

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů

**Typy a principy GPS navigací používaných na
zemědělských strojích a zhodnocení jejich
ekonomického přínosu**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Kvíz, Ph. D.

Autor: Jan Monček

PRAHA 2011

Vysoká škola: Česká zemědělská univerzita v Praze	Fakulta: Technická
Katedra: zemědělských strojů	Akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant: **Jan Monček**

Studijní obor: Obchod a podnikání s technikou

Studijní zaměření:

Název práce: Typy a principy GPS navigací používaných na zemědělských strojích a zhodnocení jejich ekonomického přínosu.

Zásady pro vypracování:

Cíl práce: Cílem této práce je zmapovat typy a principy činnosti GPS navigací používaných v zemědělství. Dále zhodnotit finanční efektivitu používání GPS navigace na poli.

Osnova práce:

1. Úvod.
2. GPS – historie, vývoj, princip činnosti. Systém GPS a jeho civilní využití.
3. Využívání systému GPS v zemědělství. Popis činnosti zařízení GPS na zemědělských strojích.
4. Technická řešení GPS navigací, typy, přesnost a signály.
5. Ekonomický rozbor, přínosy, výhody a nevýhody používání GPS navigace v zemědělství.
6. Závěr - shrnutí práce.

Metodika práce: Student se seznámí s literaturou zaměřenou na problematiku GPS navigací všech typů používaných v zemědělství. Existují různá technická řešení GPS navigací od zabudovaných přímo ve stroji již přímo z výroby až po přenosná jednodušší řešení, využitelná ve více strojích. Jelikož se v současné době začínají stále více do zemědělské praxe navigační systémy založené na GPS prosazovat, součástí práce bude také ekonomické zhodnocení využívání GPS navigací v praxi.

Rozsah práce: 50-60 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Seznam doporučené odborné literatury:

1. HRDINA, Z., PÁNEK, P., VEJRAŽKA, F.: Rádiové určování polohy : Družicový systém GPS, 1. vyd. České vysoké učení technické Praha, 1995, 259 s.
2. STEINER I., ČERNÝ J.: GPS od A do Z. eNav, s.r.o. Praha, 2003.
3. RABBANY, A.E.: Introduction to GPS : the Global Positioning System. Artech House Boston, 2002, 176 s.
4. HAMBERGER J.: GPS als Mittel zum umweltschonenden Maschineneinsatz: Navigation von Forstmaschinen und Dokumentation ihrer Fahrbewegungen, Technische Universität München, Fachgebiet f. Forsteinrichtung, 2002, 192 s.
5. Odborné časopisy (Telekomunikační revue. ECONOMIA Praha, ...)
6. Firemní literatura firem Garmin, Lowrance aj.
7. Internetové stránky: <http://www.garmin.com>, <http://www.lowrance.com>,
<http://www.crs-marketing.cz> aj.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Zdeněk Kvíz, Ph.D.

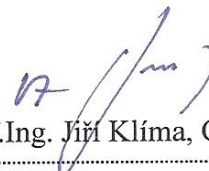
Datum zadání diplomové práce: 30.11.2008

Termín odevzdání diplomové práce: 30.4.2010



Doc. Ing. Adolf Rybka, CSc.

vedoucí katedry



Prof. Ing. Jiří Klíma, CSc.

děkan

V Praze dne 30.11.2008

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci, vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Zdeňka Kvíze, Ph. D. a uvedl jsem všechny literární zdroje a všechny prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Novém Městě nad Metují dne 9. dubna 2011

.....

Poděkování:

Chtěl bych tímto poděkovat panu Ing. Zdeňku Kvízovi, Ph. D. za jeho ochotu, trpělivost a poskytnuté rady při vedení této diplomové práce.

Abstrakt

V úvodu práce je uveden přehled typů GPS navigací používaných v zemědělství. Práce se dále věnuje technickým řešením jednotlivých navigací, jejich přesností a popisem funkcí jednotlivých typů. Následně práce stručně zmiňuje celou historii vývoje systému GPS, princip jeho činnosti a jsou v ní uvedeny a popsány GPS navigace používané v civilní sféře. Jejím hlavním cílem je provést ekonomické zhodnocení GPS navigací používaných v zemědělské praxi. Tento cíl je vyjádřen v kapitole „Cíl práce“. V této kapitole jsou vybrané ekonomické ukazatele porovnávány na stroji s GPS autopilotem a strojem řízeným a navigovaným pouze řidičem. Výsledky jsou shrnuty v závěru práce.

Klíčová slova: GPS, GPS autopilot, RTK signál, finanční efektivita

Abstrakt

Introduction of the thesis provides an GPS navigation systems overview used in agriculture. The thesis deals with the technical solution of particular navigation systems, its precision and with function description of each single type. Furthermore it briefly mentions entire history of GPS navigation systems development, its principles and introduces GPS used for the public purposes. The main goal is to assess economic use of GPS in real farming practice. The goal is described precisely in the introduction chapter. In this chapter, selected economic indicators are compared on a machine with a GPS autopilot with RTK signal and on a driver- controlled machine. The results can be found in the conclusion chapter

Key worlds: GPS, GPS autopilot, RTK signal, financial efficiency

Obsah

1 Úvod.....	3
2 GPS (Global positioning system)	4
2.1 Historie GPS	4
2.2 Princip činnost	5
2.2.1 Kosmický segment.....	5
2.2.2 Kontrolní segment.....	8
2.2.3 Uživatelský segment	9
2.3 Systémy GPS a jeho civilní využití	10
2.3.1 Turistické.....	10
2.3.3 Námořní	11
2.3.3 Letecké	12
2.3.4 Aplikační	13
2.3.5 Automobilové	14
2.3.6 Vojenské	15
3 Využití GPS v zemědělství	16
3.1 Tvorba výnosových map.....	16
3.2 Navigace strojních souprav po poli.....	17
3.3 N-Senzor	18
3.4 Systém jednotných kolejových řádků.....	19
4 Technická řešení GPS navigací	20
4.1 Manuální naváděcí systémy	20
4.1.2 Typy manuálních GPS navigátorů	21
Systém Parallel Tracking	21
Systém Center line.....	22
Systém Outback S Lite.....	23
Systém Marker Lite	23
4.2 Asistované řízení	24
4.3 Automatizované řízení	25
5 Přesnost a signály GPS	26
5.1 DGPS	27
5.1.1 RTK.....	29
5.2 Podpůrné systémy GPS	29
5.2.1 WAAS – The Wide area augmentation systém	30
5.2.2 EGNOS – The European geostacinary navigation overlay service	30
5.2.3 MSAS.....	31
6 Cíl práce.....	32
6.1 Metodika práce	32
6.2 Vztahy pro výpočty	34
6.2.1 časová úspora.....	34
6.2.2. Úspora nákladů na pohonné hmoty	37
6.2.3. Náklady na obsluhu stroje.....	38
6.2.4. Úspora na nákup osiva	38
6.2.5 Úspora na nákup hnojiv	40
6.2.6 Úspora na nákup chemických prostředků na ochranu plodin.....	40
6.2.7 Opotřeбенí pneumatik traktoru	40
6.2.8 Návratnost investice.....	41

6.3 Přehled vypočítaných úspor a diskuse	42
Přehled úspor- pracovní operace podmínka	42
Časová úspora při podmítce	42
Úspora nákladů na pohonné hmoty při podmítce	43
Náklady na obsluhu stroje při podmítce	44
Přehled úspor- pracovní operace orba	44
Časová úspora při orbě	44
Úspora nákladů na pohonné hmoty při orbě	45
Náklady na obsluhu stroje při orbě	46
Přehled úspor- pracovní operace Smykování	47
Časová úspora při smykování	47
Úspora nákladů na pohonné hmoty při smykování	48
Náklady na obsluhu stroje při smykování	48
Přehled úspor- pracovní operace válení	49
Časová úspora při válení	49
Úspora nákladů na pohonné hmoty při válení	50
Náklady na obsluhu stroje při válení	51
Přehled úspor- pracovní operace Setí	51
Časová úspora při setí	52
Úspora nákladů na pohonné hmoty při setí	53
Náklady na obsluhu stroje při setí	54
Úspora nákladů na osivo u vybraných plodin	54
Přehled úspor- pracovní operace hnojení	56
Časová úspora při hnojení	57
Úspora nákladů na pohonné hmoty při hnojení	57
Úspora nákladů na obsluhu stroje při hnojení	58
Úspora nákladů na vybraná hnojiva	58
Přehled úspor- pracovní operace chemická ochrana plodin	59
Časová úspora při chemické ochraně plodin	60
Úspora nákladů na pohonné hmoty při chemické ochraně plodin	60
Úspora nákladů na obsluhu stroje při chemické ochraně plodin	61
Úspora nákladů na vybrané chemické prostředky na ochranu plodin	62
Opotřebenění pneumatik traktoru	62
Návratnost investice	64
7 Závěr	64
Použitá literatura zdroje	66
Seznam obrázků	67
Seznam tabulek	68
Seznam vzorců	70
Přílohy	71

1 Úvod

V posledních letech se nejen u nás, ale po celém světě stále častěji do zemědělství zavádí a používá systém precizního zemědělství. Tento systém nevznikl náhle, ale souvisí s vývojem moderních technologií. Jeho hlavním cílem je podávat zemědělcům podrobnější informace o hospodaření jako je například stav porostu a obecně je šetrný k životnímu prostředí.

Pravděpodobně nejznámější technologie spojená s precizním zemědělstvím je systém GPS, který zaznamenal veliký vývoj v civilní oblasti a je tedy logické, že se rozšířil i do zemědělského sektoru. Systém GPS je zajištěn družicemi, obíhajícími na oběžné dráze Země. Družice vysílají signál přijímačům GPS umožňující zjistit jejich směr pohybu a rychlost. Systém je k dispozici dvacet čtyři hodin denně a za všech přírodních podmínek.

Družice navede stroj nebo strojní soupravu na přesně požadovanou a zadanou dráhu, čímž poskytuje uživateli lepší kontrolu nad setím, sklizní, aplikaci postřiků a dalších zemědělských operací. GPS přijímačem je také možné provést mapování pozemku a vytvořit mapu půdních nebo porostních podmínek, ze kterých získáme informace o živinách v půdě, podílu zaplevelení pozemku a v závislosti na nich se uživatel může vhodně rozhodnout, jak aplikovat hnojiva nebo prvky na ochranu rostlin. V případě, že je technika na pozemku naváděna automaticky (tzv. automatizované řízení), může se obsluha plně věnovat kontrole a nastavení stroje. Díky tomu dochází k časovým úsporám, snižuje se stres obsluhy a zároveň se zemědělské operace dají provádět i za horší viditelnosti. Zpřesní se pojezdy a odstraní překryvy. To vše výrazně přispívá ke zvýšení celkového výnosu a snížení nákladů na pohonné hmoty, pořizovacích nákladů na osivo, hnojiva, či pesticidy. Proto se i přes větší pořizovací náklady této technologie v krátkém časovém horizontu investice vrátí.

Úkolem této práce je zmapovat typy a principy jednotlivých technologických řešení GPS navigací používaných v zemědělství. Určit jejich ekonomický přínos plynoucí z jejich používání a vyhodnotit výhody a nevýhody této technologie a zhodnotit finanční efektivitu používání GPS navigace na poli.

2 GPS (Global positioning system)

Družicový systém s jehož pomocí je možné určit okamžitou polohu a přesný čas na kterémkoli místě na Zemi s přesností do deseti metrů. Přesnost je možné ještě zvýšit až na několik centimetrů použitím dalších podpůrných metod.

2.1 Historie GPS

Vznik GPS NAVIGACE Global Positioning System, zkráceně GPS se datuje do druhé poloviny 20. století a byla původně vyvíjena jako vojenský navigační družicový systém provozovaný Ministerstvem obrany Spojených států amerických, který dokáže s několikametrovou přesností určit pozici vojenských vozidel a různých jiných jednotek kdekoliv na Zemi.

V roce 1960 započalo US-NAVY s umístováním družic systému TRANSIT na oběžnou dráhu. Hlavním úkolem tehdy bylo určování polohy plavidel. Tento systém byl v roce 1964 uvolněn i pro civilní použití a nyní slouží zejména majitelům civilních jachet. Postupem času byl projekt TRANSIT následován řadou dalších systémů. Nejpoužívanějším a nejrozsáhlejším se stal Globální polohový systém NAVSTAR GPS, což je zkratka pro Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System. Označení NAVSTAR nesou také družice, které systém GPS využívá ke své činnosti.

Počátky vývoje GPS spadají do roku 1973, kdy byla zahájena první fáze, zahrnující vypuštění 4 pokusných družic a kdy se také rozběhl vývoj uživatelských zařízení. Do roku 1979, začátku druhé vývojové fáze, bylo vypuštěno celkem 11 družic. V této fázi byla současně vybudována pozemní řídicí střediska a počet družic se zvýšil na 24. Plně funkčním a dostupným po celém světě se stal 17. ledna 1994, kdy byla na orbitu umístěna kompletní sestava družic. V prosinci 1993 bylo poprvé dosaženo trojrozměrného zaměřování. Rok 1995 se stal významným mezníkem - došlo k oficiálnímu vyhlášení plné operační způsobilosti systému. V současné době jsou na oběžné dráze již družice třetí generace, čtvrtá je naplánována k vypuštění v roce 2006 a pátá se nachází ve fázi projektování.

Technologie GPS byla na počátku využívána jen jako přesný vojenský lokalizační a navigační prostředek. V 80. letech 20. století americká vláda rozhodla o jeho uvolnění i pro civilní účely a systém je zdarma přístupný pro uživatele po celém světě, kdy uživatelé mohou použít takzvaný civilní C/A kód, který je veřejně dostupný pro všechny uživatele, nebo kód pro autorizované uživatele P(Y). Tyto kódy zajišťují přijímači GPS jednoznačnou identifikaci družice vysílající daný kód. Nejprve byla do přijímaného signálu systému zanášena umělá chyba. Toto opatření pod názvem Selective Availability (SA) mělo zabránit možnosti navádět vojenské dálkové rakety. SA většinou způsobovalo chyby v rozmezí 100 m horizontálně a 140 m vertikálně. Protože USA vyvinuly systém, jak lokálně rušit signál GPS, bylo SA k 1. květnu 2000 zrušeno a přesnost zaměření zeměpisných souřadnic běžného civilního uživatele se tak zvýšila na 5 až 10 metrů, za příznivých okolností (otevřený terén) až na 3 metry.

