

UNIVERZITA PARDUBICE

DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015

Jan Šenkýř

**Univerzita Pardubice**

**Dopravní fakulta Jana Pernera**

**Vliv zemědělských dopravních prostředků na životní prostředí**

**Jan Šenkýř**

**Bakalářská práce  
2015**

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Šenkýř**  
Osobní číslo: **D12420**  
Studijní program: **B3709 Dopravní technologie a spoje**  
Studijní obor: **Provozní spolehlivost dopravních prostředků a infrastruktury;  
Ochrana životního prostředí v dopravě**  
Název tématu: **Vliv zemědělských dopravních prostředků na životní prostředí**  
Zadávatel katedra: **Katedra dopravních prostředků a diagnostiky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Souhrnná analýza současného stavu v dané problematice
2. Detailní analýza dopadu zemědělských dopravních prostředků na konkrétní složku životního prostředí
3. Zhodnocení možností eliminace negativních vlivů
4. Závěr

Rozsah grafických prací: podle pokynů vedoucího práce

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran textu a přílohy

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

SYROVÝ, Otakar. Doprava v zemědělství. 1. vyd. Praha: Profi Press s.r.o., 2006, 248s. ISBN 978-80-86726-30-4-X

HROMÁDKO, Jan, HROMÁDKO, Jiří, HNIG, Vladimír a MILER, Petr.: Spalovací motory. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011, 296s. ISBN 978-80-247-3475-0

SUMAN HREBLAY, Marián. Historie traktorů Zetor. 1. vyd. Brno: CPress, 2012, 135s. ISBN 978-80-264-0042-4

ADAMEC, Vladimír a kolektiv. Doprava, zdraví a životní prostředí. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2008, 160s. ISBN 978-80-47-2156-9

CHARALAMPOS I. ARAPATSAKOS, THEOFANIS A. GEMTOS: Tractor engine and gas emissions. [on-line]. Dostupné z:

<http://www.wseas.us/e-library/transactions/environment/2008/28-348.pdf/>.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marie Sejkorová

Katedra dopravních prostředků a diagnostiky

Datum zadání bakalářské práce: 25. února 2015

Termín odevzdání bakalářské práce: 29. května 2015



doc. Ing. Ivo Drahošský, Ph.D.  
děkan

L.S.



doc. Ing. Michal Léta, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. února 2015

Prohlašuji:

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 26. 11. 2015

Jan Šenkýř

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat své školitelce paní Ing. Marii Sejkorové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi během řešení této bakalářské práce vždy ochotně poskytla. Poděkování patří také rodičům a blízkým za podporu při studiu.

## ANOTACE

*Tato práce analyzuje pozitivní a negativní vlivy zemědělských dopravních prostředků na životní prostředí. Popisuje metody a postupy na zmírnění škodlivého působení zemědělské dopravy na zdraví člověka a na přírodu.*

## KLÍČOVÁ SLOVA

*dopravní prostředky, životní prostředí, zemědělství, emise*

## TITLE

*The influence of agricultural vehicles on the environment*

## ANNOTATION

*This work analyses the positive and negative impacts of agricultural vehicles on the environment. It describes the methods and rules to moderate the harmful impacts of agricultural transport on the health of man and nature.*

## KEYWORDS

*vehicles, environment, agriculture, emission*

# OBSAH

ÚVOD .....	12
1 CHARAKTERISTIKA ZEMĚDĚLSKÉ DOPRAVY .....	13
1.1 Specifika zemědělské dopravy.....	13
1.2 Územní členění dopravy v zemědělství .....	14
2 DRUHY ZEMĚDĚLSKÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ .....	15
2.1 Nákladní automobily.....	15
2.2 Traktory .....	16
2.2.1 České traktory.....	18
2.2.2 Zahraniční traktory .....	22
3 VLIV DOPRAVY A DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ VYUŽÍVANÝCH V ZEMĚDĚLSTVÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	24
3.1 Emise výfukových plynů .....	25
3.2 Skleníkový efekt .....	28
3.3 Kyselý déšť a okyselování půd .....	29
3.4 Znečištění vody a půdy .....	29
3.5 Zhutňování a eroze půdy.....	30
3.6 Záběr půdy a výstavba dopravních cest.....	31
3.7 Hluk .....	31
3.8 Vibrace.....	33
3.9 Dopravní nehody.....	33
3.10 Odpady z dopravy .....	33
4 ZPŮSOBY UMOŽŇUJÍCÍ SNÍŽENÍ EMISÍ ZE ZEMĚDĚLSKÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ .....	35
4.1 Emisní normy.....	35
4.1.1 Stage .....	36
4.1.2 Tier .....	38



4.1.3 Euro .....	39
4.2 Zlepšení spalovacího procesu .....	40
4.2.1 SCR .....	40
4.2.2 CEGR+DPF .....	43
4.3 Biopaliva .....	44
5 ZHODNOCENÍ MOŽNOSTÍ ELIMINACE NEGATIVNÍCH VLIVŮ ZEMĚDĚLSKÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ....	49
5.1 Modernizace zemědělské techniky .....	49
5.2 Úspora paliv .....	50
5.3 Omezení vnitřního a vnějšího hluku traktoru .....	52
5.4 Technická a organizační opatření pro ochranu půd .....	54
5.5 Vývoj spalovacích motorů traktorů .....	55
6 ZÁVĚR.....	57
7 POUŽITÁ LITERATURA.....	58

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Základní údaje o průměrné roční zemědělské dopravě v ČR přepočítané na hektar zemědělské půdy.....	14
Tabulka 2 – Třídění traktorů do kategorií.....	17
Tabulka 3 – Výběr nově registrovaných traktorů podle značek, které jsou nejvíce zastoupeny v ČR.....	17
Tabulka 4 – Vývoj výměry půd v ČR 2006 – 2013.....	31
Tabulka 5 – porovnání emisních norem Stag a Tier.....	35
Tabulka 6 – Emisní hodnoty EU Stage I/II.....	36
Tabulka 7 – Emisní hodnoty EU Stage III/IV.....	37
Tabulka 8 – Hodnoty emisí EPA Tier 4.....	38
Tabulka 9 – Vývoj hodnot emisí norem Euro pro benzínové motory pro těžké nákladní automobily a autobusy.....	39
Tabulka 10 – Vývoj hodnot emisí norem Euro pro naftové motory pro těžké nákladní automobily a autobusy.....	39
Tabulka 11 – Vývoj hodnot emisí norem Euro pro benzínové motory pro osobní vozidla a lehké užitkové automobily.....	40
Tabulka 12 – Vývoj hodnot emisí norem Euro pro naftové motory pro osobní vozidla a lehké užitkové automobily.....	40
Tabulka 13 – Celkový počet registrovaných traktorů v ČR od roku 2011 a jejich průměrný věk.....	49
Tabulka 14 – Přehled o registraci a vyřazení traktorů za období od roku 2008 do 31.10.2015.....	49

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Základní členění dopravních prostředků v zemědělství.....	15
Obrázek 2 – Zetor Forterra.....	19
Obrázek 3 – Zetor Proxima Power.....	20
Obrázek 4 – Zetor Major.....	21
Obrázek 5 – John Deere 6M.....	22
Obrázek 6 – New Holland T7.....	23
Obrázek 7 – CASE IH Maxxum CVX Efficient power.....	23
Obrázek 8 – Složení výfukových plynů.....	25
Obrázek 9 – Stlačení půdy.....	30
Obrázek 10 – Kombinovaný sběrací návěs Claas CARGOS.....	32
Obrázek 11 – Popis technologie SCR.....	41
Obrázek 12 – Popis technologie CEGR + DPF.....	43
Obrázek 13 – Spotřeba paliva a produkce CO <sub>2</sub> v závislosti na podílu MEŘO v palivu .....	47
Obrázek 14 – Produkce kouřivosti a CH v závislosti na podílu MEŘO v palivu.....	47
Obrázek 15 – Produkce CO a NC v závislosti na podílu MEŘO v palivu.....	47
Obrázek 16 – Balastní závaží na přední části traktoru.....	51
Obrázek 17 – Balastní závaží na zadním kole traktoru.....	51

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

CEGR	Cooled Exhaust Gas Recirculation (recirkulace a chlazení výfukových plynů)
CH	uhlovodíky
CO	oxid uhelnatý
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý
CTF	Controlled Traffic Farming (Systém řízeného pohybu po pozemcích)
ČR	Česká republika
DPF	Diesel Particulate Filter (filtr pevných částic)
EPA	Enviromental Protection Agency (Agentura pro ochranu životního prostředí)
EPDM	Etylen – propylen pryž
EU	Evropská unie
EURO	Označení evropské emisní normy pro osobní a užitková motorová vozidla
GPS	Global Positioning Systém (Globální polohovací systém)
H <sub>2</sub>	vodík (molekula vodíku)
H <sub>2</sub> O	voda
HD	Heavy Duty (těžký traktor)
MEŘO	metylester řepkového oleje
N <sub>2</sub>	dusík (molekula dusíku)
N <sub>2</sub> O	oxid dusný
NO <sub>2</sub>	oxid dusičitý
NO	oxid dusnatý
NO <sub>x</sub>	oxidy dusíku
O <sub>2</sub>	kyslík (molekula kyslíku)
P	výkon
PM	Particular matter (pevné částice)
PUR	Polyuretan
SCR	Selective Catalytic Reduction (selektivní katalytická redukce)
SO <sub>2</sub>	oxid siřičitý
STAGE	Označení evropské emisní normy mimo silničních vozidel
TIER	Označení emisní normy platící v Severní Americe pro mimosilniční vozidla
USA	Spojené státy americké

## ÚVOD

Zemědělství je lidská činnost, kterou si lidé od pradávna zajišťují potravu a nejrůznější produkty. Kromě toho jsou zemědělské výrobky využívány i v jiných odvětvích, například v textilním, chemickém či farmaceutickém průmyslu. Zemědělská výroba se dělí na rostlinnou a živočišnou. Jejím charakteristickým rysem je vázanost na půdu. Zemědělci nejenom obhospodařují půdu, ale také pečují o naši krajinu a podílejí se na rozvoji venkova.

Spolu s rozvojem zemědělství se vyvíjela i doprava, která je neoddelitelnou součástí všech hospodářských aktivit člověka. S určitou nadsázkou se dá říci, že doprava je stejně stará jako lidstvo. Naši předci migrující za potravou používali k přesunu nejdříve vlastními nohama a poté síly tažných a jízdních zvířat. Mezníky ve vývoji dopravy byly vynález kola, před více než 7 tisíci lety, a později vývoj parního stroje. Ten se v 19. století stal nejvýznamnějším zdrojem energie jak v průmyslu, tak v dopravě. Převratným vynálezem se však stal spalovací motor.

V zemědělské výrobě se používají stále modernější a dokonalejší stroje, ale i přesto se u nich objevují negativní vlivy na životní prostředí. Největším záporným dopadem je vznik škodlivých emisí výfukových plynů spalovacích motorů.

Cílem této bakalářské práce je zhodnotit vlivy zemědělských dopravních prostředků na životní prostředí.

# 1 CHARAKTERISTIKA ZEMĚDĚLSKÉ DOPRAVY

V současné době je doprava různou měrou provázána se všemi odvětvími národního hospodářství. Zemědělství se řadí k největším přepravním v České republice. Zemědělská doprava se také významně podílí na výrobních nákladech<sup>1</sup>.

## 1.1 Specifika zemědělské dopravy

Výrobní procesy se v zemědělství liší od ostatních odvětví národního hospodářství především biologickou podstatou, závislostí na přírodních podmínkách, dlouhými výrobními cykly a plošným charakterem. Z toho vyplývají i specifika zemědělské dopravy:

- velké množství různých druhů přepravovaných materiálů – objemné hmoty, zrniny, okopaniny, tuhá a kapalná statková hnojiva, tuhá minerální hnojiva, voda, zelenina, ovoce, zvířata, ostatní materiály – např. chemické přípravky
- biologická činnost značné části materiálů
- nízká objemová hmotnost většiny materiálů
- plošný charakter
- různé přepravní podmínky (jízda po silnici, polní cestě, v terénu)
- výrazná sezonnost
- většinou jednosměrné materiálové toky
- velký počet ložných operací uskutečňovaných na různých místech, často i za jízdy
- nutnost vykonat některé přepravní operace za každého počasí

Doprava v zemědělství se odlišuje i v mnoha dalších ukazatelích (např. průměrné přepravní vzdálenosti a průměrné dosahované rychlosti). V České republice se průměrné vzdálenosti ve vnitropodnikové dopravě pohybují mezi 3,5 – 6,2 km.

Průměrné rychlosti dosahované dopravou v zemědělství jsou nižší, než je tomu u většiny ostatních odvětví národního hospodářství. Je to dáno tím, že převažujícím druhem dopravních prostředků jsou traktorové soupravy, které nejvíce jezdí po polích a v obtížně sjízdném terénu<sup>1</sup>.

## 1.2 Územní členění dopravy v zemědělství

Doprava se dělí podle území, na kterém se uskutečňuje:

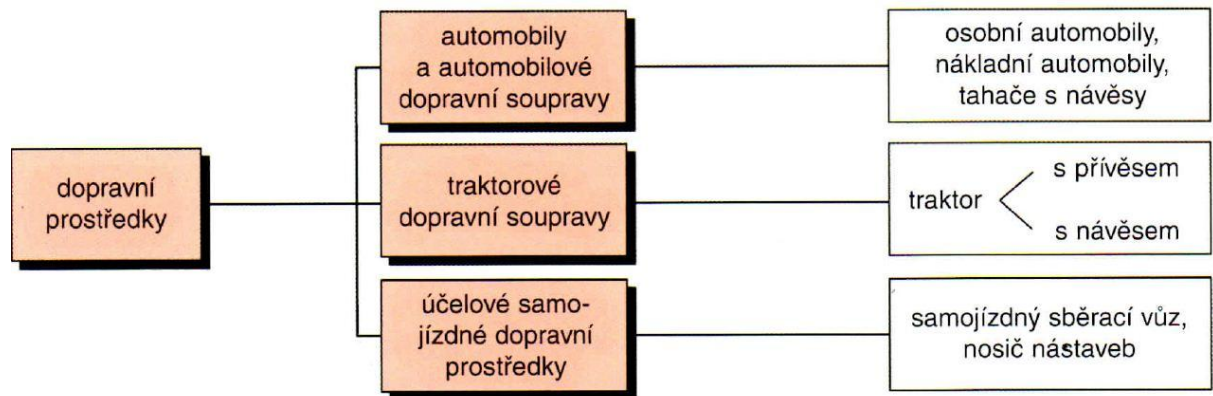
- vnější, mimopodniková – dopravní služby, doprava k odběratelům, doprava od dodavatelů
- vnitřní, vnitropodniková – uvnitř zemědělského podniku, mimo areál zemědělského podniku (doprava směřující na pole, směřující z pole)<sup>1</sup>

Tabulka 1 – Základní údaje o průměrné roční zemědělské dopravě v ČR přepočítané na hektar zemědělské půdy<sup>1</sup>:

Zemědělská doprava	Množství přepravovaného materiálu [t/ha]	Spotřeba motorové nafty [l/ha]	Přímé náklady [Kč/ha]
Celková doprava	23,20	27,80	2 471,40
Vnitřní doprava	19,20	16,20	1 457,70
Vnější doprava	4,00	11,60	1 013,70

## 2 DRUHY ZEMĚDĚLSKÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

Zemědělské dopravní prostředky jsou mobilní technické prostředky, jejichž pohybem se uskutečňuje přeprava materiálu, popř. osob (osobní automobily a prostředky pro hromadnou přepravu osob).



Obrázek 1 – Základní členění dopravních prostředků v zemědělství<sup>1</sup>

### 2.1 Nákladní automobily

Nákladní automobily se dělí se na terénní (zemědělské) automobily, silniční automobily a tahače.

Využití těchto vozidel se v zemědělství velmi rozšířilo v sedmdesátých a osmdesátých letech minulého století a to i ve vnitropodnikové dopravě. Nákladní automobily měly vůči traktorům přednost především ve vyšší dosahované rychlosti a užitečné hmotnosti (možnost dalšího zvýšení připojením přívěsu). Předpokládalo se, že zajistí větší část dopravy. Tento trend byl ale přerušen změnami jak ve struktuře a velikosti zemědělských podniků, tak příchodem traktorových dopravních souprav s vysokou výkonností.

