



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

DESIGN ZEMĚDĚLSKÉHO TRAKTORU

DESIGN OF AN AGRICULTURAL TRACTOR

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. RADIM HORÁČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. akad. soch. LADISLAV KŘENEK, ArtD.

BRNO 2015

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav konstruování

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

student(ka): Bc. Radim Horáček

který/která studuje v **magisterském navazujícím studijním programu**

obor: **Průmyslový design ve strojírenství (2301T008)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Design zemědělského traktoru

v anglickém jazyce:

Design of an Agricultural Tractor

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Analýza a návrh designu zemědělského traktoru. Návrh musí splňovat obecné předpoklady průmyslového designu - respektovat funkční, konstrukční, technologické, estetické a ergonomické zákonitosti.

Cíle diplomové práce:

Diplomová práce musí obsahovat: (odpovídá názvům jednotlivých kapitol v práci)

1. Úvod
2. Přehled současného stavu poznání
3. Analýza problému a cíl práce
4. Variantní studie designu
5. Tvarové řešení
6. Konstrukčně technologické a ergonomické řešení
7. Barevné a grafické řešení
8. Diskuze
9. Závěr
10. Seznam použitých zdrojů

Forma práce: průvodní zpráva, sumarizační poster, technický poster, ergonomický poster, designérský poster, fotografie modelu, fyzický model

Typ práce: designérská; Účel práce: vzdělávání

Výstup práce: průmyslový vzor; Projekt: Specifický vysokoškolský výzkum

Rozsah práce: cca 72 000 znaků (40 - 50 stran textu bez obrázků)

Zásady pro vypracování práce:

http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/BP_DP/Zasady_VSKP_2015.pdf

Šablona práce: http://dokumenty.uk.fme.vutbr.cz/UK_sablona_praci.zip

Seznam odborné literatury:

DREYFUSS, H. - POWELL, E.: Designing for People. New York : Allworth, 2003.
JOHNSON, M.: Problem solved. London : Phaidon, 2002.
NORMAN, D. A.: Emotional Design. New York : Basic Books, 2004.
TICHÁ, J., KAPLICKÝ, J.: Future systems. Praha : Zlatý řez, 2002.
WONG, W.: Principles of Form and Design. New York : Wiley, 1993.
Časopisy: Design Trend, Designum, Form, ID, Idea magazine ap.

Vedoucí diplomové práce: doc. akad. soch. Ladislav Křenek, ArtD.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2014/2015.

V Brně, dne 13.11.2014

L.S.

prof. Ing. Martin Hartl, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Předmětem této diplomové práce je design zemědělského traktoru zaměřený na inovativní přístup k návrhu s technickými, estetickými, ergonomickými a ekologickými požadavky. Cílem designu je navržení svébytného a tvarově charakteristického stroje nesvázaného konvenčním řešením. Na traktor je pohlíženo z pohledu vztahu farma–zemědělský stroj, alternativního přístupu k pohonu a šetrnosti jeho provozu ke svému okolí.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zemědělský traktor, těžký kolový traktor, tahač, alternativní pohon, průtoková baterie, trakční elektromotory

ABSTRACT

The main subject of this master's thesis is an innovative approach to design of an agricultural tractor with technical, esthetic, ergonomic and economic demands. The aim is to create a distinctive design and shape of tractor unbound from conventional solutions. The concept takes account of the farm–machine relationship, the alternative powertrain, and friendliness to the environment.

KEYWORDS

An agricultural tractor, heavy wheeled tractor, tractor, alternative powertrain, flow battery, traction electric motors

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Horáček, R. Design zemědělského traktoru. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2015. 95 s. Vedoucí diplomové práce doc. akad. soch. Vladimír Křenek, ArtD..

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Design zemědělského traktoru vypracoval samostatně a seznam literatury obsahuje řádně uvedeny veškeré použité zdroje.

.....

v Brně dne

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. akad. soch. Ladislavu Křenkovi, Art.D. za vedení, rady a nápady v průběhu tvorby této diplomové práce. Dále děkuji společnosti Zetor Tractors a.s., konkrétně panu Petru Dubjakovi, za konzultace a připomínky k mému designerskému návrhu. Rád bych poděkoval Ing. Ivaně Hofingerové za možnost využití prvků vizuálního stylu Haart Tractors. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině, spolužákům a kamarádům za podporu během studia.

OBSAH

ABSTRAKT	5
KLÍČOVÁ SLOVA	5
ABSTRACT	5
KEYWORDS	5
BIBLIOGRAFICKÁ CITACE	5
PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI	7
PODĚKOVÁNÍ	9
ÚVOD	13
1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	15
1.1 Vývojová analýza	15
1.1.1 První zemědělské stroje	15
1.1.2 První traktory	15
1.1.3 Traktory počátku 20. století	16
1.1.4 Období první světové války a sériová výroba	17
1.1.5 Vývoj traktorů od 20. let 20. století	18
1.1.6 30. léta 20. století – počátky velkých změn	19
1.1.7 Poválečné období	20
1.1.8 Honba za výkonem	20
1.1.9 Historie vývoje zemědělské techniky na českém a moravském území	22
1.2 Technická analýza	24
1.2.1 Dělení traktorů	24
1.2.2 Podvozek	25
1.2.3 Motory	26
1.2.4 Převodové ústrojí	27
1.2.5 Elektrohydraulické systémy	28
1.2.6 Kabina	29
1.2.7 Řídicí systémy	31
1.2.8 Výhled do budoucna	32
1.3 Designerská analýza	33
1.3.1 Přehled světové produkce	33
1.3.2 Koncepty zemědělských traktorů	39
2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE	41
2.1 Obecné problémy	41
2.2 Technické problémy	41
2.3 Nástin možných provozních problémů	41
2.4 Technické cíle diplomové práce	42
3 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU	43
3.1 Varianta 1	44
3.2 Varianta 2	45
3.3 Varianta 3	47
3.4 Vývoj finální varianty	47
4 TVAROVÉ ŘEŠENÍ	51
4.1 Proporce	51
4.2 Kompozice	52
4.3 Kapotáž	52
4.4 Kabina	53

4.5	Přístupové schůdky	53
4.6	Pneumatiky a disky	53
4.7	Blatníky	54
4.8	Osvětlení	54
4.9	Dotěžovací závaží	55
5	KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ	57
5.1	Konstrukčně-technologické řešení	57
5.1.1	Rozměry stroje	57
5.1.2	Popis stroje	58
5.1.3	Podvozek a nápravy	58
5.1.4	Pohonné ústrojí	59
5.1.5	Výběr motoru	59
5.1.6	Průtoková baterie	60
5.1.7	Superkondenzátory	61
5.1.8	Hydraulika, závěsná zařízení	62
5.1.9	Základní technické parametry	62
5.1.10	Dotěžovací závaží	63
5.1.11	Kabina	63
5.1.12	Řídicí systémy	64
5.1.13	Materiály	64
5.2	Ergonomické řešení	65
5.2.1	Zorné podmínky	65
5.2.2	Přístup do zemědělského traktoru	66
6	BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ	69
6.1	Barevné řešení	69
6.1.1	Barevné řešení 1	70
6.1.2	Barevné řešení 2	70
6.1.3	Barevné řešení 3	71
6.2	Grafické řešení	71
7	DISKUZE	73
7.1	Psychologická funkce	73
7.1.1	Vliv na zákazníka	73
7.1.2	Tvar a barevnost	74
7.2	Ekonomická funkce	74
7.2.1	Cílová skupina	74
7.3	Sociální funkce	75
7.3.1	Zájmy společnosti	75
7.3.2	Ekologie	75
7.4	Etika	76
	ZÁVĚR	77
	BIBLIOGRAFIE	79
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	85
	SEZNAM PŘÍLOH	86
	PŘÍLOHY	87
	VLOŽENÁ PŘÍLOHA – FOTOGRAFIE MODELU	95

ÚVOD

Zemědělství klade specifické požadavky na výrobní prostředky. Současný trend dává důraz na maximální využití zemědělské půdy a zároveň zjednodušení a také zefektivnění zemědělské činnosti. Výrobci zemědělské techniky nabízí rozmanité zemědělské stroje specializující se na určitou agrární činnost. Přesto základním zemědělským strojem zůstává traktor, který představuje univerzální nástroj a je tak nepostradatelnou součástí celé zemědělské farmy nebo družstva. Je základním nástrojem moderního zemědělce a jako nosič nástaveb je schopen zvládnout většinu agrárních prací.

Zemědělské traktory jsou navrženy jako univerzální stroje schopné pojmout široké spektrum závěsných a přídavných zařízení a plnit tak funkci tahače nebo nosiče. Výrobci produkují širokou škálu zemědělských traktorů různých velikostí, výkonů a také cenových hladin. Diplomová práce se však zaměřuje na typ zemědělského traktoru spadajícího do nejvyšší výkonové kategorie (nad 220 kW), disponující pohonem všech kol, které jsou stejné velikosti a s centrálně umístěnou kabinou. Traktor bude navržen pro zemědělské potřeby s celkovou hmotností nepřesahující 10 000 kg, podvozkem s řiditelnou přední i zadní nápravou a s maximálním rozměrem stroje 3 000×3 500×5 000 mm (šířka×výška×délka).

Moderní zemědělské traktory jsou technicky velice vyspělé stroje, je ale nutné se zaměřit na jejich další vize do budoucnosti. Nabídnout nová designérská řešení, možnost alternativního pohonu, energetická soběstačnost traktoru, ale také tvorba ekosystému farmy v návaznosti a propojení jednotlivých úkonů, strojů a zaměstnanců. V závislosti na vzrůstající poptávce po základních plodinách, jejich kvalitě i rychlosti pěstování vzniká poptávka po nových, efektivnějších a na provoz nenáročných strojích. Tyto traktory budou muset nabídnout nejen vyspělou konstrukci a technologie, ale také představovat designérské řešení na úrovni s vizí do budoucna.

Navržený traktor zohlední vývojové tendence v zemědělství a představí nový pohled na samotný stroj. S tímto základním cílem souvisí volba plně elektrického pohonu se zdrojem elektrické energie vyráběné průtokovými bateriemi. Tento technický koncept umožní nový přístup k tvarovému řešení designu traktoru a vytvoří charakteristický vzhled výsledného návrhu.

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

1

1.1 Vývojová analýza

1.1

Snahy o usnadnění a zefektivnění práce v zemědělství jsou známy již od nepaměti. Zemědělství jako obor přináší specifické nároky na výrobní prostředky a typickým představitelem moderního zemědělského stroje je traktor. [1]

1.1.1 První zemědělské stroje

Žací stroje a balíkovací byly prvními zemědělskými stroji, jednalo se však o stacionární stroje poháněné řemenem. K jejich pohonu sloužil parní stroj, který započal průmyslovou revoluci.

Parní stroj byl prvním opravdu technickým pomocníkem v zemědělství a nejen tam. Na jeho vývoji se podílel především James Watt, který dal stroji všeobecně známou podobu. Netrvalo dlouho a stacionární stroje byly vybaveny koly a vznikly první předchůdci traktorů. První předchůdce moderních traktorů byla lokomobila. Jednalo se o pohyblivé parní stroje, často využívané pouze stacionárně, sloužící pro pohon různorodých strojů. [2]



Obr. 1 Lokomobila [10]

1.1.2 První traktory

1.1.2

Praktičtější zemědělský traktor mohl být zkonstruován díky německému vynálezci Nicholasi Ottovi, který si v roce 1876 patentoval motor s vnitřním spalováním – Ottův motor. [3]

Tyto události umožnily v roce 1892 debutovat prvnímu benzínovému traktoru. První stroj sestavený Johnem Froelichem z Iowy představoval stroj, který z velké části využíval techniku již existujících parních strojů. Pohonná jednotka byla nahrazena spalovacím motorem, dále byl traktor vybaven reverzní převodovkou, spojkou a také mechanismem řízení. Umožňoval vlastní pohyb vpřed a dozadu. Nabízel možnost připojení dalšího zařízení a jeho pohon pomocí plochého řemene. Froelichův model ani další bezprostředně následující nedočkaly výrazné obliby, znamenalo to počátek vývoje traktorů jako univerzálních pomocníků v zemědělství. [1, 3]



Obr. 2 První motorový traktor zkonstruovaný J. Froelichem [11]

Společnost Hart-Parr je důležitým milníkem ve vývoji traktorů, její prodejce jako první použil slovo „traktor“ pro označení tohoto zemědělského stroje (1906). Název traktor údajně vznikl zkrácením anglického slovního spojení „traction engines“ označující velice výkonná silniční vozidla sloužící k tahání těžkých nákladů. [3]

1.1.3 Traktory počátku 20. století

Začátek 20. století ovlivnila částečná neúroda a ekonomická krize, která přinutila výrobce nabídnout trhu menší, ovladatelnější a efektivnější stroje. [1, 3]



Obr. 3 Traktor Caterpillar pásové konstrukce [12]

Před prvními „lehkými“ traktory je nutné zmínit společnost The Holt Manufacturing Company, která v roce 1908 uvedla své první traktory Holt Caterpillar 40. Tyto traktory se od konkurence lišily koncepcí svého podvozku, jednalo se o pásová vozidla. Využití pásového podvozku se stalo typickým prvkem společnosti a nakonec ji dalo také název, který využívá dodnes – Caterpillar. [1]

Prodejní úspěchy malých traktorů motivovaly další výrobce, ti uváděli na trh nové, lehčí a obratnější stroje určené pro širší skupinu farmářů. Mezi nejúspěšnější lze zařadit traktory Mogul (8–16 k) a Titan (10–20 k) vyráběné koncernem International Harvester. Podobné traktory nabízeli všichni významní výrobci Case, Allis-Chalmers a také Hart-Parr. [1, 3, 4]



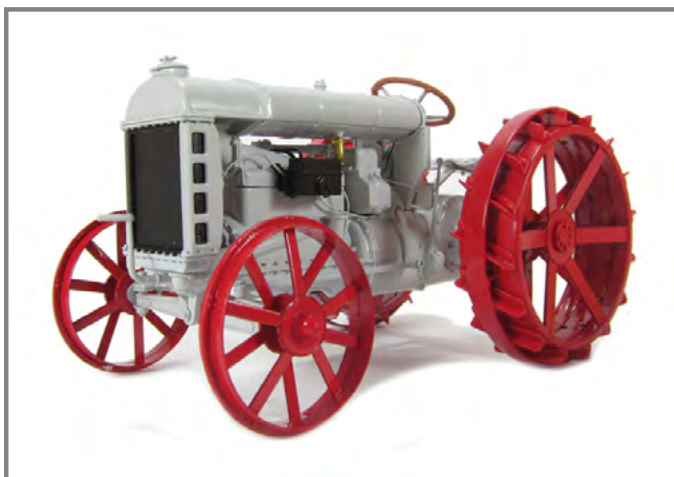
Obr. 4 Traktor Titan [13]

1.1.4 Období první světové války a sériová výroba

1.1.4

Rok 1917 přinesl důležité technické změny a vylepšení traktorů, kterými byly nově elektrický startér a světlomety. Tyto prvky se jako první objevily na traktoru Twin City 16/30 společnosti Minneapolis-Moline, který je všeobecně považován za první kultivační traktor. [1]

Příchod společnosti Ford (1918) znamenal velkou změnu pro celý trh. Ford po úspěchu svého osobního automobilu (model T) vyráběného na pásové lince zavedl stejné postupy pro výrobu traktorů Fordson Model F a dokázal tak nabídnout traktor dostupný i středně zámožným farmářům. [1, 3]



Obr. 5 Traktor Fordson model F [14]

1.1.5 Vývoj traktorů od 20. let 20. století

Vstup John Deeru, výrobce pluhů a zemědělské techniky, mezi výrobce traktorů díky koupi Waterloo Boy (následovník společnosti založené Johnem Froelichem) znamenala počátek vývoje jednoho ze současných lídrů mezi výrobci traktorů. Toto spojení firem vedlo v roce 1923 k vyjetí prvního traktoru se jménem John Deere na kapotě, model D. Traktor znamenal pro společnost takový úspěch, že ve výrobě zůstal do roku 1954. [1]



Obr. 6 První traktor John Deere [15]

Převážná většina traktorů v poválečné Evropě pocházela ze zámoří. Evropští výrobci přinášeli nový pohled a nápady do problematiky traktorů, i když hlavní inovace stále přicházely z USA. Příkladem může být německý Lanz. V roce 1921 představil prototyp traktoru s dvoutaktním motorem se žárovkovou hlavou, toto nové řešení odlišovalo traktor od konkurence stejně jako jeho specifický design. Roku 1923 byl představen traktor Lanz Bulldog HP – první s pohonem všech 4 kol. Později tuto společnost převzala firma John Deere. [1, 4]



Obr. 7 Lanz zkonstruovaný dr. F. Hubertem [16]

Ve 20. letech minulého století uvedla společnost Benz-Sendling první traktor se vznětovým motorem (sériová produkce od 1923). International Harvester představil

konceptu s blízkým uspořádáním předních kol – tříkolovým traktorem. Toto uspořádání umožňovalo snazší obdělávání půdy, především ošetřování úrody v řádcích. Traktor se stal současně natolik přizpůsobivým, čímž mohl plně převzít roli univerzálního zemědělského stroje. [1, 4]

1.1.6 30. léta 20. století – počátky velkých změn

1.1.6

Výraznou změnou ovlivňující vzhled traktorů, ale především vylepšením bylo zavedení vzduchem plněných pneumatik namísto dosavadních ocelových kol. Allis-Chalmers začal používat pneumatiky s nižším vnitřním tlakem, které se dokázaly přizpůsobit terénu a nabídnout dostatečný záběr kola. Umožnilo to plynulejší jízdu, zvýšilo rychlost práce. [1]



Obr. 8 Fergusonův třibodový závěs [17]

Harry Ferguson vylepšil závěsný systém traktoru a vyvinul hydraulický systém, který umožnil snadné připojení přídatného zařízení, jeho obsluhu a také následné odpojení. Zajímavým počinem byl traktor Minneapolis-Moline UDLX. Tento traktor se mohl pochlubit karoserií automobilového typu s aerodynamickým tvarováním a interiérem připomínajícím osobní automobil. Hlavní myšlenka spočívala v tom, že by farmář nemusel používat traktor pouze pro práci na poli, ale také jako dopravní prostředek pro vyjížďku např. do města. Tato myšlenka se však neuchytila, ale nastínila možný směr vývoje. [1]



Obr. 9 Traktor Minneapolis-Moline UDLX [18]

1.1.7 Poválečné období

V poválečném období pokračuje postupné zdokonalování traktorů. Osvětlení a elektrické zapalování se stalo standardním vybavením, dbalo se také na komfort řidiče – polstrovaná sedadla. Vylepšeny byly převodovky a vznětové motory nahradily zastaralé benzínové jednotky. [1, 4]



Obr. 10 Systém „SnapCoupler“ společnosti Allis-Chalmers [19]

Na začátku 50. let přichází výrobci s novými vylepšeními jako jsou: vzduchové chlazení pro dieselové motory, přímé vstřikování paliva (1945), čelní nakladače a nosiče. V USA staví koncern Allis-Chalmers inovativní model WD-45 (1954) se systémem „Snap-Coupler“ pro připojování přídatného zařízení, umožňují připojit nářadí bez nutnosti vystoupit z traktoru. [1, 4]

