



Pedagogická  
fakulta  
Faculty  
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra aplikované fyziky a techniky

Bakalářská práce

# Komparace technického řešení těžkých terénních tažných vozidel a vliv environmentálních úprav na jejich provoz

Vypracoval: Vladimír Pospíšil

Vedoucí práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D.

České Budějovice 2023

## **Anotace**

Bakalářská práce se zabývá problematikou zavádění elektronických a ekologických prvků do těžkých terénních tažných strojů. V teoretické části je definován pojem, těžký terénní tažný stroj a vymezena konkrétní kategorie vybraných strojů, tedy traktorů. Následuje historický vývoj traktorů, včetně jejich technických parametrů. V další, praktické části, je analyzována spotřeba paliva u vybrané kategorie traktorů. Následuje popis funkce elektronických a ekologických prvků současných traktorů a vlivu těchto, vybraných prvků, na spotřebu paliva. V další části je proveden pokus o výhled do budoucna s ohledem na tuto problematiku s řediteli pěti největších dovozců traktorů do ČR. Ke konci praktické části jsou uvedeny názory odborníků z praxe na danou problematiku. V závěru jsou prezentovány výsledky, zjištěných hodnot, provedena komparace vzájemných vlivů a názorů v kontextu s možnostmi konkrétního využití v praxi.

## **Abstract**

The bachelor's thesis deals with the implementation of electronic and ecological elements into heavy terrain towing machines. In the theoretical part, the term "heavy terrain towing machine" is defined and a specific category of selected machines, namely tractors, is outlined. The historical development of tractors, including their technical parameters, follows. In the practical part, the fuel consumption of selected categories of tractors is analyzed. This is followed by a description of the function of electronic and ecological elements in current tractors and the influence of these selected elements on fuel consumption. In the next part, an attempt is made to look into the future with regard to this issue, in consultation with the directors of the five largest tractor importers to the Czech Republic. Towards the end of the practical part, opinions of experts from practice on the issue are presented. The results of the findings are presented at the end, along with a comparison of the mutual effects and opinions in the context of the possibility of specific practical application.

## **Klíčová slova**

Těžký terénní tažný stroj, traktor, ekologické a elektronické úpravy, spotřeba paliva, emise.

## **Prohlášení**

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

Datum:

Podpis:

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce PaedDr. Bedřichu Veselému PhD., za cenné rady a připomínky při zpracování mé práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Eduardu Šnajdrovi za poskytnuté stroje a možnost vše vidět v praxi. V neposlední řadě děkuji Marcelovi Schmidtovi za ochotu a pomoc při vlastním měření spotřeby.

## Obsah

1	Cíle práce.....	8
1.1	Teoretické .....	8
1.2	Praktické.....	8
2	Teoretická část .....	9
2.1	Těžká terénní tažná vozidla.....	9
2.2	Rozdělení.....	9
2.3	Rozdělení traktorů .....	11
2.4	Konstrukční prvky traktorů .....	13
2.5	Historie traktoru .....	16
2.6	Přípojná zemědělská technika .....	18
3	Praktická část .....	22
3.1	Komparace spotřeby.....	22
3.2	Elektronické prvky.....	25
3.3	Ekologické prvky .....	30
3.4	Vliv environmentálních úprav na spotřebu paliva .....	33
3.5	Komparace zaváděných ekologických prvků a vyhodnocení .....	34
3.6	Hospodárny výkon stroje .....	36
3.7	Současné trendy a výhledy do budoucnosti .....	38
3.8	Názor odborníků vs. názor uživatelů.....	40
4	Závěr .....	46
4.1	Elektronické prvky.....	46
4.2	Ekologické prvky .....	46
5	Seznam použité literatury .....	48

## Úvod

V práci se zaměřuji především na vliv enviromentálních úprav a elektronizaci v těžkých terénních vozidlech. K tomuto tématu mě vedly mé pracovní zkušenosti, které EKO v názvu často berou, jen jako marketingový trik. Tento názor podporuje i mnoho odborníků z praxe, se kterými se setkávám.

V teoretické části chci provést rešerše dostupné literatury, jak domácí, tak zahraniční. Literární informace čerpám pouze z uvedených zdrojů z odborné literatury, webu a z rozhovorů s odborníky z praxe. Následně se chci zabývat představením vybraných těžkých terénních vozidel. Následně se zaměřím na rozdělení vybraných skupin těžkých terénních vozidel a na historii jejich vývoje. Práce se nezabývá speciálními zemními stroji, vojenskými těžkými terénními speciály atp.

Během praktické části se zaměřím především na několik traktorů zastoupených staršími stroji, u nichž je vše řízeno pouze manuálně, až po stroje nejmodernější, kde řidiče není téměř potřeba. Všechny tyto stroje jsem po dobu několika měsíců osobně sledoval a po poradách s odborníky i obsluhou z praxe, zpracuji získaná data. Tato data pak vyhodnotím a vhodně interpretuji v grafech a tabulkách.

Následně, podle svých možností a dostupných informací se chci soustředit na hodnocení hospodárného výkonu strojů. Na příkladech z praxe k dané problematice se chci zaměřit na ekologické aspekty daných strojů. Dále chci soustředit pozornost na úpravy ulehčující a zpříjemňující práci obsluhy s ovládacími prvky těchto strojů.

V závěru práce se pokusím o porovnání modernizačních prvků s efektivitou, kterou tyto úpravy přinesly do praktického využití uvedených strojů. Také se podle svých možností pokusím, zhodnotit rentabilitu vynaložených finančních prostředků do modernizačních úprav vybraných skupin těžkých terénních vozidel.

Závěrem práce bude rozvaha nad zjištěnými skutečnostmi, a to z pohledu technických odborníků, praktiků i mne samotného.

# **1 Cíle práce**

## **1.1 Teoretické**

- rešerše dostupné literatury
- přehled těžkých terénních tažných strojů a strojních zařízení, která se ve spojitostmi s nimi nejčastěji používají

## **1.2 Praktické**

- analyzovat vlivy zaváděných environmentálních a elektronických prvků do těžkých terénních strojů
- vytvořit souhrn v odborné literatuře dohledaných, naměřených a vypočtených údajů do přehledného celku
- po přečtení všech závěrů se pokusit, dát čtenáři objektivní podklady pro vytvoření vlastního reálného pohledu na uvedenou problematiku

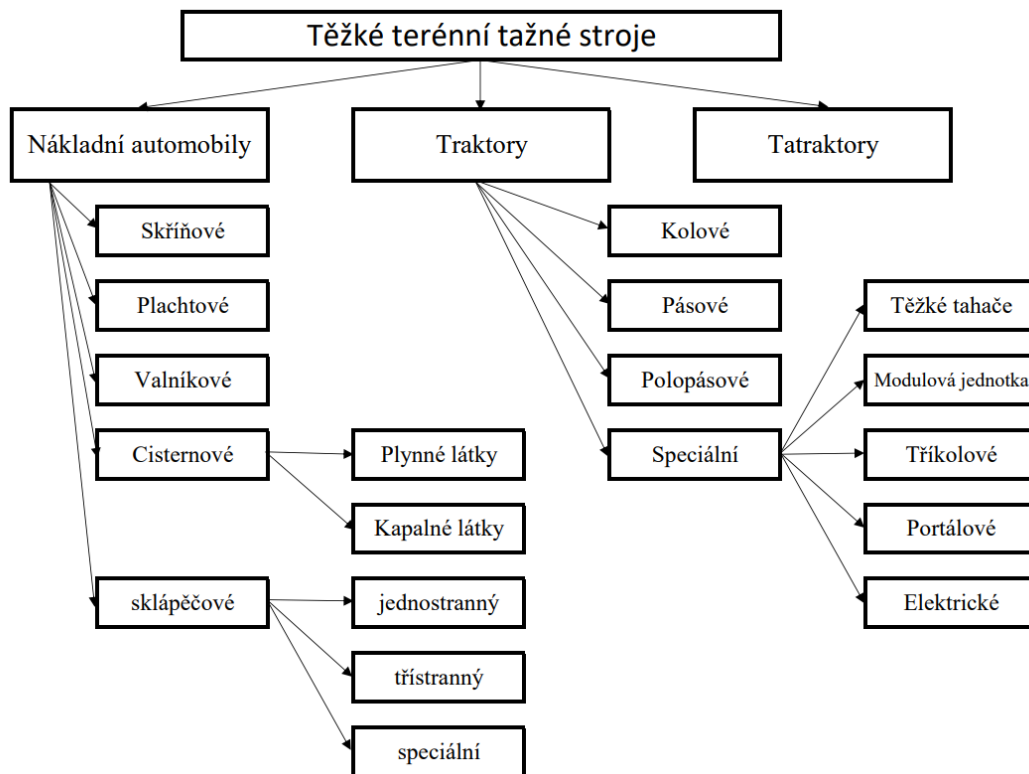


## 2 Teoretická část

### 2.1 Těžká terénní tažná vozidla

V této práci se jedná především o stroje používané převážně k zemědělské činnosti. Tedy valnou majoritu tvoří traktory, tatraktory, nákladní vozidla určená k tahání, tahače, které slouží k jízdě v obtížném terénu. Většina pracovního času se odehrává mimo upravené pozemní komunikace. Po pozemních komunikacích se s nimi manipuluje pouze v případě přesunu na místo výkonu práce. Ve stavebnictví se při těchto příležitostech zpravidla převáží pomocí dopravní techniky. Naopak v zemědělství se přesouvají většinou samostatně.

### 2.2 Rozdělení



Obrázek 1 rozdělení těžkých terénních tažných strojů vlastní tvorba

#### 2.2.1 Nákladní automobily

Nákladní automobil slouží jako užitkový stroj převážně pro přepravu nákladu nad 1500 kg. Může se jednat jak o užitkové automobily s hmotností nákladu několik tun, tak i o kamiony, jejichž hmotnost nákladu sahá až k několika desítkám tun. Nákladní automobily můžeme dále dělit na: [1]

Skříňové s pevnou nesnímatelnou střechou a pevnými nesnímatelnými bočnicemi, kde vzadu může být pevné čelo, dveře, sklopná plošina či roleta. Na plachtové, které mají rovnou podlahu, zadní čelo většinou tvořené dveřmi, nebo sklopnou plošinou a bočními stěnami a střechou s odnímatelnou plachtou. Dále máme

valníkové, mající otevřenou vanu s otevíratelnými bočnicemi, rovnou podlahou, pevným čelem ve směru jízdy. S nástavbou připevněnou na podvozek napevno. Další jsou cisternová vozidla. Jejich nástavba je tvořena jednou nebo více nádržemi, cisternami, které slouží k převozu plyných, nebo kapalných látek. Posledním druhem jsou sklápěčové, velmi podobné valníkovým vozidlům. Nemusí mít rovnou podlahu, nejsou namontovány na pevno, ale na čepech a pístnici. Jednostranný sklápěč sklápí pouze dozadu, zatím co třístranný sklápěč sklápí dozadu i obou boků. Speciální oboustranný sklápěč sklápí pouze do obou boků. Dnes se oboustranný sklápěč již nevyrábí, ale u strojů staršího data výroby ho můžeme ještě nalézt. [2]

### **2.2.2 Traktory**

Název traktor vznikl z latinského trapere (táhnout). Předchůdcem traktoru byla lokomobila. Jedná se o komplet parního stroje a kotle, ale na kolech pro pozemní komunikaci. Traktory se začaly vyrábět v 19. století, přičemž první použitelný traktor byl sestaven v USA v roce 1901. Koncem 20. století se začala výroba traktorů rozvíjet i v rámci České republiky. Naším nejznámějším domácím výrobcem traktoru je Zetor. [3] [4]

Hlavním účelem traktorů v zemědělství jsou tahové práce. Univerzální nosič nářadí (druh traktoru) je v současné době nepostradatelný v zemědělské produkci převážně u malých a středních podniků, jak rostlinného, tak živočišného zaměření. Rozdělení nářadí se podrobně nachází v kapitole 2.6. Ve velkých podnicích jsou často tyto stoje nahrazovány stroji jednoúčelovými. I přesto, ve velkých firmách tvoří traktory většinu vozového parku.

### **2.2.3 Tatraktory**

Speciální kategorii traktorů tvoří tahače. Ty jsou určeny do obtížného terénu. Lze sem zařadit například již zmíněné tatraktory, které jsou fenoménem dnešní doby. Papírově se jedná o traktor, ačkoliv vypadá spíše, jako nákladní automobil nebo kamion, viz obrázek č.2. Jedná se tedy o vozidlo, jako je například nákladní automobil, které je doplněno o rám, nebo vývodovou hřídel. Vzhledem k této úpravě může být vedeno jako traktor. K jeho řízení je potřeba řidičský průkaz skupiny T. Tento trik znamená, že upravený nákladní automobil může táhnout téměř neomezenou hmotnost návěsu. Vztahuje se na něj výjimka jako na traktory. Řidič nemusí dělat povinné přestávky, nemusí platit clo a technická kontrola je pouze jednou za čtyři roky. Jedinou nevýhodou je omezení ve formě zákazu vjezdu na dálnice a silnice, kde je zákaz vjezdu pro traktory. S omezením tatraktorů počítala v roce 2018 i novela zákona. [5]

Tatraktory představují speciální kapitolu. Vyrábí je Kopřivnická Tatra jako speciální zemědělskou verzi Tatry Phoenix. Jedná se o modifikace Tatry Phoenix takovým způsobem, aby odpovídala homologaci pro zemědělská vozidla kategorie T. Narozdíl od originálu, má tatraktor rám vpředu i vzadu, ramena pro upínání zemědělské techniky, zadní vývodovou hřídel atd. [5]



Obrázek 2 Tatraktor

<https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2019/07/640x363-exact/tatra-agro.jpg>

### 2.3 Rozdělení traktorů

Kolové traktory jsou levnější na výrobu než pásové. Vyžadují nižší náklady na údržbu a mají mnohem větší rozsah jezdových rychlostí (0,5 km/h až 40 km/h). V dnešní době nejsou neobvyklé ještě vyšší maximální jezdové rychlosti okolo 50 km/h. Výrobce JCB u svého modelu Fastrac dosahuje maximálních rychlostí až kolem 80 km/h. Největší nevýhodou kolových traktorů je větší prokluz a s tím související menší účinnost stroje. Mínusem je také větší tlak na podložku. [6] [4]