Nákladní automobily mají uplatnění zejména při přepravě na větší vzdálenosti. Využívají se především jako nosiče výměnných účelových nástaveb (např. sklápěcí nástavba, velkoobjemová nástavba, fekální cisterna, rozmetadlo tuhých průmyslových hnojiv, rozmetadlo chlévské mrvy) a kontejnerů. Díky této koncepci s výměnnými nástavbami jsou časově využity i během roku. V menším množství se používají při přímém odvozu plodin od sklizečů z polí.

Tahače se využívají hlavně ve spojitosti se sedlovými návěsy. Mohou být k nim připojeny: sklápěč včetně velkoobjemové nástavby, fekální cisterna, návěs s podlahovým



dopravníkem, vysokozdvizný přepravník tuhých průmyslových hnojiv, přepravník jaderných krmiv, hospodářských zvířat, přepravník traktorů, zemědělských a melioračních strojů.

Nejpoužívanější nákladní auta značek Tatra, Škoda, Liaz, Avia prakticky dosluhují a jejich park se dostatečně neobnovuje. Většinou se nahrazují novými typy vozů automobilek DAEWOO, Ford, IVECO<sup>1</sup>.

## 2.2 Traktory

Traktory se řadí mezi nejrozšířenější dopravní prostředky v zemědělství. Od samého počátku výroby jsou předmětem neustálého vývoje, jehož výsledkem jsou rozsáhlé možnosti nastavení a přizpůsobení funkčních skupin pro konkrétní pracovní nasazení. To vede k efektivnějšímu využívání energie paliva a zvýšení kvality prováděných prací.

Vzhledem k tomu, že se traktory pohybují v prostředí s rozmanitými pracovními podmínkami, jejichž silové účinky se přenášejí hnacím ústrojím na spalovací vznětový motor, mění se tak režim práce a s ním i spotřeba paliva. Proto došlo za poslední desetiletí v konstrukci k výraznému nárůstu regulačních uzlů řízených elektronikou, která dokáže automatizovat řízení např. spalovacího motoru, převodových ústrojí, regulační hydrauliky. U moderních konstrukcí traktorů se zvýšila jejich pojezdová rychlost. To předurčuje využití nejen pro tahové práce, ale umožňuje jejich širší a ekonomicky výhodnější nasazování v dopravě. Jsou vyvíjeny nejen s cílem nabídnout líbivý design a vysoké užitné vlastnosti, ale také s důrazem na šetrnost k životnímu prostředí<sup>1</sup>.

### Kategorie traktorů

V prováděcí vyhlášce č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, jsou v příloze 18 kategorie T (kolové traktory) a kategorie C (pásové traktory) definovány jako:

Motorové vozidlo vybavené koly nebo pásy, jehož hlavní funkce je tažná síla a které je zvláště konstruováno pro tažení, tlačení, nesení nebo pohon určitého náradí, strojů nebo přípojných vozidel, určených pro užití zejména v zemědělství nebo lesnictví. Může být vybaveno pro přepravu nákladů a osob.

Kategorie traktorů T je dále tříděna podle hmotnosti, rychlosti, rozchodu kol a světlé výšky na kategorie uvedené v tabulce 2.

Kategorie C (pásové traktory, které jsou poháněny a řízeny nekonečnými pásy) je definována analogicky ke kategoriím T<sub>1</sub> až T<sub>5</sub><sup>1</sup> (viz tabulka 2).

Tabulka 2 – Třídění traktorů do kategorií<sup>1</sup>:

T	<p>Traktory zemědělské a lesnické do 40 km/h</p> <p>-T<sub>1</sub>: min. 1 náprava, nenalož. hmotnost do 0,6t</p> <p>-T<sub>2</sub>: min. rozchod &lt;1 150 mm, provozní hmotnost nad 0,6t</p> <p>-T<sub>3</sub>: provozní hmotnost do 0,6t</p> <p>-T<sub>4</sub>: traktory pro zvláštní účely</p> <p>-T<sub>4.1</sub>: světlá výška nad 1 999 mm</p> <p>-T<sub>4.2</sub>: zvláště široké</p> <p>-T<sub>5</sub>: s nejvyšší rychlostí nad 40 km/h</p>
C	<p>Pásové traktory</p> <p>C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub> analogicky podle kolových traktorů</p>

V nabídce se zemědělskou technikou se setkáváme kromě českých traktorů s řadou značek od zahraničních výrobců. Od roku 2008 do 31. října 2015 byla provedena registrace nových traktorů 94 různých značek (viz tabulka 3).

Tabulka 3 – Výběr nově registrovaných traktorů podle značek, které jsou nejvíce zastoupeny v ČR<sup>50</sup>.

Značka traktorů	Rok								Celkem
	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	
BCS	11	18	13	26	20	27	48	40	203
Case	175	217	242	254	278	208	235	397	2006
Claas	74	116	82	103	114	69	77	111	746
Deutz-Fahr	81	116	94	103	44	38	39	76	591
Fendt	76	118	108	90	163	101	89	141	886
JCB	105	78	65	53	62	45	38	79	525
John Deere	339	413	471	510	566	447	401	737	3884
Lamborghini	23	36	27	40	29	15	22	50	242
Massey Ferguson	78	85	77	109	96	54	62	135	696
Mtz	56	47	46	60	97	85	58	40	489
New Holland	219	329	330	320	293	254	269	396	2410
Pavel Šálek	19	62	51	24	34	33	54	48	325
Valtra	49	57	44	66	61	49	50	65	441
Wisconsin	15	21	27	20	35	37	41	29	225
Zetor	427	509	529	304	364	315	432	585	3465

Jak z tabulky vyplývá, nejvíce prodaných traktorů mají značky Zetor a John Deere. Poté následují značky New Holland a Case.

### 2.2.1 České traktory

Tuto kategorii zastupují traktory značky **Zetor**, které jsou nejrozšířenějšími dopravními prostředky používanými v zemědělství v České republice.

#### **Historie traktorů značky Zetor**

Název vznikl spojením výslovnosti začátečního písmene Zbrojovky – Zet a posledních dvou písmen slova traktor. Během sedmdesátileté výroby proslavily československé výrobce na celosvětovém trhu a bez nich by nebyl možný rozvoj národního hospodářství, zejména zemědělství.

Za toto období bylo vyrobeno více než 1,2 milionu strojů a vyvezeno do 80 zemí čtyř kontinentů. Základní typy byly postupně modernizovány a doplňovány o mnoho různých modifikací (např. pásové určené pro chmelnice a vinice, polopásové pro lesní práce a pro provoz na méně úrodných půdách, kultivační, úzkorozchodné, s pohonem pouze zadní nápravy, s pohonem přední nápravy, se sníženým těžištěm určený pro horské a podhorské oblasti atd.). Vyrábějí se od výkonově nejslabších až po nejsilnější, od jednoduchých na obsluhu a údržbu nenáročných strojů až po moderní vozidla, kde řidiči vypomáhá vespělá hydraulika a elektronika<sup>2,4</sup>.

#### **Světová prvenství**

Traktory se poprvé vyznačovaly vysokou unifikací součástí nejen motoru, ale i ostatních skupin dílů podvozku a karoserie. Z hlediska uplatnění unifikace dílů byla značka Zetor první na světě, která s tímto řešením přišla a tato koncepce tehdy představovala nový směr technického rozvoje traktorů. Unifikované součástky byly aplikovány při všech modernizacích traktorů, včetně traktorů vyšší výkonové třídy. Unifikace měla ekonomické výhody nejen pro výrobce, ale také pro uživatele z hlediska širšího použití jednotlivých náhradních dílů.

Dalším světovým prvenstvím bylo zavedení integrované bezpečnostní kabiny pro řidiče uložené na pružných pryžových prvcích.

U traktorů byla montována moderní regulační hydraulika **Zetormatic**. Je to zařízení určené na ovládání neseného zemědělského nářadí pomocí regulačního mechanismu, které

reaguje na různou tažnou sílu traktoru a velikost odporu půdy. Umožňuje přenášet část váhy tažného nářadí na zadní nápravu traktoru a tím zlepšuje trakční vlastnosti<sup>2,3</sup>.

### **Současná výroba**

Český výrobce Zetor Tractors a.s. se v posledních letech zaměřuje hlavně na výrobu traktorů nižší a střední výkonové řady v dostupných cenových relacích. V současné době počet vyráběných traktorů překračuje hranici 5 000 kusů ročně. Z tohoto množství více než 90 % produkce putuje do zahraničí. Nejvíce strojů v minulých letech mířilo do Polska, USA, Skandinávie, Slovenska, Maďarska, Litvy, Velké Británie, ale také do Bulharska, Alžírsko, Srbska a Iráku, Súdánu, Ghany, Gruzie, Iráku, Litvy, Německa a do mnoha dalších zemí<sup>2</sup>.

### **V současné době firma ZETOR TRACTOR a.s. vyrábí a nabízí tyto modely:**

#### Zetor Forterra

Tato řada traktorů (viz obrázek 2) je nejdéle na trhu, a to od roku 1998. Navazuje na předešlé vyráběné typy, se kterými má mnoho shodných konstrukčních prvků, včetně čtyřstupňové převodovky s třístupňovým násobičem. Zahrnuje mnoho typů ve výkonovém rozmezí 70 až 100 kW. Jedná se o robustní a těžké traktory. Z počátku se vyráběly s kovovou kapotou, po modernizaci se vyrábí s plastovou kapotou<sup>2</sup>.



Obrázek 2 – Zetor Forterra<sup>6</sup>

#### Zetor Proxima

V roce 2004 byla zahájena výroba jednotné lehké řady značky ZETOR PROXIMA. Traktory mají jednoduché provedení. Jedná se o univerzální zemědělské kolové traktory, určené především k agregaci se zemědělskými stroji, průmyslovými adaptéry a pro zemědělskou přepravu. Svoji popularitu získaly z mnoha důvodů, např. vynikající poměr cena/výkon, vysoká životnost, ideální poměr výkon/váha, nízká spotřeba paliva a olejů,

jednoduchost, variabilita. Je na výběr provedení s kabinou i bez kabiny, s pohonem dvou nebo čtyř kol. Vyrábějí se modely Proxima 65, 75, 85 a 95. Bezpečnostní kabiny jsou se sférickými, tónovanými skly, s pneumaticky odpruženou sedačkou a seřiditelným volantem<sup>2,5</sup>.

#### Zetor Proxima Plus

Jedná se o lépe vybavenou verzi Proximy, modernizace přinesla typovou řadu PROXIMA PLUS (85,95,105), která je vyráběna od roku 2007. Svými parametry patří mezi špičku traktorů nižší až střední výkonnostní kategorie a splňuje nejpřísnější předpisy na ochranu životního prostředí a úroveň emisí<sup>2</sup>.

#### Zetor Proxima Power

Tento typ traktorů (viz obrázek 3) o různých modelech (85, 95, 105, 115), vyrábějí se od roku 2009, patří do střední výkonnostní kategorie<sup>2</sup>.



Obrázek 3 – Zetor Proxima Power<sup>5</sup>

#### Zetor Proxima 7441

Získal si velkou oblibu v zemích mimo Evropskou unii. Je určen převážně do afrických zemí (např. Etiopie, Alžírsko), dále potom do Mongolska, Turecka atd. Má speciální „africký“ název Antar. Jeho předností je velmi jednoduché provedení kabiny, snadná obsluha a ekonomický provoz. Nevyhovuje evropské legislativě po stránce emisí, hlučnosti ani bezpečnosti. V mnoha zemích je rozšířen v provedení kabriolet<sup>2</sup>.

#### Zetor Forterra HSX

Od června 2012 se vyrábí stroje pod modelovým označením 100, 110, 120, 130, 140. Traktory dosahují výkonu 72 až 100 kW a rychlosti 40 km/h. Patří k nejsilnějším modelům.

Díky kombinaci silného motoru a vyšší hmotnosti je dosahováno maximálního výkonu za každých podmínek<sup>2</sup>.

Traktory jsou vybaveny nejnovější technologií automatické regulace zadního tříbodového závěsu Hitch Tronic. S její pomocí se traktor sám přizpůsobí podmínkám terénu. Traktorista nastaví požadovanou hloubku orby a všechna další nastavení už zabezpečí patřičný software. Systém změří půdní odpor, který se použije jako výchozí hodnota pro automatickou regulaci tříbodového závěsu<sup>2,10</sup>.

### Zetor Major

Na konci roku 2013 se po 7 letech vrací do výroby Zetor Major (viz obrázek 4). V historii značky se staly legendárními i dřívější traktory s tímto názvem, např. Zetor Major 3011 nebo 4011. Tyto modely se řadily k nejúspěšnějším traktorům (1960-1967).

Traktor Zetor Major ve střední výkonové kategorii do 60 kW se vyznačuje vysokou spolehlivostí. Je výkonný a na údržbu nenáročný model, který si získal pověst „Traktor na celý život“. Majitelé rodinných nebo menších farem hlavně oceňují výborný poměr cena/výkon. Jedná se o univerzální zemědělský kolový traktor, určený k agregaci se zemědělskými stroji a zemědělskou přepravou. Traktory se v současné době vyrábějí do 100 kW. Díky svým konstrukčním dispozicím má minimální poruchovost a nízké náklady na servis a údržbu stroje. Kabina je komfortní, dostatečně velká s proskleným střešním průhledem. Model má jednoduché a lehké ovládání. O traktory je velký zájem v zahraničí.

Do pěti let by se měla jejich řada rozšířit o silnější, ale také o slabší modely – od 36 do 150 kW. Zetor Tractors a.s. uvede na trh i varianty s pohonem dvou kol a kabriolet<sup>7,8</sup>.



Obrázek 4 – Zetor Major<sup>7</sup>

### Zetor Forterra HD

V březnu 2014 byla řada Forterra rozšířena o nový model s označení Forterra HD (Heavy Duty – těžký traktor). Zákazníci budou mít možnost výběru ze tří výkonových verzí označených 130, 140 a 150. Maximální výkony těchto provedení jsou 93 kW, 100 kW a 108 kW a těchto výkonů je u všech verzí dosahováno při otáčkách 2200 min<sup>-1</sup>. Jsou určeny pro těžký provoz, čemuž odpovídá celkově robustní konstrukce, včetně silných zadních portálů.

Představují nejlépe vybavené traktory v sortimentu. Pětistupňová převodovka s třístupňovým násobičem a řazením reverzace pod zatížením nabízí 30 rychlostí dopředu i vzad a automatické řazení násobiče. Tyto traktory také mají výkonnější hydrauliku, delší rozvor kol pro větší stabilitu traktoru.

Zetor Forterra HD nabízí také maximální úroveň pohodlí díky odpružené kabině a zároveň i odpružené přední nápravě. V kabině nechybí klimatizace, topení, digitální přístrojová deska a pneumaticky odpružená sedačka řidiče<sup>6,9</sup>.

### **2.2.2 Zahraniční traktory**

V nabídce se zemědělskou technikou se setkáváme kromě českých traktorů značky Zetor s řadou značek od zahraničních výrobců. Konkurence mezi výrobci roste a ti se na ní snaží odpovídat atraktivním designem a inovativními technologiemi. Do Česka se dovážejí stroje hlavně vyšších výkonů.

**Traktory John Deere** (viz obrázek 5) jsou u nás nejvíce rozšířeny a jsou na prvním místě dovozu zahraničních traktorů. Vyrábějí se v mnoha typech o různých výkonech. Stroje se dovážejí jak z továren v USA v Illinois, zpravidla se jedná o traktory nejvyšších výkonných tříd, tak i z továren v Evropě. Ty jsou především v Německu a ve Francii. Tradičním výrobcem je továrna John Deere v Mannheimu.



Obrázek 5 – John Deere 6M<sup>33</sup>

**Traktory New Holland** (viz obrázek 6) se vyrábějí v mnoha modelech o různých výkonech, až do 250 kW. Mají vysokou výkonnost, nízkou hlučnost, perfektní výhled z kabiny. Hlavním rysem je jednoduchá obsluha a ovládání. Všechny modely jsou s odpruženými nápravami.



