na poli effect the result?

Místo na poli accounts for 11.92% of the total variance. $F = 80.32$. $DFn=2$
 $DFd=42$

The P value is < 0.0001

If Místo na poli has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

Does Hloubka effect the result?

Hloubka accounts for 79.91% of the total variance. $F = 179.43$. $DFn=6$
 $DFd=42$

The P value is < 0.0001

If Hloubka has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	CH1 19.9.2019			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	5.05	< 0.0001		
7	Místo na poli	11.92	< 0.0001		
8	Hloubka	79.91	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	***	Yes		
12	Místo na poli	***	Yes		
13	Hloubka	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	12	35.92	2.993	5.666
17	Místo na poli	2	84.86	42.43	80.32
18	Hloubka	6	568.7	94.79	179.4
19	Residual	42	22.19	0.5283	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Souvrat' vs Pole				
26	Hloubka	Souvrat'	Pole	Difference	95% CI of diff.
27	4	1.400	0.7000	-0.7000	-2.619 to 1.219
28	8	3.300	1.400	-1.900	-3.819 to 0.01910
29	12	5.133	2.733	-2.400	-4.319 to -0.4809
30	16	7.900	3.333	-4.567	-6.486 to -2.648
31	20	9.100	4.600	-4.500	-6.419 to -2.581
32	24	10.00	6.900	-3.100	-5.019 to -1.181
33	28	10.00	10.00	0.0000	-1.919 to 1.919
34					
35	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
36	4	-0.7000	1.180	P > 0.05	ns
37	8	-1.900	3.202	P < 0.05	*
38	12	-2.400	4.044	P < 0.01	**
39	16	-4.567	7.695	P < 0.001	***
40	20	-4.500	7.583	P < 0.001	***
41	24	-3.100	5.224	P < 0.001	***
42	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
43					
44	Souvrat' vs Kolejový řádek				
45	Hloubka	Souvrat'	Kolejový řádek	Difference	95% CI of diff.
46	4	1.400	0.5000	-0.9000	-2.819 to 1.019
47	8	3.300	1.433	-1.867	-3.786 to 0.05243

2way ANOVA Tabular results					
48	12	5.133	2.533	-2.600	-4.519 to -0.6809
49	16	7.900	3.500	-4.400	-6.319 to -2.481
50	20	9.100	4.533	-4.567	-6.486 to -2.648
51	24	10.00	7.033	-2.967	-4.886 to -1.048
52	28	10.00	10.00	0.0000	-1.919 to 1.919
53					
54	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
55	4	-0.9000	1.517	P > 0.05	ns
56	8	-1.867	3.146	P < 0.05	*
57	12	-2.600	4.381	P < 0.001	***
58	16	-4.400	7.414	P < 0.001	***
59	20	-4.567	7.695	P < 0.001	***
60	24	-2.967	4.999	P < 0.001	***
61	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
62					
63	Pole vs Kolejový řádek				
64	Hloubka	Pole	Kolejový řádek	Difference	95% CI of diff.
65	4	0.7000	0.5000	-0.2000	-2.119 to 1.719
66	8	1.400	1.433	0.03333	-1.886 to 1.952
67	12	2.733	2.533	-0.2000	-2.119 to 1.719
68	16	3.333	3.500	0.1667	-1.752 to 2.086
69	20	4.600	4.533	-0.06667	-1.986 to 1.852
70	24	6.900	7.033	0.1333	-1.786 to 2.052
71	28	10.00	10.00	0.0000	-1.919 to 1.919
72					
73	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
74	4	-0.2000	0.3370	P > 0.05	ns
75	8	0.03333	0.05617	P > 0.05	ns
76	12	-0.2000	0.3370	P > 0.05	ns
77	16	0.1667	0.2808	P > 0.05	ns
78	20	-0.06667	0.1123	P > 0.05	ns
79	24	0.1333	0.2247	P > 0.05	ns
80	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns

Příloha č. 2

Statistické výsledky CH2

Data analyzed: CH2
26.4.2019

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
Místo na poli	1.0	41.01	41.01
Hloubka	6.0	363.0	60.50
Interaction	6.0	12.26	2.044
Residual (error)	28.0	13.68	0.4886
Total	41.0	429.9	

Does Místo na poli have the same effect at all values of Hloubka?

Interaction accounts for 2.85% of the total variance. $F = 4.18$. $DFn=6$
 $DFd=28$

The P value = 0.0040

If there is no interaction overall, there is a 0.4% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered very significant.

Since the interaction is statistically significant, the P values that follow for the row and column effects are difficult to interpret.

Does Místo na poli effect the result?

Místo na poli accounts for 9.54% of the total variance. $F = 83.93$. $DFn=1$
 $DFd=28$

The P value is < 0.0001

If Místo na poli has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

Does Hloubka effect the result?

Hloubka accounts for 84.43% of the total variance. $F = 123.83$. $DFn=6$
 $DFd=28$

The P value is < 0.0001

If Hloubka has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	CH2 26.4.2019			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	2.85	0.0040		
7	Místo na poli	9.54	< 0.0001		
8	Hloubka	84.43	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	**	Yes		
12	Místo na poli	***	Yes		
13	Hloubka	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	6	12.26	2.044	4.183
17	Místo na poli	1	41.01	41.01	83.93
18	Hloubka	6	363.0	60.50	123.8
19	Residual	28	13.68	0.4886	
20					
21	Number of missing values	21			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Souvrat' vs Pole				
26	Hloubka	Souvrat'	Pole	Difference	95% CI of diff.
27	4	0.0000	0.1333	0.1333	-1.773 to 2.040
28	8	2.700	1.267	-1.433	-3.340 to 0.4731
29	12	4.867	2.667	-2.200	-4.106 to -0.2936
30	16	5.833	3.400	-2.433	-4.340 to -0.5269
31	20	7.033	4.333	-2.700	-4.606 to -0.7936
32	24	9.600	6.033	-3.567	-5.473 to -1.660
33	28	10.00	8.367	-1.633	-3.540 to 0.2731
34					
35	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
36	4	0.1333	0.2336	P > 0.05	ns
37	8	-1.433	2.511	P > 0.05	ns
38	12	-2.200	3.855	P<0.01	**
39	16	-2.433	4.264	P<0.01	**
40	20	-2.700	4.731	P<0.001	***
41	24	-3.567	6.249	P<0.001	***
42	28	-1.633	2.862	P > 0.05	ns

Data analyzed: CH2
25.5.2019

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
Místo na poli	2.0	98.91	49.46
Hloubka	6.0	468.1	78.02
Interaction	12.0	29.49	2.458
Residual (error)	42.0	38.25	0.9106
Total	62.0	634.8	

Does Místo na poli have the same effect at all values of Hloubka?

Interaction accounts for 4.65% of the total variance. $F = 2.70$. $DFn=12$
 $DFd=42$

The P value = 0.0086

If there is no interaction overall, there is a 0.86% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered very significant.

Since the interaction is statistically significant, the P values that follow for the row and column effects are difficult to interpret.

Does Místo na poli effect the result?

Místo na poli accounts for 15.58% of the total variance. $F = 54.31$. $DFn=2$
 $DFd=42$

The P value is < 0.0001

If Místo na poli has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

Does Hloubka effect the result?

