



Zemědělská
fakulta
Faculty
of Agriculture

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Bakalářská práce

Porovnání secích strojů v konvenčním a precizním zemědělství

Autor práce: Jan Baumruk

Vedoucí práce: Ing. Martin Filip

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

Podpis

Abstrakt

Zaměříme se na porovnání totožné soupravy, která je vybavena systémem řízení GPS. Při prvním pokusu bude souprava při vysévání pšenice ozimé řízena navigačním systémem, při druhém pokusu bude souprava řízena řidičem. U těchto pokusů budou změřeny všechny dostupné parametry. Z těchto parametrů bude vypočtena návratnost, výkonnost a ekonomika celé soupravy.

Klíčová slova: Secí stroj, precizní zemědělství, efektivita, GPS navigace

Abstract

We will focus on comparing the same set, which is equipped with a GPS control system. In the first attempt, the set will be controlled by the navigation system when sowing winter wheat, in the second attempt the set will be controlled by the driver. For these experiments, all available parameters will be measured. The return, performance and economy of the whole set will be calculated from these parameters.

Keywords: Seeder, precision agriculture, efficiency, GPS navigation

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Martinu Filipovi za přínosné rady, odborné konzultace a vedení práce. Dále děkuji farmě Baumruk za umožnění provedení pokusu a následné pomoci při sběru dat na jejich pozemku.

Obsah

Úvod.....	7
1 Secí stroje.....	8
1.1 Součásti secího stroje	8
1.1.1 Výsevní ústrojí	8
1.1.2 Rozdělovací hlava	10
1.1.3 Secí botky.....	12
1.1.4 Rám secího stroje	13
1.1.5 Zásobník.....	14
1.1.6 Semenovody.....	15
1.2 Kombinované setí.....	16
2 Precizní zemědělství.....	17
2.1 Zpracování půdy a založení porostu.....	17
2.2 Aplikační a geodetické přijímače	18
2.3 Sledování techniky pomocí GPS	19
2.4 Vícenásobné sledování satelitů	20
2.5 Opakovatelnost během sezóny	20
2.6 Dostupné signály	21
2.6.1 Egnos.....	21
2.6.2 SF1	21
2.6.3 SF3	21
2.6.4 RTK.....	21
2.7 Automatické otáčení na souvrati	22
3 Metodika	23
4 Výsledky	34
4.1 Pokus č.1 s použitím navigační sady.....	34

4.2	Pokus č.2 bez použití navigační sady	36
4.3	Ekonomické shrnutí navigačního systému	38
4.3.1	S využitím navigačního systému.....	38
4.3.2	Bez využití navigačního systému.....	39
4.3.3	Výše úspor s použitím navigačního systému	40
4.4	Porovnání výsledků	41
5	Diskuse.....	43
	Závěr	44
	Seznam použité literatury.....	45
	Seznam obrázků	48
	Seznam tabulek	49

Úvod

Za posledních 20 let zažívá precizní zemědělství veliký vzestup, především díky ekonomické stránce tohoto systému, která je primárním důvodem pořízení tohoto systému. Tato technologie je v současné době na takové úrovni že není problém několikátunový stroj řídit s přesností na 2 a půl centimetru. Také díky preciznosti práce, estetické stránce a především čím dál tím většímu útlumu lidí zaměstnaných v zemědělské výrobě. Tato technologie je aktuálním tématem nejen pro velké podniky, postupně se začíná prosazovat i u středních a menších podniků.

1 Secí stroje

Secí stroj má za úkol rovnoměrné rozmístění semen (osiva) dané plodiny po pozemku, tak aby byly mezi rostlinami stejné rozestupy, pro dostatečné množství vody, živin a světla. Pokud jsou tyto podmínky splněny, docílíme zmírnění potřeby likvidace nežádoucích rostlin. Tím dochází k ekonomické efektnosti, zároveň při perfektním rozložení rostlin dochází k značně většímu odnožování a tím i vyšším výnosům.

Secí stroj by měl podléhat přísným agrotechnickým požadavkům, např. přesnost výsevu, pravidelné rozložení semen při setí a schopnost dodržování stálého výsevu. Výsevní ústrojí musí být odolné vůči svažitosti pozemku, dále musí být přizpůsobivé ke změně jezdové rychlosti (musí mít variabilní výsevek) a především změnu hloubky setí. (Neubauer, 1989)

K nerovnoměrně zasetému porostu dochází zejména z důvodu špatně zvoleného způsobu jízdy a jiných podmínek. Abychom dosáhly rovnoměrnosti porostu musíme tomu uzpůsobit přípravu set'ového lůžka a vláhy. Pokud nejsou tyto podmínky splněny, dochází k zaplevelení pozemku a nežádoucímu zmlazování porostu, který poté při sklizni ovlivňuje vlhkost sklizeného zrna. (Roh et al., 1997)

1.1 Součásti secího stroje

Secí stroj je sestaven z těchto součástí: výsevní ústrojí, rozdělovací hlava, secí botky, rám a zásobník s vedením osiva. (Pottinger, 2020)

1.1.1 Výsevní ústrojí

Výsevní ústrojí se dělí na centrální, individuální a pro přesné setí. Individuální výsevní ústrojí se dnes používá jen zřídka, a to pro setí hrubších a hloubkově náročnějších plodin. Tyto druhy výsevních ústrojí pracují na principu otáčivého pohybu válečku, ve kterém jsou vyhloubeny otvory úměrně velké požadovanému druhu osiva. Tím dochází k přesnému dávkování semen. Mezi tyto typy výsevních ústrojí se řadí výsevní válečkové ústrojí s hroty (viz obr. 1), rýhovaným válečkem a s hladkým válečkem. (Kumhála et al., 2007)

Mezi mechanické výsevní ústrojí řadíme kotoučové, lžičkové, palcové a kartáčové. Kotoučové výsevní ústrojí využívá otvory umístěné po celém obvodu kotouče k dopravě a přesnému dávkování semen k setí. Lžičkové a palcové výsevní ústrojí jsou téměř identické až na záměnu segmentů, použitých na dopravu semen. Princip těchto

ústrojí spočívá ve dvou kotoučích, které jsou po obvodu vybaveny právě lžičkami nebo palci. Tyto segmenty pohybem vzhůru nabерou semeno a následně dojde k jejich vyklopení do připravené rýhy. Kartáčové ústrojí se skládá ze dvoukol vybavené kartáči. Jednoho s krátkými vlákny a druhého s dlouhými vlákny. Jako nastavení výsevku se zde používá regulační hradítko. (Neubauer, 1989)

Výsevní ústrojí odstředivé se používá výhradně u secích strojů, vybavených centrálním zásobníkem na osivo. Toto ústrojí se vyznačuje velmi dobrou přesností výsevku a minimálním poškozením semen. Nevýhodou tohoto ústrojí je fixní pojezdová rychlost a nemožnost rovnoměrného setí při bočním náklonu. (Kroupa et al., 2002)

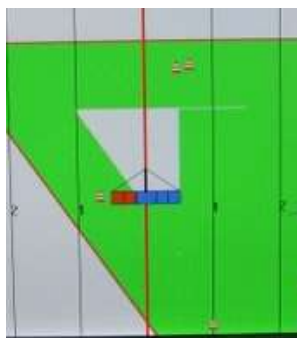
Pneumatické podtlakové výsevní ústrojí pracuje na principu kotouče s otvory, kde je způsoben podtlak. Tím je nasáto semeno a rotací dopraveno až do semenovodu, kde pomocí srovnání tlaků dojde k jeho upuštění do semenovodu. Mezi výsevní ústrojí pro přesné setí se řadí kotoučové, pneumatické podtlakové a lžičkové výsevní ústrojí. (Neubauer, 1989)



Obrázek 1: Válečkové výsevní ústrojí s hrotovým válečkem (bez válečku)