1.1.8 Honba za výkonem

Bratři Steigerové postavili v roce 1957 traktor, který splňoval nároky na obdělávání rozsáhlých zemědělských ploch. Traktor o hmotnosti skoro 7000 kg s turbodieselovým motorem disponujícím výkonem 238 koní, pohonem všech čtyř kol stejné velikosti a dvojdílným kloubovým podvozkem, tak vytvořil archetyp pro budoucí vývoj „supertraktorů“. [1, 4]



Obr. 11 Steiger – archetyp moderních těžkých traktorů [20]

Během 60. let dochází k zavádění turbodieselových motorů, koncern International Harvester zavádí hydraulické řízení pro traktory. Dodává nové kabiny uložené na silentblocích s rádiem. Vylepšení kabin přináší John Deere, zavádí „Sound-Gard“ první zvukovou ochranu a odhlučnění interiéru kabiny (1972). [1, 4]

Daimler-Benz vyvíjí traktor systému MB-Trac (1973) s centrálně umístěnou kabinou, čtyřmi stejně velkými koly, jejich stálým pohonem a také třibodovým závěsem vzadu a také vpředu. Finský výrobce Valmet uvedl na trh první šestikolový traktor, hlavní výhoda tohoto řešení spočívala v lepším rozložení tlaku na obdělávanou půdu. Celkově lze brát 70. léta jako období velkého rozvoje, kladen byl důraz na zlepšení a posílení ergonomických prvků, odhlučnění kabiny a zavádění asistenčních systémů. [1, 4]



Obr. 12 Šestikolový Valmet 1502 [21]

Zavádí se elektronický systém řízení přídavného nářadí (1985). Systém informuje přímo obsluhu o jednotlivých systémech/nářadích. Caterpillar uvádí na trh model Challenger s vyztuženými gumovými pásy zajišťující lepší adhezi při práci na poli. Podvozky s pásovými jednotkami využívají také traktory Case IH modelové řady

Steiger & Quadtrac, jedná se o na sobě zcela nezávislé čtyři pásové jednotky osazené na kloubovém podvozku, tento koncept navazuje na konstrukci bratrů Steigerových. [1, 4]



Obr. 13 Case IH řady Steiger & Quadtrac s pásovými jednotkami [22]

Dnešní stroje jsou na tak vysoké úrovni, že většinu funkcí traktoru řídí počítač. Pro zvýšení stability a pohodlí při jízdě nejen na poli, ale také na komunikaci slouží inteligentní zavěšení náprav nebo pneumatische uchycení kabiny. Komunikace a řízení prací probíhá za pomoci navigačních systémů GPS, klimatizace a řada dalších prvků jsou standardem. [1, 5]

1.1.9 Historie vývoje zemědělské techniky na českém a moravském území

Konec 20. let minulého století je ve znamení vzrůstajícího zájmu o zemědělství. Začíná se s montáží modernější koncepce traktorů ve Škodových závodech v Plzni. K dalším firmám patřila Českomoravská-Kolben-Daněk, továrna Wichterle-Kovařík v Prostějově nebo Svoboda motor. Ve 30. letech 20. století byl český traktorový trh už poměrně rozmanitý, mimo domácí značky byly prodávány především americké a německé stroje. [6–8]



Obr. 14 Svoboda Diesel – Kar 10 [23]

V poválečném období nastal nedostatek traktorů, do Československa bylo dodáno přes 2 000 amerických traktorů, které byly doplněny domácí produkcí Zetor 15, Zetor 25, Svododa 15 a Škoda 30. Po kolektivizaci zemědělství (1948) byl dovoz ze západu zastaven a veškerá výroba byla soustředěna do Závodů na valivá ložiska v Brně. Značka Zetor se tak stala jediným reprezentantem českých traktorů na celosvětovém trhu. [6–9]



Obr. 15 Zetor 25 [24]

Již v roce 1946 registrována značka Zetor měla vlastní vývojové a výzkumné středisko a roku 1957 představila novou filozofii v koncepci stavby traktorů – unifikovanou řadu. Invencí této koncepce byla unifikace dílů jednotlivých typů traktorů. Ta vedla k zúžení sortimentu náhradních dílů (výhodné pro zákazníky) a zároveň i ke značným ekonomickým výhodám pro výrobce. Mezi další světová prvenství traktorů Zetor patří zavedení integrované bezpečnostní konstrukce kabiny řidiče zavěšené na pružných pryžových prvcích. Do svých traktorů také dodává hydraulický regulační systém, zajišťující regulaci hloubky orby v závislosti na odporu půdy. [6–9]

1.2 Technická analýza

Zemědělské traktory prošly dlouhým vývojem od konstrukčně jednoduchých až po dnešní vysoce sofistikované zemědělské stroje, které ulehčují a zefektivňují práci. s postupným vývojem techniky a také materiálů se rozvíjí různé typy traktorů podle jejich určení a požadavků zákazníků.

Traktor obecně je motorové vozidlo primárně určené k tažení jiných vozidel nebo strojů a k vykonávání práce zejména tažnou silou. Moderní traktory mají často zařízení k přímému nesení některých pracovních strojů a nářadí. Nesené pracovní mechanismy jsou ovládány hydraulickým zařízením traktoru.

1.2.1 Dělení traktorů

Traktory lze rozdělit podle různé charakteristiky do několika skupin. Mezi základní dělení patří rozdělení podle účelu, konstrukce podvozku, typu pohonu nebo podle přenosu výkonu. Nejrozšířenější dělení zemědělských traktorů je podle výkonu motoru.

1.2.1.1. Podle výkonu motoru

Toto rozdělení jasně definuje jednotlivé stroje a předurčuje jejich využití v rámci pracovní činnosti. Samotní výrobci rozdělují své modelové řady podle výkonové škály.

- malotraktory (do 30 kW)
- s nízkým výkonem (30–50 kW)
- se středním výkonem (50–90 kW)
- s vysokým výkonem (90–120 kW)
- s velmi vysokým výkonem (120–220 kW)
- s extrémně vysokým výkonem (nad 220 kW)



Obr. 16 Typický zástupce traktorů v ČR – Zetor Fronterra [33]

Výběr traktoru podle výkonové třídy ovlivňuje výměra zemědělské nebo orné půdy. Nesmíme opomenout, že pro tahový výkon traktoru se využije kolem 60 % výkonu motoru a pro kombinovaný přenos výkonu až 80 %. Tyto hodnoty určují výkonnost soustavy a tím také dodržování agrotechnických postupů a technologií v přímém porovnání s výměrou obdělávané půdy. V našem prostředí jsou nejrozšířenější traktory s nízkým a středním výkonem (30 – 90 kW). Tyto traktory nacházejí uplatnění u malých a především soukromých zemědělců. Ve velkých zemědělských družstvech

vzniká poptávka po stále výkonnějších strojích schopných obdělávat velké zemědělské plochy. Vrcholem nabídky se tak stávají traktory s extrémně vysokým výkonem (nad 220 kW). Traktor tohoto typu je také předmětem této diplomové práce. Další technický popis bude zaměřen převážně na specifikaci této výkonové kategorie. [25–27]

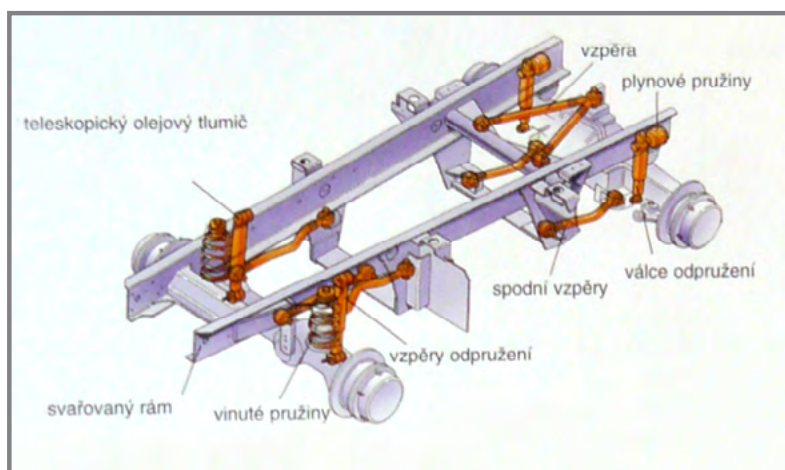
1.2.2 Podvozek

1.2.2

U zemědělských traktorů rozlišujeme tři základní konstrukce podvozku, které se využívají především v závislosti na výkonu traktoru.

1.2.2.1. Rámová konstrukce

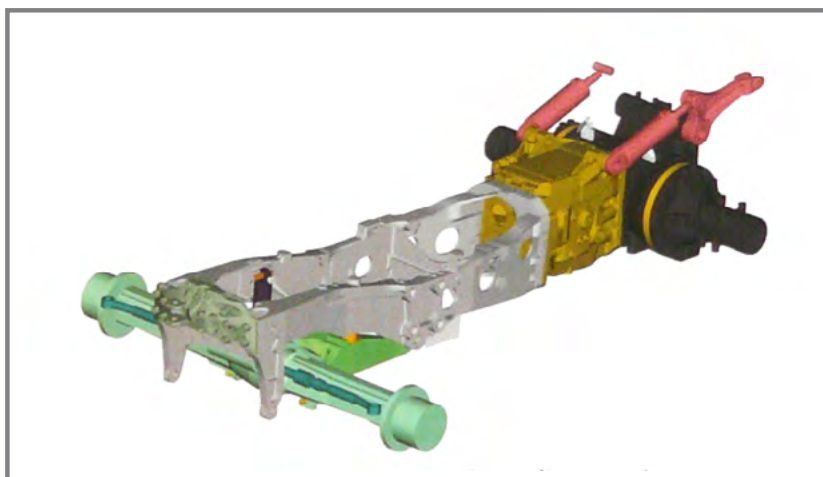
Nejrozšířenější typ konstrukce u vyšších a nejvyšších výkonových tříd. Rám zde zastává nosnou funkci. Jednotlivé strojní skupiny jsou uloženy na silentblocích (omezení hluku a vibrací), je tak dosaženo lepšího rozložení hmotnosti mezi obě nápravy a zlepšení trakčních schopností traktoru. Rámová konstrukce umožňuje velké užitečné zatížení a je vhodná při použití odpružení nebo také natáčení obou náprav. [25, 28, 29]



Obr. 17 Rámová konstrukce systémového nosiče Fastrac [25]

1.2.2.2. Polorámová konstrukce

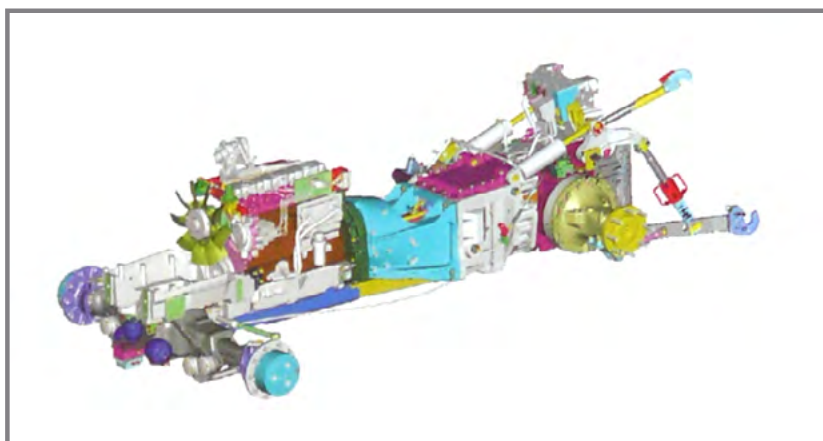
Traktory vyšších a středních tříd nejčastěji využívají polorámový podvozek. Přední část podvozku je tvořena rámem s motorem a převodovkou. Zbytek podvozku tvoří rozvodovka se zadní nápravou. Polorámová konstrukce je výhodná pro traktory vybavené předním hydraulickým třibodovým závěsem, čelním nakladačem nebo u traktorů, kde dochází k většímu namáhání podvozkové skupiny. [25]



Obr. 18 Polorámová konstrukce [25]

1.2.2.3. Bezrámová konstrukce

Typ konstrukce vhodný pro traktory nižších a středních výkonových tříd. Jednotlivé části (motor, převodovka, skříň koncových převodů, nápravy) jsou zde sešroubovány v jeden provozní celek. Jednotlivé části musí být schopny přenášet provozní zatížení. Nevýhoda této konstrukce je vyšší hmotnost jednotlivých částí a také často nevyhovující rozložení hmotnosti. [25]



Obr. 19 Bezrámová konstrukce [25]

1.2.3 Motory

Spalovací motory jako pohonná jednotka traktoru, prochází neustálým vývojem. Rostoucí nároky kladené ze strany uživatelů a mezinárodních norem omezujících negativní vlivy provozu na životní prostředí nejvíce ovlivňují současný vývoj motorů. Největší modernizace se dnes objevuje především v oblasti přípravy palivových směsí a aplikace elektroniky v řízení a ovládání motoru. Všechny tyto snahy mají společný cíl, kterým je snížení spotřeby paliva (tím také emisí), ztrát výkonu, tepelného namáhání, opotřebení a náročnosti údržby. U traktorů kategorie nad 9 tun se nejčastěji k pohonu využívají vysoko objemové čtyř nebo šestiválcové vznětové agregáty v rozmezí výkonu od 250–580 k s kroutícím momentem v rozmezí 850–2 600 Nm (v tomto

přehledu hodnot jsou zahrnuty také velké kolové traktory s kloubovým podvozkem a hmotností přesahující 19 tun). [25, 30]

1.2.3.1. Požadavky na traktorový motor

Kromě obecných požadavků jsou dle současných trendů kladeny speciální požadavky vycházející z podmínek provozu motoru. Patří sem např. : dlouhodobý provoz při maximálním výkonu, provoz při velkém kolísání zatížení, práce motoru v širokém rozmezí otáček s konstantním výkonem, nízká spotřeba paliva, dlouhá servisní intervaly, vysoká životnost motoru. [25]



Obr. 20 Motor PowerTech PSX společnosti John Deere [34]

Zvyšování výkonu motoru je parametr na který se výrobci nejvíce zaměřují. Nejefektivnější a nejrozšířenější způsob je pomocí přeplňování motoru. Tedy dodání větší hmotnosti vzduchu do spalovacího motoru. Při tomto řešení nedochází ke změnám charakteristických parametrů motoru. [25]

Základní motorovou charakteristikou a také pro traktor jednou z nejdůležitějších, je kroutící moment. Maximální hodnoty je dosahováno při jmenovitých otáčkách motoru. Výrobci se snaží traktory osazovat takovými motory, aby jmenovité otáčky byly totožné s pracovními otáčkami stroje, což umožňuje využití maximální hodnoty kroutícího momentu. [30]

1.2.4 Převodové ústrojí

1.2.4

Pojem převodové ústrojí zahrnuje všechna ústrojí spojující spalovací motor s koly hnaných náprav a vývodovým hřídelem traktoru. Spalovací motor spolu s převodovým ústrojím tvoří pohonnou soustavu dnešních traktorů.

Všechna převodová ústrojí jsou vzájemně propojena do společných celků. Bloková konstrukce ideálně odpovídá požadavkům sériové výroby. Dosažení optimálního řízení spalovacího motoru a převodového ústrojí, čímž dochází k zlepšení ekonomických a výkonnostních parametrů traktorových souprav je dosaženo pomocí aplikace řídicí elektroniky. [25]



Obr. 21 Traktorová převodovka – John Deere [35]

1.2.5 Elektrohydraulické systémy

Rostoucí požadavky na výkonnost, přesnost a stupeň automatizace traktoru kladou větší požadavky na elektrohydraulický systém. Tyto systémy jsou v dnešní době nejrozšířenějším prostředkem pro ovládání tříbodového závěsu a vnějšího okruhu hydrauliky. V hydraulických systémech traktorů se převážně používají regulační pístové hydrogenerátory, které dosahují průtoků kolem 150 l/min a maximálního tlaku kolem 22 MPa.

Hydraulické okruhy můžeme rozdělit na vnější a vnitřní [25]:

- Vnitřní okruh – slouží pro ovládání tříbodového závěsu traktoru, je označován jako regulační hydraulika.
- Vnější okruh – slouží pro pohon hydraulických motorů, nacházejících se na připojených strojích ke traktoru.

1.2.5.1. Regulační hydraulika

Regulační hydraulika je určena pro ovládání a regulaci traktorového tříbodového závěsu. Dnešní tříbodové závěsy plní kromě funkce zvedání a spouštění strojů, také pracovní činnost připojených strojů. Regulační hydraulika výrazně ovlivňuje tahové vlastnosti traktorů. [25, 28]

1.2.5.2. Vnější okruh hydrauliky

Tento okruh je určen pro ovládání přímočarých motorů (hydraulických válců) nebo také k pohonu rotačních hydraulických motorů, používaných na strojích připojených k traktorům. Traktory bývají zpravidla vybaveny třemi samostatnými hydraulickými okruhy, mohou být však vybaveny libovolným počtem okruhů. [38]



Obr. 22 Vývody hydrauliky – Zetor Fronterra

1.2.5.3. Závěsná zařízení

S hydraulickými systémy jsou spojeny závěsná zařízení. Traktor je kromě již zmíněného tříbodového závěsu (zadní a také přední) vybaven spodními závěsy: výkyvný závěs, válečkový spodní výkyvný závěs, pevný závěsný čep, etážový závěs. [25, 28]



Obr. 23 Zadní závěsný systém – Zetor Fronterra

1.2.6 Kabina

Kabina jako pracovní prostředí obsluhy má kvalitou svého zpracování výrazný vliv na komfort práce. Standardem je ergonomické uspořádání a rozmístění ovládacích prvků, odpružené sedadlo, velká prosklená plocha a také odpružení samotné kabiny. Základ kabiny tvoří svařený ocelový rám obvykle se čtyřmi nebo šesti sloupky, které spojují spodní a horní část konstrukce. Jedná se o hlavní ochranný element. Prosklená plocha je ovlivněna konstrukcí kabiny, v některých případech dosahuje až 6 m². U konstruování prosklení kabiny je důležité dbát na dobré výhledové úhly pro co nejlepší výhled obsluhy. [25]

1.2.6



Obr. 24 Ergonomie nastupování a posezu – John Deere 8 Series

Hranice hlučnosti je stanovena předpisy, ty zohledňují vnitřní a vnější hlučnost. Vnitřní hlučnost by neměla přesáhnout 90 dB, vnější hlučnost je limitována 89 dB. Moderní traktory dosahují hodnoty hlučnosti pod 80 dB. [25]

Pro dosažení lepšího tlumení kabiny se přistupuje k jejímu odpružení pomocí pneumatických nebo hydraulických pružících prvků s ocelovou či pryžovou pružinou. Některé systémy odpružení dokáží automaticky rozeznat zatížení a přizpůsobit tím tvrdost pružení. Výšku zdvihu lze měnit, celkový pohyb kabiny však nepřesahuje 100 mm. [25, 28]



Obr. 25 Uspořádání interiéru kabiny [36]