Obrázek 6 – New Holland T7<sup>34</sup>

### **Traktory CASE IH**

Jedná se o jednu z celosvětově nejznámějších značek dodávající na trh produkty od speciálních traktorů až po silné kolové nebo pásové traktory. Nejvíce vyráběnými modely traktorů společnosti CASE IH jsou CASE MAGNUM, CASE MX 240, CASE MXM 190, CASE MAXXUM CVX Efficient power (viz obrázek 7).



Obrázek 7 – Case IH Maxxum CVX Efficient power<sup>35</sup>



### **3 VLIV DOPRAVY A DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ VYUŽÍVANÝCH V ZEMĚDĚLSTVÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ**

Doprava uspokojuje nejen potřeby přemístění z místa na místo, ale jejím prostřednictvím se uskutečňují materiálové toky mezi výrobou a spotřebou, mezi průmyslem a zemědělstvím, mezi venkovem a městy, i mezi oblastmi a státy. Je tedy různou měrou provázána se všemi odvětvími národního hospodářství.

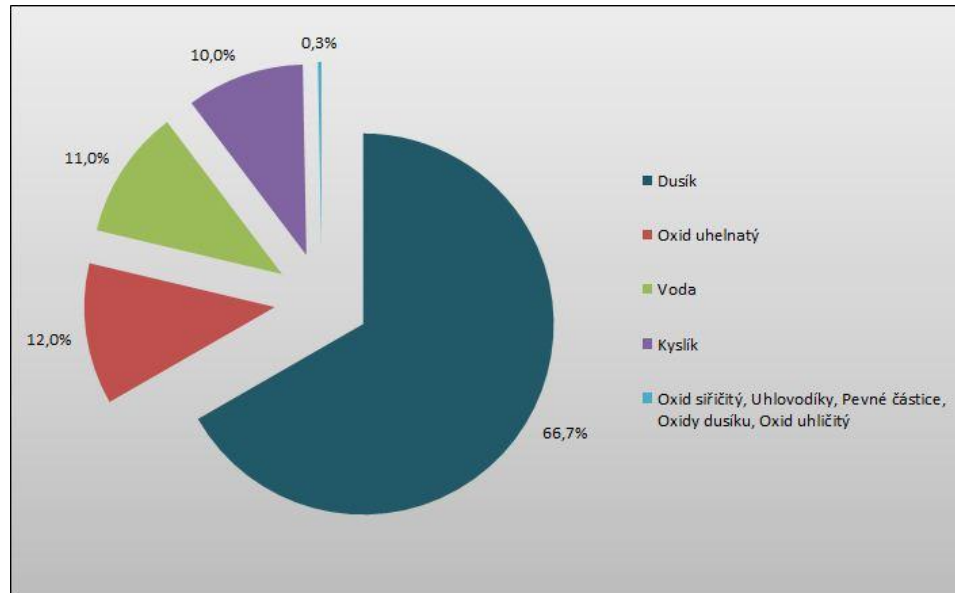
S růstem dopravy vzrůstá i spotřeba ropy. Ta slouží především k výrobě automobilových benzinů, motorové nafty, která je nejdůležitějším palivem v zemědělské dopravě a maziv (úlohou maziv je zabránit bezprostřednímu styku povrchů ve vzájemném pohybu, a tak zmenšit tření)<sup>12</sup>. Ropa je směs uhlovodíků, nejčastěji má podobu hnědé kapaliny a její barva, hustota a složení se liší podle naleziště. Elementární složení ropy je následující: uhlík 80 až 85 %, vodík 10 až 15 %, síra až 5 %, dusík až 1 %, kyslík až 1 %. Znečištění životního prostředí způsobuje nejen zpracování ropy, ale i spalování jejich produktů.

Životní prostředí je chápáno z různých aspektů, a proto neexistuje dosud jednotná, všeobecně platná a uznávaná definice. Nejlépe pojem životní prostředí vystihuje legislativní definice našeho prvního zákona o životním prostředí č.17/1991 Sb. Podle tohoto zákona je životní prostředí vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie.

Nepříznivé vlivy zemědělské dopravy na životní prostředí mohou být globální (podíl na skleníkovém efektu), regionální (kyselá dešť) i lokální (zábory půdy, hluk, vibrace, dopravní nehody, odpady z dopravy, zhutňování půdy, znečištění ovzduší, půdy a vody). Jedním z nejzávažnějších problémů dopravy je znečištění ovzduší emisemi výfukových plynů spalovacích motorů<sup>29,63</sup>.

### 3.1 Emise výfukových plynů

Složení a velikost emisí závisí především na konstrukci a funkčním stavu motoru, na složení spalované směsi, na dopravní intenzitě, okamžitých provozních podmínkách a také na režimu jízdy. Výfukové plyny motorových vozidel obsahují mnoho chemických látek v různých koncentracích (viz Obrázek 8).



Obrázek 8 – Složení výfukových plynů<sup>26</sup>

Při spalování uhlovodíkových paliv vzniká při dokonalé oxidaci oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) a voda ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Při nedokonalé oxidaci jsou přítomny oxid uhelnatý ( $\text{CO}$ ) a vodík ( $\text{H}_2$ ). V případě vznětových motorů se objevuje ve výfukovém potrubí i kyslík ( $\text{O}_2$ ), neboť motor pracuje s přebytkem vzduchu.

Mezi další nejvýznamnější složky spalin patří dusík ( $\text{N}_2$ ), který není škodlivý pro životní prostředí. Za vysokých teplot ve spalovacím prostoru vznikají oxidací vzdušného dusíku oxidy dusíku ( $\text{NO}_x$ ), které zastupují zejména oxid dusnatý ( $\text{NO}$ ), v nižší míře oxid dusičitý ( $\text{NO}_2$ ) a oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Při velmi nepříznivých podmínkách pro oxidaci paliva vznikají nespálené uhlovodíky ( $\text{CH}$ ). Za úplného nepřístupu vzduchu (uvnitř kapičky kapalného paliva) nastává při vysoké teplotě dekompozice molekul uhlovodíků, jejímž výsledkem je přítomnost pevného uhlíku (sazí) ve spalinách. S výfukovými plyny odchází z motoru velmi malé množství dalších pevných částic (PM), např. prach, popel, částičky rzi atd.

Síra obsažená v některých uhlovodíkových palivech vytváří při spalování v motoru oxidy síry, které se následně objevují ve spalinách.

U nových vozidel sice dochází v důsledku přísnějších limitů k poklesu škodlivých emisí výfukových plynů, ale vzhledem ke zvyšujícímu se objemu dopravy však dochází k celkovému růstu emisí<sup>25,26</sup>.

#### Test: Rozdíl složení emisí traktoru v laboratorním prostředí a v reálných podmínkách

Ústav výrobního inženýrství a managementu v Řecku provedl experiment<sup>44</sup> na zjištění rozdílů složení emisí výfukových plynů (CO, CH, NO<sub>x</sub>) dieselového motoru v laboratorním prostředí a v reálných podmínkách při práci na poli. Výsledek testu ukázal, že v průběhu zpracování půdy došlo k nepatrnému zvýšení emisí CH a NO<sub>x</sub>, ale u CO je nárůst emisí při orbě pole mnohem větší než v laboratorním prostředí.

#### **Složení výfukových plynů**

##### **Kyslík**

Je bezbarvý, nejedovatý plyn, bez chuti a zápachu. Je nezbytně nutný pro proces spalování v motoru a motorem je také nasáván<sup>27</sup>.

##### **Voda**

Jako vodní pára (neviditelná vlhkost vzduchu) je nasávána spolu se vzduchem. Kromě toho vzniká kondenzací vlivem studeného spalování paliva během ohřevu motoru. Jedná se o neškodnou složku spalovacího procesu<sup>27</sup>.

##### **Oxid uhličitý**

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn, bez zápachu. Podílí se na vzniku skleníkového efektu. Nárůst oxidu uhličitého v ovzduší je obecně považován za hlavní příčinu globálního oteplování Země.

CO<sub>2</sub> vzniká přirozenou nebo nepřirozenou produkcí. Jako přirozenou produkci můžeme chápat např. proces dýchání živočichů nebo vulkanickou činnost. Produkce tohoto plynu nepřirozenou cestou je zapříčiněna především spalováním fosilních paliv a paliv uhlovodíkových. Největším producentem CO<sub>2</sub> jsou tepelné elektrárny a doprava<sup>19</sup>.

## **Oxid uhelnatý**

Oxid uhelnatý je hořlavý a prudce jedovatý bezbarvý plyn, bez zápachu. Snižuje vázání kyslíku hemoglobinem, ovlivňuje vnímání, myšlení, reflexy. Vyvolává ospalost, bolesti hlavy, malátnost, je spojován s nižší výkonností. S jinými znečišťujícími látkami se podílí na zhoršení zdraví lidí s dýchacími nebo oběhovými problémy<sup>18</sup>.

## **Oxidy dusíku**

Mezi nejvýznamnější oxidy dusíku patří:

- oxid dusnatý – jedná se o bezbarvý plyn, bez zápachu. Patří mezi skleníkové plyny a je toxický
- oxid dusičitý – je červenohnědý plyn štiplavého zápachu. Přispívá k tvorbě přízemního ozónu a kyselých dešťů
- oxid dusný (rajský plyn) – je známý jako anestetikum. Jeho emise z dopravy jsou nevýznamné

Oxidy dusíku zvyšují vnímavost vůči virovým onemocněním, mohou dráždit plíce, způsobovat otoky, zánět průdušek a zápal plic. Zvyšují výskyt senné rýmy a mají za následek zvýšenou citlivost na prach a pyly u astmatiků. Nejzávažnější dopady na zdraví nastávají při kombinaci s jinými znečišťujícími látkami<sup>21</sup>.

## **Pevné částice**

Pevné částice (z angl. Particular Matter) jsou často sloučeniny uhlíku jako emise z dieslových motorů. Dále prach tvoří většinou sírany, amonné soli, některé kovy, dusičnany i organické látky. Jde o malé lehké částice, kterým trvá velmi dlouhou dobu, než se usadí na povrchu. Proto mají také název „polétavý prach“.

Dráždí dýchací systém – jemné rozptýlené částice mohou na sebe vázat karcinogenní látky a způsobovat tak rakovinu. Zvyšují nemocnost i úmrtnost na respirační onemocnění. V městských oblastech existuje souvislost mezi rozptýlenými částicemi a dětskou úmrtností. U lidí ve vyšším věku zvyšuje počet onemocnění cukrovkou, vysokým krevním tlakem a různými srdečními onemocněními<sup>11,14</sup>.

## Uhlovodíky

Uhlovodíky jsou nejjednodušší organické sloučeniny, které mají ve svých molekulách pouze atomy uhlíku a vodíku. Důvodem produkce uhlovodíků při spalování je přebytek paliva ve směsi a její nedokonalé spalování.

Výfukové plyny obsahují různé druhy nespálených uhlovodíků:

- nasycené uhlovodíky (parafiny) jsou téměř bez zápachu, mají ale narkotický účinek a dráždí pokožku
- nenasycené uhlovodíky (olefiny, acetylény) mají lehce nasládlou vůni a slabě dráždí pokožku, podílí se na tvorbě smogu
- aromatické uhlovodíky mají charakteristický zápach, jsou to nervové jedy s narkotickým účinkem

Uhlovodíky dráždí oči, způsobují kašel a kýchání, malátnost. Tyto sloučeniny s vysokou molekulární hmotností mohou mít karcinogenní nebo mutagenní účinky. Některé uhlovodíky úzce souvisejí s prachovými částicemi z diesellových motorů a mohou způsobovat plicní onemocnění<sup>11</sup>.

## Oxid siřičitý

Oxid siřičitý je štiplavě páchnoucí, bezbarvý plyn. Ve vlhkém prostředí reaguje s vodní párou za vzniku kyseliny siřičité nebo sírové. Na zem se pak vrací v podobě kyselých dešťů.

Plyn je silně dráždivý. Zhoršuje rozedmu plic, astma a bronchitidu. Způsobuje kašel a má vliv na funkci plic. Silně dráždí oči a sliznice, ve vysokých koncentracích je příčinou kardiovaskulárních problémů. Pokud se vyskytuje zároveň s prachovými částicemi, může se dostat do plic, kde s vodou vytváří kyselinu sírovou<sup>20</sup>.

## 3.2 Skleníkový efekt

Z globálních vlivů zemědělské dopravy na životní prostředí je nejvýznamnější vytváření většího množství skleníkového efektu v atmosféře. Princip jeho vzniku je ten, že krátkovlnné sluneční záření ohřívá Zemi a ta vyzařuje záření dlouhovlnné. Část tohoto dlouhovlnného záření je pohlcována atmosférou, část ho prochází do kosmického prostoru a část se vrací zpět. Problém je, že se ho v důsledku skleníkových plynů na zemský povrch vrací víc, než by bylo třeba. Předpokládá se, že při současné úrovni znečišťování ovzduší vzroste průměrná teplota na Zemi do roku 2100 o 1,5 – 4,5 °C. Mezi nejdůležitější skleníkové plyny patří oxid

uhličitý (50 %), dále freony (asi 14 %), metan (asi 18 %), přízemní ozón (asi 12 %) a oxidy dusíku (asi 6 %) <sup>29</sup>.

### 3.3 Kyselý déšť a okyselování půd

Mezi nejdůležitější regionální vlivy patří kyselá dešť. Ty se tvoří v atmosféře díky přítomnosti dvou hlavních plynů – oxidu siřičitého, vznikajícího především spalováním hnědého uhlí v tepelných elektrárnách, a oxidů dusíku, které pocházejí z dopravy a to i ze zemědělské dopravy. Kyselost se vyjadřuje pomocí hodnoty pH. Dešťová voda má normální pH zhruba 5,5. Dnes je však zcela běžná i hodnota pH 4,1 <sup>30</sup>.

Vnímavost rostlin vůči kyselému dešti je různá. Nejcitlivější jsou jehličnany, u nichž poškození či odumírání je způsobeno nejen přímým účinkem z ovzduší, ale i účinkem siřičitanů absorbovaných do půdy. Kyselý déšť je také příčinou snížených hektarových výnosů zemědělských plodin. Tyto plodiny mají podstatně horší kvalitu, což druhotně snižuje užitkovost hospodářských zvířat <sup>30</sup>.

### 3.4 Znečištění vody a půdy

Mezi nejvýznamnější škodliviny ze zemědělské dopravy z hlediska znečištění vody a půdy patří pesticidy, hnojiva a ropné látky.

Pesticidy jsou přípravky, které jsou určeny k tlumení a hubení rostlinných i živočišných škůdců. Dále slouží k ochraně rostlin, zvířat, skladových zásob, technických produktů nebo i člověka. V půdě zůstávají dlouhodobě zbytky pesticidů, začleňují se do potravních řetězců a hromadí se v mnohých organismech. U člověka mohou působit toxicky na vývoj nervové soustavy, způsobit poškození vývoje mozku, mohou mít nepříznivý vliv na riziko onemocnění Parkinsonovou chorobou, zvyšovat riziko vzniku leukémie u dětí, narušovat hormonální systém <sup>41,42</sup>

Do vody se také nesmí při hnojení zemědělskými dopravními prostředky nekontrolovaně dostat ani minerální a organická hnojiva. Při rozkladu hnojiv je totiž z vody odnímán kyslík, který tak chybí vodním živočichům. Nebezpečí však hrozí i od škodlivých mikroorganismů a parazitů z výkalů hospodářských zvířat <sup>1,40</sup>.

Škodliviny ze zemědělské dopravy se objevují ve vodách podzemních i povrchových. Do vod podzemních se znečišťující látky dostávají průsakem, do vod povrchových splachy z komunikací a z polí. Zdrojem znečištění jsou i látky obsažené ve výfukových plynech. Dále

se do vod dostávají škodliviny otěrem, jak pneumatik, tak i povrchu komunikací. Ke znečištění dochází také při dopravních nehodách<sup>55</sup>.

### 3.5 Zhutňování a eroze půdy

Při zhutňování jde v podstatě o stlačování půdy a je způsobeno především těžkou zemědělskou technikou (např. traktory a kombajny) při jízdě po vlhké půdě (viz obrázek 9). Zhutněním je ohroženo až 45 % půdního fondu.