1.1.2 Rozdělovací hlava

Rozdělovací hlava má za úkol rovnoměrné rozložení osiva a hnojiva do všech semenovodů. U nových secích strojů je tato hlava vybavena elektronickými ventily přímo na semenovodu. Zde dochází k organizovanému zavírání jednotlivých semenovodů za účelem tvorby kolejových řádků, nebo k přesnému setí pomocí GPS, kde hlava postupně vypíná semenovody, aby nedošlo k vytváření přesetých klínů (viz obr. 2). (Lukas et al., 2011)



Obrázek 2: Vypínání sekcí (Agrall, 2020)

Pomocí velkoobjemového vedení vzduchu a osiva je možné použít na přepravu semen nižší rychlost, tímto lze docílit menšího poškození osiva. U rozdělovacích hlav platí čím větší průměr tím větší přesnost. U hlav zaměřených na osivo bývá průměr 70 cm, se zaměřením na osivo je dostatečná hlava o průměru 30 cm. Tyto jednotky jsou značně ovlivňovány záběrem. (Pottinger, 2020)

Kolejové řádky se vysévají z důvodu přesnější aplikace pevných a kapalných hnojiv na porost. (Rataj et al., 2014)

Rozdělovací hlava (viz obr. 3) je vybavena servomotory, které mohou ovládat zavření jednotných semenovodů. Tak se mohou vytvářet právě zmíněné kolejové řádky, nebo může docházet k postupnému vypínání záběru setí, aby nedošlo k nežádoucímu přesévání. Tato schopnost je především vázána na GPS systém, který s tímto umí pracovat. U této metody, kdy zavření jednotlivých semenovodů je přebytečné osivo odváděno zpět před hlavu, nedochází k žádnému ušetření osiva, jak si mnoho lidí myslí. (Pottinger, 2020)



Obrázek 3: Rozdělovací hlava

1.1.3 Secí botky

Secí botky mají za úkol narušit souvislou vrstvu půdy a zapravit osivo do požadované hloubky, která se pohybuje v rozmezí od 1 cm do 10 cm. Botka nesmí narušit spodní část seťového lůžka, které musí zůstat neporušené a utužené, proto je tak důležité nechat půdu po orbě slehnout. (Neubauer, 1989)

Secí stroj musí být adekvátně těžký, aby bylo možné dostat botky dostatečně do hloubky i přes výskyt rostlinných zbytků v půdě, které tuto práci značně sťažují. Z tohoto důvodu jsou botky vybaveny stěrkami a klapkami jako pojistka při zacpání. (Kroupa et al., 2002)

Novodobé secí stroje jsou vybaveny kotoučovými botkami, které disponují dobrou kultivační schopností a tím dochází ke zvýšení kvality připravené půdy. Vyšší kvalita připravené půdy slouží pro lepší vzcházení rostlin, díky zachování půdní vlhkosti a struktury půdy. (Agrall, 2020)

Za každou secí botkou (viz obr. 4) je umístěno přitlačné gumové kolečko, které slouží k opětovnému zatlačení půdy, aby nedocházelo k vytváření vzduchových bublin okolo semen. (Pottinger, 2020)

Secí botky dělíme na radličkové a kotoučové. Radličkové botky se dále dělí na radličkové botky s tupým úhlem záběru a s ostrým úhlem záběru. Tento typ byl výrazně používán na starších secích strojích. Kotoučové botky jsou děleny na jednokotoučové, dvoukotoučové a tříkotoučové. Tyto botky jsou posledních 15 let používány z důvodu lepší dosažení hloubky, menší opotřebitelnosti a nejsou tolik náchylné na zalepování. (Agrall, 2020)



Obrázek 4: Disková secí botka se zavlačovačem

1.1.4 Rám secího stroje

Nosná část secího stroje (viz obr. 5) je konstruována podle způsobu agregace za traktor:

Přívěsné secí stroje vybavené podvozkem se dvěma nebo více nápravami, agregace secího stroje je do závěsu traktoru.

Tyto stroje se dnes v české republice příliš nevyužívají, v zahraničí, kde je možné využít jejich velký záběr (dříve 6-12 m, dnes 12-36 m). Jejich velkou výhodou je energetická nenáročnost výkonu.

Návěsné (podvozek s jednou nápravou) agregace do závěsu nebo ramen traktoru. Dnes velmi často využívané, použití při větších záběrech (3-12 m).

Nesené (bez náprav) agregace pomocí tříbodového závěsu, tento typ agregace se používá především u menších záběrů, kvůli hmotnosti secích strojů (2-4,5 m). U těchto typů stroje se agreguje traktor hmotnostně, ne výkonnostně.

(Agrall, 2020)



Obrázek 5: Rám secího stroje

1.1.5 Zásobník

Zásobník slouží na secím stroji jako zdroj osiva při práci. Dělíme na dva druhy:

Centrální zásobník, který je používám u nepřesných výsevních ústrojí.

Tento zásobník má objem od 0,5 do 5 m³ podle konstrukce stroje. Součástí zásobníku je čechrač, který otáčivým pohybem zabraňuje vzniku klenby a zajistí tak rovnoměrné zásobení výsevního ústrojí osivem.

Individuální zásobník, tyto zásobníky se osazují na secí stroje s přesným výsevkem. Na stroji je osazeno tolik zásobníků, kolik má secí stroj botek (na jednu botku jeden zásobník, výjimkou může být jeden zásobník na dvě secí botky). Tyto zásobníky mají obsah velmi často uzpůsobený velikosti jedné výsevní jednotky. (Pottinger, 2020)

1.1.6 Semenovody

Semenovody (viz obr. 6) na secím stroji slouží k dopravě osiva mezi výsevním ústrojím a secí botkou. Agrotechnické požadavky na semenovody jsou: dobrá pevnost, vzduchotěsnost, odolnost proti otěru a ohebnost (při přizvednutí secího ústrojí dochází k ohýbání nebo u teleskopických semenovodů k zasunutí semenovodů). Druhy semenovodů jsou hadicové, teleskopické, plechové, umělohmotné a šroubovité. (Agromannual, 2022)



Obrázek 6: Hadicové semenovody

1.2 Kombinované setí

Kombinované secí stroje mohou obsahovat i integrovaný výsevní systém hnojiva, který přísívá hnojivo mezi 2 řádky s osivem. Tímto je docíleno precizního rozdělení hnojiva mezi řádky, a tím se dvě semena dělí o kuličku hnojiva. Díky tomuto efekt- nímu hnojení je potřeba pouze 2/3 hnojiva na stejný výsledek, na rozdíl od hnojení po setí, které se aplikuje na plocho. (Agrall, 2020)

Kombinovaný secí stroj je vybaven nezávislým nastavením hloubky ukládání osiva i hnojiva. Zpravidla se hnojivo aplikuje těsně pod osivo. Tím je docíleno ideál- ních startovacích podmínek, protože semeno dostane živiny daleko dřív, efektněji a ve větší síle než u hnojení po setí. (Hůla a Mayer, 1999)

2 Precizní zemědělství

Precizní zemědělství se začalo rozvíjet na přelomu osmdesátých a devadesátých let dvacátého století. Tento pojem je veřejnosti znám jako použití nových metod efektivního zemědělství. (Pastorek, 2002)

Precizní zemědělství je definováno jako využívání pokrokových technologií spojených s vyspělou zemědělskou činností. V tomto směru je nejdůležitějším ohledem práce s informacemi a jejich následnou odezvou. Plocha obhospodařovatelných pozemků se nepatrně zmenšuje z důvodu zastavování zemědělských ploch městy. Z tohoto důvodu musí být zefektivněno pěstování plodin na tu míru, abychom byli schopni vyrobit výstupní suroviny, která jsou potřeba pro výrobu potřebného množství výrobků. (Rataj et al., 2014)

Tyto technologie musí být sestaveny tak, aby se přizpůsobily podmínkám na současných pozemcích. Princip spočívá na přesném zjištění informací a následnou okamžitou reakci na způsobený problém. (Agri-precision, 2020)

2.1 Zpracování půdy a založení porostu

Pro založení porostu je potřebné připravit ideální podmínky pro růst a vývoj rostlin z důvodů dosažení nejlepších výsledků. Dalším a nemalým faktorem precizního zemědělství je právě efektivnost a ekonomika celé firmy.