Hloubka accounts for 73.74% of the total variance. $F = 85.67$. $DFn=6$
 $DFd=42$

The P value is < 0.0001

If Hloubka has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	CH2 25.5.2019			
3	Two-way ANOVA				
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	4.65	0.0086		
7	Místo na poli	15.58	< 0.0001		
8	Hloubka	73.74	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	**	Yes		
12	Místo na poli	***	Yes		
13	Hloubka	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	12	29.49	2.458	2.699
17	Místo na poli	2	98.91	49.46	54.31
18	Hloubka	6	468.1	78.02	85.67
19	Residual	42	38.25	0.9106	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Souvrat' vs Pole				
26	Hloubka	Souvrat'	Pole	Difference	95% CI of diff.
27	4	0.5000	0.1333	-0.3667	-2.886 to 2.153
28	8	1.900	0.5333	-1.367	-3.886 to 1.153
29	12	3.700	1.233	-2.467	-4.986 to 0.05302
30	16	5.567	2.267	-3.300	-5.820 to -0.7803
31	20	8.567	3.400	-5.167	-7.686 to -2.647
32	24	8.933	4.700	-4.233	-6.753 to -1.714
33	28	10.00	6.200	-3.800	-6.320 to -1.280
34					
35	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
36	4	-0.3667	0.4706	P > 0.05	ns
37	8	-1.367	1.754	P > 0.05	ns
38	12	-2.467	3.166	P < 0.05	*
39	16	-3.300	4.235	P < 0.001	***
40	20	-5.167	6.631	P < 0.001	***
41	24	-4.233	5.433	P < 0.001	***
42	28	-3.800	4.877	P < 0.001	***
43					
44	Souvrat' vs Kolejový řádek				
45	Hloubka	Souvrat'	Kolejový řádek	Difference	95% CI of diff.
46	4	0.5000	0.7333	0.2333	-2.286 to 2.753
47	8	1.900	2.267	0.3667	-2.153 to 2.886

2way ANOVA Tabular results					
48	12	3.700	3.733	0.03333	-2.486 to 2.553
49	16	5.567	4.500	-1.067	-3.586 to 1.453
50	20	8.567	5.533	-3.033	-5.553 to -0.5136
51	24	8.933	7.967	-0.9667	-3.486 to 1.553
52	28	10.00	9.067	-0.9333	-3.453 to 1.586
53					
54	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
55	4	0.2333	0.2995	P > 0.05	ns
56	8	0.3667	0.4706	P > 0.05	ns
57	12	0.03333	0.04278	P > 0.05	ns
58	16	-1.067	1.369	P > 0.05	ns
59	20	-3.033	3.893	P < 0.01	**
60	24	-0.9667	1.241	P > 0.05	ns
61	28	-0.9333	1.198	P > 0.05	ns
62					
63	Pole vs Kolejový řádek				
64	Hloubka	Pole	Kolejový řádek	Difference	95% CI of diff.
65	4	0.1333	0.7333	0.6000	-1.920 to 3.120
66	8	0.5333	2.267	1.733	-0.7864 to 4.253
67	12	1.233	3.733	2.500	-0.01969 to 5.020
68	16	2.267	4.500	2.233	-0.2864 to 4.753
69	20	3.400	5.533	2.133	-0.3864 to 4.653
70	24	4.700	7.967	3.267	0.7470 to 5.786
71	28	6.200	9.067	2.867	0.3470 to 5.386
72					
73	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
74	4	0.6000	0.7701	P > 0.05	ns
75	8	1.733	2.225	P > 0.05	ns
76	12	2.500	3.209	P < 0.05	*
77	16	2.233	2.866	P < 0.05	*
78	20	2.133	2.738	P > 0.05	ns
79	24	3.267	4.193	P < 0.001	***
80	28	2.867	3.679	P < 0.01	**

Data analyzed: CH2 19.9.2019

Source of Variation	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean square
Místo na poli	2.0	7.597	3.799
Hloubka	6.0	504.6	84.09
Interaction	12.0	18.64	1.553
Residual (error)	42.0	28.71	0.6835
Total	62.0	559.5	

Does Místo na poli have the same effect at all values of Hloubka?

Interaction accounts for 3.33% of the total variance. $F = 2.27$. $DFn=12$

$DFd=42$

The P value = 0.0249

If there is no interaction overall, there is a 2.5% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered significant.

Since the interaction is statistically significant, the P values that follow for the row and column effects are difficult to interpret.

Does Místo na poli effect the result?

Místo na poli accounts for 1.36% of the total variance. $F = 5.56$. $DFn=2$

$DFd=42$

The P value = 0.0072

If Místo na poli has no effect overall, there is a 0.72% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered very significant.

Does Hloubka effect the result?

Hloubka accounts for 90.18% of the total variance. $F = 123.03$. $DFn=6$

$DFd=42$

The P value is < 0.0001

If Hloubka has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	CH2 19.9.2019			
3	Two-way ANOVA				
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	3.33	0.0249		
7	Místo na poli	1.36	0.0072		
8	Hloubka	90.18	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	*	Yes		
12	Místo na poli	**	Yes		
13	Hloubka	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	12	18.64	1.553	2.272
17	Místo na poli	2	7.597	3.799	5.558
18	Hloubka	6	504.6	84.09	123.0
19	Residual	42	28.71	0.6835	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Souvrat' vs Pole				
26	Hloubka	Souvrat'	Pole	Difference	95% CI of diff.
27	4	1.067	1.933	0.8667	-1.316 to 3.050
28	8	3.133	4.033	0.9000	-1.283 to 3.083
29	12	5.767	5.100	-0.6667	-2.850 to 1.516
30	16	8.633	6.600	-2.033	-4.216 to 0.1496
31	20	10.00	7.367	-2.633	-4.816 to -0.4504
32	24	10.00	8.867	-1.133	-3.316 to 1.050
33	28	10.00	9.700	-0.3000	-2.483 to 1.883
34					
35	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
36	4	0.8667	1.284	P > 0.05	ns
37	8	0.9000	1.333	P > 0.05	ns
38	12	-0.6667	0.9876	P > 0.05	ns
39	16	-2.033	3.012	P < 0.05	*
40	20	-2.633	3.901	P < 0.01	**
41	24	-1.133	1.679	P > 0.05	ns
42	28	-0.3000	0.4444	P > 0.05	ns
43					
44	Souvrat' vs Kolejový řádek				
45	Hloubka	Souvrat'	Kolejový řádek	Difference	95% CI of diff.
46	4	1.067	2.700	1.633	-0.5496 to 3.816
47	8	3.133	4.300	1.167	-1.016 to 3.350

2way ANOVA Tabular results					
48	12	5.767	5.733	-0.03333	-2.216 to 2.150
49	16	8.633	7.500	-1.133	-3.316 to 1.050
50	20	10.00	8.800	-1.200	-3.383 to 0.9829
51	24	10.00	9.867	-0.1333	-2.316 to 2.050
52	28	10.00	10.00	0.0000	-2.183 to 2.183
53					
54	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
55	4	1.633	2.420	P > 0.05	ns
56	8	1.167	1.728	P > 0.05	ns
57	12	-0.03333	0.04938	P > 0.05	ns
58	16	-1.133	1.679	P > 0.05	ns
59	20	-1.200	1.778	P > 0.05	ns
60	24	-0.1333	0.1975	P > 0.05	ns
61	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
62					
63	Pole vs Kolejový řádek				
64	Hloubka	Pole	Kolejový řádek	Difference	95% CI of diff.
65	4	1.933	2.700	0.7667	-1.416 to 2.950
66	8	4.033	4.300	0.2667	-1.916 to 2.450
67	12	5.100	5.733	0.6333	-1.550 to 2.816
68	16	6.600	7.500	0.9000	-1.283 to 3.083
69	20	7.367	8.800	1.433	-0.7496 to 3.616
70	24	8.867	9.867	1.000	-1.183 to 3.183
71	28	9.700	10.00	0.3000	-1.883 to 2.483
72					
73	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
74	4	0.7667	1.136	P > 0.05	ns
75	8	0.2667	0.3950	P > 0.05	ns
76	12	0.6333	0.9382	P > 0.05	ns
77	16	0.9000	1.333	P > 0.05	ns
78	20	1.433	2.123	P > 0.05	ns
79	24	1.000	1.481	P > 0.05	ns
80	28	0.3000	0.4444	P > 0.05	ns

Příloha č. 3

Statistické výsledky STAGRA

Data analyzed: 25.4.