Ovládací prvky jsou ergonomicky rozmístěny a tvarovány podle četnosti jejich používání v okolí sedadla řidiče na přístrojové desce, ovládací konzole, podlaze nebo loketní opěrce. z důvodu většího rozšíření elektroniky dochází ke změnám tvaru a velikosti ovládacích prvků. Standardem se stává využití informačního panelu s LCD

umístěném na pravém sloupku kabiny nebo konzole. Na panelu lze zobrazit aktuální i souhrnné informace o výkonu, hodinové spotřebě, prokluzu nebo také informace o údržbě. [25, 28]

Kabina je vybavena ventilační soustavou a klimatizační jednotkou. Cirkulaci vzduchu lze ovládat plně automaticky. Tento systém obsahuje prachový filtr a v některých případech filtr pro čištění vzduchu od toxických látek. [25, 28]



Obr. 26 Ovládací rozhraní – John Deere 8 Series

1.2.7 Řídicí systémy

1.2.7

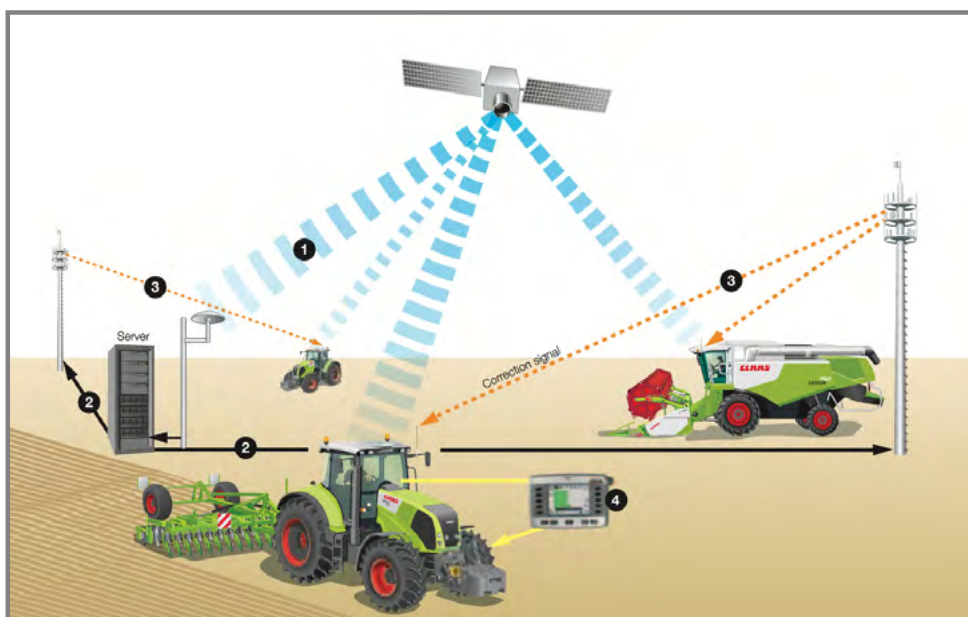
Současný vývoj traktorů je spojen s rostoucím stupněm řídicích, regulačních a diagnostických zásahů prováděných elektronikou.

1.2.7.1. Řídicí jednotka

Řídicí jednotka byla zavedena pro přijímání informací od soustavy snímačů, jejich vyhodnocování a poté pro následnou úpravu nastavení podle zjištěných dat. Řídicí, regulační a diagnostické úkony jsou prováděny řídicí jednotkou v rámci jednoho uzavřeného obvodu. Pro zjednodušení montáže a snadnější údržbu řídicí elektroniky byly zavedeny tzv. Bus-systémy, které mají na jedno vedení připojeno několik řídicích jednotek. [25, 31]

1.2.7.2. Navádění traktorových souprav

GPS umožnil u zemědělské techniky zvýšit efektivitu provozu a také poskytuje hodnotné informace spojené s polohou stroje při pracovní činnosti. V případě traktorů se jedná zejména o možnost navádění k základní linii. To je výhodné především při práci se širokozáběrovými stroji, špatné viditelnosti nebo při práci v noci. Je tak možné redukovat překrývání záběrů a tím šetřit pracovní čas a také palivo. Pohyb traktoru lze také zaznamenávat a data následně vyhodnocovat nebo také využít pro práci s jinou zemědělskou technikou na stejném místě (tzv. práce ve stejných kolejových řádcích). [25, 28, 32]



Obr. 27 GPS PILOT (Claas): 1) Traktor i řídicí síť přijímá GPS signál, 2) centrální server koriguje signál pomocí referenčních bodů, 3) traktor přijímá korigovaný signál pomocí sítě mobilního operátora, 4) jednotka traktoru převádí oba signály v řídicí signál [28]

1.2.8 Výhled do budoucna

Již v současnosti lze předpokládat možnost dalšího vývoje v oblasti zemědělských traktorů směrem k zavedení alternativního pohonu. Využití hybridního způsobu pohonu a později také plně elektrického pohonu může zasáhnout do segmentu traktorů, kde se přímo nabízí propojení ekologicky šetrného způsobu pohonu s prací v krajině. Příkladem může být koncept traktoru New Holland NH2, který je poháněn elektrickým motorem, kterému elektřinu dodává vodíkový článek. Tento koncept není však jen vodíkový traktor, ale představuje vizi farmy, které je soběstačná, sama si vyrábí vodík z biomasy a používá jej i pro další činnosti a aplikace v zemědělství. [5]



Obr. 28 Koncept vodíkového traktoru – New Holland NH2 [37]

1.3 Designerská analýza

Tvarové řešení a designerský přístup navazuje na celkový technický vývoj. Všechny konstrukční a technické části mají působit harmonickým dojmem a také respektovat základní ergonomická pravidla. V průběhu vývoje zemědělských traktorů můžeme také narazit na excentrické výtvarné řešení (koncepty), které mohou vést k posunutí celé problematiky tohoto tématu do jiných netradičních rozměrů.

1.3.1 Přehled světové produkce

Nejdříve vznikaly těžké, systémové traktory jako specializovaný a jediný produkt značky (traktory Steiger – archetyp pro budoucí „supertraktory“). Postupně se do této výkonové kategorie začaly pouštět zavedení světoví výrobci traktorů. Mezi nejvýznamnější výrobce se řadí především značky pocházející z kolébky traktorů a to Spojených států amerických – společnosti John Deere, Case IH, Caterpillar atd. Na evropském kontinentu jsou to společnosti jako Claas, Fendt, Deutz-Fahr (Německo), JCB (Velká Británie), Valtra (Finsko). Jedná se o společnosti, které jsou schopny přijít s inovacemi nejen na poli technologicky-konstrukčním, ale i designovém.

1.3.1.1. Lindner Lintrac 90

Traktor rakouského výrobce nepatří do nejvyšší výkonové kategorie, ale svým technickým pojetím a zpracováním designu je velice inspirativní. Z pohledu konstrukce se jedná o klasický traktor s obvyklým rozmístěním komponent. Nabízí pro tuto koncepci traktoru nezvyklé řešení, kterým je říditelná zadní náprava snižující výrazně poloměr otáčení.



Obr. 29 Lindner Lintrac 90 (2014) [38]

Kompoziční a designerské řešení traktoru je pojato moderně s několika netradičními prvky. Celkově je tvarování hmoty měkké a charakteristické vypnutými křivkami. Dominantou kapoty tvoří velká maska pro přívod vzduchu k motoru obepnutá „tykadly“ na jejich konci jsou umístěny světlomety. Výrazný prvek tvoří také přední pevné blatníky a především zadní blatník plynule navazující na rám kabiny. Tvarově se jedná o velice kompaktně zpracovanou kabinu rozpoznatelnou na první pohled.

1.3.1.2. Fendt 8/9 Series

Tvarové řešení traktorů Fendt 8/9 Series je charakteristické sérií hlavních křivek, které tvoří především kapotu. Poznávacím znamením je členitá maska chladiče s výrazným „nosem“, pod kterým jsou situovány sdružené světlomety. Boky kapoty jsou doplněny dalšími nasávacími otvory agresivního a dynamického tvarování s výrazným zahloubením. Prostorná a celoprosklená kabina je standardně řešena stejně jako blatníky, které tvoří jednoduchá a plynulá křivka. Nový přístup k designu přední části traktoru představuje prototyp traktoru Fend (obr. 31), který ještě více vyzdvihuje typický „nos“.



Obr. 30 Fendt 8/9 Series (2014) [39]

Design s charakteristickým prvkem „nosem“ je velké pozitivum pro výrobce, tento prvek umožňuje snadnější identifikaci stroje a jeho příslušnosti ke značce. Modelace bočních partií přispívá k agresivnějšímu a také více dynamickému dojmu z traktoru. Tento prvek jasně ukazuje sílu a výkonové schopnosti stroje. Přispívá k tomu také vybrání hmoty v bocích, které posouvá charakteristický „nos“ více do centra dění. Tímto vznikl prostor pro méně rušivé začlenění předního tříbodového závěsu do celkové kompozice traktoru.



Obr. 31 Prototyp Fendt 9 Series (2014) [40]

1.3.1.3. Deutz-Fahr 9 Series

Inspirativní provedení traktoru představuje poslední model od německé společnosti Deutz-Fahr. Jedná se o nový model série 9, který přináší řadu nových řešení v oblasti designu exteriéru. Tvarování kapoty vyniká ostrými linkami. Nejvýrazněji je vidět na jejím horním zkosení, pás s integrovanými světlomety obíhá celou kapotu a propůjčuje dravý vzhled celé kompozici. Ten je podtržen členitou a geometricky tvarovanou maskou chladiče. Dynamickému vzhledu přispívá výrazný boční prolis a také rozdělení hmoty pomocí černého provedení výdechů ve tvaru písmene L. Traktor má také charakteristicky tvarovanou kabinu, která se postupně směrem ke střeše zužuje a to výrazněji než u konkurenčních strojů. Podvozek a čelní hydraulika v černém barevném provedení nepoutá výraznou pozornost, ta je díky výrazné zelené barvě soustředěna na kapotu a světlomety.



Obr. 32 Deutz-Fahr 9 Series (2014) [41]

Nový traktor Deutz-Fahr 9. série je v současnosti nejzdařilejším příkladem pojetí moderního traktoru s klasickou koncepcí. Světlomety s použitím nových technologií tvoří charakteristický prvek s tzv. signature (obr. 32), který je typickým znakem u osvětlení osobních automobilů. Je to inovativní přístup a inspirace pro zapracování tohoto, ale i dalších nekonvenčních prvků do projektu diplomové práce. Výrazné pojetí nasávacích a výdechových otvorů je plně začleněno do celkové kompozice a přispívá tak k atraktivitě vzhledu.



Obr. 33 Detail kapoty Deutz-Fahr 9 [42]

1.3.1.4. Lamborghini R7

Traktory Lamborghini sdílejí tvarová řešení s produkcí společnosti Deutz. Starší model traktoru R7 vyniká zajímavými prvky, kapota má klesající průběh a je ve velké míře perforovaná. Poznávacím znamením tohoto modelu je pás předních světel a negativní sklon čela masky. Masky je vyvedena v kontrastním barevném provedení s vertikálním dělením. Boku kapoty pak dominuje horizontální prolis a čtveřice výdechů připomínajících svým tvarováním žraločí žábry. Vše je doplněno velkým názvem značky a kódovým označením modelu s příslušnou motorizací.



Obr. 34 Lamborghini R7 (2014) [43]

Mezi charakteristický poznávací prvek traktorů Lamborghini, spojený také s prestiží tohoto jména, patří typická stříbrná barva, v níž jdou provedeny hlavní pohledové části kapotování, disky kol a také střecha. Konstrukční a funkční díly jsou vyvedeny v černém barevném provedení. Příkladem skloubením těchto dvou prvků je provedení zadních blatníků. Převážná část blatníku je vyvedena s nelakovaným povrchem a to z důvodu funkčnosti. Zbytek navazující přímo na kabinu je však lakován. Blatník tak opticky působí poměrně subtilním dojmem, jakoby jej tvořila pouze lakovaná část, přestože je ve skutečnosti mnohem větší a také plně funkční.

1.3.1.5. John Deere 9R Series

Jedná se o nejvyšší model společnosti John Deere, který je typickým představitelem velkých zemědělských traktorů s kloubovou konstrukcí. Poznávacím prvkem tohoto stroje jsou 4 stejně velká kola a kabina umístěná centrálně mezi nápravami. Z toho vychází i klasická silueta traktorů tohoto typu, která může připomínat siluetu býka.

Celková hmota stroje je situována v přední části, kde je uložen rozměrný diesellový motor. Ten je uložen nad přední nápravou a vyčnívá tak výrazně vpřed. Tvarování motorové části obsahuje stejné tvarové prvky jako menší modely společnosti John Deere. Dominuje jí rozměrná perforovaná maska chladiče přecházející do boků kapoty. Na kapotu navazuje kabina řidiče s bohatým prosklením a dobrým přístupem pomocí schůdků umístěných za přední nápravou. Zakončení kabiny před kloubem otáčení podvozku však rozčleňuje hmotu, ta je nejen opticky, ale také reálně situována

v přední části traktoru. Zástavba zadní části je tvořena především tříbodovým závěsem a vývody hydrauliky. Velice zajímavým prvkem je umístění dotěžovacích závaží v centrální části pod kabinou. Je tak dobře začleněno do celkového tvaru traktoru.



Obr. 35 John Deere 9R Series (2014) [44]

1.3.1.6. Claas Xerion

Model Xerion patří jistě k nejuniverzálnějším traktorům na trhu a to díky svojí jedinečné konstrukci. Výkonově spadá do nejvyšší výkonové kategorie. Xerion je charakteristický svými obřími koly a také celkovými rozměry – délka přesahující 7 m. Svými rozměry a také výkony sice předčí navrhovaný traktor této diplomové práce, ale pro své technické i designerské řešení je velice dobrým příkladem a také inspirací.

Mohutné rozměry jsou podpořeny velkou kapotou, která disponuje velkou mírou perforace. Dominantní maska přecházející až do horní části kapoty umožňuje přívod vzduchu pro chlazení motoru. Linka čelní hrany kapoty je narušena dvojicí kruhových světlometů, které přední části propůjčují agresivní výraz a přidávají na dynamičnosti kompozice. Samotná kapota, jako je v současnosti u traktorů zvykem postupně směrem dopředu svažuje. Prostor nad zadní nápravou je prost výrazného tvarování a veškerá technika je ukryta převážně v podvozku. Mezi koly je prostor vyplněn palivovou nádrží a také přístupovými schůdky do kabiny.



Obr. 36 Claas Xerion (2014) [45]

Kabina zaujme negativním sklonem čelního skla. Model Xerion nabízí možnost variabilního umístění kabiny podle plánované činnosti traktoru. Základní poloha kabiny se nachází ve středu traktoru, je však možné kabinu otočit vzad a usadit přímo nad zadní nápravu nebo naopak vysunout před přední nápravu (obr. 36). Spolu s variabilitou kabiny jde funkce řízení obou náprav umožňující volit mezi několika módy jízdy, což přispívá k zefektivnění a urychlení práce.

1.3.1.7. JCB Fastrac 4000

Britská společnost JCB se specializuje především na produkci stavebních strojů, avšak v jejím sortimentu nalezneme modelovou řadu zemědělských traktorů. Tyto traktory se již od začátku své produkce vyznačují typickou konstrukcí. Nejnovějším modelem je Fastrac série 4000, který přichází s zcela odlišným tvarovým pojetím, než předchozí nebo také výkonově silnější verze Fastracu.



Obr. 37 JCB Fastrac 4000 (2014) [46]

Tvarování udává série vypnutých linek jasně definující tvar kapotování a také výrazné zkosení celé horní hrany kapoty. Dominantním prvkem je maska chladiče přetažená až do bočního profilu vyrobená z perforovaného materiálu. V masce jsou jakoby ukryty hlavní světlomety, tvořené čtveřicí kruhových reflektorů v horní a dvojicí jednotek ve spodní části. Na ostrý zářez do boku kapoty navazuje další ventilační otvor v jejích bocích, který rozděluje celý bok výraznou zalomenou linkou a opticky tak mění rozložení hmoty.

Široká kabina uložená jakoby v kolébce tvořené předními a zadními blatníky, umožňuje nastupování z obou stran pomocí rozměrných dveří. Její zastřešení je pojato jednoduše s mírným promodelováním v oblasti přídatných reflektorů, které jsou umístěny na rozích kabiny.

Změna tvarového pojetí přináší dynamičtější a dravější vzhled modelu Fastrac. Jeho rysy jsou ostřejší a výraznější, čímž je ukázáno na výkonnost stroje.

1.3.2 Koncepty zemědělských traktorů

V designu hrají významnou roli také koncepty, oficiálními koncepty si společnosti ověřují reakce veřejnosti a může se u takových projektů objevit spousta zajímavých řešení a námětů. Stejně je to u studenských prací, které mnohdy přináší pohled z zcela jiného úhlu a stávají se tak vizemi do budoucnosti. Proto by nemělo docházet k jejich opomíjení a určitě stojí za zařazení do celkového přehledu.

1.3.2.1. Bolid

Koncept traktoru Bolid vytvořil v roce 2007 britský student Christoph Proessler. Jedná se o autonomní stroj určený na velké farmy v USA nebo Austrálii. Jelikož není z legislativního pohledu vyřešen provoz autonomních vozidel je tento traktor potřeba na veřejných komunikacích řídit a k tomu slouží létající kabina. „Řidič“ doveze stroj na pole, následně se s kabinou odpojí a odletí, po ukončení práce se pro něj vrátí a odveze.



Obr. 38 Koncept Bolid (2007) [47]

Traktor je ale také zajímavý svým tvarováním, které je jednoduché a minimalistické. V přední části se nachází prostor pro připojení kabiny, zbytek traktoru se vyznačuje čistými plochami. Boční silueta podporuje výraz síly traktoru a připomíná býka, kterým je také inspirována. Kontrast mezi plynulými a zaoblenými plochami kapoty, vyvedené v bílé barvě s ostře řezanými a přesně definovanými plochami spodní části traktoru představující konstrukční prvky je vítaným detailem.

1.3.2.2. Koncept studia BKC

Modulární traktor představuje určitou změnu zemědělské techniky. Traktor tvoří dva moduly – modul kabiny a modul s motorem. Moduly jde různě upravovat podle požadavků na výkon nebo třeba na interiér kabiny. Například podle určení typu práce nebo také finančního stavu zákazníka lze sestavit to nejvhodnější řešení. Kabina otočná o 180° umožňuje ovládání traktoru v obou směrech.

Tvarování ovlivňuje kloubová konstrukce, která jasně odděluje zadní nápravu od zbytku traktoru. Hlavní tvarové prvky vycházejí z konstrukčních částí, blatníky kopírují tvar kol, křivka se opakuje i na tvarování přední části traktoru. Motiv kruhu se objevuje také ve válcovém provedení kabiny i nádrží umístěných mezi koly. Jednoduché a čisté plochy bez množství prolisů nebo tvarových detailů přispívají ke kompaktnímu projevu traktoru.



Obr. 39 Koncept Bolid (2007) [48]

1.3.2.3. Traktor Novo

Traktor Novo oceněný cenou Red Dot v kategorii Design Concept vytvořil student UTB ve Zlíně David Polášek, jako svou diplomovou práci (2012). Traktor se vyznačuje futuristickým pojetím s prvky, které mají zdůrazňovat dynamičnost pohybujícího se objektu. Jedná se především o profil kapoty, jeho boční prolis, ale také o křídélkové tvarování blatníků, až pod kterými se nacházejí skutečné blatníky. Prosklení kabiny plně spolupracuje s plynulým tvarováním blatníků nebo také světelných prvků.