Pásové traktory byly dříve brány za převratnou novinku, která změnila zemědělství, ale dnes se již od této koncepce traktoru spíše upouští. Největší výhodou pásového provedení je snížení prokluzu při polních pracích na minimum, a to hlavně v obtížnějším terénu (bláto, močály, podmáčená místa). Vzhledem k několikaletému suchu však došlo k vysušení těchto lokalit a pásy již nejsou tolik zapotřebí. Nevýhodou pásového traktoru je nižší jezdová rychlost, složitější konstrukce než u traktoru kolového, vyšší cena a rychlé opotřebování pásů na veřejných komunikacích, které může narušovat. [7]

Polopásovými traktory se v dnešní době nahrazují pásové. To zejména kvůli zachování hlavních výhod pásových traktorů, ale odstranění jejich nevýhod. Sice jsou stále dražší než kolové traktory, ale průchodnost obtížným terénem mají téměř stejnou jako traktory pásové. Nedochází ke snížení maximální jezdové rychlosti, ani k tak velkému opotřebování pásů při pohybu po pozemních komunikacích, jako u traktorů pásových. [7]

Speciální traktory, jak již název napovídá, jsou určeny ke speciálním účelům. Nejsou tak univerzální jako traktory předchozích typů. Do kategorie speciálních spadají: traktory s úzkým rozchodem kol, určené převážně pro práce v sadech, nebo

vinařství. Je to například CLASS Nexus v nejmenším provedení s šířkou jednoho metru a výkonem až 103 koní. Další speciální traktory určeny pro práci na svahu. To jsou traktory s níže položeným těžištěm, širším rozchodem kol, nebo kombinací obojího. Systémové traktory, mezinárodně pojmenovány TRAC. Jedná se o speciální traktor určený k nošení specifických nástaveb. Většinou mají přední i zadní třibodový závěs a ložnou plochu za kabinou. K tomuto stroji lze dokoupit různé nástavby, vyrobené přímo pro dané typy. Ty mohou být například secí, postřikové, hnojící atp. Nyní byly nahrazeny tzv. modulovými, neboli víceúčelovými energetickými jednotkami. [8]

Těžké tahače jsou v dnešní době hojně využívány převážně v zahraničí. Jedná se o extrémně velké traktory, které za sebou tahají např. obrovské secí stroje, pluhu, sestavy přípravy atd. Jde o stroje s výkony přesahující 1000 koňských sil. Tyto stroje jsou určeny pro práci na největších lánách světa. Většinou se jedná o kloubové stroje, které byly vyráběny již dříve a velký přínos v tomto směru přinesla česká značka Škoda. Ta vyráběla těžké tahače v letech 1968 až 1992. Jednalo se například o legendární stroj ŠT 180 využívaný dodnes. Viz. Obrázek č.3. [9]



Obrázek 3 ŠT 180

<https://www.agroportal24h.cz/images/resized/2020/02/1024x800-fit/skoda180st-traktor-3.jpg>

Modulová, nebo víceúčelová energetická jednotka je speciální druh traktoru, který je téměř stejný jako systémové tahače. Jediným rozdílem jsou možnosti přípojných modulů. Zatímco systémové traktory nahrazují moduly přípojným náradím, nebo vlečkami pro různé účely, modulové traktory mají ještě moduly navíc.

Například, jako možnost připojit řezačku, nebo vestavěnou točnu pro tahání kamionových návěsů. V dnešní době se však již příliš nepoužívají. [10]

Tříkolové traktory jsou speciální traktory, mající pouze tři kola. Dvě v zadní a jedno v přední části. Tříkolové traktory jsou převážně jednoúčelové traktory, které v dnešní době nahrazují univerzální traktorové nosiče.

Portálové traktory, předchůdci univerzálních traktorových nosičů, mají v přední části traktoru portál pro upnutí různého nářadí. Dnes se již téměř nevyužívají. [11]

Posledním druhem speciálních traktorů, jsou traktory elektrické. Jejich vývoj je v dnešní době prosazován v mnoha zemích převážně evropské unie. Jedná se o starší koncept, ale zatím nepřevedený do praxe. Elektrické traktory můžeme vyzorovat především u lidí, co vlastní jen malé pole, či louku. V zemědělství se ovšem zatím neprosadily. [12]

## 2.4 Konstrukční prvky traktorů

Vybrané konstrukční prvky traktorů probereme u 5 největších prodejců traktorů u nás v roce 2019 podle serveru autobible. [13]

Pořadí	Značka	Počet registrací v ČR v roce 2019
1.	John Deere	539
2.	New Holland	296
3.	Zetor	288
4.	Case	279
5.	Kubota	161

### 2.4.1 Motory

V dnešní době každý motor určený k provozu mimo pozemní komunikaci musí plnit emisní normy EU Stage. Dnes je v platnosti norma STAGE V.

CO	HC	Nox	PM	PN
Oxidy uhlíku	Uhlovodíky	Oxidy dusíku	Nespálené palivo, pevné částice	
5,000	0,190	0,400	0,015	1x10 <sup>12</sup>

Obrázek 4 Maximální limity pro emisní normu STAGE V  
<https://www.motorpal.cz/reference/homologace-stage-v/>

Firma John Deer je jedna ze dvou firem na seznamu, která vyrábí motory ve všech výkonnostních kategoriích. Od nejslabších traktorů, po nejvyšší výkonnostní třídy. Motor 5E je jedním ze dvou tříválců zastoupených na seznamu o objemu 2,9 litrů a výkonu 50 až 75 koňských sil. Tento motor se používá i v úpravě se 110 koňmi do speciálních traktorů. Silnější verzi je motor 5M se zdvihovým objemem 4,5 litrů a výkonem 75 až 120 koňských sil. Běžně využívané motory jsou 6M o objemu 4,5 litrů s výkonem 90 až 195 koňských sil. Silnější verzi je motor 6R o objemu 6,8 litrů a výkonu 121 až 275 koňských sil. Mezi běžně používané výkonné motory patří motory o objemu 9 litrů s výkonem 297 až 385 koňských sil a motory o objemu 9 litrů s navýšeným výkonem na 308 až 443 koňských sil. Nejvýkonnějším motorem

firmy John Deere je motor o objemu 13,6 litrů s výkonem 484 až 691 koňských sil. [14]

New Holand představuje nejširší sortiment motorů v pokrytí výkonnostních tříd. Nabízí je ve škále od nejslabších motorů až po nejsilnější. Nejslabší motor s označením S8000 je jedním ze dvou zastoupených tříválců v seznamu. Má výkon 55 až 75 koňských sil. Silnější motor pro nejnižší výkonnostní třídu nese označení F5c. Jedná se o čtyřválcové provedení o objemu 3,4 litrů a výkonu 100 až 120 koňských sil. Traktory řady 6 mají svůj vlastní typ motoru. Jedná se o přechod mezi malými až středními traktory a těžkými traktory. Motor má označení NEF a obsah 4,5 litrů s výkonem 125 až 180 koňských sil, přičemž nejvýkonnější motor 180 koní je jediný šestiválec v této třídě na trhu. Silnější verzi motoru NEF je NEF o obsahu 6,7 litrů a výkonu 180 až 313 koňských sil. Nejsilnější motor firmy New Holand je CURSOR 9 o objemu 8,7 litrů s výkonem 320 až 435 koňských sil. [15] [16]

Zetor nabízí pouze 4válcový motor s 8 nebo 16 ventily s objemem 2,9 a 4,2 litrů. Tyto motory mají výkon od 80 do 150 koní a splňují evropské emisní normy. Nejnovější provedení motoru splňuje evropskou emisní normu STAGE IV a využívá kombinaci aktivního DPF filtru a systému SCR. Oproti konkurenci motory Zetor využívají podstatně méně elektronických prvků a přináší úsporu paliva až o 20 % na rozdíl od motorů s elektronickým provedením Common Rail. Zetor nabízí motory hlavně pro nejběžněji užívané stroje ve střední výkonnostní třídě. [17]

Case IH má v nabídce tři základní typy motorů rozdělených podle objemu. Motor s objemem 12,9 litrů vyrábějí se ve dvou verzích, přičemž první z nich se vyrábí s jedním turbodmychadlem a elektronicky řízeným vstřikováním o výkonu 400 až 500 koňských sil a druhá verze se vyrábí se dvěma dvoustupňovými turbodmychadly a Common Rail systémem vstřikování o výkonu převyšujícím 550 koňských sil. Nejvýkonnější verze je použita v modelu Quadtrac s výkonem 670 koňských sil. Další motor je vyráběn o objemu 8,7 litrů a využívá se u běžných vysoce výkonových traktorů a kombajnů. Výkon se pohybuje v rozmezí 235 až 419 koňských sil. Třetí motor, který Case IH vyrábí, má obsah 6,7 litrů a používá se nejčastěji v traktorech s výkonem 180 až 225 koňských sil. Ve speciálně upravené verzi pro kombajn se používá i v kombajnu s výkonem 295 koňských sil. Case IH vyrábí motory hlavně pro nejvyšší a střední vyšší výkonnostní třídu strojů. [18]

Kubota nabízí motory pro nejslabší stroje. Jedná se o motory do malých strojů pro používání při běžné práci například v domácnostech, či okolo domu. Nově přináší na trh i motory o vyšších výkonostech v nejběžněji používaném rozmezí. Na trhu má 5 základních typů motorů. Nejslabší, s názvem SuperMini o objemu 0,5 až 0,9 litrů s výkonem 13 až 22 koňských sil. Dále řada 05, vyráběná jako silnější verze super mini s objemem v rozmezí 1 až 1,5 litrů a výkonem 24 až 45 koňských sil. Řada 03M, je vyráběna o objemu 1,5 až 2,5 litrů a výkonu 32 až 60 koňských sil. Dalším typem je řada 07. Je to první model motoru klasické výkonnostní třídy pro běžně používané traktory. Byl použit v prvním zemědělském traktoru značky Kubota. Motor má objem

3,3 litrů a výkon 75 koňských sil. V současnosti firma Kubota začala vyrábět stroje pro soukromé zemědělce a přišla na trh s nejvýkonnějším motorem o objemu 3,6 až 3,7 litrů a výkonu 70 až 100 koňských sil. [19]

#### **2.4.2 Převodovky**

John Deer má v nabídce mnoho převodovek, hlavně pro traktory malé a střední. Pro své velké traktory, nebo těžké tahače většinou používají převodovky od jiných výrobců. PowrQuad Plus je mechanická převodovka, která se používá v nejmenších traktorech. Převážně ve speciálních traktorech, například do vinic. Převodovka je 16x16 tedy 16 rychlostí pro pohyb vpřed a 16 pro pohyb vzad. AutoQuad Plus je obdoba převodovky PowrQuad Plus, ale není již manuální, ale automatická. Vyrábí se v provedení 20x20 a 24x24. Tato převodovka se dává do středních traktorů hlavně třídy 6R a 7R. V případě CommandQuad Plus se jedná o střední převodovku řízenou pomocí joysticku. Používá se zejména v traktorech řady 6R, na požádání ovšem i v traktorech jiných. PowerShift je převodovka používaná v traktorech řady 7R. Jedná se o mechanickou převodovku s 28 rychlostmi vpřed a 3 rychlostmi vzad. DirectDrive je plně automatická synchronizovaná převodovka používaná zejména ve výrobní řadě traktorů 7R. IVT (Infinitely Variable Transmission) je obdobou CVT převodovky, neboli, variátoru. Jedná se o speciální typ převodovky, který umožňuje bez řazení využívat celé pásmo dostupnosti rychlostí s plynulou změnou rychlosti za za plného provozu. [20]

New Holland má v nabídce 8 základních převodovek, které se dále dělí podle počtu rychlostí. První typ je hydrostatická převodovka, která má pouze jeden mechanický rychlostní stupeň, díky čemuž dochází k plynulé jízdě, ale na úkor nižší účinnosti. Tato činnost je snížena přibližně o 17 %. Dalším typem je mechanická synchronizovaná převodovka, která se vyrábí v rozmezí od 6 do 16 rychlostních stupňů se čtyřmi stupni v jedné sekvenci. Následují dva typy mechanické synchronizované převodovky s rezervací, a to 12 až 16 stupňová s rezervací bez šlapání na spojkový pedál a 24 stupňová s násobičem krouticího momentu. Dalším modelem je mechanická převodovka s násobičem a elektrohydraulickou reverzací v provedení 24 rychlostních stupňů. Ve speciálním provedení 36x12, což znamená, že na revers má jen třetinu rychlostních stupňů. Nejčastěji používaný typ převodovky je částečně řazený pod zátěží v provedení 16x16, 17x16, 19x6. Řazení pod zátěží probíhá v rámci sekvencí. U převodovky 16x16 jsou 4 sekvence po 4 rychlostních stupních. 4 rychlosti jsou pod zatížením, přičemž poté bez zatížení přeskočí do vyšší sekvence a opět máme k dispozici 4 rychlosti řazené pod zatížením. Modernější verze používaná u větších traktorů řazení pod zatížením v plném rozsahu v provedení 19x6, 19x4, 21x5. Ta již umožňuje nejvyšší stupeň automatizace pracovní činnosti. Poté následuje speciální model převodovky dvouspojkové 24x24. Nejnovějším modelem je plynulá převodovka se dvěma téměř 100% body mechanické účinnosti. Převodovka je naprosto automatická a kompletně plynulá. Nachází se v rozsahu 2

bodů, kdy se mechanická účinnost blíží 100 %. Rozsah pojezdových rychlostí při 1550 ot/min je od 300 m/hod až po 40 km za hodinu. [21]

Zetor vyrábí do svých traktorů tři základní převodovky. První je Zetor Major CT. Zde se jedná o převodovku vyráběnou v jedné verzi a to 12x12, která má 4 rychlosti s trojitým násobičem. Jinými slovy 4 sekvence o 3 rychlostech. Používá se převážně v traktorech Zetor Major, ale i ve verzi Proxima. Další převodovka je Zetor Forterra. To je převodovka používaná převážně v řadě Forterra a Proxima Plus. Je určena pro střední třídu traktorů. Poslední převodovkou zetoru je Zetor 70 (Crystal). Jedná se o největší převodovku od firmy Zetor používanou v jejich největším traktoru Zetor Crystal. [22]

Firma Case IH vyrábí několik typů převodovek, převážně pro největší traktory a těžké tahače. Jedná se o převodovku Power Shift využívanou především v traktorech Deutz-Fahr. Má 18 rychlostí vpřed a 4 vzad. Dále převodovka CVX Drive, která se používá především v traktorech třídy Magnum, tedy největších traktorech vyráběných firmou Case IH. Poté převodovka Active Drive, používaná výhradně v modelové řadě Magnum. Poslední a největší převodovkou v celém seznamu je QuadTrack. Je to velice speciální typ převodovky určený do těžkého tahače QuadTrack. Tato převodovka je speciálně vyrobena přesně pro požadavky QuadTracku. V současnosti jednoho z nejrozšířenějších těžkých tahačů na světě. Všechny převodovky Case umožňují plynulé řazení bez použití spojky. Posledním typem je CVT převodovka, neboli variátor, se kterým Case jako jeden z prvních výrobců na světě neustále experimentuje. Po firmě Fendt má nejlepší výsledky právě v zavádění CVT převodovek do traktorů. [23]