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
lokalita	1.0	2.865	2.865
hloubka	6.0	1560	260.0
Interaction	6.0	10.28	1.714
Residual (error)	112.0	185.9	1.659
Total	125.0	1759	

Does lokalita have the same effect at all values of hloubka?

Interaction accounts for 0.58% of the total variance. $F = 1.03$. $DFn=6$ $DFd=112$

The P value = 0.4079

If there is no interaction overall, there is a 41% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered not significant.

Does lokalita effect the result?

lokalita accounts for 0.16% of the total variance. $F = 1.73$. $DFn=1$ $DFd=112$

The P value = 0.1915

If lokalita has no effect overall, there is a 19% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered not significant.

Does hloubka effect the result?

hloubka accounts for 88.69% of the total variance. $F = 156.66$. $DFn=6$ $DFd=112$

The P value is < 0.0001

If hloubka has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	25.4.			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	0.58	0.4079		
7	Stanoviště	0.16	0.1915		
8	Hloubka	88.69	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	ns	No		
12	Stanoviště	ns	No		
13	Hloubka	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	6	10.28	1.714	1.033
17	Stanoviště	1	2.865	2.865	1.727
18	Hloubka	6	1560	260.0	156.7
19	Residual	112	185.9	1.659	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	A vs B				
26	Hloubka	A	B	Difference	95% CI of diff.
27	4	0.01111	0.02222	0.01111	-1.653 to 1.675
28	8	0.4556	0.3000	-0.1556	-1.820 to 1.509
29	12	0.9889	0.9222	-0.06667	-1.731 to 1.597
30	16	2.089	1.489	-0.6000	-2.264 to 1.064
31	20	5.533	3.956	-1.578	-3.242 to 0.08636
32	24	7.633	7.822	0.1889	-1.475 to 1.853
33	28	9.456	9.544	0.08889	-1.575 to 1.753
34					
35	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
36	4	0.01111	0.01830	P > 0.05	ns
37	8	-0.1556	0.2562	P > 0.05	ns
38	12	-0.06667	0.1098	P > 0.05	ns
39	16	-0.6000	0.9881	P > 0.05	ns
40	20	-1.578	2.598	P > 0.05	ns
41	24	0.1889	0.3111	P > 0.05	ns
42	28	0.08889	0.1464	P > 0.05	ns

Data analyzed: 22.5.

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
hlobka	3.0	256.7	85.58
lokalita	6.0	2698	449.6
Interaction	18.0	87.23	4.846
Residual (error)	224.0	189.6	0.8463
Total	251.0	3231	

Does hlobka have the same effect at all values of lokalita?

Interaction accounts for 2.70% of the total variance. $F = 5.73$. $DFn=18$ $DFd=224$

The P value is < 0.0001

If there is no interaction overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered extremely significant.

Since the interaction is statistically significant, the P values that follow for the row and column effects are difficult to interpret.

Does hlobka effect the result?

hlobka accounts for 7.94% of the total variance. $F = 101.12$. $DFn=3$ $DFd=224$

The P value is < 0.0001

If hlobka has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

Does lokalita effect the result?

lokalita accounts for 83.49% of the total variance. $F = 531.32$. $DFn=6$ $DFd=224$

The P value is < 0.0001

If lokalita has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	22.5.			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	2.70	< 0.0001		
7	Lokalita	7.94	< 0.0001		
8	Hloubka	83.49	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	***	Yes		
12	Lokalita	***	Yes		
13	Hloubka	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	18	87.23	4.846	5.726
17	Lokalita	3	256.7	85.58	101.1
18	Hloubka	6	2698	449.6	531.3
19	Residual	224	189.6	0.8463	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	A pole vs A kolej				
26	Hloubka	A pole	A kolej	Difference	95% CI of diff.
27	4	0.05556	0.4222	0.3667	-1.057 to 1.790
28	8	0.3222	1.389	1.067	-0.3572 to 2.490
29	12	0.6111	2.478	1.867	0.4428 to 3.290
30	16	1.311	4.556	3.244	1.821 to 4.668
31	20	3.756	7.367	3.611	2.187 to 5.035
32	24	6.011	8.711	2.700	1.276 to 4.124
33	28	8.056	9.911	1.856	0.4317 to 3.279
34					
35	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
36	4	0.3667	0.8455	P > 0.05	ns
37	8	1.067	2.460	P > 0.05	ns
38	12	1.867	4.304	P<0.001	***
39	16	3.244	7.481	P<0.001	***
40	20	3.611	8.327	P<0.001	***
41	24	2.700	6.226	P<0.001	***
42	28	1.856	4.279	P<0.001	***
43					
44	A pole vs B pole				

45	Hloubka	A pole	B pole	Difference	95% CI of diff.
46	4	0.05556	0.1889	0.1333	-1.290 to 1.557
47	8	0.3222	0.6556	0.3333	-1.090 to 1.757
48	12	0.6111	1.244	0.6333	-0.7905 to 2.057
49	16	1.311	2.344	1.033	-0.3905 to 2.457
50	20	3.756	4.078	0.3222	-1.102 to 1.746
51	24	6.011	7.378	1.367	-0.05715 to 2.790
52	28	8.056	9.256	1.200	-0.2238 to 2.624
53					
54	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
55	4	0.1333	0.3075	P > 0.05	ns
56	8	0.3333	0.7686	P > 0.05	ns
57	12	0.6333	1.460	P > 0.05	ns
58	16	1.033	2.383	P > 0.05	ns
59	20	0.3222	0.7430	P > 0.05	ns
60	24	1.367	3.151	P < 0.05	*
61	28	1.200	2.767	P < 0.05	*
62					
63	A pole vs B kolej				
64	Hloubka	A pole	B kolej	Difference	95% CI of diff.
65	4	0.05556	0.4222	0.3667	-1.057 to 1.790
66	8	0.3222	1.578	1.256	-0.1683 to 2.679
67	12	0.6111	2.800	2.189	0.7651 to 3.613
68	16	1.311	5.156	3.844	2.421 to 5.268
69	20	3.756	7.844	4.089	2.665 to 5.513
70	24	6.011	9.722	3.711	2.287 to 5.135
71	28	8.056	10.00	1.944	0.5206 to 3.368
72					
73	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
74	4	0.3667	0.8455	P > 0.05	ns
75	8	1.256	2.895	P < 0.05	*
76	12	2.189	5.047	P<0.001	***
77	16	3.844	8.865	P<0.001	***
78	20	4.089	9.429	P<0.001	***
79	24	3.711	8.558	P<0.001	***
80	28	1.944	4.484	P<0.001	***
81					
82	A kolej vs B pole				
83	Hloubka	A kolej	B pole	Difference	95% CI of diff.
84	4	0.4222	0.1889	-0.2333	-1.657 to 1.190
85	8	1.389	0.6556	-0.7333	-2.157 to 0.6905
86	12	2.478	1.244	-1.233	-2.657 to 0.1905
87	16	4.556	2.344	-2.211	-3.635 to -0.7873
88	20	7.367	4.078	-3.289	-4.713 to -1.865
89	24	8.711	7.378	-1.333	-2.757 to 0.09049
90	28	9.911	9.256	-0.6556	-2.079 to 0.7683
91					
92	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
93	4	-0.2333	0.5381	P > 0.05	ns
94	8	-0.7333	1.691	P > 0.05	ns

