

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra využití strojů



**Možnosti uplatnění precizního zemědělství při výrobě
rostlinných produktů za pomoci systému GPS**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Ondřej Šařec, CSc.

Diplomant: Jakub Hlíza

PRAHA 2008

Prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Možnosti uplatňování precizního zemědělství při výrobě rostlinných produktů s pomocí systému GPS“ jsem vypracoval samostatně za použití uvedené literatury a po odborných konzultacích s Prof. Ing. Ondřejem Šařcem, CSc.

V Praze dne

.....
Podpis diplomanta

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Prof. Ing. Ondřejovi Šařcovi, CSc. za odborné konzultace a metodické vedení při řešení problematiky diplomové práce. Dále bych rád poděkoval zaměstnancům podniků za pomoc a cenné rady, za poskytnutí informací a dat ke zpracování diplomové práce zaměstnancům podniků. A nerad bych opomenul poděkování svým rodičům za podporu v průběhu celého studia.

Abstrakt:

Tato diplomová práce se zabývá problematikou uplatnění precizního zemědělství a jím používanými nástroji pro fungování systému. Jako hlavní článek precizního zemědělství je představena GPS navigace, její struktura systému a další informace. Dále je zde vysvětleno samotné precizní zemědělství, rozdělení systému od sběru dat, zpracování dat až po jejich následné využití při aplikaci hnojiv. Je zde také představeno zastoupení různých firem zabývajících se výrobou využívané techniky v precizním zemědělství. V další části je zobrazeno propojení mezi zemědělským podnikem a podnikem služeb. Jak a v čem využívá zemědělský podnik nabízených služeb včetně ekonomických aspektů, a které činnosti si vykonává za pomoci vlastní techniky.

Klíčová slova: precizní zemědělství, globální polohový systém, variabilní aplikace

The possibilities of applying precision farming in the plant production with the application of GPS system

Summary:

This thesis discusses the issues in precise agriculture and the instruments needed for such a system to function correctly. The main part of precise agriculture is GPS navigation and its structure and more information. The next is the definition of precise agriculture conception, allocation of the systems from data acquisition, data processing, consequential up to data assimilation. There is introduced as well representation of several companies producing technical products being used in precise agriculture. In the next part is explained continuity between agricultural companies and services, utilization range of offered services in agricultural companies including economic aspects and definition of the procedures which are provided by their own equipment.

KEY WORDS: precision farming, global positioning system, variable application

OBSAH:

1 ÚVOD	- 1 -
2 SATELITNÍ NAVIGAČNÍ SYSTÉMY	- 2 -
2.1 HISTORIE.....	- 2 -
2.2 MODERNÍ DRUŽICOVÉ SYSTÉMY.....	- 2 -
2.2.1 GPS systém (NAVSTAR).....	- 3 -
2.3 STRUKTURA SYSTÉMU.....	- 3 -
2.3.1 Kosmický segment.....	- 4 -
2.3.2 Uživatelský segment.....	- 4 -
2.3.3 Řídící segment.....	- 4 -
2.3.3.1 Složení pozemního řídicího segmentu.....	- 5 -
2.4 PRINCIP PŘIJÍMAČE.....	- 6 -
2.4.1 Dělení přijímačů.....	- 6 -
2.5 PŘESNOST MĚŘENÍ.....	- 7 -
2.5.1 Zdroje chyb měření.....	- 7 -
2.6 SIGNÁLY VYSÍLANÉ DRUŽICEMI GPS.....	- 7 -
2.6.1 C/A kód.....	- 8 -
2.6.2 P kód.....	- 8 -
2.6.3 Y kód.....	- 8 -
2.6.4 Navigační zpráva.....	- 9 -
2.6.5 Poskytované služby.....	- 9 -
2.7 VÝHODY A NEVÝHODY GPS.....	- 10 -
2.8 ZVÝŠENÍ PŘESNOSTI.....	- 10 -
3 PRECIZNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ	- 11 -
3.1 SYSTÉM PRECIZNÍHO HOSPODAŘENÍ.....	- 13 -
3.2 ZÍSKANÍ PODKLADŮ (SBĚR DAT).....	- 17 -
3.2.2 Odebírání půdních vzorků.....	- 18 -
3.2.3 Mapování výnosů dle senzorů.....	- 20 -
3.2.3.1 Sklízecí mlátička a řezačka.....	- 21 -
3.2.4 Dálkové snímání (repote sensing).....	- 23 -
3.2.5 Sensorické měření půdní vodivosti.....	- 25 -
3.3 ZPRACOVÁNÍ DAT.....	- 25 -
3.5 VARIABILNÍ HNOJENÍ.....	- 27 -
3.5.1 Variabilní hnojení dusíkem.....	- 28 -
3.6 PŘESNOST NAVAZOVÁNÍ PRACOVNÍHO ZÁBĚRU.....	- 30 -
3.6.1 Manuální navádění.....	- 30 -
3.6.2 Automatické navádění.....	- 31 -
3.7 AUTOMATICKÉ VYPÍNÁNÍ SEKCÍ RAMEN POSTŘIKOVAČE.....	- 32 -
3.8 VÝROBCI GPS.....	- 34 -
3.8.1 Green Star (AMS).....	- 34 -
3.8.2 AFS od firmy Case IH.....	- 35 -
3.8.4 Trimble.....	- 35 -
3.8.4 Qutback.....	- 36 -
4 CÍL PRÁCE	- 37 -
5 METODIKA PRÁCE	- 37 -
6 VLASTNÍ PRÁCE	- 38 -
6.1 PODNIKY POSKYTUJÍCÍ ZEMĚDĚLSKÉ SLUŽBY.....	- 38 -
6.2 AGROPODNIK HRADEC KRÁLOVÉ A.S.....	- 38 -
6.3 AGROFERT.....	- 39 -
6.3.1 AROFERT FARM PLAN.....	- 39 -
6.3.1.1 Fungování systému.....	- 39 -
6.3.1.2 Členění podniků dle činností.....	- 40 -
6.3.1.3 Struktura Farm Planu:.....	- 41 -
6.3.2 ZZN Pelhřimov.....	- 42 -

6.3.2.1 Stroje v precizním zemědělství.....	43 -
6.3.2.2 Softwarová vybavenost.....	44 -
6.3.2.3 Nabízené služby	45 -
6.3.2.4 Ceny služeb	46 -
6.4 ZEMĚDĚLSKÝ PODNIK.....	47 -
6.4.1 ZDV <i>Krchleby</i>	47 -
6.4.1.1 Monitorování hranic pozemku.....	48 -
6.4.1.2 Variabilní hnojení N v ZDV <i>Krchleby</i>	50 -
6.4.1.3 Aplikace hnojiv P, K a Mg	56 -
6.4.1.4 Zpracování plánů hnojení	60 -
6.4.1.5 Monitorování výnosu.....	60 -
6.4.1.6 Celkové náklady	63 -
7 ZÁVĚR	64 -
POUŽITÁ LITERATURA	65 -
SEZNAM ZKRATEK.....	69 -
SEZNAM OBRÁZKŮ:.....	70 -
SEZNAM TABULEK:	70 -

1 Úvod

Již od pradávna zemědělci vnímali prostorovou proměnlivost na svých pozemcích, ať již v půdních vlastnostech, tak i ve výnosech. S ohledem na tyto znalosti pak rozdělovali příděl živin na jednotlivé části honů. Jak se měnila v průběhu let velikost honů, tak se také měnil přístup k nim. Teprve s příchodem nových technologií a nové techniky koncem minulého století můžeme hovořit o rozvoji a uplatňování nástrojů v precizním zemědělství tak, jak je známe dnes.

Precizním zemědělstvím, jež posunuje zemědělství do digitálního a informačního věku, je strategie řízení hospodaření na půdě, která má za cíl zlepšit produkční účinnost cíleným ošetřením plodiny podle podmínek existujících na specifických zónách polí. Právě informační technologie precizního hospodaření mu umožňují o těchto zónách získat maximum informací. Údaje o půdních vlastnostech, půdních charakteristikách a plodinových charakteristikách a tímto přesně aplikovat vstupy podle těchto individuálních charakteristik. Optimalizace zemědělských vstupů (výsevky, dávky hnojiv, pesticidů) může přitom zlepšit ekonomický výsledek a redukovat riziko introdukce nežádoucích látek do prostředí. Vyžaduje to rozdělit jednotlivá pole na zóny pro relativně homogenní obhospodařování. Tyto jednotlivé zóny potom mohou být ošetřeny odlišně.

K důležitým pokrokům většinou dochází k aplikací nových technologií původně vyvinutých pro úplně jiné účely, ale právě i v zemědělství využitelných. Proto přesné a rychlé zmapování využitelné v precizním zemědělství si nyní lze jenom těžko představit bez technologie družicových navigačních a polohových systémů. Tyto systémy umožňují určovat polohu a provádět navigaci za jakéhokoliv počasí, kdykoliv na zemském povrchu, případně i v přilehlém kosmickém prostoru. Z tohoto pohledu je snad jedinou omezující podmínkou jejich úspěšného využívání přímá viditelnost na oblohu, což se odráží nemožností užití například v podzemí, v budovách, to ovšem není pro zemědělce takový problém, jako například zakrytí hustou vegetací.

2 Satelitní navigační systémy

2.1 Historie

První družicový navigační systém, který uvedly do provozu Spojené státy americké roku 1964 pro potřeby vojenského námořnictva, nesl název TRANSIT. Po několika letech byl systém zpřístupněn i pro civilní použití. Tvořilo ho šest družic, které obíhaly po polární oběžné dráze ve výšce 1075 km a tři pozorovací stanice umístěné na území USA. Systém měl však nevýhodu v tom, že jím získané souřadnice byly dvourozměrné, a tím nebylo umožněno využití v leteckém odvětví. Mezi další větší nevýhodu patřila pouze občasná dostupnost signálu a to vedlo k tomu, že systém byl v roce 1996 s úplnou platností ukončen.

Na stejném principu v bývalém Sovětském Svazu vznikl koncem 60.let navigační systém s názvem CYKLON. Poté následovali další systémy, vojenský šesti družicový PARUS a civilní čtyř družicová CIKADA, dnes jsou již dožívající převážně ze stejných důvodů jako u jejich konkurenta TRANSITU. Systém vystupující pod názvem TIMOTION byl založen na vysílání přesného časového signálu. Získaných zkušeností z prací tohoto systému bylo využito při vývoji a specifikaci satelitního navigačního systému GPS.

Existovala ještě řada dalších systémů na jejichž vývoji se pokoušely soukromé společnosti, státy či korporace několika států pracovat. Většina z nich zůstala buď pouze u myšlenky nebo u částečné fáze vývoje. Každopádně nikdy nedosahovaly takové technické dokonalosti, aby bylo umožněno celosvětové využití. [32]

2.2 Moderní družicové systémy

Nejvíce využívaným družicovým systémem současnosti je NAVSTAR – GPS (Global Positioning System), jež patří Spojeným státům, a přímo nad ním dohlíží americké ministerstvo obrany. Jeho ruský konkurent GLONASS je postaven na stejných principech jako americký systém. Také on je využíván armádním zřízením. [37]

Poslední systém z Evropy, pod názvem GALILEO, jehož zavedení do provozu se plánuje k roku 2010, má vytvořit nezávislou alternativu ke dvěma již zmiňovaným systémům. [31]

2.2.1 GPS systém (NAVSTAR)

Vývoj globálního polohového systému byl zahájen v roce 1973 a po postupném rozšiřování se stal plně funkčním a dostupným po celém světě 17.ledna 1994. Původní název systému odvozený od jeho funkce je NAVSTAR GPS, což je zkratka pro (*Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System*). Označení NAVSTAR vychází z názvu družic, které systém GPS využívá ke své činnosti.

Jako jediný systém poskytuje celosvětově 24 hodin denně po celý rok vysoce přesné informace, a to i při jakékoliv změně počasí. Děje se tak pomocí družic, které se pohybují na oběžné dráze nad zemí a vysílají nepřetržitě údaje o přesném čase a o své poloze ve vesmíru. Přijímač GPS na zemi nebo nad ní sleduje tři až dvanáct družic a registruje vysílané informace. Z těchto údajů pak určí přesně svoji vlastní polohu a zároveň i to, jakým směrem a jakou rychlostí se přijímač pohybuje.

Družice GPS ví o své poloze ve vesmíru a tím může přijímač určit svoji vzdálenost od družice změřením času, potřebného pro to, aby dorazil signál z družice k přijímači. Družice GPS vlastní čtyři přesné atomové hodiny, na kterých jsou umístěny databáze stávajících a předběžně budoucích poloh ostatních satelitů, které jsou průběžně vzájemně aktualizovány. GPS přijímači to umožňuje po zaměření jedné družice získat všechny potřebné informace pro rychlé vyhledání dalších. Aby bylo dosaženo u hodin v GPS přijímači stejné přesnosti, je z přijímaného signálu vypočítáván tzv. clock offset, který v kombinaci s velmi přesnými časovými značkami vysílanými z družic umožňuje přijímači zobrazovat čas s chybou menší než 1 mikrosekunda. Mikropočítač v přijímači potom na základě srovnání vzdáleností od několika družic dokáže vypočítat polohu a zobrazit ji v různých formátech. [29]

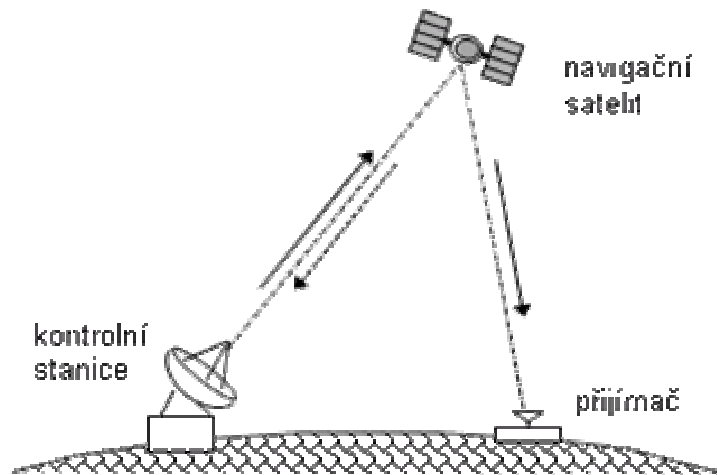
2.3 Struktura systému

Systém GPS pracuje pouze jednosměrně, tedy družice vysílají a pozemské stanice přijímají. [25]

Struktura systému zahrnuje následující segmenty viz obr.1:

- 1) kosmický segment
- 2) uživatelský segment
- 3) řídicí segment

Obr. 1 Prvky satelitního navigačního systému



Zdroj: [39]

2.3.1 Kosmický segment

Kosmickou část systému GPS tvoří družice o hmotnosti 775 kg. Z každého místa na Zemi je 24 hodin denně pozorovatelných 4-8 družic s elevací větší než 15 stupňů. Je zapotřebí minimálně 4 družic ke zjištění polohy mikropočítačem.

V celém systému je zhruba 30 družic, ale současně aktivních je 24, z toho 21 základních a 3 rezervní. Tři rezervní družice fungují pouze v tom případě, že vypoví jiné tři družice službu. Družice jsou umístěny v šesti rovinách na kruhových drahách ve výšce okolo 20 200 km nad povrchem se sklonem rovníku k Zemi pod úhlem 55 stupňů. Oběžná doba satelitů po celé dráze trvá 12 hodin, přesně 11hodin a 58 minut, což znamená, že ze stejného místa na Zemi je družice následující den pozorovatelná o 4 minuty dříve. [29]

2.3.2 Uživatelský segment

Segment používaný uživatelem se skládá z GPS modulu (přijímače). V první řadě přijímač provádí předběžné výpočty ze signálů získaných z družic. Hlavním účelem těchto přijímačů je navigování v trojrozměrném prostoru, měřičství, určování polohy, určování přesného času a další účely. Přijímače mohou být buď pevně přimontované k jednomu stroji nebo také mobilně využívané mezi více stroji. [30]

2.3.3 Řídící segment

Jedná se o stanice na zemském povrchu, které provádějí monitorování kosmického segmentu, jeho vyhodnocování a úpravy tak, aby plnil správně svou funkci. Především

vyhodnocování chování družic a určování parametrů jejich oběžných drah, sledování a korekce hodin na družicích, aktualizace parametrů vysílaných družicemi, manévry družic, údržba družic. Stanice se nacházejí na velkých vojenských základnách armády USA po celém světě (Havaj -monitorovací, Kwajalein –vysílací/monitorovací, Diego Grácia - vysílací/monitorovací, Ascension –vysílací/monitorovací, Colorado Springs -hlavní řídicí stanice)[30]

2.3.3.1 Složení pozemního řídicího segmentu

- **monitorovací stanice** – těchto pět stanic viz obr.2 (tři z nich jsou i zároveň vysílací) je umístěno tak, aby umožnily sledování maximálního možného počtu družic kosmického segmentu. Stanice umožňuje sledovat 92% času, po zbytek času jsou mimo dosah řídicího segmentu. Ke své funkci nepotřebují obsluhu a jsou řízeny dálkově z hlavní řídicí stanice. Ve své podstatě to jsou přesné GPS přijímače, které umožňují sledování všech aktuálně viditelných družic.

- **hlavní řídicí stanice** – jedna hlavní řídicí stanice slouží k určování korekcí atomových hodin družic a k určování momentálních parametrů oběžných drah družic pro korekturu trajektorií družic při vychýlení. [39]

Obr. 2 Rozložení pěti stanic řídicího a kontrolního segmentu systému GPS



Zdroj: [39]

2.4 Princip přijímače

Přijímače GPS jsou již součástí uživatelského segmentu GPS. Jejich hlavní úkol je zpracovávat signály vysílané družicemi tak, aby na výstupu poskytovaly užitečnou informaci. Základní podmínkou je přesná poloha přijímače a přesný čas měření. Z těchto dvou údajů lze odvodit mnoho dalších veličin, jako je rychlost pohybu, trajektorie atd.

Přijímač GPS tvoří tři základní bloky:

- **anténu**
- **navigační přijímač**
- **navigační mikropočítač**

Anténa je zásadní pro co nejpřesnější určení naměřených veličin. Vzhledem k tomu, že družice vysílají poměrně slabé signály, jsou důležité parametry její citlivosti, odolnosti vůči rušení a odfiltrování odražených signálů. Navigační přijímač slouží k zpracování signálů přijatých anténou. Na základě těchto zpracování se určují pseudovzdálenosti a obsah navigační zprávy.

Do paměti přijímače se ukládají data o dráze a pohybu družic systému GPS (tzv. almanach), která jsou ještě každých dvanáct hodin zpřesňována pomocí korekcí (efemeridy) stanovených na základě měření na jednotlivých monitorovacích pozemských stanicích řídicího segmentu systému. Mikropočítač přijímače dokáže ze všech těchto dat spočítat, a také zobrazit na displeji, hodnoty zeměpisné polohy v místě antény přijímače, které můžeme pak přenést na mapu. Vyhodnocování pouze zeměpisné šířky a délky se označuje jako 2D mód a pokud dojde k přidání hodnoty výšky, tak se jedná o 3D mód. Hodnoty polohy bývají u většiny přijímačů každou jednu až dvě sekundy průběžně aktualizovány. [29]

Jednotlivé přijímače se dají rozdělit podle toho jak dobře zobrazují správnost polohy, které je ovlivněna tím, z kolika družic čerpají data což vychází ze vstupních kanálů. [29]

2.4.1 Dělení přijímačů

- **Jednokanálové**- u těchto přijímačů nelze přijímat signály z více družic, a proto je třeba rychle mezi nimi přepínat. Přijímač vždy identifikuje pomocí PRN kódu družici, provede nezbytná měření a začne vyhledávat další. Tento způsob není příliš efektivní a nepřináší dobré výsledky.

- **Vícekanálové**- mají dostatečný počet přijímacích kanálů, a tak mohou přijímat signál z více družic najednou. Měření je díky tomu mnohem rychlejší, spolehlivější a přesnější, protože je možno určovat nadbytečné údaje. Tyto přijímače umožňují měření i za ztížených podmínek.
- **Hybridní**- jsou sice vybaveny pouze několika vstupními kanály, ale jejich počet není dostatečný. Proto je využíváno opět přepínání mezi jednotlivými družicemi na jednom kanále. Tento způsob představuje jakousi střední cestu mezi předchozími dvěma způsoby. [22]

2.5 Přesnost měření

Dosažení požadované míry přesnosti je nejdůležitější požadavek na GPS systém. Přesnost je stále proměnlivá, i když postupem doby dochází ke zdokonalování technologie a tím se celý systém ubírá k přesnějším výsledkům měření.