Poté došlo k mohutnému rozšíření technologie GPS do všech oblastí lidské činnosti. Od roku 1996 je globální polohový systém na základě rozhodnutí prezidenta USA kontrolován vládním výborem IGEB (Interagency GPS Executive Board), jehož úkolem je sledování vývoje systému a jeho usměrňování v souladu se zájmy národní bezpečnosti. Kromě toho IGEB provádí i dohled na zajištění dostupnosti GPS pro celosvětové mírové využití (vědecké i komerční) a podporuje mezinárodní spolupráci v této oblasti. [1, 2, 3]

2.2 Princip činnosti

Činnost systému GPS se skládá ze tří základních segmentů:

- 1) Kosmický segment tvořený družicemi na oběžné dráze.
- 2) Kontrolní segment (řídící, monitorovací, vysílací stanice).
- 3) Uživatelský segment (přijímače pro specifickou aplikaci).

2.2.1 Kosmický segment

Kosmický segment GPS představují družice umístěné na šesti kruhových drahách vzdálené 20 190 km od povrchu Země a pohybující se rychlostí $11\,300\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ se sklonem vždy o šedesát stupňů. Za jeden hvězdný den

uskuteční každá družice dva oběhy kolem Země (jeden oběh trvá 11 h 58 min), proto je další den na stejném místě oběžné dráhy vždy o 4 minuty dříve.

Každá družice je vybavena přijímačem, vysílačem, atomovými hodinami a řadou přístrojů, které slouží pro navigaci nebo jiné speciální úkoly (např. pro detekci výbuchu jaderných náloží). Družice přijímá, zpracovává a uchovává informace předávané z pozemního řídicího centra, na základě kterých koriguje svoji dráhu raketovými motorky, dále sleduje stav vlastních systémů a podává o těchto skutečnostech informace zpět do řídicího centra. Pro případné problémy je každá družice vybavena záložními zdroji, palubní baterie jsou dobíjeny dvěma slunečními panely.

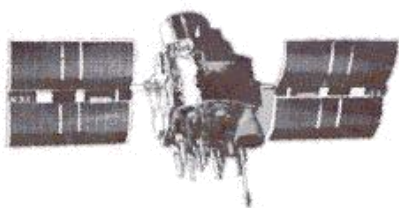
Družice prošly od druhé poloviny 20. století velkou modernizací a v současné době je v provozu již třetí generace a další jsou ve vývoji. Nejstarším typem družic je tzv. Blok I (obr. 1). Družic tohoto typu bylo v letech 1978 až 1985 vyrobeno firmou Rockwell International 11 kusů, ale na oběžnou dráhu jich bylo vyneseno jen deset. Na palubě každé družice byla trojice atomových hodin – jedny s cesiovým a dvojice s rubidiovým standardem. Plánovaná životnost byla 4,5 roku, ale většina družic spolehlivě sloužila více než dvojnásobek této doby. Poslední družice Bloku I byla vyřazena z aktivní služby v listopadu 1995.

V letech 1989 a 1990 byly opět firmou Rockwell International vyrobeny družice Bloku II. Všechny družice toho typu byly na oběžnou dráhu vyneseny z letecké základny na mysu Canaveral na Floridě. Oproti družicím Bloku I mají zlepšené odstínění před kosmickým zářením, oběžnou dráhu se sklonem 55° k rovině rovníku a jsou také prvními družicemi GPS, které jsou vybaveny přístrojem na detekci jaderných explozí a 14 dní dokáží fungovat bez jakékoli korekcí z pozemního řídicího střediska. Na palubě nesou čtyři atomové hodiny. Dvojice s cesiovým a dvojice s rubidiovým standardem. Plánovaná životnost je 7,3 roku, ale v současnosti ještě dvě družice Bloku II spolehlivě fungují.

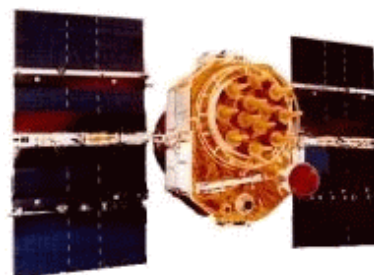
Dalším typem jsou družice z řady Blok IIA (obr. 2), vyráběné v letech 1990 až 1997. S Blokem II mají společného výrobce, stejné vybavení i stejnou životnost, ale dokáží samostatně pracovat bez nutnosti zásahů z pozemního řídicího střediska po dobu 180 dní. Naproti tomu mají sníženou přesnost určení

polohy. Některé druhy jsou vybaveny laserovým odražečem, který umožňuje velmi přesné zaměření polohy družice pomocí laserového paprsku vyslaného ze Země. Z 19-ti družic vyrobených a vynesných na oběžnou dráhu je jich dnes v provozu 16.

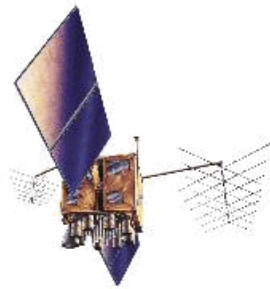
Nejmodernější typ družic GPS v současnosti umístěných na oběžné dráze představuje Blok IIR (obr. 3). Výroba začala v roce 1997 a poslední družice této typové řady byla vypuštěna 6. listopadu 2004. Firmou Lockheed Martin bylo vyrobeno třináct družic, ale na oběžné dráze jich pracuje jen dvanáct. Životnost družic Bloku IIR je plánována na 10 let. Největší změny oproti Bloku IIA jsou opětovné zlepšení odstínění před kosmickým zářením, zvětšení zásob paliva pro raketové motory a přeprogramovatelný palubní počítač. Atomové hodiny jsou v družici troje, všechny s rubidiovým standardem. Nejdůležitější je ale schopnost samostatného fungování družice bez zásahu z pozemního řídicího střediska. Družice Bloku IIR spolu dokáží komunikovat, sledovat svoje pozice a korigovat své dráhy. Tato schopnost však zatím nemůže být využita, protože všechny družice by musely být typu Blok IIR. Zatím je možno u Bloku IIR využít jen schopnost 180ti denního samostatného provozu bez provádění korekcí z pozemního řídicího centra, podobně jako u družic Bloku IIA. [1, 4]



Obr. 1 Družice bloku I.



Obr. 2 Družice bloku IIA



Obr. 3 Družice bloku IIR

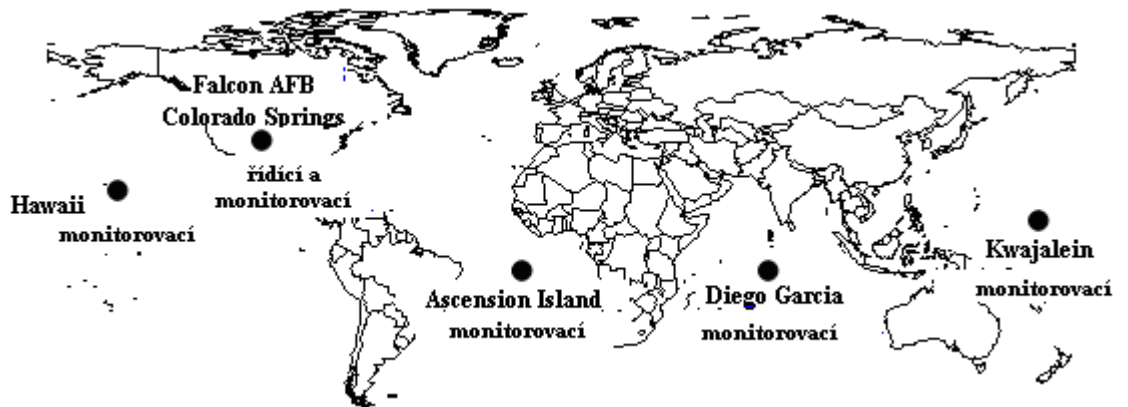
Zdroj: http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_02_gps.php

2.2.2 Kontrolní segment

Hlavní úloha kontrolního segmentu je sledování drah každé družice na oběžné dráze, jejich funkcí a stavu jejich atomových hodin. Stará se o provádění korekcí v dráze letu i vysílání signálu družic a zajišťuje synchronizaci atomových hodin. Kontrolní segment je zodpovědný i za nejrůznější provozní opatření, z nichž nejdůležitější jsou správa a údržba stávajících družic (například změny oběžných drah a pozic družic, stahování vysloužilých družic z oběžné dráhy, aj.) a podílí se i na přípravě vypouštění nových družic

Řídicí systém tvoří hlavní řídicí stanice v Colorado Springs, 5 monitorovacích stanic (obr. 4) a 3 pozemní řídicí stanice, které spolupracují s hlavní řídicí stanicí. Jakákoliv závada na družici musí být co nejrychleji operativně řešena, aby nedošlo k nežádoucím chybám v systému způsobených poškozením zařízení.

V současné době existuje několik nezávislých monitorovacích sítí, které umožňují další přesnější určování polohy, především pro velmi přesné aplikace (geodézie, geodynamika). Tyto sítě se nepodílejí na řízení a činnosti systému GPS. [1, 4]



Obr. 4 Rozložení hlavní řídicí a monitorovacích stanic

Zdroj: <http://geologie.vsb.cz/geoinformatika/kap09.htm>

2.2.3 Uživatelský segment

Pro příjem a zpracování GPS signálů byly vyvinuty speciální přijímače. Kromě speciálních přijímačů určených pro vojenské aplikace, existuje dnes řada dalších typů GPS přijímačů. Přijímač je převážně pasivní zařízení pro příjem dat z družic. Znamená to, že přístroj dokáže data z družice přijímat, ale sám o sobě žádná data nevysílá. Není proto možné na dálku sledovat pozici běžného přijímače, který je někde v terénu používán.

GPS přijímač přijímá signály minimálně od tří a maximálně od dvanácti satelitů a z těchto údajů vyhodnotí svoji pozici. Pro určení polohy je zapotřebý signál od tří satelitů a pro určení nadmořské výšky od čtyř. Přitom vždy platí, že čím více signálů se podaří zachytit, tím přesnější jsou udávané souřadnice.

Samotný princip určování polohy systémem GPS je následující: družice vysílá signály pro uživatele v podobě složitého signálu. Každá družice vysílá zprávy o své poloze a přibližné polohy ostatních družic systému. K určení aktuální polohy přijímač počítá tzv. pseudovzdálenosti, což jsou vzdálenosti mezi přijímačem a viditelnými družicemi (nad obzorem). Výpočet pseudovzdálenosti vychází ze znalosti rychlosti šíření družicového signálu a rozdílu času mezi vysláním a příjmem signálu. Termín pseudovzdálenost se zavádí proto, že je nutné zavádět další doplňující výpočty, které určení výsledné polohy dále zpřesňují. [2, 4]

2.3 Systémy GPS a jeho civilní využití

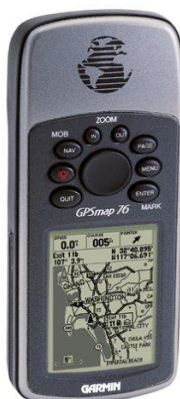
Systémy GPS mají široké civilní využití a v závislosti na jejich specifickém zaměření se konstrukce jednotlivých přístrojů liší. V zásadě můžeme civilní GPS přijímače rozdělit do těchto základních skupin:[3]

- 1) Turistické.
- 2) Námořní.
- 3) Letecké.
- 4) Aplikační.
- 5) Automobilové.
- 6) Vojenské.

2.3.1 Turistické

Jedná se o nejširší kategorii GPS přístrojů. V této skupině se klade především důraz na velikost přístroje, aby nebyl při cestování zátěží (hmotnost kolem 200g), vysokou výdrž baterií jednoduché ovládání a příjemný design. Všechny přístroje mají podobnou přesnost určení polohy : 7-10 m, při určení výšky je to 15-20m. Přístroje umožňují ukládat své vlastní body s názvem, symbolem a souřadnicí, vytvářet z bodů navigační trasu a možnost jejího uložení. Ukazují aktuální rychlost, směr a vzdálenost od cíle, čas příchodu do cíle, přesný čas a datum. Zobrazují sílu a kvalitu signálu z družic, mají možnost nastavení různých souřadnicových systémů, světových časových zón, jednotek délky, výšky i úhlů. Umožňují připojení na externí napájení nebo k osobnímu počítači pro manipulaci s uloženými daty. Ve většině případů je napájení řešeno tužkovými bateriemi. Levnější nemapové a mapové přístroje mívají většinou černobílý display, u mapových přijímačů s routingem se často objevují barevné displeje čitelné i na přímém slunci.