Obrázek 9 – Stlačení půdy<sup>58</sup>

Rizikovým obdobím je hlavně jarní předset'ové zpracování půdy a setí jařin, kdy přejezdy mohou způsobit výrazné zhutnění ornice, které pak ovlivňuje plodiny po celou vegetační dobu. Dalším rizikovým obdobím jsou podzimní sklizňové práce.

Zhutňování půd ovlivňuje produkční funkci půdy a následný výnos pěstovaných plodin. Podílí se i na zvyšování nákladů a spotřeby nafty při obhospodařování těchto území. Příkladem může být tvorba větších a obtížněji zpracovatelných hrud při základním zpracování půdy. Intenzita drobení zhutnělé půdy při orbě je výrazně snížena a to vede k opakování pracovních operací v předset'ové přípravě půdy<sup>31</sup>.

Se zhutňováním půdy vzniká nebezpečí půdní eroze, při které probíhá odstraňování půdy mnohem rychleji, než ji dokážou půdotvorné procesy nahradit. Zatímco se jeden centimetr půdy může podle místních podmínek tvořit desítky až stovky let, k odnosu stejného či většího množství půdy může dojít během jediné průtrže mračen. Erozi je reálně ohroženo 1 780 tis. ha půdy, z toho 450 tis. ha je již silně poškozeno.

Odnášená půda také přispívá ke znečištění a zanášení vodních toků, zhoršuje se kvalita pitné vody splachem zeminy, která může obsahovat hnojiva a pesticidy. Velmi často najdeme

na polích i po poměrně málo vydatných deštích stojatou vodu na půdním povrchu, voda se hromadí na polích<sup>13,32</sup>.

### 3.6 Zábor půdy a výstavba dopravních cest

Zábor půdy je nevratný proces, který omezuje nebo úplně odstraňuje plnění původní funkce půdy. Na záboru půdy se podílejí dopravní prostředky, dopravní síť a dopravní infrastruktura. Svůj podíl má i zemědělství, protože patří mezi největší dopravce v národním hospodářství a disponuje i značnou dopravní kapacitou.

Zpřístupnění pozemků dopravě způsobuje v okolí rozsáhlé ekologické škody. Zvyšující se výstavba dopravních cest v řadě případů vede k rozsáhlému zásahu do krajiny a k ničení mimořádně hodnotných přírodních lokalit. Opominout nelze ani nezanedbatelný zábor orné půdy, která nemůže být využita na pěstování užitkových plodin. Rozloha zemědělské a orné půdy se v posledních letech neustále snižuje (viz tabulka 4)<sup>11</sup>.

Tabulka 4 – Vývoj výměry půdy v ČR 2006 – 2013<sup>45</sup>

Ukazatel	Výměra v ha				
	2006	2010	2011	2012	2013
Zemědělská půda	4 254 403	4 233 501	4 229 167	4 224 389	4 219 867
Orná půda	3 039 669	3 008 090	3 000 390	2 993 236	2 985 792

### 3.7 Hluk

Hluk je každý druh slyšitelného zvuku, který negativně ovlivňuje zdraví nebo zdravotní stav člověka. Fyzikální jednotkou je decibel [dB]. Účinky hluku mohou způsobit akutní poškození sluchu vyvolané silnými zvukovými impulsy přesahující 130 dB nebo chronické poškození sluchu v důsledku dlouho působícího či opakovaného zatížení nad 85 dB. Mezi akutní poškození sluchu se řadí poruchy komunikace, poruchy výkonu činností a soustředění. Silná chronická zatížení okolním hlukem mohou vést k hypertenzi (vysoký krevní tlak), zvýšení rizika infarktu, snížení imunity organismu a nespavost. Hluk má poměrně významný vliv na psychiku jednotlivce a často způsobuje únavu, depresi, agresivitu, zhoršení paměti a ztrátu pozornosti.

Hluk má i negativní vliv na zvířata. Volně žijící zvířata jsou zmatená z moderní techniky a nezvyklých zvuků. Pokud slyší hluk, snaží se utéci, ale vysoké pojezdové rychlosti



zemědělských strojů a jejich široké záběry jim to znemožní a zvířata se nestačí přemístit do bezpečí a umírají pod koly zemědělské techniky.

V zemědělské dopravě se používají stále dokonalejší a modernější stroje. Řidič traktoru tráví v kabině téměř celou pracovní směnu, a proto je nutné zajistit co nejlepší eliminaci hluku.

Největším producentem hlučnosti je vlastní pracovní cyklus motorů traktorů a samojízdných strojů. Velmi hlučná fáze pracovního cyklu motoru je vznícení paliva a rozpínání vzniklých spalín. Následuje výfuk, kdy horké spaliny jsou vyfukovány z prostoru válce a výfukovým potrubím jsou odváděny do okolního ovzduší. To vede k rezonanci potrubí vlivem proudění spalín a vzniku nepříjemného hluku.

Dalším zdrojem hluku jsou připojené stroje, které pro vykonávání své činnosti potřebují různé převody a mechanismy. Mezi takovéto stroje patří například: sběrací návěsy (viz obrázek 10), lisy slámy, fekální návěsy, bramborové kombajny, obraceče sena, rotační žací stroje. Dále to jsou stroje na úpravu půdy jako například: sazečky brambor, secí stroje, kypřiče půdy, pluhy, rotavátory atd. V neposlední řadě nesmíme zapomenout na zapřažené kolové návěsy a vleky, které se pohybují po silnici. Ty jsou také významným zdrojem hluku v důsledku valení pneumatik po vozovce.

Dle směrnice Evropské unie číslo 2009/63/ES o konstrukčních částech a vlastnostech kolových zemědělských a lesnických traktorů, by neměla hodnota vnějšího hluku překročit hranici 89 dB u nenaloženého traktoru vážícího více jak 1,5t a hodnota vnitřního hluku nemá přesáhnout 86 dB<sup>11,15,16,56</sup>.



Obr 10 – Kombinovaný sběrací návěs Claas CARGOS<sup>57</sup>

### 3.8 Vibrace

U zemědělských dopravních prostředků jsou zdrojem vibrací hlavně kovové částice karosérie. Vliv vibrací na člověka je srovnatelný s účinky hluku, způsobují únavu, snížení pozornosti, zhoršují reakční čas na podněty (faktor zvyšující počet dopravních nehod), v počátku zvyšují svalový tonus. Odezva organismu na účinek vibrací závisí na jejich intenzitě a na délce působení na organismus. I krátkodobá expozice může vyvolat nepříznivou odezvu. Projevují se škodlivě i na zvířatech, na půdě, budovách i dopravních cestách<sup>36</sup>.

### 3.9 Dopravní nehody

Při dopravních nehodách zemědělských prostředků může životní prostředí negativně ovlivnit únik pohonných hmot nebo přepravovaného materiálu (např. pesticidů, minerálních nebo organických hnojiv, odpadu z bioplynových stanic). Rizikové jsou pro vznik nehod podzimní polní práce, při nichž se nedá úplně zabránit znečištění silnice nánosem bahna z pole a ostatním řidičům hrozí nebezpečí smyku. Dopravní nehody také způsobují rozměrné zemědělské stroje, které při jízdě po silnici mohou zablokovat velkou část vozovky a protijedoucí řidiči se jim nestačí včas vyhnout.

### 3.10 Odpady z dopravy

Rozlišení odpadů ze zemědělské dopravy podle vzniku:

- odpady vzniklé při výrobě vozidel
  - odpady vzniklé těžbou surovin pro výrobu materiálů
  - odpady vzniklé přímo výrobou dopravních prostředků
- odpady vzniklé získáváním a výrobou paliv
  - odpady z těžby, dopravy a zpracování ropy
- odpady vzniklé přímo provozem vozidel
  - použité provozní hmoty (maziva, brzdové a chladicí kapaliny, olejové filtry atd.)
  - použité díly vozidla (akumulátory, pneumatiky, tlumiče, čepy atd.)
  - celé vraky (po skončení životnosti vozidel)<sup>59</sup>

Vyspělé země se začaly odpadovým hospodářstvím intenzivně zabývat teprve v posledních 20 – 30 letech. V ČR vznikl první zákon o odpadech až v roce 1991.

I zemědělství disponuje velkým množstvím dopravních prostředků, a proto musí také řešit problém s jejich vyřazováním a likvidací. Podle nařízení EU platného od 1. 1. 2015 musí být všechny vraky minimálně z 95 % recyklovány.

Po provedené postupné demontáži se separují jednotlivé složky. Ty se následně oddělují od ostatních odpadních složek, které obsahují nebezpečné látky a snižují tak celkové množství nebezpečného odpadu<sup>25</sup>.

Největší podíl vraků tvoří kovy (70 – 75 %), z toho převážnou část železné odpady – ocel a litina. Menší část (3 %) tvoří odpady hliníku a to ve formě slitin (odlitky v motorech a převodovkách, v některých případech chladiče). Odpady mědi jsou převážně v kabeláži, drobných elektromotorech, cívkách. V palivovém systému je použito slitin zinku zhruba v množství 0,5 % hmotnosti vraku. Obsah olova v autobaterii je do 1 %. Pokud jsou autobaterie uloženy přímo do přírody, zvyšuje se množství kontaminované půdy uvolněním olova a kyseliny sírové. Tím by mohlo dojít k ohrožení podzemních vod<sup>11,59</sup>.

Z nekovových součástí je možné recyklovat:

- autobaterie
- náplně chladicích systémů a odstříkovačů
- olejové náplně motorů, převodovek, tlumičů a servořízení na polotovary pro výrobu topných a mazacích olejů
- pneumatiky jako zdroj energie (zejména v cementárnách) a drcením na granulát (využití při pokládce povrchů vozovek)
- plasty, např. nárazníky, kryty světlometů a světel, přístrojové desky, palivové nádrže
- sklo
- pryž, těsnění, čalounění jako zdroj energie<sup>11</sup>

Ke zlepšení ochrany životního prostředí v oblasti nakládání s odpady je důležitá minimalizace odpadů. To souvisí i s konstrukcí zemědělských dopravních prostředků, která by měla být ve výrobní fázi zaměřena na efektivnější využívání druhotných surovin a energií, na snižování podílu materiálů s nebezpečnými či toxickými vlastnostmi. Nová vozidla by měla být šetrnější k životnímu prostředí a měla by mít vyšší potenciál pro prevenci, opětovné použití, materiálové a energetické využití<sup>25</sup>.

## 4 ZPŮSOBY UMOŽŇUJÍCÍ SNÍŽENÍ EMISÍ ZE ZEMĚDĚLSKÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

V oblasti vlivů zemědělské dopravy na životní prostředí je prvořadým úkolem přijmout taková opatření, která by negativní vlivy eliminovala nebo alespoň je zmírnila. Obsah znečišťujících látek ve výfukových plynech je limitován emisními normami. Maximální přípustné hodnoty se neustále plánovitě snižují a vývoj konstrukce motorů a složení paliv se musí stále přizpůsobovat těmto změnám. Významným přínosem pro snížení emisí jsou technologie: selektivní katalytická redukce – SCR (z angl. Selective Catalytic Reduction) a zařízení recirkulace a chlazení výfukových plynů s filtrem pevných částic – CEGR+DPF (z angl. Cooled Exhaust Gas Recirculation+Diesel Particulate Filter), které zlepšují spalovací proces. Další možností zmenšení záporných vlivů emisí je využití biopaliv.

### 4.1 Emisní normy

Ve světě existuje několik norem stanovujících emisní limitní hodnoty výfukových exhalací. Nejčastěji se setkáváme s normami:

**Stage:** evropské emisní normy pro vznětové motory používané u pracovních strojů v zemědělství jako jsou např. traktory, samojízdné stroje.

**Tier:** norma platící v USA a Severní Americe, platná pro stejnou kategorii vozidel jako Stage.

**Euro:** norma platící pro členy EU, týká se vznětových a zážehových motorů osobních a užitkových motorových vozidel mimo traktorů a zemědělských strojů<sup>22</sup>.

Tabulka 5 – Porovnání emisních norem Stage a Tier<sup>38</sup>

kW	hp	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0-7	0-10	V EU nepodléhá emisním limitům														
8-18	11-24	V EU nepodléhá emisním limitům														
19-36	25-49	V EU nepodléhá emisním limitům														
37-55	50-74	V EU nepodléhá emisním limitům														
56-74	75-99	EPA Tier 1 EU Stage I														
75-129	100-174				EPA Tier 2 EU Stage II											
130-559	175-740												EPA zatímní Tier 4 EU Stage III B			
≥ 560	≥ 750														EPA Tier 4 EU Stage IV	
		V EU nepodléhá emisním limitům														

### 4.1.1 Stage

Evropské emisní normy pro diesellové motory zemědělských prostředků byly zpracovány do několika úrovní známých jako Stage I až Stage IV.

#### Stage I/II

První evropské právní předpisy upravující emise pracovních strojů byly vyhlášeny 16. 12. 1997. Jednalo se o směrnici 97/68/ES. Limity pro diesellové motory byly představeny ve dvou etapách: Stage I vešla v platnost v roce 1999 a Stage II byla implementována od roku 2001 do roku 2004, v závislosti na výkonu motoru.

Tyto předpisy se vztahovaly na širokou škálu strojů pro stavební, zemědělské a další účely, přičemž všechny tyto stroje měly společné předpisy. Pouze u zemědělských a lesnických traktorů byly jiné lhůty pro provedení (směrnice 2000/2S/ES).

Dne 9. 12. 2002 přijal Evropský parlament směrnici 2002/88/ES, která změnila směrnici 97/88/ES ve smyslu přidání emisních předpisů pro malé, benzínové motory do výkonu 19 kW, užívané pro pohon účelových strojů. Směrnice rovněž rozšířila uplatnění Stage II pro motory pracující při konstantních otáčkách. Emise pro malé užitkové motory byly do značné míry sjednoceny s americkými emisními standarty<sup>23</sup>.

Tabulka 6 udává hodnoty emisí motorů pro normy Stage I a Stage II, které nesmí být přesáhnuty. Uvedené lhůty platí pro motory, které byly uvedeny na trh po tomto datu.

Tabulka 6 – Emisní hodnoty EU Stage I/II<sup>23</sup>

P [kW]	CO [g/kWh]	CH [g/kWh]	NO <sub>x</sub> [g/kWh]	PM [g/kWh]	Platnost od
Stage I					
37 – 75	6,5	1,3	9,2	0,85	4/1999
75 – 130	5,0	1,3	9,2	0,70	1/1999
130 – 560	5,0	1,3	9,2	0,54	1/1999
Stage II					
18 – 37	5,5	1,5	8,0	0,8	1/2001
37 – 75	5,0	1,3	7,0	0,4	1/2004
75 – 130	5,0	1,0	6,0	0,3	1/2003
130 – 560	3,5	1,0	6,0	0,2	1/2002

### Stage III/IV

Emisní předpisy Stage III/IV byly přijaty Evropským parlamentem pro stroje dne 21. 4. 2004 (Směrnice 2004/26/EC), pro zemědělské a lesnické traktory dne 21. 2. 2005 (Směrnice 2005/13/ES). Dvě další směrnice byly přijaty v roce 2010. Směrnice 2010/26/EU, která přinesla další technické podrobnosti o testování a schválení motorů Stage IIIB a Stage IV.

Směrnice 2010/22/EU změnila předchozí právní předpisy vztahující se na zemědělské a lesnické traktory. Předpisy Stage III, které jsou dále rozděleny na Stage IIIA a Stage IIIB, byly zaváděny od roku 2006 do roku 2013. Stage IV vstoupila v platnost v roce 2014. Právní úprava pro Stage III/IV se vztahuje pouze na nová vozidla.

Následující tabulka 7 udává podrobné hodnoty emisí motorů pro normy Stage IIIA, Stage IIIB a Stage IV, které nesmí být přesáhnuty.