95	12	-1.233	2.844	P < 0.05	*
96	16	-2.211	5.099	P<0.001	***
97	20	-3.289	7.584	P<0.001	***
98	24	-1.333	3.075	P < 0.05	*
99	28	-0.6556	1.512	P > 0.05	ns
100					
101	A kolej vs B kolej				
102	Hloubka	A kolej	B kolej	Difference	95% CI of diff.
103	4	0.4222	0.4222	-0.00000002980	-1.424 to 1.424
104	8	1.389	1.578	0.1889	-1.235 to 1.613
105	12	2.478	2.800	0.3222	-1.102 to 1.746
106	16	4.556	5.156	0.6000	-0.8238 to 2.024
107	20	7.367	7.844	0.4778	-0.9460 to 1.902
108	24	8.711	9.722	1.011	-0.4127 to 2.435
109	28	9.911	10.00	0.08889	-1.335 to 1.513
110					
111	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
112	4	-0.00000002980	0.00000006872	P > 0.05	ns
113	8	0.1889	0.4356	P > 0.05	ns
114	12	0.3222	0.7430	P > 0.05	ns
115	16	0.6000	1.384	P > 0.05	ns
116	20	0.4778	1.102	P > 0.05	ns
117	24	1.011	2.332	P > 0.05	ns
118	28	0.08889	0.2050	P > 0.05	ns
119					
120	B pole vs B kolej				
121	Hloubka	B pole	B kolej	Difference	95% CI of diff.
122	4	0.1889	0.4222	0.2333	-1.190 to 1.657
123	8	0.6556	1.578	0.9222	-0.5016 to 2.346
124	12	1.244	2.800	1.556	0.1317 to 2.979
125	16	2.344	5.156	2.811	1.387 to 4.235
126	20	4.078	7.844	3.767	2.343 to 5.190
127	24	7.378	9.722	2.344	0.9206 to 3.768
128	28	9.256	10.00	0.7444	-0.6794 to 2.168
129					
130	Hloubka	Difference	t	P value	Summary
131	4	0.2333	0.5381	P > 0.05	ns
132	8	0.9222	2.127	P > 0.05	ns
133	12	1.556	3.587	P<0.01	**
134	16	2.811	6.482	P<0.001	***
135	20	3.767	8.686	P<0.001	***
136	24	2.344	5.406	P<0.001	***
137	28	0.7444	1.717	P > 0.05	ns

Data analyzed: 1.10.

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
lokalita	3.0	475.6	158.5
hloubka	6.0	2059	343.2
Interaction	18.0	233.7	12.98
Residual (error)	224.0	162.4	0.7251
Total	251.0	2931	

Does lokalita have the same effect at all values of hloubka?

Interaction accounts for 7.97% of the total variance. $F = 17.90$. $DFn=18$ $DFd=224$

The P value is < 0.0001

If there is no interaction overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered extremely significant.

Since the interaction is statistically significant, the P values that follow for the row and column effects are difficult to interpret.

Does lokalita effect the result?

lokalita accounts for 16.23% of the total variance. $F = 218.64$. $DFn=3$ $DFd=224$

The P value is < 0.0001

If lokalita has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

Does hloubka effect the result?

hloubka accounts for 70.26% of the total variance. $F = 473.35$. $DFn=6$ $DFd=224$

The P value is < 0.0001

If hloubka has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	1.10.			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	7.97	< 0.0001		
7	Stanoviste	16.23	< 0.0001		
8	hloubka	70.26	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	***	Yes		
12	Stanoviste	***	Yes		
13	hloubka	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	18	233.7	12.98	17.90
17	Stanoviste	3	475.6	158.5	218.6
18	hloubka	6	2059	343.2	473.4
19	Residual	224	162.4	0.7251	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	A pole vs A kolej				
26	hloubka	A pole	A kolej	Difference	95% CI of diff.
27	4	0.8333	2.900	2.067	0.7487 to 3.385
28	8	2.411	6.100	3.689	2.371 to 5.007
29	12	3.944	8.756	4.811	3.493 to 6.129
30	16	5.122	9.700	4.578	3.260 to 5.896
31	20	6.822	10.00	3.178	1.860 to 4.496
32	24	9.733	10.00	0.2667	-1.051 to 1.585
33	28	10.00	10.00	0.0000	-1.318 to 1.318
34					
35	hloubka	Difference	t	P value	Summary
36	4	2.067	5.148	P<0.001	***
37	8	3.689	9.190	P<0.001	***
38	12	4.811	11.99	P<0.001	***
39	16	4.578	11.40	P<0.001	***
40	20	3.178	7.916	P<0.001	***
41	24	0.2667	0.6643	P > 0.05	ns
42	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
43					
44	A pole vs B pole				

45	hloubka	A pole	B pole	Difference	95% CI of diff.
46	4	0.8333	0.3222	-0.5111	-1.829 to 0.8068
47	8	2.411	1.578	-0.8333	-2.151 to 0.4846
48	12	3.944	3.178	-0.7667	-2.085 to 0.5513
49	16	5.122	4.356	-0.7667	-2.085 to 0.5513
50	20	6.822	7.311	0.4889	-0.8291 to 1.807
51	24	9.733	9.922	0.1889	-1.129 to 1.507
52	28	10.00	10.00	0.0000	-1.318 to 1.318
53					
54	hloubka	Difference	t	P value	Summary
55	4	-0.5111	1.273	P > 0.05	ns
56	8	-0.8333	2.076	P > 0.05	ns
57	12	-0.7667	1.910	P > 0.05	ns
58	16	-0.7667	1.910	P > 0.05	ns
59	20	0.4889	1.218	P > 0.05	ns
60	24	0.1889	0.4706	P > 0.05	ns
61	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
62					
63	A pole vs B kolej				
64	hloubka	A pole	B kolej	Difference	95% CI of diff.
65	4	0.8333	3.144	2.311	0.9932 to 3.629
66	8	2.411	5.533	3.122	1.804 to 4.440
67	12	3.944	7.956	4.011	2.693 to 5.329
68	16	5.122	9.756	4.633	3.315 to 5.951
69	20	6.822	10.00	3.178	1.860 to 4.496
70	24	9.733	10.00	0.2667	-1.051 to 1.585
71	28	10.00	10.00	0.0000	-1.318 to 1.318
72					
73	hloubka	Difference	t	P value	Summary
74	4	2.311	5.757	P<0.001	***
75	8	3.122	7.778	P<0.001	***
76	12	4.011	9.992	P<0.001	***
77	16	4.633	11.54	P<0.001	***
78	20	3.178	7.916	P<0.001	***
79	24	0.2667	0.6643	P > 0.05	ns
80	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
81					
82	A kolej vs B pole				
83	hloubka	A kolej	B pole	Difference	95% CI of diff.
84	4	2.900	0.3222	-2.578	-3.896 to -1.260
85	8	6.100	1.578	-4.522	-5.840 to -3.204
86	12	8.756	3.178	-5.578	-6.896 to -4.260
87	16	9.700	4.356	-5.344	-6.662 to -4.027
88	20	10.00	7.311	-2.689	-4.007 to -1.371
89	24	10.00	9.922	-0.07778	-1.396 to 1.240
90	28	10.00	10.00	0.0000	-1.318 to 1.318
91					
92	hloubka	Difference	t	P value	Summary
93	4	-2.578	6.422	P<0.001	***
94	8	-4.522	11.27	P<0.001	***