Cena těchto přístrojů se pohybuje v rozmezí od 4 do 8 tisíc korun českých (rok 2011).Mezi hlavní výrobce patří firmy Garmin (obr. 5), Megallan a Lowranc.[3]



Obr. 5 Turistická GPS navigace GPSMAP 76

Zdroj: www.garmin.com

2.3.3 Námořní

U námořních přístrojů je kladen důraz na poskytnutí podrobných navigačních údajů. U většiny údajů je pak důležitou vlastností čitelnost a přehlednost displeje. Větší přístroje bývají výhradně na externí napájení a se stojánkem se montují přímo na palubní desky. Námořní navigace jsou buď samostatné nebo sdružené přístroje se sonarem. Sdružené přístroje mohou zobrazovat vedle mapy i průběh dna pod lodí. Sdružené přístroje se proto často využívají pro mapování dna vodních nádrží nebo říčních koryt. Námořní oblast je jedním z největších odbytišť GPS přijímačů. Už proto je v této kategorii největší výběr od ručních GPS po mapové plottery. Námořní přístroje se všeobecnými funkcemi nějak neliší od turistické řady, ale bývají opatřeny některými speciálními funkcemi jako jsou například „utržení kotvy“, kdy přístroj dokáže zvukově upozornit na nežádoucí pohyb ukotvené lodi (např. utržení kotvy) nebo „varovné body“. Tato funkce umožňuje definovat, ke kterým místům se nechceme přiblížit a v případě přiblížení se k některým z těchto bodů na definovanou vzdálenost spustí GPS alarm. Výhodou námořních modelů je vysoká odolnost proti agresivnímu prostředí (slaná voda, výkyvy teplot,...) široká škála navigačních funkcí a pestrý výběr na trhu. Cena je v rozmezí od patnácti až po několik desítek tisíc korun. Výrobci těchto zařízení jsou firmy Leica, Garmin (obr. 6), Navionics. [3]



Obr. 6 Námořní navigace GSPMAP 3005C

Zdroj: www.garmin.com

2.3.3 Letecké

Většina leteckých přijímačů dnes již obsahuje prvky letecké databáze (Jeppsen) pro Evropu i celý svět. V přijímači tak najdeme základní informace o letištích, zakázaných prostorech, prostorech s omezeným leteckým provozem, hlásné body atd. Přijímač upozorňuje na výskyt v zakázaných nebo omezených prostorech a připomene nutnost ohlášení. Zařízení se dělí podle různých hledisek do několika kategorií. Volně stojící, zabudované, mapové, nemapové, nebo podle napájení na externě napájené a bateriové. U leteckých modelů je možné pravidelně aktualizovat leteckou databázi ovšem k nezanedbatelné ceně za tyto služby je vhodné aktualizovat jen v nutných případech. Výhodou leteckých navigací je dostupnost leteckých dat přímo na displeji, upozornění na přiblížení se k některým z důležitých prvků letecké databáze nebo u vyšších modelů například funkce vektorového přiblížení na přistávací dráhu. Hlavní současní výrobci jsou firmy Garmin (obr.7), Honeywell a Bendix King [3]

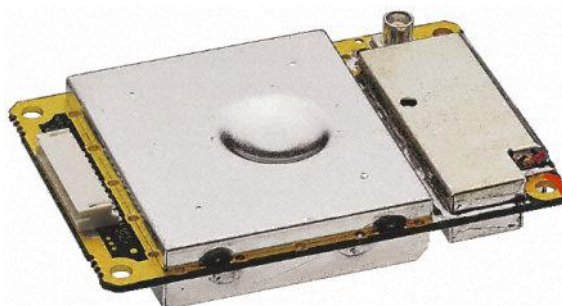


Obr. 7 Letecká GPS navigace GSPMAP 296

Zdroj: www.garmin.com

2.3.4 Aplikační

Aplikační GPS přijímače jsou připraveny pro zabudování do dalších systémů, které GPS přejímají a dále zpracovávají některá data. GPS přijímač bývá zdrojem přesné informace nejen o poloze, ale i např. o směru a rychlosti pohybu, někdy se používá přesného časového signálu, či vteřinového pulzu s přesností na mikrosekundy. Aplikační přijímač může mít podobu plošného spoje velikosti krabičky od sirek, s konektorem na externí anténu. V jiném případě může být i s anténou umístěn v pouzdře, které vypadá obdobně jako počítačová myš. Aplikační přijímače nemají klávesnici ani displej. Tyto přijímače se dají jednoduše propojit s PC nebo PDA v autě a je u nich možné nastavit jak často a jaký typ informací mají přenášet. Výrobci tohoto zařízení jsou firmy SiRF, Garmin (obr. 8) a Marconi. [3]



Obr. 8 Aplikační GPS navigace GPS25 LP

Zdroj: www.garmin.com

2.3.5 Automobilové

Jedná se o přijímače, které dokáží navigovat křižovatku po křižovatce a někdy i hlasem navigovat po optimální trase k cíli. Vzhledem k rychlému vývoji trhu se i do této oblasti dostali přístroje přenosné a vestavěné (obecně známé z vybavení dražších vozů).

Vestavěné automobilové systémy jsou velikosti autorádia a poskytují informace o nejrychlejší nebo nejkratší cestě k cíli. Některé systémy spolupracují s pozemním vysílání o dopravní situaci a jsou schopné navádět řidiče místy s nejmenším provozem (tzv. dynamická navigace). Součástí zařízení jsou často také mapové CD-ROM pro disky s detailními mapami určitých území. V případě chybného odbočení nebo neohlášené objížďky systém přepočítá navigační trasu a naviguje opět po nejvýhodnější trase k cíli. V systému je možné vyhledávat adresy, restaurace, hotely, atd.

Výhodou těchto přístrojů je plná integrace do systému vozidla, často víceúčelový displej zobrazuje kromě navigačních dat okolní teplotu nebo diagnostiku motoru. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena a nemožnost přenosu mezi více vozidly.

Přenosné automobilové navigační systémy umí vyhledávat nejrychlejší a nejkratší trasu. Pro navigaci umí využít vestavěnou mapu nebo detailní mapu jednotlivých území. Výhodou přenosných systémů je nižší pořizovací cena, možnost snadného přenosu mezi vozidly a širší spektrum využití (kolo, motocykl).

Nejdokonalejší přenosné navigační systémy dosahují úrovně vestavěných systémů, včetně možnosti dynamické navigace. Většina automobilových navigací nabízí barevné, často dotykové displeje a mohou mít externí i vlastní zdroj napájení.

Mezi přední výrobce patří firmy Garmin, Clarion (obr. 9), Blaupunkt, Philips, Sony a další.[3]



Obr. 9 Automobilová GPS navigace Clarion Map 790

Zdroj: www.clarion.com

2.3.6 Vojenské

Základním rozdílem mezi civilním a vojenským přijímačem je v tom, že vojenský přijímač je schopen zpracovávat i zakódované informace a díky tomu může fungovat i v oblastech s válečnými konflikty, kde může dojít k omezené funkčnosti civilních GPS přijímačů. Setkat s tímto druhem přijímače je poměrně vzácné a nejsou běžně dostupné na trhu. Vzhledem k armádním účelům jsou i bližší informace o těchto zařízeních obtížně dostupné. Výrobce je firma Rockwell Collins (obr. 10) [3]



Obr. 10 vojenská GPS navigace Rockwell Collins PLGR96

Zdroj: www.rockwellcollins.com

3 Využití GPS v zemědělství

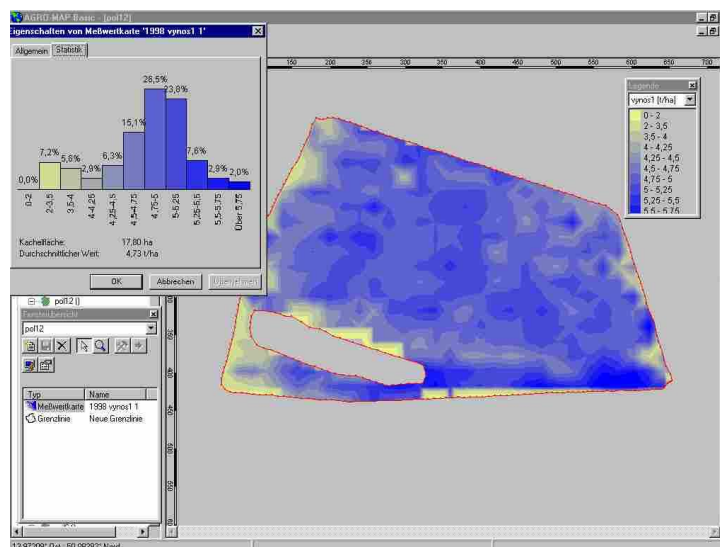
Systémy GPS mají v zemědělství široké uplatnění. Využívají se pro navigaci strojních souprav při jízdě po pracovních pozemcích, k získávání přesných informací o pozemku nebo porostu na konkrétním přesně definovaném místě pomocí souřadnic. Dále k cíleným místně specifickým zásahům při pracovních operacích, např. při zpracování půdy, setí, hnojení, ochraně rostlin, atd.

3.1 Tvorba výnosových map

Princip, kdy je při sklizni zjišťován výnos v přesně zaměřené části pozemku díky určení polohy pomocí GPS přijímače. Účelem tohoto principu je vytvoření výnosové mapy plodiny a podle té následně určit kvalitu porostu v konkrétních částech pozemku.

Tvorba výnosové mapy probíhá tak, že na sklízecí mlátičce je umístěno čidlo (kapacitní, mechanické, optické) pro určování výnosu, které předává informace o zjištěných hodnotách na paměťové jednotky. Spolu s těmito údaji jsou ukládána i data o aktuální poloze z GPS systému. Tyto informace jsou pomocí software a ev. systému GIS (Geographical information system) převedeny do podoby výnosových map. V těchto mapách jsou oblasti s rozdílným výnosem od sebe graficky odlišena (obr.11).

Pomocí výnosové mapy je možné odvodit a vytvořit tzv. mapu aplikační. Ta zobrazuje potřebnou aplikaci hnojiv nebo postřiků v oblastech s nízkým výnosem za účelem zkvalitnění porostu.[5]



Obr. 11 Výnosová mapa

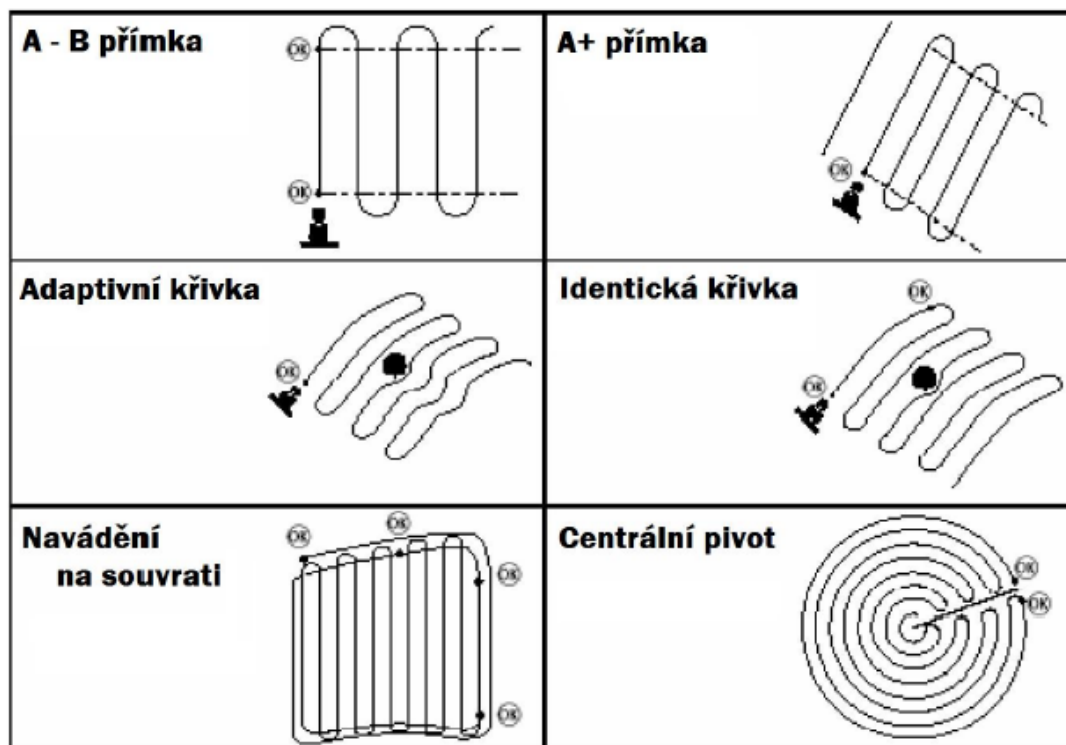
Zdroj www.agris.cz

3.2 Navigace strojních souprav po poli

GPS systémy nachází veliké uplatnění při navigaci strojních souprav na poli. Zavedením této technologie je řidič o přesnosti své jízdy informován obrazovkou nebo panelem s LED diodami, případně je stroj naváděn i řízen zcela automaticky. Řidiči tedy nemusí vizuálně kontrolovat přesnost jízdy a navazování pracovních záběrů, jako tomu je např. při použití znamenáků při setí. Obsluha se tak může plně věnovat nastavení stroje a pracovní operace je možné provádět i za snížené viditelnosti. [6]

Navigace strojních jízd je uskutečňována několika základními způsoby (obr. 12). Jedná se o způsob A-B přímky, kdy řidič zadá základní křivku a stroj poté všechny další jízdy provádí rovnoběžně s touto zadanou přímkou. Režim A+ vychází ze zadaného bodu a směru jízdy. V případě, že na pozemku se vyskytují překážka (strom, el. vedení) využívá se způsob adaptivní křivky, kde po objetí překážky navigátor dále rovnoběžně kopíruje trasu od této změny ve směru. Podobně pracuje i režim identické křivky, který je oproti předchozímu odlišný v tom, že po objetí překážky je stroj opět naváděn po základní nastavené křivce. Kombinací všech předchozích je režim navádění po souvratích a v místech, kde

se stroj po poli pohybuje v soustředných kruzích se využívá režimu centrální pivoť.[7]