2.5.1 Zdroje chyb měření

Jako u jiných navigačních systémů je i zde dosahováno určité míry přesnosti ve stanovení polohy a rychlosti vlivem působení jistých chyb systému GPS. Ty jsou složeny z chyby měření vzdálenosti násobené hodnotou geometrické odchylky od přesnosti. O velikosti chyb nebo výsledné velikosti je přijímač trvale informován. Velikost chyb v měření ovlivňuje ionosférické zpoždění, troposférické zpoždění signálu, chyba v efemeridách družic, chyba družicových hodin, chyby vzniklé odraženými signály a chyby vznikající přímo v přijímači (chyby měření přijímačem, dané termálním šumem, přesností softwaru a mezi kanálovými odchylkami. [39]

2.6 Signály vysílané družicemi GPS

Každá družice kosmického segmentu GPS nese na své palubě velmi přesné atomové hodiny, které slouží jako generátor základní frekvence $f_0 = 10,23$ MHz pro signály vysílané družicemi. Veškeré vysílané signály mají odvozenou frekvenci od této základní. Vysílací frekvence jsou označeny L1 s L2, ale v nastupující generaci družic bude

zabudována ještě frekvence třetí L3. Dále jsou tyto základní frekvence modulovány také dálkoměrnými kódy. Těmto kódům se říká PRN (PRN – Pseudo Random Noise) [22]

- Frekvence L1 (1575.45 MHz, vlnová délka 19 cm) modulována dvěma PRN kódy. P-kód (Y-kód) a C/A kód. Dále je zde binární kód navigační zprávy kódovaný na základě fázových posunů nosných vln.
- Frekvence L2 (1227.60 MHz, vlnová délka 24 cm) modulovaná pouze P kódem (Y-kódem), ovšem výhledově je počítáno s C/A kódem. Dále se zde též přenáší navigační zpráva. [33]

2.6.1 C/A kód

C/A - Clear Access (volný přístup) neboli Goldův kód jehož základní vlastností je funkce zajišťující měření vzdáleností. Vzájemné funkce dvou různých kódů mají malé hodnoty čímž je docíleno dobré oddělení signálů družic. Perioda kódu je 1 ms a obsahuje 1,023 Mbitů. V přijímači jej lze generovat bez spolupráce se správcem systému, a je tedy přístupný všem. [29]

Do data 1.5.2000 byl C/A kód rušen z hlediska bezpečnosti. Při zapnutí SA (selective availability) dosahovala přesnost 100 m a po deaktivaci 17,5 m. [25]

2.6.2 P kód

P kód vystupuje jako přesný kód. Jeho rychlost je desetinásobná oproti kódu C/A a činí 10,23 Mbit/s. Kód P je pseudonáhodná posloupnost maximální délky s periodou přibližně 266 dnů. P kód umožňuje větší kmitočtové rozprostření signálu a tudíž i přesnější měření. Je též možné měřit na obou frekvencích L1 a L2. V této době je rovněž i tento kód přístupný veřejnosti. [29]

2.6.3 Y kód

Vzhledem k tomu, že užitím P kódu lze určit polohu s přesností 3 metrů. Menší algoritmus generování byl utajován. Počátkem 90. let došlo k uvolnění algoritmu P kódu. Před zneužitím vysoké přesnosti došlo proto k překódování P kódu na Y kód, k jehož dekódování je za potřebí znalosti šifry dostupné jen autorizovaným uživatelům. Kódování je označováno A-S (Anti-Spoofing). [29]

2.6.4 Navigační zpráva

Je posledním typem kódu vysílaného družicemi, jehož součástí jsou informace o dráze jednotlivých družic a nejrůznější korekční data. Navigační zpráva je složena z pěti částí (subframů). První subframe obsahuje údaje o týdnu fungování GPS, stavu družice a další parametry jako například odhad zpoždění vysílaného signálu nebo kontrolní údaje atomových hodin. Druhá a třetí část jsou vyhrazeny pro vysílání efemerid (Efemeridy jsou součástí navigační zprávy pro GPS obsahující velmi přesná data o poloze dané družice). Čtvrtý subframe je rezervován především pro vojenské údaje, kromě nich však obsahuje data o stavu ionosféry a provizorně i almanach (Almanach je jednou ze složek signálu GPS - součástí navigační zprávy. Obsahuje méně přesná data o poloze družic GPS) Poslední subframe navigační zprávy tvoří almanach pro nejdéle sloužících 24 družic. [30]

2.6.5 Poskytované služby

- SPS- standart positioning service

Je založena na C/A kódu tudíž pracuje na frekvenci $L_1 = 1575,42$ MHz. Tuto službu mohou bezplatně a bez omezení využívat uživatelé po celém světě. Většina přijímačů je schopna signály vysílané v rámci této služby přijímat. Správce a provozovatel tohoto systému má možnost kdykoliv záměrně snížit přesnost těchto signálů. Službu lze využít jak pro vojenskou tak i pro civilní činnost.

- PPS - precision positioning service

Systém pracuje na P (Y) kódu jak s frekvencí $L_1 = 1575,42$ MHz tak i $L_2 = 1227,60$ MHz. Přesnou polohovou službu mohou využívat pouze autorizovaní uživatelé s odpovídajícími klíči a se speciálně vybavenými přijímači aby nebyl systém zneužit pro teroristické útoky.

2.7 Výhody a nevýhody GPS

základní výhody:

- celosvětová působnost a dostupnost;
- trojrozměrné souřadnice v jednotném světovém souřadném systému;
- neustálá činnost bez ohledu na denní či noční dobu a počasí;
- stále se zvyšující přesnost a rychlost určení polohy.

nevýhody:

- závislost na přímé viditelnosti satelitů;
- nemožnost měření v podzemí a v budovách;
- přesnost;
- horší výsledky při měření v hustém porostu (v lese), v úzkých; hlubokých údolích a v hustě zastavěných oblastech;
- vypočítaná vzdálenost mezi stanicemi je přímou vzdáleností napříč uvedeným elipsoidem. [39]

2.8 Zvýšení přesnosti

Přesnost závisí na druhu přijímaných korekcí GPS. V zemědělství je někdy potřebné vyšší přesnosti k určování polohy pracovní soupravy. [27]

Pro zvýšení přesnosti se používají různé diferenční signály DGPS (Diferenciální GPS) systém zvyšující přesnost určování polohy na základě rozdílných metod měření při reálném čase.

Používá se pro zpřesnění kódových i fázových měření. Je při ní využíváno minimálně dvou GPS přijímačů. Jeden slouží jako tzv. referenční stanice a je umístěn na bod o známých souřadnicích a druhým, mobilním, se provádějí samotná měření. Referenční stanice určuje takzvané difference, které jsou buď opravami pseudovzdáleností u kódových měření nebo opravami přímo naměřených souřadnic. Tyto difference jsou předávány do zpracování měření mobilní stanice a to buď až po samotném měření, jedná se o tzv. postprocessing, nebo v reálném čase. Pro účel předávání diferencí v reálném čase je třeba zřídit mezi referenční a mobilní stanicí komunikační kanál. V praxi se tento problém řeší mnoha různými způsoby. Nejpoužívanější je přenos pomocí mobilních sítí, družicových sítí, internetu nebo rádiových vysílaček.[39]

Signály se dělí na bezplatné korekční signály, mají menší přesnost určování polohy řádově +/-30 cm. Do této skupiny patří evropský EGNOS nebo německý Beacon. Druhou kategorií DGPS signálů jsou placené komerční signály s přesností až +/- 5cm. Nejpřesnější

signály jsou RTK a využívá přenos rádiových korekcí v reálném čase od základní stanice do vozidla vybaveného RTK přijímačem. Základní stanice je vzdálená od vozidla několik kilometrů a musí mít na vozidlo přímý výhled, tzn. bez větších překážek. Takto se dá dosáhnout přesnosti až 1 cm. [27]

Obr. 3 Přesnost navádění



Zdroj: [44]

3 Precizní zemědělství

Snahou většiny zemědělců bylo a je přizpůsobovat pěstební technologie půdně klimatickým podmínkám. V současném období nový systém hospodaření nazývaný precizní zemědělství (Precision Farming, Precision agriculture) je založeno na individuálním přístupu k dílčím částem pozemku a ne k pozemku jako celku. Přizpůsobování systému hospodaření lokálně specifickým podmínkám pozemku prováděl v minulosti také obyčejný hospodář, samozřejmě na úrovni znalostí tehdejší doby. Změna technologií však vedla k vytvoření výrazně větších pozemků. Přestože si zemědělec uvědomoval variabilitu takto vytvořených celků, měl většinou jen omezené možnosti reagovat na lokální podmínky a postupem času byl tak pozemek stále častěji vnímán jako celek. Nový rozvoj informačních technologií však vytvořil předpoklady pro individuální systém hospodaření i na velkých pozemcích.

Přestože termín precizní zemědělství není úplně vhodným vyjádřením, je to mezinárodně ujednocený název pro nové směry v zemědělství. [1]

Termín precizní zemědělství se začal rozvíjet díky pokrokům v ostatních technických disciplínách a to nejen v zemědělství. [23]

Cílem precizního zemědělství je zvýšení finančního zisku. Je zde snaha o efektivnější způsob hospodaření s půdou, zemědělskou technikou a tím dosažení větší produktivity práce. Přitom důležitým charakteristickým znakem je také zlepšení ekologických aspektů současných intenzivních forem hospodaření. [1]

Zemědělci obvykle vědí, že jejich pozemky vykazují v rámci krajiny variabilní výnosy. Tyto výkyvy mohou být způsobeny technologiemi pěstování, vlastnostmi půdy anebo charakteristikami prostředí. Půdní charakteristiky, které ovlivňují výnosy zahrnují půdní typ, strukturu, vláhu, organickou hmotu, stav živin a polohu v krajině. Enviromentální charakteristiky zahrnují počasí, plevele, choroby a škůdce. [14]

Zejména jde o usměrňování technologií ve zpracování půdy, setí, hnojení v chemickém ošetřování, při zavlažování, sklizení atd. podle podrobného využití počítačové techniky. [23]

Jsou kladeny větší nároky na dodržování správných agronomických postupů. Před rozhodnutím o využívání technologií precizního zemědělství proto musí být v zemědělském podniku zaveden dobrý systém řízení. [14]

Znalosti o tom, jak ošetřovat rozdílné části pozemku vyžaduje při přístupu založeném na získávání zkušeností (metody pokusů a omylů) roky pozorování a ověřování. Dnes je navíc obtížné udržovat takovou úroveň znalosti polních podmínek vzhledem k větší velikosti zemědělských podniků a změnám obdělávaných ploch (např. meziroční změny v pronájmech). Precizní zemědělství nabízí možnost zautomatizovat a zjednodušit sběr a analýzu informací umožňující udělat a rychle realizovat rozhodnutí na malých plochách. [14]

Informace o stavu jednotlivých částí pozemků se získávají různým způsobem. Je to například podle výnosových map, map rozborů půd a další. K tomu ještě přistupuje nezbytná informace o poloze stroje na poli v každém okamžiku jeho pohybu. Při správném hospodaření systémem precizního zemědělství dochází ke zvýšení výnosu při snížených měrných dávkách hnojiv a pesticidů. [23]

Většina zemědělských strojů pracuje s konstantním nastavením, tedy přibližně se stejným účinkem na celé ploše. V jednotlivých případech jsou oblasti některého honu vymezeny a ošetřovány odlišným způsobem. Při jednotném ošetření pozemku se pak vyskytují plochy které jsou zásobeny nedostatečně nebo naopak příliš. Slabé zásobení se negativně projeví na výnosu a vysoké naopak na úrovni nákladů a na okolním prostředí je zapotřebí další vývoj současných technologií pěstování rostlin.

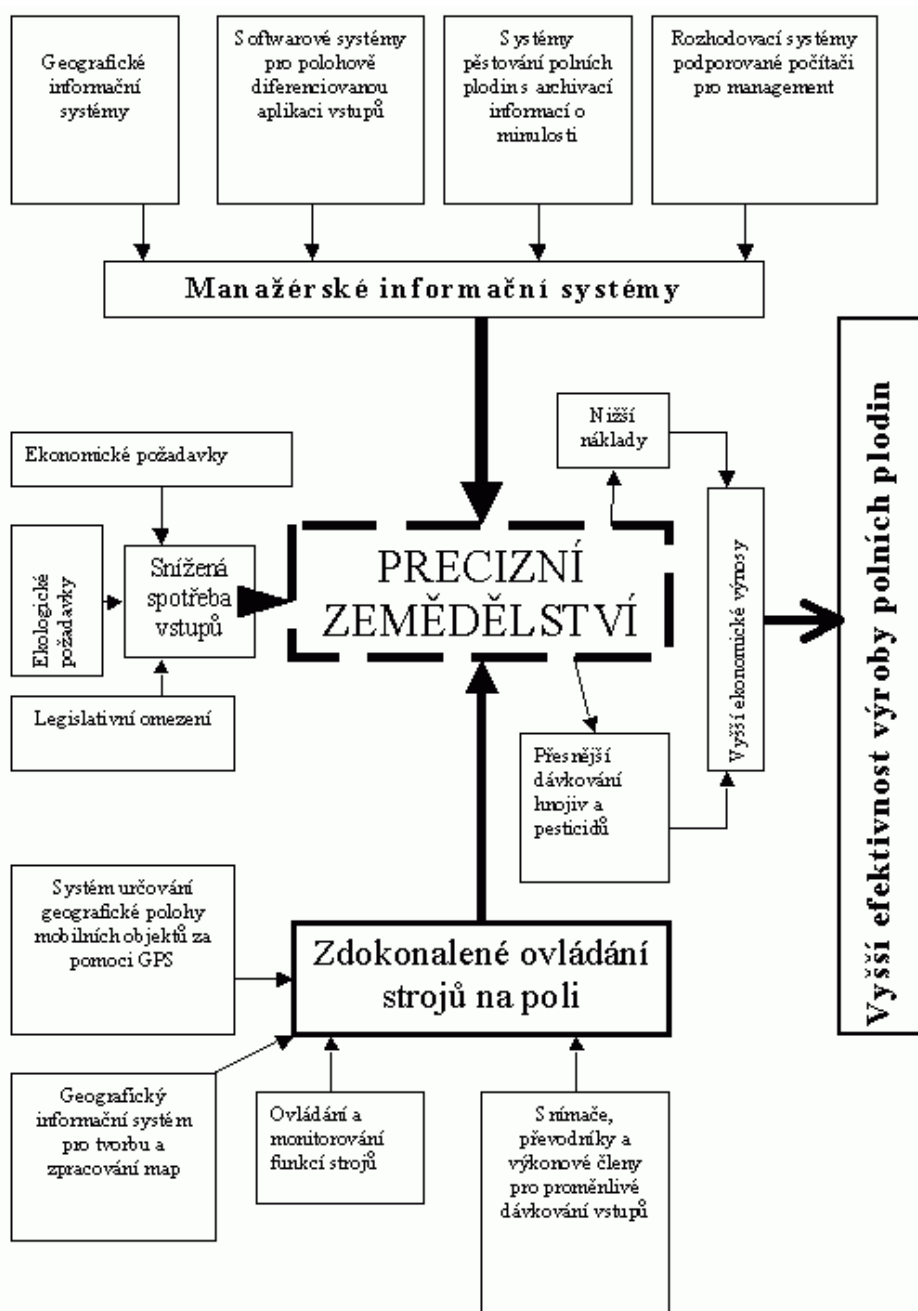
Všechny vstupy by měli být aplikovány pouze v případě, když jsou potřeba, tam kde jsou potřeba, v dávce ve které jsou skutečně potřeba a kde je předpoklad návratu investice. Podstatou je zlepšení účinnosti cíleným ošetřením plodiny podle existujících podmínek. V ekologicky citlivé oblasti jsou redukovány, a tím se snižuje zatížení krajiny. K dalším efektům patří snížení výdajů při současně stabilizaci nebo i zvýšení výnosů, cílené vedení porostů s detailním přehledem o poměrech na stanovištích, přehledná správa a rozsáhlé možnosti zpracování dat jednoduchá dokumentace operací, např. ve službách podpora obsluhy strojů autopilota, vyšší přesnost a výkonnost, zjednodušené vedení podniku. Pro zemědělce z precizního zemědělství to také znamená lepší transparentnost, vyšší prestiž a nárůst zájmu o jejich obor. To jsou hlavní výhody přesného hospodaření. Před rozhodnutím o přechodu na tento systém u zemědělských podniků je důležité zvážit úroveň strojového parku, plodinové zaměření osevních postupů a požadovanou intenzitu pěstování a také to, zda jsou potřebné služby pro podnik a jeho okolí dostupné. Poté se stanoví cíl s dlouhodobým výhledem. [3]

V České republice je využívání postupů precizního zemědělství z evropských pohledů na relativně dobré úrovni, především v použití N-senzorů, tvorbě výnosových map a mapování variability násobenosti půd živinami. Další rozšíření závisí na schopnosti precizního zemědělství poskytnout podnikatelům v zemědělství zřetelný finanční přínos. Značně variabilní půdně klimatické podmínky zemědělských oblastí naší republiky tomu dávají do budoucna dobrý předpoklad. [11]

3.1 Systém precizního hospodaření

Systém precizního zemědělství můžeme vyobrazit v podobě množiny skládající se z více nosných podsystémů.

Obr. 4 Struktura objektů a vazeb precizního zemědělství



Zdroj: [41]

Na obr. 4 je struktura systému precizního hospodaření se vzájemnými vztahy mezi jednotlivými prvky. Je zde vidět, že funkce systému je směřována ke zvyšování efektivnosti pěstování plodin. Vývoj tohoto systému je značně náročný, který si mohlo dovolit jenom pár výrobců této techniky. Uplatňování prvků precizního zemědělství s použitím strojů můžeme považovat za nejvyšší inovační řád. [19]

Je několik odvětví kde lze využít různých prvků precizního zemědělství (viz. tab. 1). Zde jsou zobrazeny jednotlivé zemědělské činnosti s následujícími způsoby řešení.

Tab. 1 přehled pěstitelských opatření řešitelných metodami precizního zemědělství.

Možnosti racionálního rozhodování	Způsob řešení
Zpracování půdy - výběr techniky (orba nebo bezorební technologie) podle typu a druhu půdy, osevnického postupu a předplodiny	Automatizované řízení strojů pro přípravu půdy podle stavu půdy a předplodiny
Setí - výběr odrůdy a výsevku podle prostředí a podmínek setí (datum a stav seťového lůžka), ošetření osiva	Změna výsevku během setí (množství, hloubka) podle typu a stavu půdy (drobtovitost, vlhkost, atd.)
Hnojení N - stanovení dávky podle předpokládaného výnosu a zbytkového dusíku (bilanční metoda), přizpůsobení dávky potřebě plodiny (je nutné brát v úvahu vyplánování)	Úprava dávek v rámci pozemku podle dlouhodobých charakteristik půdy (typ, hloubka), historie pozemku a stavu plodiny.
Hnojení P, K a Ca - stanovení dávky hnojiva podle plodiny, typu a druhu půdy a podle technického itineráře	Úprava dávek v rámci pozemku podle obsahu živin ve stanovených zónách
Ochrana proti plevelům -strategie ochrany v osevnickém postupu, volba herbicidů a úprava jejich dávek	Cílená aplikace herbicidů na plevele při respektování prostorové heterogenity jejich výskytu
Ochrana proti chorobám a škůdcům - využití predikčních modelů, diagnostických kitů a pozorování, modifikace dávek a jejich rozdělení	Brzká detekce prostorové heterogenity stupně napadení

Zdroj: [15]

Zdroje půdní variability pozemku

Jednotlivé části povrchu na zemi jsou pokryty půdou, jejíž typ je na jednotlivých místech rozdílný. Variabilita je způsobem interakcí nezávislých půdních procesů, jež jsou ovlivněny řadou přírodních fenoménů jako je klima, geologie, reliéf, hydrologie, mikroorganismy atd., pracují na různé prostorové úrovni. Proto se mohou půdní vlastnosti měnit v prostoru na úrovni od milimetrů po několik kilometrů. [8]

Variabilita může být rozdělována na:

- vertikální a horizontální;
- podle separovaných bodů v prostoru na: mikro, meso, makro
- přirozenou (geogenní) a variabilitu způsobenou lidskou činností (antropogenní)

Zdrojem geogenní variability jsou půdotvorné procesy. Tyto procesy vytvářejí kontrastní rozdíly v půdním profilu. Rozdíly se projevují u organické hmoty, půdní textury, pH, kationtové výměnné kapacity, obsah rostlinám přístupných živin atd. Tyto rozdíly ve vertikální ose jsou důležité především pro určování hloubky odběru vzorků. V horizontálních osách jsou rozdíly půdních faktorů méně kontrastní. Je uváděno, že geogenní variabilita na větší vzdálenosti je asociována se sklonem a polohou pozemku. Půdní profil na vyvýšených částech pozemku má nižší mocnost a naopak v nižších částech a na rovině vyšší mocnost. Poloha nebo expozice pozemku má vliv na absorpci a odražení slunečních paprsků. To dále působí na změnu půdní teploty, vodní režim a asociovaný růst rostlin.

