

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů



Rozbor a ekonomické zhodnocení využívání traktorů po zavedení monitoringu pomocí GPS systému se zaměřením na vyšší efektivitu využití, sledování spotřeby a výdeje PHM a ostatních souvisejících nákladů s provozem traktoru ve zvoleném zemědělském podniku.

Diplomová práce

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

Autor diplomové práce : Miroslav Novák

Praha 2019

Diploma thesis

Economic analysis of a traktor use in chosen agricultural farm when using GPS monitoring with focus on efficiency, fuel consumption and other connected costs.

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

Autor diplomové práce : Miroslav Novák

Praha 2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Ing. Miroslav Novák

Silniční a městská automobilová doprava

Název práce

Rozbor a ekonomické zhodnocení využívání traktorů po zavedení monitoringu pomocí GPS systému se zaměřením na vyšší efektivitu využití, sledování spotřeby a výdeje PHM a ostatních souvisejících nákladů s provozem traktoru ve zvoleném zemědělském podniku.

Název anglicky

Economic analysis of a tractor use in chosen agricultural farm when using GPS monitoring with focus on efficiency, fuel consumption and other connected costs.

Cíle práce

Student provede analýzu přínosů zavedení GPS monitoringu traktorů ve zvoleném zemědělském podniku se zaměřením na efektivitu využití provozu a na minimalizaci nákladů na jejich provoz.

Metodika

Student se seznámí s literaturou zaměřenou na problematiku využití GPS systémů v provozu strojů s důrazem na zemědělskou techniku. V práci budou popsána různá technická řešení GPS navigací a dalších systémů využívajících GPS signál pro monitoring strojů. Součástí práce bude dále ekonomické zhodnocení vybraných monitorovaných parametrů ze systému sledování pohybu strojů ve zvoleném zemědělském podniku.

Student práci vypracuje v souladu s následující osnovou:

1. Úvod.
2. GPS – historie, vývoj, princip činnosti. Systém GPS a jeho civilní využití.
3. Možnosti využívání systémů GPS v zemědělství.
4. Charakteristika systému monitoringu strojů ve zvoleném zemědělském podniku.
5. Monitorovaná data, zpracování naměřených hodnot.
6. Ekonomický rozbor naměřených údajů, přínosy, výhody a nevýhody využívání monitoringu strojů v zemědělství.
7. Závěr – shrnutí práce.

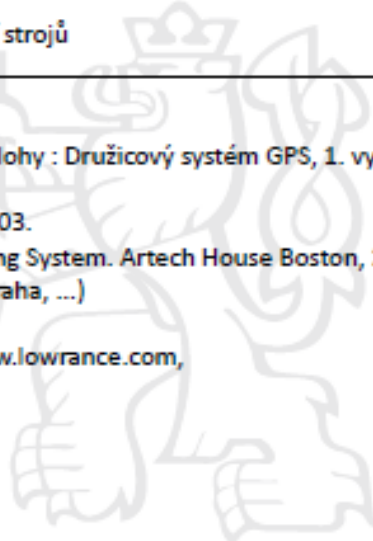
Doporučený rozsah práce

45-60 stran textu včetně obrázků, grafů a tabulek

Klíčová slova

precizní zemědělství, GPS, traktor, náklady, efektivita využití strojů

Doporučené zdroje informací

1. HRDINA, Z., PÁNEK, P., VEJRAŽKA, F.: Rádiové určování polohy : Družicový systém GPS, 1. vyd. České vysoké učení technické Praha, 1995, 259 s.
 2. STEINER I., ČERNÝ J.: GPS od A do Z. eNav, s.r.o. Praha, 2003.
 3. RABBANY, A.E.: Introduction to GPS : the Global Positioning System. Artech House Boston, 2002, 176 s.
 4. Odborné časopisy (Telekomunikační revue. ECONOMIA Praha, ...)
 5. Firemní literatura firem Garmin, Lowrance aj.
 6. Internetové stránky: <http://www.garmin.com>, <http://www.lowrance.com>, <http://www.crs-marketing.cz>, aj.
- 

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – TF

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Kvíz, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Dr. Ing. František Kumhála

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 1. 2017

prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.

Děkan

V Praze dne 11. 02. 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Rozbor a ekonomické zhodnocení využívání traktorů po zavedení monitoringu pomocí GPS systému se zaměřením na vyšší efektivitu využití, sledování spotřeby a výdeje PHM a ostatních souvisejících nákladů s provozem traktoru ve zvoleném zemědělském podniku vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Jsem si vědom, že moje diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval panu Ing. Zdeňku Kvízovi, Ph.D., který mi svými odbornými radami, znalostmi, zkušenostmi a ochotou pomohl s vypracováním této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Ladislavu Matouškovi – předsedovi představenstva ZEM, a.s. Lužec nad Cidlinou, který mi svou vstřícností umožnil vypracovat tuto diplomovou práci a panu ing. Stanislavu Kučerovi za poskytnuté informace o programu Webdispečink a pomoc při získání vstupních dat.

Abstrakt: V práci je představen zemědělský podnik ZEM a.s., Lužec nad Cidlinou a jeho historie. Dále je popsán navigační systém a popis jednotlivých druhů navigačních systémů. Následně jsou popsány možnosti využití navigace v zemědělství. V další kapitole je pak popsána charakteristika vybraného monitorovacího systému ve zvoleném podniku. Poté je proveden rozbor a vyhodnocení získaných dat. V závěru jsou zhodnoceny výsledky práce.

Klíčová slova: precizní zemědělství, GPS, traktor, náklady, efektivita využití strojů

Economic analysis of a tractor use in chosen agricultural farm when using GPS monitoring with focus on efficiency, fuel consumption and other connected costs.

Summary: In the aim of this diploma thesis is introduced agricultural company ZEM a.s., Lužec nad Cidlinou and his history. The navigation system and description of the different types of navigation systems are described also. Subsequently, the possibilities of using navigation in agriculture are described. The next chapter describes the characteristics of the selected monitoring system in the chosen company. An analysis and evaluation of the data obtained is then carried out. In conclusion, the results of the work are evaluated.

Key words: precision farming, GPS, tractor, costs, use of machines efficiency

Obsah

1. Úvod	9
2. Navigační systémy	9
2.1. Funkce navigačního systému	10
2.2. Druhy družicových navigačních systémů	12
2.3. Možnosti využívání systémů GPS v zemědělství	21
3. Cíl práce.....	30
4. Charakteristika monitoringu strojů ve zvoleném zemědělském podniku a metodika zpracování dat.....	31
4.1. ZEM a.s., Lužec nad Cidlinou	32
4.2. Webdispečink.....	33
4.3. Jednotka Vetronics.....	34
4.4. Program Webdispečink	36
5. Monitorovaná data, zpracování naměřených hodnot	44
6. Vyhodnocení získaných údajů, přínosy, výhody a nevýhody využívání monitoringu strojů v zemědělství.....	49
6.1. Vyhodnocení parametru OEE sledované skupiny traktorů.....	50
6.2. Vyhodnocení provozních ukazatelů	54
7. Závěr – shrnutí práce.....	68
Seznam použité literatury	70

1. Úvod

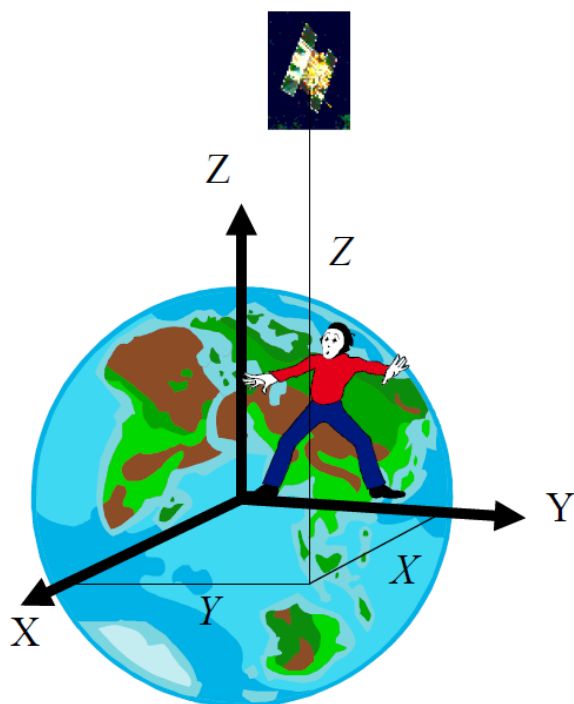
V současné době, kdy jsou na zemědělské prvovýrobce kladeny vysoké nároky na efektivitu výroby, využívání zemědělské půdy a ekologické hospodaření, zároveň se rozvíjí konkurenční prostředí, je velmi nutné využívat moderních prostředků k dosažení stanovených hospodářských a ekonomických výsledků. Vzhledem k plochám, na kterých zemědělské organizace hospodaří, počtu pracovníků, kteří zabezpečují chod těchto organizací, je nutno ve všech stádiích zemědělské výroby a procesech s ní souvisejících využívat stroje, technologie a technické prostředky, které zabezpečí co nejefektivnější proces zemědělské výroby, a tím i co nejvyšší výtěžnost a ekonomický přínos za podmínek zachování udržitelného rozvoje odvětví a zachování stavu a rázu krajiny.

2. Navigační systémy

GNSS (Global Navigation Satellite System) – Globální družicový navigační systém - slouží k určování polohy s velkou přesností za pomoci signálů poskytovaných z družic. Jedná se o signály vysílané v reálném čase. Jejich výhodou je spojitost a pokrytí co největších ploch zemského povrchu. Signály poskytované GNSS využívají aplikace, které jsou používány v zemědělství, dopravě, průmyslu, telekomunikacích nebo geodézii. Impulsem pro rozvoj systému je také možnost jeho využití pro zvýšení bezpečnosti v dopravě za pomoci funkce eCall, kdy vozidla v případě nehody mohou vysílat pomocí družicových signálů údaje o svých polohách nebo stavu, a tím usnadnit záchranu posádky. Systém GNSS lze využít i při precizním zemědělství, kdy je možné využít informací o poloze zemědělských strojů například při aplikaci hnojiv, při vyšším využití ploch pozemků, nebo ke snížení provozních nákladů strojů.

2.1. Funkce navigačního systému

Pod pojmem navigace si můžeme představit souhrnné technické postupy, za pomoci kterých lze stanovit svoji polohu, nebo polohu mobilního prostředku na zemském povrchu, moři, ve vzduchu, nebo v obecném prostoru. Tento proces lze



také využít pro nalezení optimální trasy podle vybraných kritérií (optimální, nejkratší, nejrychlejší, nejnižší náklady, atd.). Dále je možno tuto proceduru použít pro optimalizaci pohybu dopravních prostředků nebo pracovních strojů např. ve stavebnictví nebo v zemědělství. V současné době jsou k určování polohy nejvíce používány technické prostředky na bázi pozemních radiových sítí, nebo na základě vytvořených sofistikovaných družicových systémů.

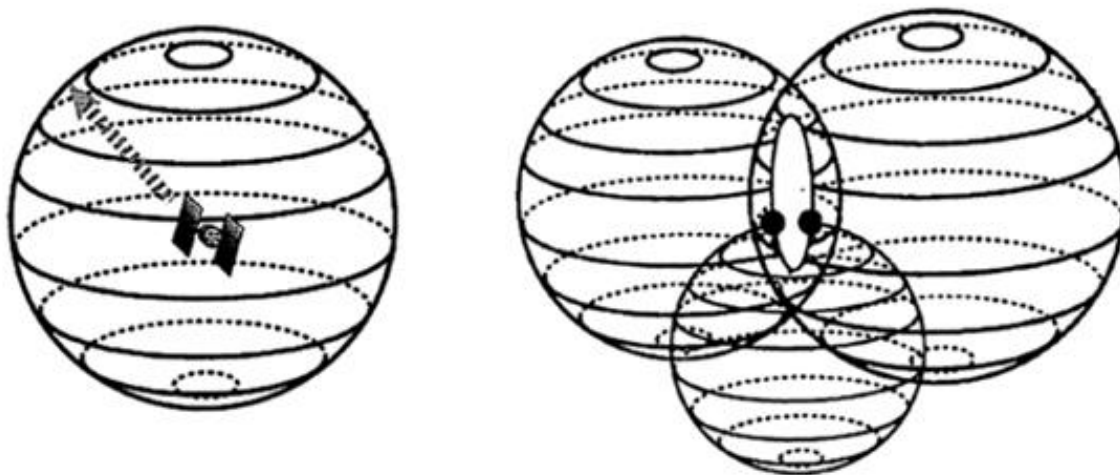
Obr. 1: Poloha satelitu, zdroj [12]

K zaměření polohy je používána triangulační metoda, kdy jsou v rámci dostupné sítě lokalizovány vysílače/družice, což slouží k přibližné orientaci v prostoru. Následně je lokalizace zpřesňována vyhledáváním konkrétních dostupných vysílačů/družic. Pokud jsou nalezeny alespoň tři vysílače/družice, je možno z

30 s																																							
6 s																																							
0,6 s																																							
NAVIGAČNÍ ZPRÁVA																																							
subframe 1					subframe 2					subframe 3					subframe 4					subframe 5																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
TLM	HOW	číslo týdne GPS			TLM	HOW	efemeridy			TLM	HOW	efemeridy			TLM	HOW	almanach SV 25-32			TLM	HOW	almanach SV 1-24																	
		detailní stav družice										stav SV 25-32					stav SV 1-24					čas almanachu																	
		korekce hodin										čas UTC					stav ionosféry																						
jedinečné pro každou družici		společné u všech družic																																					

Obr. 2: Informace o efemeridách, zdroj [12]

ploch, které jsou pokryty jejich signálem, určit průsečík těchto ploch, a tím i polohu. Určení polohy je tím přesnější, čím je použito více vysílačů/družic, kdy je tedy možno využít průsečíku více ploch pokrytých signálem. U družicových navigačních signálů je používána síť o určitém počtu družic, které se pohybují na určených oběžných drahách kolem Země. Tyto družice mají zabudované přesné atomové hodiny, za pomoci kterých tyto družice mají v každém okamžiku údaj o přesném čase, který je vysílán směrem k zemskému povrchu. Přijímač navigačního systému přijímá signál od co nejvyššího počtu družic. Přijaté údaje o přesném čase poté porovnává se svými vnitřními údaji o čase. Z rozdílu těchto časů a rychlosti šíření signálu je určen čas, který byl zapotřebí k doručení signálu od jednotlivých družic, a tudíž i vzdálenost od těchto družic. K určení polohy je dále nutno znát polohu družic – efemeridy. Tím tedy známe pozici družic a vzdálenosti od nich. Tak jak je již popsáno výše, přijímač nejprve zjišťuje vzdálenost od jedné družice. Tím je určena základní poloha na povrchu koule se středem v aktuální poloze družice a poloměrem dle vypočtené vzdálenosti družice od přijímače. Totéž zjišťuje přijímač i u druhé družice, čímž získá druhou kouli. Po tomto kroku má přijímač informaci, že se nachází někde na kružnici, která je průnikem těchto dvou koulí.



Obr. 3: Poloha na zemském povrchu, zdroj [10]

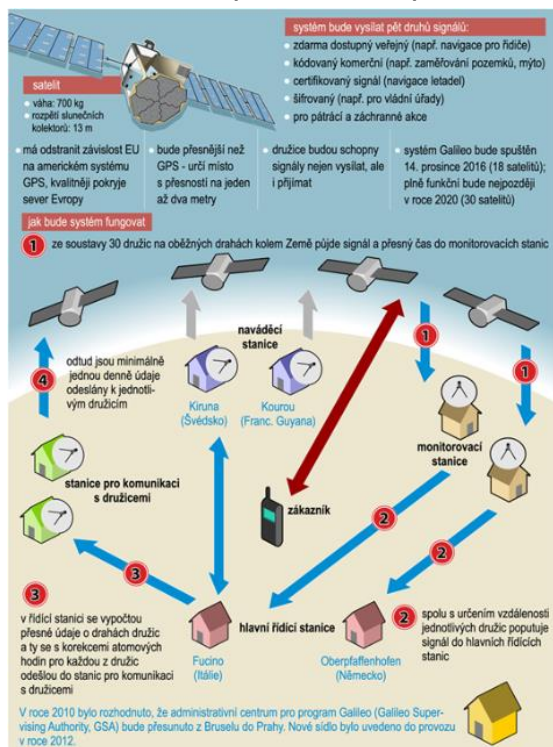
Tento stejný krok musí být proveden ještě minimálně pro třetí družici. Kružnice získané v předchozím kroku tak protne třetí kouli se středem v místě třetí družice a poloměrem o vzdálenosti přijímače od družice. Přijímač má nyní údaje o dvou polohách, na kterých se může nacházet. Jedna z těchto poloh je na nepravděpodobném místě (např. vesmír, pod zemským povrchem). Správnou polohou přijímače je tedy druhý bod na zemském povrchu. Z tohoto principu platí,

že pro přesné určení polohy by měly stačit tři družice. Přesnost určení polohy je však možno zvýšit pomocí údajů z dalších družic. Přesnost určení polohy však může být ovlivňována nepřesností měření je také dána nepřesností měření, rozdílnou rychlostí šíření signálu v různých prostředích, různými vlastnostmi zemské atmosféry nebo jejího ionizovaného obalu, které se také podílejí na různé rychlosti šíření signálu.

2.2. Druhy družicových navigačních systémů

GALILEO – Evropský globální navigační družicový systém

Navigační systém Galileo je plánovaný a navržený jako autonomní evropský globální družicový polohový systém (GNSS) řízený a spravovaný civilní správou. Jeho výstavbu zajišťuje Evropská unie (EU) reprezentovaná Evropskou komisí (EC) a Evropská kosmická agentura (ESA). GNSS Galileo měl být původně provozuschopný od roku 2010, ale k prvnímu spuštění testovacího provozu došlo 15. 12. 2016. Spuštění kompletního systému je pak plánováno na rok 2020. Do



doby plného obsazení družicemi a spuštění systému bude systém využívat služby konkurenčních navigačních systémů.

Plný systém se bude podle plánu sestávat z 30 družic (27 operačních + 3 záložní) obíhajících ve třech rovinách po kruhových drahách na střední oběžné dráze Země (Medium Earth Orbit – MEO) ve výšce 23 222 km. Každá z rovin dráhy bude svírat s rovinou rovníku úhel 56°, což umožní využívat navigační systém bez potíží až do míst ležících na

75° zeměpisné šířky, a v této zemské oblasti pak poskytne

Obr. 4: Funkce systému Galileo, zdroj [11]

lepší pokrytí a přesnost než systém GPS. Pomocí velkého počtu družic bude zajištěna spolehlivá funkce systému i při poruše nebo výpadku některé z družic. Galileo umožňuje při běžném používání určení aktuální polohy s přesností lepší než jeden metr. Pro komerční použití bude přesnost cca 30 cm.

Vzhledem k tomu, že se jedná především o civilní systém, je jeho využití především v dopravě. Jeho další využití bude i v jiných oblastech jako je zemědělství, energetika, stavebnictví, atd.

Služby, které budou poskytovány systémem GALILEO:

Základní služba (Open Service - OS) – základní signál, poskytovaný zdarma;

Služba "kritická" z hlediska bezpečnosti (Safety of Life service - SoL) – tato služba bude primárně používána pro uživatele systému pro varování v případě, že by mohlo dojít k nedodržení garantovaných limitů a služeb (přesnost systému, ...). Jedná se o rozšířený signál pro případ situací, kdy je třeba garance signálu, např. v řízení letového provozu. Služba je garantována certifikátem z hlediska mezinárodních standardů Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO) a pravidel Otevřeného nebe (Open Sky regulations).

Komerční služba (Commercial Service - CS) – tato služba využívá další dva signály. Tyto signály jsou chráněny díky komerčnímu kódování, které bude řízeno poskytovateli služeb a budoucím Galileo operátorem. Přístup je kontrolován na úrovni přijímače, kde se využívá přístupového klíče.

Veřejně regulovaná služba (Public Regulated Service - PRS) – dva šifrované signály, s kontrolovaným přístupem a dlouhodobou podporou, určené pro státem vybrané uživatele, především pro bezpečnostní složky státu.

Vyhledávací a záchranná služba (Search And Rescue service - SAR) - služba nouzové lokalizace v rámci celosvětové družicové záchranné služby COSPAS-SARSAT s možností oboustranné komunikace.

GLONASS – Ruský globální navigační systém

Charakteristickým znakem pro navigační systém GLONASS je identické opakování rozmístění družic kolem Země každých osm dní. Každá z orbitálních rovin obsahuje 8 družic a po jednom hvězdném dni v ní dochází k neidentickému opakování (non-identical repeat, to znamená, že jiná družice zaujme stejné místo jako předchozí) rozmístění družic. Tímto se GLONASS liší od GPS, kde dochází k identickému opakování (identical repeat) během periody rovnající se jednomu hvězdnému dni.

Systém poskytuje standardní určení polohy a času (coarse-acquisition nebo C/A) při horizontální polohové přesnosti mezi 57-70 metry, vertikální přesnosti do 70 metrů, přesnost vektoru rychlosti do 15 cm/s a určení času do 1 μ s. Tyto údaje jsou v platnosti při příjmu signálů od 4 družic najednou. Při příjmu signálů z více družic poskytuje systém přesnější signál (precision nebo také P(Y)).

Stejně jako u GPS se kompletní GLONASS skládá z 24 družic, z nichž 21 bude v provozu a 3 budou záložní (každá v jedné ze tří oběžných rovin). V každé rovině má být osm družic identifikovatelných pomocí pozičního čísla (číslo určuje odpovídající rovinu oběžné dráhy a pozici v rámci této roviny: 1-8, 9-16, 17-24). Roviny oběžných drah jsou vzájemně posunuty o 120° (podél roviny rovníku), družice v jedné rovině jsou vzájemně posunuty o 45°. Oběžné dráhy jsou přibližně kruhové se sklonem k rovině rovníku 64,8° a hlavní poloosou o délce 25,440 km.

Družice systému GLONASS obíhají Zemi ve výšce 19,1 km (GPS družice ve výšce cca 20 000 km). Interval oběhu družice kolem Země je 11 hodin a 15 minut. Družice jsou rozmístěné na oběžných drahách tak, aby minimálně 5 jich bylo kdykoli viditelných z jakéhokoli místa na Zemi.