95	12	-5.578	13.90	P<0.001	***
96	16	-5.344	13.31	P<0.001	***
97	20	-2.689	6.698	P<0.001	***
98	24	-0.07778	0.1938	P > 0.05	ns
99	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
100					
101	A kolej vs B kolej				
102	hloubka	A kolej	B kolej	Difference	95% CI of diff.
103	4	2.900	3.144	0.2444	-1.074 to 1.562
104	8	6.100	5.533	-0.5667	-1.885 to 0.7513
105	12	8.756	7.956	-0.8000	-2.118 to 0.5179
106	16	9.700	9.756	0.05556	-1.262 to 1.374
107	20	10.00	10.00	0.0000	-1.318 to 1.318
108	24	10.00	10.00	0.0000	-1.318 to 1.318
109	28	10.00	10.00	0.0000	-1.318 to 1.318
110					
111	hloubka	Difference	t	P value	Summary
112	4	0.2444	0.6090	P > 0.05	ns
113	8	-0.5667	1.412	P > 0.05	ns
114	12	-0.8000	1.993	P > 0.05	ns
115	16	0.05556	0.1384	P > 0.05	ns
116	20	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
117	24	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
118	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
119					
120	B pole vs B kolej				
121	hloubka	B pole	B kolej	Difference	95% CI of diff.
122	4	0.3222	3.144	2.822	1.504 to 4.140
123	8	1.578	5.533	3.956	2.638 to 5.274
124	12	3.178	7.956	4.778	3.460 to 6.096
125	16	4.356	9.756	5.400	4.082 to 6.718
126	20	7.311	10.00	2.689	1.371 to 4.007
127	24	9.922	10.00	0.07778	-1.240 to 1.396
128	28	10.00	10.00	0.0000	-1.318 to 1.318
129					
130	hloubka	Difference	t	P value	Summary
131	4	2.822	7.031	P<0.001	***
132	8	3.956	9.854	P<0.001	***
133	12	4.778	11.90	P<0.001	***
134	16	5.400	13.45	P<0.001	***
135	20	2.689	6.698	P<0.001	***
136	24	0.07778	0.1938	P > 0.05	ns
137	28	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns

Příloha č. 4

Statistické výsledky Or

Data analyzed: Or_final

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
Období	3.0	0.04337	0.01446
hloubka	2.0	0.1692	0.08458
Interaction	6.0	0.003803	0.0006339
Residual (error)	96.0	1.531	0.01594
Total	107.0	1.747	

Does Období have the same effect at all values of hloubka?

Interaction accounts for 0.22% of the total variance. $F = 0.04$. $DFn=6$ $DFd=96$

The P value = 0.9997

If there is no interaction overall, there is a 1e+002% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered not significant.

Does Období effect the result?

Období accounts for 2.48% of the total variance. $F = 0.91$. $DFn=3$ $DFd=96$

The P value = 0.4409

If Období has no effect overall, there is a 44% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered not significant.

Does hloubka effect the result?

hloubka accounts for 9.68% of the total variance. $F = 5.30$. $DFn=2$ $DFd=96$

The P value = 0.0065

If hloubka has no effect overall, there is a 0.65% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered very significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	Or_final			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	0.22	0.9997		
7	období	2.48	0.4409		
8	hloubka	9.68	0.0065		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	ns	No		
12	období	ns	No		
13	hloubka	**	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	F	Mean square
16	Interaction	6	0.003803	0.03975	0.0006339
17	období	3	0.04337	0.9066	0.01446
18	hloubka	2	0.1692	5.305	0.08458
19	Residual	96	1.531		0.01594
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Orba - jaro vs Minimalizace - jaro				
26	hloubka	Orba - jaro	Minimalizace - jaro	95% CI of diff.	Difference
27	5-10	1.254	1.211	-0.2253 to 0.1403	-0.04252
28	10-15	1.300	1.267	-0.2161 to 0.1494	-0.03336
29	15-25	1.340	1.314	-0.2092 to 0.1564	-0.02639
30					
31	hloubka	Difference	t	Summary	P value
32	5-10	-0.04252	0.7144	ns	P > 0.05
33	10-15	-0.03336	0.5604	ns	P > 0.05
34	15-25	-0.02639	0.4433	ns	P > 0.05
35					
36	Orba - jaro vs Orba - podzim				
37	hloubka	Orba - jaro	Orba - podzim	95% CI of diff.	Difference
38	5-10	1.254	1.271	-0.1651 to 0.2004	0.01766
39	10-15	1.300	1.327	-0.1561 to 0.2094	0.02664
40	15-25	1.340	1.353	-0.1699 to 0.1956	0.01287
41					
42	hloubka	Difference	t	Summary	P value
43	5-10	0.01766	0.2966	ns	P > 0.05

44	10-15	0.02664	0.4476	ns	P > 0.05
45	15-25	0.01287	0.2162	ns	P > 0.05
46					
47	Orba - jaro vs Minimalizace - podzim				
48	hloubka	Orba - jaro	Minimalizace - podzim	95% CI of diff.	Difference
49	5-10	1.254	1.216	-0.2203 to 0.1453	-0.03750
50	10-15	1.300	1.289	-0.1938 to 0.1718	-0.01098
51	15-25	1.340	1.330	-0.1926 to 0.1729	-0.009867
52					
53	hloubka	Difference	t	Summary	P value
54	5-10	-0.03750	0.6300	ns	P > 0.05
55	10-15	-0.01098	0.1844	ns	P > 0.05
56	15-25	-0.009867	0.1658	ns	P > 0.05
57					
58	Minimalizace - jaro vs Orba - podzim				
59	hloubka	Minimalizace - jaro	Orba - podzim	95% CI of diff.	Difference
60	5-10	1.211	1.271	-0.1226 to 0.2430	0.06018
61	10-15	1.267	1.327	-0.1228 to 0.2428	0.06000
62	15-25	1.314	1.353	-0.1435 to 0.2220	0.03926
63					
64	hloubka	Difference	t	Summary	P value
65	5-10	0.06018	1.011	ns	P > 0.05
66	10-15	0.06000	1.008	ns	P > 0.05
67	15-25	0.03926	0.6595	ns	P > 0.05
68					
69	Minimalizace - jaro vs Minimalizace - podzi				
70	hloubka	Minimalizace - jaro	Minimalizace - podzim	95% CI of diff.	Difference
71	5-10	1.211	1.216	-0.1778 to 0.1878	0.005022
72	10-15	1.267	1.289	-0.1604 to 0.2052	0.02238
73	15-25	1.314	1.330	-0.1663 to 0.1993	0.01652
74					
75	hloubka	Difference	t	Summary	P value
76	5-10	0.005022	0.08437	ns	P > 0.05
77	10-15	0.02238	0.3759	ns	P > 0.05
78	15-25	0.01652	0.2776	ns	P > 0.05
79					
80	Orba - podzim vs Minimalizace - podzim				
81	hloubka	Orba - podzim	Minimalizace - podzim	95% CI of diff.	Difference
82	5-10	1.271	1.216	-0.2379 to 0.1276	-0.05516
83	10-15	1.327	1.289	-0.2204 to 0.1452	-0.03762
84	15-25	1.353	1.330	-0.2055 to 0.1600	-0.02273

85					
86	hloubka	Difference	t	Summary	P value
87	5-10	-0.05516	0.9266	ns	P > 0.05
88	10-15	-0.03762	0.6320	ns	P > 0.05

Příloha č. 5

Statistické výsledky MKK

Data analyzed:

Mkk_final

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
období	3.0	1797	598.9
hloubka	2.0	1134	566.9
Interaction	6.0	552.8	92.13
Residual (error)	96.0	11520	120.0
Total	107.0	15000	

Does období have the same effect at all values of hloubka?