Kubota dodává na trh také několik vlastních převodovek, a to výhradně v nejnižší výkonové kategorii. První převodovkou je GTS. Ta má šest stupňů a dvojnásobný násobič. Ten je možné řadit pod zátěží. Navíc má 3 jízdní skupiny a reverz, tedy 36x36 rychlostí. Další je hydraulická převodovka HST, umožňující plynulou jízdu. Motor je poháněn pouze čerpadlem, které tlačí olej. V každém kole je jeden hydromotor. Provoz je naprosto plynulý, avšak na úkor účinnosti. Poslední převodovkou je Glide Shift s 12 rychlostmi vpřed a 8 rychlostmi vzad. [19]

## **2.5 Historie traktoru**

### **2.5.1 Historie traktoru u nás**

V roce 1911 se u nás objevil první motorový pluh s názvem Snětiny. V roce 1912 ho následoval motorový pluh Excelsior od firmy Laurint et. Klement. V roce 1926 vyjel první traktor v novodobém pojetí Škoda HT/30 a o další rok později, to byl traktor značky Praga. Po druhé světové válce bylo rozhodnuto, že brněnské zbrojovky začnou vyrábět traktory, aby pomohly nastartovat traktorový trh, na který měla válka negativní dopad. [24]

Již první stroje, které se vyrobily, nesly název Zetor. Název je odvozen ze slovního spojení ZEmědělský trakTOR. První traktory začaly z pásu sjíždět v roce



1946. V roce 1952 se dočkaly první úpravy na typ A, které ještě dnes můžeme vidět někde v běžném provozu. S požadavky na čím dál výkonnější traktory přišel na trh traktor Supra 50. Od roku 1957 se pracuje na nové koncepci, která změnila vývoj traktorů v celém světě. [24]

V roce 1960 přichází Česká značka traktorů Zetor jako první na trh s koncepcí unifikace dílů. Je to revoluční průlom ve výrobě traktorů. Koncepce umožňuje používat stejné díly na různé druhy traktorů, čímž je umožněna větší variabilita, zjednodušená výroba a dochází i ke značnému zjednodušení oprav. První traktor na světě z jakékoliv unifikované řady je Zetor 3011. Jedná se o základní model této revoluční unifikované řady UR I. [25]

### 2.5.2 Značení Zetoru

Značení Zetoru od zavedení unifikovaných řad nese podobu například zetor 7745/7711. Podle posledních dvou číslic se dá poznat, zdali se jedná o traktor s náhonem všech čtyř kol nebo o traktor s náhonem pouze na zadní kola. Číslo značí typ předního kola, kdy 11 je malé přední kolo používané na traktorech s náhonem pouze na zadní nápravu, zatímco 45 je větší kolo s traktorovým vzorkem, jenž se používá u traktoru s náhonem všech čtyř kol. Třetí číslo od konce značí pořadí unifikované řady, neboli o jaký typ se jedná. Pro nulu je to první unifikovaná řada. Ve vzorovém příkladu se jedná o číslo 7, tedy o sedmou unifikovanou řadu.

Původně byl Zetor 7045/7011 po provedení změn například jiná převodovka, tudíž se jedná o unifikovanou řadu 5 tedy Zetor 7511/7545. Unifikovaná řada 7 přináší novou kabinu oproti řadě 5. Ne každý model je ve všech unifikovaných řadách. První číslo značí výkon motoru krát 10 v koňských silách. Tedy v tomto případě číslo 7 vynásobíme desíti a výkon tohoto typu je 70 koní. Výjimku tvoří traktory s výkonem vyšším než 90 koní, u kterých je výkon v názvu udáván prvními dvěmi číslicemi. Jedná se převážně o řadu Crystal.



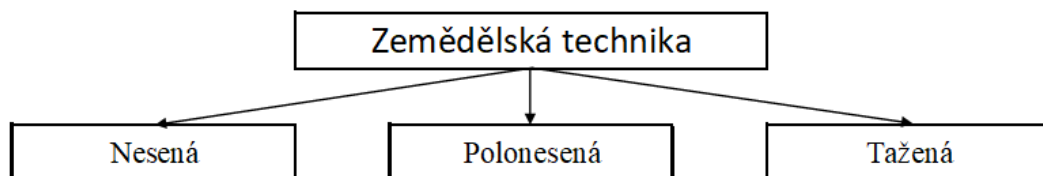
Obrázek 5 značení Zetoru, vlastní foto

### 2.5.3 Historie traktoru ve světě

V roce 1892 přichází na trh předchůdce firmy John Deere, dnes jeden z největších výrobců zemědělské techniky na světě, se svým parním traktorem. Tento traktor měl pouze jeden válec o objemu 35,5 litrů. V roce 1917 firma Deere skupuje tento konkurenční podnik a vzniká firma John Deere.

V roce 1903 postavila firma Hart Parr 15 samohybných trakčních motorů, později známých jako traktor. Jedná se tak o první traktor na světě. Do roku 1932 bylo prodáno přes milion traktorů. V 50. až 60. letech 20. století byly traktory zlepšeny o přidání třibodových závěsů, které s jistými úpravami a inovacemi jsou na všech traktorech dodnes. V 70. letech se experimentovalo s různými druhy spalovacích motorů, ale následně se začal používat jen odolný diesellový motor, který je svými vlastnostmi nejvhodnější pro těžké terénní stroje. [26]

### 2.6 Přípojná zemědělská technika



Obrázek 6 Rozdělení zemědělské techniky, vlastní tvorba

#### 2.6.1 Nesené

Nesené příslušenství, tedy to, které je připevněno na hydraulických ramenech stroje a žádná z jeho částí se nedotýká podkladu. Veškerá váha je na hydraulických ramenech stroje. Nesené příslušenství je možné upevňovat jak na zadní tak i na přední ramena stroje.

Patří sem převážně menší technika, jako jsou například různé druhy pluhů, diskových i radličkových podmítačů, většina sekaček atd. [27]



Obrázek 7 nesená secí kombinace, vlastní foto

### 2.6.2 Polonesené

Polonesené příslušenství je takové, kdy stroj má své jedno pojezdové kolo, nebo i více koleček. Část váhy příslušenství jede po pojezdovém ústrojí příslušenství a část váhy je nesená na ramenech traktoru. Zapojení je většinou do hydraulických ramen. Traktor tak příslušenství nese z menší části a zároveň ho táhne za sebou. Polo nesené příslušenství se z pravidla zapojuje pouze za stroj.

Patří sem převážně středně velká technika, nebo velká technika s vysokou hmotností, kdy by byl traktor mnohem více namáhán a to ve všech ohledech. Mezi polonesené stroje se řadí například polonesené pluhy, obracečky, různé druhy podmítačů atd. [27]



*Obrázek 8 polo nesená secí kombinace, vlastní foto*

### **2.6.3 Tažené**

Příslušenství v této kategorii má své vlastní pojízdné ústrojí, které nese veškerou váhu. Traktor není vůbec zatěžován vahou stroje, pouze ho táhne za sebou.

Patří sem příslušenství, které dosahuje obřích rozměrů a z důvodu vysoké hmotnosti není možné, aby bylo nesené traktorem. K nim řadíme především secí soupravy. Viz. Obrázek 9, na kterém je secí souprava se záběrem 24 m mající svá kola a je pouze tažena traktorem. Za ním je ještě zvlášť tažený zásobník na osivo a hnojivo.



Obrázek 9 tažená secí kombinace

[https://static.grainews.ca/wp-](https://static.grainews.ca/wp-content/uploads/2020/12/01134644/Bourgault_main.jpg?_ga=2.83415190.1613995684.1676372407-215134155.1676372407&_gl=1*1i8zpii*_ga*MjE1MTM0MTU1LjE2NzYzNzI0MDc.*_ga_ZHEKTK6KD0*MTY3NjM3MjQwNi4xLjAuMTY3NjM3MjQwNi42MC4wLjA)

[content/uploads/2020/12/01134644/Bourgault\\_main.jpg?\\_ga=2.83415190.1613995684.1676372407-](https://static.grainews.ca/wp-content/uploads/2020/12/01134644/Bourgault_main.jpg?_ga=2.83415190.1613995684.1676372407-215134155.1676372407&_gl=1*1i8zpii*_ga*MjE1MTM0MTU1LjE2NzYzNzI0MDc.*_ga_ZHEKTK6KD0*MTY3NjM3MjQwNi4xLjAuMTY3NjM3MjQwNi42MC4wLjA)

[215134155.1676372407&\\_gl=1\\*1i8zpii\\*\\_ga\\*MjE1MTM0MTU1LjE2NzYzNzI0MDc.\\*\\_ga\\_ZHEKTK6KD0\\*MTY3Nj](https://static.grainews.ca/wp-content/uploads/2020/12/01134644/Bourgault_main.jpg?_ga=2.83415190.1613995684.1676372407-215134155.1676372407&_gl=1*1i8zpii*_ga*MjE1MTM0MTU1LjE2NzYzNzI0MDc.*_ga_ZHEKTK6KD0*MTY3NjM3MjQwNi4xLjAuMTY3NjM3MjQwNi42MC4wLjA)

[M3MjQwNi4xLjAuMTY3NjM3MjQwNi42MC4wLjA.](https://static.grainews.ca/wp-content/uploads/2020/12/01134644/Bourgault_main.jpg?_ga=2.83415190.1613995684.1676372407-215134155.1676372407&_gl=1*1i8zpii*_ga*MjE1MTM0MTU1LjE2NzYzNzI0MDc.*_ga_ZHEKTK6KD0*MTY3NjM3MjQwNi4xLjAuMTY3NjM3MjQwNi42MC4wLjA)

### 3 Praktická část

#### 3.1 Komparace spotřeby

Pro měření spotřeby byl vybrán stroj Valtra 115A z podniku ES Agroservis. Jedná se o lehký kolový traktor (univerzální nosič nářadí), který byl zakoupen jako nový stroj pro lesní hospodářství, tedy převážně pro práce spojené s vyvážením dřeva z lesa, či práce s navijákem. Při každém tankování nafty nebo AdBlue obsluha zapisovala, kolik litrů bylo dolito a stav motohodin stroje. Výzkum probíhal po dobu přibližně 230 motohodin.

##### 3.1.1 Technické parametry Valtra 115A

Motor je 4válcový motor řady Compact splňující nejpřísnější emisní normu pro traktory Stage V, vyráběný koncernem AGCO Power. Zkoumaný model je osazen převodovkou HiTech4 16+16R, neboli 16 rychlostí vpřed a 16 rychlostí vzad. Jedná se o 4 sekvence o 4 rychlostních stupních řazených pod zatížením, a to bez jakékoliv řadicí páky, pouze za použití 4 tlačítek. Pomocí dvou tlačítek se stroj pohybuje v rámci jedné sekvence a pomocí dalších dvou tlačítek se sekvence řadí.



Obrázek 10 Valtra 115A, vlastní foto

##### 3.1.2 Naměřené hodnoty

V tabulce naměřených hodnot můžeme vidět stručný přehled všech zapsaných hodnot od obsluhy stroje.

motohodiny	nafta v litrech
1452	74
1473	108
1494	60
1510	80
1530	80
1560	80
1584	80
1608	80
1629	20
1645	107
1656	97
1680	60

motohodiny	AdBlue v litrech
1452	8
1484	5
1510	5
1530	7
1550	5
1570	5
1590	10
1620	5
1640	5
1660	5
1680	5

Obrázek 11 Tabulka naměřených hodnot tankování nafty(vlevo) a AdBlue(vpravo), vlastní tvorba

### 3.1.3 Výpočet spotřeby nafty

Nejdříve zjistíme, během kolika motohodin bylo měření prováděno a to tím způsobem, že od posledního stavu motohodin odečteme první stav. Výsledek nazveme  $cmth$ .

$$\begin{aligned}
 cmth &= \text{poslední stav} - \text{první stav} \\
 cmth &= 1680 - 1452 \\
 cmth &= 228mth
 \end{aligned}$$

Měření bylo prováděno celkem 228 motohodin.

Poté vypočítáme, kolik bylo celkem natankováno litrů nafty. Hodnoty si pojmenujeme jako  $x_0$  až  $x_n$ . Množství celkem natankovaných litrů nafty si pojmenujeme jako  $V_N$ . První hodnotu musíme vynechat, jelikož byla natankována plná nádrž pro zahájení měření. Všechny ostatní hodnoty od  $x_1$  až po  $x_n$  sečteme.

$$\begin{aligned}
 V_N &= \sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n \\
 V_N &= \sum_{i=1}^n x_i = 108 + 60 + \dots + 60 \\
 V_N &= 852l
 \end{aligned}$$

Za dobu měření bylo dotankováno 852 litrů nafty.

Nyní spočítáme spotřebu nafty na jednu motohodinu. Výpočet provedeme vydělením dotankovaných litrů nafty  $V_N$  počtem celkových motohodin  $cmth$  a výsledek pojmenujeme spotřeba.

$$\begin{aligned} \text{spotřeba} &= \frac{x}{\text{cmth}} \\ \text{spotřeba} &= \frac{852}{228} \\ \text{spotřeba} &= 3,7368 \text{ l/mth} \end{aligned}$$

Průměrná spotřeba vychází 3,7368 litrů naftu na motohodinu.

### 3.1.4 Výpočet spotřeby AdBlue

Při výpočtu spotřeby AdBlue budeme postupovat stejně jako při výpočtu spotřeby naftu. Opět pro výpočet použijeme hodnoty z tabulky naměřených hodnot. Jediný rozdíl bude v označení  $V_A$  pro lepší přehlednost.

$$\begin{aligned} V_A &= \sum_{i=1}^n y_i = y_1 + y_2 + \dots + y_n \\ V_A &= \sum_{i=1}^n y_i = 5 + 5 + \dots + 5 \\ V_A &= 57 \text{ litrů} \end{aligned}$$

Za dobu měření bylo dotankováno 57 litrů AdBlue.