Družice vysílají dva typy signálů: o standardní přesnosti (standard precision (SP) a vysoké přesnosti (high precision (HP)). SP signál na frekvenci používá schéma FDMA (Frequency Division Multiple Access scheme), kdy každá z družic vysílá na různé nosné frekvenci (ve schématech FDMA je přidělená frekvence rozdělena do pásem a každé z nich je přiřazeno určité stanici – družici).

Beidou / Compass – Čínský navigační systém

Navigační systém Beidou¹ je výsledkem projektu ČLR, který měl vyvinout nezávislý družicový navigační systém. Systém byl přejmenován na Compass po změně konceptu z regionálního navigačního systému na globální.

Od roku 2008 systém poskytuje určení polohy s přesností na 10 metrů v rámci zdarma poskytované služby Open service.

Oproti systémům GPS, GLONASS a Galileo, které využívají družice pohybující se vzhledem k zemskému povrchu na střední oběžné dráze (tzv. MEO-Medium Earth Orbit), Beidou¹ používá geostacionární družice - systém nepotřebuje tolik družic jako např. GPS. Nevýhodou je však pokrytí signálem pouze v oblasti vymezené souřadnicemi 70° až 140° východní délky a 5° až 55° severní šířky.

Procedura určení polohy pomocí systému Beidou¹ je následující:

1. Zařízení uživatele vyšle signál směrem k družicím.
2. Družice přijmou signál.
3. Družice vyšlou informaci pozemní stanici. Informace má podobu přesného času, kdy družice přijaly signál od uživatele.
4. Pozemní stanice spočítá zeměpisnou šířku a délku uživatele.
5. Nadmořská výška je spočítána z digitálního modelu terénu.
6. Pozemní stanice vyšle 3D pozici družici.
7. Družice pošle informaci o pozici uživateli.

Uživatelské zařízení může posílat i přijímat krátké zprávy od pozemní stanice.

Družice Beidou¹ byly postaveny jako experimentální družice. Nový systém Beidou², který je plánován, bude tvořen 35 družicemi, včetně pěti geostacionárních, které budou svým signálem pokrývat celou zeměkouli. Budou zajišťovány dva druhy služeb: bezplatná služba pro běžné uživatele a koncesovaná služba pro vojenské účely.

Bezplatná služba bude určovat polohu s přesností přibližně 10 metrů, družicové hodiny budou synchronizovány s přesností 50 ns, rychlost bude měřena s přesností 0,2 m/s.

Koncesovaná služba bude přesnější a umožní také uživatelům poskytovat informaci o stavu systému.

IRNSS – Indický navigační systém

Navigační systém IRNSS je Indický regionální navigační satelitní systém. Všechny komponenty tohoto systému byly sestaveny v Indii na základě zkušeností se systémem GAGAN. IRNSS se sestává ze sedmi satelitů, pozemních stanic a přijímačů. Systém je zkonstruován tak, aby trvale pokryl radiovým signálem území Indie, a je určen pro civilní účely pod civilní kontrolou.

Quasi – Zenith Satellite System

Jedná se o doplňkový systém sloužící k zpřesnění GPS systému na území Japonska. Je založen na spolupráci Japonska a USA a určen pro převedení signálů z družic do specifických podmínek Japonska – hornatá krajina, hustá síť cest lemovaná výškovými budovami, kde se satelitní signál velmi těžší šíří.

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)

Systém je evropským projektem, který pomocí diferenciálního signálu poskytuje korekce k signálu GPS. Korekce jsou určeny pro evropské země a slouží ke snížení množství chyb, které se vyskytují ve vysílaných signálech. Zpracováním diferenciálního signálu v přijímači zpřesňují určení polohy. Systém EGNOS je prvním dokončeným projektem v EU v oblasti satelitní navigace a lze ho považovat za předchůdce systému Galileo.

Jedná se o systém využívaný převážně při zajištění bezpečnosti leteckého provozu.

Služby, které jsou poskytovány systémem EGNOS:

Základní služba (Open service – OS) – základní signál na podporu všeobecně volně rozšířených aplikací GNSS. Je poskytován zdarma.

Služba "kritická" z hlediska bezpečnosti (Safety of Life service - SoL) – jedná se o signál rozšířený o informace o integritě systému, který oznámí uživateli v řádu sekund snížení kvality signálu pod určitou mez. Tato služba je využívána především v letecké dopravě. Služba je garantována certifikátem dle mezinárodních standardů Mezinárodní organizace pro civilní letectví (ICAO) a pravidel Otevřeného nebe (Open Sky regulations) a byl k ní vydán Servis Definition Document, který popisuje očekávaný výkon a funkci systému pro podporu SoL aplikací.

Komerční služba "EGNOS Data Access Server" (EDAS) – služba je určena pro šíření dat EGNOS v reálném čase prostřednictvím internetu.

NAVSTAR GPS (NAVigation Signal Timing And Ranging Global Positioning System)

Jedná se nejrozšířenější satelitní navigační systém. Byl vyvinut Ministerstvem obrany Spojených států amerických k armádním účelům. Hlavní funkcí systému je pomocí satelitních signálů určovat přesnou polohu GPS přijímačů, jejich rychlost a směr. Jedná se jediný plně funkční navigační satelitní systém využívající v základní konstelaci 24 družic obíhajících na střední oběžné dráze (Medium Earth Orbit, MEO).

GPS je nástrojem pro navigaci, tvorbu map, geodezii, dopravu, zemědělství a průmysl. Plní také funkci referenčního nástroje při určování času v seismologii nebo k synchronizaci v telekomunikační technice a přenosech.

Správním orgánem, který od r. 2004 provozuje, udržuje a řídí GPS, je National Space-Based Positioning, Navigation, and Timing Executive Committee.

Systém GPS a jeho podoba byla odvozena od pozemních radiových navigačních systémů. Jedním z představitelů těchto pozemních systémů byl Loran, jehož historie sahá do čtyřicátých let 20. století. Tento systém byl používán během 2. světové války. Přelom ve vývoji satelitních navigačních systémů nastal v roce 1957, kdy byl Sovětským svazem vypuštěn na orbitální dráhu Sputnik. Při monitorování radiového signálu byla zjištěna pomocí Dopplerova efektu rozdílná frekvence vysílaného signálu při vzdalování a přibližování se Sputniku k Zemi. Na základě tohoto měření frekvenční změny signálu, znalosti přesné polohy přijímače

na Zemi a znalosti parametrů oběžné dráhy Sputniku bylo možno určit jeho přesnou polohu na jeho oběžné dráze. Dalším krokem ve vývoji GPS bylo otestování navigačního systému Transit námořnictvem Spojených Států Amerických v roce 1960. V tomto systému pracovalo pět družic a byl schopen



určovat polohu jednou za hodinu. V roce 1967 byla vyvinuta družice Timation, ve které byly poprvé použity přesné hodiny, na jejichž funkci je GPS založen. Pokračování vývoje navigačních systémů byl systém Omega, který používal porovnání fází vysílaných signálů a byl sedmdesátých letech 20. století prvním celosvětovým radiovým navigačním systémem.

Obr. 5: Družice systému NAVSTAR GPS , zdroj [13]

První experimentální družice Bloku-1

systemu GPS byly vypuštěna v únoru roku 1978. Dalším milníkem byl rok 1985, kdy bylo vypuštěno dalších deset družic experimentálního Bloku-1. V roce 1989 byla vypuštěna nová družice Bloku-2.

Ke konci roku 1993 byl zajištěn minimální počet družic k určení polohy kdekoli na Zemi.

17.ledna 1994 se stal systém GPS kompletním, kdy bylo na oběžné dráze umístěno všech 24 družic potřebných pro plnou funkci systému.

V roce 1996 byly vydána směrnice policy direktive jako definice systému GPS pro dvojí využití (armádní a civiln)

V roce 1998 byl oznámen plán na modernizaci systému pomocí přidání dvou civilních signálů, které slouží pro zvýšení přesnosti a spolehlivosti směrem k letecké dopravě.

Technické rozdělení systému je do tří segmentů:

Kosmický segment (Space segment, SS)

Kosmický segment v základní konfiguraci tvoří 24 GPS družic, které jsou rovnoměrně rozloženy v šesti oběžných rovinách centrických k zemi. Roviny jsou se sklonem 55° k rovníku a jsou k sobě posunuty o 60° podél rovníku (posunutí rektascenze výstupních uzlů). Družice obíhají ve výšce přibližně 20 000 kilometrů (11 000 námořních mil), jejich oběžná doba je dvakrát za hvězdný den, to znamená, že přeletí nad nad stejným místem na zemi jednou za den (doba oběhu je 11h a 58 min. Systém oběžných drah je navržen tak, aby bylo viditelných šest družic z kteréhokoli místa na Zemi. K základním družicím byly doplněny ještě další, takže v současné době je systém tvořen 32 aktivními družicemi. Doplnkové družice byly instalovány na vylepšení přesnosti výpočtů. Doplnkové družice slouží také jako záloha v případě výpadku některé z družic, tak aby celý systém zůstal plně funkční v rámci spolehlivosti, dostupnosti a přesnosti. Součástí satelitů jsou také antény pro komunikaci s pozemními kontrolními stanicemi v pásmu S (2204,4 MHz), antény pro vzájemnou komunikaci družic v pásmu UHF, 12 antén RHCP pro vysílání radiových kódů v pásmu L (1000 - 2000 MHz), atomové hodiny a senzor jaderných výbuchů.

Řídící segment (Control Segment, CS)

Pro sledování dráhy letu družic byly vybudovány monitorovací stanice v lokalitách Havajské ostrovy, Kwajalein, Ascension, Diego Garcia a Colorado. Sledovací data (tracking informations) posílají monitorovací stanice do hlavní řídicí stanice, která je na Letecké základně Schriever (Schriever Air Force Base) v Colorado Springs.

Hlavní řídicí stanice pravidelně posílá každé družici aktualizaci navigačních dat za použití pozemních antén, které jsou součástí zařízení stanic Ascension, Diego Garcia, Kwajalein a Colorado Springs. Tyto aktualizace synchronizují družicové atomové hodiny s přesností do jedné mikrosekundy a upravují družicové efemeridy, které jsou posléze vysílány družicemi. Aktualizace jsou vytvořeny pomocí Kalmanova filtru, který využívá data od pozemních monitorovacích stanic, informace o "vesmírném počasí" a další různé zdroje dat.

Uživatelský segment (User Segment, US).

Uživatelský segment je tvořen přijímači uživatelů GPS systému. GPS přijímače jsou složeny z antény, procesoru přijímače a stabilních hodin. Dále bývají vybaveny displejem, na kterém se uživatelům zobrazují údaje o jeho poloze a rychlosti. U GPS přijímače se často uvádí počet kanálů, které značí počet družic, od kterých je přijímač schopen najednou přijímat signály. Původně se jednalo o 4 až 5 kanálů. V současné době jsou běžné přijímače s 12 až 20 kanály.

Ačkoliv byl systém GPS prioritně vyvinut pro armádní účely, bylo v roce 1983 rozhodnuto, že po jeho dokončení bude uvolněn také pro civilní používání. Do signálů pro civilní potřeby však byla uměle zařazena odchylka, která zhoršovala přesnost systému v civilním využití na řády desítek metrů. K masivnímu používání systému v civilním segmentu došlo od 1. května roku 2000, kdy byla vypnuta odchylka a systém začal také v civilním sektoru poskytovat signál s přesností v řádech metrů.

Jak již bylo popsáno, hlavním využitím systému v civilním sektoru je monitorování polohy, směru a rychlosti mobilního přijímače signálu GPS umístěného např. na dopravním prostředku nebo stroji.



Typickým využitím systému GPS pak bývají navigační systémy vozidel pro výběr a určení jejich trasy a sledování jejich aktuální polohy.

Dalším příkladem využití může být systém pro výběr mýtného.

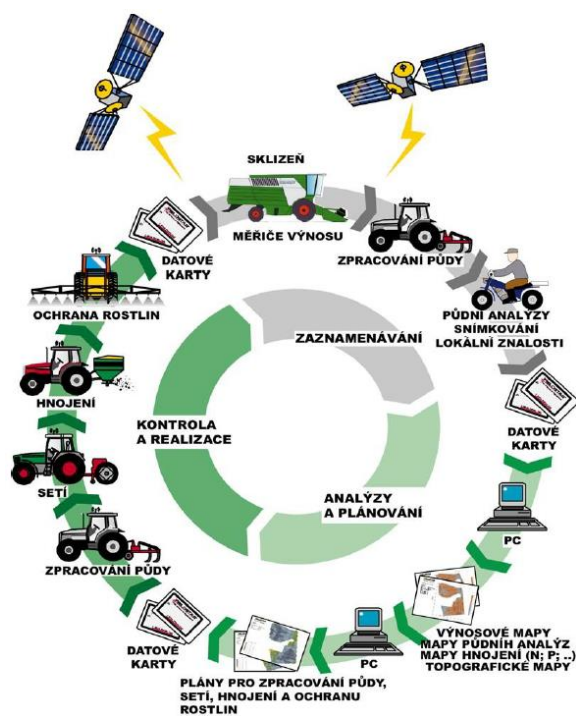
Obr. 6: Satelitní mýtné , zdroj [13]

2.3. Možnosti využívání systémů GPS v zemědělství

Precizní zemědělství

Precizní zemědělství se stalo nedílnou součástí nastupující nové průmyslové revoluce 4.0., kdy se do praxe dostávají nové technologie a inteligentní systémy sloužící k zajištění vysoké efektivity hospodaření za současného snižování nákladů, eliminace zbytečného plýtvání, snížení počtu pracovníků a zvýšení efektivity využití strojů, a tím zajištění zvýšení zisku.

Základním cílem precizního zemědělství je uplatnění poznatků z vědy a rozvoje technologií pro cílené provedení správného úkonu na správném místě, ve správném čase a za použití správných technologických prostředků při zohlednění místních polních podmínek.



Obr. 7: Precizní zemědělství, zdroj [14]

V rámci tohoto procesu jsou za pomoci satelitních navigačních systémů díky monitorování polohy zemědělských strojů vytvářeny přehledy o polohách pozemků, o jejich aktuálním stavu, ale také i osevní a výnosové mapy.

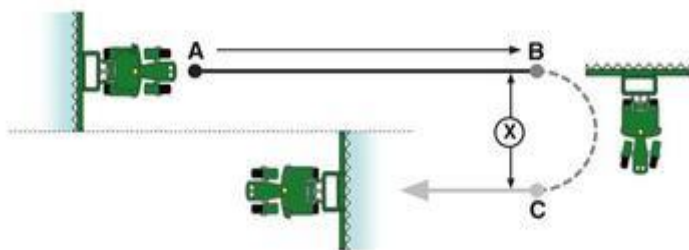
Zemědělské stroje jsou monitorovány pro cílené nasazení pracovních souprav, pro optimalizaci sklizňových linek a zvýšení efektivity plánování jejich využití. Na základě dostupných informací je možno na jejich předem stanovených drahách pohybu po

pozemcích optimalizovat pracovní záběry nářadí, postřikovačů a

rozmetadel hnojiv, a tím eliminovat možné překryvy, snížit počet přejezdů a také např. množství aplikovaných hnojiv nebo vysetého počtu semen. V rámci eliminace poškození půdy při jejím zpracování lze za pomoci polohy strojů ve spojení s ostatními snímači umístěnými na strojích optimalizovat intenzitu a hloubku zpracování. V procesu sklizně lze za pomoci určení polohy a snímání množství sklizeného produktu vytvářet sklizňové a výnosové mapy.

Příprava půdy, setí

Při operaci přípravy půdy je v rámci snížení počtu přejezdů po pozemcích a v rámci snížení utužení půdy od kol strojů nutné snížit překrytí, ale zároveň využít maximálního záběru náradí. Pro optimální proces je potřebná definice počátečního



Obr. 8: Definovaný pohyb traktoru , zdroj [14]

Obr. 9: Pracovní řádky, zdroj [14]

bodů a definice koncového bodu = definice stopy řádku/referenční stopy a nastavení šíře stopy.

Při rozšířených módech navigací jsou používány nadstavbové funkce, které umožňují „inteligentní“ pohyb traktoru nebo ostatní zemědělské techniky po pozemku.

SOUVRATĚ	CENTRÁLNÍ PIVOT	A-B PŘÍMKA	IDENTICKÁ KŘIVKA
A+ PŘÍMKA	VÍCENÁSOBNÁ SOUVRATĚ	FREEFORM	ADAPTIVNÍ KŘIVKA

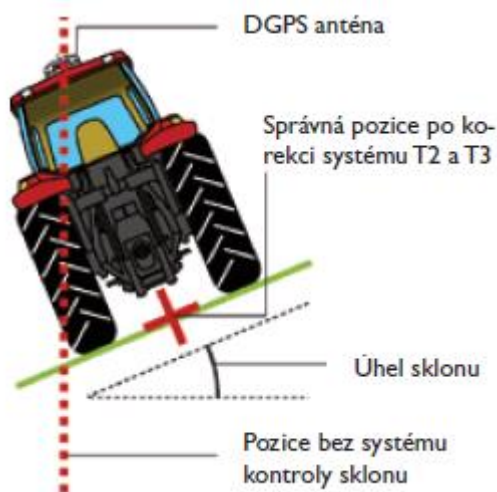
Obr. 10: Druhy pohybů traktorů po pozemcích, zdroj [14]

Pro zajištění požadované přesnosti jízdy po pozemku jsou používány korekční typy signálů:

Egnos – jedná se o standardní diferenciální korekční signál se základní přesností. Výhodou je, že je v Evropě bezplatně volně šiřitelný. Přesnost mezi řádky je ± 40 cm. K relativně nízké přesnosti vzhledem k ostatním signálům je vhodný k plošným pracím, jako je aplikace práškových, tuhých a kapalných hnojiv.



Obr. 11: Traktor s nářadím, zdroj [14]



Obr. 12: Traktor v náklonu, zdroj [14]

SF1 – je další stupeň na škále přesnosti signálů. Také je volně šiřitelný. Přesnost mezi řádky je ± 30 cm. Výhodou tohoto signálu je funkčnost v zakřiveném terénu. Použití tohoto signálu umožňuje korekci pozičních výpočtů zasílaných pomocí GPS signálu a upravuje je pro nerovný povrch a laterální svahy. Pokud je pracovní nářadí také vybaveno přijímačem GPS signálu, je možné jeho propojení přes ISOBUS s traktorem. Porovnáním aktuálních poloh nářadí a traktoru lze určit optimální stopu soupravy, a tím maximálně snížit možné překrytí.

SF2 – je zdokonaleným signálem SF1 s lepší přesností. Přesnost mezi řádky je ± 10 cm. Svoji přesností zvyšuje účinnost naváděcího systému a zároveň snižuje únavu obsluhy. Stejně jako signál SF1 zaručuje funkčnost naváděcího systému v přímém i zakřiveném směru. Jedná se o zpoplatněnou službu s pružným obdobím aktivace. Přesnost signálu je vynikající pro orbu, pro orbu mimo brázdu, pro sklizeň, postřik, travní aplikace, setí, výsadbu i sečení.

RTK – tento signál představuje v současné době nejvyšší možnou přesnost navádění. Při použití tohoto signálu je opakovatelná přesnost mezi řádky ± 2 cm. Této přesnosti je dosahováno použitím základní stacionární stanice, která je umístěna v blízkosti, nebo na obdělávaném pozemku, a vysílá další korekční signál směrem k přijímači umístěnému na pracovním prostředku. Standardem je funkčnost v zakřiveném i přímém směru. Při použití funkce RTK - extend udržuje celkový výkon a funkčnost i v případě dočasných překážek. Použití tohoto signálu zaručuje tu nejvyšší přesnost pro náročné aplikace jako je výsadba řádkových plodin, přesná příprava půdy, řádkování, řízené dopravní operace nebo pěstitelské a dopravní aplikace na velkých farmách nebo v podnicích služeb.

V současné době je již běžně používána stacionární síť RTK VRS (*RTK Virtual Reference Station*), která je již funkční na celém území České republiky. Přenos korekčního signálu je do zemědělské techniky zajišťován pomocí internetového připojení přes mobilní síť pomocí GPRS. Korekční signál RTK umožňuje pracovat zemědělským strojům v systému řízeného pojezdu po pozemcích.



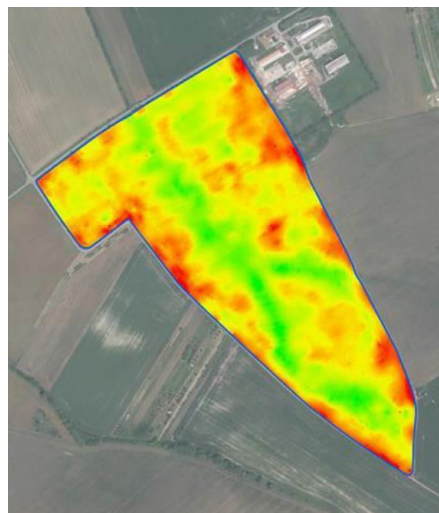
Obr. 13: Stacionární síť CZEPOS, zdroj [9]

Sklizeň

Při aplikaci precizního zemědělství je při sklizni obilovin je velmi důležité znát přesné výnosy sklizené plodiny v různých částech pozemku. Toto je také velmi důležité pro obdělávání pozemku s rozdílnou intenzitou a cílenou aplikaci statkových a průmyslových hnojiv v závislosti na půdních podmínkách. Taktéž



Obr. 14: Snímač výnosu, zdroj [8]



Obr. 15: Výnosová mapa, zdroj [7]

znalost vlhkosti sklizené plodiny dává informaci o její kvalitě a případném nastavení podmínek sušení a skladování. Informace o sklizené plodině je možné zpracovat do výnosových map. Taktéž je možno do těchto map zaznamenat informace o aktuálních výkonnostních parametrech sklízecích strojů v závislosti na jejich přesné poloze na pozemcích. Pro zpracování výnosových map je nutné znát přesnou polohu sklízecího stroje a údaj o hmotnosti nebo objemu sklizené plodiny. Hmotnost plodiny je měřena přímo na sklízecím stroji. Například firma New Holland k tomuto účelu využívá svůj patentovaný systém. Systém je tvořen deskou snímače, která je připevněna k otáčejícímu se tělesu s protizávažím. Touto funkcí snímače je možno eliminovat tření zrn a tím zvýšit přesnost měření. Taktéž je možné přesné měření hmotnosti sklizené plodiny o různé velikosti a tvaru zrna, nebo hustoty a vlhkosti.