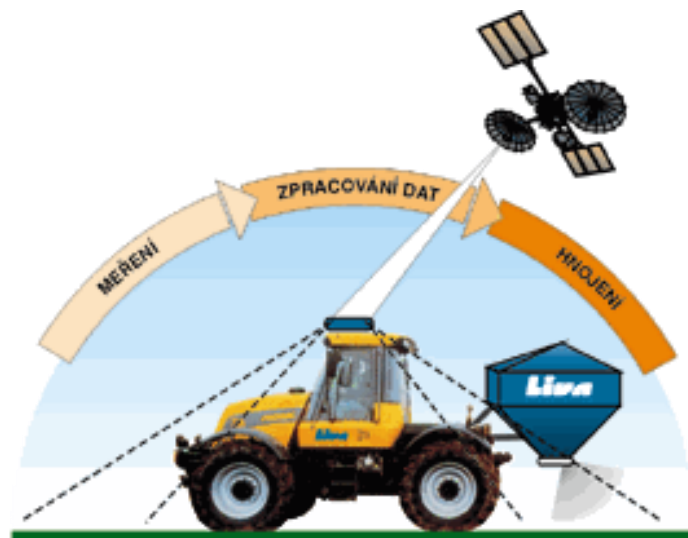


Obr. 12 Způsoby navigace stroje po poli

Zdroj: http://212.71.135.254/vuzt/poraden/prirucky/p2005_007.pdf

3.3 N-Senzor

Technologie pro aplikaci dusíkatých hnojiv (obr. 13), u které se využívá systému GPS. Optické zařízení je umístěno na střeše stroje a je citlivé na zabarvení a intenzitu přirozeného odrazu světla od porostu. Díky tomu je možné určit obsah chlorofylu rostlinách. Z těchto údajů je poté možné zjistit optimální dávku dusíku na konkrétním místě pozemku, protože obsah chlorofylu v rostlině vyjadřuje mimo jiné i to, jak je rostlina dusíkem zásobena. Určené informace jsou předávány řídicí jednotce a dále do dávkovací elektroniky rozmetadla. Systém GPS určuje přesnou polohu stroje a proto je možné následně ze všech získaných hodnot vytvořit mapy o doporučených dávkách dusíku a skutečně aplikovaných dávkách dusíku. [8]



Obr. 13 Použití N-Senzoru

Zdroj: <http://www.leadingfarmers.cz/nsensor/prezentace/2006/>

3.4 Systém jednotných kolejových řádků

Při přejezdech zemědělské techniky dochází k nežádoucímu zhutňování půdy. Tento faktor ovlivňuje velikost výnosu, zhoršuje strukturu a tím snižuje kvalitu půdy. Zhutněná půda také hůře absorbuje vodu, což má při velkých srážkách negativní vliv. Proto již v minulosti byla snaha soustředit maximální možný počet pracovních jízd po poli do stejných stop. Podle Kroulíka a kol. (2007) při součtu všech přejetých ploch od strojů při různých pracovních operacích na pozemku v průběhu jednoho roku dochází k 96 % pokrytí plochy pole. Tomuto způsobu však bránila skutečnost, že nebylo možné se vždy se stroji přesně vrátit na místo původního přejezdu a dodržovat systém totožných kolejových stop. S rozvojem systému GPS ovšem došlo k pozitivnímu posunu ve vývoji jednotného systému přejezdů. Systém GPS naviguje stroj v požadované stopě a tím dochází k minimalizaci zhutňování půdy na plochách s vysetou plodinou a podle Kroulíka a kol. (2007) dochází k výrazné úspoře paliva v důsledku lepší sjízdnosti.

Aby se stroj mohl pohybovat ve stejných kolejových řádcích je nutné zajistit stejný rozchod u všech jeho náprav. Toho se dosahuje tak, že jsou nápravy stroje vybaveny speciálními nástavci, které zajistí stejný rozchod a poté je možné tento systém plně využít. [9]

4 Technická řešení GPS navigací

Technická řešení GPS navigací se rozdělují podle dvou kritérií. První je to, zda je systém montován výrobcem přímo na stroj při výrobě (případně je jím stroj dodatečně vybaven), nebo se jedná o systém, který je přenosný ze stroje na stroj a farmář ho může dle potřeby využívat v pro něj potřebné zemědělské technice.

Druhým rozdělovacím kritériem je to, jakým způsobem je stroj nebo strojní souprava naváděna po pracovním pozemku. Zde se technická řešení GPS navigace rozdělují na manuální naváděné, asistované a plně automatické.

4.1 Manuální naváděcí systémy

Manuální naváděcí systémy pracují tak, že je zemědělská technika naváděna po přesné dráze pracovního pozemku obsluhou stroje. Obsluha pomocí volantu ovládá směr stroje a díky manuálnímu navigátoru ho udržuje v optimálním směru. To je zajištěné světelným panelem z LED diod (obr. 14) nebo monitorem. Ten je instalován přímo v kabině, nebo mimo ni tak, aby byl zajištěn obsluze nejlepší výhled po pracovním pozemku.

Systém funguje tak, že po navedení obsluhy stroje na požadovanou dráhu se střídavě rozsvěčují na kontrolním panelu diody na levé či pravé straně, podle toho kterým směrem dochází k vychýlení ze zadané trajektorie. Stupňující se odchylka je signalizována různou barvou diod a je doprovázena akustickým signálem, aby mohla obsluha na výchyly ve směru zareagovat co nejrychleji.

Některé novější typy jsou vybaveny grafickou LCD obrazovkou na níž se zobrazuje dráha po které se má stroj pohybovat a obsluha má tak usnadněnou práci při otáčení stroje na souvratích i v jeho vedení po křivkách.

Nevýhodou tohoto systému je fakt, že stroj je na pracovní dráhu naváděn obsluhou, což je určující faktor pro přesnost jízdy.[10]



Obr. 14 Světelná lišta s LED diodami a LCD obrazovka navigace EZ-Guide 250 firmy Trimble

Zdroj: www.trimble.com

4.1.2 Typy manuálních GPS navigátorů

Přehled typů manuálních navigátorů, nejčastěji používaných při navigaci zemědělských strojů po pracovních pozemcích.

- Systém Parallel Tracking.
- Systém Center line.
- Systém Outback S Lite.
- Systém Marker Lite.
- Systém EZ- Guide (viz kapitola 4.1).

Systém Parallel Tracking

Manuální navigátor, který pro udržení požadovaného směru využívá display zobrazující polohu vozidla. Když stroj opustí optimální dráhu, zobrazí se na displayi odchylka doprovázená akustickým signálem a obsluha opět navede stroj do požadovaného směru. Systém je přenosný a proto je možné ho použít na více strojích podle potřeby. Další nezbytné prvky systému jsou snímač polohy a mobilní procesor (připojen k zadní části displaye), na který se ukládají informace o jízdě. Informace nahrané na procesoru lze nahrát na osobní počítač a dále s nimi pracovat. [14]



Obr. 15 Systém Parallel Tracking

Zdroj: www.machineryzone.com

Systém Center line

Systém, který pro navádění po zadané trase využívá světelný panel z LED diod (obr. 16). Ty jsou podle velikosti odchyky barevně odlišené. Pod diodami je umístěné textové pole pro zobrazování informací o jízdě (okamžitá poloha stroje, rychlost stroje). Součástí systému je bezdrátové dálkové ovládání (obr. 17.), kterým se ovládá textové menu panelu. Navigátor dokáže navádění po přímkách i zakřivených drahách. [15]



Obr. 16 Panel systému center line

Zdroj: www.Ah-agro.com



Obr. 17 Dálkové ovládání systému center

Zdroj: www.ah-agro.com

System Outback S Lite

Manuální GPS navigátor, který udává obsluze stroje informace o optimální dráze pomocí panelu s LED diodami (obr. 18). Ty jsou ve dvou řadách, kde na horním oblouku se zobrazuje budoucí požadovaná poloha volantu pro to, aby obsluha mohla předem včas reagovat na změnu směru a spodní vodorovná řada zobrazuje aktuální polohu. Panel je připevněn na palubní desce stroje nebo předním skle. Systém pracuje v režimech paralelního vedení, kopírování okrajů pole a v kruhovém režimu. Celé zařízení je přenosné a lze ho použít na více strojích.[16]



Obr. 18 Systém Outback S Lite

Zdroj: www.claas.com

System Marker Lite

Přenosný navigátor Market Lite poskytuje informace o přesnosti jízdy světelným panelem, na němž je zobrazena „virtuální silnice“ (obr. 19), ve které obsluha stroj vede. Na monitoru je dále informační obrazovka a panel s ovládacími tlačítky pro orientaci v menu. Systém má režim navádění po přímkách nebo rovnoběžně zakřivených jízdách. [17, 18]



Obr. 19 Navigační systém Market Lite

Zdroj: www.settermfg.com

4.2 Asistované řízení

Asistované navádění strojních souprav funguje tak, že se manuální navigátor (např. EZ-Guide 250) zkombinuje s elektromotorkem s třecím pastorkem (obr. 20), který otáčí volantem stroje místo řidiče podle toho jaká vyniká odchylka a ulehčuje tak jeho práci a snižuje únavu. Pouze na souvrati musí obsluha otočit soupravu a poté, co je sklon řídicích kol do 15 stupňů, řízení opět převezme systém.[11, 12]

Princip systému je takový, že přijímač ve světelné liště zpracuje informace o poloze stroje. Základní verze systému podporuje bezplatný signál Egnos. Informace o aktuální poloze jsou dále předány řídicí jednotce (tzv. kontroleru), která do elektromotorku vysílá impulsy. Délka impulzu závisí na velikosti pootočení volantem. Frekvence přijímaného signálu GPS je 5 Hz, tím pádem dostává řídicí jednotka a zároveň i elektromotorek pokyn k činnosti 5x v jedné sekundě a tak je zaručeno plynulé otáčení volantu. Při vybavení systému přijímačem diferenčního signálu OmniSrar dochází dále k výrazně vyšší přesnosti při navigaci pracovních jízd.

Pro zajištění správné funkce systému je třeba vybavit stroj vhodným posilovačem řízení, aby bylo otáčení volantem co nejsnadnější. [12, 13]



Obr. 20 Asistované řízení Trimble AgGPS- Steer

Zdroj: www.agronavigace.cz

4.3 Automatizované řízení

Automatizované řízení spočívá v úplném nahrazení obsluhy stroje jednotkou řízení. Ta pomocí polohových snímačů volantu, snímačů natočení kol, hydraulických ventilů řízení a spínače aktivace automatického navádění, řídí soupravu po pracovním pozemku (obr. 21).

Při zjištěné odchylce od požadované polohy vyše řídicí jednotka signál hydraulickým ventilům řízení a ty vrátí stroj do správné polohy. Obsluha pouze aktivuje systém a částečně navádí do dalších jízd. Deaktivace navigátoru se uskuteční každým otočením volantu. Na konci jízdy tedy obsluha pouze otočí volantem, otočí soupravu na souvrati a navede do další jízdy minimálně pod úhlem 45 stupňů od požadovaného směru jízdy a tlačítkem opět navigační systém aktivuje. Pracovní souprava se pak již sama do zadané trajektorie navede a pokračuje v jízdě po ní. [10]



Obr. 21 Trimble AgGPS Autopilot

1 zobrazovací display, 2 přijímač signálu, 3 kontroler, 4 snímač natočení kol, 5 hydraulicky ventily řízení, 6 anténa

Zdroj: www.trimble.com

5 Přesnost a signály GPS

Přesnost GPS přijímače je jedním z hlavních požadavků uživatelů při koupi. U jednoduchých přijímačů se pohybuje v rozmezí 7-10 metrů. Přesnost je závislá hlavně na množství družic, které přijímač zachytí a na výhledu na oblohu. V případě stínění nebo špatného výhledu se přesnost zhoršuje. Pro zlepšení přesnosti je rovněž vhodné nechat přijímač po zapnutí několik minut ustálit.

Vhledem k tomu, že standardní přesnost GPS signálu je minimálně několik metrů, což je pro navigování zemědělských strojů po pracovních plochách zcela nevhodné, používají se korekční úpravy GPS signálu. V takovém případě hovoříme o tzv. diferenciální korekci (DGPS). Pro tyto úpravy přesnosti však

nestačí pouhý GPS přijímač, ale je třeba další, který se s GPS přijímačem propojí.
[3]

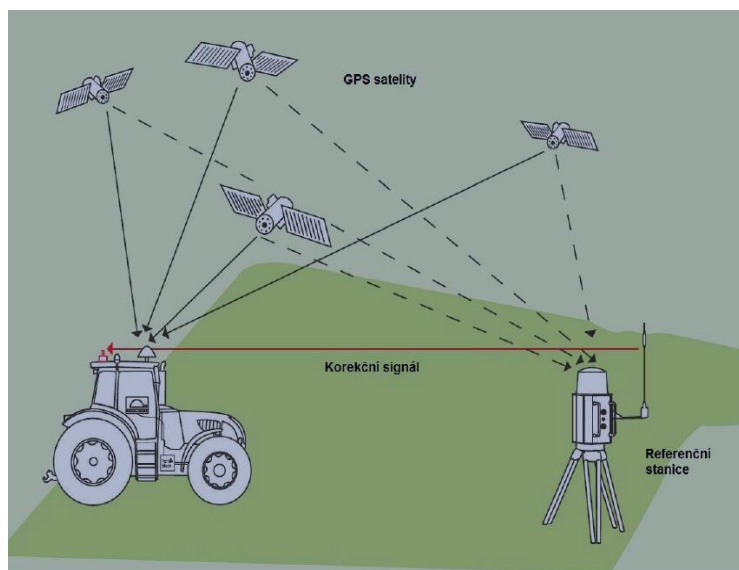
5.1 DGPS

Princip DGPS je založen na používání referenčních stanic, u kterých je přesně známa její poloha. Pravidelným porovnáváním přesné polohy s polohou naměřenou GPS přijímačem vznikají korekce. Tyto korekce zachycuje a přijímá DGPS přijímač, kterým je vybaven stroj (obr. 22).

Referenční stanice jsou stavěny po celém světě organizacemi, které za příjem korekčního signálu vyžadují poplatek. Přitom vždy platí, že čím přesnější signál je, tím vyšší je poplatek za něj. Signál je možné si pronajmout na rok nebo na sezóní období (několik měsíců), ale i na přesný počet hodin (100, 1000). Mezi poskytovatele placeného signálu patří například Omnistar.

Existují i signály šířené zdarma. Jejich přesnost je ovšem výrazně nižší než u zpoplatněných. Jedinou nevýhodou DGPS je fakt, že pokud se referenční stanice nachází od přijímače signálu ve vzdálenosti větší než je několik desítek kilometrů přesnost signálu pro navigaci výrazně klesá. Mezi bezplatné poskytovatele patří například Egnos a Beacon (tabulka č. 1).