Nyní vypočítáme, kolik je to procent celkové spotřeby stroje. Celkovou spotřebu stroje si pojmenujeme  $cs$ . Nejprve sečteme spotřebu naftu  $V_N$  a AdBlue  $V_A$ , abychom získali celkovou spotřebu  $cs$ . Poté spočítáme, jaký podíl z tohoto celku tvoří AdBlue, vydělením AdBlue  $V_A$  celkové spotřeby  $cs$ . Výsledné desetinné číslo převedeme na procenta vynásobením výsledku 100krát.

$$\begin{aligned} cs &= V_N + V_A \\ cs &= 852 + 57 \\ cs &= 909 \text{ l} \end{aligned}$$

Celková spotřeba stroje je 909 litrů.

$$\begin{aligned} ca &= \left( \frac{V_A}{cs} \right) * 100 \\ ca &= \left( \frac{57}{909} \right) * 100 \\ ca &= 0,0627 * 100 \\ ca &= 6,27\% \end{aligned}$$

Spotřeba AdBlue je 6,27% celkové spotřeby stroje.



## **3.2 Elektronické prvky**

### **3.2.1 ECU, řídicí jednotka**

ECU je zkratka z anglického Engine control unit (řídicí jednotka motoru). Jedná se, zjednodušeně řečeno, o mozek celého stroje. Řídí chod celého motoru. Do řídicí jednotky jsou přiváděny signály z různých senzorů viz. kapitola senzory. Řídicí jednotka tyto signály zpracovává a na jejich základě řídí chod stroje. Zobrazuje na palubních ukazatelích chyby a ovlivňuje množství paliva přiváděného do válce, popřípadě, kdy se palivo vstříkne. Vše se děje podle výstupu ze senzorů. Například senzor emisí zaznamená, že jsou zvýšené emise, tak řídicí jednotka zvýší výkon EGR ventilu. Když zplodiny poklesnou, tak opět výkon EGR ventilu sníží.

V současné době řídicí jednotka ovládá například i posilovač řízení, nebo zapíná či vypíná náhon přední nápravy, zaznamená-li, že kola stroje prokluzují. Řídicí jednotka si sama řídí otáčky motoru, aby byl v co nejekonomičtějším a nejekologičtějším provozu a mnoho dalších parametrů. [28]

### **3.2.2 Senzory**

Senzory monitorují v dnešních traktorech téměř vše. Od toho, zda je obsluha připoutána, přes to, jestli jsou odpovídající emise v normě. Senzory řídicí jednotky kontrolují i to, zda nedojde ke střetu s překážkou, spojenému s mapováním celého okolí a hlídání polohy přes GPS.

### **3.2.3 Hydraulické řídicí jednotky**

Hydraulické řídicí jednotky určují, jaké množství a v jakém směru bude kolovat hydraulický olej v jednotlivých okruzích. Hydraulické řídicí jednotky jsou řízeny pomocí hydraulických ovládacích prvků.

### **3.2.4 Ovládací prvky**

V dnešní době je přesunuta celá řada ovládacích prvků na monitory. V minulosti představovaly ovládacími prvky páky, tlačítka, pedály atd. Dnes s příchodem elektroniky je kupříkladu ruční brzda řešena pomocí tlačítka a nastavování tlaku hydrauliky do přípojného zařízení není již řešeno polohou páky, ale je nastavováno pomocí dotykového displeje.

Nejmodernější stroje již manuální ovládací prvky téměř nemají, protože většinu procesů si řídí sám traktor. Například při zapojení secí soupravy se souprava přes čip sama nahraje do řídicího systému traktoru a podle těchto dat ze soupravy se samy nastaví veškeré hydraulické okruhy traktoru.



Obrázek 12 řazení John Deere 2250

<https://www.agribidding.com/images/800x600/3649/1617103330248689.jpg>



Obrázek 13 řazení Valtra 115A

<https://www.valtra.cz/content/dam/Brands/Valtra/en/Products/ASeries/5th-gen-2021/valtra-a-series-tractor-armrest-hitech4-540-304.jpg>



Obrázek 14 moderní interiér traktoru Case Puma  
<http://www.agrystem.cz/obrazky-soubory/2-2-7dc00.jpg>

### 3.2.5 GPS navádění

Pro vysvětlení GPS systému navádění byla vybrána firma John Deere, která podle několika dotázaných odborníků z praxe má nejlepší GPS navádění. Je také hlavním průkopníkem této technologie ve světě. V dnešní době ovšem GPS navádění nabízí téměř každý výrobce, a to i s možností namontovat jej na stroj jiné značky. V praxi to znamená, že podnik se rozhodne používat GPS navádění například od firmy John Deere a poté všechny stroje v daném podniku mají GPS navádění John Deere. Třeba dva traktory John Deere, Class sklízecí mlátička, Case traktor a traktor New Holland a na všech se nachází navádění od firmy John Deere. [29]

GPS navádění slouží k zefektivnění práce. Jelikož stroj pracuje s přesností 1-3 cm, čehož obsluha není schopná docílit. Dochází tak k úspoře paliva a zároveň zrychlení práce. Také dochází ke komunikaci všech strojů, sbírání dat z nich a následnému zlepšení výnosů. [29]

1. Pole a všechny překážky v něm jsou zaznamenány do PC pomocí GPS trackeru nebo dronu. Například se vezme tracker a obejde (zmapuje) se sním pole a po určitém úseku se po celé ploše seberou vzorky půdy.
2. Ve sklízecí mlátičce je automaticky vygenerovaná trasa tak, aby bylo co nejefektivnější sklizení. Tedy co nejméně přejezdů, kdy se nesklízí a tím

byla co nejvíce využita lišta. Sklízecí mlátička zaznamenává, jak je kde sklizeno a po dokončení práce vše nahraje do dat o poli.

3. Při orbě souprava nahraje data o hranicích pole a opět co nejefektivněji pole zorá.
4. Dochází k setí. V dnešní době k přesnému setí. Souprava si opět načte hranice pole a data o poli a na základě těchto dat co nejefektivněji seje. Dnes se rozmáhá přesné farmaření, takže secí souprava seje v každém místě jiné množství osiva podle dat od sklízecí mlátičky, tak aby došlo k zvýšení výnosu.
5. Dochází k přihnojování pole. Souprava opět načte hranice a data o poli. Pak podle těchto dat přihnojuje přesně, tak že každé místo pole je přihnojeno jiným množstvím. Pole se přihnojuje několikrát a různými látkami podle toho, kde chybí jaký prvek. Například v levé části pole je mnohem méně dusíku, než v pravé a pro danou plodinu je ideální např. hodnota vyšší. Pak se v levé části pole rozmetá více dusíku než v pravé.
6. Opět je pole sklizeno a data se porovnávají. Na tomto základě každý stroj v různých částech pole pracuje automaticky jinak, aby došlo ke zvýšení výnosu.

V dnešní době se umisťují menší vysílače co nejbliže k pracovnímu prostoru tažené soupravy, jelikož u některých nástrojů, jako je diskér, dochází k driftu. Například, jede-li souprava kopcem po vrstevnici, stroj sklouzává dolů a nedochází k tak přesné práci. Díky malému vysílači přímo v disku, GPS modul zaznamenává, kde se stroj nachází. Při vychýlení ze směru jízdy ho pak automaticky srovná. V neposlední řadě dochází ke snížení opotřebení veškerých nástrojů i strojů samotných. [30]

Vzorový příklad: obsluha secího stroje o záběru 3 m překrývá 20 cm, avšak GPS navádění s tou samou soupravou překrývá pouhé 2 cm. Takže při příčném setí, kdy je pole dlouhé 1000 m a široké 500 m, se dá vypočítat, o kolik úspornější je GPS navádění, například na stroji Valtra 115A, oproti obsluze. Rychlost soupravy je 12 km/h, přičemž nebudeme brát v úvahu otáčení na souvrati, pouze čistý pracovní čas v řádku.

Obsluha bude při každé jízdě překrývat 20 cm (změřeno 10 náhodných jízd), což znamená, že nebude mít záběr 3 m ale jen 280 cm. Zatímco GPS navigace bude mít pokaždé záběr 298 cm. Vydělením šířky pole daným záběrem zjistíme, kolik musí být provedeno jízd.

$$50000 \div 280 = 178,6$$

$$50000 \div 298 = 167,8$$

Stroj řízený obsluhou tedy musí přejet pole 179krát a souprava řízená pomocí GPS musí pole přejet 168krát (musíme zaokrouhlit nahoru, jelikož poslední jízda má mnohem větší přesah, ale nemůže kus pole zůstat nezasetý).

Nyní vynásobením počtu jízd a délky pole, zjistíme, jakou vzdálenost souprava musí urazit, aby zasela celé pole. Souprava řízená obsluhou urazí 179000 m a

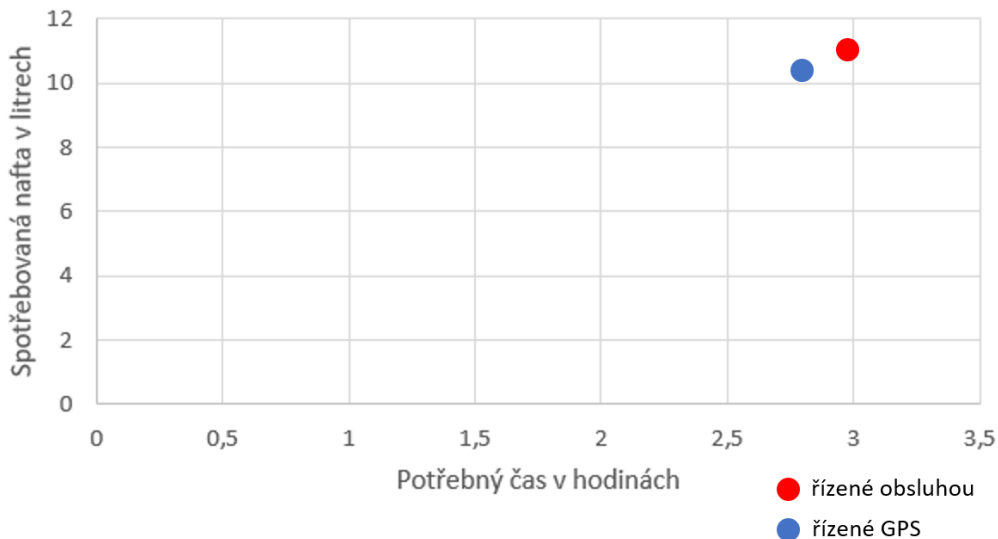
souprava řízená GPS naváděním urazí 168000 m. Následným vydělením rychlostí se dozvíme, jak dlouho souprava bude práci vykonávat. Souprava řízená obsluhou bude práci vykonávat 14,9hodiny a souprava řízená GPS naváděním 14hodin.

Budeme-li uvažovat, že stroj je celou dobu v ideálních otáčkách, ve kterých je udávána motohodina, soupravě řízené obsluhou bude práce trvat o 6,4 % déle. Nyní můžeme zjistit spotřebu. Souprava spotřebuje 3,7l/mth ,což v tomto případě činí 3,7l za hodinu. Souprava řízená obsluhou spotřebuje 55,13litru nafty a souprava řízená pomocí GPS navádění spotřebuje 51,8 litru nafty. Rozdíl ve spotřebě paliva je tedy také 6,4 %.

Pole o rozloze 5Ha zaseje souprava řízená obsluhou za 14 hodin a 54 minut a spotřebuje při tom 55,13 litru nafty. Souprava řízená pomocí GPS zaseje totožné pole za 14 hodin a spotřebuje 51,8 litru nafty.

Typ řízení	Spotřeba na hektar	Porovnání spotřeby na hektar	Čas potřebný na obdělání hektaru	Porovnání času
Obsluha	11,03 l	100 %	2,98 h	100 %
GPS navádění	10,36 l	93,9 %	2,8 h	94 %

Komparace na 1Ha



Obrázek 15 graf komparace času a spotřeby paliva při zasetí 1H soupravou řízenou obsluhou nebo pomocí GPS navádění, vlastní tvorba

### 3.2.6 Monitory

Monitory slouží obsluze především k zobrazení všech údajů. V dnešní době s automatizací zemědělství je pro provoz strojů potřeba stále více dat, tudíž je třeba zavádět monitory, na kterém se soustředí větší množství různých ukazatelů, než když použijeme několik palubních přístrojů se stupnicemi. V dnešní době jsou monitory

konstruované jako dotykové obrazovky a neslouží pouze k zobrazování dat, ale jsou na nich umístěny i ovládací prvky.

### 3.3 Ekologické prvky

#### 3.3.1 Plynulá převodovka

Jedním z příkladů je CVT. Zkratka pochází z anglického: Continuously Variable Transmission, česky nazývané variátor. Jedná se o mechanicky bezstupňovou převodovku. I přesto, že je bezstupňová, tak v průběhu práce stupně mění, ačkoli nejsou mechanicky pevně dané. Konstrukčně je převodovka velice jednoduchá. V převodové skříni se nachází řemen (nazýváme ho řemen, i když se jedná o určitý druh řetězu). Na vstupu i výstupu jsou umístěné kužely, mezi kterými je řemen značnou silou svírán. Plynulým posouváním řemene obíhajícího po kuželu, se mění obvod kružnice a tím pádem i převodový stupeň. Takový traktor se začne dávat do pohybu zvolna a postupně zrychluje, zatímco nastavené otáčky motoru jsou neměnné. Postupným posouváním řemene se plynule mění převodový stupeň, dokud traktor nedosáhne požadované rychlosti. Tato varianta převodovek je velice efektivní, právě díky možnosti neustálé ekonomicky nejvýhodnější práce motoru. Pro tento typ převodovky není v průběhu práce potřeba spojky. Spojka slouží pouze k uvedení stroje do pohybu a následně jen při jeho úplném zastavení. Této výhody je využíváno stále více v zemědělských strojích. Přípojné zařízení za traktory, nebo jednoúčelové speciální stroje (samochodné postřikovače, atd...) vyžadují konstantní otáčky vývodového hřídele, tedy i motoru, čehož dosáhneme právě díky CVT převodovce. Stroj tak zrychluje a zpomaluje nezávisle na otáčkách motoru. Zatímco u převodovek s mechanicky pevně danými rychlostními stupni to možné není, protože ke zvyšování a snižování rychlosti je potřeba měnit otáčky motoru. Nejdříve musíme zvýšit otáčky motoru, poté zařadit vyšší mechanický převodový stupeň, čímž se sníží otáčky motoru a s následným zvyšováním otáček stroj zrychluje. [31]

Rozdíl mezi CVT převodovkou a mechanickou převodovkou. Mechanická převodovka o třech pevně daných mechanických převodech: 2:1, 1:1, 1:2. Výpočet změny převodového stupně u CVT převodovky na teoretickém příkladu: dva komolé kužely o průměrech podstav 150 mm, 300 mm a výšce 100 mm. Kužely jsou uloženy rovnoběžně. Pohybuje-li se řemen po kraji obou kuželů, tedy po nejmenším průměru hnaného a největším průměru hnacího kuželu můžeme spočítat převodový poměr.

$$i = \frac{d_2}{d_1}$$
$$i = \frac{300}{150}$$
$$i = 2$$
$$i = \frac{\text{vstupní otáčky}}{\text{výstupní otáčky}}$$

Převodový poměr v tomto případě je 2:1.