Snímač je umístěn mezi vynášecím dopravníkem a plnícím otvorem zásobníku. Pro určení přesné polohy sklízecího stroje je použito lokalizace GPS přijímače pomocí družicového signálu. [8]

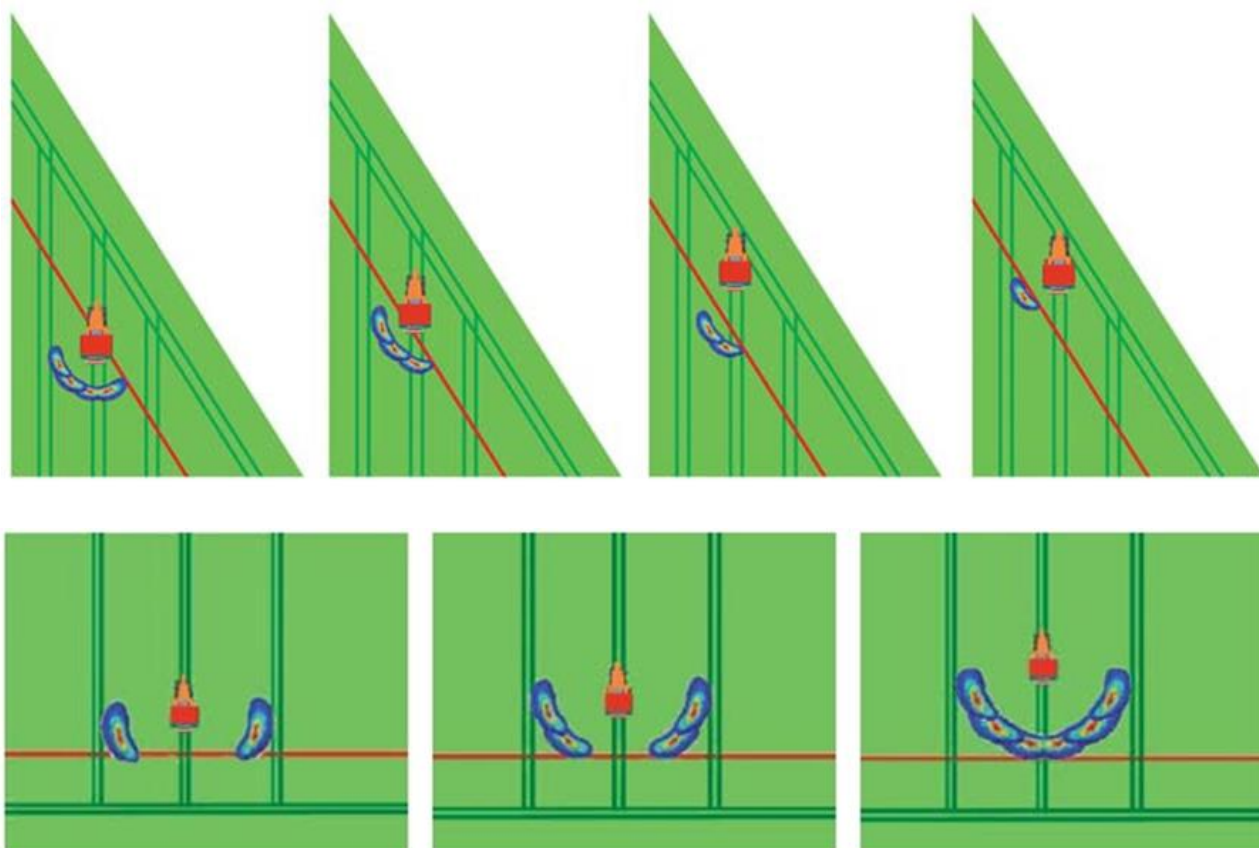
Aplikace hnojiv a ochranných postřiků

Při aplikaci statkových a průmyslových hnojiv a postřiků je velice důležité jejich přesné dávkování pro zajištění optimální výživy a ochrany rostlin. Množství a místo aplikace hnojiv závisí na půdních podmínkách na pozemku. Stanovení přesné dávky a místa je možno určit z výnosové mapy. Přesným řízením dráhy



traktoru nebo aplikačního stroje jsou eliminovány překryvy s dvojí aplikací postřiku, nebo hnojiva. Zároveň jsou odstraněny vynechávky a je dosahováno úspor hnojiva a agrochemikálií, a to díky odstranění již zmíněných překryvů. V rámci jednoho pozemku v závislosti na jeho tvaru a členitosti je možno dosahovat úspor cca 5%.

Obr. 16: Eliminace překryvů, zdroj [7]



Obr. 17: Eliminace překryvů při aplikaci průmyslových hnojiv, zdroj [7]

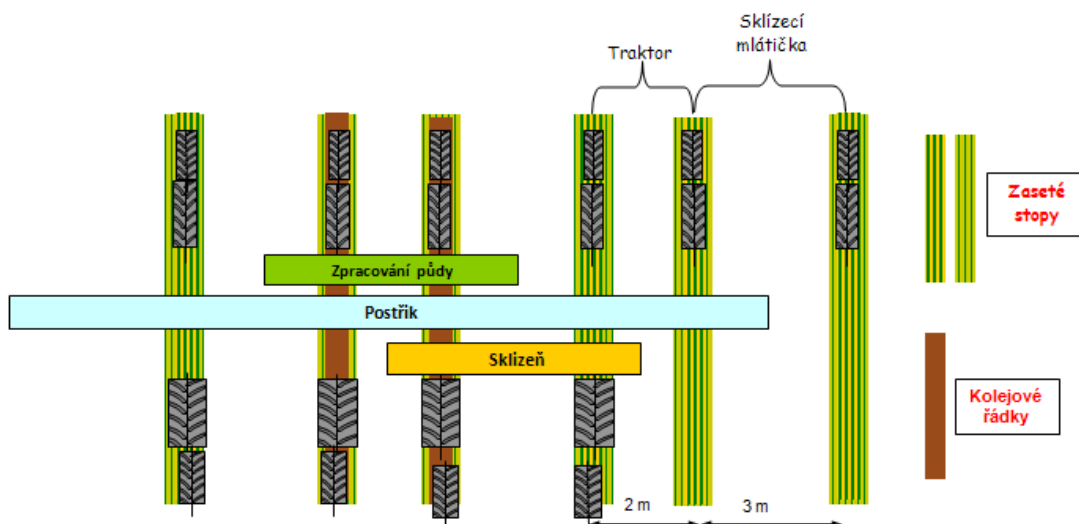
Doprava a přejezdy po pozemcích

V systému udržitelného rozvoje hospodaření je nutno zachovat kvalitu a úrodnost půdy pro další generace. Pro dosažení přijatelného rozvoje hospodaření v rámci zachování přiměřené zátěže na půdu, je třeba použití metod precizního zemědělství. Jednou cestou, jak zvýšit produktivitu hospodaření, snížit výrobní náklady a zvýšit efektivitu strojů, je využívání systému řízení přejezdů zemědělských strojů po pozemcích (Controlled Traffic Farming – CTF). Účelem je snížení nežádoucího zhutňování půdy, které je způsobováno opakovanými přejezdy těžkých zemědělských strojů po pozemcích při intenzivním hospodaření. Zhutnění půdy má nežádoucí vliv na výnosy plodin, ale i na celý ekosystém pozemků. Následkem zhutnění dochází ke snížení schopnosti půdy přijímat a shromažďovat srážkovou vodu. Tím dochází ke zvýšenému povrchovému odtoku a poškození půdy erozí. Pokud přesáhne zhutnění půdy kritickou mez, dochází ke snížení výnosu pěstovaných plodin. Zhutnění půdy, způsobené přejezdem zemědělské techniky, zvyšuje její energetickou náročnost na zpracování a ovlivňuje přípravu před setím, ale i samotné setí. Taktéž dochází k neúměrnému nárůstu spotřeby paliva při následné orbě, kdy dochází k vytváření velkých hrud a následně je nutno při jejich rozrušení opakovat předsetřovou přípravu, čímž dochází k navýšení nákladů na operace spojené s přípravou polí na výsev a výsadbu.

Systém řízených přejezdů po pozemcích cíleně řídí pohyb všech strojů, omezuje jejich pohyb v nahodilých směrech a usměrňuje je během opakovaných jízd po pozemku tak, aby využívaly co nejmenší plochu vymezených pruhů pro jízdu. Tato přesnost jízdy je dosahována za pomoci satelitní navigace s korigovaným signálem RTK, který umožňuje přesnost v rozsahu odchylky od určené trasy ± 2 cm.

Systém CTF v módu ComTrac

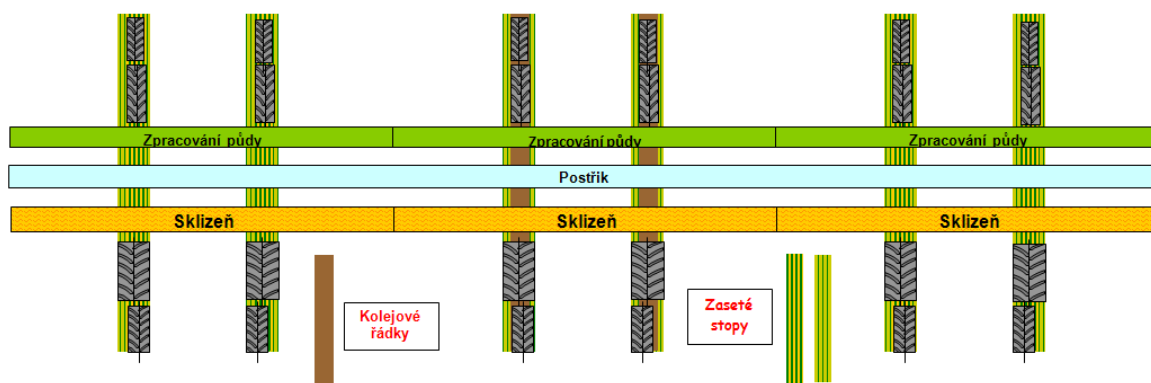
Jedná se o ideální případ použití systému CTF, kdy jsou k dispozici zemědělské stroje, které mají souhlasný rozchod kol, nebo pásů. Jedná se o technicky a organizačně o nejnáročnější způsob použití systému CTS, kdy je nutno při výběru, nebo na použitých strojích zajistit stejný rozchod kol všech strojů používaných při práci na pozemku. Zvláště je pak nutno zajistit stejný rozchod kol traktorů, postřikovače a sklízecí mlátičky.



Obr. 18: ComTrack, zdroj [6]

Systém CTF v módu TwinTrack

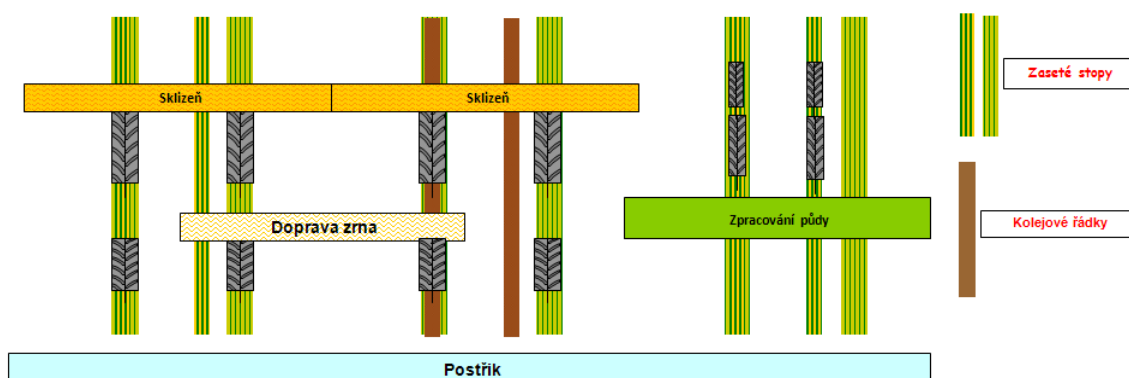
Tato metoda je alternativou k metodě ComTrack. Využívá se především tam, kde jsou používány především stroje s menšími pracovními záběry. Principem je využití stop sousedních paralelních jízd pro stopy sklízecí mlátičky. Utužená plocha je větší než u ostatních metod CTF, ale to je dáno menšími záběry použitých strojů a tím i větším počtem přejezdů zemědělské techniky po pozemku.



Obr. 19: TwinTrack, zdroj [6]

Systém CTF v módu OutTrack

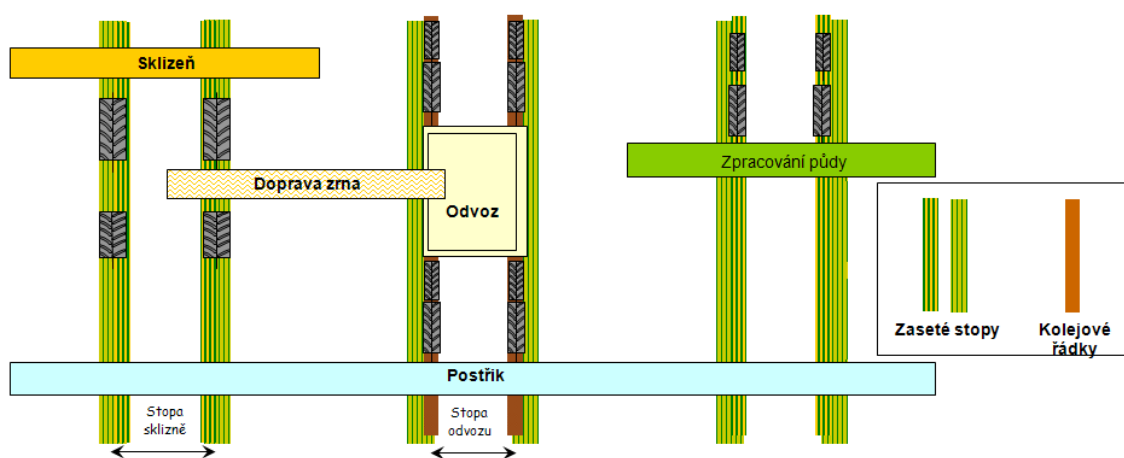
Tato metoda využívá dva stejně centrované paralelní kolejové řádky s přesahující šířkou. Tato přesahující šířka je určena pro sklízecí mlátičku. Menší šířka kolejového řádku je určena pro odvoz a ostatní stroje. Tato varianta CTF používá stejný pracovní záběr pro všechny stroje. Používané stroje by měly mít co nejmenší plochu stop. Rozchod kol by měl být v rozsahu 2 – 2,5 metru. V případě, že budou použity pneumatiky, které budou přesahovat tuto stopu, nebude docházet k vytváření stopy jiné, ale stávající stopa bude pouze rozšířena.



Obr. 20: OutTrack, zdroj [6]

Systém CTF v módu AdTrack

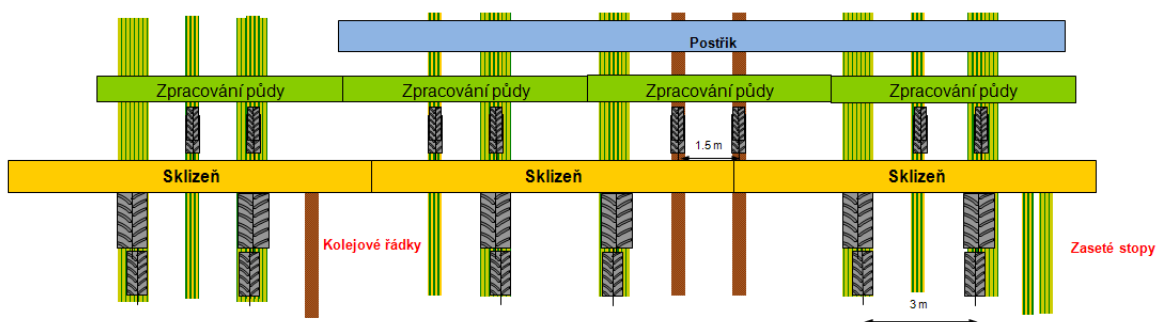
Tato metoda se používá v případě, že je nutno použít stroje s většími moduly záběrů a není možné použít metodu TwinTrack. Jedná se vlastně o přidání další paralelní stopy kolejového řádku, kdy za cenu vyšších záběrů dochází k utužení půdy pod dodatečnou stopou.



Obr. 21: AdTrack, zdroj [6]

Systém CTF v módu HalfTrack

Tato metoda používá dva rozchody kol náprav strojů, přičemž jeden z rozchodů je polovinou rozchodu druhého. Při použití této metody jsou používány tři záběry pracovních strojů. Použití dvou typů rozchodů je totožné s metodou AdTrack.



Obr. 22: HalfTrack, zdroj [6]

3. Cíl práce

Cílem této práce je vyhodnocení efektivity provozu strojů ve společnosti ZEM a.s., Lužec nad Cidlinou. K tomuto vyhodnocení budou jako podkladové informace využita data ze zavedeného monitorovacího systému. Vyhodnocení dat by mělo sloužit jako základ ke zhodnocení přínosu monitorovacího systému strojů pro vyšší efektivitu využití těchto strojů, pro usnadnění systému plánování jednotlivých zemědělských operací a snížení nákladů na provoz strojů. Taktéž by mělo přispět k zefektivnění pohybu strojů po pozemcích při jednotlivých operacích pěstebního procesu a pohybu po pozemních komunikacích v rámci přejezdů a dopravy materiálu a sklizených plodin. Získané údaje by také mohly vést k minimalizaci jednotlivých přejezdů ke snížení počtu jednotlivých přejezdů po pozemcích a snížení zátěže od těchto strojů na půdu. Dostupné informace by měly taktéž přispět k plánování nasazení strojů a tím ke zvýšení efektivity jejich využití. V rámci cíle práce proběhne seznámení se s problematikou satelitní navigace, představení její funkce, technického provedení a účelu jejího používání.

4. Charakteristika monitoringu strojů ve zvoleném zemědělském podniku a metodika zpracování dat

Jedním ze základních požadavků na snižování nákladů v zemědělské výrobě je efektivní využití zemědělských strojů a techniky. Tento proces obsahuje pracovní management, vhodný výběr pracovní mechanizace a strojů, sestavení vhodných technologických a sklizňových linek pro danou pěstovanou plodinu a také, jak již bylo uvedeno, správné načasování jednotlivých zemědělských operací na daném pozemku. Vzhledem k tomu, že je v zemědělství vše podřízeno agrotechnickým a pěstebním lhůtám jsou tedy všechny úkony prováděné na pozemcích závislé na těchto požadavcích. V závislosti na těchto požadavcích a maximálnímu využití strojů je nutná koordinace pohybu těchto strojů po pozemcích, přejezdech a dalších činnostech souvisejících se zemědělskou výrobou. Taktéž včasný servis a příprava strojů na polní práce přispívá ke snížení nákladů a vyššímu využití těchto strojů.

Jako základní požadavek na vstupní data pro vyhodnocení vytíženosti a efektivity strojů můžeme brát sledování a monitoring pohybu strojů. Totéž je nutné i pro operativní nasazení strojů při jednotlivých zemědělských operacích. Tak abychom mohli tyto údaje efektivně využít, je třeba sledovat stroje při pracovních i nepracovních činnostech v reálném čase. Minimální informace z tohoto sledování by měly obsahovat údaje o čase, datu a pozici stroje. Doplnkové údaje, které je možno získávat jsou údaje o aktuálních parametrech daného stroje, např. hodnota otáček motoru, údaje o teplotě chladicí kapaliny, aktuální spotřeba nebo údaje týkající se hydraulických systémů stroje.

V případě GSM navigace, jak již bylo uvedeno, je pro získání informací o poloze, rychlosti stroje a reálném čase určena mobilní jednotka. Tato jednotka tyto informace získává a zaznamenává. Následně jsou tyto informace, popřípadě informace získané z monitorovacího systému stroje předávány pomocí pozemní mobilní sítě na dispečerské pracoviště daného podniku, nebo na pracoviště servisního střediska dodavatele stroje k následnému vyhodnocení.

V rámci funkce systému a zpracování jednotlivých získaných údajů je možné využívat již dostupné informace z existujících map pozemků přístupných

např. v Geografickém Informačním Systému (GIS), nebo v LPIS (Land Parcel Identification System).

4.1. ZEM a.s., Lužec nad Cidlinou

Sloučením JZD Zábědov, JZD Zachrašťany, JZD Vysočany, JZD Sloupno nad Cidlinou, JZD Nepochy, JZD Starý Bydžov a JZD Lužec nad Cidlinou bylo založeno v roce 1975 JZD ČSSP Nový Bydžov se sídlem v Zábědově č. p. 48. Po sloučení hospodařilo družstvo na celkové výměře cca. 5 500 ha, z toho cca. 500 ha luk a 5 000 ha orné půdy, počet zaměstnanců tehdy dosáhl skoro 1 200. V roce 1990 bylo družstvo přejmenováno na ZD Nový Bydžov.

Od roku 1991 se začalo s postupným vydáváním zemědělské půdy samostatně hospodařícím rolníkům, které probíhá i v současné době.

K největší a nejpodstatnější změně v historii družstva došlo v roce 1995 tím, že ZD Nový Bydžov vstoupilo do likvidace a ve stejném roce, 28. srpna, byla třemi akcionáři založena ZEM, a.s., se sídlem Nový Bydžov.

V roce 2000 došlo ke sloučení středisek Nepochy a Lužec nad Cidlinou. V roce 2009 byla dále sloučena střediska Starý Bydžov a Lužec nad Cidlinou.

V roce 2010, 1. listopadu, bylo sídlo společnosti ZEM a.s. přemístěno do Lužce nad Cidlinou, č. p. 73.

Právním statusem společnosti je akciová společnost, ve které je jediný akcionář ZZN Polabí, a.s., Kolín, člen skupiny Agrofert.

V současné době pracuje v akciové společnosti 55 zaměstnanců. ZEM a.s. hospodaří na výměře 4 264 ha. Z této výměry činí orná půda 3 955 ha a louky 309 ha.

V živočišné výrobě se společnost zabývá chovem krav s tržní produkcí mléka, kde ve VKK Nepochy chová 480 dojnic při užitkovosti 11 000 l/ks, tj. 30 l/denní dávka mléka/dojnici.

Průměrné výnosy za poslední tři roky v rostlinné výrobě dosahují u pšenice 8,85 t/ha, u řepky 4,3 t/ha a u cukrové řepky 85 t/ha.

Pro použití v ZEM a.s., Lužec nad Cidlinou jako součást skupiny Agrofert byl vybrán monitorovací systém Webdispečink od f. Princip a.s.