Stěžejní funkci představují kola traktoru a celá hmota traktoru je jakoby zasazena mezi nimi, to dopomáhá stabilitě celé kompozice. Separace jednotlivých částí (kabina, kapotování motoru) jasně odděluje jednotlivé funkční a ovládací části traktoru. Ten tak působí lehčím dojmem a větší hravostí. Instalace dotěžovacího závaží více na nápravu, mezi přední kola napomáhá kompaktnějšímu projevu. Provedení funkčních blatníků v černé barvě je činí skoro neviditelnými a také disky kol v černé barvě opticky dělí traktor na dvě části. První je právě podvozek s koly nad kterým jakoby se vznášel zbytek traktoru tvořený kompaktní kabinou a motorovým prostorem.



Obr. 40 Traktor Novo (2012) [49]

2 ANALÝZA PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

2

Zásadní otázkou předcházející samotnému navrhovacímu procesu diplomové práce je analýza problémů při následném hledání výsledného řešení v souvislosti se stanovenými cíli práce.

Cílem práce je navržení zemědělského traktoru s inovativním designem vyhlížejícím do nepříliš vzdálené budoucnosti. Tvarové pojetí traktoru nejvyšší výkonové kategorie bude reflektovat výkon a sílu takového stroje. Cílem je vytvořit traktor s charakteristickým tvarovým výrazem, které se oprostí od konvenčního pojetí současné produkce a nabídne tak nový pohled na toto téma. Předmětem práce bude vytvoření silného poznávacího znamení, které přesně definuje navržený traktor. Tvarové řešení se pokusí nastínit budoucí vývoj v segmentu zemědělských traktorů.

Zemědělství jako přímý kontakt člověka s přírodou by mělo disponovat šetrnou technikou a ekologickým přístupem. Navržený traktor proto využije a představí alternativní pohon s využitím trakčních elektromotorů a systému průtokových baterií (5.1.6). Použití tohoto způsobu pohonu se projeví v tvarování traktoru, především kompaktností a menší členitostí stroje. Dílčím cílem diplomové práce spojeným s vytvořením tvarově kompaktního stroje je vytvoření účinného systému dotížení traktoru integrovaného do celkového konceptu traktoru.

2.1 Obecné problémy

2.1

- Stanovení limitů: člověk – stroj – prostředí;
- traktor jako pracovní nástroj;
- zařazené do systému zemědělského podniku;
- určení pozice traktoru.

2.2 Technické problémy

2.2

- Stanovení vhodného koncepčního uspořádání stroje;
- stanovení optimálního výkonu motoru/ů;
- určení optimálního podvozku pro konstrukci zemědělského traktoru a rozmístění komponentů stroje;
- volba vhodných náprav (uložení, řízení);
- volba optimálního umístění kabiny;
- zajištění dostatečného přístupu do kabiny.

2.3 Nástin možných provozních problémů

2.3

- Špatný výhled z traktoru do okolí;
- nástup do traktoru;
- devastace zemědělské půdy v důsledku poježdění traktoru;
- zajištění dostatečného dotížení při použití alternativního pohonu.

2.4 Technické cíle diplomové práce

Návrh těžkého zemědělského traktoru s parametry:

- přibližné rozměry: (šířka×výška×délka) 3 000×3 500×5 000 mm
- přibližná hmotnost 9 000–10 000 kg
- výkonová kategorie 220 kW a více
- pohon 4WD
- využití elektromotorů v náboji kol pro pohon stroje
- využití flow akumulátorů pro výrobu elektrické energie
- rekuperace energie
- rámová konstrukce podvozku
- říditelné obě nápravy – možnost tzv. krabího chodu
- přední, zadní hydraulika
- účinný systém dotížení a jeho větší integrace do tvarového řešení
- kabina situovaná v centrální části traktoru

3 VARIANTNÍ STUDIE DESIGNU

3

Designové řešení současné produkce odráží vývojové tendence a postupný technologický vývoj v oblasti zemědělských traktorů. Při navrhování nového tvarového řešení zemědělského traktoru je důležité zohledňovat nejen technologické, konstrukční a ergonomické požadavky, které striktně omezují některé prvky tvarování a jejich uspořádání. Důležitým prvkem je pohled na traktor jako součást farmy, jejího ekosystému a jeho funkce v něm. Zvolené tvarování a technologie musí být v souladu s hospodařením a funkcí farmy. Jde o stanovení limitů v systému člověk, stroj a prostředí.

Společným prvkem variantních studií designu zemědělského traktoru je využití alternativního způsobu pohonu oproti současnému konvenčnímu řešení. Variantní studie designu využívají stejný technologický a konstrukční základ. Tento základ tvoří podvozek rámové konstrukce, pohon zajišťuje čtveřice trakčních elektromotorů umístěných v nábojích kol. Energii pro motory dodává průtoková baterie pracující s elektrolytem na bázi slané vody. Využití této technologie umožňuje konstrukčně jiné uspořádání jednotlivých technických celků, jejich zjednodušení a celkově kompaktnější tvarování traktoru.

Využití nových a progresivních technologií zvyšuje finanční nároky na pořízení takovéto zemědělské techniky. Konečný návrh proto musí ukázat své přednosti a odůvodnit jimi vyšší pořizovací náklady. U zvolené koncepce plně elektrického traktoru s průtokovými bateriemi lze počítat s nižší náročností údržby jednotlivých komponent, ekologickým provozem (elektrolyt je netoxický), snadným „dobíjením“ baterie pomocí výměny elektrolytu nebo také konstantní hmotností stroje.

Všechny uvedené varianty využívají stejné podvozkové plošiny se stejně velkými koly, dvojicí řiditelných náprav a centrálně umístěnou kabinou řidiče. Rozličným tvarováním se snaží zohlednit a splnit cíle stanovené pro tuto kategorii zemědělských traktorů.



Obr. 41 Skicovací část práce na diplomovém projektu

Designerský proces v tomto případě vycházel z tvorby prvotních skic podložených navrženým konstrukčním řešením. Hledání základních tvarových prvků a proporcí proběhlo postupným rozkreslováním variant a nápadů. Dalším krokem v navrhovacím procesu byla postupná digitalizace podkladů a tvorba hmotových 3D modelů v počítači. Tímto postupem se došlo ke koncepčním modelům na kterých bylo vyzkoušeno celkové tvarové řešení, jeho působení v reálných světelných podmínkách. Tento postup se neustále opakuje, prověřují se různé řešení a úpravy do doby, kdy vznikne finální pojetí navrhovaného produktu.

3.1 Varianta 1

První tvarová studie využívá plně zvoleného technického řešení, které umožnilo prakticky všechny funkční komponenty umístit do oblasti podvozku. Tento fakt umožňuje celkově tvarovat traktor do kompaktnějšího celku a vyčlenit se současnému pojetí s dělením hmoty to několika bloků podle jejich funkce.

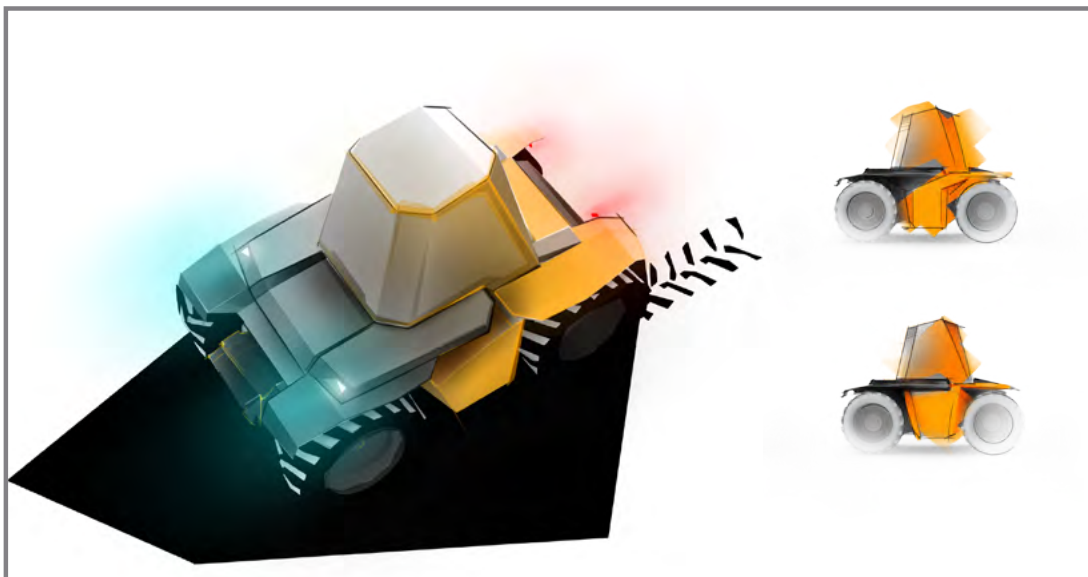


Obr. 42 Varianta 1 – perspektivní pohled

Hlavní myšlenkou zvoleného tvarování je průnik dvou hmot. Do tvarově kompaktního bloku hmoty nádrží a kabiny je vetknuta přední část traktoru s přední řízenou nápravou. Horizontální dělení přední části s rozměrnými a prostě tvarovanými blatníky se zakusuje do více než 2/3 kabiny. Tím je spolu se zkosením bočních nádrží ještě více podpořen motiv průniku dvou hmot.

Z profilu kabina s nádržemi na elektrolyt pevně svírá přední nápravu, která opticky táhne celý traktor vpřed. Výrazné a geometrické tvary jednotlivých částí jasně poukazuje na mohutnost a především sílu celého traktoru. Pontonové uspořádání předního a zadního kapotování umožňuje instalaci dalšího dotěžovacího závaží. Přísně geometrické tvarování kabiny navazuje na tvarové pojetí kapotování a doplňuje celkový výraz traktoru.

Tato varianta splňuje stanovené cíle práce a tvoří tak nosný základ s potenciálem pro další rozvoj.



Obr. 43 Varianta 1 – další pohledy

3.2 Varianta 2

3.2

Druhé variantní řešení využívá kompaktnosti technického uspořádání a staví jej do popředí v samotném designovém návrhu. Hmotově je varianta rozdělena na dva základní prvky: podvozkovou část a část s kabinou. Tyto dvě části tvoří hlavní poznávací prvek.

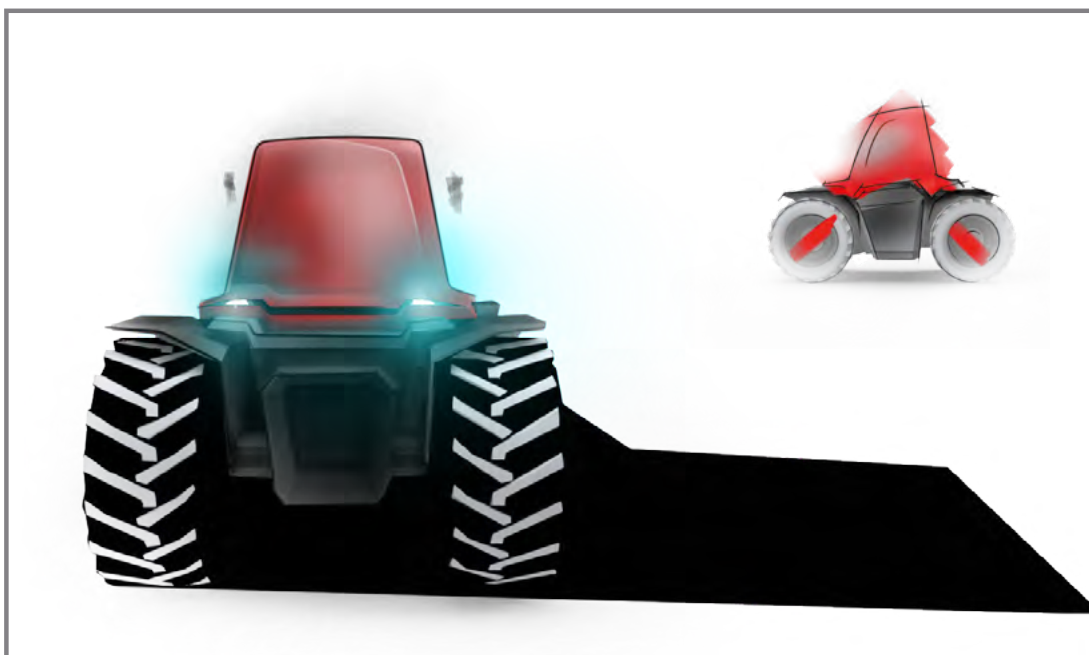
Propojení technicky pojaté podvozkové části s ostře řezaným tvarem nádrží a dotěžovacího závaží je v kontrastu vůči měkkému tvarování kabiny. Nápravy jsou vybaveny



Obr. 44 Varianta 2 – perspektivní pohled

blatníky pohybujícími se spolu s koly pro zajištění jejich maximální účinnosti. Jejich geometrické pojetí spolu s velkými koly tvoří dominantní prvek a přitahuje významně pozornost. Tvarování v tomto případě našlo inspiraci v oblasti pouštních buggy vozů. Přejímá tak do jisté míry jejich charakter a výraz, který odlehčuje pojetí samotného traktoru.

Tvarování kabiny vychází z přímé interakce s obsluhou. Oblé plochy přímo definují pracovní prostor řidiče a navozují pocit vlnného a chráněného místa. Spojení zdánlivě neslučitelných částí technicistně pojatého podvozku s organicky tvarovanou kabinou dochází usazením kabiny v hmotě podvozku, kabina je doplněna vlastními „blatníky“, které navazují na hlavní blatníky a propojují kompozici do jednotnějšího celku. Tyto „blatníčky“ svým tvarováním přechází v přední i zadní části do čela, kde definují výraz traktoru. Do této části jsou situovány světlomety a koncové světlilny.



Obr. 45 Varianta 2 – čelní a boční pohled

Prvek, který je také předmětem řešení je tvarování a integrace dotěžovacího závaží v přední části. U této varianty je umístěno závaží co nejbližší přední nápravě a je tak více skryto mezi koly traktoru a nenarušuje celkové tvarování a rozložení hmoty stroje.

Proti dalšímu rozvoji této varianty hovoří neúplné splnění stanoveného cíle vytvoření kompaktního tvarového pojetí. Rozdělení podvozkové části a kabiny do dvou tvarově odlišných celků (geometrické/organické) není vhodným způsobem pro dosažení uceleného a jednotného tvarování.

3.3 Varianta 3

3.3

Posledním variantou dále rozvíjí myšlenky z druhé varianty a klade obsluhu ještě více do popředí. Konstrukční celky jsou jednoznačně odděleny od oblasti pohybu a pracovního prostoru řidiče.

Variantu tvarově charakterizuje dvojice linek tvořící rám pro kabinu. Horní linie tohoto rámu je dominantu varianty. Uzavírá její tvar a vytváří tak plynule krytí celého traktoru. Linie přechází z prostého kapotování vpředu přes střechu až do zadní části, kde vytváří plochu pro instalaci dotěžovacího závaží.



Obr. 46 Varianta 3 – hlavní pohled

Prostor v centrální části jednoduchým tvarováním zakrývá a spojuje oblast nádrží, přístupových schůdků a samotného vstupu do kabiny.

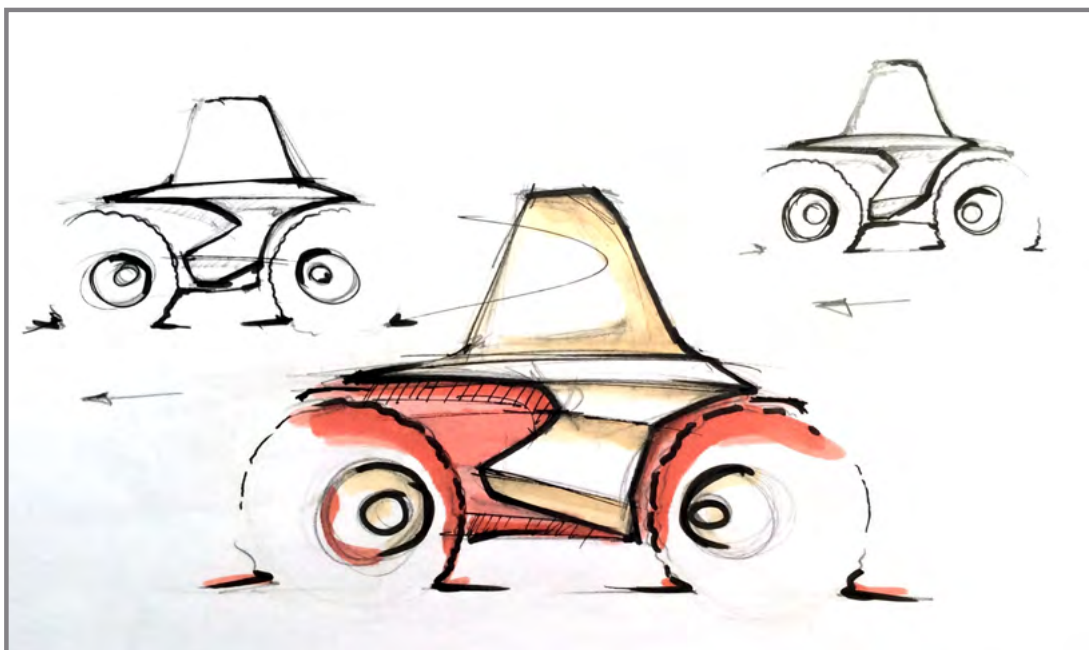
Zvolené tvarosloví této varianty však vznáší spoustu otázek a konstrukčních problémů. V první řadě jde o širší horní linie rámování a s tím spojené zahlobení bočního okna, kde vzniká velký přesah hmoty. Díky mohutnému rámu vznikly potencionální problémy s následným výhledem z traktoru, který by nebyl dostatečný. Další problém představuje docílení jednotitého bočního profilu v závislosti na integraci schůdků do kabiny. Tyto fakta nakonec vedla k upuštění od této varianty, přispělo k tomu také celkově oblé tvarování, které úplně nevystihuje sílu a předpokládané výkony traktoru.

3.4 Vývoj finální varianty

3.4

V této podkapitole dojde k objasnění tvarového a kompozičního řešení vycházejícího z prvního variantního návrhu až po finální řešení designu těžkého zemědělského traktoru. Je zde stručně popsán vývoj ilustrující proces zpracování mezistupňů v tvorbě kompozičního i tvarového řešení návrhu.

Finální podoba zvoleného designu vychází z prvního variantního návrhu. Přejímá jeho hlavní myšlenky a dominantní tvarové prvky. Celkově dravý a striktně geometrický přístup k tvarovému pojetí první varianty se stal odrazovým můstkem pro další vývoj. Logickým krokem bylo stanovení dílčího cíle s jistým změkčením tvarového pojetí zemědělského traktoru. V tomto kroku bylo dosaženo celkového zjednodušení tvaru. Především došlo k většímu sjednocení hmoty z bočního pohledu, traktor již nepůsobí tak členitým dojmem. Centrálně umístěná kabina je v bloku s nádrží, tvoří tak opticky jeden celek. Do tohoto celku je vsazena přední část traktoru, průnik hmot je nyní obrácen vzhledem výchozímu návrhu, kde se kabina „zakusovala“ do hmoty čela traktoru.