Pokud se řemen posune o 50 mm na dvou stejných kuželech, pohybuje se přesně uprostřed výšky obou kuželů. Spočítáme v tomto místě průměr a poté převodový stupeň.

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$d = \frac{300 + 150}{2}$$

$$d = \frac{450}{2}$$

$$d = 225\text{mm}$$

Průměr obou kuželů v daném místě je 225 mm.

$$i = \frac{d_2}{d_1}$$

$$i = \frac{225}{225}$$

$$i = 1$$

Převodový poměr v tomto místě je 1:1.

Pokud se řemen posune o dalších 50 mm, bude na druhém kraji kuželů a můžeme rovnou spočítat převodový poměr. [31]

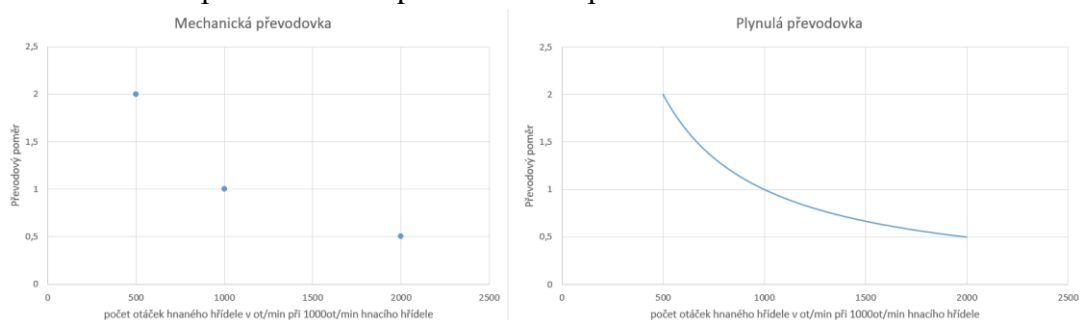
$$i = \frac{d_2}{d_1}$$

$$i = \frac{150}{300}$$

$$i = 0,5$$

Převodový poměr v tomto případě je 1:2.

Tato teoretická převodovka má tedy souvislý průběh převodového poměru v rozsahu 2:1 až 1:2 a přestože převodovka mechanická má rozsah také 2:1 až 1:2, je bez plynulého řazení. Na grafu vlevo je znázorněn převodový stupeň, který lze zařadit na mechanické převodovce a vpravo na CVT převodovce.



Obrázek 16 graf převodových stupňů mechanické převodovky (vlevo) a CVT převodovky (vpravo), vlastní tvorba

### 3.3.2 DPF, Filtr pevných částic

Neboli zařízení eliminující prachové částice ve výfukových plynech. Bývá montován nejen do traktorů, ale dnes již do všech strojů splňující nové evropské normy. Při správném fungování má prakticky neomezenou životnost. Pracuje tak, že zplodiny

prochází skrze filtr pevných částic. Ten obsahuje většinou keramickou mřížku natřenou vzácným kovem např. platinou, kde se částice zachytávají. Když je filtr plný, přibližně ze 70 %, dojde k vypalování filtru, takzvané regeneraci. Ta je řízena řídicí jednotkou a spouští se tehdy, když jsou splněny veškeré podmínky pro vypalování jako např. vytíženost motoru, plnost filtru, teplota zplodin, otáčky motoru atd. Pokud jsou podmínky splněny, řídicí jednotka zahájí vypalování a při zvýšených teplotách se prachové částičky spálí. Následně se filtr zregeneruje. V minulosti se také experimentovalo s filtry pevných částic na jedno použití, jak do automobilu, tak do traktoru. Ty se ovšem neosvědčily a dnes se vůbec nepoužívají. Hlavní nevýhodou filtrů pevných částic je složitá konstrukce. Navíc pokud filtr nepracuje správně, dochází k rapidnímu zkrácení životnosti a například při porouchání filtru, se stroj stane nepojízdným a následná oprava je kvůli komplikovanosti systému značně nákladná. Dříve docházelo ke zkrácování životnosti motoru právě díky vypalování filtru pevných částic. Tomu by podle výrobců mělo být zamezeno za pomoci vstřikování paliva do zplodin před filtr. [32]

### **3.3.3 SRC katalyzátor, katalytická selektivní redukce vstřikováním AdBlue**

Systém SRC slouží k přeměně škodlivých oxidů dusíku na vodu a dusík. SRC se nachází ve výfukovém potrubí. Toto místo je přesně dané, kvůli nutnosti specifických podmínek pro správnou chemickou reakci. To znamená ideální tepelné podmínky či dostatečná vzdálenost od konce výfukového potrubí, aby se stihly všechny oxidy dusíku rozdělit, než opustí výfuk. Při jízdě dochází ke vstřikování AdBlue, neboli roztoku močoviny a čisté vody, do zplodin v katalyzátoru a tam je zahájena chemická reakce rozkladu oxidu dusíku. [33]

### **3.3.4 EGR ventil, recirkulace výfukových plynů**

EGR ventil je nezbytnou součástí téměř všech dieselových motorů, s ohledem na přísné emisní normy. EGR ventil rozkládá oxidy dusíku. Vlivem nedokonalého hoření a vysokým teplotám ve válci motoru, dochází k uvolňování oxidu dusíku. Tento problém řeší EGR ventil, díky němuž dochází k opětovnému sání části zplodin z výfuku do vzduchu, který je nasáván do válce. Tím dochází k lepšímu spalování ve válci a snížení emisí. Jsou dva typy EGR ventilu: vnitřní a vnější. U vnitřního se nejedná o žádnou součástku. Pouze dochází k nastavení vačkové hřídele. Tedy k seřízení ventilů tak, aby po výfukové fázi, když dochází k nasávání, zůstal výfukový ventil zčásti otevřený a byla zpět do válce nasáta část zplodin. Tento systém ovšem funguje pouze u motorů s velmi špatným spalováním, což má za následek vznik velkého množství oxidu dusíku. Druhou variantou je vnější EGR ventil. Ten už je samostatným prvkem, za pomoci kterého dochází k nasávání zplodin z výfuku a následnému vrácení sacím ústrojím zpět do motoru. Umí regulovat průtok nasávaného vzduchu či zplodin a podle různých senzorů, např. senzoru kvality hoření ve válci, určuje poměr těchto dvou položek. Může nastavit 0-100 % zplodin. Speciální variantou EGR ventilu je chlazený EGR ventil. U chlazeného EGR ventilu



dochází k ochlazování výfukových plynů před nasátím do motoru, z důvodu zvětšení nasávaného množství. Ve strojích staršího data výroby byl vývod EGR ventilu do sacího ústrojí motoru veden před turbodmychadlem, nebo za turbodmychadlem. V současnosti se pracuje s koncepcí vyvedení EGR ventilu před i za turbodmychadlo. Řídící jednotka by si sama regulovala, kudy budou zplodiny nasávané. [34]

### **3.3.5 Common Rail vstřikování**

Common Rail vstřikovač se používá od roku 1997 a v dnešní době je součástí téměř všech dieselových motorů nejen u těžkých terénních tažných vozidel. Jedná se o speciální vstřikovač řízený řídicí jednotkou. Zajišťuje přesné dávkování paliva do válce a jeho dokonalé rozprášení ve válcovém prostoru. Common Rail vstřikování umožňuje snížení spotřeby paliva a zároveň značně zvětšuje rozsah maximálního výkonu motoru. Například maximální výkon nemá motor při 1400-1500ot/min, ale při 1300-1600ot/min. Dle dostupných dat systém Common Rail výrazně snižuje emise uhlíku. Common Rail systém vstřikování se dělí na dva typy, které jsou dnes běžně využívány: elektromagnetický a piezoelektrický. Elektromagnetický, který je v současnosti využíván již méně. Zde k ovládní vstřikovače slouží elektromagnet, který pomocí magnetického pole optimalizuje vstřikování. Piezoelektrický systém vstřikování je častěji používán. Je přesnější, ale složitější. Následné opravy jsou pak podstatně dražší. K ovládní vstřikovače slouží piezokrystal. Pracuje přesněji a můžeme provést až několik vstřiků během jednoho pracovního cyklu motoru. Díky tomu je možné rozprášení v celém objemu válce a tím docílení lepšího spalování, šetření paliva i vyšších výkonů. [35]

## **3.4 Vliv environmentálních úprav na spotřebu paliva**

### **3.4.1 CVT převodovka**

Dle některých zdrojů dochází ke snížení spotřeby paliva u CVT převodovek oproti mechanickým převodovkám až o 25 %. Hlavním důvodem je práce motoru neustále v ideálních podmínkách. Dochází tedy k nejlepšímu spalování. Mimo to práce v ideálních otáčkách zaručuje i snižování emisí i když minimálně.

### **3.4.2 DPF filtr pevných částic**

DPF filtr má podle různých zdrojů různé vlivy na spotřebu paliva. Záleží převážně na typu motoru a jeho různých charakteristikách. V ideálním případě nemá DPF filtr žádný vliv na spotřebu paliva. Bohužel v praxi to tak není a poté záleží na již zmíněných charakteristikách. DPF filtr v praxi zpravidla zvyšuje spotřebu traktoru. V minulosti při zavádění DPF filtru do traktorů měl vliv na spotřebu spíše vyšší. V dnešní době se zvyšování spotřeby paliva u traktoru vlivem DPF filtru snaží všichni výrobci eliminovat. S ohledem na zanášení DPF filtru je potřeba filtr vypálit. Pro vypálení je potřeba, aby byl motor zatížen. To je potřeba vzít v úvahu, protože motor není stále vytížen na požadovanou úroveň, a také při zatížení motoru roste opět spotřeba. V případě že je motor v provozní praxi již potřebně vytížen a dochází

k vypalování DPF filtru, je vliv na spotřebu téměř zanedbatelný. Pokud ovšem dochází k vypalování filtru, když motor není vytížen a dochází k umělému vytížení motoru, v tomto případě vliv DPF filtru na spotřebu značně narůstá.

Zde uvádím příklad z praxe, jelikož systém díky své novosti není zcela technicky vychytán. Obsluha s již zmíněným strojem Valtra 115A vyjela po několika denní činnosti z lesa na pozemní komunikaci za účelem přemístit stroj na nové místo výkonu práce. Řídící jednotka spustila nouzový režim s ohledem na plný DPF filtr. Stroj se na pozemní komunikaci zastavil a začal vypalovat filtr pevných částic. Vypalování trvalo cca 20minut. Stroj tedy zůstal stát v nepřehledné zatačce, kde 20 min vypaloval filtr, než umožnil obsluze odjet v nouzovém režimu na nejbližší místo k zastavení, a poté probíhalo vypalování filtru znova, až do jeho dokončení.

### **3.4.3 SRC katalyzátor**

Vliv SRC katalyzátoru na spotřebu paliva je různý. Nelze tedy prokazatelně určit, co je plně ideální stav. Jelikož není primárním účelem snížit, ani zvýšit spotřebu paliva, bylo by ideální, kdyby na spotřebu paliva neměl žádný vliv. Jelikož dokáže spotřebu částečně i snižovat, bylo by ideálním stavem co největší snížení. Ale u SRC katalyzátoru záleží na typu motoru a jeho aktuálních provozních podmínkách. Pokud motor není v ideálních otáčkách, může spotřebu značně měnit. Ovšem v některých provozních momentech spotřebu vůbec neovlivňuje.

### **3.4.4 EGR ventil**

EGR ventil v ideálním případě nemá žádný vliv na spotřebu paliva traktorů. V praxi však nejsou vždy podmínky ideální a spotřebu zde zvyšuje. Protože vedlejším efektem při provozu je ochlazování náplně válce, dochází ke snižování výkonu. Aby byl zachován stejný výkon musí být vstřikováno více paliva do válce.

### **3.4.5 Common rail vstřikování**

Common rail vstřikování vždy účinně snižuje spotřebu paliva, však pouze za určitých podmínek. Nikdy jí ovšem nezvyšuje.

## **3.5 Komparace zaváděných ekologických prvků a vyhodnocení**

Každá ze zmíněných environmentálních úprav snižuje emise traktorů, ale ve výsledku zvyšují spotřebu paliva. Proto se v kombinaci s tím využívají prvky jako EGR ventil a Common Rail vstřikování, které spotřebu paliva snižují. EGR ventil snižuje emise ve výfukových plynech, za to zhoršuje spalování směsi ve válci. Common Rail vstřik zlepšuje spalování ve válci. Při kombinaci těchto dvou prvků emisní soustavy má traktor nižší emise při stejné spotřebě. Je nutné, brát v potaz změnu jízdních vlastností stroje. Ve stroji se pak v praxi nachází mnoho součástí navíc, takže motorový prostor je potřeba udělat větší, aby se vešly veškeré tyto nové prvky. Opravy emisního ústrojí bývají navíc poměrně drahou záležitostí.

Z výše uvedených ekologických prvků se v dnešních traktorech nenachází úplně všechny. Například v traktoru Zetor Crystal se nachází Common Rail vstřikování,

systém čištění výfukových plynů pomocí SRC i aktivní čištění pomocí DPF filtru. DPF filtr zamezuje vypouštění pevných částic do ovzduší a mírně zvyšuje spotřebu. SRC zas mírně ovlivňuje hoření směsi ve válci a zamezuje vypouštění dusičnanů do ovzduší. Common rail vstřikování zlepšuje hoření a snižuje spotřebu. Traktor má stejnou spotřebu, nižší emise dusičnanů a nižší emise pevných částic. Motor má ovšem tři celé systémy navíc v emisním ústrojí, tedy mnohem více elektroniky, odlišné jízdní vlastnosti a vyšší hmotnost. V důsledku toho všeho dochází k mírnému zvýšení spotřeby. Vzhledem k tomu, že technologie emisního ústrojí jsou relativně nové, nejsou ještě naprosto dokonalé a dochází k častějšímu poškození nějaké z jeho částí.

Jednou z nevýhod emisní soustavy jsou její rozměry. U dnešních motorů se přidáním emisní soustavy zvětší jejich rozměr až na dvojnásobek. Toto můžeme vidět na následující fotografii motorového prostoru teleskopického manipulátoru Merlo. Jedná se o čtyřválcový motor Deutz-Fahr. V obrázku motorového prostoru je vyznačeno několik jeho částí.