Tabulka 7 – Emisní hodnoty EU Stage III/IV<sup>23</sup>

P [kW]	CO [g/kWh]	CH [g/kWh]	NO <sub>x</sub> [g/kWh]	PM [g/kWh]	Platnost od
Stage IIIA					
19 – 37	5,5			0,6	1/2007
37 – 75	5,0			0,4	1/2008
75 – 130	5,0			0,3	1/2007
130 – 560	3,5			0,2	1/2006
Stage IIIB					
37 – 56	5,0			0,0,25	1/2013
56 – 75	5,0	0,19	3,3	0,025	1/2012
75 – 130	5,0	0,19	3,3	0,025	1/2012
130 – 560	3,5	0,19	2,0	0,025	1/2012
Stage IV					
56 – 130	5,0	0,19	0,4	0,025	1/2014
130 – 560	3,5	0,19	0,4	0,025	1/2014

#### 4.1.2 Tier

Dále popsané normy Tier 1 až Tier 4 se vztahují pro USA a Severní Ameriku.

##### Tier 1 – 3

První federální normy (Tier 1) pro nové dieselové motory zemědělských prostředků byly přijaty v roce 1994. Pro motory nad výkon 37 kW byly postupně zaváděny v letech 1996 až 2000. V roce 1996 EPA (Agentura pro ochranu životního prostředí USA) uzavřela dohodu s výrobci motorů (Caterpillar, Cummins, Deere, Detroit Diesel, Isuzu, Komatsu, Kubota, Mitsubishi, Navistar, New Holland, John Deere a Yanmar) o dodržování těchto norem. Později došlo k postupnému rozšiřování normy Tier 1 pro celou škálu výkonů motorů.

Přísnější normy Tier 2 vstoupily v platnost v roce 2001, přičemž v roce 2006 byly nahrazeny ještě přísnějšími Tier 3, které platily do roku 2008<sup>24</sup>.

##### Tier 4

Dne 11. 5. 2004 odsouhlasila společnost EPA zavedení zatím posledních norem Tier 4, které byly postupně zaváděny v období 2008 – 2015. Normy Tier 4 vyžadují snížení PM o 90 % a NO<sub>x</sub> o zhruba 50 %<sup>38</sup>.

Následující tabulka 8 zobrazuje přehled hodnot emisí pro konečnou verzi norem Tier 4.

Tabulka 8 – Hodnoty emisí EPA Tier 4<sup>24</sup>

P [kW]	NO <sub>x</sub> [g/kWh]	CH [g/kWh]	CO [g/kWh]	PM [g/kWh]	Platnost od
Tier 4					
0 – 8	7,5	7,5	8,0	0,4	2008
8 – 19	7,5	7,5	6,6	0,4	2008
19 – 37	4,7	4,7	5,5	0,03	2013
37 – 56	4,7	4,7	5,0	0,03	2013
56 – 130	0,4	0,19	5,0	0,02	2015
130 – 560	0,4	0,19	3,5	0,02	2014
560 a více	3,5	0,19	3,5	0,04	2015

### 4.1.3 Euro

Stanovuje limitní hodnoty škodlivin ve výfukových exhalacích benzínových a naftových motorů pro motorová vozidla - oxidu uhelnatého, uhlovodíků, oxidů dusíku a pevných částic. Hodnoty se uvádějí v gramech na ujetý kilometr. Tato norma platí i pro zemědělské nákladní automobily a pro osobní automobily používané v zemědělství pro přepravu osob.

První Euro se objevilo v roce 1992 a od té doby téměř pravidelně každé čtyři roky je vydávána v postupně se zpřísňujících číslovaných verzích nová norma. Pro těžké nákladní automobily a autobusy jsou číslovány římskými číslicemi (viz tabulky 9 a 10), norma pro osobní automobily a lehké užitkové automobily arabskými číslicemi (viz tabulky 11 a 12). Limity se vztahují na vozidla nově uváděná na trh<sup>64,65</sup>.

Tabulka 9 – Vývoj hodnot emisí norem Euro pro benzínové motory pro těžké nákladní automobily a autobusy<sup>65</sup>

Platnost	Norma	CO[g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	CH[g/km]	CH+NO <sub>x</sub> [g/km]	PM[g/km]
1992	Euro I	3,16	-	-	1,13	0,18
1996	Euro II	2,20	-	-	0,05	0,08
2000	Euro III	2,30	0,15	0,20	-	0,05
2005	Euro IV	1,00	0,08	0,10	-	0,025
2009	Euro V	1,00	0,06	0,10	-	0,005
2014	Euro VI	1,00	0,06	0,10	-	0,005

Tabulka 10 – Vývoj hodnot emisí norem Euro pro naftové motory pro těžké nákladní automobily a autobusy<sup>65</sup>

Platnost	Norma	CO[g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	CH[g/km]	CH+NO <sub>x</sub> [g/km]	PM[g/km]
1992	Euro I	3,16	-	1,13	0,18	0,18
1996	Euro II	1,00	-	0,70	0,08	0,08
2000	Euro III	0,64	0,50	0,56	0,05	0,05
2005	Euro IV	0,50	0,25	0,30	0,025	0,025
2009	Euro V	0,50	0,18	0,23	0,005	0,005
2014	Euro VI	0,50	0,08	0,17	0,005	0,005



Tabulka 11 – Vývoj hodnot emisí norem Euro pro benzínové motory pro osobní vozidla a lehké užitkové automobily<sup>64</sup>

Platnost	Norma	CO[g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	CH[g/km]	CH+NO <sub>x</sub> [g/km]	PM[g/km]
1993	Euro 1	2,72	-	-	0,97	-
1996	Euro 2	2,20	-	-	0,50	-
2000	Euro 3	1,30	0,15	0,15	-	-
2005	Euro 4	1,00	0,08	0,08	-	-
2009	Euro 5	1,00	0,06	0,06	-	0,005

Tabulka 12 – Vývoj hodnot emisí norem Euro pro naftové motory pro osobní vozidla a lehké užitkové automobily<sup>64</sup>

Platnost	Norma	CO[g/km]	NO <sub>x</sub> [g/km]	CH[g/km]	CH+NO <sub>x</sub> [g/km]	PM[g/km]
1993	Euro 1	2,72	-	-	0,97	0,14
1996	Euro 2	1,00	-	-	0,90	0,10
2000	Euro 3	0,64	0,50	-	0,56	0,05
2005	Euro 4	0,50	0,25	-	0,30	0,025
2009	Euro 5	0,50	0,18	-	0,23	0,025
2015	Euro 6	0,50	0,08	-	0,17	0,025

## 4.2 Zlepšení spalovacího procesu

Každá z dosud platných norem omezovala množství škodlivin ve výfukových plynech, ovšem nejvíce pozornosti si vysloužily emise pevných částic sazí a oxidy dusíku.

Jednou z možností, jak tyto složky snížit, je zlepšení spalovacího procesu. Buď použitím technologie SCR, která umožňuje snižovat produkci oxidů dusíku ve výfukovém potrubí a současně úpravou časování vstřikování paliva přispívá k redukci pevných částic. Nebo použít technologii CEGR+DPF, kdy se množství oxidů dusíku snižuje již v motoru a ve filtru se potom zachycují pevné částice, které jsou při tepelné regeneraci spáleny<sup>38</sup>.

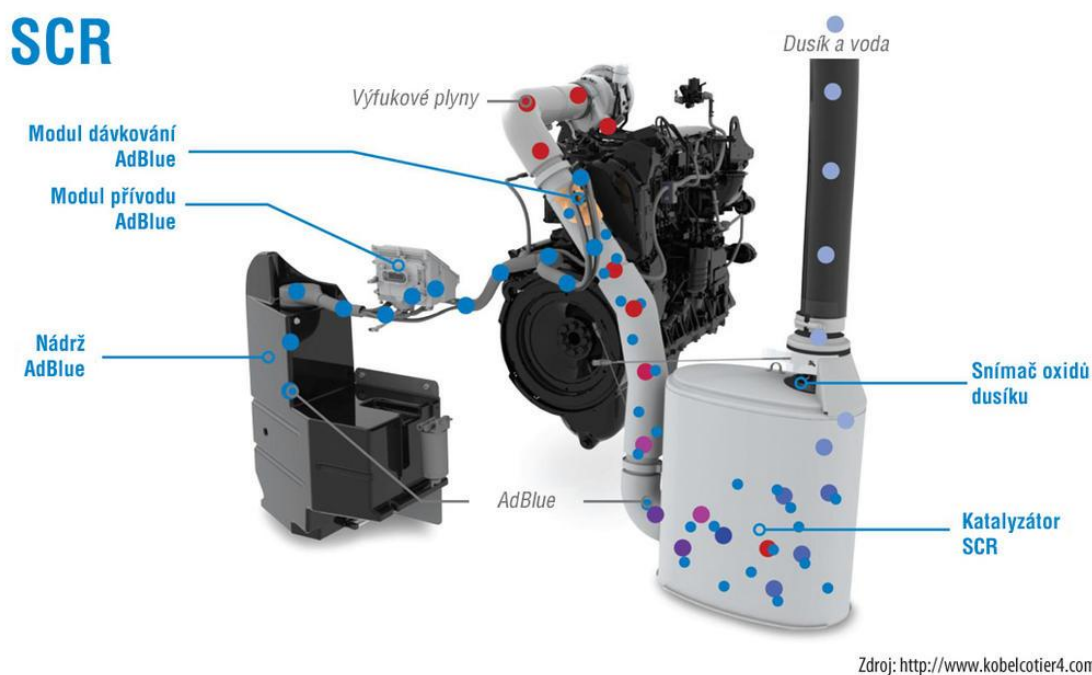
### 4.2.1 SCR

Technologie SCR umožňuje snižovat produkci oxidů dusíku ve výfukových plynech. A současně úpravou časování vstřikování paliva přispívá k redukci pevných částic, bez nutnosti používat filtr pevných částic. Technologie SCR je složena z komponentů, které zajišťují dopravu a vstřikování AdBlue, SCR katalyzátoru a soustavy snímačů, podle kterých se zajišťuje množství vstřikované kapaliny (viz obrázek 11).

V rámci činnosti této technologie dochází ke vstřikování kapaliny AdBlue do výfukového potrubí, voda obsažená v AdBlue se po vstříknutí odpařuje a zbylá močovina se přeměňuje při chemických reakcích na amoniak. Ten reaguje v SCR katalyzátoru s oxidy dusíku a vzniká vodní pára a dusík. Účinnost systému SCR se pohybuje okolo 90 %.

Množství AdBlue, vstřikované do výfukového systému, závisí na zatížení, otáčkách motoru, teplotě výfukových plynů a vlhkosti nasávaného vzduchu. Kontrolním prvkem je snímač obsahu  $\text{NO}_x$ , který je umístěn za katalyzátorem. Dávkování AdBlue musí být velmi přesné, jeho nedostatek by omezil účinnost odstraňování  $\text{NO}_x$  a naopak přebytek by vedl k úniku jedovatého amoniaku. Celý proces odstraňování oxidů dusíku je citlivý na teplotu, proto musí být udržována ve velmi úzkém rozsahu.

Aby nedocházelo k zamrznutí kapaliny v přívodním potrubí do vstřikovací jednotky, odčerpává čerpadlo kapalinu zpět do nádrže. Pro ohřev AdBlue je použita chladicí kapalina spalovacího motoru, která je přiváděna do nádrže prostřednictvím spirál<sup>37</sup>.



Obrázek 11 – Popis technologie SCR<sup>28</sup>

## AdBlue

Je kapalný netoxický roztok syntetické močoviny a deionizované vody (v poměru 32,5 % močoviny a 67,5 % vody). Má dlouhou trvanlivost (až 2 roky), musí se skladovat při teplotě od  $-11\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Zmrznutí a roztání nemění vlastnosti roztoku. Pro člověka ani přírodu není nebezpečný.

Na evropském trhu nákladních vozidel se SCR používá od roku 2006 a lze říci, že Evropa se svou sítí dodavatelů AdBlue je systému SCR nakloněna více, než jiné části světa<sup>28,37</sup>.

Výhody:

- nízká spotřeba paliva
- péče o životní prostředí (emise vyprodukované během procesu spalování jsou přeměněny na neškodný dusík a páru)
- prodloužení servisních intervalů (optimalizovaný proces spalování chrání fyzikální vlastnosti oleje a snižuje potřebu údržby)<sup>37</sup>

Nevýhody:

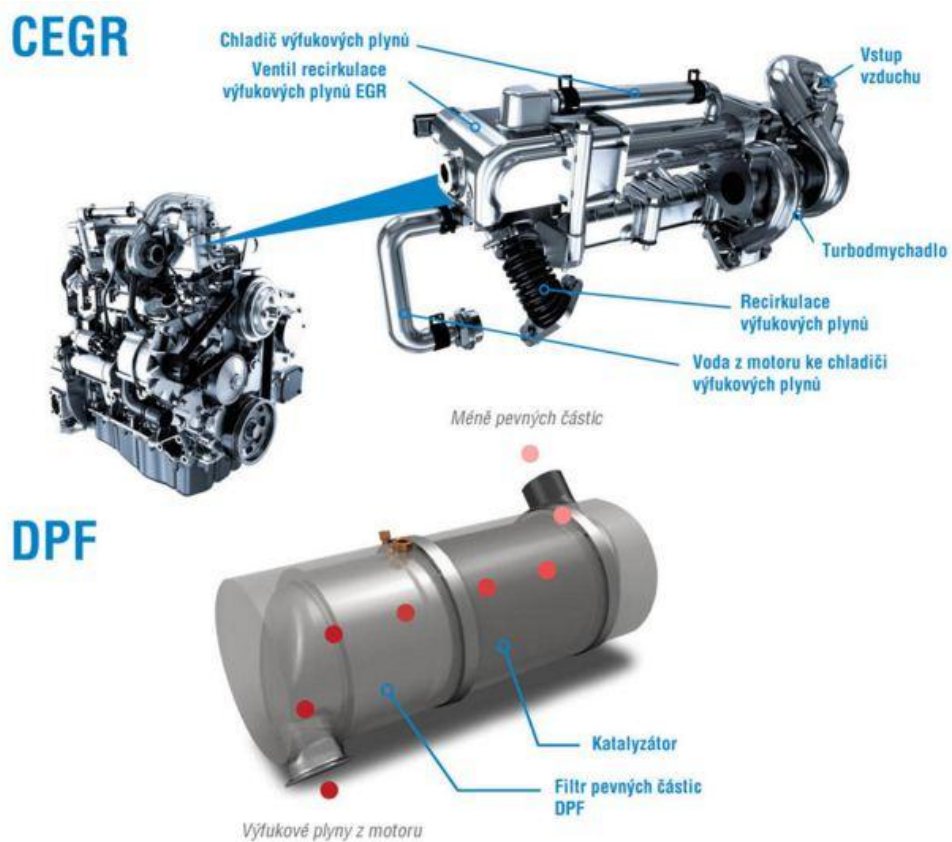
- vyžaduje dostatek prostoru pro samotnou nádrž kapaliny AdBlue, chladič a SCR katalyzátor, proto je vhodná pro velké traktory
- musí se pravidelně dolévat roztok AdBlue a do nádrže nesmí přijít žádná jiná kapalina
- za tuhých mrazů se motor nashutuje bez přídavku AdBlue, a teprve jak se zahřeje na optimální teplotu, dojde k jeho dávkování, do té doby nedochází ke snižování emisí NO<sub>x</sub> (AdBlue při -11 °C zamrzá a systém SCR ho zahřeje až teplem od motoru)<sup>28</sup>

#### Test: Měření oxidů dusíku v emisích výfukových plynů s využitím SCR systému

Mendelova univerzita v Brně provedla měření<sup>62</sup> oxidů dusíku v emisích výfukových plynů v různých režimech motoru s využitím SCR systému. Příčinou výskytu emisí oxidů dusíku ve výfukových plynech je vysoká teplota a tlak při spalování za přebytku kyslíku. Při měření byla sledována i spotřeba AdBlue a také teplota SCR katalyzátoru. Výsledky měření ukázaly, že při optimálním množství vstříkované látky AdBlue dochází k výraznému snížení množství produkovaných emisí NO<sub>x</sub>. Pokud ale motor pracuje při velkém zatížení a velmi nízkých otáčkách, dochází k vysokému nárůstu teploty katalyzátoru a významně klesne jeho účinnost. Výsledky tohoto pokusu odpovídají obecně daným údajům, že při použití SCR systému dochází ke snížení NO<sub>x</sub>.