Konvenční zpracování půdy zle nazývat technologií zaorávání rostlinných zbytků nebo jakékoli biomasy zpět do půdy s důsledkem, že tato biomasa slouží jako následné hnojení. Dále máme bezorebnou technologii, kterou nazýváme minimalizace.

Zpracování půdy je zvoleno podle půdních a klimatických podmínek. Záleží také na požadavcích plodiny na kvalitu zpracování půdy. Cílem těchto zákroků je uzpůsobit půdu pro semeno co nejpřirozeněji pro následný růst. Předset'ové lůžko by mělo mít utužené dno a nemělo by obsahovat příliš mnoho mezer vzduchu mezi půdou.

V dnešní době se redukuje zhutňování půdy. Díky tomu je možné použít hloubkové zpracování půdy pouze tam, kde je to potřeba. Specificky to znamená souvat' a kolejové řádky. (Pottinger, 2020)

2.2 Aplikační a geodetické přijímače

GNSS přijímač (viz obr. 7) se používá v civilním, vojenském a geodetickém odvětví. Dále ho lze použít k synchronizaci času. Tento přijímač je vybaven anténou, mikroprocesorem, komunikační jednotkou, zdrojem napětí a paměťovým diskem. Použití je k foto mapám, které mají určené body, aby se data shodovali. (Steiner a Černý, 2006)



Obrázek 7: Starfire 6000 (John Deere, 2020)

2.3 Sledování techniky pomocí GPS

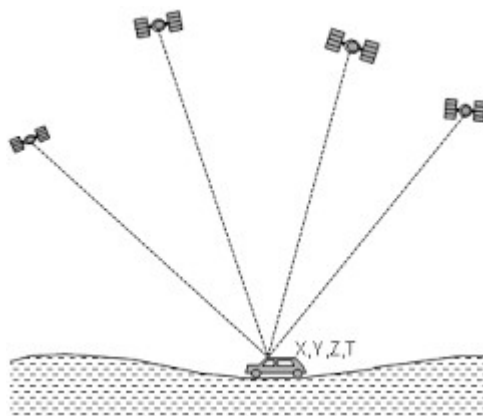
Zemědělská technika může být monitorována za účelem získání přesných informací o lokalitě a výkonu práce (viz obr. 8). Tato technologie umožňuje kontrolu více strojů na jednou, které jsou zaznamenány v rozhraní od výrobce nebo přímo na katastrální mapě LPIS. Součástí tohoto rozhraní je také elektronická kniha jízd, do ní se zapisují ostatní informace o pohybu stroje jako např. spotřeba, aktivita stroje a ujetá vzdálenost. Všechny tyto informace jsou odeslány z traktoru pomocí GPS přímo do uživatelského rozhraní, kde je vše přehledně vidět. Pomocí tohoto systému je také možné kdykoli traktor dohledat např. při krádeži. (Kovář, 2016)



Obrázek 8: Sledování techniky pomocí GPS (John Deere, 2020)

2.4 Vícenásobné sledování satelitů

Antény navigačních systémů jsou schopny sledovat až 4 korekční satelity najednou (viz obr. 9). Tento systém tak zlepšuje přesnost s porovnáním od předchozích verzí až trojnásobně. Rovněž jde i o lepší dostupnost signálu. Tyto antény jsou schopny při zhoršení kvality signálu dohledat jiný satelit, který nabízí lepší kvalitu signálu a přepnout signál, bez přerušení navádění. (Hexagon, 2020)



Obrázek 9: Vícenásobné sledování (Hexagon, 2020)

2.5 Opakovatelnost během sezóny

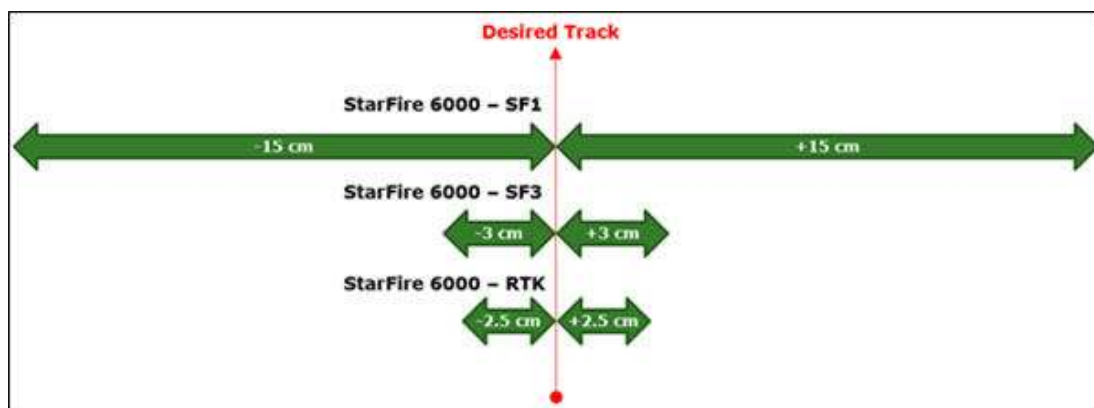
U placených signálů je možné využít funkci zachování linií po dobu devíti měsíců. Tento systém tedy umožní jezdit v kolejkách, které byly použity při setí a lze je použít např. při sklizni. Zde je nutné mít vybavení, které má tentýž záběr, nebo musí být záběr dělitelný např. (příprava setí 12 m, secí stroj 6 m, postřikovač 36 m a sklízecí mlátička s adaptérem 12 nebo 6 m). (John Deere, 2020)

2.6 Dostupné signály

Pomocí níže uvedených signálů je možné určit polohu a přesný čas, kdekoli na zemi (pokud je tento signál dostupný). (Hexagon, 2021)

Na trhu jsou dostupné 4 řady signálů (viz obr. 10).

Tyto signály se dělí podle přesnosti, ceny, opakovatelnosti a různých programů. (John Deere, 2020)



Obrázek 10: Signály (John Deere, 2020)

2.6.1 Egnos

Přesnost mezi přejezdy 40 cm, tento signál se používá při práci jako je ošetřování rostlin nebo sečení píce. Je dostupný bez poplatků. (John Deere, 2020)

2.6.2 SF1

Přesnost mezi přejezdy 15 cm, vícenásobné sledování satelitů a modul pro kompenzaci terénních nerovností (TCM). Funguje s družicemi GLONASS a je bez poplatků. (John Deere, 2020)

2.6.3 SF3

Přesnost mezi přejezdy 3 cm. Tato přesnost je dosažena po třiceti minutách od spuštění navigace, devítiměsíční opakovatelnost, upgradovatelnost, vícenásobné sledování a TCM modul. Tento signál je placený 56 € za měsíc. (John Deere, 2020)

2.6.4 RTK

Přesnost mezi přejezdy 2,5cm. Tato přesnost je dostupná do jedné minuty, obsahuje stejnou výbavu jako signál SF3 s možností připojení automatického otáčení na souvrati, tento signál využívá vlastní stanici, která je umístěna v areálu podniku. Z tohoto

důvodu není signál placený. Pořízení je ovšem velmi nákladné (podle výbavy navigace a traktoru, cena se pohybuje okolo 500 000,- Kč). (Hexagon, 2020)

2.7 Automatické otáčení na souvrati

Tato možnost je pouze pro traktory vyšších výkonnostních kategorií (200-700 koní). Tento systém nahrazuje řidiče při otáčení soupravy na souvrati (viz obr. 11). Kompatibilita se systémem ISOBUS umožní systému ovládat traktor i stroj, který je s traktorem agregován. (John Deere, 2020)



Obrázek 11: Automatické otáčení na souvrati (John Deere, 2020)

3 Metodika

Hlavním cílem této práce bude: porovnání technologie precizního a konvenčního způsobu setí, použitý na pšenici ozimou, dále také ekonomika práce, plošná výkonnost, časová náročnost, spotřeba pohonných hmot a osiva. Tyto hodnoty budou získány z pokusu, který byl navržen k dosažení výsledků za naprosto stejných podmínek.