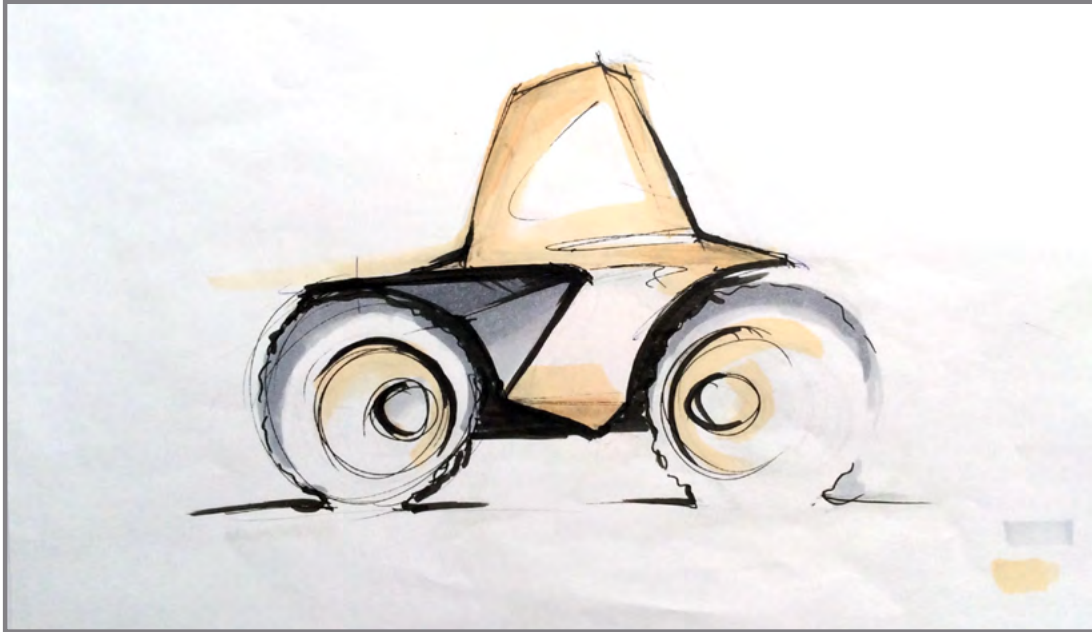


Obr. 47 Vývoj finální varianty – změkčování tvarů

Dalším úkolem bylo zajistit správnou směrovost tvarového vyjádření traktoru bez připojeného dalšího nářadí. Zemědělský traktor jako univerzální pomocník se často při práci pohybuje různými směry, definovat přesně přední část traktoru je důležité pro jeho finální výraz a proto, jak působí na své okolí. U zvolené koncepce s centrálně umístěnou kabinou a především odstraněním obrovské hmoty motoru z přídě došlo k nelehkému úkolu. K jeho vyřešení napomohlo využití klínového profilu traktoru a především prvku vetknutí dvou hmot, kdy linky charakterizující tento prvek určují dynamiku celé hmotě traktoru a tím i její směrovost (obr. 48).

Finální varianta přebírá základní technické parametry z variantních návrhů a využívá je pro podpoření zvoleného tvarového směru. Předmětem návrhu je těžký zemědělský traktor, jeho kompoziční řešení je však pojato maximálně kompaktně. Traktor prakticky nedisponuje žádnými převisy, pouze zadní, případně přední tříbodový závěs nebo přední dotěžovací závaží přesáhnou celkový rozměr traktoru, který je definován dvojicí náprav osazených stejně velkými koly. Kompaktnost a integrace, tyto slova stála již na počátku navrhovacího procesu. Díky těmto podmínkám bylo přistoupeno

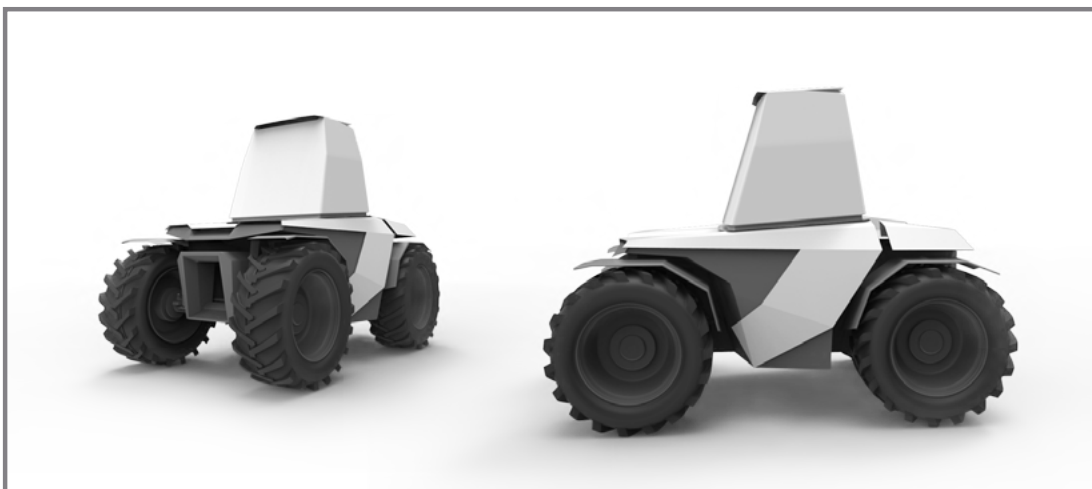
k integraci předních světlometů a zadních skupinových lamp do kapotování traktoru. Dále se jedná o plně integrované dotěžovací závaží v přídi traktoru.



Obr. 48 Vývoj finální varianty – řešení směrovosti

Po zpracování celkového charakteru traktoru následovalo postupné zaměření na jednotlivé prvky designu a jejich specifika, které nakonec dotvoří finální pojedí designerského návrhu.

Srovnání designerského návrhu s nutnými konstrukčními, ale především ergonomickými prvky může výrazně promluvit do celkového tvarového a kompozičního pojetí celého projektu. V případě zemědělského traktoru tvoří kabina prvek nejvíce ovlivněný ergonomickými požadavky. Základním požadavkem jsou její dostatečné rozměry. I když se jedná o traktor patřící mezi rozměrově největší stroje na trhu vznikly zde problémy se zachováním navrhovaného tvarového pojetí kabiny a její prostornosti, která se pohybovala na minimální přijatelné úrovni.



Obr. 49 Vývoj finální varianty – řešení tvarování kabiny

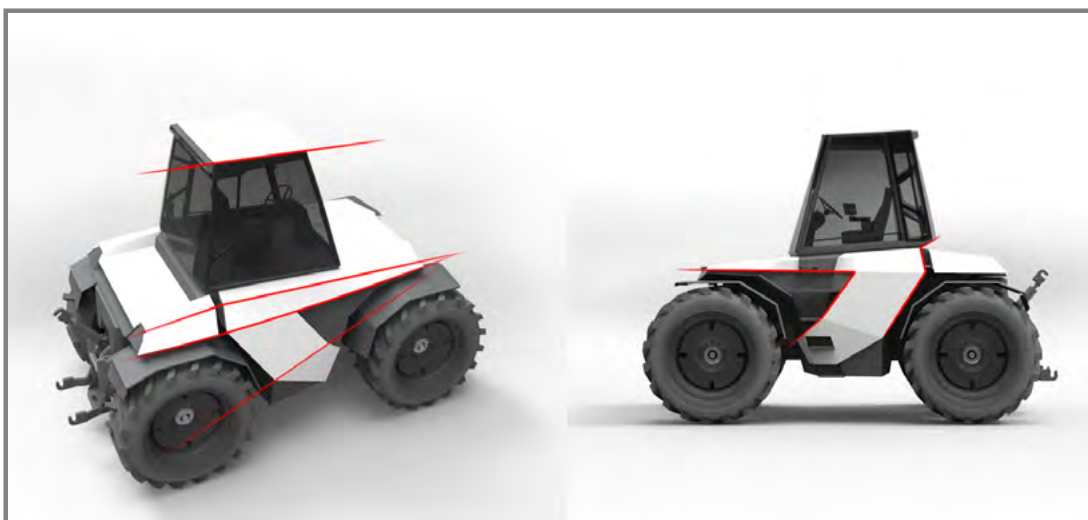
U finální verze návrhu těžkého zemědělského traktoru jsou zpracovány všechny dříve popsané prvky. Dominantu konceptu tvoří čtveřice stejně velkých kol a centrálně umístěná kabina řidiče. Kabina je pro lepší členění hmoty oddělena prolisem od zbytku kapotování a rozšířena v zadní části pro zvětšení jejího vnitřního prostoru. Tento prvek doplňuje prolis/průnik hmoty v přední části traktoru a dává mu nezaměnitelnou siluetu.

4 TVAROVÉ ŘEŠENÍ

4

Tato část naváže na postupný vývoj finální varianty a detailně popíše zvolené výsledné tvarosloví a kompoziční uspořádání funkčních prvků. Vliv konstrukčních prvků a použitých technologií na tvarování.

Navrhovaný traktor díky použití elektrického pohonu představuje stroj s hmotou umístěnou především v oblasti podvozkové skupiny. Svou mohutností a rozměry působí na člověka s patřičným respektem. Vlastní tvarování poukazuje na primární tažnou funkci traktoru. Celkové tvarování a uspořádání hmoty je do jisté míry inspirováno pouštními buggy nebo baja vozidly a je hmotově i kompozičně sjednoceno do kompaktního celku.

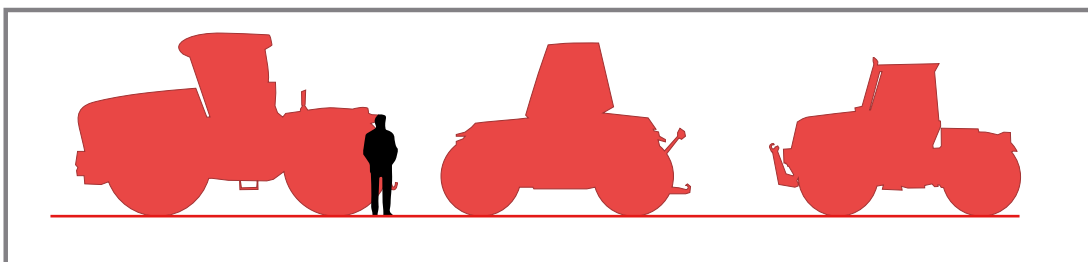


Obr. 50 Základní linie tvarového řešení

4.1 Proporce

4.1

Proporce traktoru vychází z provozních, technických, ergonomických, tvarových a designérských požadavků. Zásadní vliv na proporcí má velikost a umístění kabiny traktoru, která tvoří spolu s koly nejvýraznější prvek stroje. Většina hmoty traktoru je umístěna v podvozku a tvoří tak ponton na kterém je kabina jakoby volně položena. Dělení hmoty je dosaženo sérií základních křivek charakterizujících boční siluetu traktoru. Rozměrově je stroj zařazen mezi dva typické představitele této kategorie traktorů. Claas Xerion, u kterého se inspiroval využitím většího rozměru kol a nosné podvozkové skupiny a také JCB Fastrac, který vyniká svou kompaktností (obr. 51).



Obr. 51 Porovnání s konkurencí Claas Xerion, navržený design a JCB Fastrac

4.2 Kompozice

Traktor lze kompozičně rozdělit do několika funkčních celků, které do sebe konstrukčně zapadají. Hlavním celkem je oblast podvozku, která je pevně držena čtveřicí kol a z bočního pohledu ji obepíná kapotování kryjící objemné palivové nádrže. Levému boku traktoru dominují vsazené přístupové schůdky do kabiny. Celkově tak narušují symetričnost kompozice a určují specifický prvek traktoru. Hmotově výrazný prvek představuje kabina, proporcčně respektuje okolní hmotové uspořádání a podporuje směrovost pohybu traktoru.



Obr. 52 Tvarové sjednocení základních prvků

4.3 Kapotáž

Dominantním prvkem zemědělského traktoru je rozsáhlé kapotování přední části, bočnic a také prostoru nad zadní nápravou. Zakrývá většinu funkčních komponent, jako jsou nádrže, průtoková baterie, hydraulické komponenty. Kapotáž je dynamicky tvarována díky sbíhajícím se křivkám směrem dopředu, které jsou současně lomovými hranami. Tento tvarový prvek plynule navazuje na ostatní části traktoru. Přestože z bočního pohledu je plocha kapotování narušena schůdky na jedné straně a výrazným vyseknutím na druhé, dává traktoru jednoznačný výraz a celkově jej tvoří tvarově kompaktním. Zadní části dominuje kapotování tvarově připomínající korbu, tohoto dojmu je také dosaženo oddělením této části od zbytku kapotáže. Tato vzniklá rovná plocha má praktické využití a slouží jako prostor pro instalaci dotěžovacího závaží.



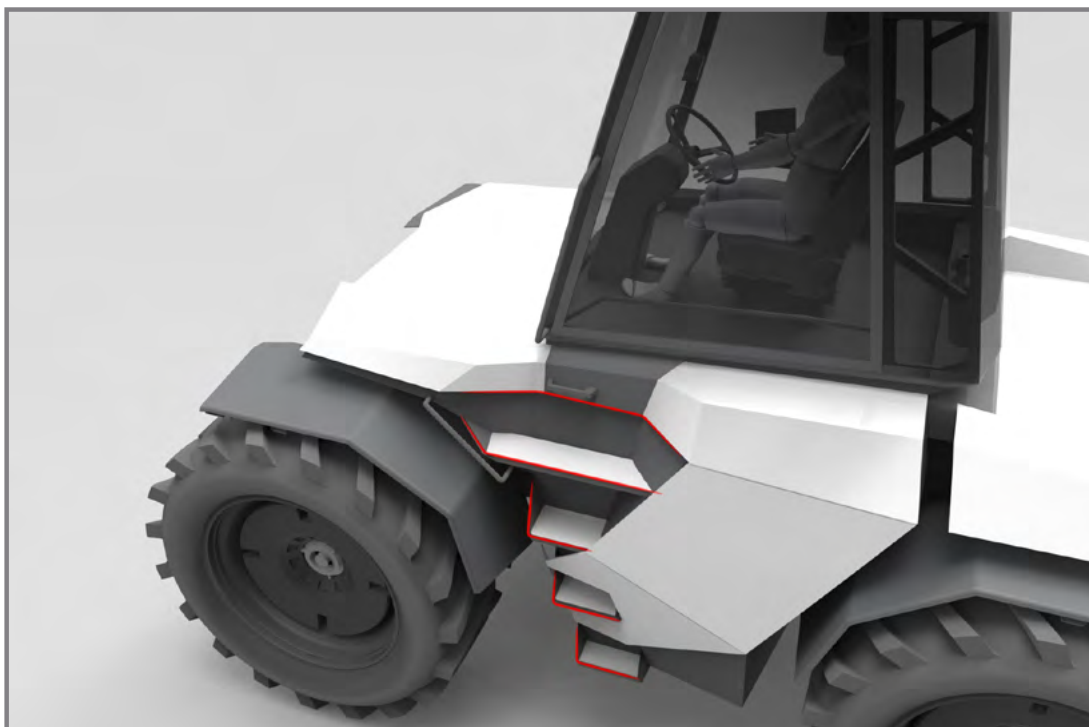
Obr. 53 Usazení kabiny v kapotáži

4.4 Kabina

Celková hmota a vnější rozměry jsou dány ergonomickými požadavky a vnitřními potřebami obsluhy traktoru. Tvarování kabiny navazuje na tvary kapotáže. Spodní části dominují výrazné zářezy, které opticky odlehčují kabinu. Kabina konstrukčně vystupuje z kapotovaného těla traktoru a směrem ke střeše se postupně zužuje. Z bočního pohledu kabině dominuje rozšíření v zadní části, které reflektuje požadavky na vnitřní prostor a tvoří návaznost na lomení ploch kapotáže. Střeška kabiny je pojata jednoduše a navazuje na tvarování čelního a zadního prosklení. Výrazný prvek střešní části tvoří vpředu rozměrný otvor pro vstup vzduchu klimatizace. V tomto otvoru je také umístěna světelná rampa pro přední část traktoru. V zadní části kabiny vystupuje dvojice výdechů klimatizace, ve kterých je opět ukryto osvětlení a také držák pro umístění státní poznávací značky.

4.5 Přístupové schůdky

Koncepce vetknutí přístupových schůdků do boku traktoru vznikla ze záměru tvarově navázat na původní hmotu boku. Je tak prostorově zachována původní dispozice hmoty boku a zajištěn dostatečný přístup do kabiny. Bočnice jednotlivých schůdků tvoří přirozenou ochranu pro nohy a navazují na průběh plochy podběhu předního kola.



Obr. 54 Tvarové řešení přístupu do kabiny

4.6 Pneumatiky a disky

Tvarosloví pneumatik je dáno konstrukcí a dezénem pláště, u zemědělské techniky je kladen velký důraz na trakci pláště, proto jsou vybaveny šípovým vzorem. Díky tomuto prvku působí plášť agresivním dojmem. Velikost a šíře pneumatik byla zvolena s ohledem na provoz stroje, kdy široké pneumatiky nabízejí takové vlastnosti, že není nutné přistupovat k dvojmontáži kol. Mohutná kola dále přispívají k dosažení požadovaného dominantního výrazu traktoru. Tvarování disků je přizpůsobeno umístění

4.5

4.6

elektromotorů v kolech a poskytuje dostatečný prostor pro montáž přídavného dotěžovacího závaží.

4.7 Blatníky

S koly souvisí jejich krytí a zamezení odletování nečistot od kol, o které se starají blatníky. Tvarově kopírují základní hmotu stroje a tvoří jednoduchou krycí plochu kola. Pro dosažení maximální účinnosti byly zvoleny blatníky otočné spolu s koly. Ve vnějších rozích blatníků jsou umístěna přídavná boční obrysová světla.



Obr. 55 Široké pneumatiky a blatníky natáčející se spolu s koly

4.8 Osvětlení

Prvkem, který dodává stroji jedinečný charakter a je pro zpracování designu důležitý je osvětlení. Hlavní světlomety tvarově prezentovány jednoduchou linkou dávají traktoru tvář, jsou umístěny v masce vozu. Linku doplňuje projektor dálkových světél a směrovka. Další provozní světlomety, spolu se směrovým ukazatelem, jsou umístěny ve sloupku kabiny za čelním prosklením. Kvůli požadavku zajistit dostatečné osvětlení pracovního prostředí je do střechy integrována světelná rampa (umístěna v nasávacím otvoru). Integrace osvětlení byla zvolena také v zadní části kabiny pro, dosažení co největšího úhlu osvětlení. Koncové svítidly jsou umístěny v zadní kapotě v bloku hmoty nad zadními koly a tvarově navazují na hlavní světlomety.

Osvětlení obrysu traktoru je zajištěno bočními obrysovými světly, které charakterizují skutečné rozměry zemědělského traktoru.