Interaction accounts for 3.68% of the total variance. $F = 0.77$. $DF_n=6$ $DF_d=96$

The P value = 0.5972

If there is no interaction overall, there is a 60% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered not significant.

Does období effect the result?

období accounts for 11.97% of the total variance. $F = 4.99$. $DF_n=3$ $DF_d=96$

The P value = 0.0029

If období has no effect overall, there is a 0.29% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered very significant.

Does hloubka effect the result?

hloubka accounts for 7.56% of the total variance. $F = 4.72$. $DF_n=2$ $DF_d=96$

The P value = 0.0110

If hloubka has no effect overall, there is a 1.1% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered significant.

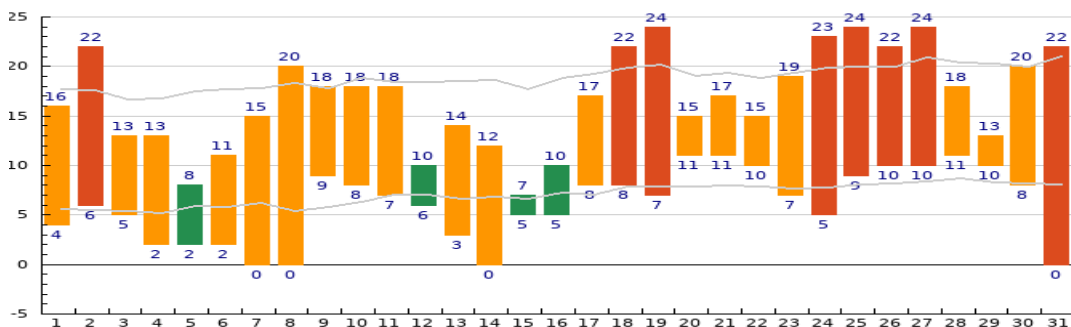
2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	Mkk_final			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	3.68	0.5972		
7	období	11.97	0.0029		
8	hloubka	7.56	0.0110		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	ns	No		
12	období	**	Yes		
13	hloubka	*	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	6	552.8	92.13	0.7677
17	období	3	1797	598.9	4.990
18	hloubka	2	1134	566.9	4.724
19	Residual	96	11520	120.0	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Orba - jaro vs Minimalizace - jaro				
26	hloubka	Orba - jaro	Minimalizace - jaro	Difference	95% CI of diff.
27	5-10	35.06	47.01	11.95	-3.903 to 27.81
28	10-15	46.56	58.83	12.27	-3.588 to 28.13
29	15-25	39.00	46.95	7.947	-7.911 to 23.80
30					
31	hloubka	Difference	t	P value	Summary
32	5-10	11.95	2.315	P > 0.05	ns
33	10-15	12.27	2.376	P > 0.05	ns
34	15-25	7.947	1.539	P > 0.05	ns
35					
36	Orba - jaro vs Orba - podzim				
37	hloubka	Orba - jaro	Orba - podzim	Difference	95% CI of diff.
38	5-10	35.06	44.86	9.808	-6.050 to 25.67
39	10-15	46.56	47.80	1.234	-14.62 to 17.09
40	15-25	39.00	41.63	2.634	-13.22 to 18.49
41					
42	hloubka	Difference	t	P value	Summary
43	5-10	9.808	1.899	P > 0.05	ns
44	10-15	1.234	0.2390	P > 0.05	ns
45	15-25	2.634	0.5101	P > 0.05	ns
46					
47	Orba - jaro vs Minimalizace - podzim				
48	hloubka	Orba - jaro	Minimalizace - podzim	Difference	95% CI of diff.
49	5-10	35.06	46.65	11.59	-4.264 to 27.45

2way ANOVA Tabular results					
50	10-15	46.56	49.59	3.026	-12.83 to 18.88
51	15-25	39.00	49.83	10.83	-5.029 to 26.69
52					
53	hloubka	Difference	t	P value	Summary
54	5-10	11.59	2.245	P > 0.05	ns
55	10-15	3.026	0.5859	P > 0.05	ns
56	15-25	10.83	2.097	P > 0.05	ns
57					
58	Minimalizace - jaro vs Orba - podzim				
59	hloubka	Minimalizace - jaro	Orba - podzim	Difference	95% CI of diff.
60	5-10	47.01	44.86	-2.147	-18.00 to 13.71
61	10-15	58.83	47.80	-11.04	-26.89 to 4.822
62	15-25	46.95	41.63	-5.312	-21.17 to 10.55
63					
64	hloubka	Difference	t	P value	Summary
65	5-10	-2.147	0.4157	P > 0.05	ns
66	10-15	-11.04	2.137	P > 0.05	ns
67	15-25	-5.312	1.029	P > 0.05	ns
68					
69	Minimalizace - jaro vs Minimalizace - podzim				
70	hloubka	Minimalizace - jaro	Minimalizace - podzim	Difference	95% CI of diff.
71	5-10	47.01	46.65	-0.3611	-16.22 to 15.50
72	10-15	58.83	49.59	-9.244	-25.10 to 6.613
73	15-25	46.95	49.83	2.882	-12.98 to 18.74
74					
75	hloubka	Difference	t	P value	Summary
76	5-10	-0.3611	0.06993	P > 0.05	ns
77	10-15	-9.244	1.790	P > 0.05	ns
78	15-25	2.882	0.5581	P > 0.05	ns
79					
80	Orba - podzim vs Minimalizace - podzim				
81	hloubka	Orba - podzim	Minimalizace - podzim	Difference	95% CI of diff.
82	5-10	44.86	46.65	1.786	-14.07 to 17.64
83	10-15	47.80	49.59	1.791	-14.07 to 17.65
84	15-25	41.63	49.83	8.194	-7.663 to 24.05
85					
86	hloubka	Difference	t	P value	Summary
87	5-10	1.786	0.3458	P > 0.05	ns
88	10-15	1.791	0.3468	P > 0.05	ns
89	15-25	8.194	1.587	P > 0.05	ns