Pokus bude prováděn s navigací značky John Deere. Jedná se o sadu Auto Trac Universal 300, universální demontovatelnou sadou. Součástí této sady je přijímač Greenstar 6000 s možností rozšíření signálu na SF3 s přesností 3 cm a RTK s přesností 2,5cm. V tomto pokusu bude použit signál SF1 s přesností 15 cm. Součástí sady je automatické řízení Atu 300 řešeno volantem s integrovaným elektrickým motorem. Zmíněný volant se používá pouze o méně vybavených nebo výkonnostně slabších traktorů, u kterých není předpřipravené hydraulické řízení. Volant slouží k navádění traktoru na linku. Poslední částí této sady je displej s označením 4640, sloužící k nastavení pohybu po poli a dalších důležitých věcí.

Tato sada je namontována na traktoru značky Case IH, modelové řadě puma o výkonu 123 kW (165 k). Traktor bude agregován se secím strojem Pöttinger Terrasem R3 se záběrem 3 m (viz obr. 13). Tento stroj je primárně využíván k setí bez přípravy seťového lůžka, lze ho ale také použít i na setí s přípravou seťového lůžka a k obnově trvalých travních porostů. Tato souprava je ve vlastnictví farmy Baumruk, hospodaří na ploše 170 ha. Farma se nachází na jižním Plzeňsku, v nadmořské výšce 400-580 m. Půdní fond činí ze 42 % ornou půdu, u ostatních ploch se jedná o trvalý travní porost. Primárně jsou v osevním postupu zahrnuty obiloviny. Z důvodu dotačních titulů je nutno zahrnout i bílkovinné plodiny. Z obilovin je to ječmen ozimý, pšenice ozimá, triticales ozimé a oves setý. Jako bílkovinné plodiny jsou využívány jen jetel luční a hrách setý. Zmíněným strojem je ročně zasetá celá výměra, což činí 70 ha. Další 100 ha je naseto na zemědělských službách. Při porovnávání bude na části pozemku použito navádění stroje pomocí navigace. Na druhé části vzhledem k absenci znamenáku (kvůli malému záběru stroje) bude použit pouze řidičův odhad k návaznosti na předchozí jízdu.

Při pokusu bude zjištěna celková spotřeba pohonných hmot (tato hodnota bude měřena palubním počítačem stroje) na první a druhou část pokusu. Z této hodnoty bude dále možné vypočítat spotřebu na hektar. Bude změřena celková doba potřebná k zasetí obou částí pole, z čehož půjde vypočítat výkonnost a spotřeba za hodinu.

Pokusy jsou navrženy na měření v co nejkratším intervalu z důvodu ovlivnění vnějšími živly jako je např. déšť, mlha nebo promočení půdy. Bylo by tedy vhodné pro pokus vybrat dané období kdy, je sucho a není počasí které by negativně ovlivnilo měření.

Stroj je vybavený diskovou přípravou půdy bude a u obou pokusů nastavena stejná hloubka zpracování, aby nedošlo ke zkreslení výsledku, a to 10 cm. Pokus bude prováděn na pozemku označeném dle LPISu 2602/13 (820-1090) v lokalitě Plzeň jih. Nachází se zde kamenito-hlinitá půda, pozemek má výměru 13,31 ha. Pozemek je rovný a za předpokladu příznivých podmínek by nemělo docházet k prokluzu kol. Tento pozemek je na LPIS zanesen pomocí navigace, tudíž je zamezeno vytváření klínů na obou stranách. Nepravidelná část pozemku bude zasetá mimo měření a nebude do pokusů zanesena (viz obr. 12).



Obrázek 12: Půdní blok pokusu

Vyznačený pozemek bude rozdělen na dvě stejné poloviny (pomocí pásma), aby došlo k co nejpresnějšímu měření. Část pozemku je oříznuta tak, aby byl naprosto symetrická a obě strany měly naprosto stejné podmínky. Pozemek na obou stranách měří

420 m, na šířku má pozemek na obou stranách 300 m, na jedno pokusné pole tedy odpovídá rozměr pole 420x150 m. Nenacházejí se zde žádné močály a reliéf krajiny je stejně svažité a zkameněný.

Na pozemku budou vysévány kolejové řádky pro postřikovač se záběrem 18 m, což odpovídá každé šesté jízdě secím strojem. Kolejové řádky budou sety v návaznosti mezi pokusnými poli. Tím může dojít k nepatrnému zkreslení výsledku, pokud při započítání druhého pokusu by se nezačalo kolejovým řádkem při čtvrté jízdě. Z důvodu složitosti výpočtů a malému vlivu spotřeby osiva, bude tento faktor zanedbán.

Před započítáním pokusu bude probíhat kontrola konstrukčního záběru. Výrobce udává záběr ne vždy přesný a mnohdy bývá zaokrouhlen. Pro pokus je zvolena výměra, která odpovídá padesáti přejezdům (150 m) v délce 420 m.

Vzhledem k tomu že traktor je vybavený převodovkou CVX (plynulá převodovka), bude rychlost nastavena na 12,5 km/h. Tato rychlost by měla být redukována přímo traktorem. Rychlost na souvrati bude zvolena řidičem přímo při pokusu. Vzhledem k rovnoměrnosti pole by se při pokusu neměla téměř lišit, proto s touto hodnotou nebude počítáno.

Veškerá data budou nahrávána do palubního počítače traktoru, který slouží zároveň jako palubní a ovládací panel pro secí soupravu.

Vzhledem k naměřené hodnotě šířky pole pásmem činící 150 m, by mělo dojít k 50 jízdám sečky, podle počtu přejezdů bude zjištěn efektivní záběr secího stroje.

Celková spotřeba pohonných hmot bude zaznamenána palubním počítačem integrovaným v traktoru. Tato hodnota bude měřena počínaje prvním zahloubením po poslední vyhloubení stroje na pokusném poli. Nakonec bude zapsána a resetována pro druhý pokus, kde bude prováděno měření stejně jako u pokusu číslo jedna.

Nastavení výsevku je stanoveno 200 kg na 1 ha. Výměra pokusného pozemku je 6,3 ha, z těchto hodnot bude možné vypočítat spotřebované množství osiva. Měření potřebného množství osiva bude prováděno nasypáním tří vaků osiva do zásobníku. Po skončení práce na prvním i druhém pokusu bude zváženo zbylé množství. Z těchto hodnot bude možné vypočítat celkovou spotřebu osiva na pokus.

Vzhledem k tomu že navigace využívá neplacený signál není tudíž třeba počítat roční náklady na provoz navigace.

Při výpočtu nákladů na zaměstnance bude kalkulováno s částkou 200 Kč na 1 hod.

Navigace je používána i při dalších zemědělských pracích, takže nemůžeme tedy počítat s celou pořizovací cenou navigace. Z tohoto důvodu budeme počítat jen s třetinou pořizovací ceny, tedy 240 000,- Kč, což činí 80 000,- Kč pro výpočet.



Obrázek 13: Secí stroj při pokusu

Výsledné hodnoty lze vypočíst z těchto vzorců.

Celková zpracovaná plocha lze vyjádřit jako součin délky a šířky pozemku, pro následné vypočtení v Ha je třeba vycházet z podílu 10000, tento vzorec je uveden pod číslem 1.