#### 4.2.2 CEGR+DPF

Technologie CEGR znamená kontrolované zavádění výfukových plynů přes chladič, který je ochlazuje, zpět do spalovacího prostoru. Tyto plyny se znovu účastní procesu spalování. Tímto se omezuje vznik dalších  $\text{NO}_x$  – v nasávaném vzduchu je menší podíl kyslíku, výsledkem jsou nižší teploty v průběhu spalování a tím i nižší produkce oxidů dusíku, vznikajících především za vysokých teplot. V souvislosti s tímto zařízením pracují také další systémy: systém proměnného vstřikování paliva pod vysokým tlakem, řízení turbodmychadel, elektronický systém řízení motoru a filtr pevných částic DPF, který je schopen zachytit více jak 95 % pevných částic (viz obrázek 12)<sup>28,39</sup>.



Obrázek 12 – Popis technologie CEGR + DPF<sup>28</sup>

DPF filtr se vyrábí z karbidu křemíku, který se nachází pod kovovým opláštěním. Obsahuje soustavu kanálků s póry na povrchu, kde dochází k zachycování pevných částic. Po určité době dojde k naplnění kapacity filtru, spustí se proces jeho regenerace. Při této tepelné regeneraci dochází ke spálení nahromaděných částic za vysokých teplot. Proces regenerace bývá alespoň částečně zautomatizován, aby usnadnil řídiči provoz stroje.

Regenerace může být pasivní, aktivní nebo kombinací obojího. Pasivní regenerace probíhá samovolně v případě, že je motor ve větší zátěži a teplota spalin se zvýší na 500 °C až 550 °C. Tato varianta se užívá u motorů, které mají po celou dobu dostatečnou zátěž a teplotu spalin, která neklesá pod uvedené hodnoty. V opačném případě musí nastoupit aktivní regenerace, která probíhá za vysokých teplot a spalování je podpořeno přidáním většího množství paliva.

U pracovních strojů a traktorů nelze spoléhat na pasivní regeneraci z důvodu možnosti nepravidelného provozu, případně krátkodobého provozu nebo provozu při nízkých otáčkách. Tudíž není dosahováno potřebné teploty a musí se užívat regenerace aktivní.

Technologie CEGR + DPF vyžaduje pro svou činnost užívání nafty, která obsahuje méně než 0,15 % síry, což v Evropě ani v USA není žádný problém. Navíc je důležité dbát na užívání motorových olejů, které jsou pro tento provoz určeny. Předepsaný olej omezuje usazování PM ve filtru a prodlužuje čas mezi jednotlivými regeneracemi.

Dnešní moderní traktory jsou vybaveny elektronickými řídicími jednotkami, které musí zvládat řízení jednotlivých procesů. Jedním z úkonů je řídit proces recirkulace – správně dávkovat množství výfukových plynů pro smíchání s čistým vzduchem tak, aby se příliš nesnižoval výkon motoru a nedocházelo k většímu zvýšení spotřeby paliva, než je nutné<sup>28</sup>.

Hlavní výhodou této technologie je velká úspora místa spojená s absencí přídavného roztoku, nižší hmotnost, jednoduchá instalace. Je méně náročná na údržbu. Při správné činnosti regenerace běží zcela automaticky bez zásahu strojníka.

Nevýhodou je filtr DPF, který tvoří ve výfukovém systému překážku. Dochází ke snižování výkonu motoru, a tím i ke zvyšování spotřeby paliva.

Regenerace trvá 30 – 45 minut a děje se jednou za 10 – 12 provozních hodin. Aby mohla úspěšně proběhnout, nesmí dojít k vypnutí motoru. Nejedná se tedy o zanedbatelné omezení. Na druhou stranu má řidič možnost regeneraci odmítnout a provést ji později při nejbližší možné příležitosti (zpravidla nejpozději do tří hodin).

Po určité době čištění filtru formou regenerace nestačí a musí nastat jeho výměna<sup>28</sup>.

### **4.3 Biopaliva**

Jednou z možností jak omezit negativní vlivy zemědělských dopravních prostředků na životní prostředí je využití biopaliv. Ty vznikají cílenou výrobou z biomasy a biologického odpadu. Pěstování surovin pro jejich výrobu znamená ekonomickou příležitost a zaměstnání pro obyvatele především na venkově. Mezi biopaliva patří bionafta, bioetanol a bioplyn<sup>43</sup>.

Podle zákona 201/2012 Sb., ze dne 2. 5. 2012 o ochraně ovzduší platí, že osoba uvádějící motorové benzíny nebo motorovou naftu do volného daňového oběhu na území České republiky pro dopravní účely je povinna zajistit, aby v těchto pohonných hmotách bylo obsaženo i minimální množství biopaliva:

- a) ve výši 4,1 % objemových z celkového množství motorových benzínů přimíchaných do motorových benzínů,
- b) ve výši 6,0 % objemových z celkového množství motorové nafty přimíchaných do motorové nafty<sup>46</sup>.

V zemědělství se jako biopalivo pro zemědělské dopravní prostředky nejvíce využívá bionafta, která je obsažená v motorové naftě.

### **Bionafta**

Bionafta je ekologické palivo pro vznětové motory na bázi metylesterů nenasycených mastných kyselin rostlinného původu. Lze ji vyrábět z jakéhokoliv rostlinného oleje (řepkový, slunečnicový, sójový, použité fritovací oleje atd.). V České republice se nejčastěji používá metylester řepkového oleje (MEŘO), který je pak přimícháván do motorové nafty<sup>11</sup>.

#### Výhody použití bionafty

- Při spalovacím procesu lépe shoří a tím výrazně snižuje kouřivost naftového motoru, omezí se emise polétavého prachu, síry, oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého a uhlovodíků vůbec.
- Čistá bionafta není toxická, má nehořlavý charakter, je biologicky odbouratelná a neobsahuje žádné aromatické látky ani síru.
- Má vysokou mazací schopnost (je mastnější než motorová nafta) a tím snižuje opotřebení motoru a prodlužuje životnost vstřikovacích jednotek.
- Nevyžaduje žádné zvláštní podmínky pro uskladnění. Lze ji skladovat ve stejných zásobnících jako motorovou naftu (kromě betonových zásobníků)<sup>11</sup>.

#### Nevýhody použití bionafty

- Nižší výkon motoru a vyšší spotřeba paliva.
- Energetická náročnost celého výrobního procesu.
- Bionafta je silnější rozpouštědlo než standardní nafta, a tak rozrušuje usazeniny v palivovém potrubí, čímž se mohou ucpat vstřikovací ventily. Z tohoto důvodu

výrobci aut doporučují vyměnit palivový filtr třikrát častěji. Při vyšším poměru smíchání s motorovou naftou může bionafta poškodit přírodní kaučuk a materiály z polyuretanové pěny.

- Při kontaktu s větším množstvím vody vznikají z bionafty mastné kyseliny, které mohou způsobit korozi palivového systému.
- Současná rozloha zemědělské půdy není schopná pokrýt potřebu systému dopravy tak, aby bionafta plně nahradila fosilní paliva. Např. řepka je náročná rostlina, která pro svůj růst potřebuje hodně živin, a proto by se měla na polích pěstovat pouze každý čtvrtý rok. Zvětšování ploch na pěstování rostlin pro bionaftu způsobuje nežádoucí nárůst ploch obdělávané půdy, s tím je také spojené používání pesticidů a umělých hnojiv, které znečišťují a vyčerpávají půdu<sup>11</sup>.

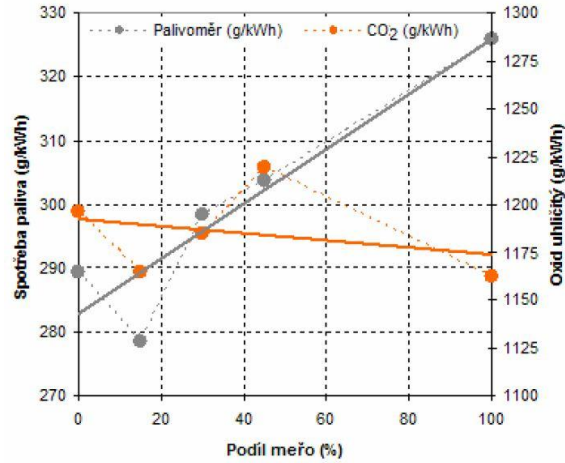
V současné době jsou biopaliva předmětem neustálého výzkumu pro zjištění jejich vlivů na životní prostředí i na spalovací motory.

#### Test: Vliv podílu MEŘO na spotřebu paliva a složení emisí výfukových plynů traktoru

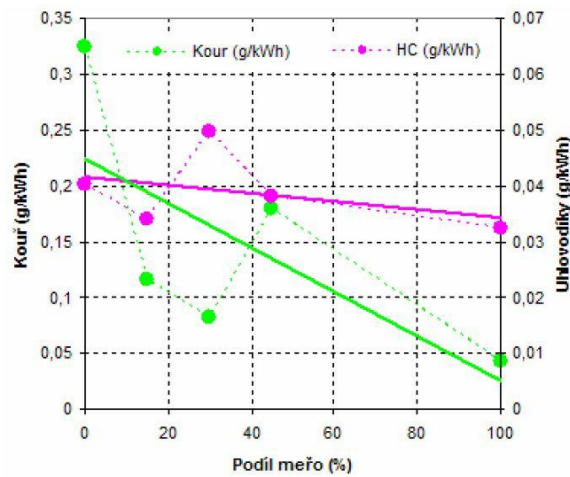
Česká zemědělská univerzita v Praze a Výzkumný ústav zemědělské techniky provedli test<sup>47</sup>, který popisuje jaký vliv má použití metylesteru řepkového oleje jako paliva na spotřebu paliva a složení emisí výfukových plynů traktoru.

MEŘO bylo mícháno v různých směšovacích poměrech s motorovou naftou, běžně dostupnou u stojanů čerpací stanice. Voleny byly směšovací poměry 85/15, 70/30 a 55/45 (nafta/MEŘO) a dále byla k měření použita čistá nafta a čistý MEŘO. Test byl proveden na novém traktoru Zetor Forterra 8641. Na vývodový hřídel tohoto traktoru se připojil mobilní hydraulický dynamometr AW NEB 400, který sloužil k měření vnější otáčkové charakteristiky. K zaznamenávání emisních složek byl použit emisní analyzátor BrainBee a pro měření spotřeby paliva sloužil palivoměr se dvěma průtokoměry. Jeden měřil množství paliva dodávaného do motoru a druhý průtokoměr měřil množství paliva, které se vracelo zpět do nádrže. Během testu byla sledována spotřeba paliva, emise oxidu uhelnatého, oxidu uhličitého, uhlovodíků, oxidu dusnatého a pevných částic. Každá část byla jednotlivě vyhodnocena a bylo sledováno, zda se daná složka se zvyšujícím podílem MEŘO snižuje nebo zvyšuje.

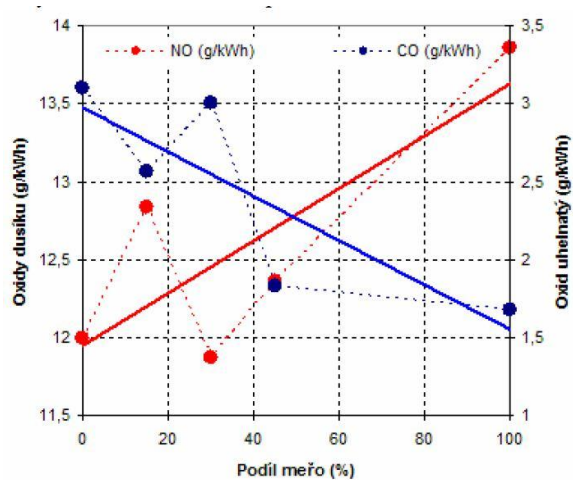
Postupně bylo uskutečněno pět měření se směsí paliva 100/0, 85/15, 70/30, 55/45, 0/100 (nafta/MEŘO). Výsledky jsou seřazeny podle složek a zároveň podle procenta zastoupení MEŘO. Jako spojnice trendu je využito lineární funkce, tak aby bylo zřejmé, zda se daná sledovaná veličina se zvyšujícím podílem mění a to ke zvýšené nebo ke snížené produkci.



Obrázek 13 – Spotřeba paliva a produkce CO<sub>2</sub> v závislosti na podílu MEŘO v palivu<sup>47</sup>



Obrázek 14 – Produkce kouřivosti a CH v závislosti na podílu MEŘO v palivu<sup>47</sup>



Obrázek 15 – Produkce CO a NO v závislosti na podílu MEŘO v palivu<sup>47</sup>



Ze znázorněného spojitého trendu jednotlivých složek vyplývá (viz obrázky 13, 14 a 15), že při zvýšení podílu MEŘO se snižuje obsah oxidu uhelnatého, uhlovodíků, kouřivosti a oxidu uhličitého. Naopak se zvyšuje obsah oxidů dusíku a spotřeba paliva (palivoměr).

Se zvyšujícím se podílem MEŘO klesají maximální hodnoty točivého momentu a snižuje se výkon motoru<sup>47</sup>.

#### Test: Emise výfukových plynů motoru traktoru při využití různých paliv

Ústav zemědělské techniky v polské Poznani prezentoval výsledky srovnávacího testu<sup>53</sup> emisí traktoru při využití různých paliv – nafta, metylester řepkového oleje a metylester oleje lničky. Lnička (Camelina) je převážně planě rostoucí rostlina a semena některých druhů jsou bohatá na olej.

Probíhalo měření emisí CO<sub>2</sub>, CO, CH, NO<sub>x</sub> a PM (jejich hmotnost, množství a velikost částic).

Výsledky získané při měření plynné složky výfukových plynů a pevných částic ukázaly, že emise oxidu uhličitého byly nejnižší u nafty. Při testování měla biopaliva lepší výsledky u CO, CH, NO<sub>x</sub> a pevných částic než nafta. Emise metylesteru olejů lničky obsahují méně oxidu uhelnatého, uhlovodíků a pevných částic než emise metylesteru řepkového oleje.

## 5 ZHODNOCENÍ MOŽNOSTÍ ELIMINACE NEGATIVNÍCH VLIVŮ ZEMĚDĚLSKÝCH DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

V oblasti negativních vlivů zemědělských dopravních prostředků na životní prostředí je nutné přijmout taková opatření, která by tyto vlivy zmírnila. Kromě snížení emisí výfukových plynů spalovacích motorů může dalším řešením být modernizace zemědělské techniky, úspora paliva, omezení hluku traktorů, vývoj spalovacích motorů, technická a organizační opatření pro ochranu půd.

### 5.1 Modernizace zemědělské techniky

Negativní vlivy zemědělských dopravních prostředků na životní prostředí lze zmírnit včasným vyřazováním zastaralých strojů z provozu, protože nesplňují současné emisní normy a jsou ve špatném technickém stavu. Průměrné stáří vozového parku je příliš vysoké, jeho obnova je ve srovnání s vyspělými státy prakticky záporná, takže se v posledních letech průměrný věk vozidel dokonce zvyšuje (viz tabulky 13 a 14)<sup>25</sup>.

Tabulka 13 – Celkový počet registrovaných traktorů v ČR od roku 2011 a jejich průměrný věk<sup>50</sup>

Ukazatel	Rok				
	30. 9. 2015	2014	2013	2012	2011
Traktory celkem	167207	165127	161995	159257	156510
Průměrné stáří	31,40	30,56	30,11	29,18	28,57

Tabulka 14 – Přehled o registraci a vyřazení traktorů za období od roku 2008 do 30. září 2015<sup>50</sup>

Ukazatel	Rok							
	30. 9. 2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008
Nové traktory	2080	2868	2821	2523	2757	2232	2483	3400
Ojeté traktory	656	702	670	685	609	479	462	624
Registrace celkem	2736	3570	3491	3208	3366	2711	2945	4024
Vyřazené	359	311	211	196	163	101	75	24

Obnova zemědělské techniky představuje značné finanční nároky a investice do strojů mají dlouhou dobu návratnosti. Špatné rozhodnutí může mít negativní dopady na ekonomickou stabilitu zemědělského podniku. Jednou z možností jak získat investice na modernizaci zemědělské techniky je využití dotací. Zemědělské dotace se dělí na dva typy v závislosti na tom, odkud přicházejí peníze na jejich financování. Prvním typem jsou dotace z Evropské unie. V rámci těchto dotací jsou finance z EU doplněny financemi ze státního rozpočtu. V druhém případě se jedná o tak zvané národní dotační programy, k jejichž čerpání se plně využívá státní rozpočet.