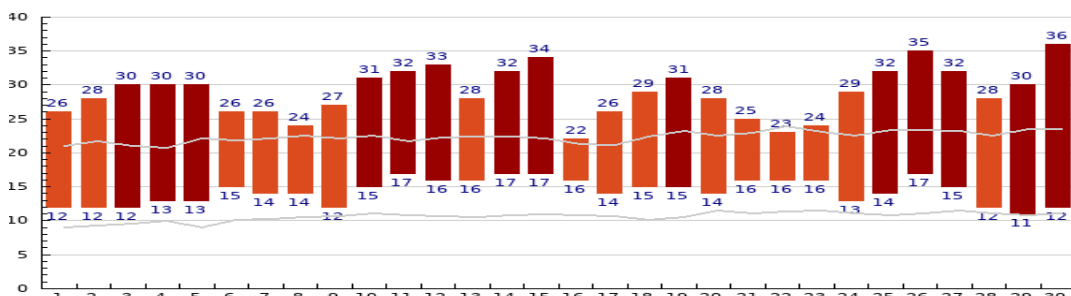
Příloha č. 6

Grafy teploty a srážek

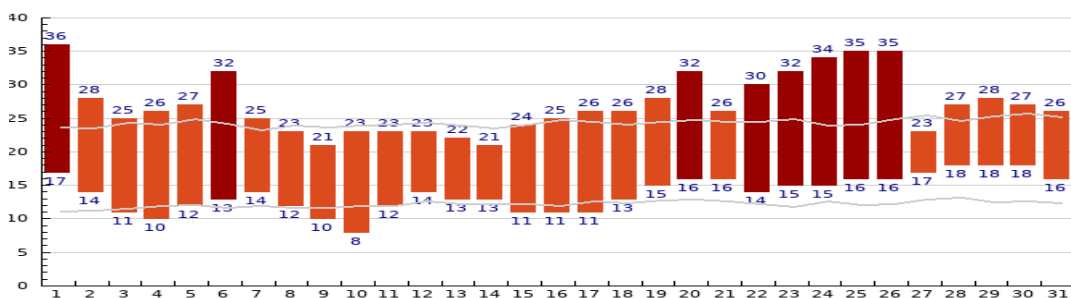
Následující grafy zobrazují nejvyšší a nejnižší denní teploty v průběhu měsíců května, června, července a srpna. Šedou čarou jsou znázorněny dlouhodobé průměry pro daný den



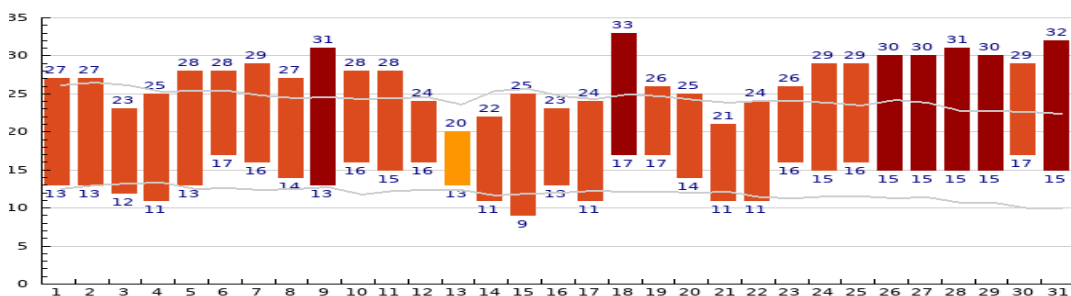
Graf 1 - Nejvyšší a nejnižší denní teploty v průběhu května



Graf 2 - Nejvyšší a nejnižší denní teploty v průběhu června

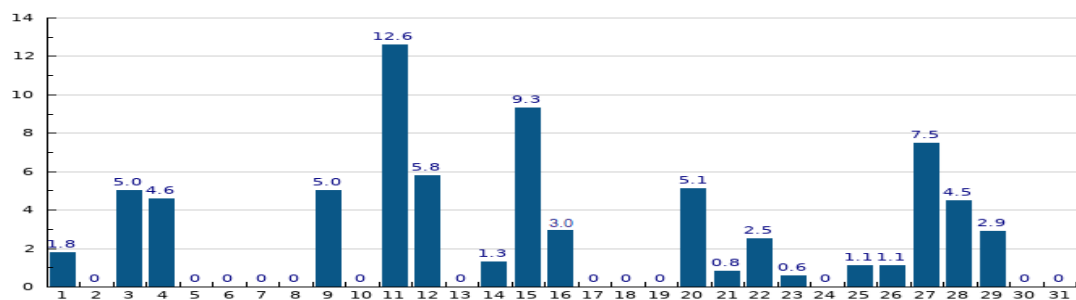


Graf 3 - Nejvyšší a nejnižší denní teploty v průběhu července

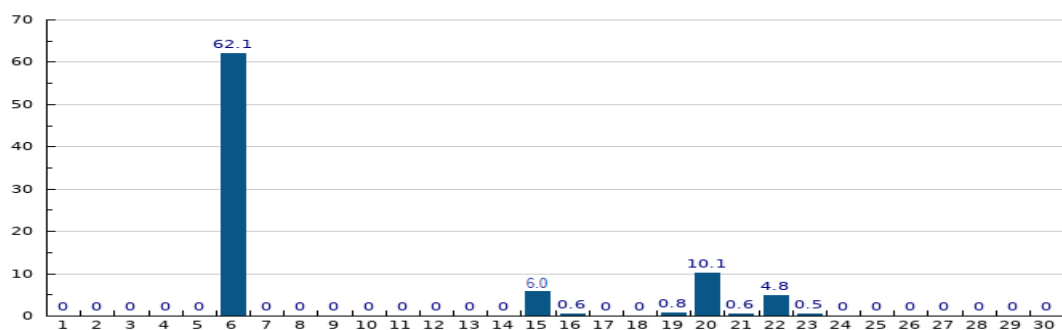


Graf 4 - Nejvyšší a nejnižší denní teploty v průběhu srpna

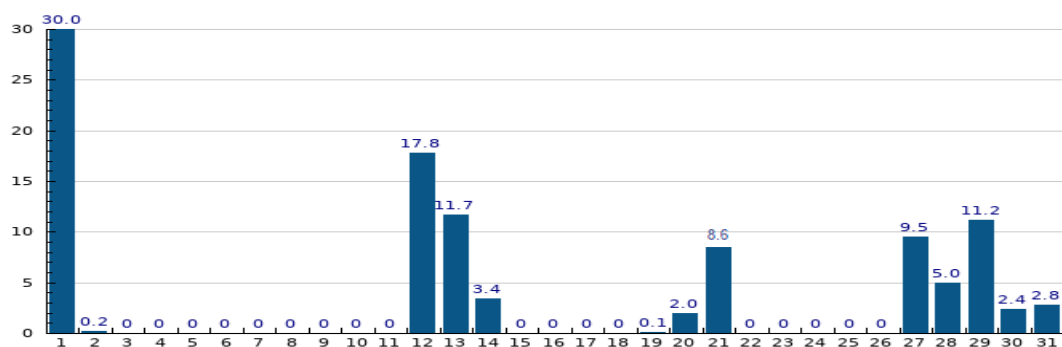
Následující grafy zobrazují denní srážkové úhrny v průběhu měsíců května, června, července a srpna.



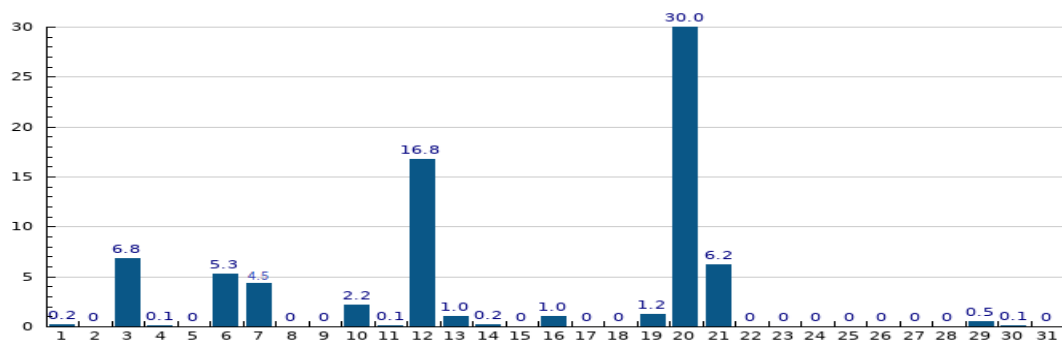
Graf 5 - Denní srážkové úhrny v průběhu května – celkem 74,5 mm



Graf 6 - Denní srážkové úhrny v průběhu června – celkem 85,5 mm



Graf 7 - Denní srážkové úhrny v průběhu července – celkem 104,6 mm



Graf 8 - Denní srážkové úhrny v průběhu srpna – celkem 76,1 mm

Příloha č. 7

Statistické výsledky Kukuřice

Data analyzed:

Vyska_kukurice

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
Lokalita	1.0	2715	2715
Datum	7.0	735500	105100
Interaction	7.0	2815	402.1
Residual (error)	32.0	278.7	8.708
Total	47.0	741300	

Does Lokalita have the same effect at all values of Datum?