4.2. Webdispečink

Webdispečink je online službou určenou pro sledování vozidel vybavených jednotkami Vetronics. Jeho fungování umožňuje analýzu celé řady dat, které má jednotka k dispozici. Služba automaticky vytváří knihu jízd a dokáže identifikovat



Obr. 23: Funkce služby Webdispečink, zdroj [5]

řidiče vozidla. Webdispečink je uzpůsoben pro vozový park o různé struktuře vozidel a je ho možné využít i pro vozové parky různých velikostí. Pro použití služby stačí pouze počítač, či tablet, nebo chytrý telefon s přístupem na internet.

Informace o pohybu vozů získává Webdispečink z mobilních jednotek Vetronics, instalovaných ve vozidlech. Jednotka má vestavěný GPS přijímač (někdy přijímač ruského systému GLONASS), díky němuž zná informace o poloze vozidla. Z dalších senzorů má jednotka přehled například o identifikaci řidiče, stavu paliva a celé řadě dalších dat. Všechna tato data jsou odesílána prostřednictvím sítě GSM na server služby Webdispečink, kde je poloha vozidel zanesena do mapy a data jsou archivována pro pozdější využití. Systém je schopen zpracovávat celou řadu dat. Zákazník je k serveru Webdispečink připojen prostřednictvím internetu. Online služba dokáže vytvářet přehledy z různých zdrojů dat, které umožňuje exportovat do celé řady kancelářských nástrojů a aplikací pro řízení firmy. [5]

4.3. Jednotka Vetronics

Mobilní jednotka Vetronics je elektronickým zařízením určeným k pevnému zabudování do vozidla za pomoci připojení k jeho palubní síti a spojení s GPS anténou. Dále je nutno do jednotky instalovat SIM kartu pro komunikaci jednotky s centrálním dispečinkem.

Jednotka podporuje přijímání GPS signálu ze systému NAVSTAR GPS a i ze systému GLONASS, což umožňuje zpřesnění navigace.

Funkce jednotky Vetronics:

Aktuální poloha a stav – jednotka v reálném čase odesílá polohu a rychlost vozidla, identifikaci přihlášeného řidiče, nákladu, nebo přípojného vozidla.

Záznam trasy – jednotka ukládá podrobný popis trasy, který je archivován pro další zpracování.

Identifikace řidiče – řidič se může přihlásit pomocí čipu. To umožňuje dispečerovi sledovat toho, kdo vozidlo řídí.

Diagnostika z OBD-II – jednotka může být využita jako diagnostické zařízení, které umožňuje načíst diagnostická a chybová hlášení.

Připojení periferií přes RS232 – lze připojit dvě zařízení přes sériový port. Podporovány jsou čtečky čárových kódů, palivoměry a podobná zařízení. Je možné odesílat NMEA data z GPS.

Připojení k internetu – jednotka poskytuje konektivitu připojeným zařízením pomocí sériové linky a protokolu PPP.



Obr. 24: Mobilní jednotka Vetronics, zdroj [4]

Napojení na tachograf – identifikace a pracovní režim řidiče a spolujezdce je načítána z tachografu. Jednotka upozorňuje na blížící se jízdní limity a jejich možné překročení.

Soukromé a služební jízdy – jednotka umožňuje označit probíhající jízdu za soukromou. V tomto případě je zaznamenávána pouze délka trasy a množství spotřebovaného paliva.

Geofencing – jednotka umožňuje zadání míst a sledování, zda tato místa byla navštívena, nebo opuštěna.

Detekce aktivity vozidla – jednotka umožňuje pomocí využití propojení se spínací skříňkou vozidla, ale i pomocí akcelerometru a CAN sběrnice detekci aktivity vozidla.

Diagnostika – jednotka obsahuje diagnostiku vlastního systému. Lze tak odhalit vzniklou chybu a určit kdy a k jaké chybě došlo a následně ji odstranit.

Přenosové protokoly – jednotka používá při komunikaci se službou Webdispečink speciální optimalizované přenosové protokoly strukturovaných dat, což umožňuje snížení počtu přenesených dat.

Technická specifikace

Vstupní napětí: 6 - 42V
Spotřeba ve spánku: < 1 mA
Paměť: 4 MB, 200 000 záznamů
Teplotní rozsah: -40°C až +85°C
Rozměr: 90 x 56 x 17 mm
Certifikáty: e8, CE

GPS:

Kódový přijímač, 90 kanálů
Podpora EGNOS, WAAS
Zachycení do 35s (cold start)
Zachycení při min. -148dBm
Navigace při min. -165dBm
Přesnost 3,0m 2DRMS

GSM:

Dvoupásmové GSM 900/1800MHz
GPRS třída 10
Integrovaná anténa
Akcelerometr:
3 osy, automatická orientace
rozsah +- 4g

Vstupy a výstupy:

1 x Dallas 1wire, nebo Wiegand
1 x LIN, nebo výstup tachografu
2 x indikační LED a výstražná sirénka
2 x linka RS 232 C
1 x CAN, FMS, nebo OBD II

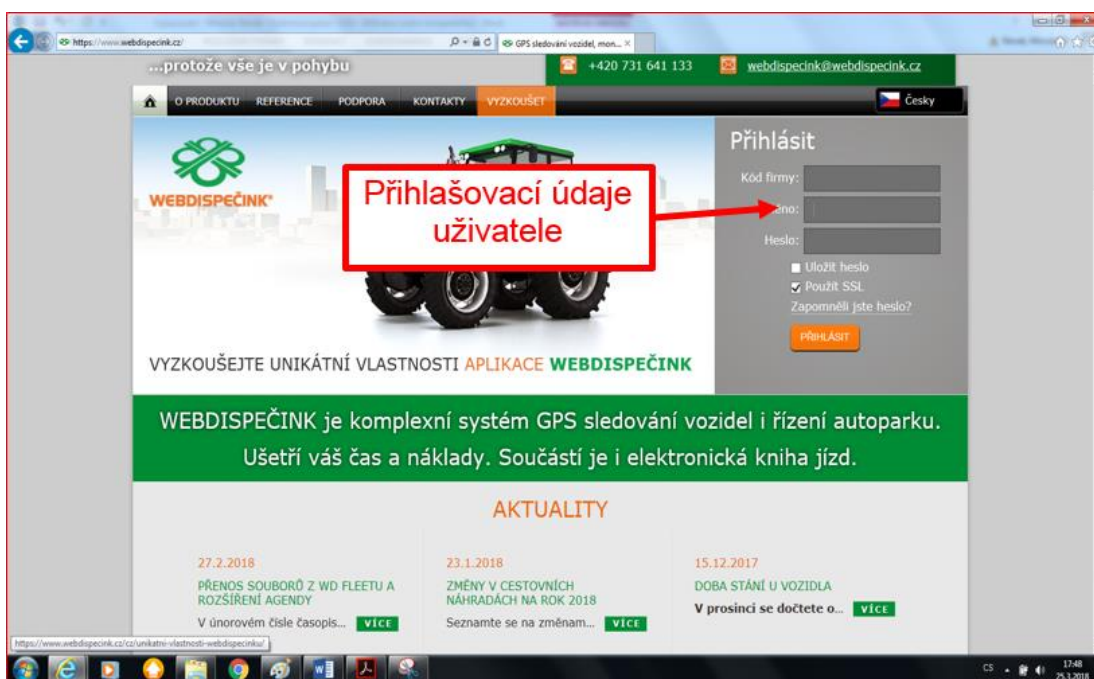
Obr. 25: Technická data jednotky Vetronics, zdroj [4]

4.4. Program Webdispečink

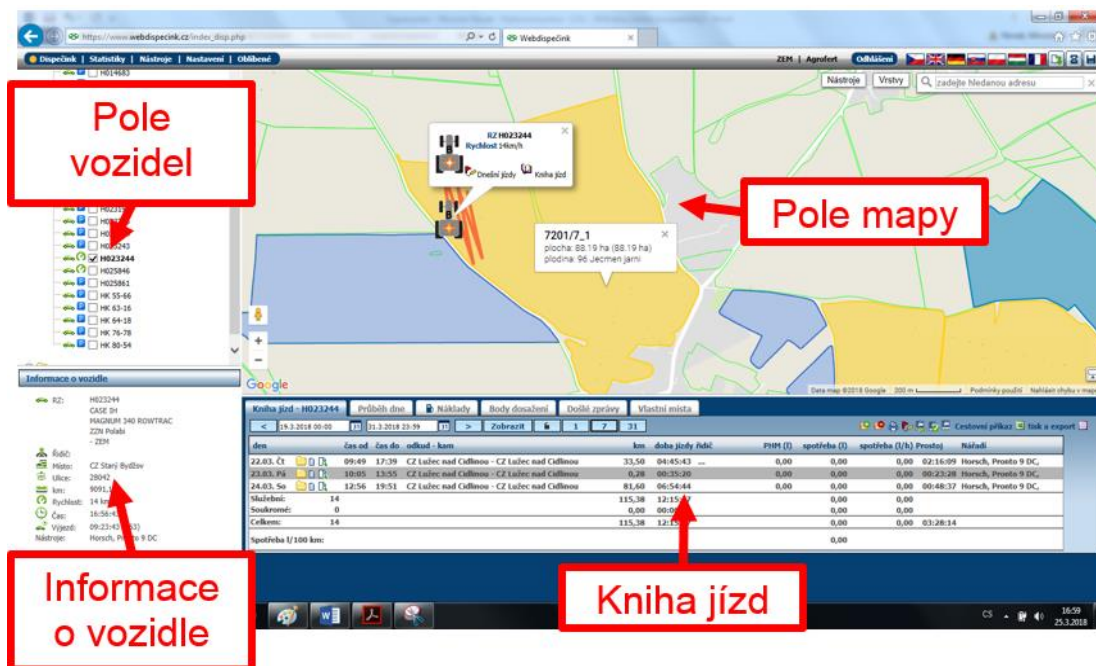
Jedná se o počítačovou aplikaci, která shromažďuje veškerá dostupná data, která jsou získávána a odesílána mobilními jednotkami a zpracovává je do různých forem výstupů:

- zobrazení polohy vozidel na mapě v reálném čase
- aktuální přehledy - průběh dne, náklady body dosažení
- statistické přehledy – statistika využití vozidel a řidičů, informace o stavu vozidel, kontrola vozidel

Dalšími možnými výstupy aplikace jsou nástroje pro optimalizaci tras, stazky, dispečerské plachty, atd. Informace dostupné z programu Webdispečink je možno transformovat do běžně používaných formátu dat a odpadá tak ruční zadávání do následně používaných počítačových programů.



Obr. 26: Úvodní obrazovka programu Webdispečink, zdroj [3]



Obr. 27: Popis polí programu Webdispečink, zdroj [3]

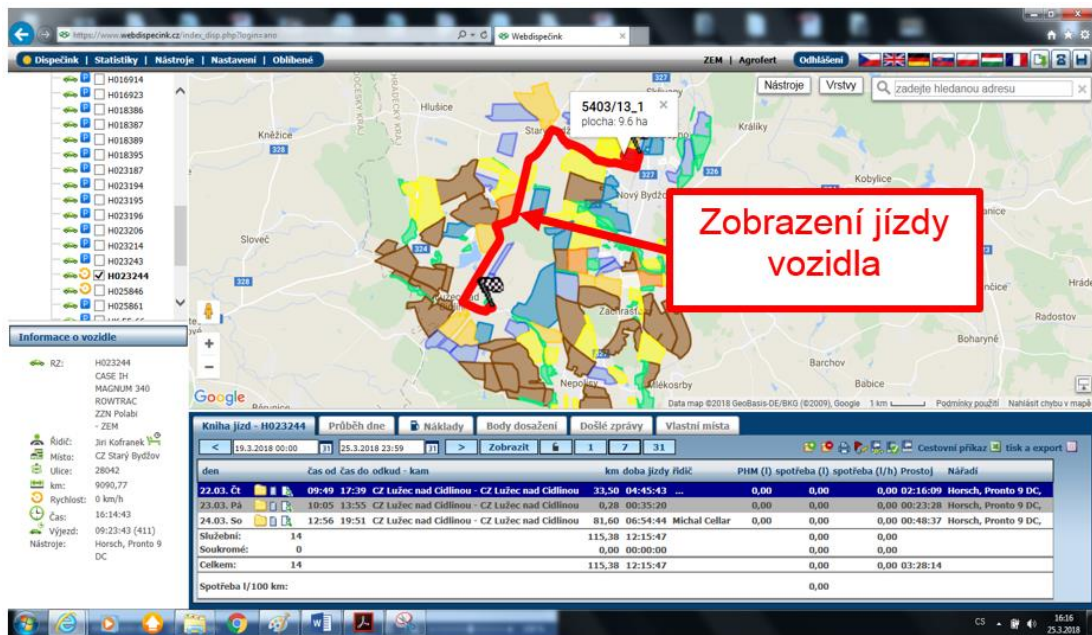
Pole vozidel – toto informační pole slouží pro výběr konkrétního vozidla, o kterém budou zobrazeny informace

Informace o vozidle – toto informační pole slouží k zobrazení informací o vozidle

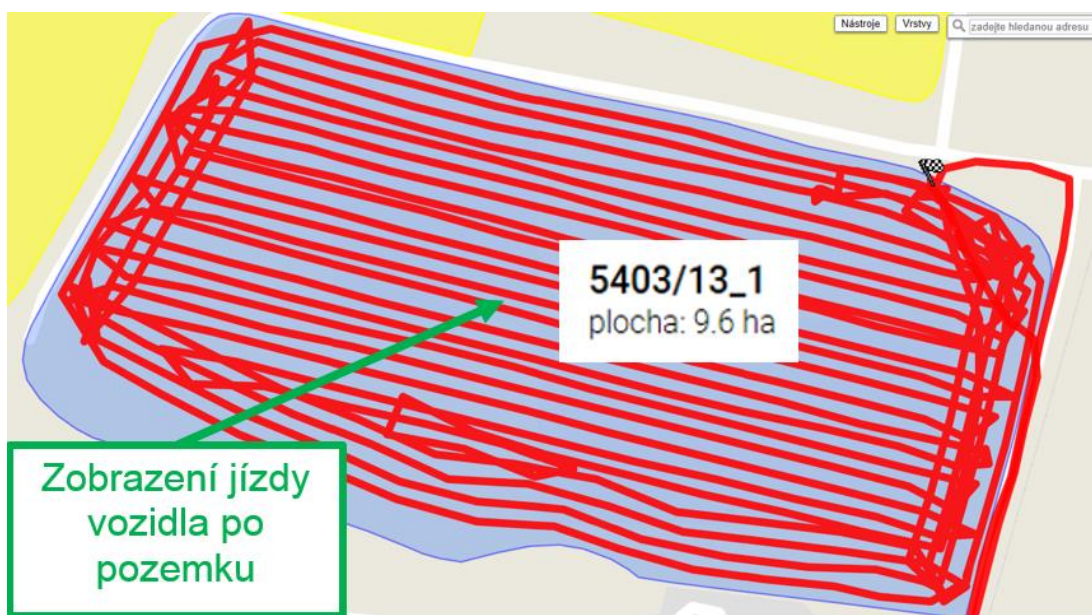
Pole mapy – toto hlavní zobrazovací pole slouží k zobrazení aktuální polohy vozidla, jeho rychlosti, informacím o půdních celcích, ...

Kniha jízd – toto informační pole slouží k zobrazení knihy jízd vozidla v daném období

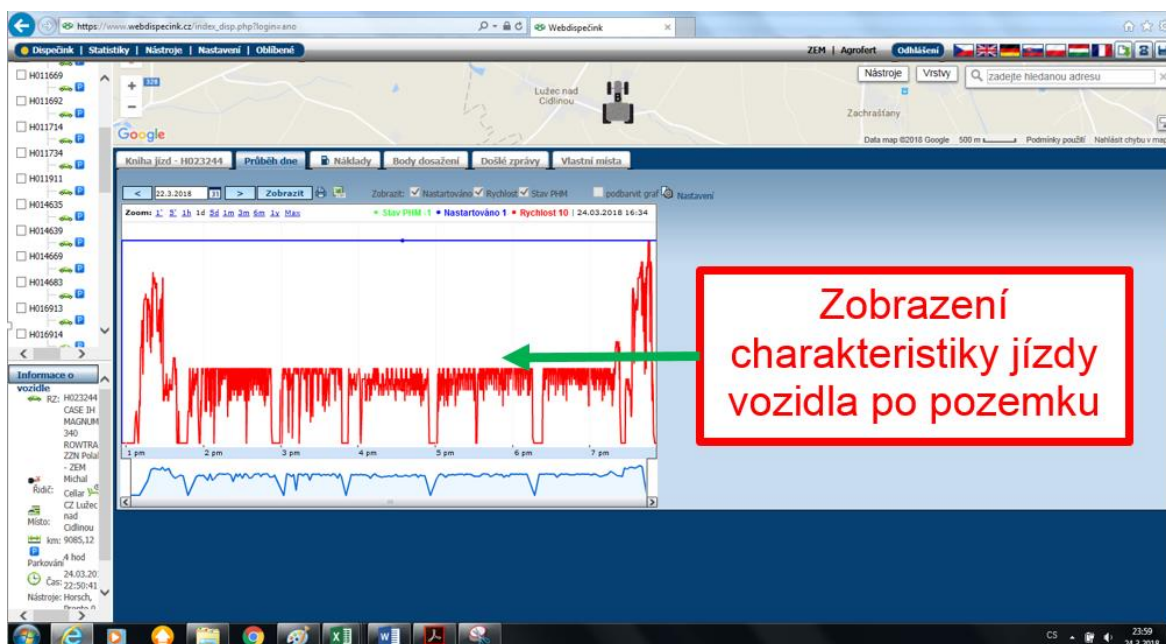
Pomocí zobrazení mapy s jízdni trasou vozidla lze kontrolovat, zda řidič využil ideální trasu pro přesun mezi pozemky. Dále je možné tuto trasu vzhledem k charakteru stroje a připojeného náradí efektivně naplánovat. Ze zobrazení jízdy vozidla po pozemku je možné zjistit, zda bylo efektivně využíváno připojené náradí ve smyslu překryvů a zda byly minimalizovány přejezdy po pozemku. Při detailním zobrazení je možno sledovat, jakým směrem byly jednotlivé jízdy po pozemku uskutečněny a jakou rychlostí.



Obr. 28: Zobrazení jízdní trasy vozidla, zdroj [3]



Obr. 29: Zobrazení jízdní trasy vozidla po pozemku, zdroj [3]



Obr. 30: Zobrazení charakteristiky jízdy vozidla, zdroj [3]

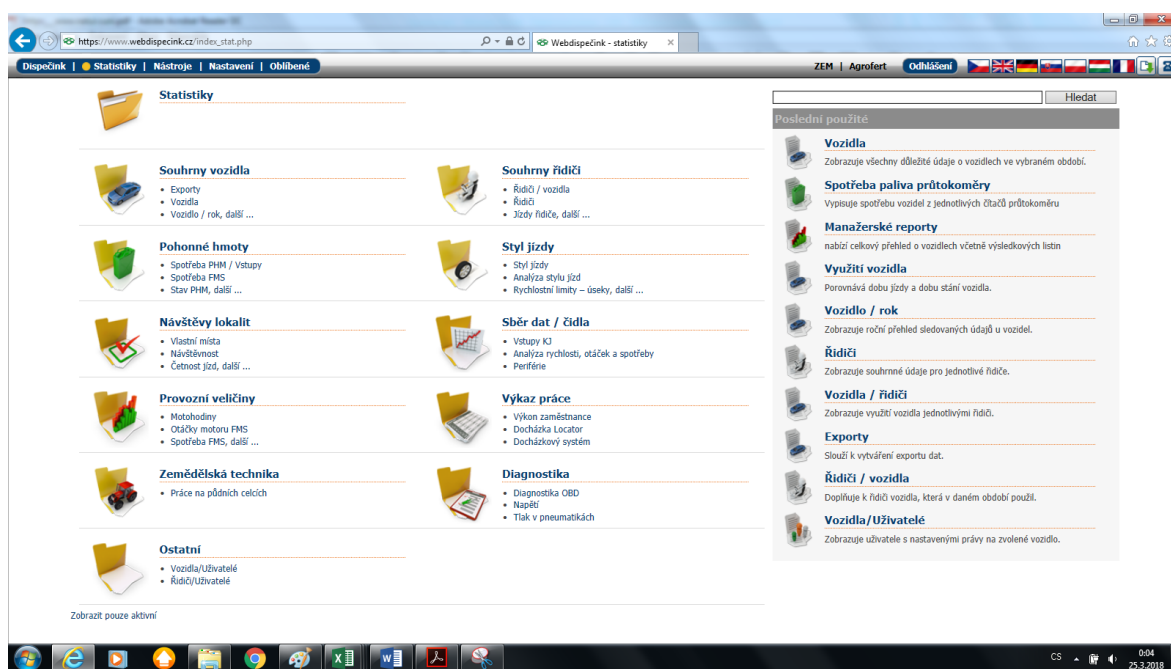
Elektronická kniha jízd je variantou papírové knihy jízd. Vytváří se automaticky na základě informací, které zasílá tzv. mobilní jednotka, která je namontovaná ve vozidle. Elektronická kniha nevyžaduje při její tvorbě účast pracovní síly. Je přesná, protože informace o projeté trase jsou získávány z GPS. Používání je pohodlné, stačí pouze počítač, mobilní telefon nebo tablet připojený k Internetu a internetový prohlížeč.