Obdělávání půd (orba) je velkým zdrojem antropogenní variability. Jako důvody je uváděno, že orbou se může zvětšit možnost eroze a také vynášení podorničí na povrch. Dále pak různé způsoby hospodaření (osevní postup) a s tím spojená aplikace hnojiv způsobuje rozdíly v obsahu organické hmoty a také zbytků hnojiv. Variabilita je také způsobena spojováním více menších pozemků s rozdílným způsobem hospodaření v jeden větší celek. [8]

Klasifikace podle separovaných bodů v prostoru

mikro- variabilita odpovídá úrovni variability půdních vlastností mezi body

vzdálenými od sebe 0 až 0,05 m,

meso- variabilita odpovídá úrovni variability půdních vlastností mezi body vzdálenými

od sebe 0,05 až 2 m,

mikro- variabilita odpovídá úrovni variability půdních vlastností mezi body vzdálenými od sebe více než 2 m,

Tab. 2 Velikost úrovně variability běžně sledovaných faktorů podle Wollenhaupta

Úrovně variability sledovaných faktorů (Wollenhaupt et al. 1995)		
Sledovaný faktor půdy	CV (%)	Rozsah (m)
pH půdy	8-14	20-132
Výnos plodin	8-29	70-700
Obsah N-NO ₃ ⁻	28-58	40-275
Organická hmota	21-41	112-114
Přístupný P	39-157	68-145
Přístupný K	31-61	-

CV je variační koeficient v % a Rozsah (Spatial Range) udává parametr rozsahu semivariogramu

Zdroj: [8]

3.2 Získání podkladů (sběr dat)

Čím více informací je k dispozici o jednom pozemku resp. bodu, tím kvalifikovaněji můžeme zvolit odpovídající agronomický zásah a jeho intenzitu. Sběr dat je periodicky se opakující sled činností, jejíž cílem je nashromáždit a následně aktualizovat co nejvíce údajů o pozemcích, např. bonitaci pozemku, rozlohu, půdní zásobenost, zaplevelenost, výnos, srážky atd. [45]

Zjišťování vlastností polního prostředí znamená využití technických a programových prostředků k tvorbě databází charakterizujících prostorové rozdílnosti parametrů polního prostředí. [21]

Pro získávání map, popisujících prostorové rozložení variability (heterogenity) různých faktorů na pozemku, existují různé metody. Jednotlivé metody se liší především kvalitou, vypovídající schopností a tedy i využitelností těchto dat. V základním pohledu lze tyto metody odlišit podle principiální hustoty měření a záznamu dat. [7]

Metody získávání prostorových dat:

- Mapování na základě odběrů vzorků
- Mapování výnosů pomocí senzorů
- Letecké a satelitní snímkování
- Senzorické měření půdní vodivosti

3.2.2 Odebírání půdních vzorků

Půda je jedním z nejsložitěji sledovatelných a popsatečných faktorů ovlivňujících výnos plodiny. Vlastnosti pozemku do značné míry závisejí na fyzikálních a chemických vlastnostech půdy. Tyto vlastnosti je možné sledovat buď při pořizování vzorků pro sledování násobenosti živinami, tj. odebírat vzorky i pro pH, utužení půdy, strukturu půdy, vlhkost půdy nebo povrchový profil půdy, a nebo je sledovat při speciální operaci. Tyto údaje pak vyjadřují, ve spojení s prostorovými daty z DGPS, variabilitu pozemku z hlediska určité jeho vlastnosti. [21]

Nejjednodušším způsobem získávání informací o půdě jsou ruční odběry vzorků. Pokud je však chceme zařadit do systému precizního zemědělství je nutno při každém odběru znát zeměpisné souřadnice polohy. K tomu může sloužit v nejjednodušším případě mobilní přijímač DGPS, jímž je vybavena přímo osoba nebo vozidlo odebírající vzorky. [21]

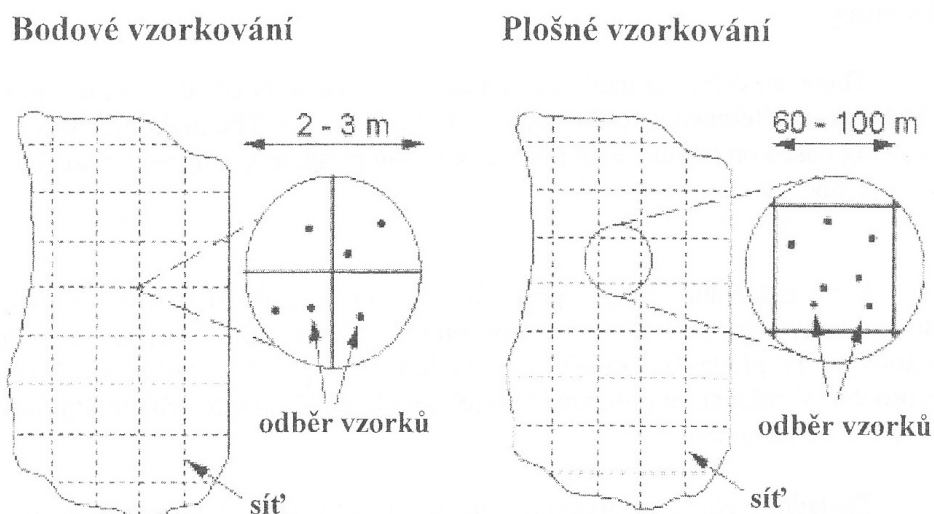
V dnešní době se asi nejvíc používanou metodou získávání prostorově vztažených dat pro mapování vlastností pozemků stává odběr půdních vzorků ze sítě bodů pravidelně rozmístěných po pozemku. Podle metodiky AZP se odebírá průměrný vzorek reprezentující celou tuhle plochu. Postupně se zvyšujícím se povědomím o variabilitě půdních vlastností se plocha pro odběr zmenšovala. Rozlišovaly se dvě základní metody vzorkování: odběr z ploch, bloků pravidelně rozmístěných po pozemku (např. strana čtverce 60-100m), nebo odběr vzorků ze sítě bodů (odběrové místo je kruh okolo průsečíku).

Při vzorkování jednotlivých ploch se pak při vytváření mapy přiřazovala jednotná hodnota pro celou určenou plochu. Tato metoda se moc neujala v praxi pro svojí časovou náročnost.

Naopak odběr ze sítě bodů není tolik časově náročný. Vytvořená mapa z těchto dat se více blíží skutečnosti, jestliže získáme dostatek informací. Protože touto metodou získáme vzorky z omezeného počtu odběrových míst, pro vykreslení mapy rozložení hodnot celého pozemku se musí využít počítače k dopočtu hodnot mezi vzorkovanými

body. Existují různé interpolační metody založené na prostorové závislosti měřených hodnot. [7]

Obr. 5 Metody vzorkování (Pocknee, 1995)



Zdroj: [1]

Výstupní mapa se vykreslí jako hladká gradace od nízkých po vysoké hodnoty, nebo se použije konturové mapy, kde jsou vstupní data rozčleněna do jednotlivých intervalů, tříd. Rozdělení isobarami u konturové mapy umožňuje lepší vizuální posouzení variability podle velikosti tvaru a uspořádání jednotlivých ploch stejné úrovně. Pro doplnění mapovaného výstupu se někdy používá histogram, který je důležitý především při použití hladké gradace.

Při půdním vzorkování je důležitým a kritickým parametrem hustota vzorkování. Se zvyšující se hustotou vzorkování klesá variabilita mezi sousedními vzorky. S hustotou vzorkování ale úzce souvisí ekonomika. Vysoké náklady na odběr a analýzu půdních vzorků vedou k snižování potřebné hustoty, a tedy počtů vzorků, který reprezentuje skutečnou variabilitu.

Jelikož nejvíce obdělávanou a hnojenou vrstvou je svrchní vrstva 15-21 cm, proto jsou vzorky ve většině případů odebírány právě z této hloubky. [7]

Analýzy mohou být prováděny buď laboratorně nebo přímo na poli. Testování prováděné bezprostředně na poli je však metoda méně přesná v porovnání s laboratoří a ve většině případech vhodná pro stanovení pouze jedné hodnoty, avšak její využití je oblíbené pro její jednoduchost a okamžité stanovení měřené hodnoty. [10]

Standardně jsou zpracovávány prvky P, K, Mg a pH, ale je možné analyzovat i další živiny. Důležité je při opakování odběru v následujícím cyklu odběr ze stejných míst, aby bylo docíleno správného vyhodnocení, opatření a sledování časových změn na pozemku. [45]

V našich podmínkách se osvědčilo odebírat vzorky z částí pozemků o velikosti 3-5 ha. Vzorky půdy se smísí a dopraví do laboratoře k analýzám. Na základě výsledků těchto analýz se vypracují doporučení pro aplikace hnojiv. Při vyšší heterogenitě pozemků nebo pro účely pěstování zeleniny se zvyšuje hustota odběru tak, že jeden vzorek reprezentuje plochu 1 ha. [14]

3.2.3 Mapování výnosů dle senzorů

Výnos je pro každého hospodáře odevádána jedním z nejdůležitějších ukazatelů charakterizujících úspěšnost podnikání na půdě. Mapování výnosů ve srovnání s cenou ostatních zemědělských vstupů není ani příliš drahé. Ačkoli je potenciální zisk mapování výnosů spojován spíše se sofistikovaným využíváním variabilních aplikačních technologií (hnojením a dalšími vstupy), ukazuje se, že je zde několik okamžitých výhod mapování výnosů. Na základě výnosových map různých polí a částí pole je možné zlepšit výběr plodin, identifikovat problémy způsobené předplodinou, identifikovat výnosově slabé zóny, které nemohly být rozpoznány dříve, a provést jejich podrobnější průzkum. [34]

V současnosti je již každá druhá nová mlátička na našem trhu standardně vybavena zařízením umožňujícím měřit výnos. Stačí pak pouze propojení se systémem GPS a sklízecí mlátička je schopna pořizovat výnosová data. Výstupem monitorování výnosu sklízecí mlátičkou je soubor dat, kdy pro každé měření jsou uloženy zeměpisné souřadnice.

Přesný údaj o výnosu má vysokou vypovídací schopnost ve vztahu k odběru živin. V souladu se zásadami správné zemědělské praxe, tedy velmi vhodným kritériem pro bilancování potřeby živin na konkrétním pozemku a následně pro tvorbu plánu aplikace hnojiv. [45]

Výnosový monitor umožňuje změřit a zaznamenat výnos v jakémkoli momentu na poli společně s pozicí sklízecí mlátičky. Společně s výnosem je současně příslušnými senzory sledována okamžitá vlhkost zrna. Výnos je přepočítáván na jednotku plochy ($t \cdot ha^{-1}$). [34]

Počet měření na hektar je závislý na šířce záběru sklízecí mlátičky a pojezdové rychlosti. Obvykle se počet měření pohybuje v rozmezí 150 – 300 na hektar. [18]

Naměřená data jsou zpracována v palubním PC a společně s údaji o pozici uložena na datových paměťových kartách. Tyto karty jsou poté přenesena do PC vybaveného mapovacím SW k produkci výnosových map. [34]

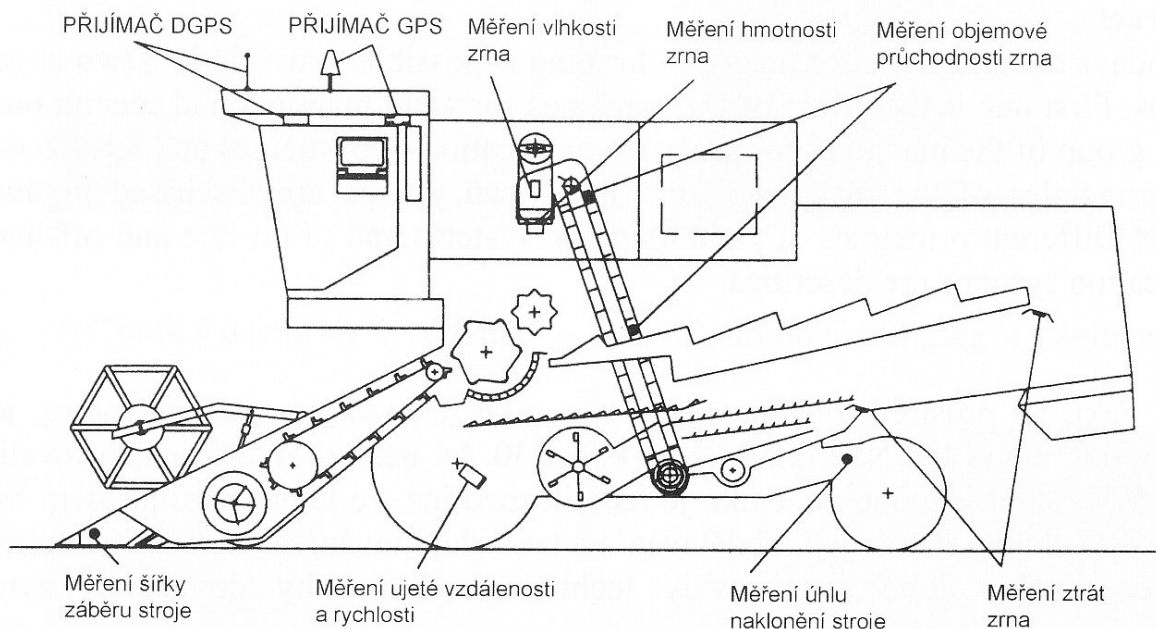
Data je možné převést do grafické podoby, kde barevně stejně označená místa reprezentují oblasti se stejným výnosem (v určitém rozpětí). Tento výstup je však pouze materiálem, který poskytuje základní orientaci pro posouzení variability daného pozemku a dalším krokem je tvorba aplikačních map. [18]

Na tvorbě výnosu se podílí celá řada faktorů a některé z nich mají sezónní vliv. Proto je nezbytné sbírat data více let a teprve po syntéze dat a vyloučení náhodných vlivů, které nelze ovlivnit hnojením nebo jinými agrotechnickými zásahy, využívat data pro konkrétní doporučení. [42]

3.2.3.1 Sklízecí mlátička a řezačka

Systémy měření výnosů používané pro mapování výnosů pracují kontinuálně. Tyto systémy pro měření výnosů jsou umístěny v prostoru dopravníku zrna. Lze je řadit podle dvou principů funkce, zjišťování objemového toku a zjišťování hmotnostního toku. Zjišťování objemového toku se může provádět mechanicky zjišťováním počtu otáček turniketu nebo opticky pomocí fotoelektrického relé, při kterém se zachycuje doba zatemnění. Zjišťování hmotnostního toku pracuje buď na principu měření síly, nebo pomocí impulzu anebo radiometrickou metodou, kdy se měří zeslabení radioaktivního záření. Produktem měření výnosů s určováním polohy je mapa výnosů. [35]

Obr. 6 Sklízecí mlátička s čidli pro získávání výnosových map

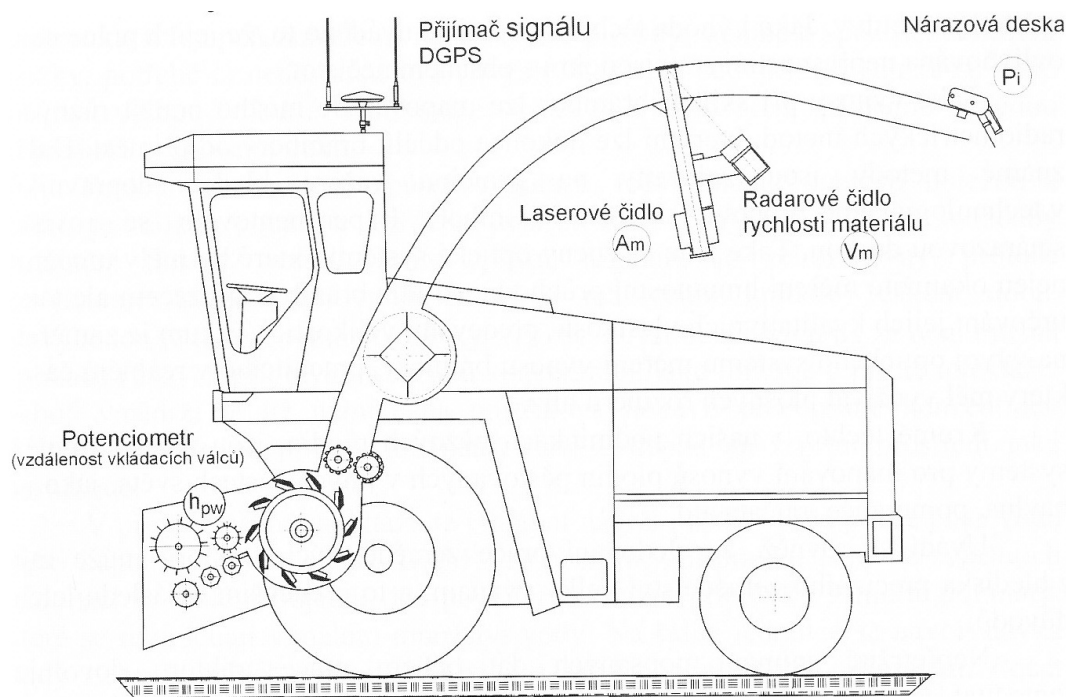


Zdroj: [16]

Poměrně značná pozornost byla také věnována možnosti mapování sklízecí řezačkou (viz obr. 7). Z technického hlediska je zde několik možností získávání údajů o okamžité průchodnosti materiálu sklízecí řezačkou.

Například měření mezery mezi horními a spodními vkládacími válci vkládače sklízecí řezačky. Tato technika může být použita u každého typu sklízecí řezačky, protože každá z nich stlačuje válci vkládače řezaný materiál před vstupem do řezacího ústrojí. Výnos lze také měřit nukleonovým čidlem umístěným v odhazové koncovce samojízdné sklízecí řezačky. Další použitelnou metodou je měření průchodnosti pomocí nárazové desky umístěné v odhazové koncovce sklízecí řezačky. Také lze měřit tloušťky vrstvy sklízeného materiálu v odhazové koncovce sklízecí řezačky. Umístění měřících prvků pro měření na okamžitého výnosu na samojízdné sklízecí řezačce. [16]

Obr. 7 Umístění měřících prvků pro měření okamžitého výnosu na samojízdné sklízecí rezačce



Zdroj: [16]

Lze konstatovat, že ačkoliv se výnosové monitory u sklízecích mlátiček stávají téměř běžnou záležitostí, komerční využití mapování výnosů při práci sklízecí rezačky zdaleka není na takovém stupni vývoje. [16]

3.2.4 Dálkové snímání (repute sensing)

Dálkové snímání je v podstatě sběr údajů na dálku. Je velmi cenným zdrojem informací o půdě, plodinách a variabilitě jejich vlastností. Senzory (čidla mohou být ruční nebo automatická zařízení, namontovaná na satelitu nebo letadle (ověřuje se také využití rádiem řízených modelů vrtulníků letadel). Data snímaná na dálku slouží jako nástroj pro hodnocení stavu porostu plodiny. Stres rostlin spojený s vláhou, živinami, zhuštěním půdy chorobami a jinými faktory týkající se zdravotního stavu rostlin lze často snadno zjistit snímáním na různých vlnových délkách záření – v oblasti viditelného spektra, NIR (near infra red), případně IR (infra red). Snímací zařízení (kamery s vysokým rozlišením zvyšují množství dostupných informací ze satelitů.

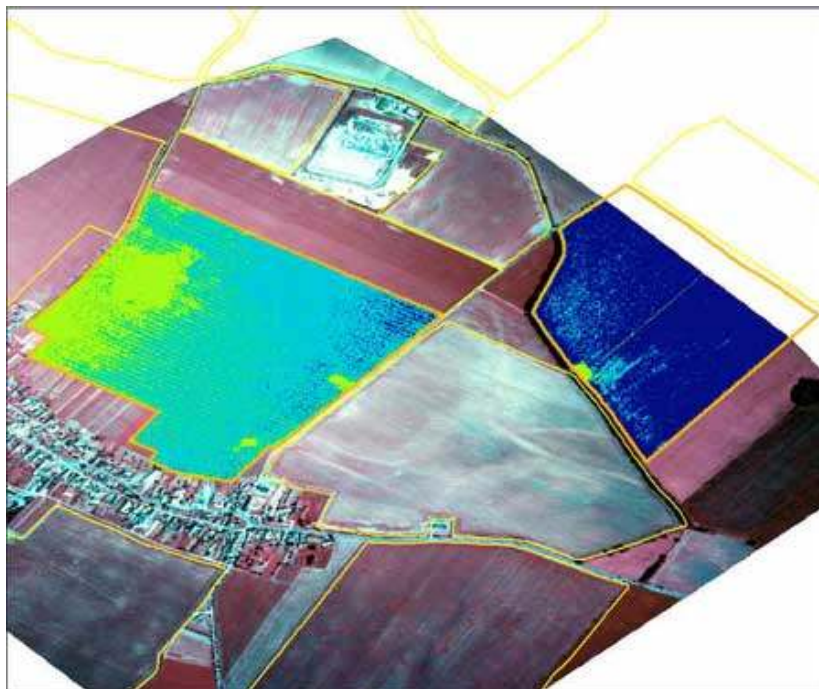
Dálkové snímání může odhalit změny variability pozemku (viz obr.8), které ovlivňují tvorbu výnosu polních plodin v průběhu vegetace. Tyto informace jsou časově dostupné pro vypracování rozhodnutí potřebného opatření. Na základě dálkových snímků a polního šetření lze určit příčinu a rozsah stresu plodiny na dané lokalitě. Snímky mohou být potom využity k ošetření jednotlivých míst, podle doporučení optimalizujícího využití agrochemikálií. [14]

Snímky je možné pořizovat v několika obdobích v roce, které lze v zásadě v našich podmínkách rozdělit na snímkování půdy bez pokryvu plodinami, na snímkování v období pokryvu půdy plodinami a na období dozrávání obilovin. [42]

Hodnocení porostů polních plodin během vegetace může zahrnovat stanovení:

- ohnisek plevelů (druh a intenzita zaplevelení)
- napadení chorobami a škůdci (druhy a intenzita)
- výživného stavu
- zaplavených a erodovaných ploch [14]

Obr. 8 analýzu listové pokrývnosti



Zdroj: [42]

3.2.5 Senzorické měření půdní vodivosti

Kromě dat o půdní zásobenosti živinami je třeba shromažďovat další data o půdě. Mezi hodně využívané patří senzorické měření elektromagnetické vodivosti půdy. Měření se provádí tak, že senzor je umístěn ve speciální nekovové konstrukci, je připojen k signálu GPS/DGPS a je ve velmi husté síti tažen po pozemku. Výsledkem měření je po analýze dat přesná mapa reliéfu pozemku a přesná mapa půdních druhů. Obě základní informace jsou nepostradatelné pro přesné zaměření variability půdních vlastností na pozemku a jsou velmi důležité při tvorbě doporučení pro variabilní dávkování hnojiv, variabilní výsevek a pro diferencovanou aplikaci chemických přípravků. [42]

3.3 Zpracování dat

GIS (Geografický informační systém)

GIS je počítačový software, který využívá vlastnosti, znaky a údaje o lokalitě pro vypracování map. Důležitou funkcí zemědělského GIS je ukládání vrstev informací jako jsou výnosy, přehledové půdní mapy dálkově snímaná data, údaje z hodnocení porostů plodin a úroveň půdních živin. Pro zlepšení interpretace mohou být geograficky vztažná data zobrazena v GIS s přidáním vizuální perspektivy.