System DGPS je obvykle poskytován ve třech úrovních. Základní, s přesností 20 cm, vyšší úroveň s přesností 5 cm a nejvyšší, označovaná také jako RTK s přesností 2cm. [18]



Obr. 22 Princim DGPS navigace

Zdroj:www.claas.com

Tabulka č. 1 Porovnání přesnosti používaných GPS signálů

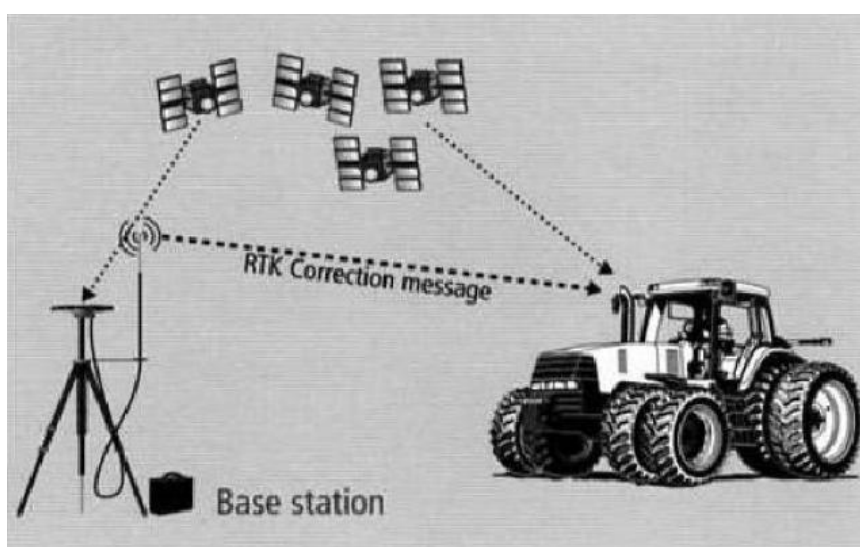
Korekční signál	Přesnost [m]
DGPS	0,25
Omnistar HP	0,5 - 0,1
Star fire 1	0,2 - 0,3
Star Fire 2	0,05 - 0,01
Real time kinematic	0,02
Egnos (zdarma)	0,3
Beacon (zdarma)	0,3

Zdroj:navigace strojních souprav na pozemcích s využitím GPS, Masopust T, bac. Práce, CZU, Praha 2008

5.1.1 RTK

Používání signálu úrovně RTK vyžaduje kromě DGPS přijímače ještě stanici, která koriguje přijímaný signál (obr. 23). Tuto stanici je možné umístit na stojánek poblíž pracovní plochy, případně na střechu vysoké budovy v okolí.

Výhodou je, že při práci několika strojů, přijímají všechny stroje signál z jedné stanice. Opět zde, ale platí to, že všechny překážky (profil krajiny, budovy, lesy) mezi stanicí a DGPS přijímačem ve stroji zhoršují přesnost signálu. [18]

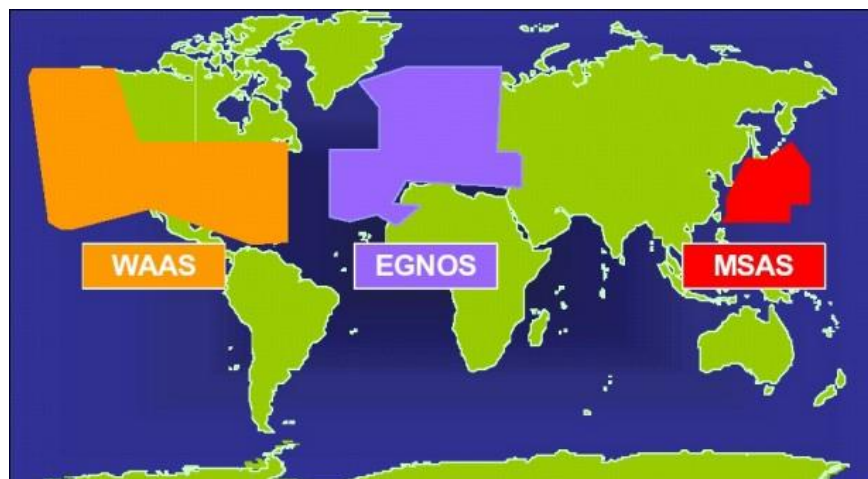


Obr. 23 Princip signálu úrovně RTK

Zdroj: www.gpsags.com

5.2 Podpůrné systémy GPS

Pro určení polohy pomocí GPS se využívají i následující podpůrné systémy. Jejich přesnost ovšem zdaleka nedosahuje kvalit DGPS. Na světě fungují tři systémy. V Evropě používaný EGNOS, v Japonsku MSAS a ve Spojených státech WAAS (obr 24.).



Obr. 24 Pokrytí podpůrných systémů GPS

Zdroj: <http://www.vanagt.com/index.php/tag/egnos/>

5.2.1 WAAS – The Wide area augmentation systém

Systém byl vyvinut v USA za účelem kontroly civilního letectví a pro navigaci účastníků letového provozu během všech fází letu.

WAAS se skládá z 25 pozemních stanic, u nichž je známá jejich přesná poloha, a mají za úkol zjišťovat chyby GPS signálu a zasílat informace o nich do hlavních řídicích stanic. Stanice poté vytvářejí signál, který zachycují GPS přijímače. Signál je šířen pomocí dvou satelitů a je kompatibilní se základním signálem GPS. [19]

5.2.2 EGNOS – The European geostacinary navigation overlay service

Evropský systém, je prvním projektem Evropské kosmické agentury v oblasti vesmírné navigace, který byl spuštěný v roce 2006 (testovací provoz). Tento systém nahrazuje vojenské systémy GLONASS a americký systému GPS.

EGNOS je sestaven ze tří satelitů, třiceti referenčních stanic a jeho hlavním úkolem je zpřesnění letecké a námořní navigace. Satelity vysílají signál s korekcí na GPS přijímače a tím je přesnost zvýšena z 7-10 metrů na 1-2 metry. Stejně jako WAAS je i tento systém kompatibilní s ostatními GPS signály. [19]

5.2.3 MSAS

System pokrývající oblast v okolí Japonska byl vyvinut japonským úřadem pro civilní letectví za stejným účelem, jako WAAS a EGNOS. Jeho úkolem je zpřesňovat GPS signál v oblasti letecké a námořní dopravy. [19]

6 Cíl práce

Cílem práce je určit ekonomickou výhodnost použití GPS navigátorů používaných na zemědělské technice při práci na pozemku. Dále zjištění výhod, nevýhod a úspor, které tato zařízení přináší

6.1 Metodika práce

Pro zhodnocení ekonomické výhodnosti GPS navigátorů bude použit následující postup. Byl zvolen fiktivní podnik. Tento fiktivní zemědělský podnik obhospodařuje pozemky o výměře 1800 hektarů. Pro porovnání bude využit stroj bez GPS navigace, který je řízen po poli pouze obsluhou a kde jsou nejdůležitějšími faktory přesnosti zkušenost obsluhy a vizuální orientace. Další variantou je stroj vybavený GPS autopilotem, který navádí stroj po pracovní ploše plně automaticky. Na těchto strojích budou sledovány vybrané ukazatele při nejběžnějších polních pracech.

Vybrané ekonomické ukazatele:

- Časová úspora.
- Úspora pohonných hmot.
- Úspora za nákup osiva.
- Úspora za nákup hnojiv.
- Úspora za nákup chemických prostředků na ochranu plodin.
- Náklady na obsluhu stroje.
- Opotřebení pneumatik traktoru.
- Návratnosti investice.

Pracovní operace

- Podmítka.
- Orba.

- Smykování.
- Válení.
- Setí.
- Hnojení.
- Chemická ochrana.

Při výpočtech se bude vycházet z rozdílnosti úrovně překrytí pracovních záběrů stroje vybaveného autopilotem GPS a strojem navigovaným obsluhou stroje. Tento fakt znamená, že „rozdílné“ pracovní záběry ovlivní počet přejezdů po pracovním pozemku a mají vliv na výše uvedené ukazatele.

Při jízdách po poli se bude využívat traktor Case puma 225 a bude využit na všechny polní operace uvedené výše. Tento stroj bude vybaven GPS autopilotem firmou Agronavigace Jaroměř. Přesný chod GPS autopilota zajistí stejná firma, která z údajů o výměrách pracovních pozemků vytvoří pomocí speciálního softwaru optimální trasy pojezdů po pozemku podle jeho tvaru. Tyto trasy pak budou nahrány do GPS autopilota a traktor se bude pohybovat přesně podle nich. GPS autopilot bude využívat signál RTK s přesností +/- 2 cm. Vzhledem k pracovním záběrům používaných při následujících polních operacích se bude tato chyba považovat za zanedbatelnou. Přehled nákladů na pořízení celkového zařízení uvádí následující tabulka (tabulka č. 2).

Tabulka č. 2: Náklady na pořízení GPS autopilota

Položka	Cena [Kč]
GPS autopilot s navigací FMX s RTK přijímačem (kompletní sada pro montáž)	408 000
Montáž, kalibrace a zaškolení	20 000
Cena za přijímání signálu RTK od Leading Farmers CZ (roční licence)	25 000
celkem	453 000

Zdroj: www.agronavigace.cz



Obr. 25 traktor Case puma 225

Zdroj: www.agroport.pl

6.2 Vztahy pro výpočty

Přehled postupů a vztahů použitých při výpočtech ukazatelů efektivity využití GPS autopilota na poli.

6.2.1 časová úspora

Časová úspora bude vycházet ze vztahu pro výpočet hodinové výkonnosti mobilního stroje na poli (podle Kavka, sylaby k přednáškám)

Hodinová výkonnost teoretická:

$$hWt = 0,1 \times B_p \times v_p \quad [\text{ha/h}] \quad (1)$$

Kde: B_p - pracovní záběr stroje [m]

V_p - jezdová rychlost stroje [km/h]

Hodinová výkonnost skutečná:

$$hW_s = hW_t \times \tau \quad [\text{ha/h}] \quad (2)$$

Kde: hW_t - hodinová výkonnost teoretická [ha/h]

τ - součinitel časového využití stroje (tabulka č. 3)

Tabulka č. 3: Přehled součinitelů časového využití stroje pro jednotlivé pracovní operace:

Pracovní operace	τ
Podmítka	0,70-0,80
Orba	0,70-0,76
Smykování	0,70-0,84
Válení	0,70-0,84
Setí	0,55-0,62
Hnojení	0,40-0,56
Chemická ochrana	0,45-0,58

Zdroj: Šařec O, Šařec P., Využití energetického zdroje soupravy

Aby bylo možné z výpočtu určit rozdílnost v přejezdech s autopilotem a bez něj bude pracovní záběr B_p vždy vynásoben chybou vznikající při návaznostech pracovních jízd. U GPS autopilota je tato chyba zanedbatelná a ve výpočtech se bude uvažovat, že její hodnota je nula. U stroje řízeného obsluhou bude vycházet chyba z tabulky 2. Výsledný vztah bude poté vypadat takto:

Hodinová výkonnost reálná:

$$hW_r = hW_s \times (1 - X) \quad [\text{ha/h}] \quad (3)$$

Kde: hW_s - hodinová výkonnost skutečná [ha/h]

X - chyba při návaznostech pracovních jízd (viz tabulka č.4, 5)

Pro určení časové úspory vydělíme reálné hodinové výkonnosti strojů celkovou plochou obdělávaného pozemku a určíme rozdíl.

Časová úspora:

$$C = \frac{Q}{hW_{r_1}} - \frac{Q}{hW_{r_2}} \quad [\text{h}] \quad (4)$$

Kde: Q – celková obdělávaná plocha [ha]

hW_{r_1} - hodinová výkonnost reálná stroje bez GPS autopilota [ha/h]

hW_{r_2} – hodinová výkonnost stroje s GPS autopilotem [ha/h]

Podle M. Kroulík, Z. Kvíz, F. Kumhála, J. Hůla a T. Loch jsou chyby vznikající při návaznosti pracovních jízd po poli tyto.

Tabulka č. 4: Přehled chyb vznikajících při návaznosti pracovních jízd po poli

Pracovní operace	Pracovní záběr [m]	Chyba X
Podmítka	6	0,0300
Setí	6	0,0267
Chemická ochrana	18	0,0439

Zdroj: M. Kroulík, Z. Kvíz, F. Kumhála, J. Hůla and T. Loch, *Procedures of soil farming allowing reduction of compaction*

Tabulka č. 5: Odvozené chyby vznikající při návaznosti pracovních jízd po poli

Pracovní operace	Pracovní záběr [m]	Chyba X
Orba	1,4	0,035*
Smykování	6	0,0300
Vláčení	6	0,0300
válení	6	0,0300
Hnojení	18	0,083

Pozn. U polních operacích, kde nebyla výzkumem a měřením zjištěna chyba se bude vycházet z toho, že vzhledem ke stejným pracovním záběrům bude obdobná i chyba při návaznosti přejezdů u těchto operací.

6.2.2. Úspora nákladů na pohonné hmoty

Pro zjištění úspor na pohonných hmotách stroje se bude vycházet ze vztahu pro určení nákladů na pohonné hmoty (podle Kavka, sylaby k přednáškám)

Náklady na pohonné hmoty:

$$N_{ph} = \frac{hQ_n}{hW_r} \times C_{kn} \quad [\text{Kč/ha}] \quad (5)$$

Kde: hQ_n - hodinová spotřeba nafty [l/h]

hW_r - hodinová výkonnost reálná [ha/h]

C_{kn} - komplexní cena nafty [Kč]

Komplexní cena nafty se pohybuje v průměru okolo 27,60 Kč/litr. (K datu 21.2. 2010)

6.2.3. Náklady na obsluhu stroje

Pro výpočet nákladů ušetřených na obsluhu stroje vyjdeme ze vztahu č. 4 pro určení časové úspory. Tuto úsporu následně vynásobíme hodinovou mzdou přičemž budeme uvažovat, že hrubá hodinová mzda obsluhy činí 70 Kč.