(1)

$$S = \frac{d \cdot L}{10000}$$

Kde:

S = celková zpracovaná plocha [ha],

d = délka pole [m],

L = šířka pole [m].

Výkonnost stroje lze vyjádřit jako podíl celkové zpracované plochy a celkového času, tento vzorec je uveden pod číslem 2.

(2)

$$P = \frac{t}{S}$$

Kde:

P = výkonnost soupravy [ha · h⁻¹],

t = naměřený čas [s],

S = celková zpracovaná plocha [ha].

Poplatek na zaměstnance za odpracovaný hektar lze vyjádřit jako podíl hodinové mzdy zaměstnance a skutečné plošné výkonnosti, tento vzorec je uveden pod číslem 3.

(3)

$$jNz = \frac{M}{P}$$

Kde:

jNz = poplatek na zaměstnance za odpracovaný hektar [Kč · ha⁻¹],

M = poplatek na zaměstnance za odpracovanou hodinu [Kč · h⁻¹],

P = výkonnost soupravy [ha · h⁻¹].

Reálný záběr stroje lze vyjádřit jako podíl celkové šířky a počet jízd soupravy, tento vzorec je uveden pod číslem 4.

(4)

$$Z = \frac{L}{n}$$

Kde:

Z = reálný záběr stroje [m],

L = šířka pole [m],

n = celkový počet přejezdů

Odchylka reálného záběru od konstrukčního lze vyjádřit jako rozdíl efektivního pracovního záběru od konstrukčního záběru stroje, tento vzorec je uveden pod číslem 5.

(5)

$$Od = Kz - Z$$

Kde:

Od = odchylka reálného záběru od konstrukčního [m],

Z = reálný záběr stroje [m],

Kz = konstrukční záběr [m].

Součinitel využití záběru lze vyjádřit jako podíl průměrného pracovního záběru a konstrukčního pracovního záběru, tento vzorec je uveden pod číslem 6.

(6)

$$\beta = \frac{Z}{Kz}$$

Kde:

β = součinitel využití záběru

Z = reálný záběr stroje [m],

Kz = konstrukční záběr [m].

Spotřeba paliva na hektar lze vyjádřit jako podíl spotřeby pohonných hmot a celkové zpracované plochy, tento vzorec je uveden pod číslem 7.

(7)

$$Q_{ha} = \frac{P}{S}$$

Kde:

Q_{ha} = spotřeba paliva na hektar [l · ha⁻¹],

P = spotřeba paliva [l],

S = celková zpracovaná plocha [ha].

Spotřeba osiva na hektar lze vyjádřit jako součin celkové potřeby osiva a 10000 a následně podíl s celkovou zpracovanou plochou, tento vzorec je uveden pod číslem 8.

(8)

$$Q_{osha} = \frac{cSo \cdot 10000}{S}$$

Kde:

cSo = spotřeba osiva na pokus [kg],

Q_{osha} = spotřeba osiva na hektar [kg · ha⁻¹],

S = celková zpracovaná plocha [ha].

Náklady na palivo za hektar lze vyjádřit jako součin ceny pohonných hmot a spotřeby paliva na hektar, tento vzorec je uveden pod číslem 9.

(9)

$$jNp = Q_{ha} \cdot Cp$$

Kde:

jNp = náklady na palivo za hektar [Kč · ha⁻¹],

Q_{ha} = spotřeba paliva na hektar [l · ha⁻¹],

Cp = cena paliva [Kč · l⁻¹].

Aktuální kupní cena pohonných hmot je 28,60 Kč/l, proto bude i nadále počítáno s touto částkou.

Poplatek na zaměstnance za odpracovaný hektar lze vyjádřit jako podíl hodinové mzdy a skutečné plošné výkonnosti, tento vzorec je uveden pod číslem 10.

(10)

$$jNz = \frac{M}{P}$$

Kde:

jNz = poplatek na zaměstnance za odpracovaný hektar [Kč · ha⁻¹],

M = poplatek na zaměstnance za odpracovanou hodinu [Kč · h⁻¹],

P = výkonnost soupravy [ha · h⁻¹].

Náklady na osivo za hektar lze vyjádřit jako součin spotřeby osiva na hektar a ceny osiva, tento vzorec je uveden pod číslem 11.

(11)

$$jNo = Q_{osha} \cdot Co$$

Kde:

jNo = náklady na osivo za hektar [Kč · ha⁻¹],

Q_{osha} = spotřeba osiva na hektar [kg · ha⁻¹],

Co = cena osiva [Kč · kg⁻¹].

Aktuální kupní cena osiva je 10,6 Kč za kilogram, proto bude i nadále počítáno s touto hodnotou

Celkové roční náklady lze vyjádřit jako součin celkových jednotkových nákladů a roční využití soupravy, tento vzorec je uveden pod číslem 12.

(12)

$$crN = Cjn \cdot S_{rok}$$

Kde:

crN = celkové roční náklady [Kč · rok⁻¹],

Cjn = celkové náklady na hektar [Kč · ha⁻¹],

S_{rok} = roční využití soupravy [ha].

Celkové náklady na hektar lze vyjádřit jako součet jednotkových nákladů na pohonné hmoty, mzdu zaměstnance a osiva, tento vzorec je uveden pod číslem 13.

(13)

$$C_{jn} = jN_p + jN_z + jN_o$$

Kde:

C_{jn} = celkové náklady na hektar	[Kč · ha ⁻¹],
jN_p = náklady na palivo za hektar	[Kč · ha ⁻¹],
jN_z = poplatek na zaměstnance za odpracovaný hektar	[Kč · ha ⁻¹],
jN_o = náklady na osivo za hektar	[Kč · ha ⁻¹].

Rozdíl ve spotřebě paliva lze vyjádřit jako součin spotřeby paliva na hektar a uvažované roční využití, pro každý rok a následný rozdíl hodnot, tento vzorec je uveden pod číslem 14.

(14)

$$R_p = Q_{ha2} \cdot S_{rok2} - Q_{ha1} \cdot S_{rok1}$$

Kde:

R_p = rozdíl ve spotřebě paliva	[l],
Q_{ha1} = spotřeba paliva na jeden hektar s GPS	[l],
Q_{ha2} = spotřeba paliva na jeden hektar bez GPS	[l],
S_{rok1} = roční využití soupravy (pokus 1)	[ha · rok ⁻¹],
S_{rok2} = roční využití soupravy (pokus 2)	[ha · rok ⁻¹].

Rozdíl v nákladech na palivo lze vyjádřit jako součin ceny pohonných hmot a rozdílu ve spotřebě, tento vzorec je uveden pod číslem 15.

(15)

$$rN_p = R_p \cdot C_p$$

Kde:

rN_p = rozdíl v nákladech na palivo	[l],
R_p = rozdíl ve spotřebě paliva	[l],
C_p = cena paliva	[Kč · l ⁻¹].

Roční úspora osiva lze vyjádřit jako součin celkových počtů hektarů a celkové spotřeby osiva pro každý rok, poté následný rozdíl hodnot, tento vzorec je uveden pod číslem 16.

(16)

$$rUo = X \cdot Q_{osha1} - X \cdot Q_{osha2}$$

Kde:

rUo	= roční úspora osiva	$[\text{kg} \cdot \text{rok}^{-1}]$,
X	= celkový počet hektarů	$[\text{ha}]$,
Q_{osha1}	= spotřeba osiva na hektar (pokus 1)	$[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}]$,
Q_{osha2}	= spotřeba osiva na hektar (pokus 2)	$[\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}]$.

Rozdíl v nákladech na zaměstnance lze vyjádřit jako součin roční úspory času a hodinové mzdy zaměstnance, tento vzorec je uveden pod číslem 17.