Výhody nákupu modernější zemědělské techniky jsou: nižší náklady na provoz a opravy, nižší spotřeba paliva, větší výkon, vyšší spolehlivost, nenáročná údržba. Významnou výhodou nových strojů jsou motory, které splňují současné emisní limity a jsou proto šetrnější k životnímu prostředí.

## **5.2 Úspora paliv**

Zemědělci neustále hledají způsob, jak snížit spotřebu drahé nafty. Úspory paliva lze dosáhnout bez jakýchkoliv dalších nákladů. Na zvýšenou spotřebu paliva má vliv např. nesprávný tlak v pneumatikách, nepřizpůsobení výkonu traktoru zatížení a zbytečné používání balastního závaží.

### **Pneumatiky**

Pneumatiky by měly být huštěny na nejnižší správný tlak, který dovoluje výrobce pro zatížení, které přenášejí. Přehuštěné pneumatiky vyjíždějí koleje v měkkých půdách, nerovnoměrně se opotřebovávají a namáhají materiál, ze kterého jsou vyrobeny. Podhuštěné pneumatiky způsobují opotřebení boků pneumatik a zvyšují riziko zborcení a vysmeknutí okrajů. Huštění na předepsaný tlak umožňuje udržovat větší styk pneumatiky s půdou a tak i účinněji přenášet výkon motoru.

Lépe je používat pneumatiky radiálního typu. Studie provedená v North Dakota State University dokazuje, že řádně nahuštěná radiální pneumatika zlepšuje trakci o 6 % proti axiální. Také zdvojené pneumatiky zvyšují spotřebu paliva.

## Výkon traktoru

Pro ideální účinnost traktoru je optimální přizpůsobit výkon traktoru zatížení. Jestliže je zatížení traktoru menší než 70 %, pak přeřazení na vyšší převodový stupeň a menší počet otáček motoru pro udržení požadované rychlosti mohou uspořit palivo. Rychlost zůstává, převodový stupeň je vyšší a motor běží pomaleji.

## Balastní závaží

Balastní závaží (viz obrázky 16 a 17) často nechávají zemědělci zavěšené na traktoru zbytečně po celý rok. Je-li třeba např. táhnout náklad 9 000 kg pouze dva týdny v roce, může farmář zbývajících 50 týdnů závaží sejmout a šetřit palivo. Hmotnost závaží musí být pouze tak vysoká, aby traktor táhl zatížení při akceptovatelném prokluzu. Celková hmotnost traktoru by měla být 2,5 až 3krát vyšší než činí jeho zatížení, které táhne<sup>48</sup>.



Obr. 16 – Balastní závaží na přední části traktoru<sup>60</sup>



Obr. 17 – Balastní závaží na zadním kole traktoru<sup>61</sup>

## Test: Úspora paliva při zpracování půdy

Ústav PPO Institute (Holland) ve spolupráci s Lelystad, Michaelin a Lemken provedl pokus<sup>49</sup>, který byl zaměřen na úsporu paliva a prokluz kol při zpracování půdy při měnících se podmínkách (seřízení pluhu, přidání balastního závaží, různé otáčky motoru).

Tyto subjekty použily traktor John Deere 6820 s převodovkou CVT, pneumatikami Michaelin XM108 a pětiradličný obracecí pluh. Spotřeba paliva byla sledována při orbě pozemku o rozloze 5 ha a s palivem ohřátým na 20 °C.

### *Výsledky testu*

#### a) Seřízení pluhu

Dokonalým seřízením se uspoří až 0,5 litru paliva na hektar. Nepříznivě zvyšuje odpor pluhu chybně nastavená první radlice i špatné seřízení pluhu.

#### b) Balastní závaží

Použitím odpovídajícího balastního závaží se dá ušetřit až 2,7 litru na hektar. U moderních traktorů se musí přenášet 25 až 30 % hmotnosti na přední nápravu. Zkoušená souprava měla balastní závaží o hmotnosti 700 kg na přední nápravě, což odpovídalo 15 % hmotnosti. Prokluz byl naměřen 17 %. Po přidání 400 kg balastního závaží se přední náprava zatížila na víc než 25 % a prokluz klesl na 10 %. Řízení bylo citlivější a navíc došlo ke zlepšení záběru pluhu o 1,2 cm při každém průjezdu.

#### c) Méně plynu

Moderní motory obvykle poskytují maximální výkon při počtu otáček pod 2000 min<sup>-1</sup>. Při těchto otáčkách došlo ke snížení spotřeby paliva o 7 % proti počtu otáček 2350 min<sup>-1</sup>.

### **5.3 Omezení vnitřního a vnějšího hluku traktoru**

Moderní traktory musí být konstruovány a provedeny tak, aby hluk vně i uvnitř vozidla byl co nejmenší. Hluk způsobuje motor, všechna ústrojí, ve kterých dochází k pohybu částí, větrací a vytápěcí zařízení, sací a výfukové potrubí s tlumičem, výfuková odlehčovací brzda, brzdová zařízení, spojení nástavby s konstrukcí vozidla a vnitřní vybavení.

Jak již bylo uvedeno v oddíle 3.7, vnější hluk by neměl překročit hranici 89 dB a z hlediska hluku uvnitř kabiny musí traktory splňovat maximální přípustnou hodnotu 86 dB. U většiny moderních traktorů se ale pohybuje při plném zatížení pod hranicí hodnoty 80 dB. Například firma John Deere uvádí ve svých katalogích hodnotu hluku uvnitř kabiny 71 dB. Tato hodnota je v porovnání se staršími typy traktorů, používaných v zemědělství, velmi nízká a zdraví přípustná.

Výrobci mohou snížit vnější i vnitřní hluk použitím protihlukových materiálů. Některé materiály jsou zároveň použity i jako tepelná izolace. Odhlučnění spočívá v zamezení pronikání hluku do kabiny, omezení vibrací kovových částí karosérie, které se pak samy díky vibracím stávají zdrojem hluku.

Jako protihlukové materiály se používají různé elastické nátěry, samolepicí pláty z obvykle vysoce viskozní, asfaltózní hmoty (např. EPDM různé hustoty), často s krycí hliníkovou fólií, která dodává soudržnost a kryje hmotu před působením okolního prostředí. Navíc odráží teplo, tedy i funguje jako tepelná izolace.

Pro větší tepelnou zátěž jsou vhodné různé silikonové pryže, které mají výborné vlastnosti – nenasákavost, teplotní odolnost, chemickou odolnost, nízkou hmotnost, avšak dosti vysokou cenu.

Hluk výborně také pohlcují různé plsti (velmi dobré výsledky vykazují polyesterová vlákna), PUR pěny (např. molitany s hydrofobní úpravou proti vlhkosti a nízkou hořlavostí). Dále se používají netkané odhlučňovací textilie, minerální a skelné vaty<sup>56</sup>.

### Test: Měření vnitřního a vnějšího hluku traktorů

Autor bakalářské práce z Vysokého učení technického v Brně prováděl měření<sup>56</sup> vnitřního a vnějšího hluku na šesti strojích různých značek, které měly různým způsobem odhlučňenou kabinu. Ani jeden traktor neměl jakkoli odhlučňenou kapotáž motoru.

Byla provedena měření hluku jednak v kabině traktoru (v řidičově pozici) při konstantních otáčkách  $1000 \text{ min}^{-1}$ , při  $2000 \text{ min}^{-1}$ , dále pak ve vzdálenosti jeden metr kolmo od předního kola při konstantních otáčkách  $1000 \text{ min}^{-1}$  a  $2000 \text{ min}^{-1}$ .

Měření vnějšího a vnitřního hluku probíhalo na traktorech: Zetor 5011, New Holland T 6010, John Deere 5820, Valtra N 111, Case CVX 175, JCB Fastrac 3190.

### *Výsledky testu*

Normám z hlediska hluku v kabině jak při otáčkách  $1000 \text{ min}^{-1}$  tak při  $2000 \text{ min}^{-1}$  vyhovovaly všechny stroje. Jak se dalo očekávat, hladina hluku v obou případech měření byla nejvyšší v traktoru Zetor 5011, protože byl z měřených strojů nejstarší, byl využíván v zemědělství již 24 let. Avšak stále vyhovoval normě 86 dB. Měření z hlediska hluku v okolí traktoru při  $1000 \text{ min}^{-1}$  dopadlo překvapivě – dva stroje ze šesti již nevyhovovaly normě 89 dB. Překročení nebylo vysoké, u stroje Valtra činilo 0,6 dB, u stroje Case činilo 2,2 dB. Měření hluku v okolí traktoru při  $2000 \text{ min}^{-1}$  přineslo zajímavý výsledek – pět ze šesti strojů nevyhovovalo normě. Výsledky dopadly dobře jen pro stroj New Holland T 6010, nejvyšší překročení normy bylo naměřeno u stroje Valtra – o 6,5 dB. Z měření hluku také vyplynulo,

že hladina hluku v kabině (i v jeho okolí) je úměrná otáčkám motoru, tj. čím vyšší otáčky, tím vyšší hladina hluku.

#### **5.4 Technická a organizační opatření pro ochranu půd**

Při ochraně půdy před zhutněním je třeba snížit kontaktní tlaky zemědělské techniky na půdu a snížit počet přejezdů na poli (např. bezorebné hospodaření, řízené přejezdy v kolejových meziřádkách, vyloučení dopravy po poli, sloučení polních operací). To je možné hlavně při používání nejmodernějších zemědělských dopravních prostředků.

V současné době nabývá na významu možnost soustředění přejezdů po pozemcích do trvalých jízdních stop s cílem uchovat převažující část produkční plochy pozemků bez přejezdů. Systém řízeného pohybu strojů po pozemcích (Controlled Traffic Farming, CTF) je perspektivní i v souvislosti s tím, že jsou k dispozici satelitní navigační systémy, které umožňují dosahovat potřebnou přesnost pro zajišťování pracovních operací včetně setí<sup>51</sup>.

##### Test: Systém přejezdů strojů po půdě s využitím trvalých jízdních stop

Výzkumný ústav zemědělské techniky uskutečnil pokus<sup>52</sup>, který potvrzuje přínos soustředění přejezdů do trvalých jízdních stop k ochraně půdy před nežádoucím zhutňováním.

Víceletý pokus probíhal na pozemku o výměře 10 ha a všechny přejezdy byly soustředěny do trvalých jízdních stop.

Při pracovních operacích byl využíván satelitní systém GPS s korekčním signálem spolu s asistovaným řízením AgGPS EZ-STEER (Trimble). Pro aplikaci přípravků na ochranu rostlin a pro hnojení minerálními hnojivy byly využity kolejové meziřádky založené při setí.

##### *Výsledky pokusu*

Z víceletého hodnocení fyzikálních vlastností půdy na místech s různou intenzitou přejezdů byla nejvyšší celková pórovitost půdy v místech bez přejezdů půdy.

Systémem řízených přejezdů bylo dosaženo relativně příznivé situace, kdy plocha kolejových stop na pozemku zahrnovala 32 % výměry pozemku.

Výsledky získané v zemědělském podniku ukázaly, že systém řízených přejezdů je uskutečnitelný v zemědělském provozu. Předpokladem je využívání navigačních prostředků

s vysokou přesností (korekční signál) při všech pracovních operacích na pozemcích. Preferovat by se mělo automatické řízení traktorů.

## 5.5 Vývoj spalovacích motorů traktorů

Spalovací motory traktorů jsou předmětem stálého zájmu konstruktérů, což umožňuje jejich přizpůsobování novým požadavkům, které vyplývají z rostoucích nároků kladených ze strany uživatelů a mezinárodních norem. Nová technická řešení, která se objevují u traktorových motorů, jsou z velké části adaptována z vývoje automobilových motorů.

Výrobci vznětových motorů pro traktory mají snahu vyrábět výkonný a přitom energeticky přijatelný motor, jehož koncepce bude vhodná pro celou modelovou řadu. Největší modernizace se dnes objevuje především v oblasti přípravy palivové směsi a aplikace elektroniky v řízení a ovládání motoru<sup>1</sup>.

Na traktorový motor jsou podle současného trendu kladeny požadavky vycházející z podmínek provozu motoru:

- provoz při maximálním výkonu
- provoz při velkém kolísání zatížení
- práce motoru v širokém rozmezí otáček s konstantním výkonem
- nízká spotřeba paliva v provozní oblasti motoru
- startovatelnost při nízkých teplotách
- nízká hladina vnějšího hluku traktorů
- vysoká spolehlivost
- snadná a rychlá diagnostika poruch
- vysoká životnost<sup>1</sup>

Základním hybným momentem modernizace motorů se stávají také legislativní požadavky limitující obsah škodlivin ve výfukových plynech. Množství emisí, které vyprodukuje motor, závisí na jeho konstrukci, okamžitých provozních podmínkách, na složení spalované směsi a chemickém složení paliva.

Velmi významným přínosem pro snížení emisí motoru traktoru jsou technologie SCR a CEGR+DPF, které zlepšují spalovací proces. Tyto technologie byly popsány v kapitole 4.



V Evropě i v České republice se především používá technologie SCR, protože evropské státy mají hustou síť dodavatelů AdBlue. Ale ve státech, kde není k dispozici roztok AdBlue se používá technologie CEGR+DPF.

U výrobců zemědělské techniky, kteří si motory nevyrábí sami, ale nakupují je od motorářských firem, často rozhoduje nabídková cena motorů. Ta v mnohých případech určí, jaký systém se bude používat.

V České republice vyrábí nejvíce vznětových motorů Společnost ZETOR TRACTORS a.s. Tato firma vyvinula motory Zetor, které splňují velmi náročné emisní předpisy na stupeň STAGE IV.

Díky dlouhodobému vývoji spalování a optimalizaci válcové jednotky, dosahují motory značky Zetor nízké spotřeby paliva a nízkých emisních hodnot. V roce 2014 vešla v platnost emisní norma Stage IV pro motory traktorů o výkonu 56 – 130 kW. Tato norma je charakteristická velmi přísnými limity ohledně oxidů dusíku ( $\text{NO}_x$ ) o hodnotě 0,4 g/kWh<sup>13</sup>.

## 6 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo analyzovat vliv zemědělských dopravních prostředků na životní prostředí.

První část této práce popisuje pozitivní vliv zemědělské dopravy, protože zemědělství patří k největším přepravním v České republice. Jsou zde uvedena specifika zemědělské dopravy a druhy zemědělských dopravních prostředků. Podrobněji jsou popsány české traktory značky Zetor, které jsou nejrozšířenějšími dopravními prostředky používanými v zemědělství v naší republice.

Druhá část bakalářské práce se zabývá negativními vlivy zemědělských dopravních prostředků a dopravy. Jedním z nejzávažnějších problémů dopravy je znečištění ovzduší emisemi výfukových plynů spalovacích motorů. Tyto emise obsahují mnoho chemických látek, s různými účinky na zdraví člověka, podílejí se na skleníkovém efektu a kyselých deštích. Záporné vlivy ze zemědělské dopravy jsou zábory půdy, hluk a vibrace strojů, dopravní nehody, odpady z dopravy, zhutňování půdy, znečištění ovzduší, půdy a vody.

Třetí část bakalářské práce pojednává o možnostech zmírnění negativních vlivů zemědělských dopravních prostředků na životní prostředí. Velmi významným přínosem pro snížení emisí výfukových plynů vznětových motorů jsou technologie SCR a CEGR+DPF, které zlepšují spalovací proces motorů, umožňují snižovat tvorbu pevných částic a produkci oxidů dusíku. V oblasti zmírnění záporných vlivů zemědělské dopravy na životní prostředí může být řešením využití biopaliv. V zemědělství se jako biopalivo nejvíce používá bionafta, která se přidává do motorové nafty, tím se sníží emise CO<sub>2</sub>, CO a polévatého prachu.

Snížit negativní vlivy zemědělských dopravních prostředků lze také vývojem modernějších spalovacích motorů traktorů, úsporou paliva, omezením vnitřního a vnějšího hluku traktoru (používání protihlukových materiálů, omezení vibrací kovových částí karoserie), modernizací zemědělské techniky a včasným vyřazováním zastaralých strojů z provozu, protože nesplňují současné emisní normy.