den	čas od	čas do	odkud - kam	km	doba jízdy	řidič	PHM (l)	spotřeba (l)	spotřeba (l/h)	Prostoj	Náklad
04.09. Po	12:13	19:31	CZ Lužec nad Cidlinou - CZ Zachrašťany	70,19	05:53:59		0,00	0,00	0,00	00:32:50	Horsch, Pronto 9 DC,
	12:13	12:37	CZ Lužec nad Cidlinou - CZ Lužec nad Cidlinou	0,28	00:23:27		0,00	0,00	0,00	00:16:48	Horsch, Pronto 9 DC,
	12:52	13:26	CZ Lužec nad Cidlinou - CZ Nepolisy	7,93	00:33:42		0,00	0,00	0,00	00:04:48	
	13:27	18:20	CZ Nepolisy - CZ Zachrašťany	61,55	04:53:29		0,00	0,00	0,00	00:11:14	
	19:28	19:31	CZ Zachrašťany - CZ Zachrašťany	0,43	00:03:21		0,00	0,00	0,00	00:00:00	
05.09. Út	06:12	17:51	CZ Zachrašťany - CZ Zachrašťany	107,74	08:42:14		0,00	0,00	0,00	00:29:48	
06.09. St	06:09	16:34	CZ Zachrašťany - CZ Lužec nad Cidlinou	77,84	08:22:56		0,00	0,00	0,00	01:24:03	
07.09. Čt	05:18	22:27	CZ Lužec nad Cidlinou - CZ Lužec nad Cidlinou	178,67	15:35:15		0,00	0,00	0,00	01:26:34	
08.09. Pá	05:10	18:09	CZ Lužec nad Cidlinou - CZ Lužec nad Cidlinou	147,63	12:01:33		0,00	0,00	0,00	00:51:30	
09.09. So	05:06	17:28	CZ Lužec nad Cidlinou - CZ Lužec nad Cidlinou	156,17	12:21:49		0,00	0,00	0,00	01:17:00	
11.09. Po	07:34	17:46	CZ Lužec nad Cidlinou - CZ Zachrašťany	86,87	07:38:35		0,00	0,00	0,00	00:33:55	
12.09. Út	06:25	17:31	CZ Zachrašťany - CZ Lužec nad Cidlinou	48,83	04:00:31		0,00	0,00	0,00	00:18:22	
13.09. St	06:08	14:25	CZ Lužec nad Cidlinou - CZ Uhlířské Janovice, Na Pile	11,97	02:11:04		0,00	0,00	0,00	00:46:31	
Služební:	59			885,91	76:47:56		0,00	0,00			
Soukromé:	0			0,00	00:00:00		0,00	0,00			
Celkem:	59			885,91	76:47:56		0,00	0,00	0,00	07:40:33	
Spotřeba l/100 km:								0,00			

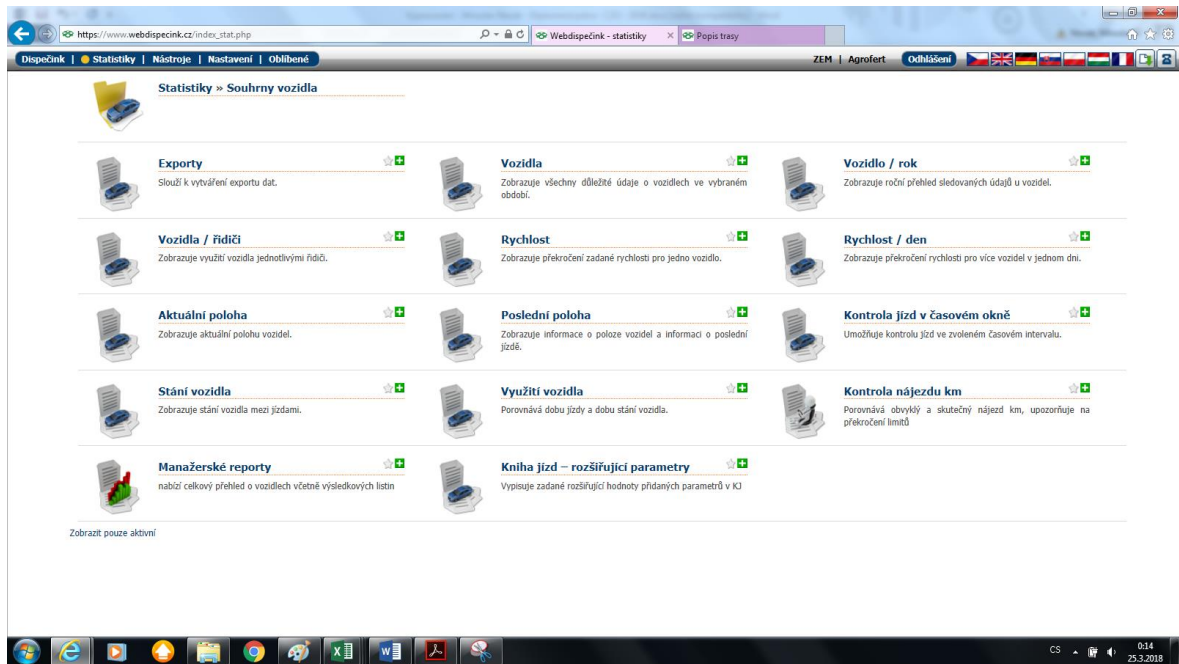
Obr. 31: Elektronická kniha jízd, zdroj [3]

Elektronická kniha jízd kromě běžných informací může obsahovat další údaje, například o čerpání a spotřebě pohonných hmot, o době stání s nastartovaným motorem, maximální rychlosti dosažené během jízdy, apod. Pomocí jednoduchého přepínače zabudovaného v automobilu lze v elektronické knize jízd jednoznačně rozlišit soukromé a služební jízdy. V případě potřeby je možno údaje editovat ať už v jednotlivých jízdách nebo hromadně. Celý proces zpracování lze rovněž zefektivnit zasláním elektronické knihy jízd ve vybraném formátu na zvolené emailové adresy.

Statistiky slouží k zobrazení a vyhodnocení dat, která byla pořízena z provozu vozidla za dané časové období. Jako nejčastěji používané informace jsou informace o využití vozidla, nebo o nájezdu kilometrů. Dále jsou využívány informace např. o výkonu a využití řidiče.



Obr. 32: Menu pro vytvoření statistik, zdroj [3]



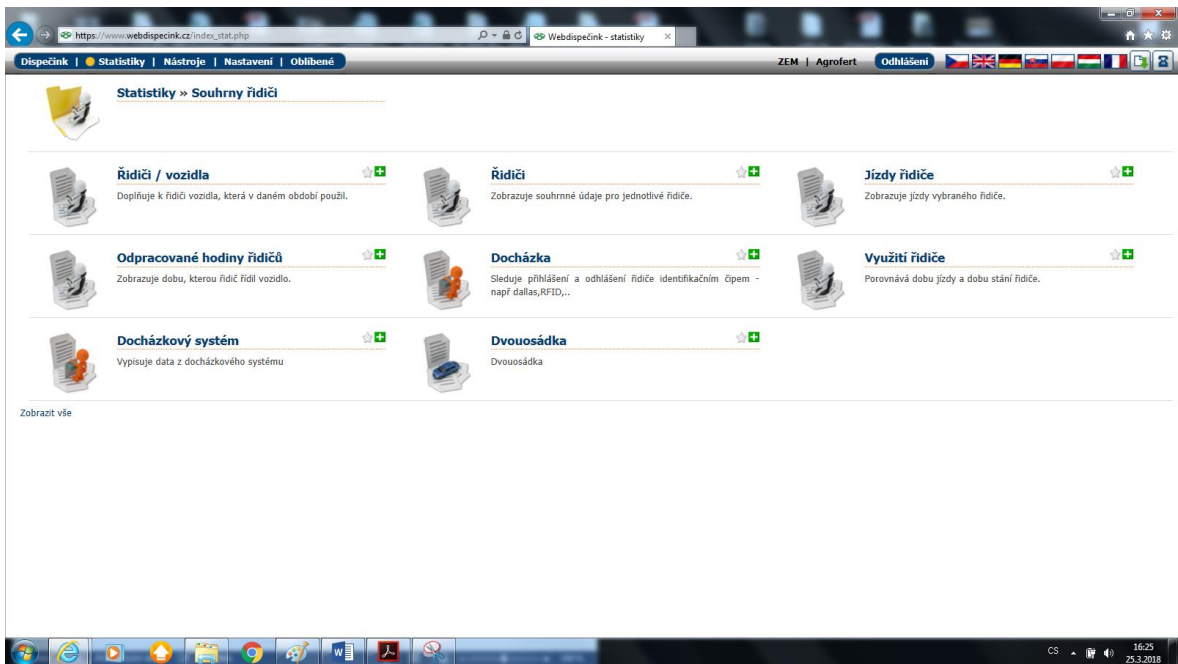
Obr. 33: Menu pro vytvoření souhrnu informací o vozidle, zdroj [3]

RZ	den	od	do	doba jízdy	doba stání	Doba celkem	Využití	Vzdálenost
H023244	04.09.	12:13	19:31	05:53:59	01:23:47	07:17:46	80,86 %	70,19
H023244	05.09.	06:12	17:51	08:42:14	02:56:31	11:38:45	74,74 %	107,74
H023244	06.09.	06:09	16:34	08:22:56	02:01:17	10:24:13	80,57 %	77,84
H023244	07.09.	05:18	22:27	15:35:15	01:33:22	17:08:37	90,92 %	178,67
H023244	08.09.	05:10	18:09	12:01:33	00:57:29	12:59:02	92,62 %	147,63
H023244	09.09.	05:06	17:28	12:21:49	00:00:00	12:21:49	100,00 %	156,17
H023244	11.09.	07:34	17:46	07:38:35	02:33:32	10:12:07	74,92 %	86,87
H023244	12.09.	06:25	17:31	04:00:31	07:05:13	11:05:44	36,13 %	48,83
H023244	13.09.	06:08	14:25	02:11:04	06:06:19	08:17:23	26,35 %	11,97
Celkem				76:47:56	24:37:30	101:25:26	75,72 %	885,91

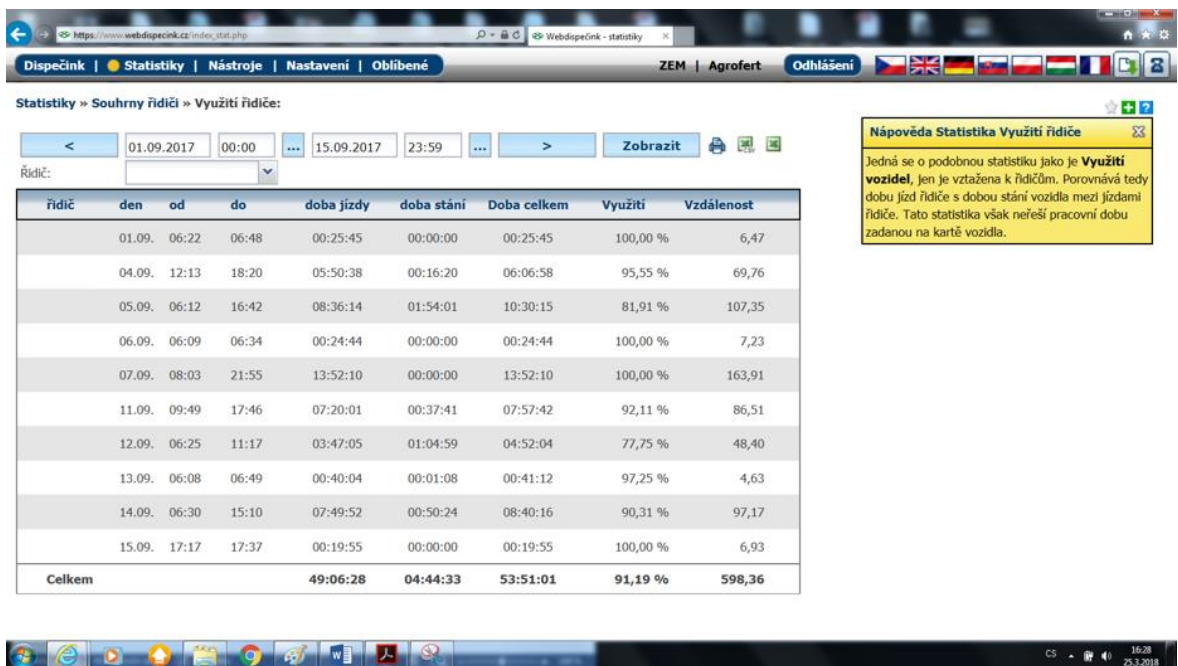
Nápověda Statistika Využití vozidla

Tato statistika umožňuje porovnat dobu jízdy vozidla s dobou stání mezi jízdami. Toto porovnání pak zobrazí i v procentuálním vyjádření. Přitom se počítají jenom služební jízdy, tedy začátek první služební a konec poslední služební jízdy v daný den. Pokud je u vozidla zadána i pracovní doba, pak bere za začátek dne začátek pracovní doby, pokud vozidlo vyjede později. Pokud vyjede dřív než je nastavena pracovní doba, pak se samozřejmě počítá začátek jízdy. Obdobně je také řešen konec pracovní doby, pokud končí poslední jízda po pracovní době. K dispozici jsou také údaje o ujeté vzdálenosti v km v jednotlivých dnech.

Obr. 34: Statistika využití vozidla, zdroj [3]



Obr. 35: Menu pro vytvoření souhrnu informací o řidičích, zdroj [3]



Obr. 36: Statistika využití řidiče, zdroj [3]

Statistiky » Výkaz práce » Výkon zaměstnance :

Řidič: 1.9.2017 00:00 - 15.9.2017 23:59

Nápověda Výkon zaměstnance
Zobrazuje podrobné informace o práci řidiče zemědělského stroje.

Den	Datum	Typ	Čas od	Čas do	Doba jízdy	Z toho v noci	Čas přejezdů	Obdělaná plocha [ha]	Spotřeba PHM [l]	Obdělávané plodiny celky (plodiny)	Použité vozidla/stroje	Použité nářadí
Pá	01.09.2017	P	06:22	06:48	0,43	0,00	00:25:13	0,00	0,00		H025861	
So	02.09.2017	V			0,00	0,00	00:00:00	0,00	0,00			
Ne	03.09.2017	V			0,00	0,00	00:00:00	0,00	0,00			
Po	04.09.2017	P	12:13	18:20	5,84	0,00	00:55:15	0,00	0,00	6203/5_1	H023244	
Út	05.09.2017	P	06:12	16:42	8,60	0,00	01:55:27	0,00	0,00	6203/5_1, 6101/10_1	H023244	
St	06.09.2017	P	06:09	06:34	0,41	0,00	00:24:01	0,00	0,00		H023244	
Čt	07.09.2017	P	08:03	21:55	13,87	0,00	01:55:35	0,00	0,00	9706/1_1, 9805/3_1, 0804/7_1, 0706/1_1, 1904/1_1	H023244	
Pá	08.09.2017	P			0,00	0,00	00:00:00	0,00	0,00			
So	09.09.2017	V			0,00	0,00	00:00:00	0,00	0,00			
Ne	10.09.2017	V			0,00	0,00	00:00:00	0,00	0,00			
Po	11.09.2017	P	09:49	17:46	7,33	0,00	01:48:20	0,00	0,00	5701/1_1, 5705/1_1, 3603/1_1	H023244	
Út	12.09.2017	P	06:25	11:17	3,78	0,00	01:17:47	0,00	0,00	6302/1_1	H023244	
St	13.09.2017	P	06:08	06:49	0,67	0,00	00:23:44	0,00	0,00	1802_1	H023244	
Čt	14.09.2017	P	06:30	15:10	7,83	0,00	01:57:25	0,00	206,50	5501/1_1, 5501/2_1, 9401/1_1	H018389	
Pá	15.09.2017	P	17:17	17:37	0,33	0,00	00:19:55	0,00	0,00		H018389	
Celkem					49,11	0,00						
Celkem víkendy					0,00	0,00						
Celkem svátky					0,00	0,00						
Celkem v noci (22:00-06:00)					0,00	0,00						

Typ: P - Pracovní den, V - Víkend, S - Svátek

Obr. 37: Statistika výkonu řidiče, zdroj [3]

★	Vozidlo	Řidič	Ujeté km	doba jízdy	Soukromé km	Služební km
	H014639		403,16	3580:20:00	0,00	403,16
	H025846		696,32	170:52:57	0,00	696,32
	H011669		464,42	172:24:47	0,00	464,42
	H023244		1790,13	156:57:02	0,00	1790,13
	H014683		812,49	92:28:32	0,00	812,49
	H023243		1090,72	129:59:30	0,00	1090,72
	H018386		159,45	18:01:59	0,00	159,45
	H022196		701,18	47:53:06	0,00	701,18
	H023195		432,74	46:25:18	0,00	432,74
	H018295		521,14	125:32:50	0,00	521,14
	Celkem		7071,75	4550:56:01	0,00	7071,75

Obr. 38: Manažerský report, zdroj [3]

5. Monitorovaná data, zpracování naměřených hodnot

Vzhledem ke struktuře strojů používaných v ZEM a.s., Lužec nad Cidlinou a jejich zastoupení byla pro vyhodnocení využití vybrána skupina traktorů o výkonu 101 až 200 kW. Tato skupina traktorů je využívána v dopravě, přípravě pozemků a sklizni. Jedná se o nejpočetnější a nejvyužívanější skupinu traktorů. Počet traktorů v této skupině byl na začátku sledovaného období 10 kusů.

Struktura těchto traktorů byla:

2 x JCB, Fastrac 3220 Plus

1 x New Holland, T7050

1 x New Holland, T6070

1 x New Holland, T7.210

1 x New Holland, T6020

2 x New Holland, T7.650

1 x John Deere, 7920

1 x John Deere, 7810

Vzhledem k této skutečnosti existuje největší šance na zvýšení efektivity a tím snížení provozních nákladů.

Jako sledované období pro využití traktorů bylo vybráno období duben – prosinec roku 2017.

Vstupní data (obr.39) použitá pro zpracování a vyhodnocení využití strojů byla vygenerována programem Webdispečink na základě získaných dat z mobilní jednotky Vetronics.

Pro získání informací o využití traktorů byly použity informace o počtu ujetých kilometrů, době jízdy a době stání pro jednotlivé traktory ve sledovaném období.

Stroj	Klíč ve stroji	Klíč	SPZ	Kategorie stroje	Řidič	Den	Ujeté kilometry	Doba jízdy (hod)	Doba stání (hod)	Doba stání (min)
New Holland, T 6070	1223-590-101	1223	H023184	Traktor 101 až 200 kW		6.8.2017	44,97	2,81	0,78	46,88
New Holland, T 6070	1223-590-101	1223	H023184	Traktor 101 až 200 kW		7.8.2017	0,43	0,38	0,22	15
New Holland, T 6070	1223-590-101	1223	H023184	Traktor 101 až 200 kW		18.8.2017	18,89	1,43	0,68	33,86
New Holland, T 6070	1223-590-101	1223	H023184	Traktor 101 až 200 kW		1.8.2017	48,68	3,26	1,11	88,86
New Holland, T 6070	1223-590-101	1223	H023184	Traktor 101 až 200 kW		6.8.2017	67,22	6,23	2,44	146,48
New Holland, T 6070	1223-590-101	1223	H023184	Traktor 101 až 200 kW		1.8.2017	17,21	0,98	0,39	17,68
New Holland, T 6070	1223-590-101	1223	H023184	Traktor 101 až 200 kW		2.8.2017	22,78	1,44	0,46	27
New Holland, T 6070	1223-590-101	1223	H023184	Traktor 101 až 200 kW		28.8.2017	1,14	0,18	0,08	6

Obr. 39: Vygenerovaná data

Pro vyhodnocení využití sledované skupiny traktorů jsem vybral metodu celkové efektivnosti zařízení OEE (Overall Equipment Effectiveness), která je ukazatelem efektivnosti zařízení a představuje účelnost a poměr mezi stanoveným cílem a následkem.

Principem této metody je vzorec:

OEE = Užitečný čas stroje / Disponibilní čas stroje

kde „Užitečný čas stroj představuje dobu, kdy je stroj skutečně v provozu, a „Disponibilní čas stroje je doba, kdy by měl být stroj v provozu (vztaženo k času směny).

Rozdíl mezi užitečným časem a disponibilním časem je dán mírou využití, výkonu a kvality.

Chceme-li dostat podrobnější data, použijeme k výpočtu OEE tyto tři ukazatele:

OEE = Dostupnost x Výkon x Kvalita x 100%

- „Dostupnost“ je poměrem mezi skutečným provozním časem a očekávaným provozním časem (vztaženým k době směny). Skutečným provozním časem je doba, kdy byl stroj v provozu. Očekávaným provozním časem je očekávaná doba provozu stroje.

Vyjádření dostupnosti:

Dostupnost = skutečná provozní doba / očekávaná doba provozu

- „Výkon“ je poměrem mezi čistým provozním časem a provozním časem. Čistým provozním časem je doba, kdy stroj prováděl danou operaci. Provozním časem je doba, kdy byl stroj v provozu na provedení dané operace.

Vyjádření výkonu:

Výkon = skutečná doba operace / skutečná doba na provedení operace

- „Kvalita“ je poměrem mezi skutečným provedeným objemem operace a předpokládaným objemem provedené operace. Skutečným provedeným objemem operace je celkový provedený objem operace. Předpokládaný objem provedené operace je daný teoretickým možným objemem operace.

Vyjádření kvality:

Kvalita = skutečný provedený objem operace / očekávaný objem operace

OEE slouží k redukci a eliminaci tzv. „6 velkých ztrát“ které omezují využití stroje.

Ztráty z prostoje stroje

- poruchy stroje
- seřizování a nastavování

Ztráty na výkonu stroje

- nečinnost a krátké přestávky
- redukce rychlosti stroje

Ztráty na kvalitě

- neshody a opravy činnosti stroje
- ztráty při rozběhu operace

Důležitou součástí pro výpočet OEE je kvalita vstupních dat a jejich sběru.

V případě použití mobilní jednotky Vetronics a programu Webdispečink jsou tato data zaznamenávána a zobrazována v reálném čase, a tudíž poskytují přesné informace pro vyhodnocení polohy stroje, o předpokládané době trvání operace a možném plánování dalších operací.

Jako pomocný parametr pro vyhodnocení využití sledované skupiny traktorů jsem vybral metodu OEE vztaženou ke kalendářnímu času (24 hodin/den, 7 dnů/týden, 365 dnů/rok).

Principem této metody je vzorec:

OEE = Užitečný čas stroje / Kalendářní čas

kde „Užitečný čas stroj představuje dobu, kdy je stroj skutečně v provozu, a „Disponibilní čas stroje je doba, kdy by měl být stroj v provozu (vztaženo k denní době - 24 hodin).

Rozdíl mezi užitečným časem a disponibilním časem je dán mírou využití, výkonu a kvality.

OEE = Dostupnost x Výkon x Kvalita x 100%

kde „Dostupnost“ je poměrem mezi skutečným provozním časem a očekávaným provozním časem (vztaženým k denní době).

„Výkon“ je poměrem mezi čistým provozním časem a provozním časem.

„Kvalita“ je poměrem mezi skutečným provedeným objemem operace a předpokládaným objemem provedené operace.

Parametr OEE 1

Tento parametr uvádí poměr mezi dobou provozu strojů a časem směny, kdy mohly být stroje v provozu. Pro výpočet parametru byla jako hodnota času směny použit čas 8 hodin (čas připadající na jednosměnný provoz – zákonné přestávky). Doba provozu stroje byla vypočtena součtem doby jízdy a stání stroje.

Parametr OEE 2

Tento parametr uvádí poměr mezi dobou jízdy strojů a dobou provozu.