Kromě uložení a zobrazení dat může být GIS využit k hodnocení současného a alternativního pěstitelského postupu pomocí modifikací a kombinací datových vrstev, kde si lze vytýčit jednotlivé specifické oblasti a porovnávat jednotlivé překrývající vrstvy (například výnosy z různých období z jednoho pozemku, mapy obsahu živin v půdě). [14]

Výsledkem zpracování dat pro zemědělce jsou hmatatelná mapová díla, ať již v tištěné nebo v el. podobě. Jedná se o mapy pozemků, zásobenosti jednotlivými živinami, výnosové mapy, mapy plánované výživy a skutečné aplikace, je také možné připravit různé soutisky jednotlivých mapových vrstev, včetně zákresu meliorací, polních hnojišť nebo vyznačení aplikačních pásem v souhrnných mapách.

Druhý výstup již slouží pouze palubním počítačům zemědělské mechanizace, jedná se o elektronická data, ve kterých je k zeměpisným souřadnicím pozemku uložena hodnota agroopatření (ve výživě je to aplikovaná dávka hnojiva). [45]

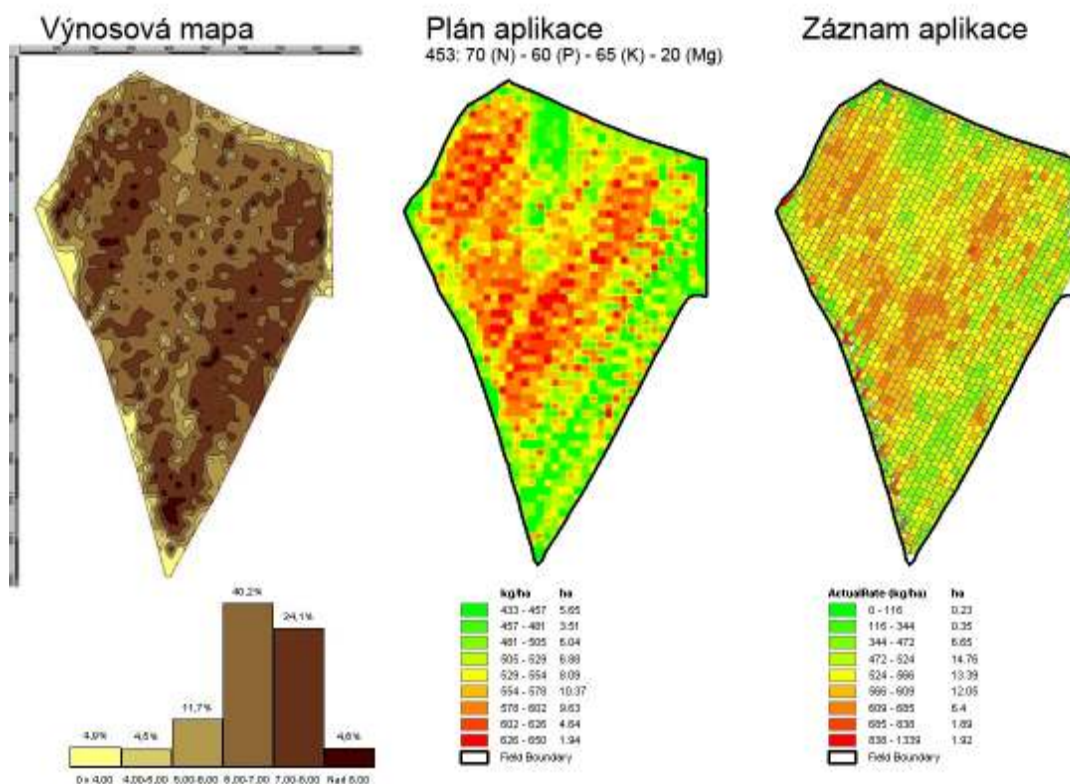
Pro tvorbu kvalitních pozemkových map je nutné vzít v úvahu také reliéf pozemku. Ten má rozhodující vliv na procesy půdotvorný, vodního režimu, mikroklimatu a tím

i výnosnosti půdy. Pro zohlednění reliéfu za účelem precizního zemědělství se v zahraničí využívají digitální výškové modely (DGM). Jejich rozlišení se pohybuje v řádech 50x50, popřípadě 10x10 m. Praktickým využitím je například odvození výskytu příliš vlhkých míst z přetokových a spádových oblastí. Lokalizace takových míst přináší velké výhody při plánování postupu zpracování půdy, výsevu, hnojení a ochranu rostlin. Výškoměry se využívají také pro usnadnění interpretace vzdušných snímků. Jejich výhodou je neomezená časová stabilita a mnohostrannost využití. [6]

Mezi tři základní mapy můžeme řadit, výnosové mapy, plány aplikace a záznam této aplikace viz obr.9. U výnosové mapy je znázorněna nejvyšší výnosová oblast tmavou barvou a v opačném případě nejnižší výnos světlou barvou.

Pozemek je rozdělen do několika zón. U plánu aplikace hnojiva jsou barvy seřazeny od tmavě zelené (nejnižší dávka), žlutá (střední dávka) a červená (nejvyšší dávka), s tím, že mezi těmito barvami je ještě dalších 6 odstínovaných barev podle dávky aplikace. Nápodobně je situován záznam aplikace samotného hnojení.

Obr. 9 zobrazení výnosových map, planu aplikace hnojiv a záznam z aplikace



Zdroj: ZDV Krchleby

3.5 Variabilní hnojení

Základní možností jak efektivně využít data o půdních vlastnostech je kvalitní a přesné provedení agrotechnických zásahů. Nejvyužívanějším zásahem v precizním zemědělství je aplikace průmyslových hnojiv.

Aplikační technika je vybavena přijímačem GPS, řídicím počítačem a dávkovacím systémem pro proměnlivé dávkování. Údaje o variabilitě z připravené mapy a údaje o aktuální poloze stroje z přijímače GPS palubní počítač zpracovává a upravuje dávkování hnojiv podle potřeby. Některé stroje jsou navíc vybaveny vícekomorovým zásobníkem s nezávislým dávkováním, což umožňuje aplikovat i několik druhů hnojiv současně a přesto nezávisle – podle rozdílných aplikačních map. Také u strojů dochází ke zpětnému záznamu o provedeném hnojení a dávkách, což se využívá jako protokolu o spotřebovaných hnojivech.[12]

Systém hnojení základními živinami (P,K, Mg) je ve všech vyspělých zemích založen na stanoveném obsahu přijatelných živin v půdě. Při dobré zásobě živin je aplikovaná dávka pouze na úrovni odběru (nahrazovací hnojení). Na úsecích s vyšší zásobou živin je aplikovaná dávka pouze na úrovni odběru (nahrazovací hnojení). Na úsecích s vyšší zásobou živin mohou být aplikovány nižší dávky živin, a tak čerpány určité rezervy z půdních zásob, případně určité období danou živinou nehnojit. Naopak na úsecích s nízkým obsahem živin je zapotřebí zvýšit dávky té živiny, která nevykazuje potřebnou hodnotu. [26]

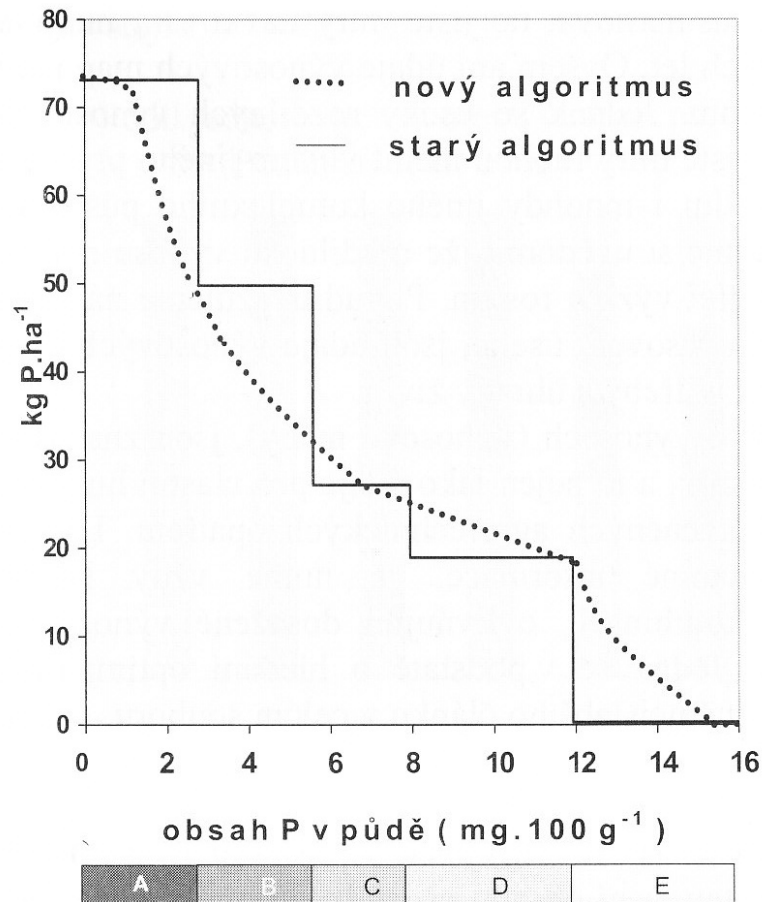
Tab. 3 Zásoba v půdě a velikost dávky živin (P, K, Mg) v hnojivech

	obsah	dávka živin
A	nízký	výrazně vyšší než je odběr (1,5 - 2x)
B	vyhovující	vyšší než je odběr (1,25 - 1,5x)
C	dobrý C	na úrovni odběru (nahrazovací systém)
D	vysoký	nižší než je odběr (0,5 - 0,75x)
E	velmi vysoký	bez hnojení

Zdroj: [26]

Nejčastěji je používána 5ti pásmová stupnice pro určování zásoby živin v půdě (viz tab. 3) a tomu odpovídající 5 rozdílných úrovní hnojení – tyto hladiny se zpravidla mění skokem. V souvislosti s precizním zemědělstvím se objevují systémy, kdy dávka živin se mění kontinuálně se změnou obsahu v půdě (viz obr. 10). Použití těchto různých principů nám částečně mění charakter aplikačních map. [26]

Obr. 10 Dávka P (kg.ha⁻¹) v závislosti na obsahu P v půdě



Zdroj: [26]

3.5.1 Variabilní hnojení dusíkem

3.5.1.1 Yara N – Sensor

N-Sensor je zařízení, které měří charakteristiky slunečního nebo umělého světla odraženého od porostu a z nich odvozuje obsah chlorofylu a hustotu biomasy. Naměřené údaje převádí do palubního počítače, který z nich podle závislosti zjištěných v dlouhodobých pokusech stanovuje optimální dávku dusíku pro příslušnou část porostu. Hodnota aplikační dávky se přenáší na řídicí počítač rozmetadla nebo postřikovače. Tyto tři kroky probíhají za neustálého pojezdu aplikačního stroje po pozemku a umožňují tak variabilní dávkování N – hnojiva on-line různou dávkou v různých částech pozemku podle potřeb rostlin na příslušném místě.

K dispozici jsou dávkovací křivky pro všechny ozimé obiloviny, ozimou řepku, jarní obilniny, kukuřici a brambory.

Před aplikací se provede rychlá polní kalibrace, která určí specifické parametry pro hojení příslušného druhu odrůdy a růstové fáze. Dávku lze různými způsoby uživatelsky variabilně modifikovat.

Další využití nabízí při variabilním dávkování fungicidů dle hustoty porostu a je možno jej používat i pro ohniskovou aplikaci herbicidů. [18]

Přínos N – Sensoru:

- zvýšení výnosu
- zvýšení obsahu bílkovin a lepku
- omezení poléhání
- zvýšení vyrovnanosti porostu
- snížení sklizňových ztrát a urychlení sklizně
- tvorba aplikačních map a map hustoty porostu
- přesná evidence hnojení N
- získání údajů o variabilitě pozemku [18]

Zvýšení výnosu na pokusných pozemcích. Nejvyšší zvýšení výnosu činilo 12,3 %. V průměru se výnos ozimé pšenice na 13 pokusných pozemcích zvýšil o 3,52%, tj. o 197 kg zrna/ha (viz obr.11).

Obr. 11 zvýšení výnosu při variabilní aplikaci N podle N-Sensoru



Zdroj : www.leadingfarmers.cz

3.6 Přesnost navazování pracovního záběru

Podle použitého typu korekčního signálu je dosahováno submetrové nebo subcentimetrové přesnosti. Obě přesnosti lze použít jak pro manuální navádění stroje obsluhou, tak pro automatické řízení stroje.

Dodržení předepsané vzdálenosti mezi navazujícími pracovními jízdami má například u rozmetadel významný vliv na rovnoměrnost plošné dávky. Zvětšení pracovního záběru, znamená snížení dávky v pruzích mezi záběry. Zmenšení pracovního záběru, způsobuje místní předávkování, zvýšení nákladů a zbytečné zatížení životního prostředí nebo i pěstovaných produktů nežádoucími látkami.

Princip řízení pro paralelní jízdy začíná digitálním záznamem první jízdy stroje po pozemku. V dalším kroku počítač o této linii na mapě vytýčí požadované linie dalších jízd s roztečí shodnou s pracovním záběrem. Při práci potom srovnává okamžitou pozici stroje danou zeměpisnými souřadnicemi s požadovanou linií na mapě, odchylku od ní signalizuje obsluze nebo ovladači automatického řízení. [12]

3.6.1 Manuální navádění

Satelitní navigace pouze ukazuje řidiči směr. Je tvořeno jednoduchou světelnou lištou, většinou se světelnými diodami, které vykreslují křivku podle níž řídí obsluha vozidlo po pozemku. [27]

K signalizaci při manuálním navádění se používá přijímač DGPS s anténou a mikropočítačem, který ovládá světelnou lištu s textovým displejem. Odchyly jízdy od požadované linie signalizují světelné barevné diody. Jedna pozice znamená odchylku od 0,1 do 0,9 metru (citlivost je nastavitelná). Řidič opravuje směr jízd tak, aby svítila střední dioda. Na textovém displeji jsou doplňující údaje – pořadí jízdy, okamžitá rychlost nebo i varování při vjezdu na již zpracovanou plochu. Některá zařízení mají kromě antény DGPS všechny části integrované do jednoho celku. Mohou být doplněna i monitorem, který zobrazuje mapu pozemku, plánované osy jízd, pozici stroje i ošetřenou plochu. [12]

Ovládání

Při manuálním řízení kopíruje obsluha traktoru znázorňovanou dráhu (A-B viz. obr.12), která se vykresluje na obrazovce počítače. Pro zobrazení navigace vodící stopy existují dva pohledy: virtuální dráha nebo pohled z ptáčích perspektivy. Nejnovější LCD monitory jsou standardně vybaveny funkcí mapování provozu stroje, včetně aplikace. To je velmi významné pro záznam aplikace zvláště při hnojení (ochraně rostlin). [27]

3.6.2 Automatické navádění

Automatické řízení má mnohonásobně větší přesnost a značně usnadňuje obsluhu práci zvláště v noci [27]

Zařízení pro automatické navádění se skládá ze shodných prvků, jsou navíc doplněny snímačem polohy zařízení (kol i volantu) a servopohonem řízení. Přijímač dodává přesnou polohu, počítač jí porovnává s plánovanou na digitální mapě. Je-li odchylka, vydá příkaz servořízení. Tento cyklus se opakuje 5 až 20krát za sekundu. Pro ovládní řízení se využívá elektrohydraulických ovladačů nebo elektropohonu krokovým motorem pro přímé otáčení volantem. [12]

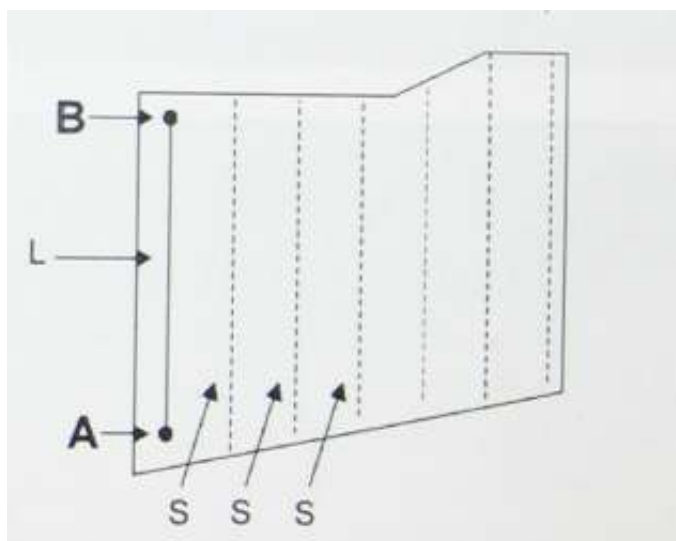
Automatickou navigací mohou být vybaveny stroje, které splňují požadavky výrobce. Největší úpravou na stroji je připojení speciálního hydraulického rozvaděče, který se napojí na stávající hydraulický okruh řízení. Ten je poté odpovědný za automatické řízení díky signálu o změně polohy přicházejícího z autopilota tzv. kontroloru, komunikujícího se signálem. [27]

Ovládání

Proces automatického navádění zahajuje obsluha spínačem, ukončí opět spínačem nebo pootočením volantu. [12]

Elektronika automatického řízení přebírá plnou kontrolu nad řízením na poli, jestliže byla správně zadána první základní vodící dráha (body A-B, které zadává obsluha pracovní jízdy od které se objeví všechny další pracovní jízdy viz obr. 12). Na konci každé ujeté dráhy, těsně před souvratí se ozve výstražný zvukový tón nebo varování zobrazené na ovládacím displeji, které upozorní obsluhu na konec zadané dráhy, která se rovná konci pole. Pak musí obsluha převzít řízení a otočit se na souvratí a najet na řádek.[27]

Obr. 12 Zadání řídicí křivky



Zdroj: [27]

Při práci po vrstevnicích na svahu se anténa umístěná na střeše kabiny stroje vychyluje. Při výšce 4 metrů nad rovinou terénu tato odchylka dosahuje 0,34 metru již na svahu 5° . Navigátory se subcentimetrovou přesností určení polohy musí být vybaveny zařízením pro kompenzaci svahu TCM, elektrická vodováha umístěná kolmo na směr jízdy stroje nebo gyroskop jsou schopny o náklonu stroje dávat digitální zprávu počítači. Ten opraví okamžitou polohu stroje na hodnotu, jaká by byla při výšce antény DGPS rovná nule, tzn. Na povrchu pole. [27]

3.7 Automatické vypínání sekcí ramen postřikovače

Důležitý je podíl překryvů při přeježdění a najíždění do záběru zejména potom na členitých pozemcích, tak jak je ostatně z českých podmínek známe. V tomto případě můžeme nahradit manuální vypínání a zapínání sekcí ramen postřikovače automatickým systémem, který na základě znalostí polohy zajistí ovládání automaticky.[28]

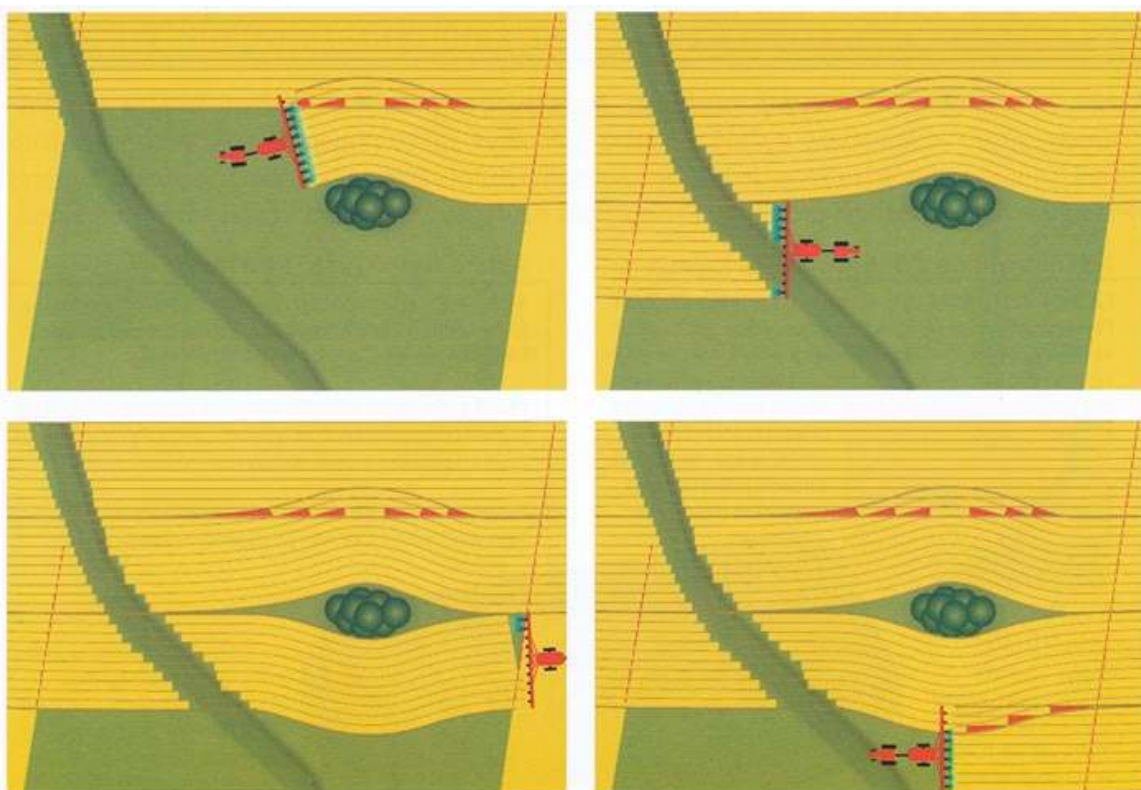
Systém automaticky vypíná a zapíná jednotlivé sekce ramen postřikovače v místech, kde se překrývají nebo kříží jednotlivé pracovní záběry se souvrátí nebo sousední jízdou (viz obr. 13). To s sebou přináší samozřejmě okamžité úspory hnojiv, snížení nepříznivých dopadů chemických látek na ekologii prostředí a potenciální zvýšení výnosů.