Obr. 56 Čelní a zadní osvětlení traktoru

4.9 Dotěžovací závaží

4.9

Dalším dominantním prvkem, který výrazně promlouvá do celkové kompozice a tvarového řešení traktoru je dotěžovací závaží. V návrhu došlo k jeho plné integraci, kdy absencí konvenčního spalovacího motoru vnikl v přední části prostor pro umístění závaží. Toto závaží, tak nyní nevyčnívá výrazně před traktor. Zkrácení délky ramene na kterém je klasické, stávající závaží umístěno vyžaduje větší celkovou hmotnost dotížení. Tuto jistou nevýhodu kompenzuje možnost větší škálovatelnosti celého systému. Díky nasazování závaží z čela traktoru prostorově nic neomezuje počet jednotlivých elementů, které lze to systému zařadit. Toto závaží tvarově navazuje na dominantní prvky charakterizující vzhled traktoru a nenarušuje tak celkovou koncepci stroje.

Pro dosažení optimálního vyvážení/dotížení stroje je možné využít také závaží v kolech. Tento systém lze opět regulovat počtem jednotlivých závaží a lze jej aplikovat na všechna čtyři kola. Tvarování těchto závaží upozorňuje na použití elektromotorů v kolech traktoru a stává se tak plnohodnotným výrazovým prvkem zapadajícím do návrhu zemědělského traktoru.

V případě nutnosti ještě více dotížit stroj je možné na plochu nacházející se za kabinou umístit další bloky závaží.



Obr. 57 Finální tvarové řešení a jeho prvky

5 KONSTRUKČNĚ-TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ A ERGONOMICKÉ ŘEŠENÍ

5

Kapitola se zaměřuje na popis finálního designového konceptu z pohledu zvolené konstrukce a jednotlivých technologických celků. Ergonomie je zaměřena především na přístup k provozním částem zemědělského traktoru, vstup do kabiny a na dostatečný výhled.

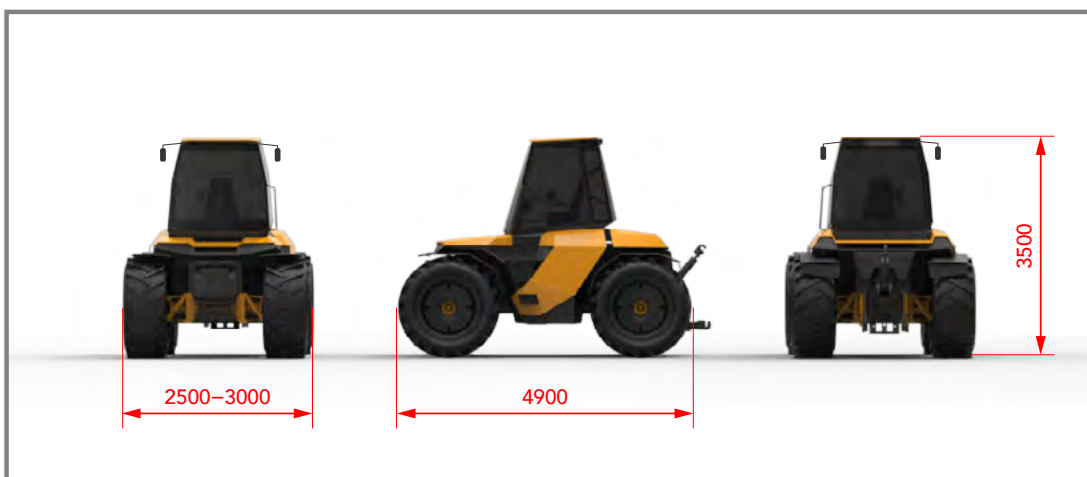
5.1 Konstrukčně-technologické řešení

5.1

Návrh těžkého zemědělského traktoru nejen pojetím designu, ale také konstrukčním řešením nahlíží směrem do budoucnosti a představuje možný směr vývoje v této oblasti zemědělské techniky. Proto byl zvolen technický koncept traktoru poháněného čistě elektrickou energií vyráběnou přímo v traktoru v tzv. průtokových bateriích.

Konstrukční návrh traktoru obsahuje tato řešení:

- využití elektromotorů pro pohon traktoru a s tím spojená rekuperace
- čistému provozu napomáhají průtokové baterie sloužící jako zdroj elektrické energie
- použití rámového podvozku a odpružení všech kol
- říditelné obě nápravy umožňující několik režimů jízdy
- účinný systém dotížení
- hydraulický systém
- ergonomie přístupu a výhledu z kabiny řidiče
- aplikace navigačních systémů GPS a dalších navigačních prostředků pro zefektivnění práce traktoru



Obr. 58 Základní rozměry navrženého traktoru

5.1.1 Rozměry stroje

5.1.1

Celkové rozměry traktoru bez připojených dalších zařízení jsou délka 4 900 mm, výška 3 500 mm a šířka 2 500 až 3 000 mm dle zvoleného obutí. Váha traktoru se bude pohybovat pod hranicí 10 000 kg. Traktor svými rozměry nekopíruje stávající produkci ve své výkonové kategorii, ale nabízí kompaktnější rozměry usnadňující jeho obsluhu.

Splnění tohoto cíle umožnilo využití alternativního způsobu pohonu a především absence rozměrného spalovacího motoru na přídi traktoru.

5.1.2 Popis stroje

Cílem technického návrhu diplomové práce je těžký zemědělský traktor spadající do kategorie s extrémně vysokým výkonem (nad 220 kW). Dalšími základními parametry jsou pohon všech kol (4 stejně velká kola), řiditelná dvojice náprav a centrálně umístěná kabina.

Základ traktoru tvoří rámový podvozek, který nese všechny další komponenty stroje. Čtveřice kol je odpružena a elektromotory jsou umístěny v jejích nábojích. Mezi koly a ve spodní části jsou umístěny objemné palivové nádrže. Mezi nimi se nachází superkondenzátory. V přídi se nachází řídicí systémy a elektronika. Samotná průtoková baterie spolu s nutnou řídicí jednotkou je uložena v zadní části traktoru. Pod článkem průtokové baterie je situován hydraulický systém a tříbodový závěs spolu s vývodovým hřídelem pro pohon přívěsných strojů. Kabina traktoru je vyvýšena nad všechny technické prvky. Kabina obsahuje všechny standardní prvky, ve střeše je umístěna klimatizační a filtrační jednotka spolu s GPS navigačním systémem.

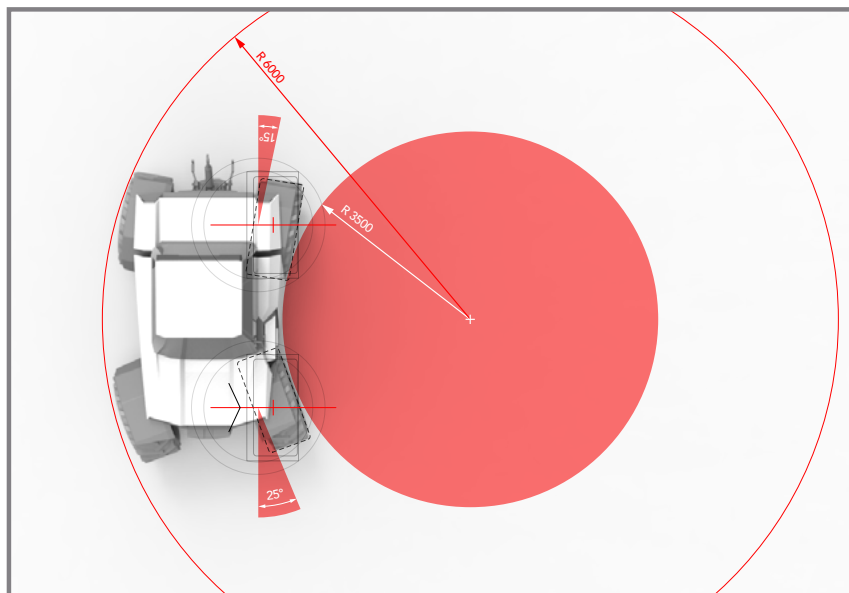


Obr. 59 Rámový podvozek, nezávislé zavěšení kol a tříbodový zadní závěs

5.1.3 Podvozek a nápravy

Z podstaty zaměření traktoru a zvoleného způsobu pohonu, je nejvhodnější rámová konstrukce podvozku. Umožňuje jednoduché rozmístění a upevnění jednotlivých komponent. Ty mohou být celkově lehčí konstrukce a lze také tímto způsobem dosáhnout optimálního rozložení hmotnosti. Použití obou řiditelných náprav zmenšuje poloměr otáčení a umožňuje režim jízdy v tzv. krabím chodu, který je při některých zemědělských činnostech žádanou funkcí. Nezávisle odpružení náprav pracuje nezávisle pro každé kolo zvlášť, což poskytuje větší pohodlí pro řidiče při práci. Toto odpružení zajišťuje lepší přenos výkonu na podloží a umožňuje dosáhnout vyšších transportních rychlostí (+50 km/h).

Řiditelné nápravy je možné natočit pro přední kola o 25° a pro zadní 15° . Tyto hodnoty představují dostatečné hodnoty pro pohyb stroje. Využití dvojice řiditelných náprav nabízí nízké hodnoty poloměru otočení samotného stroje. Vnitřní poloměr otáčení je 3,5 m a vnější rádius mírně překračuje hodnotu 6 m.



Obr. 60 Úhly natočení kol a poloměr otáčení traktoru

5.1.4 Pohonné ústrojí

Pohonné ústrojí traktoru vychází z klasického schématu pro pohon plně elektrických vozidel. Jako zdroj energie však není použito klasických pevných baterií, které používají současné elektromobily. o dodávání elektrické energie se stará průtoková baterie, nová technologie (pro využití v dopravě a k pohonu strojů a zařízení). V současnosti tuto technologii vyvíjí a chce zavést do sériové produkce společnost nanoFLOWCELL, která vylepšuje již dříve známý princip průtokové baterie. K těmto bateriím (bateriový článek, $2 \times$ nádrž na elektrolyt) jsou připojeny superkondenzátory, z kterých je elektrická energie vedena k elektromotorům a následně převáděna na pohyb stroje.

5.1.4

5.1.5 Výběr motoru

Technický návrh předpokládá použití 4 elektromotorů, pro každé kolo vlastní elektromotor. Již nyní jsou na trhu dostupné a vhodné motory, např. elektromotory (DC) společnosti Protean. Tyto motory umožňují montáž přímo do kol a také poskytují dostatečný výkon. Je však možné použít také asynchronní elektromotory (indukční – IM) nebo synchronní reluktanční motor (SRM). Oba tyto typy motorů (IM, SRM) disponují vyspělou technologií, robustností, jednoduchostí konstrukce, bezúdržbovostí a především dobrými trakčními vlastnostmi. Proto jsou také vhodným alternativním řešením pro pohon zemědělského traktoru. [50, 51]

5.1.5

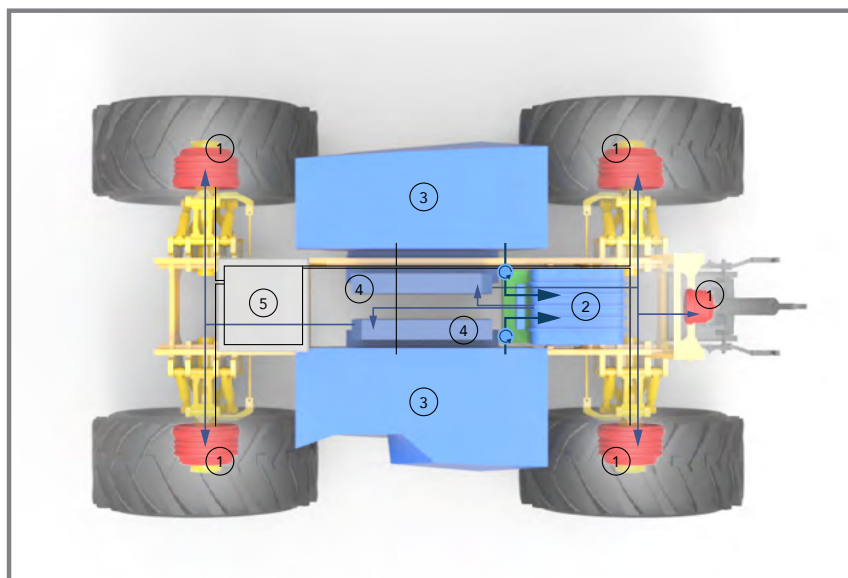
Pro pohon těžkého zemědělského traktoru je navržena tato technická specifikace trakčních elektromotorů:

- špičkový výkon $4 \times 80 \text{ kW} = 320 \text{ kW}$
- kontinuální výkon $4 \times 54 \text{ kW} = 216 \text{ kW}$

- maximální kroutící moment $4 \times 1\,000\text{ Nm} = 4\,000\text{ Nm}$
- kontinuální kroutící moment $4 \times 650\text{ Nm} = 2\,600\text{ Nm}$
- maxim otáček $2\,000\text{ /min}$

Rozměry jednoho motoru:

- průměr – 400 mm, hloubka – 120 mm, hmotnost – cca 40 kg



Obr. 61 Koncepce pohonného ústrojí 1) 4 trakční elektromotory, 2) články průtokové baterie, 3) nádrž na elektrolyt s čerpadlem, 4) superkapacitory, 5) řídicí jednotka

5.1.6 Průtoková baterie

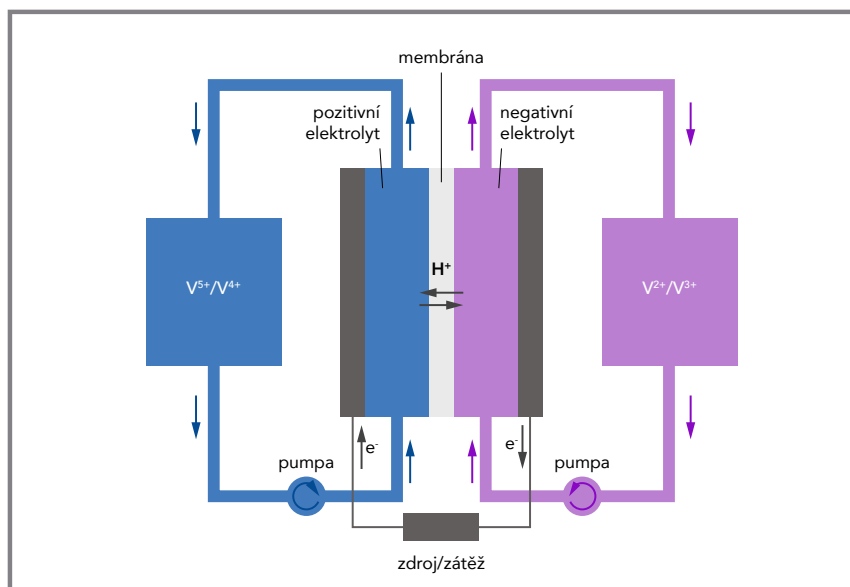
Průtokové baterie jsou zařízení pro ukládání elektrické energie v podobě kapalného elektrolytu v nádržích s kladně a záporně nabitou kapalinou. Tuto technologii původně vyvinula americká vesmírná agentura NASA (v 70. letech minulého století) pro uchovávání energie ve vesmíru. Největší uplatnění našel tento systém v průmyslovém využití pro skladování velkého množství přebytečné elektrické energie. [52]

Rozlišujeme dva základní typy:

- redoxní průtokové baterie (dva elektrolyty na bázi iontů kovů),
- hybridní průtokové baterie (kombinace konvenčních sekundárních baterie s redoxní průtokovou). [52]

Nyní dochází k vylepšování membrán, používání nekovových elektrolytů a zvyšování účinnosti až na 90 %. [52]

Princip celého systému je velice jednoduchý: pumpování elektrolytu externě uloženého v nádržích přes elektrochemické články převádějící chemickou energii přímo na elektrický proud. Výkon závisí na velikosti a konstrukci elektrochemického článku, hustota energie pak na elektrolytu a také jeho objemu. [52]



Obr. 62 Schéma současných průtokových baterií s vanadiovým elektrolytem

Již zmíněná společnost nanoFLOWCELL zefektivnila chemické procesy a především zmenšila celý systém průtokového článku do rozměrů vhodných pro mobilní využití. Jejich článek nabízí trvalý výkon 30 kW při jmenovitém napětí 600 V a 50 A (5× účinnější než současné Li-ion baterie). [53]

Průtokovou baterie je možné jednoduše škálovat bez nutnosti přidání dalšího elektrického systému. V článku lze reakci řídit a zvýšit výkon celého systému lze také rozšířením článku a škálováním membrán. Jedna membrána dává kontinuální výkon 30 kW, zapojením membrán do série získáme požadovaný výstupní výkon. Z rešerše a z poznatků při vývoji je předpokládána velká perspektiva tohoto systému. V dohledné době je možné dosáhnout energetické hustoty elektrolytu až 1 350 Wh/l. Elektrolyt je netoxický a může být likvidován v čistírně odpadních vod. Systém ve zvolené konfiguraci poskytuje přibližně 2/3 dojezd ve srovnání s typickým zástupcem této výkonné kategorie. [53, 54]

Technická specifikace systému průtokové baterie:

- jmenovité napětí 600 V a proud 50 A
- měrný (specifický) výkon 6 000 W/kg
- hustota E elektrolytu 600 Wh/l (nanoFLOWCELL)/předpoklad dosažení 1 350 Wh/l
- kapacita baterií 1 000 Ah/2 250 Ah (při $V = 2 \times 1\,000$ l elektrolytu)
- reakční článek průtokové baterie: 30 kW (výkon 1 membrány)
- sériové zapojení 14 membrán → výkon 420 kW
- rozměry článku 600×600×500 mm
- objem nádrží na elektrolyt: 2× 1 000 l

5.1.7 Superkondenzátory

5.1.7

Superkondenzátory zde slouží pro krátkodobé uložení elektrické energie vyrobené průtokovou baterií nebo vyrobené při rekuperaci. Důvodem zařazení do pohonného

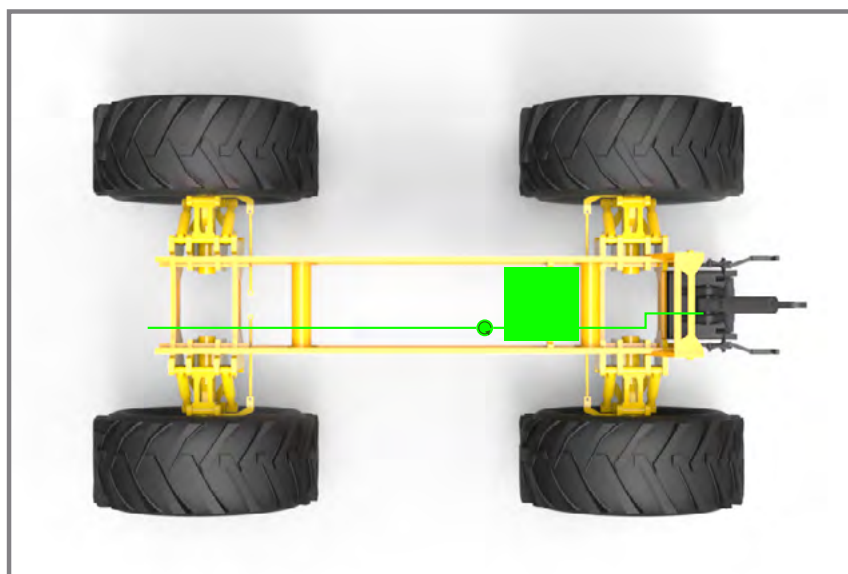
ústrojí je pokrytí výkyvů odběru energie při provozu. z konstrukčního hlediska se jedná o sériově zapojené kapacity o napětí maximálně 3 V (maximálně mohou zapojit 125 V do jednoho bloku). Napětí celého superkondenzátoru se blíží hodnotě 600 V. [52]

5.1.8 Hydraulika, závěsná zařízení

Pro pohon přídatných zařízení a jejich propojení s traktorem slouží hydraulický systém, který zabírá minimum místa v zástavbě traktoru a představuje v současnosti dominantní prostředek pro práci zemědělského traktoru. K pohonu celého systému slouží vlastní nízkootáčkový elektromotor, který pohání také vývodovou hřídel sloužící pro pohon přívěsných strojů. Traktor je vybaven sérií standardních závěsů. Možnosti individualizace vybavení jsou široké, před/zadní třibodový zvedací závěs, posuvný závěs nebo připojení s tažnou lištou. Samozřejmostí jsou přední/zadní hydraulické vývody.