Parametr OEE 3

Tento parametr uvádí poměr mezi dobou provozu strojů a denní dobou. Pro výpočet byla jako hodnota denní doby použit čas 24 hodin.

Parametr OEE 4

Tento parametr uvádí poměr mezi dobou jízdy strojů a denní dobou. Pro výpočet byla jako hodnota denní doby použit čas 24 hodin.

Monitorovaná data pro kategorii traktorů o výkonu 101 až 200 kW získaná z mobilních jednotek Vetronics byla vygenerovaná v každém ze sledovaných měsíců ve formátu programu EXCEL. Pro celkové vyhodnocení byla tato data zpracována ve formátu kontingenční tabulky a pro vizualizaci byla doplněna grafy.

Doba směny (hod)	Doba provozu (hod)	OEE 1 (doba provozu/doba směny)	OEE 2 (doba jízdy/doba provozu)	OEE 3 (doba provozu/denní doba)	OEE 4 (doba jízdy/denní doba)
8	3,37	42,13%	77,45%	14,04%	11,71%
8	0,6	7,50%	63,33%	2,50%	1,58%
8	1,99	24,88%	71,86%	8,29%	5,96%
8	4,36	54,50%	74,54%	18,17%	13,58%
8	7,67	95,88%	68,19%	31,96%	25,96%
8	1,27	15,88%	77,17%	5,29%	3,67%
8	1,89	23,63%	76,19%	7,88%	6,00%
8	0,26	3,25%	69,23%	1,08%	0,75%

Obr. 40: Vypočtené hodnoty parametru OEE

Výsledky jsou prezentovány v následující kapitole.

Dalšími informacemi získávaných z programu Webdispečink byly informace o využití jednotlivých traktorů ve vztahu k pracem na jednotlivých pozemcích (obr.42) a přiznaných hodinách jednotlivým pracovníkům (obr.41).

Práce	Klíč ve stroji	Přiznání klíče	Den	Kód řidiče	Hodiny	Množství	Vnitro
7100 SP-Řezačková sklizeň-Senažování, řezání slámy	101-892-3920	101-190	20.6.2017		7,5	0	28500
4020 SP-Nakladače-NE ZELENÁ-Ostatní práce	111-892-7875	101-960	28.6.2017		2	0	1000
7120 SP-Sečení pčin	101-890-1230	101-190	19.6.2017		6	0	7200
2060 SP-Doprava-ZELENÁ-Dovoz a odvoz z pole,odvoz hnoje na pole	101-890-1227	101-190	22.6.2017		4	0	2000
2050 SP-Doprava-NE ZELENÁ-Dovoz materiálu, převozy	101-890-1240	203-700	5.6.2017		7,5	0	9000
7120 SP-Sečení pčin	101-890-1230	101-290	26.6.2017		10,5	0	12600
4020 SP-Nakladače-NE ZELENÁ-Ostatní práce	101-892-7891	101-106	8.6.2017		2,5	0	1250
7070 SP-Nahrabování	101-890-1242	101-190	19.6.2017		11	0	13200

Obr. 41: Informace o přiznaných hodnotách

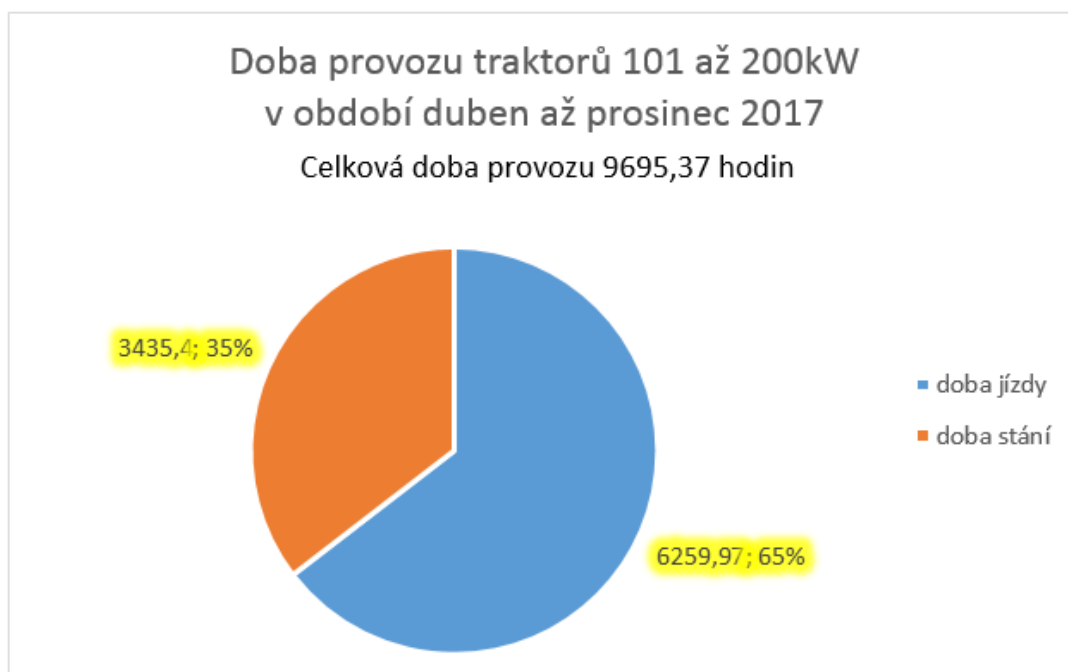
Stroj	Klíč ve stroji	Klíč	SPZ	Kategorie stroje	Našba	Kategorie našby	Parama	Nazvy parama	Vyměra parama	Podmna	Řeč	Den	Čas	Vyměra	Vyměra 1	Vyměra 2	Ujela kilometr	Kategorie práce	Kategorie operace
NEW HOLLAND, T7.850	1362-895-101	1362	H022242	Traktor 101 až 200 kW	Annaburger_HF 248.27	Oslama	68210	Vložkovatelná šlpylna	62,29	Bez plodiny		11.8.2017	0,06	0	0	0	0,056	Práce v dopravě	Manipulace, doprava
John Deere, 7920	1342-895-101	1342	H026891	Traktor 101 až 200 kW	Kuhn, Mergel Blau 300	Oslama	47014	Širokový ploše dopravníkový	12,69	Bez plodiny		27.8.2017	1,82	12,8097	16,1992	12,8097	16,1992	Širokový	Sečení
New Holland, T7.210	1322-895-101	1322	H020199	Traktor 101 až 200 kW	Kverneland, Tempo 312	Oslama	43048	Blatná, Posačka, šlpylna	22,23	Bez plodiny		22.8.2017	3,82	9,8962	9,8962	9,8962	22,808	Sečení pčin	Sečení
NEW HOLLAND, T7.850	1362-895-101	1362	H022242	Traktor 101 až 200 kW	Annaburger_HF 248.27	Oslama	68201	Černa velká	14,12	Bez plodiny		14.8.2017	0,09	0	0	0	0,109	Práce v dopravě	Manipulace, doprava
New Holland, T7.210	1322-895-101	1322	H020195	Traktor 101 až 200 kW			99541	Bozkovka	8,62	Bez plodiny		9.8.2017	0,11	0	0	0	0,200	Práce energetických strojů	Práce energetických strojů
JOE, Realtime S220 Plus	1245-895-101	1245	H018922	Traktor 101 až 200 kW			67111	Pod zabrány, Zábřehový	3,71	Bez plodiny		20.6.2017	0,62	0	0	0	0,394	Práce energetických strojů	Práce energetických strojů
NEW HOLLAND, T7.850	1362-895-101	1362	H022242	Traktor 101 až 200 kW	Annaburger_HF 248.27	Oslama						22.8.2017	0,44			0	0,666	Práce v dopravě	Manipulace, doprava
New Holland, T 8070	1328-895-101	1328	H022194	Traktor 101 až 200 kW								28.8.2017	1,19			0	16,82	Práce energetických strojů	Práce energetických strojů

Obr. 42: Informace o využití traktorů ve vztahu k jednotlivým pozemkům

Informace o přiznaných hodinách jednotlivých pracovníků a jejich vyhodnocení nebudou zahrnuty do výsledků práce.

6. Vyhodnocení získaných údajů, přínosy, výhody a nevýhody využívání monitoringu strojů v zemědělství

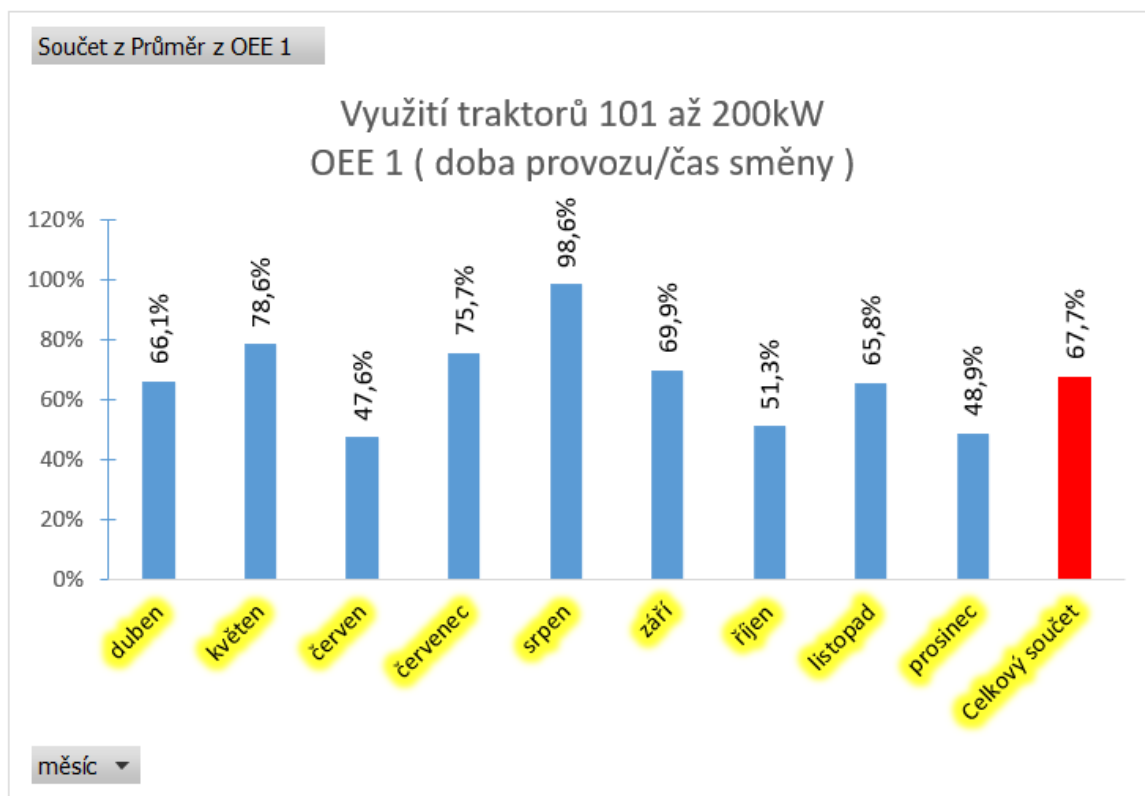
Ze získaných a seříděných dat ze služby Webdispečink jsem zjistil, že pro posuzovaná skupina traktorů 101 až 200kW měla ve sledovaném období duben až prosinec roku 2017 nájezd 77088,39 km. Nejvyšší měsíční nájezd byl pro tuto skupinu traktorů v měsíci srpen, kdy byla tato hodnota 20508,42 km, což představuje 26,6% z celkového nájezdu kilometrů ve sledovaném období. Zároveň jsem získal údaje o dobách jízdy a stání posuzované skupiny traktorů. Z těchto údajů jsem vypočetl celkovou dobu provozu traktorů (obr.43). Celková doba provozu traktorů byla 9695,37 hodin. Z čehož byla doba jízdy 6259,97 hodin, což představuje 65% doby provozu a doba stání 3435,40 hodin, což představuje 35% z celkové doby provozu u sledované skupiny traktorů ve sledovaném období. Největší část doby jízdy a stání byla v měsíci srpnu, kdy celková doba jízdy traktorů byla 1809,86 hodin, což představuje 28,91% z celkové doby jízdy ve sledovaném období a doba stání 635,42 hodin, což představuje 18,5% z celkové doby stání. Vypočtená doba provozu pro měsíc srpen byla 2445,28 hodin, což je 25,22% z celkové doby provozu ve sledovaném období. Dalšími měsíci s vysokou dobou provozu byly květen a červenec.



Obr. 43: Informace o době provozu traktorů

6.1. Vyhodnocení parametru OEE sledované skupiny traktorů

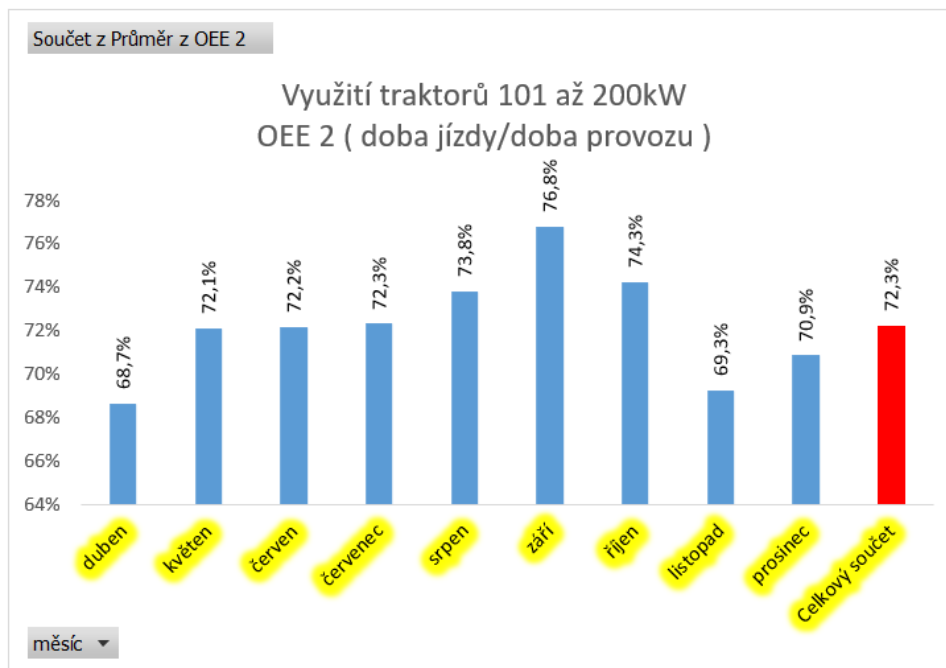
Z počítaného parametru OEE 1 (doba provozu/ čas směny) a jeho znázornění do grafu je patrné, že nejvyšší využití sledované skupiny traktorů je v měsíci srpnu (obr.44). Toto využití vztahované k času směny, která byla uvažována 8 hodin, činí 98,6%. Z objemu celkové doby využití 2445,28 hodin vyplývá, v porovnání s celkovou směnnou měsíční dobou (2480 hodin), že stroje byly využity i v přesčasových hodinách, nebo o víkendech. Toto vysoké využití bylo umožněno také za pomoci nasazení více řidičů na dané traktory. Dalšími měsíci s vysokým využitím byly květen a červenec. Celkové průměrné využití sledované skupiny traktorů v období duben až prosinec 2017 představovalo 67,7%.



Obr. 44: Využití traktorů (OEE 1)

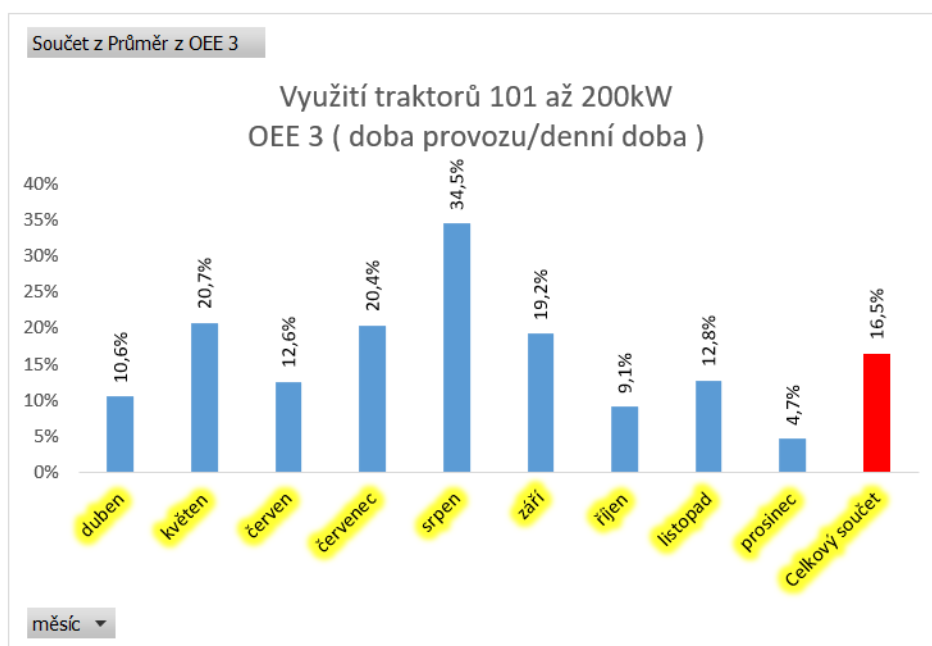
Parametr OEE 2 znázorňuje využití traktorů ve vztahu k poměru doby jízdy k době provozu (obr.45). Dle znázornění tohoto parametru bylo nejvyšší využití sledované skupiny traktorů v měsíci září. Celková doba provozu sledované skupiny traktorů byla v tomto měsíci 1246,43 hodin. Doba jízdy byla 954,95 hodin, což představuje

76,8% využití. Další nejvyšší využití připadá na měsíce srpen a říjen. Celkové průměrné využití traktorů bylo ve sledovaném období 72,3%.



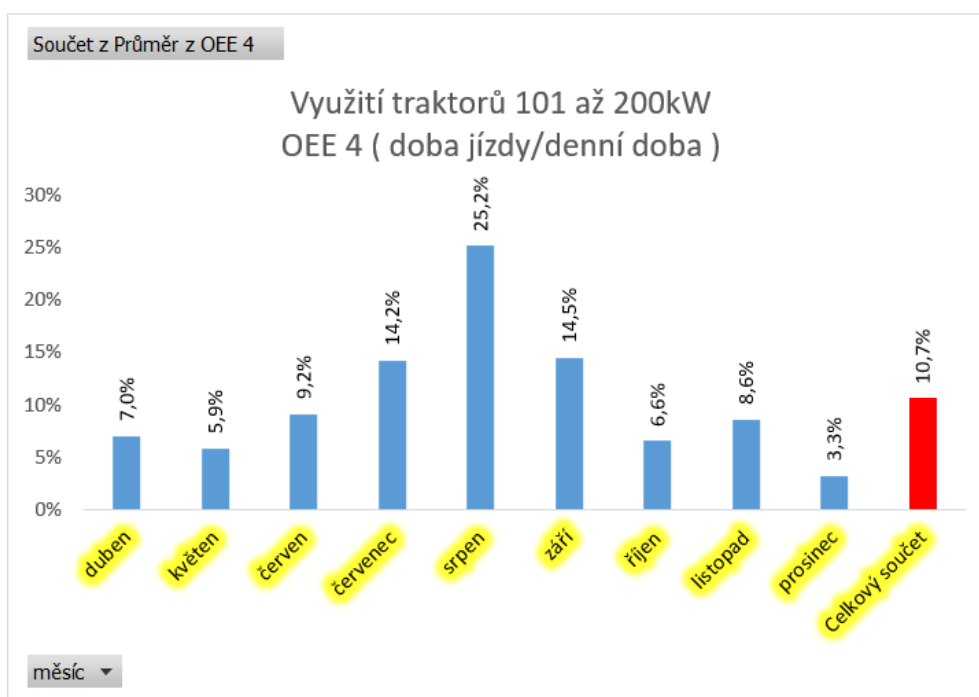
Obr. 45: Využití traktorů (OEE 2)

Sledovaný vedlejší parametr OEE 3 představuje využití sledované skupiny traktorů vzhledem k celkové denní době (24 hodin) (obr.46). Nejvyšší využití sledované skupiny traktorů bylo 34,5% v měsíci srpnu. Celkové využití pak bylo 16,5%.



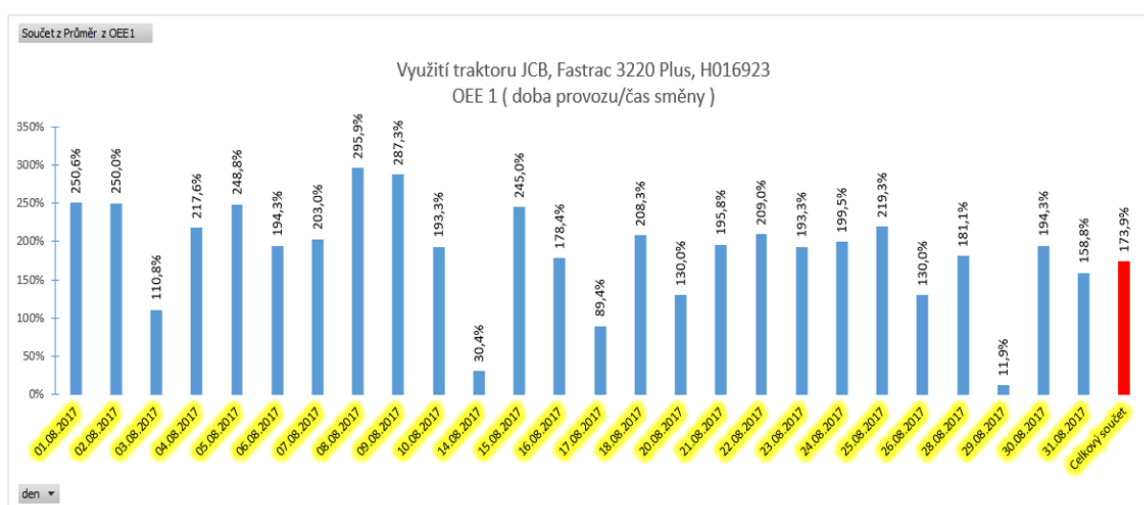
Obr. 46: Využití traktorů (OEE 3)

Taktéž sledovaný vedlejší parametr OEE 4 (obr.47) ukázal nejvyšší využití sledované skupiny traktorů v měsíci srpnu. To využití představovalo 25,2%. Celkové průměrné využití pak bylo 10,7%.