(17)

$$rNz = rUc \cdot M$$

Kde:

rNz	= rozdíl v nákladech na zaměstnance	$[\text{Kč}]$,
rUc	= roční úspora času	$[\text{h} \cdot \text{rok}^{-1}]$,
M	= poplatek na zaměstnance za odpracovanou hodinu	$[\text{Kč} \cdot \text{h}^{-1}]$.

Roční rozdíl provozních nákladů lze vyjádřit jako součet rozdílů v nákladech na pohonné hmoty a zaměstnance, tento vzorec je uveden pod číslem 18.

(18)

$$rrpN = rNp + rNz$$

Kde:

$rrpN$	= roční rozdíl provozních nákladů	$[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$,
rNp	= rozdíl v nákladech na palivo	$[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$,
rNz	= rozdíl v nákladech na zaměstnance	$[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$.

Celkový rozdíl ročních nákladů lze vyjádřit jako rozdíl celkových ročních nákladů na soupravu s a bez GPS, tento vzorec je uveden pod číslem 19.

(19)

$$\text{crrN} = \text{crN} - \text{crN}_{\text{gps}}$$

Kde:

crrN = celkový rozdíl ročních nákladů [Kč · rok⁻¹],

crN = celkové roční náklady soupravy bez GPS [Kč · rok⁻¹],

crN_{gps} = celkové roční náklady soupravy s GPS [Kč · rok⁻¹].

Roční úspora času lze vyjádřit jako podíl celkových hektarů a skutečné plošné výkonnosti pro všechny roky, poté následný rozdíl hodnot, tento vzorec je uveden pod číslem 20.

(20)

$$\text{rUc} = \frac{X}{P2} - \frac{X}{P1}$$

Kde:

rUc = Roční úspora času [h · rok⁻¹],

X = celkový počet hektarů [ha],

$P 1$ = výkonnost soupravy (pokus 1) [ha · h⁻¹],

$P 2$ = výkonnost soupravy (pokus 2) [ha · h⁻¹].

4 Výsledky

Pokus probíhal při setí pšenice ozimé ve dne 23.9. 2021. Hloubka setí byla nastavena na 3 cm a pomocí palubního počítače byla naměřena teplota vzduchu 19 °C. Bylo polojasno a mírný vítr. Půda byla vyschlá a slehlá díky dostatečné době odstupu od orby. Pozemek byl pouze zorán a nebyl nijak připraven předset'ovou technologií.

4.1 Pokus č.1 s použitím navigační sady

Naměřené hodnoty:

Tabulka 1: Naměřené hodnoty s GPS

čas	3,70	[h]
celková spotřeba	54,18	[l]
Potřebné množství osiva	1260,00	[kg]
Počet jízd	50	

Celková zpracovaná plocha

$$S = \frac{420 \cdot 150}{10000}$$

$$= 6,3 \text{ [ha]}$$

Výkonnost soupravy

$$P = \frac{1}{3,7} \cdot 6,3$$

$$= 1,7 \text{ [ha} \cdot \text{h}^{-1}\text{]}$$

Reálný záběr stroje

$$Z = \frac{150}{50}$$

$$= 3 \text{ [m]}$$

Odchylka reálného záběru od konstrukčního

$$Od = 3 - 3$$

$$= \mathbf{0 \text{ [m]}}$$

Součinitel využití záběru

$$\beta = \frac{3}{3}$$

$$= \mathbf{1}$$

Spotřeba paliva na hektar

$$Q_{\text{ha}} = \frac{54,18}{6,3}$$

$$= \mathbf{8,6 \text{ [l} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}}$$

Spotřeba osiva na hektar

$$Q_{\text{osha}} = \frac{1260 \cdot 10000}{63000}$$

$$= \mathbf{200 \text{ [kg} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}}$$

4.2 Pokus č.2 bez použití navigační sady

Naměřené hodnoty:

Tabulka 2: Naměřené hodnoty bez GPS

čas	4,50 [h]
Celková spotřeba	68,30 [l]
Potřebné množství osiva	1417,50 [kg]
Počet jízd	57

Celková zpracovaná plocha soupravy

$$S = \frac{420 \cdot 150}{10000}$$

$$= \mathbf{6,3 \text{ [ha]}}$$

Plošná výkonnost stroje

$$P = \frac{1}{4,5} \cdot 6,3$$

$$= \mathbf{1,4 \text{ [ha} \cdot \text{h}^{-1}\text{]}}$$

Průměrný efektivní pracovní záběr

$$Z = \frac{150}{57}$$

$$= \mathbf{2,63 \text{ [m]}}$$

Odchylka pracovního záběru od záběru konstrukčního

$$\begin{aligned} \text{Od} &= 3 - 2,63 \\ &= \mathbf{0,37 \text{ [m]}} \end{aligned}$$

Součinitel využití pracovního záběru stroje

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{2,63}{3} \\ &= \mathbf{0,876} \end{aligned}$$

Spotřeba paliva na zpracovaný hektar

$$\begin{aligned} Q_{\text{ha}} &= \frac{68,3}{6,3} \\ &= \mathbf{10,84 \text{ [l} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}} \end{aligned}$$

Celková potřeba osiva na hektar

$$\begin{aligned} Q_{\text{osha}} &= \frac{1417,5 \cdot 10000}{63000} \\ &= \mathbf{225 \text{ [kg} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}} \end{aligned}$$

4.3 Ekonomické shrnutí navigačního systému

4.3.1 S využitím navigačního systému

Jednotné náklady na pohonné hmoty

$$\begin{aligned}jNp &= 8,6 \cdot 28,6 \\ &= \mathbf{245,96 \text{ [Kč} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}}\end{aligned}$$

Náklady na mzdu zaměstnance na jeden zasetý hektar

$$\begin{aligned}jNz &= \frac{200}{1,7} \\ &= \mathbf{117,65 \text{ [Kč} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}}\end{aligned}$$

Jednotné náklady na osivo

$$\begin{aligned}jNo &= 200 \cdot 10,6 \\ &= \mathbf{2120 \text{ [Kč} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}}\end{aligned}$$

Celkové náklady na jeden zasetý hektar

$$\begin{aligned}cjN &= 245,96 + 117,65 + 2120 \\ &= \mathbf{2483,61 \text{ [Kč} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}}\end{aligned}$$

Celkové roční náklady na soupravu

$$\begin{aligned}crN &= 2483,61 \cdot 170 \\ &= \mathbf{422\,213,7 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}\text{]}}\end{aligned}$$

4.3.2 Bez využití navigačního systému

Jednotné náklady na pohonné hmoty

$$\begin{aligned}jNp &= 10,84 \cdot 28,6 \\ &= \mathbf{310 \text{ [Kč} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}}\end{aligned}$$

Náklady na mzdu zaměstnance na jeden zasetý hektar

$$\begin{aligned}jNz &= \frac{200}{1,4} \\ &= \mathbf{142,86 \text{ [Kč} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}}\end{aligned}$$

Jednotné náklady na osivo

$$\begin{aligned}jNo &= 225 \cdot 10,6 \\ &= \mathbf{2385 \text{ [Kč} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}}\end{aligned}$$

Celkové náklady na jeden zasetý hektar

$$\begin{aligned}cjN &= 310 + 142,86 + 2385 \\ &= \mathbf{2837,86 \text{ [Kč} \cdot \text{ha}^{-1}\text{]}}\end{aligned}$$

Celkové roční náklady na soupravu

$$\begin{aligned}crN &= 2837,86 \cdot 170 \\ &= \mathbf{482\,435,7 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}\text{]}}\end{aligned}$$

4.3.3 Výše úspor s použitím navigačního systému

Rozdíl ve spotřebě paliva s využitím GPS a bez využití

$$\begin{aligned} R_p &= 10,84 \cdot 170 - 8,6 \cdot 170 \\ &= \mathbf{380,8 \text{ [l} \cdot \text{rok}^{-1}\text{]}} \end{aligned}$$