System využívá k určení místa aplikace postřiku GPS data. Na základě těchto informací o poloze pracovní soupravy dochází k automatickému chodu celého systému. Kromě samotných dat o GPS poloze využívá systém aktuální rychlost stroje. Další funkcí tohoto systému je samotné řízení dávkování postřiku.

K ovládaní je jako navigační zdroj připojena světelná lišta. V tomto případě slouží jako ovládací prvek, kde lze nastavit velikost dávky, pracovní šířka jednotlivých sekcí počet sekcí okamžik zapnutí/vypnutí sekce (procentuální pokryv) a mnoho dalších funkcí.

Na ovládacím panelu je možnost rychlého přepnutí mezi dvěma polohami, na kterých jsou předem definované velikosti postřikových dávek. Třetí polohu tvoří manuální ovládaní sekcí postřikovače. Aktuální velikost dávky je potom možné upravit pomocí druhého spínače. [17]

Obr. 13 Automatické zavírání sekcí ramen



Zdroj: [44]

3.8 Výrobci GPS

Představení některých výrobců techniky v precizním zemědělství:

3.8.1 Green Star (AMS)

System u koncernu Deere & Co je označen zkratkou AMS. Traktory, sklízecí mlátičky a řezačky jsou již z továrny připraveny pro nastavbu systému Green Star tak aby jednoduchým připojením několika komponentů bylo možné využívat výhod precizního zemědělství.

AMS se skládá ze tří základních stavebních kamenů, mobilní procesor, GreenStar displej a poziční přijímač iTC.

Informace jsou ukládány na PC datovou kartu, která je schopna pojmout až 800 hodin provozních dat, což je dostatek po celou sezónu. Software, který řídí je uložen na key kartě. Po zasunutí karty do procesoru je stroj připraven k použití.

Mozkem systému je mobilní procesor. Tento mobilní počítač připojíte rychle k zadní straně displeje. Ten zaznamenává informace o poli plodině a pozici na PC data kartu pokud používáte mapovací software. Také zahrnuje software na key kartě pro některé aplikace zahrnující automatické řízení, poloautomatické řízení a mapování výnosů mlátičkou. Procesor může být rychle přemístěn z jednoho stroje na druhý.

Posiční iTC StarFire je duální přijímač frekvence GPS, používá desetikanálový systém a z globálního satelitního systému a z diferenční korekční sítě John Deere.

Použití displeje tohoto systému je snadné. Menu umožňuje ovládat informace rychle a display umožňuje snadný přehled o pracovních operacích právě za jízdy. Stejný display pracuje se všemi stroji, traktorem, mlátičkou, řezačkou, postřikovačem nebo rozmetadlem.

K dispozici jsou tři úrovně přesnosti StarFire které umožňují vybrat si přesnost podle potřeby:

- StarFire 2 (SF2)
- StarFire 1 (SF1)
- RTK

SF2 je nejpřesnější diferenční korekční signál dostupný s přijímačem StarFire, který dosahuje přesnosti +/- 10 cm a je vyžadován u automatického řízení a doporučován u poloautomatického. SF1 je signál s přesností +/-30 cm a poslední je Egnos pracující s bezplatným evropským diferenčním korekčním signálem Egnos. Třetí možností je příjem signálu RTK s přesností +/-2 cm. [13]

Automatické řízení (AutoTrack) je kompatibilní s dalšími elektronickými systémy pro mapování výnosů a řízení souběžných jízd. Nejprve byl vyvinut pro pásové traktory a poté i pro kolové verze. Je dostupný i pro určitou sérii sklízecích mlátiček, kde přebírá za řidiče vedení stroje po pozemku v přesně navazujících záběrech bez překrývání. Pracuje kvalitně i v noci v polehlém obilí. [5]

3.8.2 AFS od firmy Case IH

Firma Case IH se zabývá převážně oblastí traktorů a sklízecích mlátiček. U sklízecích mlátiček se převážně orientuje na výrobu axiálních strojů (s názvem Axial-Flow). Axiální sklízecí mlátičky monitorují výnos pomocí snímačů a systému GPS. Následně je možné pomocí GIS sestavovat výnosové mapy. K sestavení výnosové mapy je potřeba sledování skutečné a teoretické rychlosti, výnosu a vlhkosti zrna. Informace z těchto senzorů jdou do informačního modulu a jsou k dispozici na AFS monitoru. Informace ze sklízecí mlátičky mohou být uloženy na ATA Flash Data kartě, kde se s nimi dá dále pracovat na PC a pomocí AFS desktop softwaru tvořit výnosové mapy. [4]

3.8.4 Trimble

Tento americký výrobce produkuje navigační systémy ve více variantách podle ceny a funkcí systému. Mezi jeho výrobky můžeme např. zařadit: AgGPS EZ – STEER, AgGPS EZ – GUIDE PLUS, AgGPS EZ – GUIDE 500, AgGPS EZ – BOOM [44]

AgGPS EZ – GUIDE Plus – vede řidiče pomocí jasných zářících LED diod a grafické LCD obrazovky. LED diody lze lehce rozeznat během dne i v noci, grafická obrazovka zase pomáhá s orientací na pozemku zvláště při jízdě po zakřivených drahách nebo během otáčení na souvratích. Při druhé a dalších paralelních jízdách navigují obsluhu jak LED diody tak i grafický display. Obrazovka může zobrazit jak trojrozměrný tak půdorysný pohled a u nepravidelného pozemku lze nastavit navádění po křivkách. [9]

AgGPS EZ – GUIDE 500 je to první GPS LED navigační lišta kombinovaná s barevným displejem umožňující grafický záznam aplikace a mapování s integrovaným L1/L2 dvoufrekvenčním přijímačem. [44]

AgGPS EZ – STEER systém asistovaného GPS řízení. Je to jednoduché rozšíření systému manuálního navádění. Je snadno ovladatelný, nezasahuje do hydrauliky a hodí se i do starších typů zemědělských strojů. Tento systém kombinuje elektromotor s třecím pastorkem s naváděním EZ GUIDE Plus a otáčí volantem místo řidiče. Obsluha se může soustředit na vlastní práci připojeného nářadí a zvýšit tak kvalitu a produktivitu práce. V zásadě se snižuje i únava řidiče. Systém asistovaného řízení je ideální pro přípravu půdy, rozmetání, postřiky, popřípadě kombajnovou sklizeň. [9]

AgGPS Autopilot – je rozšířením na automatické řízení stroje. Přesnost navádění se pohybuje podle provedení přijímače signálu GPS od 10 do 30 cm, od 5 do 10 cm a od 1 do 2,5 cm. Dobrá aplikace je také u sklízecích mlátiček, ale autopilota lze využít i u traktorů s pásovým podvozkem. Systém je připojen přímo na hydrauliku stroje. [9]

3.8.4 Qutback

Americká firma Qutback vyvinula automatický systém řízení pod označením drive. Systém se místo používání volantu a sloupku řízení se přímo integruje do hydraulického řídicího okruhu. [24]

EDrive je provozován firmou Class/Agrocom v Evropě. Přijímač signálu pracuje s bezplatným diferenčním opravným signálem Egnos. Systém pracuje taky s korekčním signálem Omnistar nebo s pozemním vysílačem diferenčního signálu. Pro příjem pozemního signálu je zapotřebí aktualizovat systém softwarem eDif. Systém je kompatibilní s většinou traktorů. Anténa, zobrazovací jednotka Qutback S a elektrický řídicí panel můžou být přeneseny i na jiné traktory. Světelné diody a malý displej sdělují řidiči všechny důležité informace. Při obrácení může řidič vjet pomocí diod do dalšího řádku. Jakmile se na konci stopy obrací, počítač rozezná, že je souprava na konci, a začne navádět řidiče do další stopy. Po sepnutí automatického řízení traktoru sám řídí rovnoběžně podle již projeté stopy. Jedním objetím pole, které je nutné pro začátek, uloží systém hranice pole. Tím se nechají nastavit LED diody tak, že upozorní obsluhu, když se traktor blíží k souvrati. [13]

4 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je zobrazení nabízených nástrojů precizního zemědělství v podnicích služeb a způsobu možné aplikace těchto služeb v zemědělském podniku. Zástupci budou ZDV Krchleby s využíváním poskytovaných služeb od podniku ZZN Pelhřimov, kde bude proveden výpočet nákladů za poskytnuté služby za rok 2006 a 2007.

5 Metodika práce

1) Představení subjektů poskytujících služby s podrobnějším zobrazením využívaných strojů a poskytovaných služeb v ZZN Pelhřimov a podniku využívajícího tyto služby ZDV Krchleby.

2) *Výpočty jednotlivých služeb*

Ze zapůjčených výstupních dat, ZDV Krchleby, jako jsou výnosové mapy, aplikační mapy, plány hnojení a záznamy aplikací budou vypracovány výpočty dle cen ZZN Pelhřimov pro jednotlivé roky.

- *za monitorování výnosů (pro rok 2006 a 2007)*
- *za variabilní hnojení (pro rok 2006 a 2007)*
- *za plány hnojení (P, K, Mg)*
a úpravy dávek hnojení N (pro rok 2006 a 2007)
- *za výnosové mapy (pro rok 2006 a 2007)*

Monitorování hranic pozemků bude vypočítáno s cenami pro rok 2007. Potřebné údaje k výpočtům, jsou získané výměry a linie pozemku z několika předchozích let.

3) výpočet celkové ceny za služby je součtem vše předešlých výpočtů pro rok 2006 a 2007

6 Vlastní práce

6.1 Podniky poskytující zemědělské služby

Poskytování služeb v oboru precizního zemědělství se datuje v České republice k roku 1997. V dnešní době můžeme mezi dva největší poskytovatele těchto služeb na našem území zařadit MJM Litovel a.s. ztotožněný s názvem PreFarm a Agrofert holding, který slučuje více podniků v oblasti precizního zemědělství a vystupuje pod názvem Farm plan.

6.2 Agropodnik Hradec Králové a.s.

Metodami precizního zemědělství se společnost zabývá od roku 1999 a v současnosti spravuje jejich databáze více než 30 zemědělských podniků. Z hlediska zmapované výměry se jedná o více jak 30 tisíc hektarů zemědělské půdy převážně v okolí Hradce Králové, ale samozřejmě, že podnik nabízí aplikace po celé republice.

Společnost disponuje pro variabilní aplikaci stroji TerraGator 8103 nesený rozmeta-dlo Airmax 2000 se systémem Raven, TerraGatorem 1603 se systémem Trimble a dva TerraGatory 8103 Liquide systém s asistenčním řízením EZ – steer (pro aplikaci melaso-vých výpalků). V oblasti sklizení poskytují sklízecí mlátičku John Deera 2266E s využitím variabilního snímání senzorem.

Služby precizního zemědělství poskytuje podnik jako celý balíček služeb, zaměření hranic pozemků, půdní rozbor, laboratorní analýzu, zpracování výsledků rozborů a každoroční poradenskou činnost pro zmapované pozemky až po tvorbu aplikačních map, cena této činnosti se pohybuje okolo 250-290Kč za 1ha. Mapování kromě senzoru na sklízecích mlátičkách lze využít pomocí nitrosensingu zabezpečující ve spolupráci s MJM Litovel, kde se pohybuje cena okolo 50kč/ha. Variabilní aplikace hnojiv je se pohybuje okolo 300-400 Kč.ha⁻¹.

6.3 AGROFERT

Společnost vlastní významné majetkové účasti ve zpracovatelských, výrobních a distribučních podnicích zemědělského, potravinářského a chemického sektoru.

6.3.1 AROFERT FARM PLAN

Je systém služeb skupiny Agrofert uplatňující myšlenky a nástroje precizního zemědělství v praxi.

V oblasti výživy a ochrany rostlin je snahou společností pomocí „moderních trendu hospodaření docílit efektivnost a konkurenceschopnost zemědělského hospodaření při současném zlepšování stavu a ochrany životního prostředí. O tyto oblasti hospodaření se zajímají již od dob jejich pronikání do Čech. Jejich prvním konkrétním výstupem byl na podzim roku 1999 jednoduchý software „Plány hnojení“, využívající výsledku agrochemického zkoušení půd. Na základě získaných zkušeností a detailního monitoringu trhu (jak tuzemského tak i zahraničního) vznikl na konci května 2001 AGROFERT Farm Plan.

6.3.1.1 Fungování systému

Farm Plan zahrnuje soubor služeb v oblasti precizního zemědělství, počínaje sběrem vstupních informací přes zpracování, až po jejich kvalifikované využití. Fungování je založeno na jednotném centrálním zpracování dat ve zpracovatelském centru, kde spolupracuje zemědělský odborník se specialistou na výpočetní techniku a na postupném budování „TECHcenter“ (podniky vybavené technikou pro sběr a využití dat). Služby jsou nabízeny pomocí sítě prodejců, takže služby může nabízet také podnik, který nevlastní potřebnou techniku a zajišťuje pro svého zákazníka u TECHcentra. Farm Plan může zajistit „pouze“ sběr dat nebo případně zpracování dat.

6.3.1.2 Členění podniků dle činností

Do Farm Planu je zapojeno několik podniků, každý takový podnik je schopen vykonat určité služby z precizního zemědělství:

Zpracování dat:

ZENZA Znojmo a.s.

ZZN Pelhřimov a.s.

Laboratorní zpracování půdních vzorků:

Navos Kroměříž a.s.

ZZN Polabí a.s.

Zemědělská oblastní laboratoř, Postoloprty

Využití dat (prodejci):

AGROPODNIK Zlonice, a.s.

AGS České Budějovice a.s.

AGS Cheb

AGS Tachov

AGS Žatec

ACHP Slavkov, a.s.,

Navos Kroměříž a.s.

ZENA Mladá Boleslav

ZENZA Znojmo a.s.

ZZN Havlíčkův Brod

ZZN Mělník

ZZN Pardubice

ZZN Pelhřimov a.s.

ZZN Polabí a.s.

6.3.1.3 Struktura Farm Planu:

1. kontinuální sběr dat z pozemku

- a) lokalizace pozemku
- b) odběry půdních vzorků
- c) monitoring výnosů
- d) N tester
- e) ostatní (další metody a postupy)

2. zpracování výsledků

- a) plány hnojení
- b) zpracování doporučení pro variabilní aplikaci hnojiv
- c) odborné poradenství

3. využití dat

- a) agrotechnický zásah
 - variabilní aplikace P, K
 - variabilní aplikace N
- b) mapy pozemků (pozemková výměra, nadmořská výška, tvar pozemku)

Lokalizace pozemku

Pro vytvoření hraničních linií pozemků používají terénní automobily s GPS přijímačem a příslušenstvím. Tento princip je velice jednoduchý a málo finančně náročný. Automobil objíždí hranice pozemku a tím zaznamenává přesné souřadnice bodů. Tato data jsou dále podrobena zpracování v GISu ve střediscích s tímto softwarovým vybavením, což je v ZZN Pelhřimov či ZENZA Znojmo. Získaná data jsou zpracována na přesnou orientaci a výměru pozemku, která slouží k dalšímu využití v systému.

Odběr půdních vzorků

Zde vychází systém z vlastních informací a znalostí o pozemku, zaplevelenosti, vodní režimu, atd. Variabilita je rozdělena na malou, střední a velkou. Spolu s velikostí pozemku je nastíněn postup při odběru půdních vzorků. Je-li variabilita malá, postupují podle provedení cíleného odběru půdních vzorků. Na pozemcích se střední a velkou variabilitou doporučují co nejhustší odběrový rastr, za optimum považují jeden vzorek z hektaru. Odebraný bodový vzorek je zaměřen GPS. Laboratorní analýzy se provádějí u prvků P, K, Mg a Ca, ale také lze nechat stanovit mikroprvky či těžké kovy. Testy se provádějí v laboratorních střediscích Navos Kroměříž, ZZN Polabí a ZOB Postoloprty.

Monitoring výnosu

Je prováděn sklízecími mlátičkami zastoupené v největším měřítku značkou Class, které jsou osazeny potřebným příslušenstvím k monitorování výnosů. Tuto službu poskytuje řada z prodejců uváděných výše.

Zpracování dat

Zpracování dat pro celé území ČR se provádí ve dvou centrech, vystupují jako centrum Čechy, v ZZN Pelhřimov a centrum Morava v ZENZA Znojmo. Jelikož jsou „pouze dvě“ centra o to větší je úroveň těchto středisek. Moderní počítačové programy a hardware obsluhuje zemědělský oborník se specialistou na výpočetní techniku, kteří odstraňují i problémy při kompatibilitě získaných dat, jelikož skoro každý výrobce techniky pro monitorování dat používá své vlastní formáty.

Variabilní hnojení

Variabilní hnojení P, K, Mg je spojeno ve Farm Planu v největším měřítku s technikou AgChem (TerraGator, Rotátor) , ale i další techniky konkurenčních světových výrobců už přinášejí stejně kvalitní techniku jako AgChem. Jsou to například stroje od firmy Rauch, Bogballe, Inuma, Tecnomat, Hardi, atd.

6.3.2 ZZN Pelhřimov

Akciová společnost ZZN Pelhřimov a.s. patří mezi nejvýznamnější společnosti působící v regionu Vysočiny.

Poskytuje zemědělské služby v oblasti precizního zemědělství od roku 1998. Podnik je součástí AGRO FERTu, proto jeho způsob precizního hospodaření vychází z filozofie Farm planu.

ZZN Pelhřimov systematicky provozuje svojí činnost precizního zemědělství hlavně v podniku ZDV Krchleby a v podniku Eurofarm s.r.o.

6.3.2.1 Stroje v precizním zemědělství

Pro získání dat nabízí podnik při sklizni tři vlastní sklízecí mlátičky značky CLAAS s typovým označením Lexion 560 vybavené systémem měření aktuálního výnosu a snímání polohy mlátičky. V nynější době podnik chystá nakoupit další nové sklízecí mlátičky značky New Holland CX 8090 SL včetně navigačního systému.

Pro variabilní hnojení se využívají směsná granulovaná hnojiva, která ZZN Pelhřimov aplikuje prostřednictvím pneumatického rozmetadla na nosiči TerraGator. Hnojeno je zásobními živinami P, K a Mg, kde je výhodou, že ZZN má i vlastní výrobu na hnojiva.

Podnik vlastní dva tyto stroje, první je typ 8103 z roku výroby 1998 s motorem John Deere. Tento stroj nese rozmetadlo typu Air Spreader. Druhý, novější typ 8203 je osazen motorem Caterpillar roku výroby 2007 a dvoukomorovým rozmetadlem Airmax 2000. Oba stroje mají pracovní záběr 18 m. Jejich denní výkon se u nich pohybuje podle podmínek kolem 180 až 250 hektarů.

Pro monitorování hranic pozemků je využíván terénní automobil Mitsubishi L200, který s GPS příslušenstvím značky Trimble.