Technická specifikace hydrauliky:

- nádrž 120 l
- provozní tlak 200 bar
- průtok 195 l/min
- vlastní elektromotor pro pohon hydrauliky – 72 kW



Obr. 63 Hydraulický okruh traktoru

5.1.9 Základní technické parametry

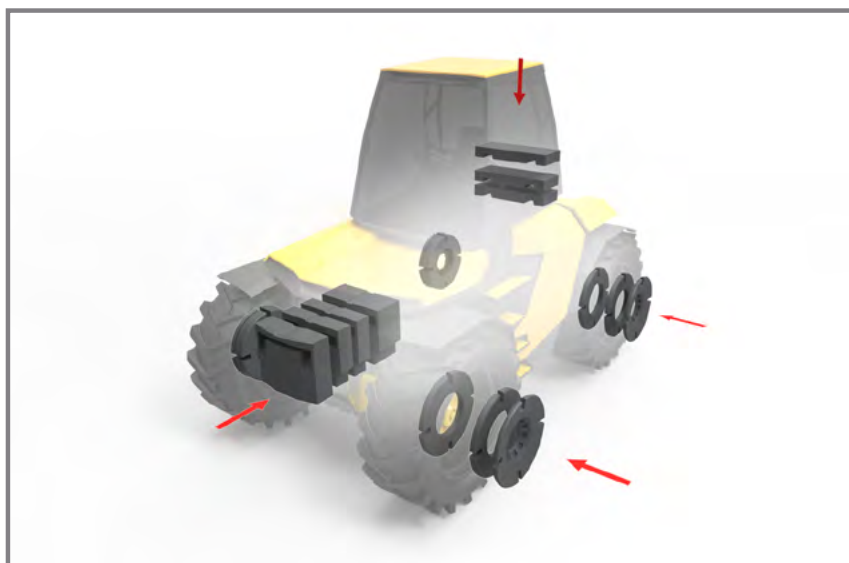
Shrnutí základních technických parametrů traktoru:

- rozměry: 4 900×2 500–3 000×3 500 mm (d×š×v)
- světlá výška: 530 mm
- celkový výkon: 320 kW + 72 kW (motor pro pohon hydrauliky)
- maximální krouticí moment: 4 000 Nm
- reakční článek průtokové baterie: 30 kW (výkon 1 membrány)
- výkon produkovaný průtokovou baterií: 420 kW

5.1.10 Dotěžovací závaží

Účinný systém dotížení je nedílnou součástí zemědělského traktoru. z pohledu konstrukčního řešení je závaží rozděleno do několika celků a to čelní závaží, závaží umístěno za kabinou obsluhy a závaží montované do kol. Čelní závaží je plně integrováno do tvarování traktoru. Jednotlivé bloky jsou umístěny v konzole a skryty v přední části traktoru mezi koly. Při základním uspořádání je možné instalovat 6 bloků o hmotnosti 400 kg. Systém nabízí dostatečnou a jednoduchou škálovatelnost. Díky čelnímu nakládání hmota závaží narůstá směrem dopředu a nerozšiřuje, čímž nedochází k problému s případným nedostatkem místa v oblasti mezi koly přední nápravy.

Plocha za kabinou je připravena pro případnou montáž dalšího dotěžovacího závaží a je schopna pojmout bloky závaží o hmotnosti až 3 tuny.



Obr. 64 Systém dotěžovacího závaží

Další možností dotížení je umístění závaží do kol. Tento způsob dotížení nabízí velkou flexibilitu a umožní montáží různého počtu závaží docílit potřebné hodnoty výsledného dotížení stroje. U navrhovaného zemědělského traktoru je zvoleno závaží s hmotností jednoho disku 100 kg.

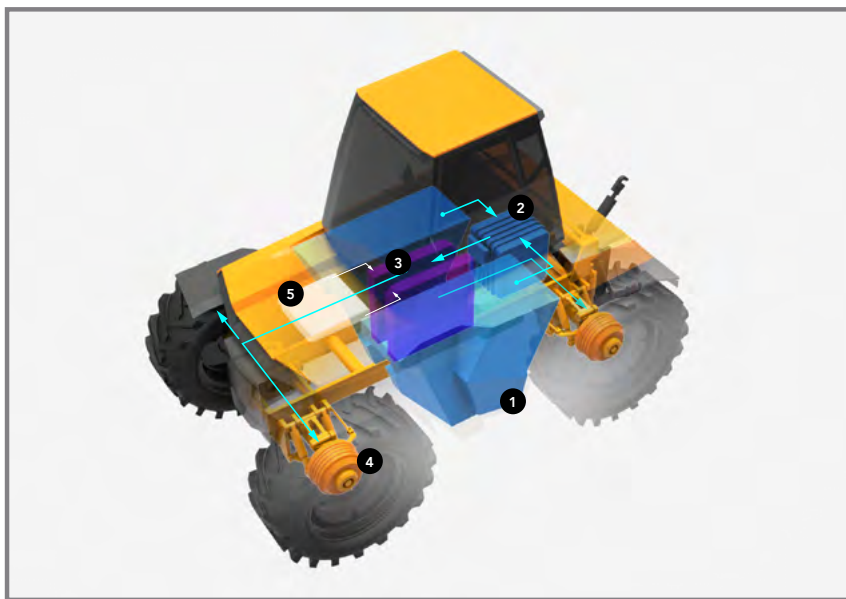
Celý systém dotížení je navržen pro instalaci závaží pomocí vysokozdvizného vozíku.

5.1.11 Kabina

Kabina je zde zpracována z hlediska vnějšího tvarování a dodržení ergonomických požadavků v rámci vyhovujícího přístupu a výhledu. Konstrukční řešení kabiny představuje využití nosného prostorového rámu, který slouží zároveň jako bezpečnostní rám. Kabina je vybavena poloaktivním pružením, které využívá elektronicky ovládané tlumiče. Ty přizpůsobují pružení automaticky aktuálním jízdním podmínkám. Vnější osvětlení kabiny představují především pracovní světlomety, které využívají technologie LED. Osvětlení je rozmístěno do dvou sektorů, prvním je světelná rampa u střechy kabiny a dalším místem je oblast sloupků kabiny, kde se nacházejí také směrové ukazatele.

5.1.12 Řídicí systémy

Součástí návrhu zemědělského traktoru je také implementace řídicích a naváděcích systémů. Tyto systémy se starají o chod traktoru a také o zefektivnění pracovních úkonů. Řídicí systémy umožňují ovládání a řízení chodu traktoru i přívěsných strojů přímo z kabiny, kontrolu a diagnostiku traktoru na dálku a nabízí také softwarové řešení pro celou farmu. Pro zefektivnění práce traktoru na poli je využito navádění pomocí systému GPS s přesností ± 5 cm. Tento systém umožňuje také plně automatické řízení traktoru usnadní se tím práce se širokozáběrovými stroji, při snížené viditelnosti nebo během noci. Je tak redukováno překrývání záběrů, díky kterému lze ušetřit pracovní čas a také palivo.



Obr. 65 Prostorové znázornění pohonu: 1) nádrž na elektrolyt, 2) článek průtokové baterie, 3) superkapacitor, 4) elektromotor, 5) řídicí jednotka

5.1.13 Materiály

Pro konstrukci traktorů je použita široká škála různých materiálů. V poslední době jsou stále častěji preferovány plasty. Traktor je však v první řadě pracovní nástroj určený pro práci v náročných podmínkách a vysokými nároky na výsledný výkon. Proto se hlavní části traktoru skládají z vysoce odolných a pevných materiálů, především oceli. Rám jako nosný prvek musí vydržet obrovské zatížení, pro tyto účely je ocel nejvhodnější a také nejdostupnější materiál. Stejně nároky jsou kladeny také na nápravy traktoru, konstrukční základ a nosný rám kabiny traktoru. Dalším komponentem, nejdůležitějším pro spojení traktoru s přídatnými stroji jsou závěsy. Významné uplatnění v konstrukčních prvcích však nalézají také slitiny lehkých kovů, především jako podpůrné konstrukce z hliníku.

Hlavní části kapotáže jsou vyrobeny z plastu (polyester plněný skelným vláknem) pro svoji velkou odolnost, příznivé výrobní náklady a jednoduchou údržbou. Plasty jsou využity také v částech pohonného systému, především na nádržích pro elektrolyt a jako izolace rozvodů. Dále jsou použity pro specifické části, jakými jsou například palubní přístroje, součásti brzd, nárazníky, přístrojová deska a další vnitřní vybavení. Prosklení kabiny je zajištěno bezpečnostním sklem.

5.2 Ergonomické řešení

5.2

Ergonomické řešení se soustředí na vnější přístup a také na výhledové úhly z kabiny. Práce nezahrnuje vnitřní uspořádání kabiny a s tím spojenou ergonomii ovladačů, sdělovačů a sezení.

Z ergonomického hlediska jde o vztah člověka a stroje, který je specifikován ergonomickou kategorií E. Značí pracovní kontakt pomocí ovladačů a sdělovačů pro nevyrobní činnost. Kategorie E je typická pro zemědělskou techniku. [55]

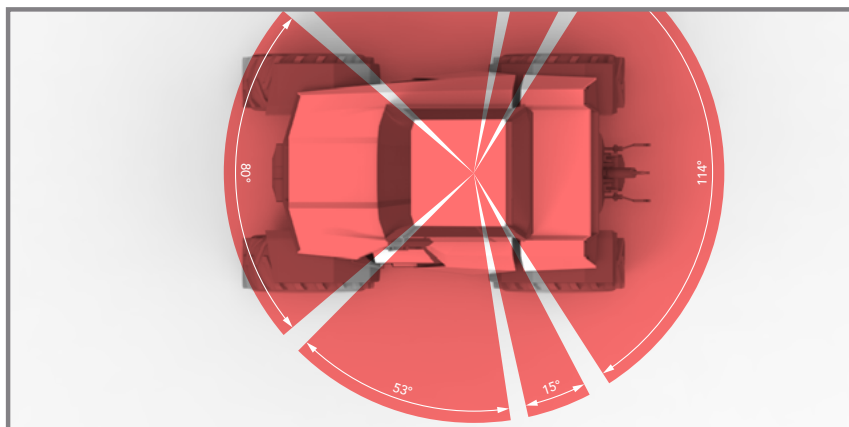
5.2.1 Zorné podmínky

5.2.1

Zajistit dobrý výhled řidiče všemi směry je základním požadavkem na tvarový a konstrukční návrh kabiny. Navržený traktor spadá do nejvyšší výkonové kategorie a díky své mohutné konstrukci a proporcím nedokáže splnit všechny požadavky kladené na výhled z kabiny. Proto zajistit přímý výhled z pozice řidiče na spodní okraj levého předního kola není možné. Je to z důvodu celkové šířky traktoru, velikosti kol a také centrálního umístění kabiny. Navržený traktor není řešen konvenčním způsobem a je vybaven kamerovým systémem, který skrz obraz v kabině ukazuje linii předních kol a vede řidiče.

5.2.1.1. Výhled v horizontální rovině

Omezení výhledu řidiče v horizontální rovině představuje pouze samotná konstrukce kabiny. Ta nabízí panoramatický výhled, který je v současné produkci standardním. Plný výhled je zajištěn v přední části o úhlu 80° , na boku kabiny je hodnota 53° a 15° (úhel je rozdělen konstrukcí kabiny a dveřmi). Výhled vzad na připojený stroj je 114° .

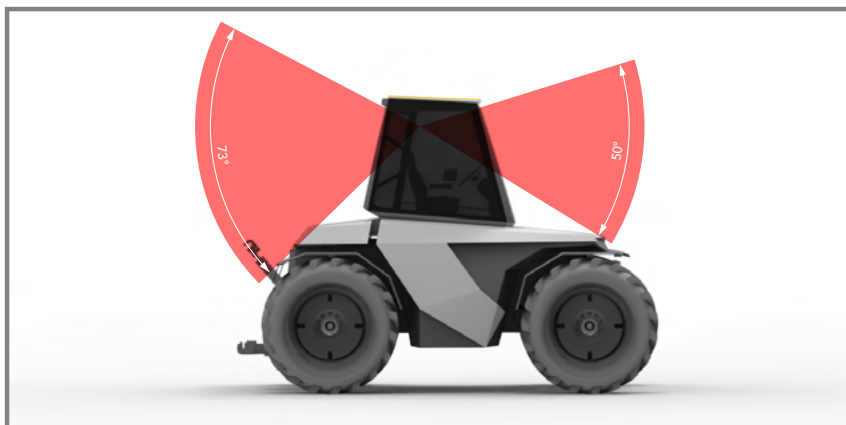


Obr. 66 Výhled v horizontální rovině

5.2.1.2. Výhled v sagitální rovině

Významné omezení pro výhled ve vertikální podélné rovině představuje střecha traktoru. Která je provedena v neprůhledném materiálu, je v ní umístěna klimatizační jednotka a další prvky např. venkovní osvětlení kabiny. Omezení představuje také kapotáž stroje neumožňuje pohled skrz. Řešení může představovat systém, který vyvíjí koncern Jaguar Land Rover. Tento systém označený Transparent Bonnet do češtiny přeloženo jako transparentní kapota „zprůhlední“ hmotu vozidla a pomocí head up displeje zobrazí okolní terén. Využití tohoto systému by významně napomohlo ovládání stroje a zefektivnění pracovní činnosti. Se situováním navrhovaného zemědělského traktoru do nepříliš vzdálené budoucnosti je možné tento systém zahrnout do výbavy

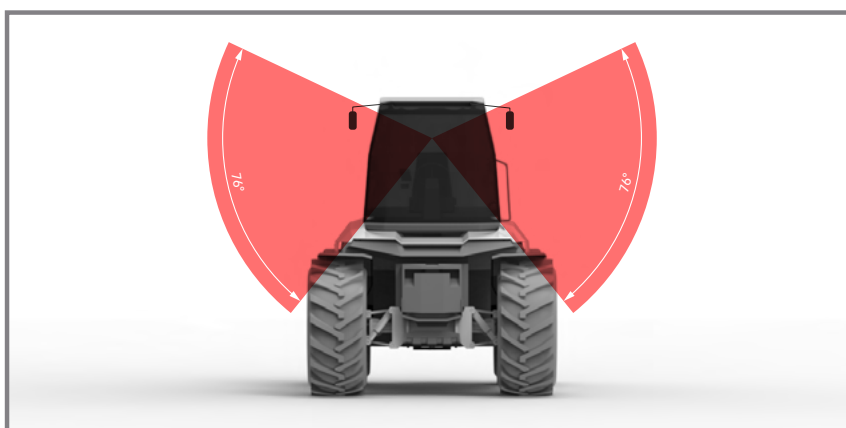
traktoru. z konstrukčního hlediska kabiny a bez využití tohoto systému je výhled vpřed ve směru pohybu ve svislé rovině traktoru 50° a výhled vzad je 73° . [56]



Obr. 67 Výhled v sagitální rovině

5.2.1.3. Výhled ve frontální rovině

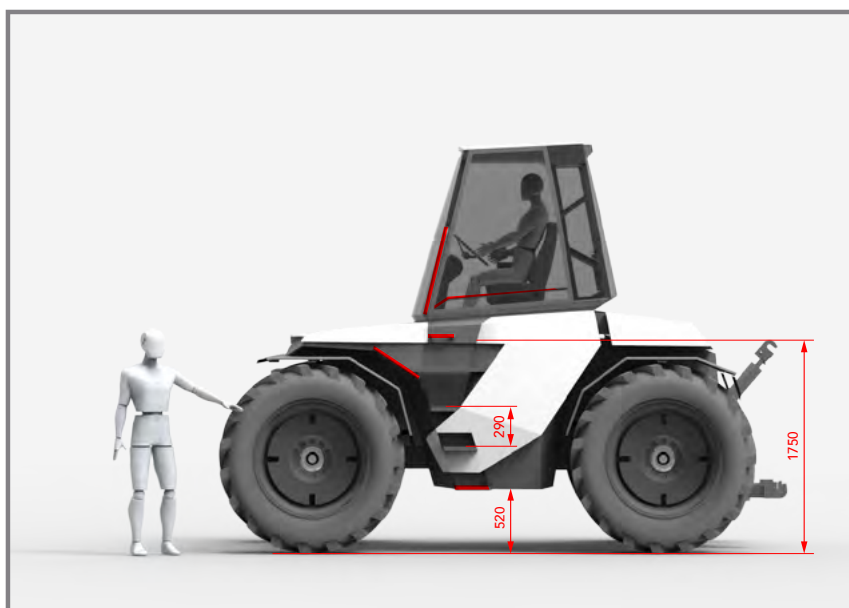
Pohled z místa obsluhy (řidiče) do bočních směrů ve svislé rovině musí zajistit dostatečnou orientaci řidiče v prostoru pro bezpečné ovládání traktoru. Úhel bočního výhledu z kabiny je 76° .



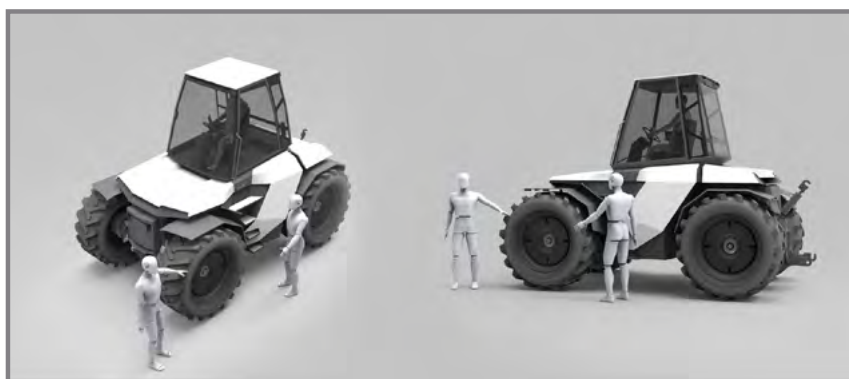
Obr. 68 Výhled ve frontální rovině

5.2.2 Přístup do zemědělského traktoru

Zajištění optimálního přístupu do kabiny je zprostředkováno pomocí schůdků a sérií madel. Traktor je primárně určen pro užití v terénu, z toho plyne velká světlá výška a také vysoko položená kabina. z toho důvodu musel být použit odpovídající počet schodů pro výstup do kabiny. z praktických důvodů byly zvoleny pevné ocelové schůdky s rozestupem jednotlivých stupňů 290 mm, první stupeň se nachází 520 mm od úrovně terénu. Výška podlahy kabiny je 1 750 mm od země, přístup do kabiny zajišťují rozměrné dveře umístěné pouze na levé straně traktoru a otevírané proti směru jízdy. s otevřením dveří pomáhá plynová vzpěra a samotné dveře slouží jako další madlo usnadňující nástup do traktoru. Rozměry dveří jsou: výška 1 570 mm, šířka 1 150 mm.