Interaction accounts for 0.38% of the total variance.

$F = 46.18$. $DFn=7$ $DFd=32$

The P value is < 0.0001

If there is no interaction overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered extremely significant.

Since the interaction is statistically significant, the P values that follow for the row and column effects are difficult to interpret.

Does Lokalita effect the result?

Lokalita accounts for 0.37% of the total variance.

$F = 311.77$. $DFn=1$ $DFd=32$

The P value is < 0.0001

If Lokalita has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

Does Datum effect the result?

Datum accounts for 99.22% of the total variance. F

$= 12065.63$. $DFn=7$ $DFd=32$

The P value is < 0.0001

If Datum has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	Vyska_kukurice			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	0.38	< 0.0001		
7	Oblast	0.37	< 0.0001		
8	Datum	99.22	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	***	Yes		
12	Oblast	***	Yes		
13	Datum	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	7	2815	402.1	46.18
17	Oblast	1	2715	2715	311.8
18	Datum	7	735500	105100	12070
19	Residual	32	278.7	8.708	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Chlum 1 vs Chlum 2				
26	Datum	Chlum 1	Chlum 2	Difference	95% CI of diff.
27	28.4.	3.000	3.000	0.0000	-7.053 to 7.053
28	5.5.	9.000	9.000	0.0000	-7.053 to 7.053
29	8.6.	29.00	29.00	0.0000	-7.053 to 7.053
30	27.6.	59.00	59.00	0.0000	-7.053 to 7.053
31	13.7.	201.7	174.7	-27.00	-34.05 to -19.95
32	26.7.	281.7	250.0	-31.67	-38.72 to -24.61
33	29.8.	305.0	279.3	-25.67	-32.72 to -18.61
34	15.9.	321.0	285.0	-36.00	-43.05 to -28.95
35					
36	Datum	Difference	t	P value	Summary
37	28.4.	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
38	5.5.	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
39	8.6.	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
40	27.6.	0.0000	0.0000	P > 0.05	ns
41	13.7.	-27.00	11.21	P<0.001	***
42	26.7.	-31.67	13.14	P<0.001	***
43	29.8.	-25.67	10.65	P<0.001	***
44	15.9.	-36.00	14.94	P<0.001	***

Data analyzed: Hmotnost
rostliny

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
lokalita	1.0	150400	150400
datum	3.0	2627000	875600
Interaction	3.0	9430	3143
Residual (error)	16.0	53990	3375
Total	23.0	2841000	

Does lokalita have the same effect at all values of datum?

Interaction accounts for 0.33% of the total variance.

$F = 0.93$. $DFn=3$ $DFd=16$

The P value = 0.4483

If there is no interaction overall, there is a 45% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered not significant.

Does lokalita effect the result?

lokalita accounts for 5.30% of the total variance.

$F = 44.57$. $DFn=1$ $DFd=16$

The P value is < 0.0001

If lokalita has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

Does datum effect the result?

datum accounts for 92.47% of the total variance. F

= 259.46. $DFn=3$ $DFd=16$

The P value is < 0.0001

If datum has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	Hmotnost rostliny			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	0.33	0.4483		
7	Column Factor	5.30	< 0.0001		
8	Row Factor	92.47	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	ns	No		
12	Column Factor	***	Yes		
13	Row Factor	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	3	9430	3143	0.9315
17	Column Factor	1	150400	150400	44.57
18	Row Factor	3	2627000	875600	259.5
19	Residual	16	53990	3375	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Chlum 1 vs Chlum 2				
26	Row Factor	Chlum 1	Chlum 2	Difference	95% CI of diff.
27	13.7.	786.3	607.7	-178.7	-312.1 to -45.24
28	26.7.	876.0	662.7	-213.3	-346.8 to -79.90
29	29.8.	1476	1353	-123.0	-256.4 to 10.43
30	15.9.	610.7	492.3	-118.3	-251.8 to 15.10
31					
32	Row Factor	Difference	t	P value	Summary
33	13.7.	-178.7	3.767	P<0.01	**
34	26.7.	-213.3	4.498	P<0.01	**
35	29.8.	-123.0	2.593	P > 0.05	ns
36	15.9.	-118.3	2.495	P > 0.05	ns

Data analyzed: Hmotnost kořene

<u>Source of Variation</u>	<u>Degrees of Freedom</u>	<u>Sum of Squares</u>	<u>Mean square</u>
lokalita	1.0	87240	87240
datum	3.0	159100	53020
Interaction	3.0	2859	953.2
Residual (error)	16.0	10980	686.0
Total	23.0	260100	

Does lokalita have the same effect at all values of datum?

Interaction accounts for 1.10% of the total variance.

$F = 1.39$. $DFn=3$ $DFd=16$

The P value = 0.2821

If there is no interaction overall, there is a 28% chance of randomly observing so much interaction in an experiment of this size. The interaction is considered not significant.

Does lokalita effect the result?

lokalita accounts for 33.54% of the total variance.

$F = 127.18$. $DFn=1$ $DFd=16$

The P value is < 0.0001

If lokalita has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

Does datum effect the result?

datum accounts for 61.15% of the total variance. F

$= 77.30$. $DFn=3$ $DFd=16$

The P value is < 0.0001

If datum has no effect overall, there is a less than 0.01% chance of randomly observing an effect this big (or bigger) in an experiment of this size. The effect is considered extremely significant.

2way ANOVA Tabular results					
1	Table Analyzed	Hmotnost kořene			
2					
3	Two-way ANOVA				
4					
5	Source of Variation	% of total variation	P value		
6	Interaction	1.10	0.2821		
7	Column Factor	33.54	< 0.0001		
8	Row Factor	61.15	< 0.0001		
9					
10	Source of Variation	P value summary	Significant?		
11	Interaction	ns	No		
12	Column Factor	***	Yes		
13	Row Factor	***	Yes		
14					
15	Source of Variation	Df	Sum-of-squares	Mean square	F
16	Interaction	3	2859	953.2	1.390
17	Column Factor	1	87240	87240	127.2
18	Row Factor	3	159100	53020	77.30
19	Residual	16	10980	686.0	
20					
21	Number of missing values	0			
22					
23	Bonferroni posttests				
24					
25	Chlum 1 vs Chlum 2				
26	Row Factor	Chlum 1	Chlum 2	Difference	95% CI of diff.
27	13.7.	221.3	132.7	-88.67	-148.8 to -28.51
28	26.7.	296.7	183.3	-113.3	-173.5 to -53.18
29	29.8.	467.0	332.7	-134.3	-194.5 to -74.18
30	15.9.	358.0	212.0	-146.0	-206.2 to -85.84
31					
32	Row Factor	Difference	t	P value	Summary
33	13.7.	-88.67	4.146	P<0.01	**
34	26.7.	-113.3	5.300	P<0.001	***
35	29.8.	-134.3	6.282	P<0.001	***
36	15.9.	-146.0	6.827	P<0.001	***