Hodinová mzda:

$$h = hmh \times 1,34 \quad [\text{Kč}] \quad (6)$$

Kde: hmh- hrubá hodinová mzda (zvoleno 70 Kč)

1,34- vyjádření sociálního (25%) a zdravotního (9%) pojištění hrazeným zaměstnavatelem

Ušetřené náklady na obsluhu stroje:

$$N_o = C \times h \quad [\text{Kč}] \quad (7)$$

Kde: C- časová úspora [h]

h- hodinová mzda [Kč]

6.2.4. Úspora na nákup osiva

Výpočet úspory osiva bude vyjádřen tak, že porovnáme plochu přejetou GPS autopilotem s plochou, kterou přejeede strojem řízeným obsluhou. Tento rozdíl následně vynásobíme známou cenou osiva na jednotku plochy.

Plocha přejetá strojem na poli:

$$S_{1,2} = J \times B \times b \quad [\text{m}^2] \quad (8)$$

Kde: J-počet přejezdů po poli

B_p - pracovní záběr [m]

b- šířka pozemku [m]

Počet přejezdů po poli:

$$J = \frac{a}{B_p \times (1 - X)} \quad (9)$$

Kde: a- délka pozemku

B_p - pracovní záběr

x- chyba při návaznosti pracovních jízd (tabulka č. 3)

Úspora osiva:

$$N_{os} = (S_1 - S_2) \times c \quad [\text{Kč}] \quad (10)$$

Kde: S_1 - plocha ujetá strojem řízeným obsluhou [m²]

S_2 - plocha ujetá GPS autopilotem [m²]

c- cena osiva [Kč/ha]

6.2.5 Úspora na nákup hnojiv

Úspora na nákup hnojiv bude vyjádřena stejným postupem jako při setí. Pouze rozdílná plocha bude vynásobena cenou hnojiva na jednotku plochy.

Úspora hnojiv:

$$N_h = (S_1 - S_2) \times f \quad [\text{Kč}] \quad (11)$$

Kde: S_1 - plocha ujetá strojem řízeným obsluhou [m^2]

S_2 - plocha ujetá GPS autopilotem [m^2]

f - cena hnojiva [Kč/ha]

6.2.6 Úspora na nákup chemických prostředků na ochranu plodin

Vztah pro úsporu bude vycházet z obdobného vztahu jako u úspory osiva. Pouze s rozdílem, že rozdílná plocha bude vynásobena cenou ochranných látek na plochu.

Úspora chemických prostředků:

$$N_{ch} = (S_1 - S_2) \times u \quad [\text{Kč}] \quad (12)$$

Kde: S - plocha ujetá strojem řízeným obsluhou [m^2]

S - plocha ujetá GPS autopilotem [m^2]

u -cena hnojiva [Kč/ha]

6.2.7 Opotřebení pneumatik traktoru

Při určení opotřebení pneumatiky traktoru a s tím spojeným případným ušetřením nákladů na koupi nových využitím GPS autopilota bude vycházet z porovnání celkové počtu ujetých kilometrů s GPS autopilotem a bez něj. Kritériem pro výměnu pneumatiky bude, že podle www.agroweb.cz (článek

Ing. Ivo Celjak) je životnost pneumatiky při jízdě na poli 25-45 tisíc kilometrů. V tomto případě bude použita střední hodnota 35 tisíc kilometrů.

Počet ujetých kilometrů:

$$O = J \times b \quad [\text{km}] \quad (13)$$

Kde: J- počet přejezdů po poli

b- šířka pozemku [m]

6.2.8 Návratnost investice

Návratnost investice bude odvozena od nákladů do ni vložených, tedy pořizovací cena autopilota, poplatek za přijímaný signál a montáž. Tato suma bude porovnána s úsporami, které investice přinese a dá se vyjádřit následujícím vztahem.

Návratnost investice:

$$N_i = \frac{N_c}{U_c} \quad [\text{rok}] \quad (14)$$

Kde: N_c - celkové náklady vynaložené na nákup GPS autopilota [Kč]

U_c - Celková úspora získaná GPS autopilotem [Kč]

6.3 Přehled vypočítaných úspor a diskuse

Následující kapitola uvádí přehled všech sledovaných ukazatelů efektivity na jednotlivých pracovních operacích.

Přehled úspor- pracovní operace podmítka

Podmítkou rozumíme mělké zpracování půdy, které probíhá po sklizni a provádí se obvykle dvakrát po sobě. V našem případě bude pro podmítku použit diskový podmítač Kverneland (tabulka č. 6) v soupravě s traktorem uvedeným v metodice práce.

Tabulka č. 6: Základní parametry pro výpočty úspor u podmítky

Základní parametry	hodnota
Pracovní záběr	6 metry
Pojezdová rychlost	10 km/h
τ	0,75
Hodinová spotřeba nafty	34,3 l/h

Časová úspora při podmítce

Ze vztahu č. 3 určíme reálné hodinové výkonnosti stroje s GPS autopilotem a stroje naváděného po poli pouze řidičem. U GPS autopilota bude 4,54 ha/h a u druhého stroje 4,36 ha/h. Ze zjištěné reálné hodinové výkonnosti strojů můžeme dále vypočítat podle vztahu č. 4 časovou úsporu. Přehled časové úspory u podmítky je vyjádřen v následující tabulce (tabulka č. 7).

Tabulka č. 7: Časová úspora při podmítce

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Doba trvání podmínky [h]	
Kverneland	GPS autopilot	0,223	401,4
	Stroj bez navigace	0,229	412,2
Časová úspora		0,006	10,8

Úspora nákladů na pohonné hmoty při podmítce

Dle vztahu č. 5 pro výpočet nákladů na pohonné hmoty zjistíme, že u GPS autopilota budou náklady 210,373 Kč/ha. U stroje bez navigátoru budou náklady 216,879 Kč/ha. Přehled uspořených nákladů ukazuje tabulka (tabulka č. 8)

Tabulka č. 8: Úspora nákladů na pohonné hmoty při podmítce

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Náklady na pohonné hmoty [Kč]	
Kverneland	GPS autopilot	210,373	378671,4
	Stroj bez navigace	216,879	390383,5
Úspora nákladů na poh. hmoty		6,506	11712,1

Náklady na obsluhu stroje při podmítce

Ušetřené náklady na pohonné hmoty určíme pomocí vztahu č. 6 a 7. Při hrubé hodinové mzdě 70 Kč bude na jednom hektaru při využití GPS autopilota ušetřeno 0,560 Kč. Úspory vyjadřuje následující tabulka (tabulka č. 9).

Tabulka č. 9: Úspora nákladů na obsluhu stroje s GPS autopilotem při podmítce

Kverneland	Rozloha [ha]	
	1	1800
Časová úspora [h]	0,006	10,8
Ušetřené náklady na obsluhu stroje [Kč]	0,560	1013,0

Přehled úspor- pracovní operace orba

Orba je základní operací při zpracování půdy a má výrazný vliv na půdní vlastnosti. Pro orbu bude použit sedmi radličný pluh Besson (tabulka č. 10).

Tabulka č. 10: Základní parametry pro výpočty úspor u orby

Základní parametry	hodnota
Pracovní záběr	1,4 metru
Pojezdová rychlost	8 km/h
τ	0,73
Hodinová spotřeba nafty	24,41 l/h

Časová úspora při orbě

Reálná hodinová výkonnost GPS autopilota u orby bude podle vztahu č. 3 0,82 ha/h. Stroj řízený po poli pouze řidičem bude mít reálnou hodinovou

výkonnost 0,79 ha/h. Z těchto údajů vypočítáme pomocí vztahu č. 4 časovou úsporu, která je vyjádřena v tabulce (tabulka č. 11).

Tabulka č. 11: Časová úspora při orbě

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Doba trvání orby [h]	
Besson	GPS autopilot	1,22	2196
	Stroj bez navigace	1,27	2286
Časová úspora		0,05	90,

Úspora nákladů na pohonné hmoty při orbě

Náklady na pohonné hmoty při orbě určíme vztahem č. 5. U stroje bez navigace budou náklady na hektar činit 852,805 Kč a GPS autopilot bude mít náklady na hektar 821,605 Kč. Celkovou úsporu na pohonných hmotách vyjadřuje tabulka (tabulka č. 12)

Tabulka č. 12: Úspora nákladů na pohonné hmoty při orbě

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Náklady na pohonné hmoty [Kč]	
Besson	GPS autopilot	821,605	1478889
	Stroj bez navigace	852,805	1535049
Úspora nákladů na poh. hmoty		31,2	56160

Náklady na obsluhu stroje při orbě

Úsporu nákladů na obsluhu stroje při orbě určíme ze vztahů 6, 7. tím získáme údaj, že na jednom hektaru bude ušetřeno 4,69 Kč. Přehled úspor vyjadřuje tabulka (tabulka č. 13)

Tabulka č. 13: Úspora nákladů na obsluhu stroje s GPS autopilotem při orbě

Besson	Rozloha [ha]	
	1	1800
Časová úspora [h]	0,05	90
Ušetřené náklady na obsluhu stroje [Kč]	4,69	8442

Přehled úspor- pracovní operace Smykování

Smykování je zemědělská operace při zpracování půdy. Jejím hlavním cílem je urovnání povrchu po orbě, drcení a zatlačení hrud, kypření půdy a ničení plevelu. Pro tuto operaci bude využit bránosmyk s pracovním záběrem 6 metrů (tabulka č. 14).

Tabulka č. 14: Základní parametry pro výpočty úspor u smykování

Základní parametry	hodnota
Pracovní záběr	6 metrů
Pojezdová rychlost	8 km/h
τ	0,77
Hodinová spotřeba nafty	22,6 l/h

Časová úspora při smykování

Reálné hodinové výkonnosti u strojů pro smykování určíme ze vztahu č. 3. GPS autopilot obdělá 3,69 ha/h a stroj navigovaný pouze řidičem 3,58 ha/h. Tyto údaje následně dosadíme do vztahu č. 4 a určíme časovou úsporu. Časové úspory při orbě vyjadřuje tabulka (tabulka č. 15)

Tabulka č. 15: Časová úspora při smykování

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Doba trvání smykování [h]	
Bránosmyk	GPS autopilot	0,271	487,8
	Stroj bez navigace	0.279	502.2
Časová úspora		0,008	14,4

Úspora nákladů na pohonné hmoty při smykování

Při smykování jsou náklady na pohonné hmoty dle vztahu č. 5 u GPS autopilota 169,040 Kč/ha a u stroje nevyužívající GPS autopilota 174,235 Kč/ha. Po aplikování těchto údajů na celkovou rozlohu získáme úsporu vyjádřenou v tabulce (tabulka č. 16).

Tabulka č. 16 Úspora nákladů na pohonné hmoty při smykování

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Náklady na pohonné hmoty [Kč]	
Bránosmyk	GPS autopilot	169,040	304272
	Stroj bez navigace	174,235	313622,3
Úspora nákladů na poh. hmoty		5,195	9350,3

Náklady na obsluhu stroje při smykování

Smykování s využitím GPS autopilota se ušetří na jednom hektaru 0,008 hodiny. Podle vztahu č. 6, 7 bude na jednom hektaru ušetřeno na nákladech na obsluhu 0,750 Kč. Přehled ušetřených nákladů je vyjádřen v tabulce (tabulka č. 17).

Tabulka č. 17: Úspora nákladů na obsluhu stroje s GPS autopilotem při smykování

Besson	Rozloha [ha]	
	1	1800
Časová úspora [h]	0,008	14,4
Ušetřené náklady na obsluhu stroje [Kč]	0,750	1350,7

Přehled úspor- pracovní operace válení

Válení je operace jejíž úkolem je rozdrčení větších hrud půdy zkracuje proces přirozeného slehnutí půdy a urovnání celkového povrchu pole. Pro tuto operaci budou použity válce Cambridge PB 5-037 (tabulka č. 18).

Tabulka č. 18: Základní parametry pro výpočty úspor při válení

Základní parametry	hodnota
Pracovní záběr	6 metrů
Pojezdová rychlost	8 km/h
τ	0,77
Hodinová spotřeba nafty	12,96 l/h

Časová úspora při válení

Obdobně jako u všech předchozích operacích určíme pomocí vztahu č. 3 reálnou hodinovou výkonnost strojů. GPS autopilot bude mít tuto výkonnost 3,69 ha/h a stroj bez navigace 3,58 ha/h. Po dosazení těchto hodnot do vztahu č. 4 určíme časovou úsporu, která je vyjádřena v tabulce (tabulka č. 19).

Tabulka č. 19: Časová úspora při válení

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Doba trvání válení [h]	
Válce Cambridge	GPS autopilot	0,271	487,8
	Stroj bez navigace	0,279	502,2
Časová úspora		0,008	14,4

Úspora nákladů na pohonné hmoty při válení

Pomocí vztahu č. 5 vidíme, že náklady na pohonné hmoty autopilota jsou 99,936 Kč/ha a u stroje nevyžívající GPS systém je to 99,915 Kč/ha. Výsledné úspory pohonných hmot vyjadřuje tabulka (tabulka č. 20).

Tabulka č. 20: Úspora nákladů na pohonné hmoty při válení

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Náklady na pohonné hmoty [Kč]	
Válce Cambridge	GPS autopilot	96,936	174484,8
	Stroj bez navigace	99,915	179847
Úspora nákladů na poh. hmoty		2,979	5326,2

Náklady na obsluhu stroje při válení

Časová úspora u válení je s pomocí GPS autopilota na jednom hektaru 0,008 hodiny a 14,4 hodiny na celkové ploše. Po dosazení do vztahu 6, 7 zjistíme úsporu nákladů na obsluhu stroje. Úspory vyjadřuje tabulka (tabulka č. 21).