1. Motor
2. Filtr pevných částic
3. Výfuk zvětšený, aby byla možnost působení AdBlue
4. Vzduchový filtr
5. Chladič



Obrázek 17 motor Merlo, vlastní foto

### 3.6 Hospodárny výkon stroje

Pro názornou ukázkou výpočtu hospodárneho výkonu stroje byl vybrán traktor Deutz-Fahr série 6 o výkonu 160 koňských sil. Tento traktor byl vybrán na základě dostupnosti. Poskytla ho firma ES-Agroservis, kde jsem měl možnost odpracovat s ním 4 sezóny na orné i neorné půdě.



Obrázek 18 New Holland TL100 (modrý), Deutz-fahr serie 6 160koní (zelený), Valtra 115A(červený), vlastní foto

#### 3.6.1 Původní náklady

Počáteční (vstupní) náklady jsou výdaje, které je nutné zainvestovat na začátku. Například náklady potřebné na koupi stroje. Čím více práce stroj vykoná, tím se náklady vztahované k vykonanému objemu práce zmenšují. V tomto případě tedy platí, že čím více půdy stroj obdělá, tím je to ekonomicky výhodnější.

Pokud stroj za 4 000 000 Kč bude obdělávat 1Ha/rok a bude v provozu 1rok, tak bude na hektar cena stroje 4 000 000Kč. Pakliže ten samý stroj obdělá 10Ha/rok a bude v provozu 1rok, tak již vychází pouze na 400 000Kč na hektar.



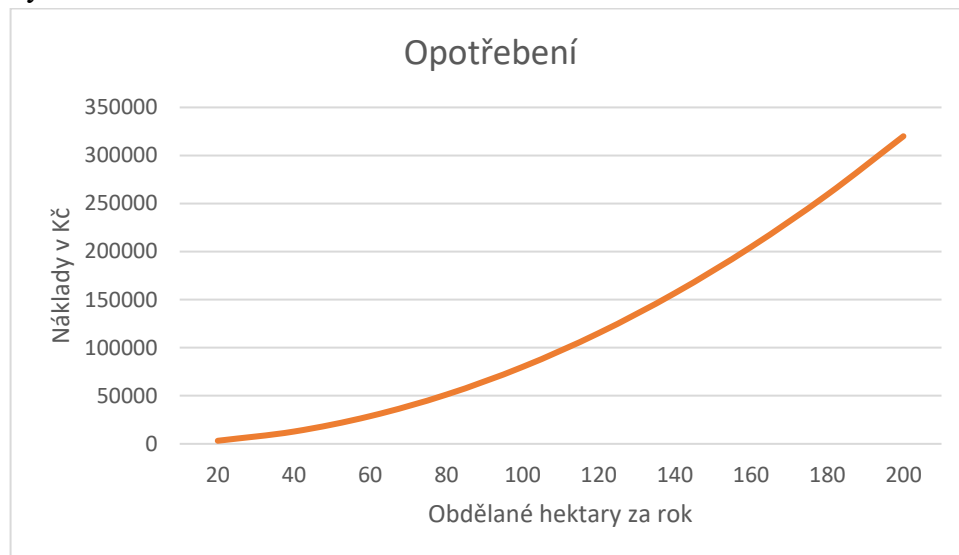
Obrázek 19 rozpočet původních nákladů na množství obdělané půdy

### 3.6.2 Výkon

Čím více je stroj při práci výkonově zatěžován, tím je to méně výhodné z ekonomického hlediska s ohledem na jeho údržbu i spotřebu paliva. Čím více je stroj zatížen, tím více trpí na opotřebování a roste jeho spotřeba nafty atd. Jsou nutné častější opravy, výměny součástí a zkracuje se životnost stroje. Jestliže stroj potřebuje běžnou opravu po každých 10 Ha a oprava stojí např. 100 000Kč, tak po těchto 10 Ha je to ekonomicky výhodnější, než pokud obdělá až 100Ha a oprava má pak enormní náklady. V praxi ovšem záleží zjednodušeně na vzorci:

$$\text{Opotřeben\i} = K * (\text{v\i}kon)^n$$

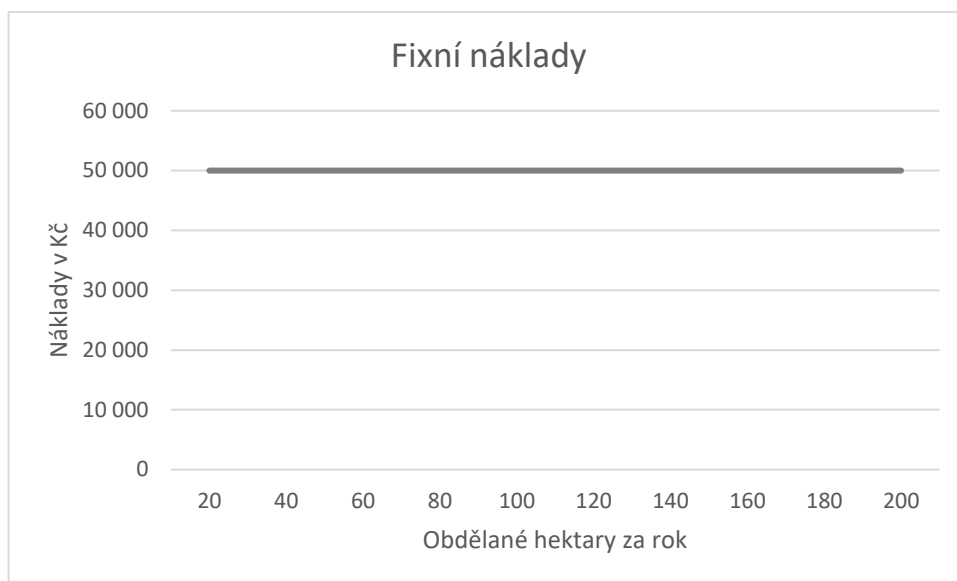
Kde K je účinnost stroje, která je u novějších strojů vyšší než u starších, ale pohybuje se přibližně mezi 0.7 až 0.9 a koeficient n se pohybuje přibližně okolo 1,5 až 2,5. Budeme tedy počítat s průměrnými hodnotami.  $K=0.8$  a  $n=2$ . Výsledek vynásobíme



Obr\iizek 20 cena provozu stroje v z\avislosti na množství obd\el\iane p\iudy

### 3.6.3 Fixn\i n\iklady

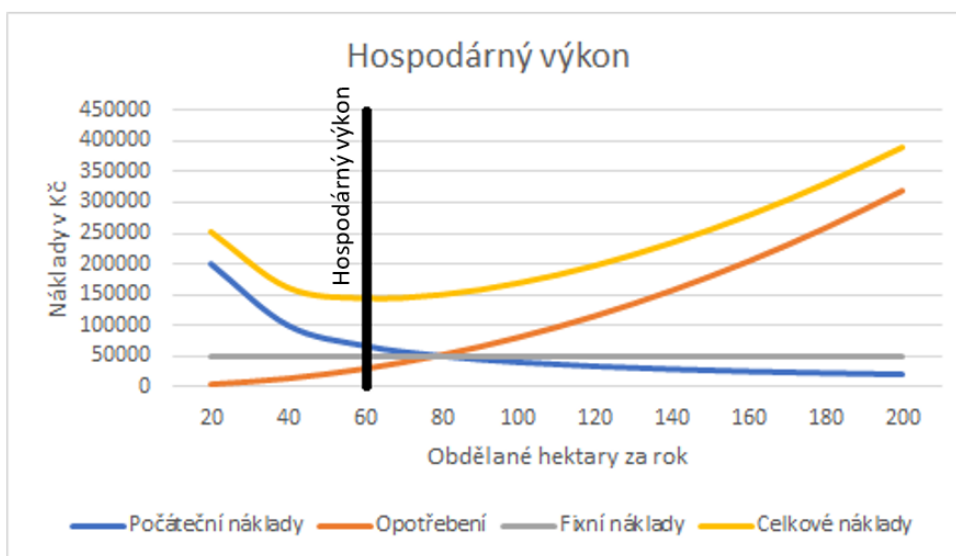
Nem\enne n\iklady jako například cena za pracovníka, kter\i je placen hodinovou sazbou. V tomto p\iipad\i nezáleží, kolik hektarů obd\el\i za rok. M\i pořád stejnou v\iplatu. St\ale jsou také n\iklady na udržování servisn\iho st\rediska, pravideln\i STK prohl\idky atp.



Obrázek 21 fixní náklady

### 3.6.4 Hospodárný výkon (ideální výkon)

Výkon, při kterém je nejvíce výhodné stroj provozovat. Je součtem všech tří proměnných a nachází se v nejnižším bodě celkových nákladů na provoz stroje.

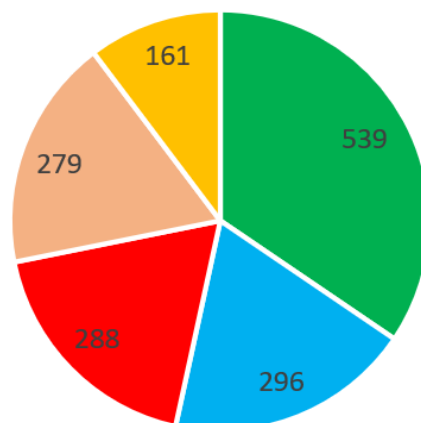


Obrázek 22 hospodárný výkon a výslednice po sečtení všech vstupních nákladů, vlastní tvorba

### 3.7 Současné trendy a výhledy do budoucnosti

Současné trendy a budoucnost vývoje probereme u 5 největších prodejců traktorů u nás, podle údajů ze serveru autobible z roku 2019. [13]

## Podíl pěti firem s nejvíce registracemi v ČR



■ John Deere ■ New Holland ■ Zetor ■ Case ■ Kubota

Obrázek 23 graf počtu přihlášených traktorů pěti největších dovozců traktorů do ČR v roce 2019, vlastní tvorba

### 3.7.1 John Deere

Vzrůstá nárok na obdělání co největší plochy v co nejkratším čase. To se v praxi realizuje zvětšováním pracovního záběru strojů pro polní práce a zvyšováním pojezdových rychlostí. S tím přichází potřeba zvyšovat výkon traktorů. Již dnes je většina nejvýkonnějších traktorů na čtyřpásovém podvozku, jelikož od zemědělců je stále kladen vyšší nárok na rozměry stroje. Také je požadováno rozložení váhy stroje na co největší půdní plochu, aby nedocházelo k utužování půdy. [36]

Lze očekávat zavedení hybridních pohonů u traktorů, vzhledem k již probíhajícím testům a prvním prototypům. Hybridní pohon je složen z naftového motoru a elektromotoru. Dochází ke stálému zvětšování kapacity nádrže u jednotlivých strojů, aby při maximálním vytížení nebylo potřeba uprostřed polních prací doplňovat pohonné hmoty. [36]

Hlavní vizí budoucnosti je kabina. Uspořádání kabiny se vyvíjí spolu s rostoucím počtem technologií v jednotlivých strojích a již dnes není výjimkou traktor s několika dotykovými displeji v kabině. Obsluha pouze dojede na pole, stroj nastaví a ten autonomně provede danou činnost na poli. Do budoucna se nepočítá ani se zpětnými zrcátky. Už teď se testují kamery z boku kabiny a dva malé displeje zevnitř na sloupcích. Tento systém je doplněn několika desítkami minikamer po celém stroji. Obsluha má tak větší přehled o dění okolo stroje a vidí na 360° okolní plochy přímo na displeji v kabině. [36]

### 3.7.2 New Holland

Společnost Agrotec a. s. razí heslo Smart and Easy, což v překladu znamená chytře a snadno. Automatika ve strojích je pro dnešní stroje prakticky nutností, jako je

například systém IntelliBalle pro lisování balíků. Obsluha pouze zmáčkne jedno tlačítko, traktor se sám rozjede a začne nabírat hmotu do lisu. Pakliže je lis plný, traktor sám zastaví, zaváže balík a poté ho vypustí. Předá obsluze hlášení a ta opět jen zmáčkne jedno tlačítko. Platí tedy, co balík, to jedno máčknutí. Dalším systémem je IntelliTurn, kdy obsluha traktor pouze nastaví a on pomocí GPS signálu jezdí po poli s přesností 2 cm a sám se otáčí na souvratích. [37]

Nyní se značka New Holland podařilo sestrojít již zcela autonomní traktor, avšak jedná se zatím pouze o funkční prototyp. [37]

### **3.7.3 Zetor**

V dnešní době se Zetor zabývá hlavně autonomním řízením, telemetrií a precizním zemědělstvím. V současné době vyvíjí svůj vlastní systém, aby mohl v moderním farmářství konkurovat největším světovým firmám. Traktor komunikuje s agregací a dochází k co nejefektivnějšímu využití jak stroje, tak agregace. Podle slov obchodního a finančního ředitele Zetoru Lukáše Krejčíře je alternativní pohon u zemědělských strojů vzdálená budoucnost, proto na tom Zetor zatím nepracuje. [38]

### **3.7.4 Case**

Firma CNH Industrial se rozhodla jít cestou úplné automatizace se svým novým prototypem zcela autonomního traktoru. Tento traktor již nemá žádnou kabinu a je řízený nejmodernější technologií. Obsluha stroje sedí v kanceláři a stroj ovládá pomocí počítače nebo tabletu. Obsluha se strojem pouze jezdí na pole a stroj nastaví. Ten na základě dat, které dostane od obsluhy, vykonává práci zcela sám. [39]

Největším problémem zcela autonomních strojů je přeprava po veřejných komunikacích, která z právního hlediska není možná, protože stroj nemá řidiče. Dalším podstatným problémem je, neschopnost autonomního stroje zvládat všechny polní práce potřebné na farmě či v zemědělském družstvu. [39]

### **3.7.5 Kubota**

Spektrum zemědělské techniky, které poskytuje Kubota, je tak široké, že si dokáže vybrat každý. Počínaje od malého soukromníka s pár hektary, až po velké agropodniky. Firma již v minulosti představila bateriový komunální traktor, nebo zcela autonomní traktor Kubota X. Jedná se o první funkční modely, kde sériová výroba je jen otázkou budoucnosti, ale i tak se jedná o velký pokrok. Firma Kubota již delší dobu spolupracuje s firmou Microsoft. Díky této spolupráci je na předních příčkách s pokrokem v oblasti autonomních traktorů. [40]

## **3.8 Názor odborníků vs. názor uživatelů**

Jako názor odborníků byl použit rozhovor s prof. Ing. Františkem Bauerem, CSc. pro TV zemědělec. [41]

Jako názor uživatelů byl použit názor Ing. Eduarda Šnajdra, majitele ES Agroservis a soukromého zemědělce, který má mnohaletou zkušenost s provozem strojů jak ze



strany ekonomické, tak z pohledu řidiče. Ing. Eduard Šnajdr byl požádán, aby napsal svůj názor k dané problematice.