Tab. 4 Stroje, přístroje používané pro služby v ZZN Pelhřimov

Stroje, přístroje	rok výroby	cena [Kč]
Pneumatické rozmetadlo <i>TerraGator 8103 - Air Spreader</i> se systémem Raven	1998	8 500 000,-
Pneumatické rozmetadlo <i>TerraGator 8203 Airmax 2000</i> se systémem Raven	2007	9 550 000,-
Sklízecí mlátička CLAAS LEXION 560 s GPS navigací	2006	6 425 000,-
Sklízecí mlátička CLAAS LEXION 560 s GPS navigací	2006	6 425 000,-
Sklízecí mlátička CLAAS LEXION 560 s GPS navigací	2005	6 600 000,-
Terénní vůz Mitsubishi L200 s GPS přijímačem a příslušenstvím Trimble	2001	800 000,-
Trimble Recon handheld	2006	40 000,-

6.3.2.2 Softwarová vybavenost

ZZN Pelhřimov je vybaven potřebným softwarem, hardwarem a obsluhou pro zpracování dat. K zpracování dat používá podnik GIS od americké společnosti AGCO se zastoupením prodeje v Nizozemsku. Systém vystupuje pod názvem SGIS v poslední verzi 3.7.1. V tomto systému jsou připravovány hlavně aplikační plány pro TerraGatory. Další software využívající k zpracování výnosových map informace ze sklízecích mlátiček Claas slouží AGRO MAP od německé společnosti AGROCOM.

Tab. 5 Používaný GIS v ZZN Pelhřimově

GIS	výrobce	cena za software	roční licence
SGIS	AGCO	3 500 USD	950 USD
AGRO MAP	AGRO COM	55 000,- Kč (při zakoupení sklízecí mlátičky Claas zdarma)	-

V tabulce 5 můžeme vidět v jakých cenových relacích se pohybují zpracovatelské systémy, ale nejvyšší náklady v této oblasti tvoří mzda za odbornou obsluhu těchto systémů, kterou může provádět na odpovídající úrovni pouze zkušený agronom s lepší znalostí výpočetních systémů.

Zpracování dat v podniku neslouží pouze subjektům, kterým jsou přímo od ZZN Pelhřimov poskytovány navazující služby, ale také pro zákazníků, o které se starají jiní členové Farm Planu.

6.3.2.3 Služby

Nabízenými službami pro zemědělské podniky v precizním hospodaření počínají od monitorování hranic pozemků, monitorování výnosů při sklizni, cílené odběry půdních vzorků, zpracování dat z výnosových monitorů, plány hnojení, až po variabilní aplikaci průmyslových hnojiv a poradenskou činnost se zákazníkem.

Monitorování hranic pozemku vychází z výměry pozemku a obvodu pozemku. Základní cena je stanovena z výměry, u menších pozemků je dána podstatně vyšší cena za hektar než u větších pozemků. Další připočítanou položkou je cena za každý ujetý kilometr po vnějším obvodu, nebo i uvnitř pozemku v případě zemědělsky nevyužívaného prostoru. Výchozím materiálem za tuto placenou službu jsou získaná data, mapa pozemku, přesná výměra a případně celková mapa pozemků.

Cena monitorování výnosů při sklizni plodin sklízecími mlátičkami Class vychází z pevné částky bez rozdílu druhu sklizené plodiny a výměry pozemku. V ceně není zahrnuté samotné sklizení plodiny, které se pohybuje kolem 1800 Kč/ha, ale dále také drcení, spotřebu nafty a další výdaje.

Standardní cena za variabilní aplikace hnojiv vychází z průměrné aplikované dávky na pozemku (viz. tab.6) pro rok 2006, a (viz tab.7) pro rok 2007. Rozdíl mezi nejnižší průměrnou dávkou tzn. 50 kg/ha a naopak nejvyšší dávkou nad 800 kg/ha byl v roce 2007 169 Kč. U nestandardních podmínek jako je hrubá brázda, vyšší sklon pozemku, menší výměra pozemku nebo aplikace síranu amonného dochází poté k procentuelnímu navýšení ceny. Náklady na aplikaci mají rostoucí tendenci, při porovnání roku 2006 a 2007 můžeme vidět že došlo ke zdražení o zhruba 20 až 40 Kč za hektar.

Plány hnojení, zpracování dat z výnosových monitorů, všechny tyto služby jsou účtovány kusově, tzn. za každý pozemek bez rozdílu počtů hektarů, druhu pěstované plodiny a dalších jiných činitelů je stanovena fixní částka.

6.3.2.4 Ceny služeb

Ceny služeb vycházejí z doporučených cen Farm Planu pro každý rok.

Tab. 6 ceny za variabilní aplikaci minerálních hnojiv pro rok 2006

dávka hnojiva [kg/ha]	základní cena [Kč/ha]
Do 50	265
>50 do 100	272
>100 do 150	282
>150 do 200	291
>200 do 250	288
>250 do 300	299
>300 do 350	317
>350 do 400	327
>400 do 500	344
>500 do 600	362
>600 do 700	380
>700 do 800	398
nad 800	415

Zdroj: ZZN Pelhřimov

Tab. 7 ceny za variabilní pozemků aplikaci minerálních hnojiv pro rok 2007

dávka hnojiva [kg/ha]	základní cena [Kč/ha]
Do 50	285
>50 do 100	293
>100 do 150	304
>150 do 200	311
>200 do 250	315
>250 do 300	324
>300 do 350	344
>350 do 400	355
>400 do 500	374
>500 do 600	394
>600 do 700	415
>700 do 800	435
nad 800	454

Příplatky za nestandardní podmínky:

- Svah nad 7 stupňů, hrubá brázda +10%
- Výměra pozemku do 5ha + 10%

Plus:

- Přejezdy v rámci podniku nad 15 km 55kč/ km (rok 2006)
- Přejezdy v rámci podniku nad 15 km 60kč/ km (rok 2007)
- Aplikace krystalického síranu amonného +15 %

Tab. 8 ceny monitorování hranic pozemků pro rok 2007

výměra do [ha]	cena [Kč/ha]	výměra do [ha]	cena [Kč/ha]
0,25	259	10	41
0,5	183	12,5	37
0,75	150	15	33
1	130	17,5	31
1,5	106	20	29
2	92	25	26
2,5	82	30	24
3	75	35	22
3,5	69	40	20
4	65	45	19
4,5	61	50	18
5	58	60	17
6	53	70	15
7	49	80	14
8	46	90	14
9	43	100	13

jízdu monitorovacího vozidla po obvodu pozemku 7 Kč/km

Zdroj: ZZN Pelhřimov

Tab. 9 další služby pro rok 2006 a 2007

služba	Cena
Monitorování výnosu	150 Kč/ha
Plány hnojení	110 Kč/ks
Zpracování dat z výnosových monitorů	100 Kč/ks

Zdroj: ZZN Pelhřimov

Tab. 9.1 odběry půdních vzorků 2007

služba	Cena Kč/vzorek
Cílený odběr půdních vzorků	500,-

Zdroj: ZZN Pelhřimov

6.4 Zemědělský podnik

V dnešní době je řada zemědělských podniků či zemědělců, kteří využívají poskytovaných služeb jinými podniky. Právě zemědělský podnik ZDV Krchleby ležící 78 km od ZZN Pelhřimova využívá ve velkém měřítku jejich poskytovaných služeb.

6.4.1 ZDV Krchleby

Podnik ZDV Krchleby leží tři kilometry od města Čáslav, v jejímž okolí obhospodařuje cca 2800 hektarů půdy. Formou precizního hospodaření se zabývá od roku 2002, ve spolupráci s podnikem služeb ZZN Pelhřimov, se kterým v této době existují už velmi přátelské vztahy. Do této doby bylo podrobno v určitém měřítku preciznímu hospodaření 136 pozemků o celkové výměře 2616 hektarů, a to buď na některých pozemcích zatím pouze mapováním hranic pozemku a výnosovému monitoringu nebo i variabilní aplikaci hnojiv P, K, Mg či N.

Podnik nyní vlastní dvě sklízecí mlátičky značky Claas a dva postřikovače Berthoud s použitou GPS technikou od firmy Trimble. Oba postřikovače jsou osazeny automatickým vypínáním sekcí ramen AgGPS EZ – BOOM s tím, že postřikovač zakoupený dříve má navigační lištu AgGPS EZ – GUIDE PLUS a N - senzor. Postřikovač zakoupený o dva roky později je s novějším modelem lišty AgGPS EZ – GUIDE 500, ale bez N-senzoru (viz tab. 10).

Samotnou variabilní aplikaci postřikem dusíku si Krchleby provádějí za pomoci vlastních postřikovačů, kdy ZZN Pelhřimov slouží jenom jako zpracovatel dat. Při zásobě živinami P, K a Mg už plně využívá poskytovaných služeb ZZN Pelhřimova, od zpracování dat až po samotnou aplikaci hnojiv. Monitorování výnosů senzory ze sklízecích mlátiček je jak za pomoci vlastní techniky tak i strojů ZZN Pelhřimova.

Tab. 10 Stroje, přístroje využívané pro precizní zemědělství v ZDV Krchleby

stroj, přístroj	rok výroby	cena [Kč]
Skřízecí mlátička CLAAS LEXION 560 s GPS navigací	2006	6 500 000,-
Skřízecí mlátička CLAAS LEXION 560 s GPS navigací	2006	6 600 000,-
Postřikovač BERTHOUD – Boxer 4000 36m osazený	2005	4 500 000,-
AgGPS EZ - Boom	2006	70 000,-
AgGPS EZ - GUIDE PLUS (a příslušenství)	2006	125 000,-
N – Senzor Win	2006	450 000,-
Postřikovač BERTHOUD – Boxer 4000 36 m osazený	2007	4 650 000,-
AgGPS EZ - Boom	2007	70 000,-
AgGPS EZ - GUIDE 500 (a příslušenství)	2007	130 000,-
N - Tester	2006	55 000,-

Částka 23 150 000 Kč je celková za všechny stroje a přístroje (viz tab. 10), které jsou také využívané pro precizní zemědělství v ZDV Krchleby, ale například postřikovače jsou zatím v velkém měřítku používány pro uniformní hnojení. Mezi výhradně vynaložené náklady na precizní zemědělství můžeme počítat nastavby těchto strojů, což je například světelná lišta či automatické vypínání sekcí ramen a další. Tyto prvky pro stroje s využitím pouze v precizním zemědělství, které byly koupeny zvlášť, představují částku 900 000 Kč, s tím že příslušenství na sklízecích mlátičkách jako jsou senzory pro měření aktuálního výnosu, GPS navigace, výnosové monitory, jsou započítány v celkové ceně stroje.

6.4.1.1 Monitorování hranic pozemku

ZDV Krchleby mají monitorovány hranice 136 pozemků o celkové výměře 2616 hektarů (viz tab. 11). Monitorování bylo prováděno už v roce 2001 ZZN Pelhřimovem. Celkové zmapování všech těchto pozemků trvalo dva dny. Od roku 2001 až do dneška docházelo k novému mapování už dříve zmapovaného pozemku pouze pokud se změnila výměra nebo byl pozemek rozdělen na více částí.

Tab. 11 ceny za monitorování hranic pozemku

výměra [ha]	linie pozemku [km]	ceny za monit. hranic p. [Kč]	výměra [ha]	linie pozemku [km]	ceny za monit. hranic p. [Kč]	výměra [ha]	linie pozemku [km]	ceny za monit. hranic p. [Kč]
1,04	0,7	114,95	8,79	1,223	388,29	24,12	2	639,19
1,39	0,926	153,57	8,90	1,259	393,29	24,34	2,352	647,36
1,55	0,621	146,39	9,11	1,852	386,32	24,98	2,142	662,48
2,12	2,112	188,55	9,26	1,4	389,30	25,30	2,298	614,72
2,31	0,82	195,08	9,33	1,779	394,83	26,85	2,478	652,66
2,34	1,19	200,13	9,48	1,09	396,15	27,21	2,314	660,03
2,45	0,838	206,68	9,50	1,308	398,50	27,30	3,552	670,83
3,06	0,8	94,28	9,59	1	400,03	27,70	3,024	676,59
3,12	0,714	147,96	9,66	2,252	411,66	27,77	3,12	678,92
3,12	1,523	226,80	9,76	1,083	407,58	27,83	2,265	674,36
3,14	0,726	222,60	9,83	1,89	416,09	28,52	3,15	696,88
3,20	1,12	229,52	9,94	1,409	417,24	28,88	2,622	701,70
3,25	0,831	230,96	9,98	1,383	418,69	29,40	2,504	713,18
3,32	0,826	235,77	10,34	1,335	388,37	29,53	2,855	718,71
3,41	1,073	243,74	10,43	1	389,33	30,69	2,221	687,85
3,45	0,709	243,96	10,56	1,362	396,63	30,83	2,483	692,76
3,72	0,701	112,71	10,69	1,911	405,23	32,19	3,8	731,77
3,81	0,902	253,20	10,71	2,7	411,49	32,50	3,05	733,31
4,18	1,502	118,86	11,02	1,508	414,51	32,65	4,393	745,99
4,46	0,904	278,81	11,31	1,001	421,59	33,34	2,569	748,34
4,48	0,949	280,34	11,50	1,02	428,69	34,03	3,122	767,33
4,49	1,07	123,87	12,87	1,493	441,11	34,09	2,352	763,25
5,17	0,961	280,27	12,88	1,81	443,67	34,11	4,963	781,97
5,19	1,76	286,92	12,96	1,931	447,19	34,32	4,895	786,09
5,20	1,072	282,63	12,99	2,156	449,77	35,10	2,625	848,90
5,21	1,073	283,17	13,40	2,76	467,72	35,70	2,124	746,42
5,30	5,309	317,58	13,55	1,423	463,38	36,05	2,944	759,33
5,32	1,03	288,69	14,74	1,54	504,02	36,20	2,42	758,73
5,74	1,233	312,33	15,08	1,904	480,51	36,57	2,042	763,67
5,81	1,137	315,36	15,27	0,979	479,92	37,45	2,004	781,44
5,84	1,107	316,74	15,36	1,052	483,22	38,21	2,751	802,24
6,04	1,14	303,84	16,35	1,704	518,46	38,23	2,436	800,44
6,34	2,367	327,13	16,54	3,302	535,53	38,54	3,39	813,47
6,61	1,034	331,02	16,68	1	523,75	40,30	3,199	800,97
7,01	2,011	335,28	16,98	1,865	539,10	41,22	2,52	814,00
7,17	1,127	336,42	17,72	1,09	521,15	42,26	2,014	830,55
7,17	2,202	343,95	17,80	2,509	533,40	43,15	2,771	853,04
7,21	1,123	338,23	17,89	2,055	532,83	46,82	2,757	877,43
7,52	2,349	361,01	18,41	2,01	547,58	47,45	2,734	888,81
7,90	1,62	275,69	18,63	3,1	561,59	47,87	4,87	911,46
8,30	1	365,56	18,69	2,477	558,96	59,95	3,72	1029,08
8,34	2,041	374,58	18,89	2,156	562,51	64,90	3,405	1029,15
8,34	1,233	368,92	21,44	2,9	576,02	67,45	5,13	1080,72
8,63	2,4	389,62	23,10	2,566	616,71	72,54	11,037	1128,34
8,68	1,644	386,48	24,10	3,2	647,07	75,43	4,93	1127,47
celková výměra pozemků [ha]				celková cena [Kč]				
2616				69 817,--				

K výpočtu ceny za monitorování těchto hranic jsou použita výchozí data z roku 2006 až 2007 s cenami pro rok 2007 (viz tab. 7). Celková částka (viz tab. 11) vyšla na 69 817 Kč za zmapování všech pozemků. Je zde zahrnuta jak základní cena z výměry pozemků, tak i každého ujetého kilometru, 7 Kč/km (cena pro rok 2007) po obvodu pozemku.

6.4.1.2 Variabilní hnojení N v ZDV Krchleby

Variabilního hnojení dusíkem v ZDV Krchleby je propojeno s ZZN Pelhřimov (GIS centrum) a centrálním serverem Hydro Agri Europe. Hnojení postřikovačem je na základě kombinace doporučení N – Sensoru a mapy úpravy dávek N (viz obr. 14).

ZDV Krchleby mají za několik předchozích let nashromážděná výnosová data různých plodin získaná ze senzorů sklizecích mlátiček. Data jsou zpracována v geografickém informačním systému v ZZN Pelhřimov, v němž dochází k proložení výnosových zón, z kterých následně vzniká mapa úpravy dávek dusíku v csv formátu. Csv soubor je poté zaslán na server Hydro Agri Europe, kde jsou data zpracována a převáděna do formátu rts (bitmapový soubor) a zpětnému odeslání do GIS centra. Následně mapa úpravy dávek dusíku v RTS souboru putuje do ZDV Krchleby, zde jsou ukládána na přenosnou paměťovou kartu spolupracující s postřikovačem. Naopak hrubá data N - Sensoru po aplikaci dávky jsou zaznamenána na kartu a prostřednictvím ZDV Krchleby zaslána na server Hydro Agri Europe pro grafické vyhodnocení skutečné aplikační dávky.

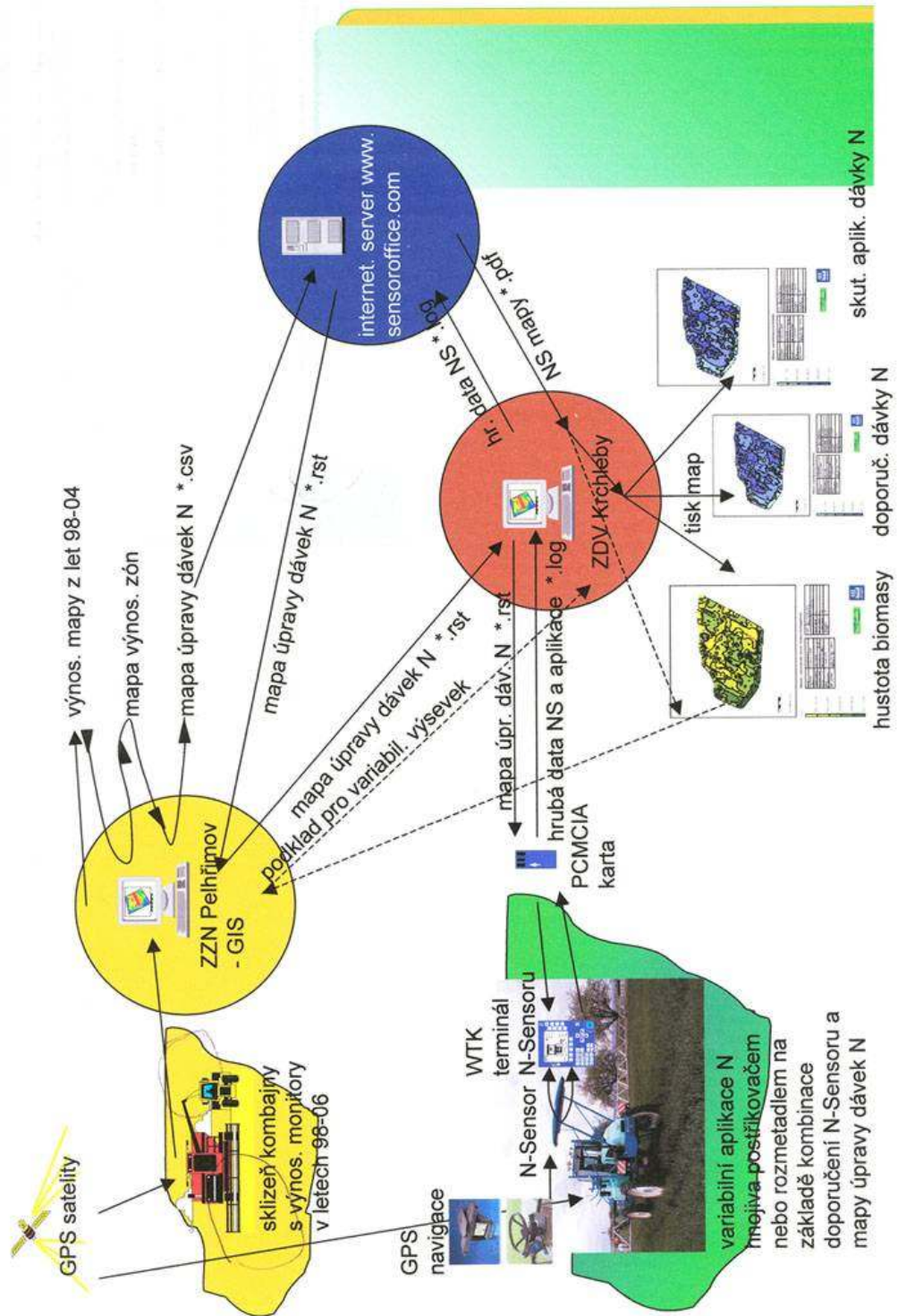
Určování aplikační dávky je na základě kombinace N – senzoru a výnosových zón, jelikož u některých polí není dostatečné množství výnosových map z předchozích let.

Aplikace dávky se na místech s nižším výnosovým potenciálem snižuje, na místě kde se stabilně dosahuje vyšší výnos je dávka naopak navýšena, aby odpovídala plánovanému výnosu.