Rozdíl v nákladech na pohonné hmoty

$$\begin{aligned} rN_p &= 380,8 \cdot 28,6 \\ &= \mathbf{10\,890,88 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}\text{]}} \end{aligned}$$

Roční úspora času

$$\begin{aligned} t &= \frac{170}{1,7} - \frac{170}{1,4} \\ &= \mathbf{21,43 \text{ [h} \cdot \text{rok}^{-1}\text{]}} \end{aligned}$$

Roční úspora osiva

$$\begin{aligned} rU_o &= 170 \cdot 225 - 170 \cdot 200 \\ &= \mathbf{4250 \text{ [kg} \cdot \text{rok}^{-1}\text{]}} \end{aligned}$$

Roční úspora v nákladech na plat zaměstnance

$$\begin{aligned} rN_z &= 21,43 \cdot 200 \\ &= \mathbf{4286 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}\text{]}} \end{aligned}$$

Rozdíl ročních provozních nákladů soupravy při plánovaném ročním využití

$$\begin{aligned} rrp_N &= 10898,88 + 4286 \\ &= \mathbf{15\,176,88 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}\text{]}} \end{aligned}$$

Celkový rozdíl nákladů s využitím a bez využití GPS

$$\begin{aligned} crr_N &= 482\,435,7 - 422\,213,7 \\ &= \mathbf{60\,222 \text{ [Kč} \cdot \text{rok}^{-1}\text{]}} \end{aligned}$$

4.4 Porovnání výsledků

V dále dodaných tabulkách je přehled kolik navigační systém uspoří času a peněz.

Dále je také ušetřeno mnoho práce a tím i opotřebení strojů.

Tabulka 3: Porovnání

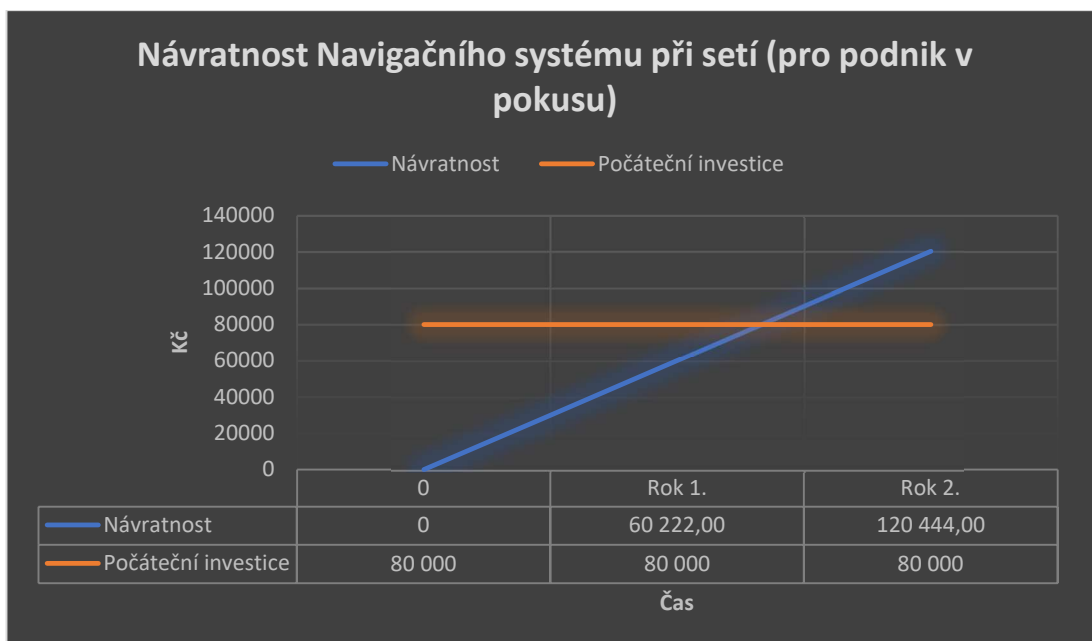
	bez GPS	s GPS
Skutečná plošná výkonnost $P = [\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}]$	1,4	1,7
Spotřeba paliva na hektar $Q_{\text{ha}} = [\text{l} \cdot \text{ha}^{-1}]$	10,84	8,60
Průměrný efektivní pracovní záběr $Z = [\text{m}]$	2,63	3,00
Průměrná odchylka záběru $O_d = [\text{m}]$	0,37	0
Součinitel využití pracovního záběru β	0,876	1,000
Spotřeba osiva na hektar $Q_{\text{osha}} = [\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}]$	225	200
Celkové náklady na zasetý hektar $c_{\text{jN}} = [\text{Kč} \cdot \text{ha}^{-1}]$	2 837,86	2 483,61
Celkové roční náklady $c_{\text{rN}} = [\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$	482 435,7	422 213,7

V této tabulce 4 jsou vyjádřeny veškeré úspory, kterých je možno docílit s pomocí navigačního systému.

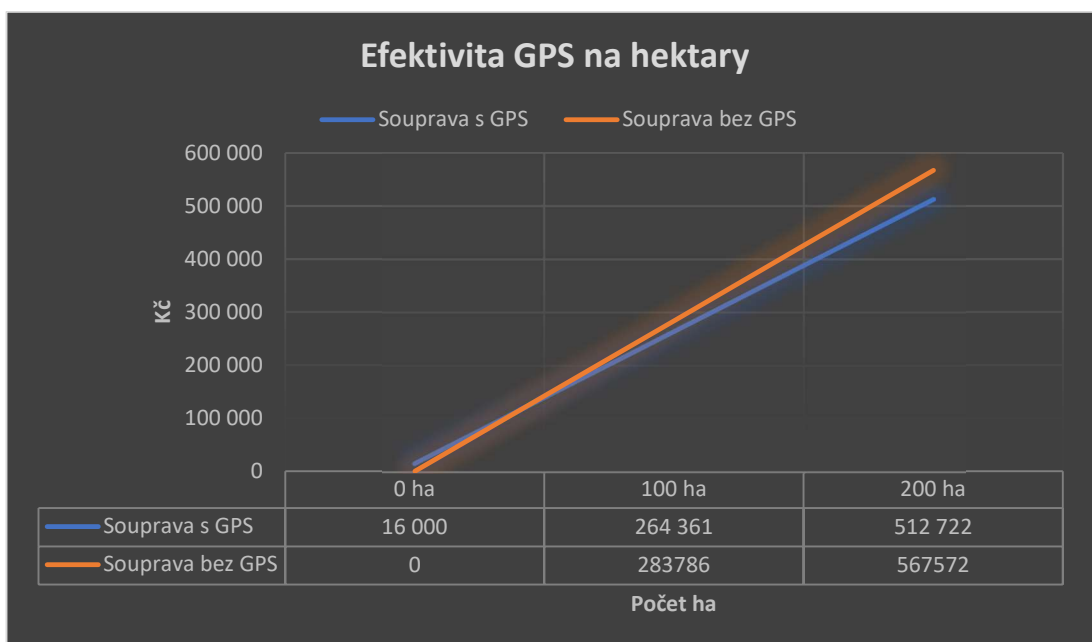
Tabulka 4: Úspora

Časová úspora $[\text{h} \cdot \text{rok}^{-1}]$	21,43
Úspora nákladů na mzdy zaměstnance $[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$	4286
Úspora pohonných hmot $[\text{l} \cdot \text{rok}^{-1}]$	380,8
Úspora osiva $[\text{kg} \cdot \text{rok}^{-1}]$	4250
Úspora nákladů na pohonné hmoty $[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$	10 890,88
Rozdíl nákladů na provoz souprav $[\text{Kč} \cdot \text{rok}^{-1}]$	60 222

Rozdíl provozních nákladů je 60 222 Kč, počáteční investice do navigace činí 80 000 Kč, z těchto hodnot můžeme následně vypočítat návratnost (viz graf 20,21).