### **3.8.1 Názor odborníků**

Jelikož mají traktory spalovací motory, vypouští emise. Emisní normy prochází dlouhodobě a často úpravami, např. pro emisní normu STAGE IV bylo potřeba snížit NO<sub>x</sub> pomocí recirkulace výfukových plynů, nebo vstřikováním AdBlue. V dnešní době se však převážně vyrábějí motory, které podléhají emisní normě STAGE V, typické hlavně pro Evropu. Tyto motory tedy musí obsahovat oba dva systémy současně. Dle názoru odborníka se do budoucna bude vše monitorovat a normy budou zřejmě stále přísnější a přísnější. Spalovací motory jsou totiž jedním v největších producentů CO<sub>2</sub> na světě, vyprodukují přibližně 23 % emisí. Ochrana životního prostředí je dnes na prvním místě. To ale způsobuje vyšší výrobní náklady zapříčiněné zaváděním uvedených ekologických úprav, které je nutné také zaplatit. Efektivita přínosu při zavedení ekologických prvků je dostatečná a vyváží vyšší cenu stroje. Současný postup je tedy poměrně vyvážený a nachází se na správné cestě.

Ekonomický rozsah otáček motorů je přibližně v hospodárném rozsahu mezi 1600 až 2000 ot/min. Z uvedených důvodů mají traktory velký počet rychlostí řazených pod zátěží v rozmezí pojezdových rychlostí 5 až 15 km/h. Nezanedbatelný vliv na spotřebu paliva, a tedy nepřímo na emise stroje, má obsluha. Pokud pole není homogenní (kopcovité, různé druhy půdy atp.) obsluha musí stále měnit rychlostní stupně, aby byl motor v ekonomických otáčkách. Zde přichází na řadu hydromechanické převodovky. Např. proškolená obsluha při testu v popsáných podmínkách, dosahovala lepších výsledků s manuální převodovkou než s automatickou. Je ovšem nutné vzít v úvahu, že se obsluha nevydrží soustředit na řazení v nehomogenním terénu 10 hodin každý den. Poté s přibývajícím časem vychází lépe automatika, která funguje stále stejně. Obecně tedy platí, že při tahové zkoušce (na úseku 100 m ve stejných podmínkách stálou zátěží), je vždy lepší účinnost u mechanických převodovek. Ale zkoušky, které proběhly v terénu (kypré, zhutněné, kypré, zhutněné prostředí), traktor s mechanickou převodovkou neustále řadil, aby se udržel v ekonomických otáčkách. Plynulá převodovka se v otáčkách drží lépe a nemusí řadit. V tomto případě mechanická převodovka vyšla daleko hůře. Nejednalo se pouze o jednorázový test, ale o opakované testové projekty, které nám již přináší průkazné výsledky. Oba převodové systémy mají rovnocenný účinek v rovnějším terénu, nicméně pro spotřebitele hraje velkou roli i finanční stránka. Pro zemědělce s homogenními poli je mnohem lepší mechanická převodovka, jelikož je levnější a má jednodušší konstrukci. Plynulá převodovka je však podstatně efektivnější pro zemědělce s heterogenním terénem (svažitost, jiná struktura půdy), protože se udržuje v ekonomických otáčkách.

Z pohledu ekologie jsou velmi diskutovaná i alternativní paliva. Ta umožňují v dopravě omezování emisí nejen limitovaných (již zmiňované No<sub>x</sub>), ale i nelimitovaných (např. polyamorické uhlovodíky) a hlavně skleníkových plynů. Mezi

alternativní paliva spadají tzv. biopaliva (např. směsná motorová nafta s až 30 % metylesteru řepkového oleje), se kterými však nemají traktory v praxi dobré zkušenosti.

V minulosti bylo zjištěno, že řepkový olej je v naftě stabilní 2 měsíce. Pokud je traktor využíván každý den, palivo se chová jako čistá nafta, tedy je vše v pořádku. V případě, že např. sklízecí mlátička není půl roku využívána, dochází k destabilizaci paliva, které vytváří shluky a ty následně ucpávají palivovou soustavu. Oprava se pak uživateli mnohonásobně prodraží. Bohužel momentálně je tento typ biopaliv nejvyužívanější, jelikož čistá nafta je zakázána a nic lepšího neexistuje. Jednou z alternativ jsou i palivové články, které se u traktorů těžko uplatňují, využití mají spíše u automobilů. Další z cest by mohlo být využití zemního plynu, avšak tento proces je ve stádiu vývoje. Variantou u traktorů jsou i elektrické pohony, které se spíše vyvíjí jako spalovací generátory v kombinaci s elektromotory.

U traktorů hrají důležitou roli i tzv. funkční uzly. Jedním z takových nejvyužívanějších uzlů v praxi je funkční uzel traktor nástroj, který slouží k automatickému řízení hydrauliky. Pokud stroj zaznamená prokluz kol, tak řízeně převezme pomocí hydrauliky část váhy nástroje na sebe a tím se dotíží, zvětší se adheze kol a může dojít k využití většího výkonu motoru.

Závěrem není možné tvrdit, že dnešní traktory mají menší životnost a jsou poruchovější než traktory například z devadesátých let. Lze tedy napsat, že se bude více uplatňovat elektronika a automatizace. Častěji budou k vidění traktory bez řidiče. Pokud budou v budoucnu traktory se spalovacími motory, bude zapotřebí se více zaměřit na to, aby výkon motoru byl co nejlépe přenesen na podložku. Velmi důležité je i správné zapojení zařízení, neboť by bylo vhodnější, aby stroj upozorňoval na chybně zapojené zařízení. Při správném zapojení je možné využití funkčního uzlu traktor nástroj. Dle názoru prof. Ing. Františka Bauera, CSc. se více vyplatí vývoj elektronizace a automatizace jednotlivých funkčních uzlů. Je to dobrá a mezistupňová fáze k plné automatizaci. Do budoucna se počítá i s dalším zpříšňováním emisních norem.

### **3.8.2 Názor uživatelů (obsluhy)**

Problematika ekologie a ochrany klimatu je v posledních letech velmi silné téma. Většina obyvatel EU si dnes již uvědomuje vlivy, kterými velmi negativně ovlivňujeme jak prostředí kolem nás, tak i celosvětové klimatické pochody. Jsme svědky oteplování planety způsobené navyšováním obsahu skleníkových plynů v atmosféře (převážně CO<sub>2</sub>). To způsobuje mj. tání polárních ledovců a narušuje mořské proudění – tolik zásadní pro udržení stabilního podnebí na zemi. Zvyšování kyselosti mořské vody, katastrofální zvyšování obsahu plastů a mikroplastů v mořích. To vše má naprosto devastující vliv na mořský ekosystém. Na mnoha místech na zemi jsou již důsledky těchto procesů velmi nepříjemně patrné. Ať už jsou to vlivy primární, např. nízko položené pobřežní oblasti, ohrožené výrazným zvyšováním mořské hladiny, či čím dál častějšími cyklony. Nebo sekundární, např. oblasti

dlouhodobě zasažené značným suchem a následnou neúrodou, což je způsobeno narušením přirozeného koloběhu vody v atmosféře.

A jsme to i my Čeští zemědělci, kteří jsme touto problematikou zasaženi velmi výrazně. I přesto, že se nacházíme v klimaticky celkem stabilní části Evropy, pocítujeme v posledních deseti letech značnou nestabilitu v jinak tradičních projevech počasí. Jinými slovy v obdobích, pro které byl příznačný výskyt nadměrného množství srážek, dnes nejsou neobvyklá i několikaměsíční sucha. Ta jsou pak náhle vystřídána přívalovými lijáky, často doprovázená krupobitím. Mnohdy mají tyto projevy velmi fatální důsledky na výši a kvalitu úrody vyprodukované v daném roce. Chci proto říci, že jsme si plně vědomi nutnosti změn, kterými je třeba se pokusit zvrátit, či alespoň zmírnit negativní dopady těchto nepříznivých jevů.

Problém ovšem, podle mého názoru, nastal ve chvíli, kdy se z takzvaného Green Dealu stala v rámci EU fakticky ideologie. Část evropské politické elity vycítila šanci svézt se na vlně popularity tohoto důležitého tématu a přeměnit jej doslova v „náboženství“. Jednotlivé politické frakce se doslova předbíhají v tom, kdo přijde s ještě radikálnějšími řešeními eko-problematiky. Nad výsledky takového procesu zůstává mnohdy rozum stát. Jako příklad uvedu, že podle některých názorů musíme v EU omezit chov skotu a to jednoduše proto, že kráva vytváří ve svém zaživacím traktu příliš mnoho skleníkových plynů. Zkrátka krávy moc prdí.

Když čtu takové řádky, neubráním se myšlence na jedno staré české přísloví – PRO STROM NEVIDÍ LES. Například jen přesun celého europarlamentu mezi Brusel a Štrasburkem, který se podle pravidel EU provádí každý měsíc, vyprodukuje ročně tolik CO<sub>2</sub> jako menší ostrovní stát, cca 20 000 tun. Ale krávy moc prdí.

Opravdu tvoří část europarlamentu lidé, kteří mají sice vysoké vzdělání na prestižních evropských či světových univerzitách, ale v reálu nestojí nohama na zemi. Nebo se tito lidé, za pomoci různých ekologických neziskovek, snaží vytřískat z daného tématu politické body? Ať je to tak, či tak, pravdou zůstává, že různá Eko – omezení se dnes již týkají nás všech a asi nejvíce se s nimi setkáváme ve spalovacích motorech.

Když se začaly zavádět emisní normy Euro, bral jsem to jako takové nutné zlo potřebné k tomu, aby se emise produkované dynamicky rostoucí osobní a hlavně kamionovou dopravou jednoduše „držely na uzdě“. To že na řadu přijdou i stroje zemědělské, lesnické či stavební se víceméně dalo čekat. Přece i my musíme přispět svou troškou, byť za cenu zvýšených pořizovacích i provozních nákladů. Co už mně ale nemile překvapilo, byl fakt, že například nově pořízený (2021) kolový traktor Valtra o výkonu 110 koní a vybavený všemi systémy splňujícími normu Stage 5, vykazoval nárůst spotřeby pohonných hmot o cca 80 %. A to vše např. ve srovnání s doposud užívaným strojem New Holland (2007) o výkonu 102 koní. A to aniž by byla jakkoliv navýšena produktivita práce. Při dotazech v autorizovaném servisu na

důvod takového navýšení mi bylo stručně oznámeno - DAŇ ZA EKOLOGII. Naprosto stejný problém jsem řešil rovněž na traktoru Deutz-Fahr (2019) o výkonu 165 koní a také vybavený všemi systémy splňujícími normu Stage 5, který nahradil starší stroj New Holland (2007) o výkonu 135 koní. Tentokrát byl reálný nárůst spotřeby o cca 50 % a to za mírného navýšení produktivity práce, který byl ovšem v tomto případě způsoben lepší převodovkou.

Na co jsem ovšem už připravený opravdu nebyl byl fakt, že nově pořízené stroje vykazovaly naprosto nepřijatelnou poruchovost. Zvláště u výše zmíněného traktoru Valtra 115A se od samého začátku neustále vyskytovaly provozní závady a to převážně na dvou systémech zajišťujících ekologický provoz. Těmito systémy byly systém pro vstřikování AD-blue a systém DPF filtr pevných částic. Finské traktory Valtra byly vždy symbolem kvality a spolehlivosti a tomu také odpovídala i cena. Každý, kdo si stroj této značky kupoval, platil s pocitem, že jednoduše kupuje kvalitu. Tento pocit jsem měl i já a o to větší zklamání jsem posléze pociťoval. Stroj je po mechanické stránce opravdu velmi kvalitní a spolehlivý. Ovšem velmi často se vlivem vadných čidel a dalších součástí na Eko-systémech přepínal do nouzového režimu. Z tohoto stavu jej, z důvodu značné složitosti a vysokému stupni elektroniky potřebné k fungování celého systému, dokázal dostat pouze pracovník autorizovaného servisu. A to pouze se speciálním elektronickým a mechanickým vybavením. Každý takový zásah vyžaduje značné finanční ztráty. To se promítne jak v nákladech na samotnou opravu, tak i v pracovních prostojích nefunkčního stroje. Celkově jsem tedy v pozici, kdy jsem investoval vysoké finanční prostředky do modernizace strojového parku. A to především v podobě nákupu nového kolového traktoru, který ovšem na příjmovou stránku podnikání neměl téměř žádný vliv. Zatímco na straně nákladů se částky díky ekologickým systémům navýšily téměř dvojnásobně.

Z mého pohledu tedy musím říci, že takovéto úpravy spalovacích motorů sice na první pohled opravdu snižují primárně produkované emise. Avšak vzhledem k vysoké náročnosti na výrobu, údržbu i samotný provoz těchto systémů, doprovázený značným navýšením spotřeby pohonných hmot, se tento efekt výrazně snižuje. A to vše, za enormního navýšení provozních nákladů pro koncového uživatele.

Při mých zahraničních pobytech (Brazílie, Jihoafrická Republika, Indie, Spojené arabské emiráty aj.) jsem byl mnohdy svědkem naprosto nepřijatelného chování tamější populace k životnímu prostředí. Např. několikamilionové město Salvador, jehož odpadní stoky při naprosté absenci jakýchkoli čistících zařízení ústí přímo do moře. Neskutečné množství odpadu, které se každou noc pálí na hromadách přímo v ulicích Nového Dillí, který obyvatelé během dne vyprodukovali. Nekonečné rozlohy vypálených deštných pralesů v Amazonii. Hrozivě znečištěné řeky, jako je Ganga ve městě Váránasí, jejíž voda připomíná spíše splašky. A na druhé straně zase neuvěřitelné plýtvání zdroji jaké je k vidění v Dubaji. Toto jsou globální výzvy,

kterým bychom podle mě měli čelit a napomáhat při jejich řešení. Co je platné, že čím dál více omezujeme vlastní průmysl, když zároveň přivíráme oči nad faktem, že vlastní produkci nahrazujeme produkcí ze zemí, které na nějakou ekologii jednoduše kašlou? Vyšší ekologizace planety je opravdu velmi nutná, ale musí se provádět s rozumem a nikoliv pod vlivem emocí, nebo dokonce chamtivosti.