Specifické prvky systému variabilního hnojení N

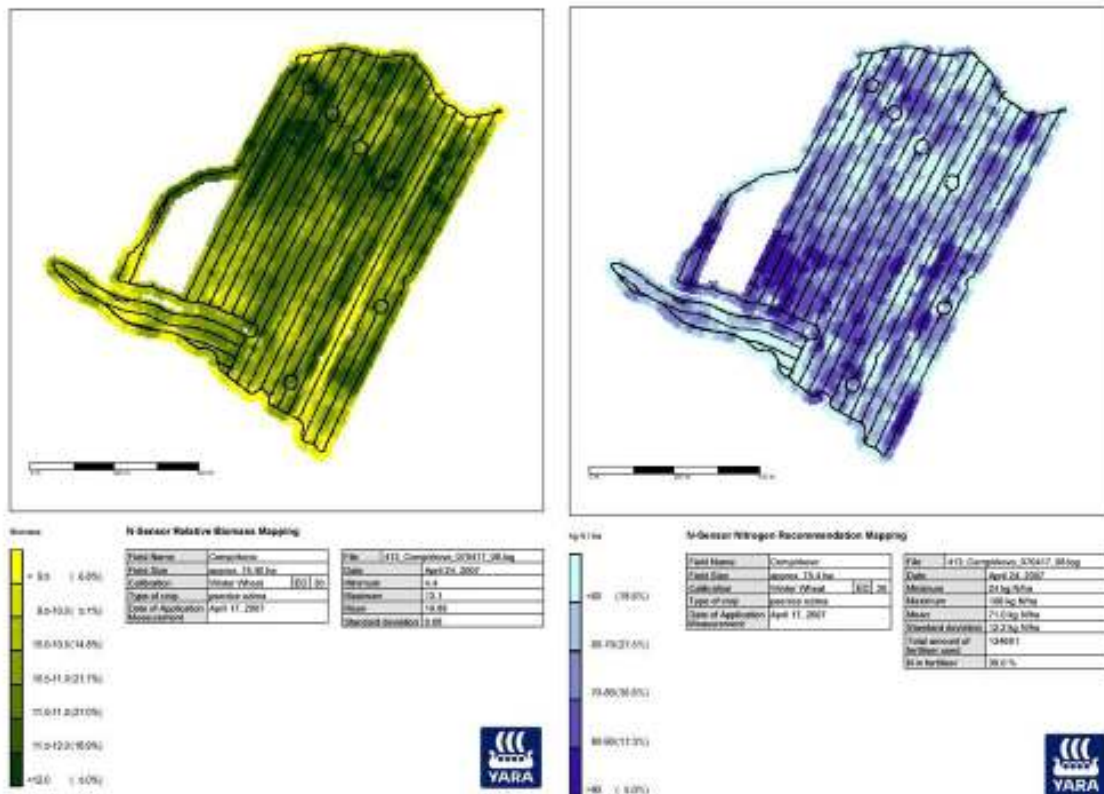
- a) Podklady pro stanovení místně specifické dávky N
- měření N- senzoru za pojezdu
 - polní kalibrace N – Senzoru dle N-Testeru, porovnání s list analýzami, popřípadě s bilancí dusíku
 - mapa úpravy dávek (korekčních faktorů) dle zón výnosového potenciálu na pozemku
 1. krok - vytvoření mapy stabilně se vyskytujících výnosových zón (ZZN Pelhřimov)
 2. krok - vytvoření funkce: korekční faktor = f výnosu v zóně
 - minimální aplikační dávka
 - maximální aplikační dávka
- b) Stanovení místně specifikované aplikační dávky doporučení
 $d = \text{doporučení NS} + \text{korekční faktor dle výnosového potenciálu}$
 $d < d_{\text{max}}, d > d_{\text{min}}$
- c) úprava geometrie umístění N – senzoru pro záběr 36 m
- změna úhlu natočení k směru jízdy z 90° na 70°
- d) využití N- senzoru pro ohniskovou aplikaci herbicidů v cukrovce, kukuřici a na strništi

Obr. 14 systém hnojení dusíkem



Zdroj: ZDV Křchleby

Obr. 15 hustota biomasy, doporučená dávka dusíku



Zdroj: ZDV Krchleby

Na levé straně obr. 15 můžeme vidět mapu relativního množství hustoty porostu a na pravé straně doporučenou dávku dusíku, toto vyhodnocení pochází z N – senzoru. Tmavší místa na mapě zastupují části s vyšším výnosovým potenciálem a naopak světlejší území mají nižší potenciál.

Hnojení dusíkem probíhá většinou ve dvou aplikačních postřicích na jednom pozemku za rok (viz tab.12).

Postřiky jsou aplikovány za pomoci vlastní techniky ZDV a to stroji francouzské značky Berthoud se šířkou záběru 36 metrů.

Tab. 12 hnojení dusíkem v roce 2007

Název pozemku	Výměra pozemku [ha]	První průměrná dávka hektar [Kg/ha]	Druhá průměrná dávka dusíku [Kg/ha]
Amerika	7,01	59	-
Břehy	27,21	63	60
Březina	28,93	68	69
Cempírko	75,40	71	65
Horálek	3,45	59	56
Hřiště sounov	9,48	69	67
Lochovsko zadní	36,91	70	68
Lochovsko	38,34	-	69
Lochovsko kravin	5,32	67	65
Na Nepřizni	18,19	-	69
Nad Plichtou	12,99	61	71
Nad skládkou	34,03	-	69
Otaslavice	9,11	72	-
Pode Dvorem	10,71	-	67
Polník	25,50	58	62
Švarcalovo	16,75	52	53
Teletník Souňov	13,55	68	65
Trněnka	18,44	72	68
U plata	10,34	62	-
U posedu	46,82	65	63
U třebešic	35,93	68	68
U výra	4,49	59	62
Vinice	3,25	-	68
Za Hanušem	36,40	64	71
Za pilou	31,00	69	70
Za Sedláčkem	28,00	56	56
Za Uhrova	27,77	57	67
Za uhrova	26,7	62	-
Zbrojnice	30,90	-	58
Zdenkovo	23,79	54	51
Celkem hektarů	621,3		

Tab. 13 hnojení dusíkem v roce 2006

Název pozemku	Výměra pozemku [ha]	První průměrná dávka hektar [Kg/ha]	Druhá průměrná dávka dusíku [Kg/ha]
Amerika	7,01	61	60
Andr	11,02	58	62
Babka	38,54	59	63
Čihadla	17,80	56	62
Dlouhá Alej	27,83	52	-
Izodor	7,17	56	60
Kostelík	34,32	-	68
Lepesko	9,50	75	72
Otaslavice	9,11	59	62
Ovčín	7,90	68	62
Památník	67,45	59	-
Pod stodolou	15,36	-	58
Proti památníku	28,52	57	60
Skovické nádraží	9,59	56	60
Šindelářovo	15,27	62	-
U hlásky	12,88	67	70
U lípek	3,32	-	62
U plata	10,34	-	62
U Prachařky	7,21	68	70
U Schořova	21,44	76	73
Vejmoly	25,30	56	52
Za Alenou	29,53	59	61
Za Filipovem	7,52	52	59
Za Vikančí	8,79	-	68
Za humenky	10,69	59	65
Zdeňkovo	18,63	71	68
Celkem hektarů	443,4		

Zpracování úpravy dávek je individuální služba, která je přizpůsobena požadavkům Krchleb. V roce 2006 variabilně hnojili na 443,4 hektarech a následující rok už na 621,3 hektarech. Cena je účtována stejným způsobem jako plány hnojení tzn. fixní částka za jeden pozemek bez ohledu na velikost výměry, pouze s tím rozdílem, že je cena o něco vyšší. (viz tab.14).

Tab. 14 Plány úpravy dávek N

Rok	Cena za kus [Kč]	Počet [ks]	Celková cena [Kč]
2007	130,-	50	6 500,-
2006	120,-	44	5 280,-

6.4.1.3 Aplikace hnojiv P, K a Mg

Pro tvorbu plánů aplikace využívají proložení výnosových map z předchozích let u určité odrůdy. Aplikace hnojiv je prováděna TerraGator s pneumatickým rozmetadlem. Hnojivo obsahuje různý poměr živin podle toho jak je třeba hnojit. Hnojivo si připravuje ZZN Pelhřimov sám. TerraGator jede podle plánu aplikace a zároveň při hnojení vytváří záznam skutečné aplikace. Z něj je pak zřejmé kudy stroj projížděl a jaké množství hnojiva a na jakém místě se aplikovalo. Tato aplikace je přesná díky pneumatickému systému rozmetání. Hnojivo je vedeno proudem vzduchu hadicemi a tím pádem nedochází k překrývání. Dávka hnojiva je řízena rychlostí posunu dopravníku ze dna zásobníku a za pomoci konstantní výšky hradítka je výška vyhrnovaného hnojiva stále stejná, mění se jen rychlost posuvu.

Daná cena podle vypočtené průměrné aplikaci hnojiv na pozemku se vynásobí celkovým počtem hektarů na kterých bylo použito hnojivo (viz tab. 15) pro rok 2007 a tab. 16 pro rok 2006.

Ovlivňujícími faktory základní ceny jsou nestandardní podmínky (svah nad 7° nebo velmi hrubá brázda) kdy je účtováno ZDV Krchlebám o 10% více, tyto navýšené ceny jsou zvýrazněny žlutým pozadím (viz tab 15 a 16) .

Příplatek u pozemků menších jak 5 ha není ZDV účtován z důvodu celkově velkého množství hektarů všech hnojených pozemků.

Za rok 2007 proběhlo variabilní hnojení TerraGator na 40 pozemcích s celkovým počtem 1219,63 hektarů s tím, že na dvou pozemcích proběhla aplikace vícekrát než jednou (vyznačená červeně viz tab.15). Celková průměrná hodnota dávky vyšla za tento rok 383 kg/ha a cena 427 914 Kč. V předchozím roce 2006 bylo podrobena variabilnímu hnojení minerálních hnojiv 61 pozemků s celkovou plochou 1490,92 ha, i v tomto roce došlo opět k opakovanému hnojení u dvou pozemků. Oproti předchozímu roku vyšla vyšší průměrná dávka 402 kg/ha a celková cena 494 935 Kč.

Tab. 15 ceny za variabilní aplikace minerálních hnojiv za rok 2007

Pozemky ZDV Krchlaby	Výměra [ha]	linie pozemku [km]	aplikovaná hnojiva na hektarech [ha]	průměrná dávka na pozemku [kg/ha]	cena za aplikaci minerálních hnojiv ZZN Pelhřimovem [kč]
Amerika	7,01	2,011	7,01	428	2 622,-
Andr	11,02	1,508	11,02	451	4 121,-
Březina	28,88	2,622	28,88	609	11 985,-
Cempirkovo	75,43	4,93	75,43	463	28 210,-
Čihadla	17,80	2,509	17,8	252	6 344,-
Dlouhá Alej	27,83	2,265	55,66	199	17 310,-
Chaloupky	8,34	2,041	8,34	379	3 257,-
Kantůrek	35,10	2,625	35,1	872	15 935,-
Kravín	8,34	1,233	8,34	218	2 627,-
Lepesko	9,50	1,308	9,5	863	4 744,-
Lesní dobytek	27,30	3,552	27,3	729	13 063,-
Nad ořechy	34,11	4,963	34,11	375	12 109,-
Nad skládkou	34,03	3,122	34,03	185	10 583,-
Obora	59,95	3,72	59,95	241	20 773,-
Otaslavice	9,11	1,852	9,11	317	3 134,-
Památník	67,45	5,13	67,45	425	25 226,-
Pod Kostelíkem	10,56	1,362	10,56	458	3 949,-
Pod stodolou	15,36	1,052	15,36	155	4 777,-
Proti památníku	28,52	3,15	28,52	427	10 666,-
Přepínačka	64,90	3,405	64,9	237	20 443,-
Skladovák	43,15	2,771	43,15	645	17 907,-
Skovické nádraží	9,59	1	9,59	466	3 587,-
Souňovský křížek	12,96	1,931	12,96	244	4 082,-
Šífy	72,54	11,037	217,6	214	68 550,-
Šindelářovo	15,27	0,979	15,27	335	5 253,-
U čápa	9,94	1,409	9,94	592	3 916,-
U hlásky	12,88	1,81	12,88	217	4 057,-
U lípy	42,26	2,014	42,26	274	13 692,-
U Mladotic	18,69	2,477	18,69	375	6 635,-
U oplocenky	5,21	1,073	5,21	379	1 850,-
U posedu	46,82	2,757	46,82	116	14 233,-
U Třebešic	36,20	2,42	36,2	496	13 538,-
U vodojemu	12,87	1,493	12,87	373	4 568,-
Vejmoly	25,30	2,298	25,3	204	7 969,-
Vrkotovo	24,10	3,2	24,1	421	9 013,-
Za Alenou	29,53	2,855	29,53	364	10 483,-
Za lesy	9,76	1,083	9,76	321	3 357,-
Za Vlkančí	8,79	1,223	8,79	353	3 120,-
Zahumenky	10,69	1,911	10,69	289	3 810,-
Zdeňkovo	18,63	3,1	18,63	348	6 409,-
celkem ha	1046		1219,63	Ø 383	427 914,00

Tab. 16 ceny za variabilní aplikace minerálních hnojiv za rok 2006

Pozemky ZDV Krchlaby	Výměra [ha]	linie pozemku [km]	aplikovaná hnojiva na hektarech [ha]	průměrná dávka na pozemku [kg/ha]	cena za aplikaci minerálních hnojiv ZZN Pelhřimovem [kč]
Andr	11,02	1,508	11	472	3 791,-
Babka	38,54	3,39	38,5	770	15 339,-
Břehy	27,21	2,314	27,2	269	8 136,-
Březina	28,88	2,622	28,9	372	9 444,-
Budín	38,21	2,751	38,2	272	12 567,-
Cempirkovo	75,43	4,93	75,4	261	22 554,-
Cihelna m.	8,30	1	8,3	365	2 714,-
Čihadla	17,80	2,509	17,8	378	5 821,-
Devadesátka	17,72	1,09	17,7	276	5 298,-
Horálek	3,45	0,709	3,5	257	1 047,-
Hřiště sounov	9,48	1,09	9,48	373	3 100,-
Izodor	7,17	2,202	7,17	675	2 725,-
K podomkam	6,34	2,367	6,34	132	1 788,-
Kovárna	40,30	3,199	40,3	459	13 863,-
Kravín	8,34	1,233	8,34	707	3 319,-
Lány	37,45	2,004	37,5	846	15 542,-
Lázníčka	23,10	2,566	23,1	274	6 907,-
Letistě	47,45	2,734	47,9	163	13 924,-
Lochovsko predni	38,23	2,436	38,2	262	11 431,-
Lochovsko kravin	5,32	1,03	5,32	260	1 750,-
Lochovsko zadní	36,57	2,042	36,6	556	13 238,-
Myšička	92,98	5,926	93	373	30 404,-
Na nepřízni	17,89	2,055	17,9	476	6 154,-
Nad Plichtou	12,99	2,156	13	465	4 469,-
Nad skládkou	34,03	3,122	34	469	11 706,-
Ovčín	7,90	1,62	7,9	680	3 002,-
Ovčiny	34,09	2,352	34,1	418	11 727,-
Pod drahou	6,61	1,034	6,61	271	1 976,-
Pod Kostelíkem	10,56	1,362	10,6	873	4 382,-
Pod stodolou	15,36	1,052	15,4	371	5 023,-
Pode Dvorem	10,71	2,7	10,7	368	3 502,-
Polník	24,98	2,142	25	537	9 947,-
Procházkova L.	5,74	1,233	5,74	372	1 877,-
Proti Plichtovi	18,89	2,156	18,9	865	7 839,-
Sedláček	27,70	3,024	27,7	372	9 058,-
Stroužky	14,74	1,54	14,7	555	5 336,-
Šify	72,54	11,037	72,5	198	21 109,-
Teletník Souňov	13,55	1,423	13,6	260	4 051,-
Trněnka	18,41	2,01	18,4	264	5 505,-
Třebešická T.	11,31	1,001	11,3	291	3 382,-
U hlásky	12,88	1,81	12,9	385	4 212,-
U Homolky	8,68	1,644	8,68	435	2 986,-

pokračování

U chaty	4,48	0,949	4,56	372	1 491,-
U lípy	42,26	2,014	42,3	376	13 819,-
U posedu	46,82	2,757	93,6	428	32 212,-
U Schořova	21,44	2,9	21,4	152	6 239,-
U Třebešic	36,20	2,42	36,2	589	13 104,-
U vodojemu	12,87	1,493	12,9	129	3 629,-
U výra	4,49	1,07	4,49	372	1 468,-
V Kozohlodech	16,35	1,704	16,4	143	4 611,-
Vinice	3,25	0,831	3,25	268	972,-
Za Filipovem	7,52	2,349	7,52	371	2 459,-
Za Hanušem	35,70	2,124	35,7	369	12 841,-
Za hřbitovem	47,87	4,87	47,9	446	16 467,-
Za myslivečkem	6,04	1,14	6,04	261	1 806,-
Za pilou	32,50	3,05	32,5	367	10 628,-
Za Uhrova	27,77	3,12	27,8	573	10 053,-
Zahumenky	10,69	1,911	10,7	652	4 468,-
Zbrojnice	30,83	2,483	61,7	168	17 943,-
Zrcadlo	16,98	1,865	17	527	5 841,-
Žabárna	9,83	1,89	9,83	280	2 939,-
celkem ha	1413		1490,92	Ø 402	494 935,-

Další položkou, která musí být započítána v případě služeb pro ZDV u variabilního hnojení TerraGatory je doprava. Ta je účtována, pokud je vzdálenost hnojeného pozemku dále jak 15 Km od Pelhřimova, každý ujetý kilometr pak stál v roce 2006, o 55 Kč, rok později došlo k zvýšení částky na 60 Kč. Jednou výhodou je však prostor pro garážování strojů v ZDV. Pokud jsou využity ve více dnech následujících po sobě nebo také když bývají poskytovány služby těmito stroji i jinému zemědělskému podniku v blízkém okolí ve stejném termínu, to vše snižuje tuto konečnou částku. V roce 2006 vyšla celková cena za všechny přejezdy na 20 790 Kč a o rok později to bylo i v případě vyšší ceny za kilometr méně, a to 17 520 Kč.

Tab. 17 přistavení TerraGatoru

Rok	Cena [Kč/km]	Počet ujetých kilometrů [km]	Cena [Kč]
2006	55,-	378	20 790,-
2007	60,-	292	17 520,-

6.4.1.4 Zpracování plánů hnojení

Cena za zpracování plánů hnojení je dána stálou částkou pro všechny velikosti pozemku. Za každý vypracovaný plán bylo účtováno 110 Kč. V roce 2006 bylo zpracováno pro ZDV Krchleby 61 variabilních plánů hnojení pro následné využití na TerraGatorech, což odpovídá 6710 Kč. Následující rok 2007 to bylo 40 plánů, při stejné ceně jako v roce 2007 tzn. 110 Kč/ks a proto celková cena vychází na 4 400 Kč (viz.tab 18)

Tab. 18 zpracování plánu hnojení

Rok	Počet [ks]	Cena za kus	Celková cena [Kč]
2007	40	110,-	4 400,-
2006	61	110,-	6 710,-

6.4.1.5 Monitorování výnosu

Každý rok je sklízeno určité množství plodin z různých pozemků. V roce 2006 došlo při sklizni plodin k monitorování na 1935,1 hektarech a o rok později u 1998,9 hektarů.

Krchleby využívají pro sklizení dvě vlastní sklízecí mlátičky s monitorováním výnosu, které ale pokaždé nestačí pro sklizení některých porostů v termínu, kdy je plodina ve správném stádiu zralosti, proto využívají další jednu či dvě sklízecí mlátičky ze ZNN Pelhřimova. V roce 2007 byla zhruba polovina pozemků s ozimou pšenicí monitorována při sklizni mlátičkami ZZN. U ozimé řepky to bylo něco málo kolem 40% z celkového počtu hektarů. Pro sklizeň ostatních plodin už bylo zastoupení ZZN v menším měřítku.

Cena v roce 2007 i 2006 byla 150 Kč/ha. V roce 2007 vyšla celková částka za monitorování na 109 443 Kč u 729,6 hektarů (viz tab.19). O rok dříve byla využita technika od ZZN na 797,7 hektarech půdy s celkovou cenou 119 649 Kč (viz tab. 20). V průběhu těchto dvou let byl za pomoci ZZN monitorován krom ozimé pšenice a řepky také ječmen a kukuřice.