Obrázek 14: Graf návratnosti GPS



Obrázek 15: Efektivita GPS v hektarech (odpis na 5 let)

5 Diskuse

Z výše uvedených výsledků je patrné, že setí pomocí navigačního systému má poměrně značně lepší výsledky ve všech ohledech nežli setí řízené pouze řidičem, výsledky ale mohou být změněny řidičovým umem a odhadem jízdy.

Skutečná plošná výkonnost při jízdě bez navigačního systému je 1,4 ha za h, kdežto s pomocí navigačního systému je 1,7 ha za h. Z toho vyplývá, že se jedná o navýšení výkonnosti o 21,4 %. Tyto hodnoty jsou ovlivněny především efektivním záběrem každé jízdy, který není možné při setí bez navigačního systému dostat na hodnotu jako při setí pomocí navigačního systému z důvodu vstupu lidského faktoru.

Spotřeba pohonných hmot je další z faktorů, která je úměrná výkonnosti traktoru, tudíž je při jízdě s navigačním systémem menší než u jízdy bez něho. A to o 380,8 l ročně při využití soupravy na 170 ha za rok, což činí rozdíl 10 890,88 Kč ročně. Spotřeba je tedy vyšší o 20,66 % než u použití navigačního systému.

Spotřeba osiva není tak výrazný faktor, ale je důležité s ním počítat. Při nastaveném výsevku 200 kg na ha je zde nárůst o 25 kg, což činí nárůst o 12,5 %, v přepočtu na peníze je to 265 Kč navíc na jeden zasetý ha a na celou výměru setí to činí 45 050 Kč.

Další ukazatel je úspora času, která především při nepříznivých podmínkách počasí hraje velmi důležitou roli. Roční úspora 21,43 h za 1 rok. Tato hodnota může ale také nemusí představovat důležitou roli. Vzhledem k zmíněnému počasí, pro malého farmáře, který si s traktorem jezdí sám, může být tato hodnota zanedbatelná, v tomto pokusu je počítáno i se mzdou řidiče. Roční úspora 4 286 Kč ročně.

Rozdíl nákladů na provoz souprav je především ovlivněn právě skutečným záběrem stroje, zde opět dominuje práce pomocí navigačního systému. Tady se jedná o částku 60 222 Kč ročně. Tato částka odpovídá části pořizovací ceně, která byla stanovena na setí. Z toho vyplývá že efektivní návratnost navigačního systému bude přes 1 rok.

Návratnost celé navigace na podnik, by mohla být 2 roky, ovšem s ohledem na naše podmínky. Ve velkém podniku, který má např. 3000 ha bude návratnost 3 měsíce. Tento fakt je ovlivněn především využití efektivního záběru.

Závěr

Precizní zemědělství prochází velkým vývojem, díky modernizaci a častějšímu využití této technologie. S ohledem na celkem dostupnou cenu, a především velmi krátké době návratnosti, rovněž zde musí být zmíněno i rapidní zvýšení efektivity a navýšení záběru strojů, kvůli ubývání lidí v zemědělství. S rostoucím záběrem je velmi těžké jezdit bez použití GPS s vysokým efektivním záběrem stroje. Zde exceluje systém GPS. Při navigování pomocí GPS není řidič ovlivněn klimatickými podmínkami jako je mlha nebo tma. Od těchto faktorů se nadále odvíjí úspora času, pohonných hmot, osiva, hnojiva a jiných.

Velkou nevýhodou je potřeba znalosti IT technologie pro použití GPS, počínaje jednoduchým programováním až po celkovou orientaci v systému. Při aktuálním věkovém průměru traktoristů, který je soustředěn k vyšším hodnotám je toto velmi vážným problémem.

Většina velkých podniků by ráda tento technologický skok podnikla, ale traktoristé nemají ochotu ani snahu se s takovouto technologií naučit pracovat a využívat.

Seznam použité literatury

Agrall: Zemědělská technika. Agrall.cz [online]. 2020 [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: <http://www.agrall.cz/upload/1542196239.pdf>.

Agri-precision: Autopiloty pro traktory, kombajny a jiné zemědělské stroje. Agrall.cz [online]. 2021 [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://www.agri-precision.cz/produkty/autopiloty>.

Hexagon: Real-Time Kinematic (RTK). Novatel.com [online]. 2021 [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://www.novatel.com/an-introduction-to-gnss/chapter-5-resolving-errors/real-time-kinematic-rtk/>.

John deere: Real-Time Kinematic (RTK). Deere.cz [online]. 2022 [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/precizni-rizeni-zemedelskych-praci/>.

Precizní zemědělství: technologie. Agromanual.cz [online]. [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi>.

PÖTTINGER Landtechnik: TERRASEM Univerzální secí stroje. Poettinger.at [online]. 2020 [cit. 2022-05-04]. Dostupné z: https://www.poettinger.at/cs_cz/produkty/detail/tsem/terrasem-univerzalni-seci-stroje.

KROUPA, Pavel et al. Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství, 1998. ISBN 80-7105-161-6.

KOVÁŘ, Pavel. Družicová navigace: od teorie k aplikací v softwarovém přijímači. Praha: ČVUT, 2016. ISBN 9788001059890.

STEINER, Ivo a Jiří ČERNÝ. GPS od A do Z. Praha: eNav, 2006. ISBN 80-239-7516-1.

NEUBAUER, Karel. Stroje pro rostlinnou výrobu. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. ISBN 80-209-0075-6.

KUMHÁLA, František et al. Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 978-80-7509-311-0.

RATAJ, Vladimír et al. Presné pol'nohospodárstvo: systém- stroje- skúsenosti: vysokoškolská učebnica. Praha: Profi press, 2014. ISBN 9788086726649.

NEUDERT, Lubomír a Vojtěch LUKAS. Precizní zemědělství: technologie a metody v rostlinné produkci. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-311-0.

KROUPA, Pavel et al. Stroje pro pěstování a sklizeň zrnin. 2. upr. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. ISBN 8072711261.

HŮLA, Josef a Václav MAYER. Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1999. Mechanizace. ISBN 80-7105-187-X.

LUKAS, Vojtěch et al. Mapování variability půdy a porostu v precizním zemědělství. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011. ISBN 9788073755621.

PASTOREK, Zdeněk. *Zemědělská technika dnes a zítra: rádce při výběru a efektivním využívání zemědělských strojů a technologií.* Praha: Martin Sedláček, 2002. ISBN 80-902413-4-4.

ROH, Jiří et al. Stroje používané v rostlinné výrobě. Praha: Credit, 1997. ISBN 80-213-0327-1.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Válečkové výsevní ústrojí s hrotovým válečkem (bez válečku)	9
Obrázek 2: Vypínání sekcí (Agrall, 2020)	10
Obrázek 3: Rozdělovací hlava	11
Obrázek 4: Disková secí botka se zavlačovačem.....	12
Obrázek 5: Rám secího stroje	13
Obrázek 6: Hadicové semenovody.....	15
Obrázek 7: Starfire 6000 (John Deere, 2020)	18
Obrázek 8: Sledování techniky pomocí GPS (John Deere, 2020)	19
Obrázek 9: Vícenásobné sledování (Hexagon, 2020).....	20
Obrázek 10: Signály (John Deere, 2020)	21
Obrázek 11: Automatické otáčení na souvrati (John Deere, 2020)	22
Obrázek 12: Půdní blok pokusu	24
Obrázek 13: Secí stroj při pokusu	26
Obrázek 14: Graf návratnosti GPS.....	42
Obrázek 15: Efektivita GPS v hektarech (odpis na 5 let)	42

Seznam tabulek

Tabulka 1: Naměřené hodnoty s GPS	34
Tabulka 2: Naměřené hodnoty bez GPS	36
Tabulka 3: Porovnání	41
Tabulka 4: Úspora	41