Tabulka č. 21: Úspora nákladů na obsluhu stroje s GPS autopilotem při válení

Válce Cambridge	Rozloha [ha]	
	1	1800
Časová úspora [h]	0,008	15
Ušetřené náklady na obsluhu stroje [Kč]	0,750	1406

Přehled úspor- pracovní operace setí

U porovnávání úspor při setí se bude vycházet, že stroj obhospodařuje plochu o rozloze 9 hektarů (rozměr 360x250 metrů). Tato výměra je použita z důvodu lepšího určení rozdílnosti v nákladech na nákup a následnou úsporu osiva. U určování této úspory se bude vycházet z rozdílného počtu přejezdů autopilota a stroje bez navigace (vztah č. 9) a proto je vhodné použít rozměr jež je násobkem pracovního záběru. Pro výsev obilnin bude využit secí stroj Sulky SPI s pracovním záběrem šest metrů a u přesného setí (např. kukuřice) bude použit přesný secí stroj Monosem osmi řádkový se vzdáleností 75 cm mezi jednotlivými řádky (tabulka č. 22).

Tabulka č. 22: Základní parametry pro určení úspor při setí

Základní parametry	Druh stroje	
	Sulky SPI	Monosem (přesné setí)
Pracovní záběr	6	6
Pojezdová rychlost	12	8
τ	0,62	0,62
Hodinová spotřeba nafty	18,7	18,7

Časová úspora při setí

Při setí jsou reálné hodinové výkonnosti podle vztahu č. 3 u jednotlivých strojů následující. GPS autopilot 4,46 ha/h a při přesném setí 2,97 ha/h. Stroj navigovaný obsluhou má tuto výkonnost 4,34 ha/h a u přesného setí 2,89 ha/h. Dosazením do vztahu č. 4 získáme časové úspory. Přehled úspor je vyjádřen v následující tabulce (tabulka č. 23).

Tabulka č. 23: Časová úspory při setí

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Doba trvání setí[h]	
Sulky SPI	GPS autopilot	0,224	403,5
	Stroj bez navigace	0,230	414,7
Časová úspora		0,006	11,1

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Doba trvání setí [h]	
Monosem	GPS autopilot	0,336	606,06
	Stroj bez navigace	0,346	622,83
Časová úspora		0,01	16,77

Úspora nákladů na pohonné hmoty při setí

Ze vztahu č. 5 zjistíme, že GPS autopilot má náklady na pohonné hmoty na jeden hektar 115,729 Kč a 173,777 Kč (přesné setí). U stroje bez GPS navigace jsou náklady 118,105 Kč a 178,588 Kč (přesné setí). Celkový přehled uspořené nákladů je vyjádřen v tabulce (tabulka č. 24).

Tabulka č. 24 Úspora nákladů na pohonné hmoty při setí

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Náklady na pohonné hmoty [Kč]	
Sulky SPI	GPS autopilot	115,729	208312,2
	Stroj bez navigace	118,105	212589,
Celková úspora nákladů		2,376	4276,8
Monosem	GPS autopilot	173,777	312798,6
	Stroj bez navigace	178,588	321458,4
Celková úspora nákladů		4,811	8659,8

Náklady na obsluhu stroje při setí

Pomocí vztahů 6, 7 získáme výši nákladů na obsluhu jednotlivých strojů. Přehled ušetřených nákladů vyjadřuje tabulka (tabulka č 25)

Tabulka č. 25: Úspory nákladů na obsluhu stroje s GPS navigátorem při setí

Stroj		Rozloha [ha]	
		1	1800
Sulky SPI	Časová úspora hodiny	0,006	11,2
	Ušetřené náklady na obsluhu Kč	0,562	1046,7
Monosem	Časová úspora hodiny	0,010	16,7
	Ušetření náklady na obsluhu Kč	0,938	1573,7

Úspora nákladů na osivo u vybraných plodin

Pro vyjádření úspor na osivu je třeba určit rozdílnost v přejetých plochách GPS autopilota a stroje naváděným obsluhou. Nejprve pomocí vztahu č. 9 určíme počet přejezdů autopilota a stroje naváděným obsluhou. Na pozemku o rozloze 360 X 250 metrů bude mít autopilot 60 přejezdů a stroj bez něj 61. Poté dle vztahu č. 8 určíme rozlohy přejeté u obou strojů a následně ze vztahu č. 10 určíme úsporu na osivu. Přehled úspor na vybraných plodinách vyjadřují tabulky (tabulka č. 26, 27).

Tabulka č. 26: Přehled úspor nákladů na osivo u vybraných plodin

Secí stroj Sulky SPI		Rozloha [ha]		
		1	9	1800
Zpracovaná plocha GPS autopilota		1	9	1800
Zpracovaná plocha stroje bez navigace		1,04	9,36	1872
Rozdíl		0,04	0,36	72
Přehled vybraných osiv		Úspora [Kč] s GPS navigátorem		
plodina	Pšenice	81,833	736,5	147300
	Tritikale	68,000	612	122400
	Ječmen	76,800	691,2	138240
	Oves	58,400	525,6	105120
	řepka	79,3	716	143280

Tabulka č. 27: Přehled úspor nákladů na osivo při přesném setí kukuřice

Secí stroj Monosem		Rozloha [ha]		
		1	9	1800
Zpracovaná plocha GPS autopilota		1	9	1800
Zpracovaná plocha stroje bez navigace		1,04	9,36	1872
Rozdíl		0,04	0,36	72
Přehled vybraných osiv		Úspora [Kč] s GPS navigátorem		
Plodina	Kukuřice	87,6	788,4	157680

Přehled úspor- pracovní operace hnojení

Pro vyjádření úspor při operaci hnojení a na vybraných hnojivech bude použit stroj Sulky DPX 1155 s pracovním záběrem 18 metrů (tabulka č. 27). Úspora nákladů na vybraná hnojiva bude vyjádřena stejnou metodou jako při setí a chemické ochraně plodin.

Tabulka č. 28: Základní parametry pro výpočet úspor při hnojení

Základní parametry	Hodnota
Pracovní záběr	18 metrů
Pojezdová rychlost	9 km/h
τ	0,56
Hodinová spotřeba nafty	8,25 litrů

Časová úspora při hnojení

Podle vztahu č. 3 zjistíme, že reálná hodinová výkonnost GPS autopilota je 9,07 ha/h, Stroj navigovaný po pozemku pouze řidičem má výkonnost 8,31 ha/h. Tyto údaje dosadíme do vztahu č. 4 a určíme časovou úsporu. Úspory jsou vyjádřeny v tabulce (tabulka č. 28).

Tabulka č. 29: Časová úspora při hnojení

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Doba trvání [h]	
Sulky DPX 1155	GPS autopilot	0,110	198,456
	Stroj bez navigace	0,120	261,606
Časová úspora		0,010	63,15

Úspora nákladů na pohonné hmoty při hnojení

Náklady na pohonné hmoty vypočítáme ze vztahu č. 5. GPS autopilot bude mít náklady na jeden hektar 25,089 Kč a stroj bez navigace 27,384. Výsledná úspora na nákladech na pohonné hmoty při hnojení vyjadřuje tabulka (tabulka č. 29).

Tabulka č. 30: Úspora nákladů na pohonné hmoty při hnojení

Stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Náklady na pohonné hmoty [Kč]	
Sulky DPX 1155	GPS autopilot	25,089	45160,2
	Stroj bez navigace	27,384	49291,2
Celková úspora nákladů		2,295	4131

Úspora nákladů na obsluhu stroje při hnojení

Náklady na obsluhu stroje vypočítáme ze vztahu č. 6, 7. Vyšší nákladů na obsluhu pro určitou plochu udává následující tabulka (tabulka č 30).

Tabulka č. 31: Úspora nákladů na obsluhu stroje s GPS autopilotem při hnojení

Sulky DPX 1155	Rozloha [ha]	
	1	1800
Časová úspora hodiny	0,010	63,15
Ušetřené náklady na obsluhu [Kč]	0,938	5923,47

Úspora nákladů na vybraná hnojiva

Vyjádření úspor nákladů na vybraných hnojivech bude probíhat prvotně na pozemku o rozloze 360x250 metrů, kde bude mít podle vztahu č. 9 GPS autopilot 20 přejezdů a stroj bez navigace 22 přejezdů. Dále podle vztahu č. 8 určíme rozdíl v přejetých plochách u strojů a následně dle vztahu č. 11 výsledné úspory. Tyto úspory vyjadřuje tabulka (tabulka č. 31).

Tabulka č. 32: Přehled úspory nákladů na vybraná hnojiva

Přehled úspor Sulky DPX 1155			Rozloha [ha]		
			1	9	1800
Zpracovaná plocha s GPS autopilotem			1,0	9	1800
Zpracovaná plocha stroje bez navigace			1,1	9,9	1980
Rozdíl			0,1	0,9	180
Přehled vybraných hnojiv			Úspora [Kč] s GPS navigátorem		
Hnojivo	NPK	Obilniny	183	1647	329400
		Kukuřice	320,25	2882	576450
		Řepka	228,75	2058	411750
	LAV	Obilniny	105	945	189000
		Řepka	105	945	189000
	Amfos	Řepka	115	1035	207000
		Kukuřice	155,25	1397,25	279450
	DAM 390	Obilniny	66,95	602,55	120510
		řepka	77,25	692,25	139050

Přehled úspor- pracovní operace chemická ochrana plodin

Pro určení úspor při chemické ochraně plodin bude využit postřikovač RP 4090 s pracovním záběrem 18 metrů (tabulka č. 32). U vyjadřování úspor na chemických přípravcích bude využita stejná metoda jako u setí ze stejného důvodu.

Tabulka č. 33: Základní parametry pro určení úspor při chemické ochraně plodin

Základní parametry	Hodnota
Pracovní záběr	18 metrů
Pojezdová rychlost	10 km/h
τ	0,58
Hodinová spotřeba nafty	8,08 litrů

Časová úspora při chemické ochraně plodin

Ze vztahu č. 3 určíme reálnou hodinovou výkonnost. Pro autopilota bude 10,44 ha/h a stroj navigovaný pouze pěnovým znamenákem bude mít výkonnost 9,98 ha/h. Tyto výkonnosti dosadíme do vztahu č 4 a určíme časovou úsporu. Úspory vyjadřuje tabulka (tabulka č. 33).

Tabulka č. 34: Časová úspora při chemické ochraně plodin

stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Doba trvání [h]	
RP 4090	GPS autopilot	0,095	172,413
	Stroj bez navigace	0,100	180,360
Časová úspora		0,005	7,947

Úspora nákladů na pohonné hmoty při chemické ochraně plodin

Pomocí vztahu č. 5 určíme náklady na spotřebu pohonných hmot pro jeden hektar. GPS autopilot bude mít náklady 21,360 Kč/ha a stroj navigovaný pouze

obsluhou bude mít náklady 22,345 Kč/ha. Přehled uspořené nákladů na pohonné hmoty jsou vyjádřeny v tabulce (tabulka č. 34).

Tabulka č. 35: Úspora nákladů na pohonné hmoty při chemické ochraně plodin

stroj	Druh navigace	Rozloha [ha]	
		1	1800
		Náklady na pohonné hmoty [Kč]	
RP 4090	GPS autopilot	21,360	38448
	Stroj bez navigace	22,345	40221
Celková úspora nákladů		0,985	1773

Úspora nákladů na obsluhu stroje při chemické ochraně plodin

Výši nákladů na obsluhu stroje získáme ze vztahu č. 6, 7. Vyšší nákladů na obsluhu pro určitou plochu udává následující tabulka (tabulka č 35).

Tabulka č. 36 Úspora nákladů na obsluhu stroje s GPS autopilotem při chemické ochraně plodin

RP 4090	Rozloha [ha]	
	1	1800
Časová úspora hodiny	0,005	7,947
Ušetřené náklady na obsluhu [Kč]	0,469	745,428

Úspora nákladů na vybrané chemické prostředky na ochranu plodin

Ze vztahu č. 9 určíme počet přejezdů na pracovním pozemku. GPS autopilot jich vykoná na pozemku o rozloze 360x250 metrů 20 a stroj bez autopilota 21 na téže rozloze. Tyto údaje dosadíme do vztahu č. 8 pro určení rozdílu v přejetých plochách a následně do vztahu č. 12 pro určení úspor na vybraných chemických přípravcích. Úspory vyjadřuje tabulka (tabulka č. 36).

Tabulka č. 36: Přehled úspory nákladů na vybrané chemické prostředky na ochranu plodin

Přehled úspor pro postřikovač RP 4090		Rozloha [ha]		
		1	9	1800
Zpracovaná plocha s GPS autopilotem		1,000	9,00	1800
Zpracovaná plocha stroje bez navigace		1,050	9,45	1890
Rozdíl		0,050	0,45	90
Přehled vybraných postřiků		Úspora [Kč] s GPS navigátorem		
Herbicidy	Roundup Forte	2,895	26,055	5211
	Butisan star	31,350	282,150	56430
	Milagro	16,785	151,065	30213
Insekticidy	Nurelle D	21	189	37800

Opotřebení pneumatik traktoru

Vyjádřit přesný počet ujetých kilometrů na pozemcích o celkové rozloze by bylo velice složité. Proto pro pracovní operace podmítka, orba, smykování a válení budeme uvažovat, že stroj obdělává pozemek o výměře 9000x2000 metrů (celkem 1800 hektarů). U operací setí, hnojení a chemická ochrana se bude vycházet z toho, že stroj pracuje na pozemku o rozloze uvedené v kapitolách o jednotlivých

operacích popsaných výše. Počet najetých kilometrů vypočítáme ze vztahu č. 13. Celkový přehled vyjadřuje tabulka (tabulka č. 37)

Tabulka č. 37: Přehled ujetých kilometrů u jednotlivých operací

Pracovní operace	stroj	Pracovní záběr [m]	Ujetá dráha [km]	
			GPS autopilot	Řízení obsluhou
Podmítka	Kverneland	6	3000	3092
Orba	Besson	1,4	12857	13323
Smykování	Bránosmyk	6	3000	3092
Válení	Vál. Cambridge	6	3000	3092
Setí		6	3000	3083
Hnojení	Sulky DPX 1155	18	1000	1090
Chemická ochrana	RP 4090	18	1000	1046
Celkem ujeté kilometry			26857	27818

Z tabulky (tabulka č. 37) vyplývá, že i po zaokrouhlení bude rozdíl v najetých kilometrech traktoru cca 1000 kilometrů. Je zde ovšem uvedeno, že operace hnojení a chemická ochrana proběhne na pozemku pouze jednou, což je vzhledem ke specifičnosti jednotlivých plodin nereálné. I přes to je ovšem z tabulky

vidět, že při životnosti traktorové pneumatiky 35 000 km je nutná její výměna v příští pracovní sezóně u obou porovnávaných strojů.