Tab. 19 monitorování výnosů ZZN Pelhřimovem za rok 2007

pozemek ZDV Krchlaby	výměra [ha]	linie pozenku [km]	výnosová mapa z plodiny	ceny za monitorování výnosů ZZN Pelhřimovem [kč]
Amerika	7,01	2,011	pšenice ozimá	1 051,50
Babka	38,54	3,390	řepka ozimá	5 781,00
Bačkor	5,81	1,137	ječmen ozimý	871,50
Bartunkovo-	5,30	5,309	pšenice ozimá	795,00
Cempirkovo	75,43	4,930	pšenice ozimá	11 314,50
Cihelna	8,30	1,011	pšenice ozimá	1 245,00
Chaloupky	8,34	2,041	ječmen ozimý	1 251,00
Kravín	8,34	1,233	řepka ozimá	1 251,00
Lázníčka	23,10	2,566	pšenice ozimá	3 465,00
Lochovsko zadní	36,57	2,042	pšenice ozimá	5 485,50
Machkovo	5,20	1,072	pšenice ozimá	780,00
Mršník	3,12	1,523	řepka ozimá	468,00
Myšička	92,98	5,926	řepka ozimá	13 947,00
Na nepřízni	17,89	2,055	pšenice ozimá	2 683,50
Otaslavice	9,11	1,852	pšenice ozimá	1 366,50
Ovčín	7,90	1,620	řepka ozimá	1 185,00
Pod drahou	6,61	1,034	pšenice ozimá	991,50
Pod stodolou	15,36	1,052	řepka ozimá	2 304,00
Polník	24,98	2,142	pšenice ozimá	3 747,00
Proti Bykárně	32,65	4,393	kukuřice	4 897,50
Proti Horákovi	9,98	1,383	řepka ozimá	1 497,00
Sedláček	27,70	3,024	pšenice ozimá	4 155,00
Skovická	9,26	1,400	kukuřice	1 389,00
Zrněnka	18,41	2,010	pšenice ozimá	2 761,50
U Homolky	8,68	1,644	řepka ozimá	1 302,00
U chaty	4,48	0,949	řepka ozimá	672,00
U lesa	8,63	2,400	řepka ozimá	1 294,50
U Mladotic	18,69	2,477	řepka ozimá	2 803,50
U plata	10,34	1,335	pšenice ozimá	1 551,00
U Schořova	21,44	2,900	pšenice ozimá	3 216,00
U Třebešic	36,20	2,420	pšenice ozimá	5 430,00
U zbudovic	36,05	2,944	ječmen ozimá	5 407,50
V Kozohlodech	16,35	1,704	pšenice ozimá	2 452,50
Za Filipovem	7,52	2,349	řepka ozimá	1 128,00
Za Hanušem	35,70	2,124	pšenice ozimá	5 355,00
Za lesy	9,76	1,083	ječmen ozimá	1 464,00
Za pařezem	3,41	1,073	kukuřice	511,50
Za snížkem	2,31	0,820	kukuřice	346,50
Žabárna	9,83	1,890	pšenice ozimá	1 474,50
Žaloudkovo	2,34	1,190	pšenice ozimá	351,00
celkem ha	729,6			109 443,00

Tab. 20 monitorování výnosů ZZN Pelhřimovem za rok 2006

pozemek	výměra [ha]	linie pozenku [km]	výnosová mapa z plodiny	ceny za motitorování výnosů ZZN Pelhřimovem [kč]
Andr	11,02	1,508	pšenice ozimá	1 653,00
Horálek	3,45	0,709	řepka ozimá	517,50
K podomkam	6,34	2,367	pšenice ozimá	951,00
Letistě	47,45	2,734	pšenice ozimá	7 117,50
U hlásky	12,88	1,81	pšenice ozimá	1 932,00
U vodojemu	12,87	1,493	pšenice ozimá	1 930,50
Vinice	3,25	0,831	řepka ozimá	487,50
Za myslivečkem	6,04	1,14	řepka ozimá	906,00
Zahumenky	10,69	1,911	pšenice ozimá	1 603,50
Proti památníku	28,52	3,15	pšenice ozimá	4 278,00
Vrkotovo	24,1	3,2	pšenice ozimá	3 615,00
František	24,34	2,352	pšenice ozimá	3 651,00
Louka	9,66	2,252	pšenice ozimá	1 449,00
Švarcálovo	16,68	1	řepka ozimá	2 502,00
Za tratí	32,19	3,8	pšenice ozimá	4 828,50
Za vobořilem	10,43	1	pšenice ozimá	1 564,50
Babka	38,54	3,39	pšenice ozimá	5 781,00
Cempirkovo	75,43	4,93	řepka ozimá	11 314,50
Cihelna	8,3	1	řepka ozimá	1 245,00
Chaloupky	8,34	2,041	pšenice ozimá	1 251,00
Láznička	23,1	2,566	řepka ozimá	3 465,00
Myšička	92,98	5,926	ječmen jarní	13 947,00
Otaslavice	9,11	1,852	pšenice ozimá	1 366,50
Ovčín	7,9	1,62	pšenice ozimá	1 185,00
Pod drahou	6,61	1,034	řepka ozimá	991,50
Pod stodolou	15,36	1,052	pšenice ozimá	2 304,00
Proti Bykárně	32,65	4,393	ječmen jarní	4 897,50
Sedláček	27,7	3,024	řepka ozimá	4 155,00
Trněnka	18,41	2,01	řepka ozimá	2 761,50
U chaty	4,48	0,949	ječmen ozimá	672,00
U lesa	8,63	2,4	ječmen ozimá	1 294,50
U Schořova	21,44	2,9	pšenice ozimá	3 216,00
U zbudovic	36,05	2,944	pšenice ozimá	5 407,50
Za Filipovem	7,52	2,349	pšenice ozimá	1 128,00
Za lesy	9,76	1,083	pšenice ozimá	1 464,00
Za snížkem	2,31	0,82	pšenice ozimá	346,50
Lochovkso predni	38,23	2,436	řepka ozimá	5 734,50
Lesní dobytek	27,3	3,552	pšenice ozimá	4 095,00
U čápa	9,94	1,409	pšenice ozimá	1 491,00
U oplocenky	5,21	1,073	pšenice ozimá	781,50
Nade Dvorem	2,45	0,838	řepka ozimá	367,50
celkem ha	797,7			119 649,00

Zpracováním dat z výnosových monitorů vzniká výnosová mapa, jejíž cena je 100 Kč/pozemek. V roce 2007 bylo vyhodnoceno na 107 výnosových map, to je včetně vyhodnocení monitoringu ze sklízecích mlátiček ZDV, což vychází o 32 map více než v roce 2006 .

Tab. 21 výnosové mapy vytvořené ZZN Pelhřimovem

rok	počet [ks]	celková cena [Kč]
2007	104	10 400,-
2006	72	7 200,-

6.4.1.6 Celkové náklady

Všechny vypočítané předchozí náklady za provedené služby v oblasti precizního zemědělství za rok 2006 a 2007 jsou shrnuty v níže uvedené tabulce.

Tab. 22 Celková cena za služby pro rok 2006 a 2007

Činnost	Rok 2006	Rok 2007
-variabilní aplikace minerálních hnojiv P,K,Mg (bez cen za hnojivo)	515 725,-	445 434,-
-monitorování výnosů	119 649,-	109 443,-
-výnosové mapy	7 200,-	10 400,-
-plány hnojení pro P, K, Mg	6 710,-	4 400,-
-plány hnojení pro N	5 280,-	6 500,-
Celková cena	654 564,-	575 177,-

7 Závěr

Zdrojem pro vypracování vlastní práce mi byly poskytované informace a ceny služeb od zemědělského podniku ZZN Pelhřimov. Výstupní data a informace mi dodal také zemědělský podnik ZDV Krchleby, který ve velkém měřítku využívá právě služeb v oblasti precizního zemědělství od ZZN Pelhřimova.

Na základě všech půjčených výnosových map, plánů aplikací a záznamů aplikací, které Krchleby uchovávají, jsem vyhodnotil výpočty za provedené služby ZZN Pelhřimovem se stanovenými cenami k roku 2006 a 2007.

První vypočítanou položku představuje zmapování hranic pozemku, kde se vycházelo ze stanovených cen pro rok 2007. Výsledná hodnota u 136 pozemků (2616 hektarů půdy) vyšla na 69 817 Kč.

V dalších položkách jsou výpočty nákladů na využití strojů při variabilním hnojení (P,K a Mg), na zpracování plánů hnojení, na úpravy dávek u N, na monitorování výnosu plodin u sklízecích mlátiček a na tvorbu výnosových map. U těchto služeb je výpočet prováděn pro rok 2006 a 2007 podle stanovených cen v příslušných letech.

Využití strojů při variabilní aplikaci hnojiv vyšlo v roce 2007 na 445 434 Kč a o rok dříve na 515 725 Kč. Monitorování výnosů na pozemcích, kde byly plodiny sklizeny za pomoci podniku služeb vyšlo v roce 2006 na 119 649 Kč a o rok později na 109 443 Kč. Celková cena za zpracování dat vyšla pro rok 2007 na 21 300 Kč a v roce 2006 to bylo 19 190 Kč.

Celkové náklady za všechny tyto služby vychází na 654 564 Kč v roce 2006 a následující rok 575 177 Kč. Menší náklady v roce 2007 nebyly zapříčiněny snížením cen za služby, které naopak stouply oproti roku 2006, ale nejvíce se na tomto rozdílu podílela služba za aplikaci hnojiv, kde klesla o obhospodařovanou výměru o 271 hektarů, což i při zvýšení cen za služby činilo rozdíl 67 021 Kč.

Z výpočtů vyplývá, že by se zemědělskému podniku nevyplatilo vlastní zpracování dat, při kterém by museli vynaložit náklady na pořízení softwaru, jeho licenční práva, ale hlavně mzdu kvalifikovanému zaměstnanci obsluhující tento software, což by mnohonásobně převyšovalo cenovou položku provedenou službami.

Monitorování hranic pozemků je u 2616 hektarů výhodnější za pomoci podniku služeb pro než je to běžná rutina provedená odborníky v krátkém čase a hlavně cena není tak vysoká, pokud nedochází k častým změnám ve výměře pozemků.

Aby bylo rentabilní zakoupit stroje TerraGator pro variabilní aplikaci P, K, Mg musel by zemědělský podnik obhospodařovat precizně více hektarů. Při výdajích, které zemědělský podnik vynaložil v předchozích letech na provedení těchto aplikací hnojiv službami by byla doba návratnosti velice dlouhá jelikož pořizovací cena stroje se pohybuje řádově kolem 8 milionů korun.

Použitá literatura

- [1] BALÍK, Jiří et.al. Cíle a možnosti (filosofie) precizního zemědělství. In *Racionální použití hnojiv zaměřené na problematiku precizní hospodaření*, Praha: ČZU, 2000. s. 18-22 ISBN 80-213-0691-2
- [2] BAUER, František. Zkušenosti z praktického uplatňování přesného zemědělství. In *Vytváření ziskového zemědělství*, Praha: Edice TOKO A/S, 1999. s. 115-119 ISBN 80-902411-5-x
- [3] BENEŠ, Petr. Moderní systémy vedení strojů I. *Zemědělec*, 2005, roč. 14, č.29, s. 35.
- [4] BENEŠ, Petr. Moderní systémy vedení strojů II. *Zemědělec*, 2005, roč. 14, č.30, s. 37.
- [5] BENEŠ, Petr. Moderní systémy vedení strojů III. *Zemědělec*, 2005, roč. 14, č.31, s. 34.
- [6] BENEŠ, Petr. Precizní zemědělství v praxi – Nastupující technologie budoucnosti. *Zemědělec*, roč. 14, 2005, č.29, s. 8-10.
- [7] BRODSKÝ, Lukáš – VANĚK, Václav. Získávání podkladů pro precizní hospodaření. In *Racionální použití hnojiv zaměřené na problematiku precizní hospodaření*, Praha: ČZU, 2000. s. 23-31 ISBN 80-213-0691-2
- [8] BRODSKÝ, Lukáš. Využití geostatistických metod pro mapování prostorové variability agrochemických vlastností půd, 2003. 120 s. ISBN 80-213-1100-2
- [9] FUKA, Vladislav. Více kvalitní práce s menší únavou. *Zemědělec*, 2005, roč. 14, č. 35, s. 35.
- [10] GNIP, Pavel. Sběr dat a informační technologie v precizním hospodaření. In *Racionální použití hnojiv zaměřené na setrvalý rozvoj a precizní zemědělství*, Praha: ČZU, 2003. s. 32-37 ISBN 80-213-1083-9

- [11] HABERLE, Jan – MATĚJKOVÁ, Štěpánka. Výzkum precizního zemědělství. *Zemědělec*, 2007, roč. 16, č. 26, s. 26.
- [12] KOVAŘÍK, Pavel – HULA, Josef. Aplikace hnojiv – Hnojení a precizní hospodaření. *Mechanizace zemědělství*, 2007, roč.57, č.9, s. 52-58.
- [13] KROULÍK, Milan - LOCH, Tomáš – ZLÍNSKÝ, Martin . Navádění traktorových souprav. *Farmář*, 2006, roč. 13, č. 7, s. 54-56
- [14] KŘEN, Jan. Možnosti využití metod precizního zemědělství. In *Racionální rostlinná produkce a precizní zemědělství*, Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2002. s. 22-29 ISBN 80-7157-602-6
- [15] KŘEN, Jan. Precizní zemědělství a agrobiologická kontrola. In *Uplatňování precizního zemědělství v České republice-sborník referátů*, Olomouc: MJM group a.s., 2000. s. 39-47
- [16] KUMHÁLA, František – MAŠEK, Jiří – KVÍZ, Zdeněk. Technika pro precizní zemědělství. In *Racionální použití hnojiv zaměřené na setrvalý rozvoj a precizní zemědělství*, Praha: ČZU, 2003. s. 73-80 ISBN 80-213-1083-9
- [17] LOCH, Tomáš – ZLÍNSKÝ, Martin. Automatické vypínání sekcí ramen postřikovače podle GPS. *Mechanizace zemědělství*, 2007, roč.57, č.1, s. 18.
- [18] MILATA, Pavel. Technologie N-Sensor – již sedm let ve farmářské praxi. *Mechanizace zemědělství*, 2006, roč. 56, č. 9, s. 27.
- [19] NOZDROVICKÝ, Ladislav. Trendy vývoja a možnosti uplatnenia precízneho poľnohospodárstva In *Uplatňování precizního zemědělství v České republice-sborník referátů*, Olomouc: MJM group a.s., 2000. s. 39-47
- [20] PALEČEK, Roman. Aplikace hnojiv- Variabilní hnojení pilíř ekonomiky. *Mechanizace zemědělství*, 2006, roč. 56, č. 9, s. 20-22.
- [21] PROŠEK, Václav et.al. Technické prostředky pro zjišťování parametrů polního prostředí a cílené aplikace vstupu. In *Vytváření ziskového zemědělství*, Praha: Edice TOKO A/S, 1999. s. 69-87 ISBN 80-902411-5-x

- [22] RAPANT, Petr. Družicové polohové systémy, Ostrava: VSB–Technická univerzita Ostrava, 2002. 200 s. ISBN 80-248-0124-8
- [23] RYBKA, Adolf – ŠŤASTNÝ, Milan. Precizní zemědělství, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998. 52 s. ISBN 80-7271-038-9
- [24] ŠŤASTNÝ, Milan. Precizní zemědělství. *Agro*, 2005, roč. 6, č.5, s. 51-53.
- [25] ŠTEINER, Ivo – ČERNÝ, Jiří. GPS od A do Z. Praha: Garmin. 2006. 258 s. 80-239-7516-1
- [26] VANĚK, Václav et.al. Hnojení v precizním systému hospodaření. In *Racionální použití hnojiv zaměřené na setrvalý rozvoj a precizní zemědělství*, Praha: ČZU, 2003. s. 81-86 ISBN 80-213-1083-9
- [27] ZLÍNSKÝ, Martin – LOCH, Tomáš. Navazování pracovních jízd po pozemku s podporou automatického nebo manuálního řízení GPS. *Agro*, 2007, roč.8, č.2, s. 72-73.
- [28] ZLÍNSKÝ, Martin. Prvky automatizace a kontroly u zemědělských strojů. *Farmář*, 2007, roč.13, č.7, s. 41-45.
- [29] BAIN, Jiří. Co je GPS. . <http://www.gpsweb.cz>
- [30] BERGANN, Pavel. Co to je GPS? Historie a úvod do problematiky. 2005. www.ce4you.cz
- [31] BITTNER, Karel. Software pro návrh přijímače evropského navigačního systému Galileo. 2007. <http://www.humusoft.cz>
- [32] BOUMA, Ondřej. Historie a vývoj satelitních navigačních systému. 2003. <http://www.fi.muni.cz>
- [33] ČERNÝ, Václav. GPS-Popis systému. 2005. <http://www.ramon.cz>
- [34] LIPAŤSKÝ, Jan. Precizní hospodaření. 2000 <http://www.cdesign.cz>

- [35] MICHAL, Petr. Elektronika ve vnějších ekonomických vztazích – Využití a funkčnost elektroniky v traktorech a strojích. 2005. www.agronavigator.cz
- [36] MILATA, Pavel. Yara N-Sensor - šestý smysl pro zemědělství. 2006
<http://www.leadingfarmers.cz>
- [37] NOVOTA, Michal – PAVLÍK, Róbert – ŠEDIVÝ, Vladimír. Družicové polohové systémy. 2000. <http://www.sgs.edu.sk>
- [38] PAVLATA, Tomáš. Zdroje chyb měření v systému GPS. 2007. www.path.cz
- [39] SCHEJBAL, Ctirad – HOMOLA, Vladimír – STANĚK, František . Globální polohovací a navigační satelitní systémy. 2005, <http://www.geologie.vsb.cz/>
- [40] VACEK, Jiří. SVT - Společnost, věda a technologie. 2003 <http://www.kip.zcu.cz>
- [41] ŽDÍMAL, V. – AXMAN, P. - POSPÍŠIL J. Komponenty precizního zemědělství jako příkladu integrace IT. 2001. <http://gis.vsb.cz/>
- [42] MJM Litovel a.s. <http://www.mjm.cz/HTML/pref1a.html>
- [44] Systém AgGPS od TRIMBLE . *Firemní literatura firmy leading Farmers*
- [45] Systém precizního zemědělství GREENSTAR. *Firemní literatura firmy John Deere*
- [45] AGROFERT. *Literatura skupiny AGROFERT*

Seznam zkratk

AFS	system využívající GPS firmy CASE IH
AMS	system umožňující sběr dat firmy John Deere
A-S	zakódování signálu
ATA	datová karta pro přenos GPS dat firmy CASE IH
AZP	agronomické zkoušení půd
CIKADA	název vojenského navigačního systému
CYKLON	název sovětského navigačního systému
DGPS	diferenční zpřesnění systému GPS
EGNOS	system doplňující a zpřesňující system GPS v oblasti Evropy
GALILEO	název evropského navigačního systému
GIS	Geografický informační system
GLONASS	název ruského navigačního systému
GPS	Globální satelitní navigační system
iTC	přijímač používaný firmou John Deer
L1, L2, L3	vysílací frekvence
LCD	displej s tekutými krystaly
NAVSTAR	původní název Globálního navigačního systému
Omnistar	úroveň přesnosti používané firmou John Deer, Qutback
PC	počítač
PRN	dálkoměrné kódy družic
RTK	úroveň přesnosti používané firmou John Deer
SF1, SF2	úroveň přesnosti používané firmou John Deer
TIMOTION	název navigačního systému
TRANSIT	název civilního navigačního systému

Seznam obrázků:

Obr. 1 Prvky satelitního navigačního systému.....	- 4 -
Obr. 2 Rozložení pěti stanic řídicího a kontrolního segmentu systému GPS.....	- 5 -
Obr. 3 Přesnost navádění	- 11 -
Obr. 4 Struktura objektů a vazeb precizního zemědělství.....	- 14 -
Obr. 5 Metody vzorkování (Pocknee, 1995)	- 19 -
Obr. 6 Sklízecí mlátička s čidli pro získávání výnosových map.....	- 22 -
Obr. 7 Umístění měřících prvků pro měření okamžitého výnosu na samojízdné sklízecí řezače	- 23 -
Obr. 8 Analýzu listové pokryvnosti	- 24 -
Obr. 9 Zobrazení výnosových map, planu aplikace hnojiv a záznam z aplikace	- 26 -
Obr. 10 Dávka P (kg.ha-1) v závislosti na obsahu P v půdě.....	- 28 -
Obr. 11 Zvýšení výnosu při variabilní aplikaci N podle N-Sensoru.....	- 29 -
Obr. 12 Zadání řídicí křivky	- 32 -
Obr. 13 Automatické zavírání sekcí ramen.....	- 33 -
Obr. 14 Struktura hnojení dusíkem.....	- 52 -
Obr. 15 Hustota biomasy, doporučená dávka dusíku	- 53 -

Seznam tabulek:

Tab. 1 Přehled pěstitelských opatření řešitelných metodami precizního zemědělství....	- 15 -
Tab. 2 Velikost úrovně variability běžně sledovaných faktorů podle Wollenhaupta.....	- 17 -
Tab. 3 Zásoba v půdě a velikost dávky živin (P, K, Mg) v hnojivech.....	- 27 -
Tab. 4 Stroje, přístroje používané pro služby v ZZN Pelhřimov	- 43 -
Tab. 5 Používání GIS v ZZN Pelhřimově.....	- 44 -
Tab. 6 Ceny za variabilní.....	- 46 -
Tab. 7 Ceny za variabilní pozemků aplikaci minerálních hnojiv pro rok 2007	- 46 -
Tab. 8 Ceny monitorování hranic pozemků	- 46 -
Tab. 9 Další služby pro rok 2006 a 2007	- 46 -
Tab. 9.1 Odběry půdních vzorků 2007	- 46 -
Tab. 10 Stroje, přístroje využívané pro precizní zemědělství v ZDV Krchleby	- 48 -
Tab. 11 Ceny za monitorování hranic pozemku	- 49 -
Tab. 12 Hnojení dusíkem v roce 2007.....	- 54 -
Tab. 13 Hnojení dusíkem v roce 2006.....	- 55 -
Tab. 14 Plány úpravy dávek N	- 55 -
Tab. 15 Ceny za variabilní aplikace minerálních hnojiv za rok 2007.....	- 57 -
Tab. 16 Ceny za variabilní aplikace minerálních hnojiv za rok 2006.....	- 58 -
Tab. 17 Přístavení TerraGatoru.....	- 59 -
Tab. 18 Zpracování plánu hnojení.....	- 60 -
Tab. 19 Monitorování výnosů ZZN Pelhřimovem za rok 2007	- 61 -
Tab. 20 Monitorování výnosů ZZN Pelhřimovem za rok 2006	- 62 -
Tab. 21 Výnosové mapy vytvořené ZZN Pelhřimovem.....	- 63 -
Tab. 22 Celková cena za služby pro rok 2006 a 2007	- 63 -