## 7 POUŽITÁ LITERATURA

- (1) SYROVÝ, Otakar. *Doprava v zemědělství*. 1. vyd. Praha: Profi Press s.r.o., 2006, 248s. ISBN 978-80-86726-30-4-X
- (2) ŠUMAN – HREBLAY, Marián. *Historie traktorů Zetor*. 1. vyd. Brno: CPress, 2012, 135s. ISBN 978-80-264-0042-4
- (3) Základní typy traktorů Zetor a jejich modifikace. *Veteráni* [online]. [cit. 2015-4-10]. Dostupné z: <http://veterani-traktory.webgarden.cz/rubriky/historie-traktoru-zetor>
- (4) Historie. *Zetor* [online]. [cit. 2015-4-10]. Dostupné z: <http://www.zetor.cz/historie>
- (5) Traktor Zetor Proxima. *Zetor* [online]. [cit. 2015-4-10]. Dostupné z: <http://www.zetor.cz/traktor-zetor-proxima>
- (6) Traktor Zetor Forterra HD. *Jan Kuchař* [online]. 2014 [cit. 2015-4-12]. Dostupné z: <http://www.kuchar-zetor.cz/traktor-zetor-forterra-hd>
- (7) Traktor Zetor Major. *Zetor* [online]. [cit. 2015-4-12]. Dostupné z: <http://www.zetor.cz/traktor-zetor-major>
- (8) Zetor Major zamířil do sériové výroby. *Zetor* [online]. [cit. 2015-4-12]. Dostupné z: <http://www.zetor.cz/zetor-major-zamiril-do-seriove-vyroby>
- (9) Nový model Forterra HD posouvá Zetor do vyšší výkonové kategorie. *Zetor* [online]. [cit. 2015-4-12]. Dostupné z: <http://www.zetor.cz/novy-model-forterra-hd-posouva-zetor-do-vyssi-vykonove-kategorie>
- (10) PAVLŮSEK, Ondřej. Zetor Hitch Tronic v akci. *Auto.cz* [online] 2012-4-3 [cit. 2015-4-10]. Dostupné z: <http://www.auto.cz/zetor-hitchtronic-v-akci-video-66078>
- (11) RNDr. MARŠÁLKOVÁ, Marcela. Metodický materiál s komponentou životního prostředí [online]. [cit. 2015-5-20] Dostupné z: [http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pENT4ABZa\\_0J:www.spsauto.cz/files/dokumenty/Doprava%2520a%2520%25C5%25BEivotn%25C3%25AD%2520prost%25C5%2599ed%25C3%25AD.doc+%&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz](http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pENT4ABZa_0J:www.spsauto.cz/files/dokumenty/Doprava%2520a%2520%25C5%25BEivotn%25C3%25AD%2520prost%25C5%2599ed%25C3%25AD.doc+%&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz)
- (12) Modernizace studijního oboru Silniční a městská automobilová doprava [online]. [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: <http://oppa-smad.tf.czu.cz/?q=pm>
- (13) Ochrana půdy proti erozi. *Zemědělec* [online]. 2009-6-26 [cit. 2015-11-14]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/ochrana-pudy-proti-erozi/>

- (14) Polétavý prach – neviditelný prach. *Hluk & Emise* [online]. 2007 [cit. 2015-9-20]. Dostupné z: <http://hluk.eps.cz/hluk/emise/poletavy-prach-%e2%80%93-neviditelnahrozba/>
- (15) Účinky nadměrného hluku na lidský organismus. *Seminarky.cz* [online]. 2009 [cit. 2015-5-9]. Dostupné z: <http://www.seminarky.cz/Ucinky-nadmerneho-hluku-na-lidsky-organismus-21434>
- (16) Vliv hluku na zdraví. *Hluk & Emise* [online]. 2007 [cit. 2015-5-9]. Dostupné z: <http://hluk.eps.cz/hluk/vliv-hluku-na-zdravi/>
- (17) Odpadové hospodářství. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. [cit. 2015-5-8]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/odpadove\\_hospodarstvi](http://www.mzp.cz/cz/odpadove_hospodarstvi)
- (18) MULLEROVÁ, M. a M. ŠVÁB. VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE, *Ústav chemie ochrany prostředí* [online]. Praha, Červenec 2006 [cit. 2015-9-20]. Dostupné z: [http://www.irz.cz/repository/latky/oxid\\_uhelnaty.pdf](http://www.irz.cz/repository/latky/oxid_uhelnaty.pdf)
- (19) MULLEROVÁ, M. a M. ŠVÁB. VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE, *Ústav chemie ochrany prostředí* [online]. Praha, Červenec 2006 [cit. 2015-9-20]. Dostupné z: [http://www.irz.cz/repository/latky/oxid\\_uhlicity.pdf](http://www.irz.cz/repository/latky/oxid_uhlicity.pdf)
- (20) MULLEROVÁ, M. a M. ŠVÁB. VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE, *Ústav chemie ochrany prostředí* [online]. Praha, Červenec 2006 [cit. 2015-9-20]. Dostupné z: [http://www.irz.cz/repository/latky/oxidy\\_siry.pdf](http://www.irz.cz/repository/latky/oxidy_siry.pdf)
- (21) MULLEROVÁ, M. a M. ŠVÁB. VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE, *Ústav chemie ochrany prostředí* [online]. Praha, Červenec 2006 [cit. 2015-9-20]. Dostupné z: [http://www.irz.cz/repository/latky/oxidy\\_dusiku.pdf](http://www.irz.cz/repository/latky/oxidy_dusiku.pdf)
- (22) BAUER František, Pavel SEDLÁK a Tomáš ŠMERDA. *Traktory*. 1.vyd. Praha: Profi Press, s.r.o., 2006, 192 s. ISBN 80-86726-15-0
- (23) Nonroad Engines. *DieselNet* [online]. [cit. 2015-10-15]. Dostupné z: <http://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php>
- (24) Nonroad Diesel Engines. *DieselNet* [online]. [cit. 2015-10-15]. Dostupné z: <http://www.dieselnet.com/standards/us/nonroad.php>

- (25) ADAMEC, Vladimír a kolektiv. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. 1. vyd. Praha: Grada Publishong, a.s., 2008, 160s. ISBN 978-80-47-2156-9
- (26) HROMÁDKO, Jan, Jiří HROMÁDKO, Vladimír HÖNIG a Petr MILER. *Spalovací motory*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2011, 296s. ISBN 978-80-247-3475-0
- (27) AUTO, ŠKODA. Dílenská učební pomůcka 43 – Emise ve výfukových plynech. Mladá Boleslav: ŠKODA AUTO a.s.
- (28) HÁJEK, Ondřej. Emisní norma Tier4: jak fungují nové motory v zemních strojích a na co si dát pozor. *Bagry.cz* [online]. 2011-10-6 [cit. 2015-9-30]. Dostupné z: [http://bagry.cz/clanky/technika/emisni\\_norma\\_tier\\_4i\\_jak\\_funguji\\_nove\\_motory\\_v\\_zemnich\\_strojich\\_a\\_na\\_co\\_si\\_dat\\_pozor](http://bagry.cz/clanky/technika/emisni_norma_tier_4i_jak_funguji_nove_motory_v_zemnich_strojich_a_na_co_si_dat_pozor)
- (29) NEUBERGOVÁ, Kristýna. *Ekologické aspekty dopravy*. 1. vyd. Praha: České učení technické, 2005, 163s. ISBN 80-01-03131-4.
- (30) Okyselování půdy. *Vítejte na Zemi* [online]. 2013 [cit. 2015-5-3]. Dostupné z: [http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=okyselovani\\_pudy&site=puda](http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=okyselovani_pudy&site=puda)
- (31) HŮLA, Josef. Technogenní zhutňování půdy – nežádoucí jev. *Úroda* [online] 2001-1-11 [cit. 2015-5-3]. Dostupné z: <http://uroda.cz/technogenni-zhutnovani-pudy-nezadouci-jev/>
- (32) KOUŘIL, Miloš. Ochrana půdy proti erozi. *Zemědělec* [online]. 2009-6-26 [cit. 2015-5-5]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/ochrana-pudy-proti-erozi/>
- (33) Řada 6M. *Danhel* [online]. 2015 [cit. 2015-4-5]. Dostupné z: <http://www.danhel.cz/produkty/zemedelska-technika-john-deere/traktory-john-deere/rada-6m.html>
- (34) New Holland Traktor – T7 Tier4A. *Agrotec* [online]. [cit. 2015-4-5]. Dostupné z: <http://www.agro-tec.de/neu-und-gebrauchtmaschinen/new-holland/51/new-holland-traktor-t7-tier-4a>
- (35) Maxxum CVX Efficient Power. *Agrics* [online]. 2011 [cit. 2015-4-5]. Dostupné z: <http://www.agrics.cz/maxxum-cvx-efficient-power-110-130-koni?sid=aaaf577218bb2b197305adb560acd5bf>
- (36) Vibrace a lidský organismus. *WikiSkripta* [online]. 2015-5-21 [cit. 2015-10-2]. Dostupné z: [wikiskripta.eu/index.php/Vibrace\\_a\\_lidsky\\_organismus](http://wikiskripta.eu/index.php/Vibrace_a_lidsky_organismus)
- (37) O SCR technologii. *Vobosystém s.r.o.* [online]. 2011-6-21 [cit. 2015-9-30]. Dostupné z: <http://www.vobosystem.cz/scr-technologie>

- (38) Recirkulace výfukových plynů. *Audi* [online]. [cit. 2015-10-20]. Dostupné z: <http://app.audi.cz/lexicon/recirkulace/>
- (39) Systém recirkulace spalin. *Vítejte na Zemi* [online]. 2013 [cit. 2015-10-25]. Dostupné z: [http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=system\\_recirkulace\\_spalin&site=doprava](http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=system_recirkulace_spalin&site=doprava)
- (40) Odstavec předpisu 156/1998. *eAgri* [online]. [cit. 2015-5-5]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100050287.html>
- (41) Pesticidy. *Arnika* [online]. 2014 [cit. 2015-5-6]. Dostupné z: <http://arnika.org/pesticidy>
- (42) Pesticidy. *Odmaturuj.cz* [online]. 2007-7-10 [cit. 2015-11-6]. Dostupné z: <http://www.odmaturuj.cz/chemie/pesticidy/>
- (43) Ing. KITTEL, Hugo, CSc., Alternativní motorová paliva. *Česká rafinerská a.s. Litvínov*. [online]. [cit. 2015-5-20]. Dostupné z: <http://old.cappo.cz/veletrh2003/kittel.html>
- (44) CHARALAMPOS I. ARAPATSAKOS, THEOFANIS A. GEMTOS. Tractor engine and gas emissions [on-line]. [cit. 2015-11-5]. Dostupné z: <http://www.wseas.us/e-library/transactions/environment/2008/28-348.pdf>
- (45) Souhrnné přehledy o půdním fondu z údajů katastru nemovitostí České republiky. *Český úřad zeměměřičský a katastrální* [online]. 2014 [cit. 2015-5-5]. Dostupné z: [http://www.cuzk.cz/Periodika-a-publikace/Statisticke-udaje/Souhrne-prehledy-pudniho-fondu/Rocenka\\_pudniho\\_fondu\\_2014.aspx](http://www.cuzk.cz/Periodika-a-publikace/Statisticke-udaje/Souhrne-prehledy-pudniho-fondu/Rocenka_pudniho_fondu_2014.aspx)
- (46) Zákon č. 2012 Sb., o ochraně ovzduší. *ÚplnéZnění.cz* [online]. 2012-5-2 [cit. 2015-5-20]. Dostupné z: <http://www.uplnezneni.cz/zakon/201-2012-sb-o-ochrane-ovzduši>
- (47) KUBIN, Karel. Vliv podílu biosložky v palivu na výkon traktorového motoru. *Výzkumný ústav zemědělské techniky* [online]. 2015-11-5 [cit. 2015-11-10]. Dostupné z: [http://svtpisek.cz/VUZT1/index.php?P=P2010\\_19](http://svtpisek.cz/VUZT1/index.php?P=P2010_19)
- (48) ŠŤASTNÝ, Milan. Tipy na úsporu paliva. *Agro navigátor* [online]. 2002-5-19 [cit. 2015-11-8]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=129&ch=1&typ=1&val=5540>
- (49) ŠŤASTNÝ, Milan. Úspora paliva při orbě. *Agro navigátor* [online] 2006-10-6 [cit. 2015-11-8]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=129&ch=1&typ=1&val=52043>
- (50) Přehled stavu vozového parku. *Svaz Dovozců Automobilů* [online]. [cit. 2015-11-5]. Dostupné z: <http://portal.sda-cia.cz/>

- (51) HŮLA, Josef. Technogenní zhutňování půdy – nežádoucí jevy. *Ochrana půdy* [online] 2014-9-9 [cit. 2015-11-5]. Dostupné z: <http://www.ochrana-pudy.cz/hrozby-pro-pudu/zhutneni/technogenni-zhutnovani-pudy-nezadouci-jev/2014/09/09/>
- (52) DUMITRU, Gutu, Josef HŮLA, Pavel KOVAŘÍČEK, Marcela Vlášková. Systém přejezdů strojů po půdě s využitím trvalých jízdních stop [online]. 2015-11-5 [cit. 2015-11-10]. Dostupné z: <http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/publ/P2014/057.pdf>
- (53) WEYMANN, S., DUBOWSKI, A., RAKOWICZ, A. Exhaust gases emission tests of tractor engine fueled by diesel and biofuels [on-line]. [cit. 2015-11-5]. Dostupné z: [http://www.pimr.poznan.pl/biul/2013\\_4\\_43WD.pdf](http://www.pimr.poznan.pl/biul/2013_4_43WD.pdf)
- (54) GODEŠA, T., JEJČIČ, V., POJE, T. Characteristics of a tractor engine using mineral and biodiesel fuels blended with rapeseed oil [on-line]. [cit. 2015-11-5]. Dostupné z: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162010000500003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162010000500003)
- (55) HERČÍK, Miloslav, Jiří FIEDOR a Hana MÜLLEROVÁ. *Legislativa a ochrana životního prostředí*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008, 182 s. ISBN 978-80-248-1837-5
- (56) TULIS, Jiří. *Protihluková opatření traktoru* [online]. Brno, 2010 [cit. 2015-11-6]. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně
- (57) Kombinovaný sběrací návěš Claas Cargos. *Agromel* [online]. 2015 [cit. 2015-11-6]. Dostupné z: <http://www.agromel.cz/cargos>
- (58) Jílovitá půda není vždy problém. *Flóra* [online]. 2015-7-27 [cit. 2015-11-10]. Dostupné z: <http://www.floranazahrade.cz/jilovita-puda-neni-vzdy-problem/>
- (59) Autovraky – závažný problém, ale i zdroj surovin. *Ecoservis* [online]. 2015-7-27 [cit. 2015-10-10] Dostupné z: <http://www.ecoservis.eu/ekologicka-likvidace-autovraku>
- (60) Traktorová závaží. *Zemědělské potřeby* [online]. 2009 [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: <http://www.vltava2000.cz/zemedelske-potreby/departament-484-traktorova-zavazi.html>
- (61) Traktor Zetor Crystal. *Agrico s.r.o.* [online]. [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: <http://www.agrico-sro.cz/eshop-traktor-zetor-crystal.html>
- (62) SKŘIVÁNEK, A., POLCAR, A., SEDLÁK, P. *Snížení emisí NO<sub>x</sub> pomocí SCR systému* [online]. [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: [https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2012/articles/38\\_skrivanek\\_584.pdf](https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2012/articles/38_skrivanek_584.pdf)
- (63) ČEJKA, P. *Železniční a silniční doprava a jejich vliv na životní prostředí* [on-line]. [cit. 2015-11-5]. Dostupné z: [http://envi.upce.cz/pisprace/ks\\_pha/cejka.pdf](http://envi.upce.cz/pisprace/ks_pha/cejka.pdf)

- (64) EURO Normy. *Vítejte na Zemi* [online]. 2013 [cit. 2015-11-19]. Dostupné z: [http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=euro\\_normy&site=doprava](http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=euro_normy&site=doprava)
- (65) Emisní norma Euro. *Autolexicon.net* [online]. 2015 [cit. 2015-11-19]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/emisni-norma-euro/>