Návratnost investice

Návratnost investice bude vyjádřena na modelové situaci. Na ploše o rozloze 1800 hektarů bude pěstována kukuřice na zrna. Z výše uvedených hnojiv bude hnojena hnojivem Amfos a chemicky ošetřena přípravkem Milagro. Celkové náklady na autopilota jsou 453000 Kč (viz metodika práce) a celková výše ušetřených nákladů na této ploše je 590 000 Kč (po zaokrouhlení na tisíce). Ze vztahu č. 14 následně zjistíme, že návratnost investice do GPS autopilota je při této modelové situaci 0,7 roku, což odpovídá jedné pracovní sezóně.

7 Závěr

V práci byl porovnáván ekonomický přínos použití GPS autopilota při pracovních operacích na poli ve fiktivně zvoleném podniku na rozloze 1800 hektarů.

Tímto porovnáváním byly zjištěny rozdíly v čase, za který jednotlivý stroj obdělal pozemek. Tyto rozdíly se pohybovaly v rozmezí hodin až desítek hodin a vyplývá z nich, že GPS autopilot ušetří majiteli i několik pracovních dní. Díky tomu jsou také šetřeny náklady na obsluhu stroje. Tyto úspory dosahují během jedné pracovní sezóny cca 25 tisíc korun. Dále byla sledována změna v nákladech na pohonné hmoty stroje a bylo zjištěno, že s využitím GPS autopilota se tyto náklady mohou snížit o desítky tisíc korun. Například při orbě se ušetří na ploše 1800 hektarů téměř 50 tisíc korun. U operací setí, hnojení a chemická ochrana byla dále porovnávána také úspora, která vznikne na osivu, hnojivu a chemických přípravcích na ochranu plodin při použití GPS autopilota a bylo zjištěno, že právě na těchto operacích se ekonomická výhodnost GPS autopilota projeví nejvíc. Úspora se zde pohybuje celkově v řádech stovek tisíc korun.

Na všech polních operacích na, kterých byl určován ekonomický přínos byl také sledován rozdíl v počtech celkově ujetých kilometru. Řada výrobců GPS autopilotů udává, že tato technika výrazně šetří náklady na opotřebení pneumatik

traktoru. Ovšem z porovnání, které bylo provedeno žádný zásadní rozdíl zjištěn nebyl.

V používání GPS autopilota byla shledána řada výhod z nichž nejvýznamnější je finanční úspora na pohonných hmotách, ušetřeném osivu, hnojivu, a chemických přípravcích. Další výhodou je ale také to, že tento systém je možné využívat i při snížené viditelnosti a za jakýchkoli podmínek. Jako hlavní nevýhoda se jeví cena GPS autopilota. Ta se pohybuje kolem 500 tisíc korun. Z práce ovšem vyplývá, že používáním GPS autopilota při nejběžnějších polních pracích na pozemku o rozleze 1800 hektarů se investice do něj vrátí během jedné pracovní sezóny.

Použitá literatura zdroje

- [1] KVAPIL, J. Kosmický segment GPS a jeho budoucnost. *Aldebran* [online]. 2005, [cit. 2011-04-12]. Dostupný z WWW: <http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_02_gps.php>. ISSN 1214-1674.
- [2] MASOPUST, T. *Navigace strojních souprav na pozemcích s využitím GPS*. Praha, 2008. 30 s. Bakalářská práce. Česká Zemědělská univerzita v Praze.
- [3] ČERNÝ, J; STEINER, I. *GPS od A do Z*. Praha : [s.n.], 2006. 264 s. ISBN 80-239-7516-1
- [4] *Gps.slansko.cz* [online]. 2005 [cit. 2011-04-12]. GPS. Dostupné z WWW: <<http://www.gps.slansko.cz/>>.
- [5] KUMHÁLA, F. *Zemědělská technika : stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. Praha : [s.n.], 2007. 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7.
- [6] *Gps.agro.cz* [online]. 2009 [cit. 2011-04-12]. Proč GPS v zemědělství. Dostupné z WWW: <<http://www.gps-agro.cz/proc-vyuzivat-gps-v-zemedelstvi/>>.
- [7] KOVAŘÍČEK, P. *Analýza faktorů ovlivňujících výkonnost strojů na hnojení, zpracování půdy a setí*. Praha : VÚZT, 2001. 118 s
- [8] *LeadingFarmers.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-04-12]. N senzor- šestý smysl pro zemědělství. Dostupné z WWW: <<http://www.leadingfarmers.cz/nsensor/prezentace/2006/>>.
- [9] KROULÍK, M; LOCH, T; HŮLA, J. *Nové možnosti ochrany půdy před zhutňováním : Mechanizace zemědělství*. Praha : Profi Press s.r.o., 2007. 44 s. ISSN: 0373-6776
- [10] LOCH, T; HŮLA, J; ZLÍNKŠÝ, M. *The accurancies rating of paralel tracking on the field*. Prague : Czech university of life sciences, 2007. 265-268 s.
- [11] ŠŤASTNÝ, M. *Trendy v zemědělské technice*. Praha : [s.n.], 2006. 44 s.
- [12] *Trimble.com* [online]. 2011 [cit. 2011-04-12]. AgGPS EZ-Steer assisted steering system. Dostupné z WWW: <<http://www.trimble.com/agriculture/ez-steer.aspx?dtID=overview&>>.

- [13] LOCH, T; ZLÍNKŠÝ, M; KROULÍK, M. *Agroweb.cz* [online]. 8.8. 2008 [cit. 2011-04-12]. Satelitní navigace a cukrová řepa. Dostupné z WWW: <http://www.agroweb.cz/Satelitni-navigace-a-cukrova-repa__s244x31408.html>.
- [14] *Johndeere.com* [online]. 2011 [cit. 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <http://www.deere.com/en_US/deerecom/index.html>.
- [15] *Lhagro.com* [online]. 2010 [cit. 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://lhagro.com/english/home.aspx>>.
- [16] *Agrall.cz* [online]. 2010 [cit. 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.agrall.cz/>>.
- [17] *Settermfg.com* [online]. 2010 [cit. 2011-04-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.settermfg.com/>>.
- [18] ZACH, D. *Topstroje.cz* [online]. 9.6.2008 [cit. 2011-04-12]. GPS v zemědělství: budoucnost již dorazila. Dostupné z WWW: <<http://www.topstroje.cz/clanky/144-GPS-v-zemedelstvi-budoucnost-jiz-dorazila>>.
- [19] POLCAR, V. *Používání systému gps v současné době, jeho využití a přínos pro zemědělství*. Praha, 2007. 36 s. Bakalářská práce. Česká Zemědělská univerzita v Praze.

Seznam obrázků

Obr. č. 1: Družice bloku I.

Obr č. 2: Družice bloku IIA

Obr č 3: Družice bloku IIR

Obr č. 4: Rozložení hlavní řídicí a monitorovacích stanic

Obr č. 5: Turistická GPS navigace GPSMAP 76

Obr č. 6: Námořní navigace GSPMAP 3005C

Obr č. 7: Letecká GPS navigace GSPMAP 296

Obr č. 8: Aplikační GPS navigace GPS25 LP

Obr č. 9: Automobilová GPS navigace Clarion Map 790

Obr č. 10: vojenská GPS navigace Rockwell Collins PLGR96

Obr č. 11: Výnosová mapa

Obr č. 12: Způsoby navigace stroje po poli

Obr č. 13: Použití N-Senzoru

Obr č. 14: Světelná lišta s LED diodami a LCD obrazovka navigace EZ-Guide 250 firmy Trimble

Obr č. 15: Systém Parallel Tracking

Obr č. 16: Panel systému center line

Obr č. 17: Dálkové ovládání systému center line

Obr č. 18. Systém Outback S Lite

Obr č. 19: Navigační systém Market Lite

Obr č. 20: Asistované řízené Trimble AgGPS- Steer

Obr č. 21: Trimble AgGPS Autopilot

Obr. č 22: Princim DGPS navigace

Obr. č. 23: Princip signálu úrovně RTK

Obr č. 24: Pokrytí podpůrných systémů GPS

Obr č. 25: traktor Case puma 225

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Porovnání přesnosti používaných GPS signálů

Tabulka č. 2: Náklady na pořízení GPS autopilota

Tabulka č. 3: Přehled součinitelů časového využití stroje pro jednotlivé pracovní operace:

Tabulka č. 4: Přehled chyb vznikajících při návaznosti pracovních jízd po poli

Tabulka č. 5: Odvozené chyby vznikající při návaznosti pracovních jízd po poli

Tabulka č 6: Základní parametry pro výpočty úspor u podmítky

Tabulka č. 7: časová úspora při podmítce

Tabulka č. 8: Úspora nákladů na pohonné hmoty při podmítce

Tabulka č. 9: Úspora nákladů na obsluhu stroje s GPS autopilotem při podmítce

Tabulka č. 10: Základní parametry pro výpočty úspor u orby

Tabulka č. 11: časová úspora při orbě

Tabulka č. 12: Úspora nákladů na pohonné hmoty při orbě

Tabulka č. 13: Úspora na obsluhu stroje při orbě s GPS autopilotem při podmítce

Tabulka č. 14: Základní parametry pro výpočty úspor u smykování

Tabulka č. 15: Časová úspora při smykování

Tabulka č 16: Úspora nákladů na pohonné hmoty při smykování

Tabulka č. 17: Úspora nákladů na obsluhu při smykování s GPS autopilotem při podmítce

Tabulka č. 18: Základní parametry pro výpočty úspor u válení

Tabulka č. 19: Časová úspora při válení

Tabulka č. 20: Úspora nákladů na pohonné hmoty při válení

Tabulka č. 21: Úspora nákladů na obsluhu stroje s GPS autopilotem při válení

Tabulka č. 22: Základní parametry pro určení úspor při setí

Tabulka č. 23: Časové úspory při setí

Tabulka č. 24: Úspora nákladů na pohonné hmoty při setí

Tabulka č. 25: Úspory nákladů na obsluhu stroje s GPS navigátorem při setí

Tabulka č 26: Přehled úspor na osivu u vybraných plodin

Tabulka č. 27: Přehled úspor na osivu při přesném setí kukuřice

Tabulka č. 28: Základní parametry pro výpočet úspor při hnojení

Tabulka č. 29: Časová úspora při hnojení

Tabulka č. 30: Úspora nákladů na pohonné hmoty při hnojení

Tabulka č. 31: Úspora nákladů na obsluhu při hnojení

Tabulka č. 32: Přehled úspory nákladu na vybraná hnojiva

Tabulka č. 33: Základní parametry pro určení úspor při chemické ochraně plodin

Tabulka č. 34: Časová úspora při chemické ochraně plodin

Tabulka č. 35: Úspora nákladů na pohonné hmoty při chemické ochraně plodin

Tabulka č. 36: Úspora nákladů na obsluhu stroje s GPS autopilotem při chemické ochraně plodin

Tabulka č. 37: Přehled úspory nákladů na vybrané chemické prostředky na ochranu plodin

Seznam vzorců

- (1) teoretická výkonnost
- (2) skutečná výkonnost
- (3) reálná výkonnost
- (4) časová úspora
- (5) náklady na pohonné hmoty
- (6) hodinová mzda
- (7) ušetřené náklady na obsluhu stroje
- (8) plocha přejetá strojem na poli
- (9) počet přejezdů po poli
- (10) úspora osiva
- (11) úspora hnojiv
- (12) úspora chemických prostředků
- (13) počet ujetých kilometrů
- (14) návratnost investice

Přílohy

Příloha č. 1 Doporučené výsevky

Plodina	Výsevek kg/ha
Pšenice jarní	220
Tritikale Jarní	200
Ječmen jarní	200
Oves	200

Zdroj: www.oseva.cz

Příloha č. 2 Ceník osiv (rok 2010)

Plodina	Cena Kč/tuna
Pšenice jarní	9300
Tritikale	8500
Ječmen jarní	9600
Oves	7300

Zdroj: UNISEV, a.s. Litoměřice

Příloha č. 3 Cena kukuřice a řepky (rok 2011)

Plodina	Cena Kč/vj
Kukuřice	2190
Řepka	1990

Zdroj: www.osevabzenec.cz, www.nk.com, pozn. Vj- jeden hektar

Příloha č. 4 Aplikační dávky a cena vybraných chemických prostředků (rok 2011)

Název přípravku	Aplikační dávka	Cena
Roundup Forte	1 kg/h	10kg/579 Kč
Butisan star	3 l/h	5 l/1045 Kč
Milagro	1,5l/h	5l/1119 Kč

Zdroje: www.adw.cz, www.roundup.cz, www.chemicor.cz, www.cibuloviny.sk

Příloha č. 5 Aplikační dávky a cena Nurelle D (rok 2011)

Název přípravku	plodina	Aplikační dávka	Cena
Nurelle D	Pšenice	0,6 l/ ha	1l/700 Kč
	Ječmen		
	Oves		
	Tritikale		
	Řepka		

Zdroj: www.agromanual.cz

Příloha č. 6 Aplikační dávky vybraných hnojiv

Hnojivo	Plodina	Aplikační dávka kg/h
NPK	Obilniny	200
	Řepka	250
	Kukuřice	300
LAV	Obilniny	210
	řepka	210
amfos	Řepka	135
	Kukuřice	100
DAM 390	Obilniny	130
	řepka	150

Zdroj: www.yaraagri.cz

Příloha č. 7 cenník vybraných hnojiv (2011)

Hnojivo	Cena Kč/tuna	N [%]	P ₂ O ₅ [%]	K ₂ O [%]	MgO [%]
NPK	9150	16	16	16	-
LAV	5000	27	-	-	4
Amfos	11500	12	52	-	-
DAM 390	5150	30	-	-	-

Zdroj: www.adw.cz