## 4 Závěr

Na základě dohledaných a vypočtených dat bylo zjištěno, jaké z vybraných elektronických, nebo ekologických součástí mají vliv na provoz uvedených strojů, jejich emisní stopu a ekonomickou nákladnost. Poté na základě rozhovorů s obsluhou a odborníky byl zjištěn teoretický a reálný dopad. Poté jsme vycházeli z rozhovorů s řediteli 5 největších dovozců traktorů do ČR a jejich výhledem do budoucna.

### 4.1 Elektronické prvky

Zaváděné elektronické prvky velice zefektivňují práci a snižují náklady. Tato technologie je do traktorů zaváděna již delší dobu, a proto by se dalo říci, že je prověřena a v dnešní době téměř bezporuchová. Uvedené technologie usnadňovaly práci obsluhy již v minulosti. Nyní, je obsluha spíše programátor, než řidič, který programuje stroj, pro provádění polních prací. Do budoucna se elektronická výbava strojů bude spíše rozšiřovat, a to hlavně díky automatizaci zemědělství, pomocí autonomních traktorů a v současné době již často zaváděnému přesnému farmaření.

### 4.2 Ekologické prvky

V tabulce můžeme vidět jaký prvek, jak ovlivňuje emise a spotřebu paliva.

Název prvku	Environmentální vliv	Vliv na spotřebu paliva
CVT převodovka	Snižuje celkové emise	Snižuje spotřebu paliva
DPF filtr pevných částic	Eliminuje částice prachu	Zvyšuje spotřebu paliva
SRC katalyzátor	Snižuje emise oxidu Dusíku	Převážně snižuje, ale v určitých momentech může i zvyšovat spotřebu paliva (spotřeba AdBlue)
EGR ventil	Snižuje emise oxidu Dusíku	Zvyšuje spotřebu paliva
Common Rail vstřikování	Snižuje celkové emise	Snižuje spotřebu paliva

Vzhledem k životnímu prostředí a názoru všech odborníků je nutné emise traktorů snižovat, stejně jako u všech strojů, které znečišťují ovzduší. Je ovšem potřeba zavádět do traktorů prvky tak, aby se vzájemně doplňovaly. Například při zavedení EGR ventilu, který zhoršuje hoření ve válci a zvyšuje spotřebu, ale současně snižuje emise oxidu dusíku. Přidání DPF filtru se eliminují pevné částice, ale zvyšuje spotřeba. Zavedeme-li Common Rail vstřikování, pak zlepšíme hoření ve válci a snížíme spotřebu. Výsledkem je snížení emisí při stejné spotřebě paliva. Ovšem stroj má odlišné jízdní vlastnosti a obsahuje mnohem více součástí, u kterých jsou velice nákladné opravy, které jsou zatím dosti časté z důvodu nedokonalosti systému.

Z uvedených skutečností, je patrné, jak tato řešení jsou komplexní a je zde nutno řešit všechny návaznosti.

Při přihlédnutí k složitosti těchto systémů, jejich funkčnosti, vlivu na provoz stroje a vlivu na emisní stopu je používání emisních systémů užitečné, ale za předpokladu vhodné kombinace vybraných úprav. Technologie snížení emisní stopy je celkem nové kritérium. Nejsou tedy zatím odladěny všechny problémy. Pokud budou tyto nedostatky do budoucna eliminovány, tak i dnes poněkud kritická obsluha, snad změní názor. Bohužel v dnešní době, kdy musí i traktory splňovat přísné emisní normy, jsou do nich montovány nové dosud, v praxi, ne dobře prověřené prvky. Ty bývají často poruchové a jejich opravy nákladné, což pravděpodobně zvyšuje odpor obsluhy ke zmíněným úpravám.

## 5 Seznam použité literatury

- [1] Nákladní automobil. In: *Profi dispečink: Centrum přeprav* [online]. Profi dispečink: Profi dispečink, 2013 [cit. 2023-04-09]. Dostupné z: <http://www.centrum-preprav.cz/nakladak-automobil-podrobnosti-clanek-23.htm>
- [2] Přehled typů nákladních aut. In: *Klados: -vaše dopravní společnost* [online]. Kladno: KLADOS - Vaše dopravní společnost, 2023 [cit. 2023-04-09]. Dostupné z: <http://klados.cz/cs/nakladni-auta/>
- [3] Muzeum traktorů a zemědělské techniky Chotouň. In: *Muzeum traktorů a zemědělské techniky Chotouň* [online]. [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: <http://www.veterantraktory.cz/cz/historicke-traktory.html>
- [4] BELL, Brian a Martin RICKATSON. *Farm Machinery*. 6. Sheffield, S35 1QN, UK: 5m Publishing, 2015. ISBN 978-1-910456-06-4.
- [5] *Tatra vyrábí speciály nejen pro armádu. Znáte tatraktor?* [online]. CZECH NEWS CENTER a.s: CZECH NEWS CENTER a.s, 2019 [cit. 2022-12-14]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/tatra-vyrabi-specialy-nejen-pro-armadu-znate-tatraktor-128516>
- [6] FROLÍK, Josef a Josef SVATOŠ. *Základy zemědělské techniky I*. 1. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích Zemědělská fakulta, 2000. ISBN 80-70-7040-464-7.
- [7] *Podvozky kolových a pásových traktorů, jejich odpružení a řízení* [online]. Agroportal24h.cz: Ing. František Roučka, 2019 [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/podvozky-kolovych-a-pasovych-traktoru-jejich-odpruzeni-a-rizeni>
- [8] *Česká premiéra nového traktoru CLAAS NEXOS proběhla na ovocnářském dni* [online]. [cit. 2022-12-08]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/ceska-premiera-noveho-traktoru-claas-nexos-probehla-na-ovocnarskem-dni>
- [9] *Před 30 lety byla ukončena výroba těžkého kolového tahače ŠT 180* [online]. Agroportal24h.cz: Agroportal24h.cz, 2022 [cit. 2023-01-22]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/pred-30-lety-byla-ukoncena-vyroba-tezkeho-koloveho-tahace-st-180>
- [10] XERION TRAC, TRAC VC a SADDLE TRAC. In: *Class.cz* [online]. Bantice: Class, 2022 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://www.claas.cz/produkty/traktory/xerion-hrc>
- [11] Sadařské a vinohradnické traktory. In: *Zemědělec: Profi Press* [online]. Praha: Profi Press, 2008 [cit. 2023-04-10]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/sadarske-a-vinohradnicke-traktory/>



- [12] *První plně elektrický traktor na světě hravě překoná konkurenci* [online]. ShodaHome: ShodaHome, 2021 [cit. 2023-01-22]. Dostupné z: <https://www.skodahome.cz/2021/09/02/prvni-plne-elektricky-traktor-na-svete-hrave-prekona-konkurenci/>
- [13] *TRAKTORY V ČESKU? TRH OVLÁDAJÍ AMERICKÉ ZNAČKY, ZETOR JE AŽ TŘETÍ* [online]. autobible euro cz: autobible euro cz, 2020 [cit. 2022-12-18]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/clanky/traktory-v-cesku-trh-ovladaji-americke-znacky-zetor-je-az-treti/>
- [14] *Traktory John Deere* [online]. John Deere: Strom, 2022 [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/traktory/>
- [15] *Motory v technice New Holand* [online]. Agrotec: Agrotec a.s., 2021 [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: <https://www.eagrotec.cz/motory-v-technice-new-holland>
- [16] *Traktory* [online]. Agrotec: Agrotec, 2021 [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: [https://www.eagrotec.cz/produkty/traktory?gclid=CjwKCAiA\\_6yfBhBNEiwAkmXy56XGzAbvhcA2-db5K5pTCVyROmVBm1xkH\\_qQVAsdVCfEBwDbW3FLCRoCqmMQAvD\\_BwE](https://www.eagrotec.cz/produkty/traktory?gclid=CjwKCAiA_6yfBhBNEiwAkmXy56XGzAbvhcA2-db5K5pTCVyROmVBm1xkH_qQVAsdVCfEBwDbW3FLCRoCqmMQAvD_BwE)
- [17] *ZETOR POWERTRAIN* [online]. zetor.cz: Copyright © 2023 ZETOR TRACTORS a.s, 2017 [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: <https://www.zetor.cz/zetor-powertrain>
- [18] *MOTORY CASE IH* [online]. AGRISYSTEM: © 2021 agrisystem.cz, 2021 [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: <http://www.agrisystem.cz/motory-case-ih>
- [19] *KUBOTA* [online]. ENLON: ENLON [cit. 2023-02-14]. Dostupné z: <https://www.enlon.cz/cz/produkty/motory-kubota/>
- [20] *Transmission* [online]. salesman: salesman [cit. 2023-03-05]. Dostupné z: [GbnPww3qTotMI6T4qm0sCu0NkXO4rwaB](https://www.enlon.cz/cz/produkty/motory-kubota/)
- [21] *PŘEHLED PŘEVODOVEK DOSTUPNÝCH V TRAKTORECH NEW HOLLAND*. In: *Agrotec* [online]. Hustopeče: AGROFERT a.s., 2021 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://www.eagrotec.cz/jak-vybrat-traktor/prevodovky-new-holland>
- [22] *Zetor* [online]. Zetor: Zetor, 2023 [cit. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://www.zetor.cz/>
- [23] *Power and gearbox changes from Case IH* [online]. The Scottish Farmer: The Scottish Farmer, 2017 [cit. 2023-03-05]. Dostupné z: <https://www.thescottishfarmer.co.uk/machinery/15611293.power-and-gearbox-changes-from-case-ih/>
- [24] *Historie výroby traktorů v českých zemích* [online]. www.nasetraktory.cz: www.nasetraktory.cz, 2008 [cit. 2022-12-08]. Dostupné z:

[http://www.nasetractory.cz/joomla/index.php?option=com\\_content&view=article&id=62:historie-vyroby-traktor-v-eskych-zemich&catid=40:uivatelske-lanky&Itemid=69](http://www.nasetractory.cz/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=62:historie-vyroby-traktor-v-eskych-zemich&catid=40:uivatelske-lanky&Itemid=69)

- [25] *Zetor 75* [online]. [cit. 2022-11-09]. Dostupné z: <https://zetor75.cz/>
- [26] *National Museum of American History* [online]. Behring center, 2018 [cit. 2022-11-22]. Dostupné z: <https://americanhistory.si.edu/tractor>
- [27] Rozdíly mezi nesenými a polonesenými stroji. In: *Profi Press* [online]. Profi Press: Profi Press, 2018 [cit. 2023-04-15]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/rozdily-mezí-nesenými-a-polonesenými-stroji/>
- [28] Řídící jednotka. In: *Elektroport* [online]. Brno: Elektroport, ©2008-2023 [cit. 2023-04-06]. Dostupné z: <https://elektroport.cz/kontakty-a-informace/vse-o-elektrokolech/ridici-jednotka>
- [29] AUTOTRAC. In: *John Deere* [online]. Praha: Strom, 2023 [cit. 2023-04-07]. Dostupné z: <https://www.deere.cz/cs/reseni-inteligentního-zemelstvi/reseni-navadeni/autotrak/>
- [30] *NAVIGACE A MODERNÍ TECHNOLOGIE V PRAXI* [online]. Strom: Strom Praha a.s., 2018 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://www.strom.cz/novinky/navigace-a-moderni-technologie-v-praxi>
- [31] *Převodovka CVT - variátor* [online]. Portál řidiče: Jakub Mokříš, 2022 [cit. 2023-02-25]. Dostupné z: <https://www.portalridice.cz/clanek/prevodovka-cvt-variator>
- [32] *Filtr pevných částic (DPF) – problémy a údržba* [online]. Alza.cz: Alza.cz, 2021 [cit. 2023-02-25]. Dostupné z: <https://www.alza.cz/auto/filtr-pevnych-castic-dpf-problemy-a-udrzba>
- [33] *Co je systém SCR?* [online]. Grean Chem: Grean Chem, 2017 [cit. 2023-02-25]. Dostupné z: <https://cs.greenchem-adblue.com/greenchem-has-a-new-product-12/>
- [34] *Ventily EGR: Co to je, jak funguje, a proč v ojetinách zlobí* [online]. Garáž.cz: seznam.cz, 2021 [cit. 2023-02-25]. Dostupné z: <https://www.garaz.cz/clanek/egr-ventil-21006051>
- [35] *Common Rail vstřikovače - k čemu slouží a jak poznat, že nefungují* [online]. Autonorma: Autonorma [cit. 2023-02-26]. Dostupné z: <https://www.autonorma.cz/page/109-obecne-priciny-poskozeni-common-rail-vstrikovace>
- [36] *Kam směřuje vývoj traktorů. Budoucnost patří hybridním, pásovým polním tahačům a bezpečným, chytrým kabinám* [online]. Agroportal24h.cz: Agroportal24h.cz, 2019 [cit. 2022-12-18]. Dostupné z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/kam-smeruje-vyvoj->

traktoru-budoucnost-patri-hybridnim-pasovym-polnim-tahacum-a-bezpecnym-chytrym-kabinam

- [37] *Budoucnost přinese nová řešení* [online]. Farmář: Profi Press, 2018 [cit. 2022-12-18]. Dostupné z: <https://mechanizaceweb.cz/budoucnost-prinese-nova-reseni/>
- [38] *Emisní předpisy zdražily traktory. Zetor s nimi bojuje vlastním vývojem* [online]. iDNES.cz: iDNES.cz, 2018 [cit. 2022-12-18]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/traktor-zetor-rozhovor-lukas-krejcir-obchodni-reditel-emise-zdrazeni-vyvoj-trh.A180528\\_130354\\_automoto\\_fdv](https://www.idnes.cz/auto/zpravodajstvi/traktor-zetor-rozhovor-lukas-krejcir-obchodni-reditel-emise-zdrazeni-vyvoj-trh.A180528_130354_automoto_fdv)
- [39] *Autonomní traktor od CNH Industrial* [online]. AGROJournal: 2011–2022 Vega spol. s r.o, 2017 [cit. 2022-12-18]. Dostupné z: <https://www.agrojournal.cz/clanky/autonomni-traktor-od-cnh-industrial-236>
- [40] *Na viděnou v „lepších časech“!* [online]. Profi Press: Profi Press, 2020 [cit. 2022-12-19]. Dostupné z: <https://komunalweb.cz/na-videnou-v-lepsich-casech/>
- [41] Prof. Ing. František Bauer, CSc.: *Traktory a životní prostředí*. In: *TV zemědělec* [online]. Praha 2: Profi Press, 2017 [cit. 2023-04-09]. Dostupné z: <https://tvzemedelec.cz/video/traktory-a-zivotni-prostrediemise-a-utuzeni-pudy/>