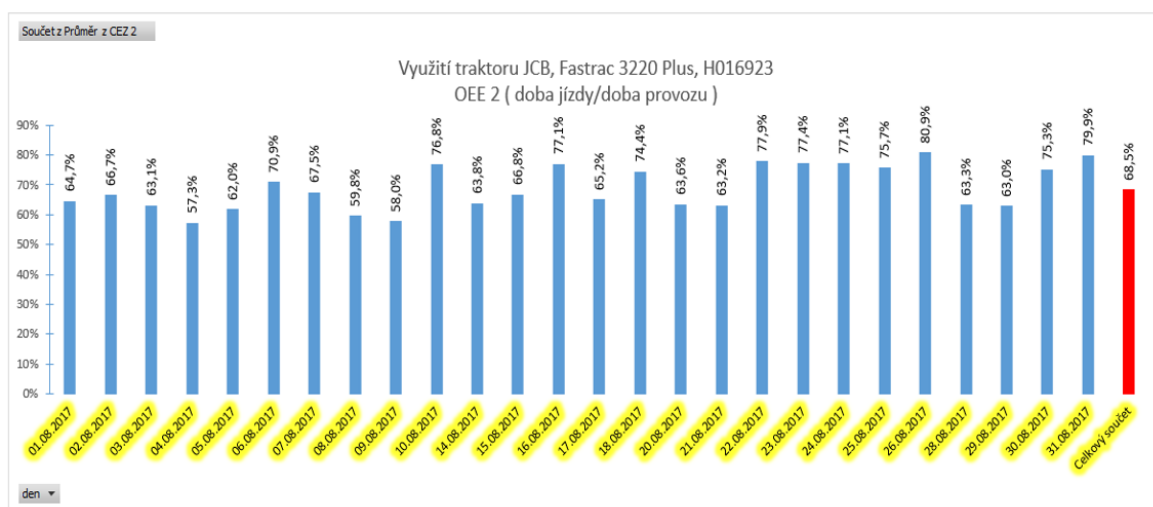
Obr. 47: Využití traktorů (OEE 4)

Následující dva grafy pak ukazují statistiku využití traktoru JCB, Fastrac 3220 Plus v měsíci srpnu, což byl nejvyužívanější traktor za celé sledované období. Graf parametru využití OEE 1 (obr.48) pro tento stroj ukazuje průměrné využití tohoto traktoru 175,9%. Toto vysoké využití bylo dáno nasazením traktoru pouze v dopravě a za pomoci několika řidičů.



Obr. 48: Využití traktoru JCB (OEE 1)

Graf parametru využití OEE 2 (obr.49) pro tento stroj ukazuje průměrné využití tohoto traktoru 68,5%.



Obr. 49: Využití traktoru JCB (OEE 2)

Přínosem zavedení monitorovacího systému strojů je sledování jejich aktuální polohy v reálném čase. Znalost aktuální polohy umožňuje přesnější naplánování následných operací. Tím je možno zkrátit doby přejezdů strojů mezi pozemky a snížit tak neproduktivní čas. Při předsetových operacích je za podmínek využití navigačních systémů sníženo překrytí záběrů strojů a tím zrychlení a zpřesnění těchto operací. Při seti je dosahováno rovnoměrnějšího pokrytí půdy osivem a je snižována spotřeba osiva zejména na souvratích nepravidelných pozemků. Taktéž je umožněno lepší načasování dopravních operací při sklizni, kdy je možno např. eliminovat zbytečné přejezdy dopravních prostředků po pozemcích při vykládání ze sklízecích mlátiček. Vykládání je umožňováno na souvratích pozemků, čímž je sníženo utužení půdy. Toto je také umožněno využíváním stejných kolejových řádků. Dále je možno využít shromážděných dat o poloze strojů na daném pozemku pro zajištění opakování jejich přejezdů i v dalších operacích, což např. při operaci kultivace půdy v porostu eliminuje riziko poškození rostlin. Totéž platí i pro operace aplikace průmyslových hnojiv a postřiků, kdy na základě zpracování výnosových map je možná cílená aplikace postřiků a průmyslového hnojiva. Také dochází ke snížení spotřeby postřiku, nebo průmyslového hnojiva na souvratích nepravidelných pozemků, kdy je v závislosti na již ošetřené ploše možno řídit sekce postřikovačů, nebo aplikátorů hnojiva. Monitorování strojů a automatický

sběr dat přispívá také ke snížení administrativní zátěže při následném zpracování těchto dat.

Nevýhodou zavedení monitorování strojů může být pořizovací cena, nebo cena za zakoupení licence pro RTK korekční signál. Toto je však vyváženo rychlou návratností v podobě zvýšení efektivity využití strojů a snížením nákladů na pohonné hmoty.

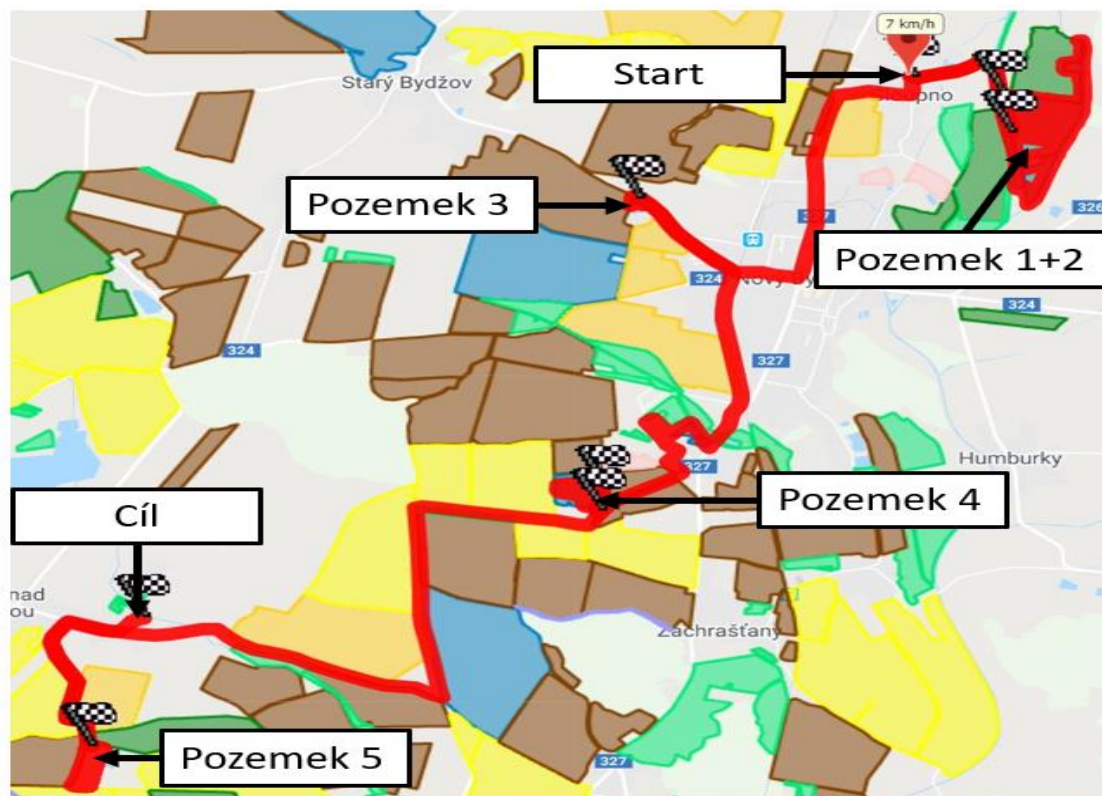
6.2. Vyhodnocení provozních ukazatelů

Pro vyhodnocení provozních ukazatelů jsem jako představitel vybral parametr „Výkonnost“ a „Spotřeba“. Pro toto vyhodnocení byl jako představitel sledované skupiny traktorů 101 až 200 kW vybrán traktor New Holland, T 7.210 , který je po většinu provozu používán jako univerzální nosič nářadí v polních pracích. Pro stanovení výkonosti jsem vybral pracovní operaci sečení pro kterou je tento traktor používán v agregaci s taženým diskovým žacíím strojem Kverneland Taarup 338 s prstovým kondicionérem. Pro účel tohoto vyhodnocení je počítáno s pracovním záběrem tohoto žacího stroje 3,3 metrů.

Pro určení ukazatelů byla vybrána operace sečení trvalých travních porostů za pomoci snímku pracovního dne 26.5.2017.

Pro jednotlivé sečené pozemky bylo provedeno měření spotřeby času a následně byla vygenerována z programu Webdispečink kniha jízd pro tento vybraný den. Pracovní směna traktoru začala v 6:29 hodin začátkem jízdy z výchozího bodu Sloupno přejezdem na první obdělávaný pozemek Přidánka. Tento začátek by i zaznamenán programem Webdispečink. Začátek práce na pozemku byl v 6:38 hodin. Posledním obdělávaným pozemkem byl pozemek Žabí lhotka. Práce na tomto pozemku byla ukončena ve 14:13 hodin. Poté následoval přejezd do cílového místa v Lužci nad Cidlinou. Pracovní směna stroje byla ukončena v 14:32 hodin odstavením traktoru. Celková doba směny byla tedy 7:38 hodin. Celkem bylo za den uskutečněno pět přejezdových jízd a byla provedena obdělání pěti pozemků. Pohyb sledovaného traktoru je znázorněn na obrázku 50. Vygenerovaná kniha jízd z programu Webdispečink je na obrázku 51. Následně

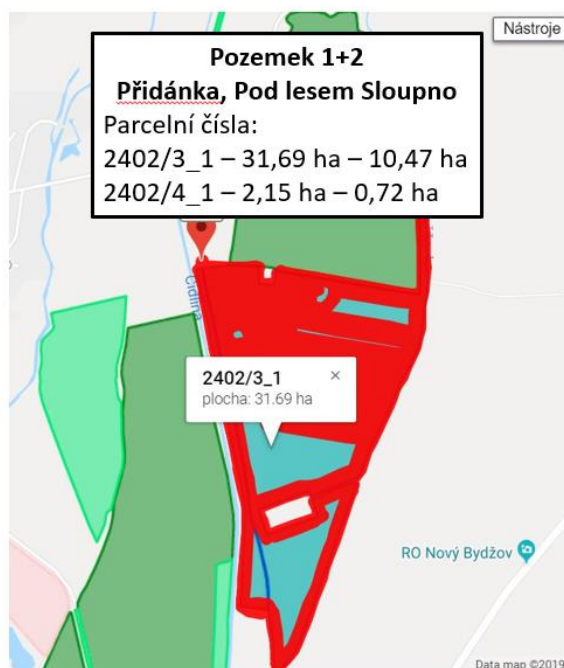
jsou na obrázcích 52 – 55 znázorněny obdělávané pozemky 1 – 5 ve sledovaném dni.



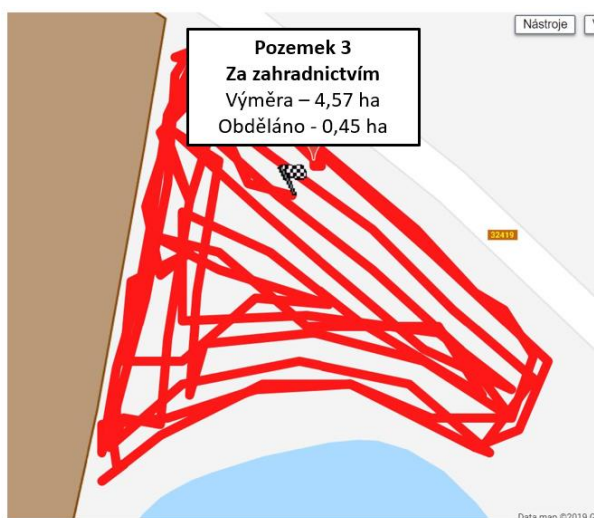
Obr. 50: Pohyb traktoru NH, T 7.210 dne 26.5.2017

Kniha jízd od 26.5.2017 00:00 do 26.5.2017 23:59												
Agrofert		Rok: 2017		Dne: 26.05.2017								
Vozidlo	H023195	Skupina	rootZZN Polabi/ZEM a.s./	Divize	T2:PT2	Sředisko	AF2016	Osobní číslo				
Typ	fremní	Druh		Tovární značka		New Holland						
Počáteční stav tachometru	2943.09	Počáteční stav PHM		Model vozidla		NH, T 7 210						
Konečný stav tachometru	3015.45	Konečný stav PHM		Normovaná spotřeba			0,00	Tolerovaná průměrná spo	0,00			
den	čas od	čas do	odkud - kam	km	doba jízdy	řidič	PHM (l)	spotřeba (l)	spotřeba (l/h)	Prostoj	Náradí	
26.05.	Pá	06:29	06:36	CZ Sloupno nad Cidlinou - CZ Sloupno nad Cidlinou	1,00	00:06:34		0,00	0,00	0,00	00:00:00	Kvermeland, Taarup 338
26.05.	Pá	06:38	10:31	CZ Sloupno nad Cidlinou - CZ Nový Bydžov	35,02	03:53:09		0,00	0,00	0,00	00:09:50	Kvermeland, Taarup 338
26.05.	Pá	10:36	10:43	CZ Nový Bydžov - CZ Sloupno nad Cidlinou	1,35	00:06:32		0,00	0,00	0,00	00:00:00	Kvermeland, Taarup 338
26.05.	Pá	11:08	11:18	CZ Sloupno nad Cidlinou - CZ Nový Bydžov, 32419	3,95	00:10:12		0,00	0,00	0,00	00:00:00	Kvermeland, Taarup 338
26.05.	Pá	11:20	11:39	CZ Nový Bydžov, 32419 - CZ Nový Bydžov, 32419	1,88	00:19:07		0,00	0,00	0,00	00:00:00	Kvermeland, Taarup 338
26.05.	Pá	11:41	11:59	CZ Nový Bydžov, 32419 - CZ Zábědov, Průmyslová	4,91	00:17:23		0,00	0,00	0,00	00:00:00	Kvermeland, Taarup 338
26.05.	Pá	12:00	12:36	CZ Zábědov, Průmyslová - CZ Zábědov	4,30	00:35:56		0,00	0,00	0,00	00:02:47	Kvermeland, Taarup 338
26.05.	Pá	12:37	12:55	CZ Zábědov - CZ Lužec nad Cidlinou	7,68	00:17:33		0,00	0,00	0,00	00:00:00	Kvermeland, Taarup 338
26.05.	Pá	12:57	14:13	CZ Lužec nad Cidlinou - CZ Lužec nad Cidlinou	10,24	01:16:49		0,00	0,00	0,00	00:02:42	Kvermeland, Taarup 338
26.05.	Pá	14:18	14:32	CZ Lužec nad Cidlinou - CZ Lužec nad Cidlinou	2,03	00:14:02		0,00	0,00	0,00	00:05:00	Kvermeland, Taarup 338
Služební:		10			72,36	07:17:17		0,00	0,00			
Soukromé:		0			0,00	00:00:00		0,00	0,00			
Celkem:		10			72,36	07:17:17		0,00	0,00	00:20:19		

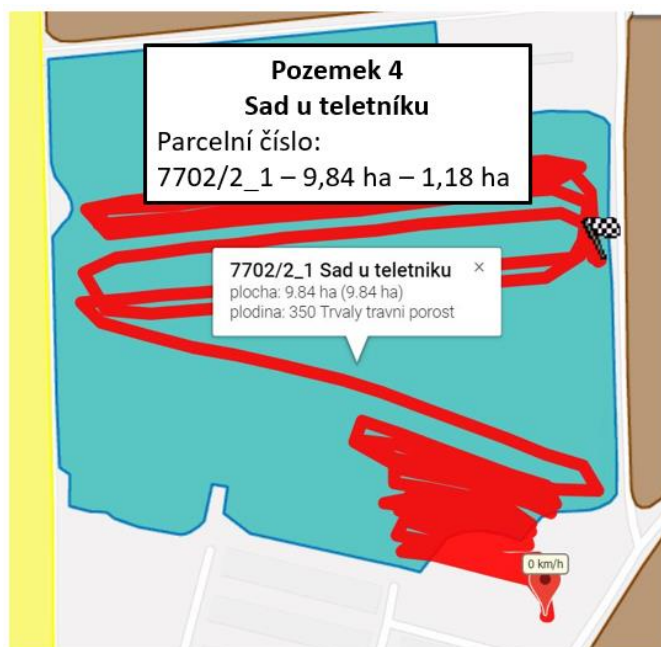
Obr. 51: Kniha jízd traktoru NH, T 7.210 dne 26.5.2017



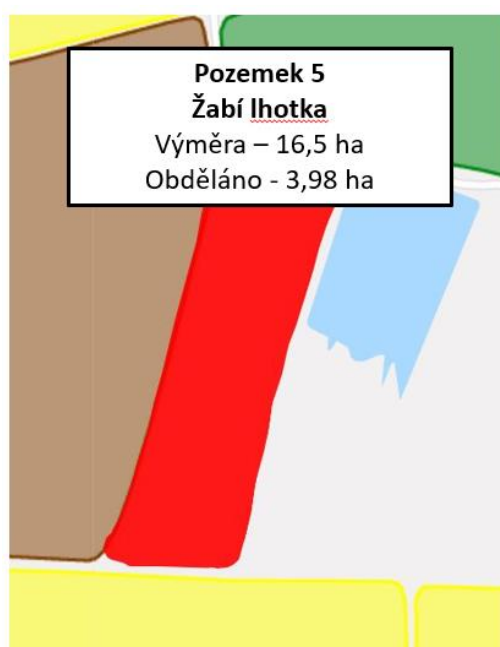
Obr. 52: obdělávaný pozemek 1 + 2



Obr. 53: obdělávaný pozemek 3



Obr. 54: obdělávaný pozemek 4



Obr. 55: obdělávaný pozemek 5

Na obrázku 56 je znázorněn popis doby provedených operací, obdělaná výměra a ujetá vzdálenost po jednotlivých pozemcích.

Název stroje	Klíč	SPZ	Kategorie	Připojený stroj	Číslo pozemku	Název pozemku	Výměra pozemku [ha]	Čas operace [hod]	Obdělaná výměra [ha]	Ujetá vzdálenost [km]
New Holland, T7.210	1232-890-101	H023195	Traktor 101 až 200 kW	Kvermeland, Taarup 338	2402/3	Přidávka, Poříseň Skopce	31,69	3,35	10,47	31,968
New Holland, T7.210	1232-890-101	H023195	Traktor 101 až 200 kW	Kvermeland, Taarup 338	2402/4	Přidávka, Poříseň Skopce	2,15	0,18	0,72	3,052
New Holland, T7.210	1232-890-101	H023195	Traktor 101 až 200 kW	Kvermeland, Taarup 338		Za zahradnictvím	4,57	0,19	0,45	1,88
New Holland, T7.210	1232-890-101	H023195	Traktor 101 až 200 kW	Kvermeland, Taarup 338	7702/2	Sad u teležníku	9,84	0,36	1,18	4,3
New Holland, T7.210	1232-890-101	H023195	Traktor 101 až 200 kW	Kvermeland, Taarup 338		Žabi hotka	16,5	1,17	3,98	10,24
Celkem							64,8	6,05	16,8	51,4

Obr. 56: tabulka doby, výměry a ujeté vzdálenosti po obdělaných pozemcích

Doba provozu stroje strávená při přejezdech z výchozího místa, přejezdech mezi jednotlivými pozemky a přejezdu do cílového místa byla 1:12 :16 hodin.

Doba prostojů zaznamenaná i poté vygenerovaná programem Webdispečink byla 20:19 minut.

Záznam doby jízdy a prací na jednotlivých pozemcích pro vyhodnocení v programu Webdispečink byl prováděn řidičem do ovládacího terminálu traktoru.

Výkonnost je definicí množství práce vykonané v předepsané kvalitě za určenou jednotku času. Nejčastěji jsou užívány časové úseky hodina, směna, den nebo rok. U zemědělských strojů s vyjadřuje v jednotkách hektar za hodinu, směnu, den nebo rok. Pro operace prováděné v dopravě sklizených plodin, hnojiv nebo materiálu je vyjádřena nejčastěji v jednotkách tun za hodinu, směnu, den nebo rok.

V praxi je používána výkonnost:

- **Teoretická:** výkonnost při maximálním využití záběru, teoretické rychlosti jízdy a plném využití času nasazení.
- **Technická:** výkonnost při technicky možném využití záběru, teoretické rychlosti jízdy a plném využití času nasazení.

- **Skutečná:** výkonnost při konkrétním využití záběru, rychlosti jízdy a plném využití času nasazení při konkrétních provozních podmínkách.

Výkonnost se stanoví ze složek jednotlivých časů potřebných na vykonání jednotlivých operací a časů na zajištění vykonání těchto operací.

Určení těchto časů je:

T1 – čas hlavní, tj. čas, kdy stroj aktivně vykonává činnost, pro kterou je určen (obdělávání půdy, sklizeň, doprava sklizených plodin, ...)

T2 – čas pomocný, tj. čas pravidelně se opakujících operací, které zajišťují chod stroje podle jeho určení (čas otáčení, čas přejezdů na pozemku, čas na nakládku/vykládku, čas na ostatní pomocné operace)

T3 – čas údržby, přípravu k práci, nastavení a seřízení stroje, tj. čas, kdy je prováděna plánovaná nebo neplánovaná údržba, kontrola, mazání, nebo doplnění pohonných hmot. Dále je do tohoto času zahrnuta doba přípravy a ukončení práce a čas nastavení stroje pro vykonávání práce.

T4 – čas na odstranění poruch, tj. čas k odstranění poruch (čas na odstranění technologických, technických, funkčních poruch)

T5 – čas prostojů způsobený obsluhou, tj. čas odpočinku, přirozené potřeby, přestávky na jídlo nebo porušení disciplíny

T6 – čas nepracovních přejezdů, tj. čas přejezdů z odstavných míst na pracoviště a zpět nebo čas přejezdů mezi jednotlivými pracovišti

T7 – čas ostatních prostojů, tj. čas, který je spojen se spojeným strojem (technická údržba pluhu, vleku, postřikovače, ...)

T8 – čas ostatních prostojů nesouvisícím se samotným strojem, tj. čas, který je daný nevhodnými meteorologickými podmínkami, špatnou organizací, ...

Ze složek času je možno stanovit součtově časy:

T02 – operativní čas, tzn. $T02 = T1 + T2$ [hod]

T04 – produktivní čas, tzn. $T04 = T02 + T3 + T4$ [hod]

T07 – provozní čas, tzn. $T07 = T04 + T5 + T6 + T7$ [hod]

T08 – provozní čas během směny, tzn. $T08 = T07 + T8$ [hod]

Výkonnost tedy můžeme rozdělit na:

- **Výkonnost efektivní:** jedná se výkonnost při maximálním technicky možném využití záběru stroje, jeho maximální možné dosažitelné rychlosti a při plném využití času nasazení, kdy neuvažujeme žádné ztráty. Jedná se tedy o maximálně dosažitelnou výkonnost.

$$hW1 = hWt \quad [\text{měr.j./h}]$$

$$hW1 = 0,1 \cdot Bp \cdot vp$$

kde:

Bp – technicky možný pracovní záběr soupravy [m]

$$Bp = Bk \cdot Kh \quad [m]$$

Bk – konstrukční záběr mobilní soupravy [m]

Kh – koeficient využití konstrukčního záběru

vp – technicky možná pracovní rychlost [km·h⁻¹]

$$vp = vt \cdot \left(1 - \frac{e}{100}\right) \quad [m \cdot s^{-1}]$$

vt – teoretická pracovní rychlost [m·s⁻¹]

e – prokluz [%]

- **Výkonnost operativní:** výkonnost teoretická s připočítáním nezbytně nutných ztrátových časů, které se projeví jako koeficient využití operativního času, kterým vynásobíme výkonnost teoretickou.

$$hW02 = hW1 \cdot \tau02 \quad [\text{měr.j./h}]$$

kde:

$hW02$ – výkonnost operativní

$\tau02$ – součinitel využití operativního času, který vyjadřuje schopnost soupravy manévrovat po pozemku

$$\tau02 = \frac{T1}{T02} \quad [-]$$

- **Výkonnost produktivní:** výkonnost teoretická s připočítáním dalších ztrátových časů, které se projeví jako koeficient využití produktivního času, kterým vynásobíme výkonnost teoretickou.

$$hW04 = hW1 \cdot \tau04 \quad [\text{měr.j./h}]$$

kde:

$hW04$ – výkonnost operativní

$\tau 04$ – součinitel využití produktivního času, který vyjadřuje využití soupravy při práci na pozemku

$$\tau04 = \frac{T1}{T04} \quad [-]$$

- **Výkonnost celková:** výkonnost teoretická s připočítáním všech ztrátových časů, které se projeví jako koeficient využití celkového času, kterým vynásobíme výkonnost teoretickou.

$$hW08 = hW1 \cdot \tau08 \quad [\text{měr.j./h}]$$

kde:

$hW08$ – výkonnost celková

$\tau 08$ – součinitel využití operativního času, který vyjadřuje využití celkového času za sledované období

$$\tau08 = \frac{T1}{T08} \quad [-]$$

Zdroj [15], [16]

Jako den měření byl vybrán den, kdy bylo naplánováno obdělávání, rozlohou i členěním, různých typů pozemků se stejným sečeným druhem porostu (trvalý travní porost). Jednalo se o pátek 26.5.2017, který byl naplánován jako poslední den práce v týdnu, v jehož celém průběhu probíhalo sečení a tudíž byl traktor stále agregován se stejným žacíím strojem Kverneland Taarup 338. Na tento den bylo také předpovězeny stálé podnební podmínky.

Metoda měření času:

po vyjetí soupravy z výchozího stanoviště byl zahájen odpočet času přejezdu soupravy na stanoviště na stopkách. Zároveň řidič traktoru aktivoval na palubní

řídící jednotce traktoru čas jízdy. Po přijetí soupravy na první obdělávaný pozemek bylo na stopkách zastaveno odpočítávání času jízdy a zároveň byl na palubní jednotce traktoru deaktivován čas jízdy. Poté následoval krátký přejezd soupravy na místo, kde mohla být provedena příprava žacího stroje na vykonávanou práci. Čas tohoto přejezdu nebyl zaznamenán do palubní jednotky traktoru. Před zahájením přípravy žacího stroje byl aktivován v palubní jednotce čas výkonu práce. Pro měření hlavního a pomocného času byly použity dvoje stopky. Po následném rozjetí soupravy byl na souvrati spuštěn žací stroj a současně byl na stopkách aktivován odpočet hlavního času. Tento odpočet byl aktivován po celou dobu jízdy se spuštěným žacím strojem. Při prvním zvednutí žacího stroje bylo na stopkách zastaveno odpočítávání hlavního času a zároveň byl aktivován odpočet času vedlejšího nutného k otočení soupravy na stopkách druhých. Tento odpočet byl ukončen při opětovném spuštění žacího stroje na zem. Odpočty jednotlivých časů začaly a skončily vždy zadáním pokynu na voliči hydrauliky traktoru.

Takto měření probíhalo až do ukončení práce na daném pozemku. Toto ukončení proběhlo v době příjezdu soupravy do výchozího místa na pozemku, kde byla provedena příprava žacího stroje na přejezd. Po ukončení této přípravy by na palubní jednotce ukončen čas práce. Po opětovném rozjetí soupravy řidič aktivoval na palubní jednotce čas přejezdu a zároveň byl a zahájen odpočet času přejezdu na stopkách.

Stejný postup měření času probíhal na dalších obdělávaných pozemcích a přejezdech mezi nimi a do cílového místa odstavení traktoru.

Při vykonávání sečení na pozemku byla vždy používána satelitní navigace pro udržení směru jízdy soupravy a pro minimalizaci překrytí v režimu souvrať a identická křivka.

Výsledky časových snímků pro jednotlivé obdělané pozemky jsou na obrázcích 57 – 60.

Výsledky vypočtených hodnot „Výkonosti“ pro jednotlivé obdělávané pozemky jsou prezentovány na obrázku 61.

Pracovní operace:	Sečení trvalých travních porostů	
Sledovaná souprava:	New Holland, T 7.210 + Kverneland Taarup 338	
Místo měření:	26.5.2017 Přidánka, Pod lesem Sloupno	
Podmínky měření:	Trvalý travní poporost, obděláná výměra 11,19 ha	
Označení časů	Popis časů	Čas [hod]
T1	Čas hlavní	3:01:10
T2	Čas pomocný	0:36:24
T02	Operativní čas	3:37:34
T3	Čas údržby	0:09:50
T4	Čas na odstranění poruch	0:05:45
T04	Produktivní čas	3:53:09
T5	Čas způsobený obsluhou	0:00:00
T6	Čas nepracovních přejezdů	0:00:00
T7	Čas ostatních prostojů	0:00:00
T07	Provozní čas	3:53:09
T8	Čas ostatních prostojů	0:00:00
T08	Provozní čas na pozemku	3:53:09
Ostatní údaje	Popis údajů	
Ujetá vzdálenost [km]	Ujetá vzdálenost po pozemku	35,02
Průměrná rychlost [km/hod]	Průměrná rychlost pohybu na pozemku	10,07
Spotřeba PHM za čas hlavní [l]	Spotřeba PHM za čas hlavní	64,52
Spotřeba PHM za čas pomocný [l]	Spotřeba PHM za čas pomocný	4,86

Obr. 57: Časový snímek dne 26.5.2017 pro pozemek 1+2

Pracovní operace:	Sečení trvalých travních porostů	
Sledovaná souprava:	New Holland, T 7.210 + Kverneland Taarup 338	
Místo měření:	26.5.2017 Za zahradnictvím	
Podmínky měření:	Trvalý travní porost, obdělávaná výměra 0,45 ha	
Označení časů	Popis časů	Čas [hod]
T1	Čas hlavní	0:15:38
T2	Čas pomocný	0:01:31
T02	Operativní čas	0:17:07
T3	Čas údržby	0:02:00
T4	Čas na odstranění poruch	0:00:00
T04	Produktivní čas	0:19:07
T5	Čas způsobený obsluhou	0:00:00
T6	Čas nepracovních přejezdů	0:00:00
T7	Čas ostatních prostojů	0:00:00
T07	Provozní čas	0:19:07
T8	Čas ostatních prostojů	0:00:00
T08	Provozní čas na pozemku	0:19:07
Ostatní údaje	Popis údajů	
Ujetá vzdálenost [km]	Ujetá vzdálenost po pozemku	1,88
Průměrná rychlost [km/hod]	Průměrná rychlost pohybu na pozemku	9,1
Spotřeba PHM za čas hlavní [l]	Spotřeba PHM za čas hlavní	2,43
Spotřeba PHM za čas pomocný [l]	Spotřeba PHM za čas pomocný	0,36

Obr. 58: Časový snímek dne 26.5.2017 pro pozemek 3

Pracovní operace:	Sečení trvalých travních porostů	
Sledovaná souprava:	New Holland, T 7.210 + Kverneland Taarup 338	
Místo měření:	26.5.2017 Sad u teletníku	
Podmínky měření:	Trvalý travní poporost, obděláaná výměra 1,18 ha	
Označení časů	Popis časů	Čas [hod]
T1	Čas hlavní	0:30:24
T2	Čas pomocný	0:02:45
T02	Operativní čas	0:33:09
T3	Čas údržby	0:00:00
T4	Čas na odstranění poruch	0:02:47
T04	Produktivní čas	0:35:58
T5	Čas způsobený obsluhou	0:00:00
T6	Čas nepracovních přejezdů	0:00:00
T7	Čas ostatních prostojů	0:00:00
T07	Provozní čas	0:35:58
T8	Čas ostatních prostojů	0:00:00
T08	Provozní čas na pozemku	0:35:58
Ostatní údaje	Popis údajů	
Ujetá vzdálenost [km]	Ujetá vzdálenost po pozemku	4,3
Průměrná rychlost [km/hod]	Průměrná rychlost pohybu na pozemku	10,81
Spotřeba PHM za čas hlavní [l]	Spotřeba PHM za čas hlavní	6,73
Spotřeba PHM za čas pomocný [l]	Spotřeba PHM za čas pomocný	0,59

Obr. 59: Časový snímek dne 26.5.2017 pro pozemek 4

Pracovní operace:	Sečení trvalých travních porostů	
Sledovaná souprava:	New Holland, T 7.210 + Kverneland Taarup 338	
Místo měření:	26.5.2017 Žabí lhotka	
Podmínky měření:	Trvalý travní porost, obdělaná výměra 3,98 ha	
Označení časů	Popis časů	Čas [hod]
T1	Čas hlavní	1:03:23
T2	Čas pomocný	0:08:44
T02	Operativní čas	1:12:07
T3	Čas údržby	0:02:00
T4	Čas na odstranění poruch	0:02:42
T04	Produktivní čas	1:16:49
T5	Čas způsobený obsluhou	0:00:00
T6	Čas nepracovních přejezdů	0:00:00
T7	Čas ostatních prostojů	0:00:00
T07	Provozní čas	1:16:49
T8	Čas ostatních prostojů	0:00:00
T08	Provozní čas na pozemku	1:16:49
Ostatní údaje	Popis údajů	
Ujetá vzdálenost [km]	Ujetá vzdálenost po pozemku	10,24
Průměrná rychlost [km/hod]	Průměrná rychlost pohybu na pozemku	10,76
Spotřeba PHM za čas hlavní [l]	Spotřeba PHM za čas hlavní	22,83
Spotřeba PHM za čas pomocný [l]	Spotřeba PHM za čas pomocný	1,85

Obr. 60: Časový snímek dne 26.5.2017 pro pozemek 5

Spotřeba je spotřebované množství pohonných hmot v daném pracovním dni a pro dané pracovní operace.

- **Efektivní spotřeba** – množství paliva spotřebovaného na jednotku plochy bez vedlejších operací. Vypočte se jako podíl spotřebovaného paliva a obdělané plochy.

$$Q_{ha,e} = \frac{Q_{celk.} - Q_{ot.}}{S} \quad [l.ha^{-1}]$$

kde:

$Q_{celk.}$ - množství spotřebovaného paliva za dobu operace [l]

$Q_{ot.}$ - množství spotřebovaného paliva při otáčení [l]

S – obdělaná plocha [ha]

- **Operativní spotřeba** – množství paliva spotřebovaného na jednotku plochy i se zahrnutím vedlejších operací (otáčení). Vypočte se jako podíl spotřebovaného paliva a obdělané plochy.

$$Q_{ha,o} = \frac{Q_{celk.}}{S} \quad [l.ha^{-1}]$$

kde:

$Q_{celk.}$ - množství spotřebovaného paliva za dobu operace [l]

S – obdělaná plocha [ha]

- **Hodinová spotřeba** – množství paliva spotřebovaného za jednotku času i se zahrnutím vedlejších operací (otáčení). Vypočte se jako podíl spotřebovaného paliva operativního času.

$$Q_{h,o} = \frac{Q_{celk.}}{T_{02}} \quad [l.ha^{-1}]$$

kde:

$Q_{celk.}$ - množství spotřebovaného paliva za dobu operace [l]

T_{02} – operativní čas [h]

zdroj [15], [16]

Metoda měření spotřeby:

pro účel měření spotřeby byly použity údaje o stavu paliva v nádrži monitorované a zaznamenávané palubním počítačem traktoru. Na začátku směny bylo doplněné palivo do nádrže do úrovně víčka nádrže. V průběhu pracovní směny pak byly úbytky odečítány z palubního počítače traktoru. Po skončení pracovní směny bylo pro kontrolu spotřebovaného množství opět palivo dotankováno na původní stav (do úrovně víčka nádrže).

Výsledky vypočtených hodnot „Spotřeby“ pro jednotlivé obdělávané pozemky jsou prezentovány na obrázku 61.

Pracovní operace:	Sečení trvalých travních porostů					
Sledovaná souprava:	New Holland, T 7.210 + Kverneland Taarup 338					
Místo měření:	26.05.2017					
Podmínky měření:	Trvalý travní porost, obdělávaná výměra 16,8 ha					
	Výkonnost			Spotřeba		
Pozemek	Efektivní hW1 [ha/h]	Operativní hW02 [ha/h]	Produktivní hW04 [ha/h]	Efektivní Q ha,e [l/ha]	Operativní Q ha,o [l/ha]	Hodinová Q h,o [l/ha]
Přidánka, Pod lesem Sloupno	3,72	3,32	3,03	5,77	6,2	19,13
Za zahradnictvím	1,76	1,58	1,43	5,4	6,2	9,79
Sad u teletníku	2,34	2,13	1,99	5,7	6,2	13,25
Žabí lhotka	3,79	3,17	3,13	5,74	6,2	20,57
	Celková denní výkonnost hW08 [ha/h]			Celková denní spotřeba [l]		
	1,84			134,34		

Obr. 61: Vypočtené hodnoty „Výkonnosti“ a „Spotřeby“ dne 26.5.2017

7. Závěr – shrnutí práce

Dle výsledků ze zpracování dostupných dat z mobilních jednotek Vetronics je patrné, že celkové průměrné využití sledované skupiny traktorů 101 až 200kW ve vyhodnocovaném období duben až prosinec roku 2017 pro parametr OEE 1 (doba provozu/denní doba) je 67,7%. Pro parametr OEE 2 (doba jízdy/doba provozu) je celkové průměrné využití sledovaných traktorů 72,3%. Měsíce, ve kterých byly traktory nejvíce využity z hlediska parametru OEE 1 jsou červenec, srpen a září. Nejvyšší průměrné využití bylo v měsíci srpnu, a to 98,6%. Taktéž průměrné využití v měsíci květnu je vysoké - 78,6%, což odpovídá období první sklizně píce. Měsíce, ve kterých byly traktory nejvíce využity z hlediska parametru OEE 2 jsou srpen, září, říjen. Nejvyšší využití bylo v měsíci září, a to 76,8%, což odpovídá období sklizně kukuřice.

Nejvyšší průměrné využití měl traktor JCB, Fastrac 3220 Plus. Jeho využití v měsíci červenci bylo pro parametr OEE 1 - 173,9% a pro parametr OEE 2 - 68,5%. Toto využití bylo zajištěno nasazením traktoru v dopravě a za pomoci několika řidičů. K vysokému využití také přispělo nasazení ve sklizňové lince spolu s překládacím vozem, což značně snížilo dobu naložení a tím snížilo prostoje při této operaci.

Celkové vysoké využití této skupiny traktorů je dáno převážným nasazením v dopravě. Rozložení využití v jednotlivých měsících plně odpovídá agrotechnickým lhůtám a roční době.

Pro posuzovaný pracovní den 26.5.2017, kdy byl vybraný traktor New Holland, T 7.210 nasazen celou pracovní směnu, která trvala 7:38 hodin, v agregaci s taženým žacíím strojem Kverneland TAARUP 338 byly zpracovány časové snímky pro jednotlivé obdělávané pozemky. Informace z těchto časových snímků pak byly použity pro vyhodnocení parametru „Výkonnost“ a „Spotřeba“. Za tento monitorovaný den bylo celkem obděláno 5 pozemků (pozemek 1 a 2 byl vyhodnocen jako celek) a bylo uskutečněno celkem 5 přejezdů.

Dle záznamů z měření a informací z palubního počítače bylo za pracovní směnu traktoru obděláno 16,8 hektarů celkem za produktivní čas 6:05:01 hodin. Z tohoto času bylo 4:50:33 hodin času hlavního, kdy souprava vykonávala operaci sečení

a 0:49:24 hodin času pomocného, kdy bylo vykonáváno otáčení mezi jednotlivými záběry. Zbytek produktivního času 0:25:04 hodin připadá na údržbu a odstranění poruch během provozu. Za tuto pracovní směnu bylo také zaznamenáno 0:20:19 hodin prostojů. Na obdělání pozemků bylo celkově spotřebováno 104,17 litrů motorové nafty. Doba přejezdů mezi pozemky byla 1:12:16 hodin. Za tuto dobu bylo ujeté 17,54 kilometrů s průměrnou rychlostí 17,27 km/h. Na přejezdy bylo spotřebováno 26,4 litrů motorové nafty.

Celková spotřeba motorové nafty dle záznamu z palubního počítače za pracovní směnu traktoru/soupravy byla 135,8 litrů. V této hodnotě spotřeby ve zahrnutá spotřeba 5,2 litrů za dobu prostojů, kdy byl motor traktoru také nastartován.

Celkově bylo na konci pracovní směny dotankováno 134,34 litrů, což představuje o 1,1 % nižší spotřebu než byla dle záznamů z palubního počítače.

Z výpočtu parametru „Výkonnost“ je patrné, že nejvyšší Operativní výkonnost 3,79 [ha/h] byla na pozemku Žabí lhotka. Dle topologie pozemku se jedná o pravouhlý nečlenitý pozemek, kde bylo realizováno minimální počet otáčení mezi jednotlivými záběry. Na tomto pozemku byla také nejvyšší Produktivní výkonnost 3,13 [ha/h]. Nejvyšší Operativní výkonnost pak byla na pozemku Přidánka a to 3,32 [ha/h].

Z hlediska vyhodnocení parametru „Spotřeba“ je patrné, že nejlepších výsledků - Efektivní spotřeba 5,4 [l/ha], Operativní spotřeba 6,2 [l/ha], a Hodinová spotřeba 9,97 [l/ha] bylo dosaženo na pozemku Za zahradnictvím. Toto však bylo způsobeno nejnižším objemem sečené plodiny.

Zavedení systému sledování a navádění vozidel také přispělo ke snížení spotřeby pohonných hmot, která činila v roce 2017 - 501760 litrů, což představuje úsporu c. 9,3% oproti roku 2016.

Při zpracování této práce jsem se setkal s velmi ochotnými lidmi, kteří mně byli, v rámci svých znalostí a kompetencí, schopni poskytnout potřebné informace pro vypracování této práce. Taktéž jsem měl možnost poznat aplikaci průmyslového inženýrství v oboru zemědělství a možnost přínosu pro toto odvětví.

Seznam použité literatury

- [1] HRDINA, Z., PÁNEK, P., VEJRAŽKA, F.: Rádiové určování polohy : Družicový systém GPS, 1. vyd. České vysoké učení technické Praha, 1995, 259 s.
- [2] STEINER I., ČERNÝ J.: GPS od A do Z. eNav, s.r.o. Praha, 2013
- [3] Internetová aplikace Webdispečink, dostupné z WWW: <https://www.webdispecink.cz/>
- [4] Mobilní jednotka Vectronics, dostupné z WWW: http://www.princip.cz/produkty/Jednotky_Vetronics
- [5] Co je to Webdispečink, dostupné z WWW: <https://www.webdispecink.cz/>
- [6] CTFsystems.xls, dostupné z WWW:
<https://www.controlledtrafficfarming.com/downloads/CTFsystems.xls>
- [7] Zpracování výnosových map, dostupné z WWW:
<http://www.leadingfarmers.cz/gallery/mapGallery.asp?cx=149&cn=2>
- [8] Case_ih_pronavigace_www-8e013.pdf, Dostupné z WWW: <https://www.case.com>
- [9] Stacionární síť CZEPOS, dostupné z WWW: <https://www.czepos.cz>
- [10] ČÁBELKA, M.: Úvod do GPS, dostupné z WWW:
<https://www.natur.cuni.pdf>
http://www.gpsnavigace.cz/prispevky/co_je_gps.htm
- [11] https://technet.idnes.cz/navigacni-system-galileo-0h1-/tec_vesmir.aspx?c=A161214_093204_tec_vesmir_vse
- [12] http://www.aldebaran.cz/bulletin/2005_02_gps.php
- [13] <http://www.czechspaceportal.cz>
- [14] <http://mechanizaceweb.cz/kategorie/precizni-zemedelstvi/>
- [15] KAVKA, M., MIMRA, M.: Řízení a organizace výrobních procesů. Interní učební text. ČZU v Praze, Technická fakulta, Praha, 2019.
- [17] KAVKA, M.: Využití zemědělské techniky v podmínkách tržního hospodářství. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997, 39 s. ISBN 80-86153-17-7.
- [18] KAVKA, M. a kol.: Normativy zemědělských výrobních technologií. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2006, 376 s. ISBN 80-7271-164-4.
- [19] KAVKA, M. a kol.: Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2006, 400 s. ISBN 80-7271-163-6.

[20] RYBKA, A., ŠŤASTNÝ, M.: Precizní zemědělství.

Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1998, 52 s.

ISBN 80-7271-038-9.

[21] KOVAŘÍČEK, P., ZELENÁ, L., VLÁŠKOVÁ, M.: Perspektivní technologické postupy a stroje pro hnojení.

Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, 1998, 58 s.

ISBN 80-7105-176-4.

Normy:

[16] ČSN 47 0120 (470120). Zemědělské a lesnické stroje a traktory: Metody měření času a stanovení provozních ukazatelů. Praha: Český normalizační institut, 1988.