Obr. 69 Základní ergonomie přístupu do kabiny, srovnání s průměrnou postavou evropského muže



Obr. 70 Srovnání průměrné mužské postavy s rozměry traktoru



Obr. 71 Nastupování do kabiny traktoru



Obr. 72 Pro přístup do kabiny slouží rozměrné dveře

5.2.2.1. Servisní přístup

Přístup k technickému zařízení se nachází v přední i zadní části traktoru po otevření kapotáže. Za kabinou se nachází úložný box pro drobné nářadí a také hasicí přístroj. Přístup k nádržím na elektrolyt je možný z obou stran traktoru po vyklopení bočního dílu kapotování. Nacházejí se zde hrdla nádrží a také drobné nářadí pro obsluhu. Přístup k vývodům hydraulického okruhu a také závěsných a přípojných systémů probíhá z čelní nebo zadní části traktoru.



Obr. 73 Přístup k nádržím s elektrolytem

6 BAREVNÉ A GRAFICKÉ ŘEŠENÍ

6

Barevné řešení je nedílnou součástí designerského návrhu a představuje důležitý výrazový prvek pro vnímání zemědělského traktoru jako celku.

6.1 Barevné řešení

6.1

Použití barevného schématu vychází z celkové koncepce a základní myšlenky která stála u vzniku již koncepčního návrhu traktoru. Myšlenka vzájemného propojení dvou hmot vede k využití dvou základních barev, které zjednodušeně řečeno určují tyto dvě základní hmoty, a jejich doplnění tzv. doplňkovou barvou. V segmentu nejen zemědělských traktorů, ale obecně v oblasti zemědělské techniky využívají jednotliví výrobci své specifické barvy nebo barevná schémata. To vede k jednoduché a přesné identifikaci jejich produktu i na velkou vzdálenost. Koncept traktoru navrženého v této práci se snaží vyhnout identifikaci a spojení s jakýmkoli současným producentem zemědělských traktorů.

Samotné barevné schéma neodkazuje jen na základní tvarovou vizi traktoru, ale také odděluje technické a konstrukční prvky od pohledových a krycích částí (kapotáže). Volba jednotlivých barev vychází z požadavku na výsledný dojem z traktoru. Pro podpoření silného a dominantního výrazu byly zvoleny teplé odstíny žluté, oranžová nebo červená barva pro kapotáž. Barvy pro konstrukční a technické celky jsou také z praktického hlediska zvoleny tmavé – černá nebo antracitová matná barva. Aplikace barvy přiznává celoplošně tvar a funkci, není tedy použito dělení jednotlivých tvarů pomocí barevného provedení a nedochází tak k dalšímu členění hmoty. Samotná barva je volena matná a lesklá, u některých materiálů je však využito jejich charakteristické struktury a probarvení přímo v materiálu např. u blatníků vyrobených z umělé hmoty. Celkový dojem dotváří barevné detaily, ke kterým můžeme zařadit také osvětlení a grafické řešení.



Obr. 74 Barevné řešení 1

6.1.1 Barevné řešení 1

Variantní řešení barevného provedení traktoru vychází z výše popsaného schématu. První variantou byla zvolena žlutooranžová barva pro díly kapotáže a černá jako kontrastní barva pro dosažení jasného oddělení základních částí traktoru.

Kapotáž a střecha tvoří dominantní a dravou část traktoru, tyto vlastnosti ještě podtrhuje zvolená barva. Ve stejném odstínu jsou provedeny také některé konstrukční prvky, zejména jde o pohyblivé komponenty. Jedná se o nezávislé zavěšení kol, středy disků s pruhem na závaží, ale také jednotlivé stupně schůdků do kabiny. Dveře kabiny jsou odděleny černým lesklým lakováním od zbytku kabiny. Barevní schéma je doplněno jednoduchým označením názvu výrobce a modelu traktoru na boku stroje.



Obr. 75 Barevné řešení 2

6.1.2 Barevné řešení 2

Druhá varianta ještě více klade důraz na sílu a emoce využitím červeně lakovaného kapotování traktoru. Dvojice základních barev (červená a černá) je zde doplněna bílou barvou. Ta je využita na discích kol a traktor opticky odlehčuje. Hmota stroje se opticky přesunula do střední části traktoru. Je tak ještě více podtržena dynamika tvarování kapotáže. Využití červené linky na okraji ráfků barevně propojuje kola s kapotováním. Celkově barevné schéma respektuje úvodní koncepci členění hmoty a jednotlivých prvků. Kombinace červené a černé není ve srovnání s první variantou tak kontrastní je však dostatečná a také vhodná.



Obr. 76 Barevné řešení 3

6.1.3 Barevné řešení 3

Zemědělský traktor v barevné kombinaci tmavého základu a jasné tyrkysové barvy kapotáže působí výrazně vzhledem k okolí a také vzhledem ke konkurenci. Barevné schéma kombinuje prvky z předešlých variant a využívá stejného lakování pro kapotáž, střechu, schůdky a disky kol. Traktor si stále zachovává kontrastní a agresivní vzhled. Disky ve shodné barvě s kapotou odlehčují celkový výraz. Tmavé provedení dotězovacího závaží opět propojuje kola s konstrukčním základem traktoru vyvedeném v antracitové barvě.

Grafické řešení opět vyznává jednoduchot s maximální prezentací výrobce umístěním logotypu na boku kapotáže, který je dále doplněn názvem a označením modelu v kontrastním provedení vůči logotypu.

6.2 Grafické řešení

Návrh grafického rozhraní ovládacích systémů a grafických značek situovaných v interiéru není součástí této práce. Požadavek na vytvoření a grafické zpracování obchodního názvu včetně symbolu, také není cílem této práce. Pro zamezení srovnání se stávající produkcí byl zvolen obchodní název fiktivního výrobce zemědělských traktorů Haart, který vnikl jako diplomová práce v oblasti grafického designu a vizuální komunikace.

Pro účely prezentace zemědělského traktoru byl převzat logotyp a také prvky z barevného schématu. Logotyp je tvořen jednoslovným názvem společnosti a odkazuje zpracováním písma na oblast činnosti. Logotyp využívá stylizace klasu pšenice a propojuje průmyslový podnik se zemědělstvím. Barevnost vizuálního stylu i struktura logotypu navazuje na zvolené barevné schéma navrženého traktoru.

6.1.3

6.2



Obr. 77 Logotyp Haart se sloganem

Vztah logotypu společnosti a názvu modelu je velice blízký. Typografické uspořádání obou jmen jasně ukazuje vzájemný vztah – výrobce a výrobek. Je dostatečně kontrastní a poskytuje nezbytné informace.



Obr. 78 Barevná kombinace logotypu a názvu modelu

Z grafického řešení vzešly dvě varianty. Jedna pro jasnou identifikaci stroje umístěná na bocích kapotáže. Druhá soustředící se na informaci o konkrétním modelu pro označení jednotlivých technologických částí stroje.



Obr. 79 Další rozmístění logotypu v rámci zemědělského traktoru

7 DISKUZE

7

Návrh pracovního stroje, kterým zemědělský traktor je musí splňovat nejen technické, konstrukční a výkonové požadavky. Vnímání společnosti je faktorem, který mnohdy rozhoduje o úspěchu či neúspěchu daného produktu. Pohled veřejnosti na zemědělské traktory je dlouhou dobu stejný a pro část společnosti mohou představovat spíše zátěž pro zemědělství. Přívětivost zemědělské techniky vůči půdě a především pozitivní ekologický přístup k funkci farmy mohou ovlivnit smýšlení lidí, ale také výsledný vzhled traktoru. Tyto další funkce designerského návrhu již byly částečně popsány v průběhu práce, zde však budou doplněny a rozebrány podrobněji.

7.1 Psychologická funkce

7.1

Pořízení zemědělského traktoru ovlivňuje mnoho faktorů, od technických parametrů přes cenu až po dostupnost servisu, ale i samotný design.



Obr. 80 Traktor při práci

7.1.1 Vliv na zákazníka

7.1.1

Výběr zemědělského traktoru je dán především jeho užitnou hodnotou. Traktor je dlouhodobou a nemalou investicí (v řádu milionů). Zákazníci vybírají nejen podle nejnižší ceny nebo podle nejvyspělejších technologií, ale především podle rentability provozu stroje. Nezanedbatelným faktorem je také příslušnost k danému výrobcí, ale také ergonomie obsluhy a design stroje.

V současné době zažívá velký rozmach bio zemědělství. To je však v podobě jaké ji známe prakticky nereálnou cestou po ukojení stále rostoucí poptávky na zemědělskou produkci. To neznamena, že velké farmy nebo dokonce průmyslové zemědělství nemůže přistupovat ekologicky k hospodaření. Zemědělský traktor, který dokáže obdělávat šetrněji půdu a to svým provozem (nulové emise), ale také optimálním rozložením hmotnosti stroje a efektivním dotížením přesně podle charakteristiky vykonávané činnosti představuje základ moderního zemědělství. Využití netoxického energetického zdroje pro pohon nabízí možnost vzniku farem, které si v budoucnu budou schopny palivo samy vyrobit a následně také zlikvidovat v čistírně odpadních vod.

7.1.2 Tvar a barevnost

Komplexní vizuální dojem je vnímán především zrakem. Navržený traktor svojí velikostí a přesně definovanými tvary budí patřičný respekt a údiv. Ostře řezané plochy a klínový profil definují sílu traktoru. Spolu s barevným řešením již na dálku upozorňuje své okolí o jak výkonný a v případě nevyhnutelné kolize nebezpečný stroj se jedná.

7.2 Ekonomická funkce

Zemědělské traktory disponují množstvím technologických celků, které se vyznačují vysoce sofistikovanou technikou, především systémy řízení, navigace, komunikace traktoru s přívěsnými zařízeními a dalšími zemědělskými stroji. Významný podíl na ceně tvoří konstrukční celky, odpružené a řízené nápravy a pohonné ústrojí. Do ceny stroje se také projevují licenční poplatky a v případě použití nových nezavedených technologií také náklady na jejich vývoj. Stanovit cenu pro navržený zemědělský traktor je díky jeho zaměření a navrhování celé koncepce s výhledem do budoucnosti složité. Určitý odhad může nabídnout srovnání se současnou produkcí v této výkonové kategorii. Ceny traktorů obdobného výkonu se pohybují v rozmezí 6–9 000 000 Kč, s ohledem na využití nekonvenčního řešení a nových technologií lze očekávat cenu na horní hranici kolem 10 000 000 Kč.



Obr. 81 Haart táhnoucí pluh

Ekonomická složka návrhu nezahrnuje pouze pořizovací náklady, musíme brát v potaz i náklady na údržbu a servis traktoru. Ten je navržen jako bez údržbový stroj, kdy nutnou údržbu představuje jeho čištění a doplňování provozních kapalin. Pro další údržbu je vyžadován odborný servis jednotlivých technických i konstrukčních celků.

7.2.1 Cílová skupina

Typickým zákazníkem je skupina zemědělců obhospodařující rozsáhlé plochy půdy vyžadující traktor s vysokým výkonem a dobrou tahovou charakteristikou. Kladoucí důraz na ochranu půdy a prostředí, hledající univerzální stroj využívající netradičního řešení, které dokáže následně počáteční investici kompenzovat nižšími provozními

náklady a efektivitou práce. Cílem jsou proto velké moderní farmy v západní Evropě, severní Americe nebo např. V Austrálii.

7.3 Sociální funkce

7.3

Vnímání traktoru širokou veřejností jako prostého tahouna dalších zemědělských strojů se pomalu mění, traktor jako univerzální prostředek v zemědělství zastává širokou oblast pracovních činností.

7.3.1 Zájmy společnosti

7.3.1

Růst světové populace nadále zvedá požadavky na stále větší množství a rychlost dodání potravin. Tomuto trendu se musí zemědělství přizpůsobit a díky těmto požadavkům se také mění zemědělská technika mezi níž hraje traktor zásadní roli. Schopnost traktoru pojmout velké množství přídavných strojů umožňuje provádět během jednoho průjezdu traktoru několik operací. Tím je zkrácen čas práce, sníženy náklady na další stroje, ale také sníženo zatížení půdy z důvodu velkého pohybu zemědělské techniky.

7.3.2 Ekologie

7.3.2

Důležitým faktorem je znečištění vlivem emisí ze spalovacího motoru obsahující nebezpečné látky. Navržený traktor je poháněn pouze elektrickými motory, které neprodukuje žádné pevné částice. Výroba elektrické energie probíhá chemickou reakcí a nedochází tak k vzniku škodlivých zplodin, elektrolyt na bázi slané vody je netoxický a při odpovídajícím nařazení je možné jej zlikvidovat v klasické čistírně odpadních vod. Tyto dílčí faktory jsou pozitivním jevem a jistě mění pohled na zemědělskou/pracovní techniku.



Obr. 82 Haart při orbě

7.3.2.1. Recyklace

Materiály použité na konstrukci stroje a jeho funkční prvky (ocel, hliník, sklo, plastické hmoty) jsou plně recyklovatelné. Pohonné ústrojí včele s elektromotory je bezproblémově recyklovatelné. Do budoucna lze předpokládat vývoj materiálů (zejména u umělých hmot) směrem k jejich lepší následné recyklaci.

7.3.2.2. Rekuperace

Zemědělský traktor z povahy své koncepce a technických komponentů využívá systém rekuperace energie. Tato energie je získávána především při brždění stroje, kdy

elektromotory generují elektrickou energii. Tato energie je ukládána v superkondenzátorech a je využívána pro běh elektrických systému, pojezdu traktoru a pro vykrytí energetických výkyvů během provozu.

7.4 Etika

Těžký zemědělský traktor tvarovým řešením, barevným zpracováním nenavozuje nevhodné asociace nebo nepohoršuje žádné menšiny. Vlastním konceptem nenarušuje etická pravidla.



Obr. 83 Traktor Haart s cisternou

Návrh traktoru je barevně a graficky ztvárněn pod fiktivní firemní značkou, nenavazuje na předchozí vývoj žádného výrobce zemědělských traktorů ani jiné zemědělské techniky.

V průběhu zpracování diplomové práce nebyl znám žádný koncept zemědělské techniky poháněný čistě elektrickým pohonem v nábojích kol využívající jako zdroj elektrické energie průtokové baterie.

ZÁVĚR

Diplomová práce zpracovává design zemědělského traktoru, který spadá do nejvyšší výkonové kategorie. Navržený stroj využívá mnoho sofistikovaných technologií a konstrukční řešení, která se pohybují na hranici běžně dostupných materiálových možností.

Základem pro dosažení navrženého těžkého zemědělského traktoru bylo detailní zpracování vývojové analýzy reflektující ucelený pohled na vývoj zemědělských traktorů. Dalším krokem pro následný návrh konstrukčně-technické koncepce bylo vyhotovení technické analýzy zaměřující se na jednotlivé konstrukční prvky, jejich vzájemné propojení a uspořádání v rámci stroje. Neméně důležitou částí je analýza současných zástupců trhu, jejich tvarosloví a opakujících se prvků, ale také podchycení možného designového vývoje díky studiu konceptů.

Rešeršní část popisuje vzájemné vazby jednotlivých konstrukčních řešení a jejich uplatnění v historickém vývoji. Komplexní a obsáhlé zpracování bylo nutné pro pochopení složitosti konstrukce, využití traktoru v rámci zemědělské farmy a následné specifikaci požadavků na navrhovaný stroj.

Výsledný návrh zemědělského traktoru vzešel z variantního řešení, jeho koncepce a i designové pojetí nastiňuje možný budoucí vývoj zemědělských traktorů s důrazem na maximální univerzálnost, kompaktnost a ekologické využití. Návrh traktoru využívá inovativních technologií a nekonvenčních řešení, které umožnily změnit celkový pohled na zemědělskou techniku.

Významným prvkem je řešení pohonu, ten je plně elektrický a energii získává ze systému průtokových baterií. Tento systém disponuje vysokou účinností a jednoduchou údržbou. Pohon zajišťuje čtveřice trakčních elektromotorů v nábojích kol, které propůjčují navrženému traktoru impozantní výkonové parametry. Důležitými prvky jsou centrálně umístěná kabina, řiditelné obě nápravy, z čehož vychází malý poloměr otáčení. Integrovaný systém dotěžovacího závaží umožňující optimální dotížení traktoru podle aktuálních potřeb.

Tvarové řešení odráží základní myšlenku průniku dvou hmotných těles. Tato idea odkazuje také na použité konstrukčně-technické řešení, technologii průtokových baterií (kde dochází k „průniku“ elektrolytů a vzniku elektrické energie), ale obrazně řečeno také na průnik starého pojetí zemědělského traktoru a vize nového tvarosloví. Celkové tvarování vyznává přesně definované, ostře řezané tvary, které ukazují na sílu a mohutnost traktoru.

BIBLIOGRAFIE

- [1] DE CET, Mirco. *Traktory: encyklopedie od a do Z*. 4. vyd. Překlad Karel Kopečka. Praha: Levné knihy KMa, 2008, 299 s. ISBN 978-80-255-0122-1.
- [2] Museum Starých Strojů: Parní stroje. [online]. [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <http://www.starestroje.cz/stroje.parni.php>
- [3] PRIPPS, Text by Robert N. a Photography by Andrew MORLAND. *The big book of farmall tractors: the complete model-by-model encyclopedia-- plus classic toys, brochures, and collectibles*. Minneapolis, MN: Voyageur Press, 2010. ISBN 07-603-3605-9.
- [4] Cornways: The history of tractors. *Cornways: Agrartechnik ist unserd Feld* [online]. 2014 [cit. 2014-10-18]. Dostupné z: http://www.cornways.de/hi_tractor.html
- [5] DIETER KUTZBACH, Heinz. Trends in Power and Machinery. *Journal of Agricultural Engineering Research*. 2000, vol. 76, issue 3, s. 237-247. DOI: 10.1006/jaer.2000.0574. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021863400905742>
- [6] KOLEKTIV AUTORŮ SZZPLS PRAHA. *Traktory na českém trhu*. 1994. 1. vydání. Praha: GT Club, 1994. 224 s. ISBN: 80-900705-4-X
- [7] NOVÁK, P. *Historie zemědělské techniky*. 2004. Praha: Profi Press, 2004. 146 s. ISBN: Z80-86726-10-X
- [8] Naše traktory: Historie výroby traktorů v českých zemích. MITRENGA, Alois. *Naše traktory* [online]. 2010 [cit. 2014-10-21]. Dostupné z: http://www.nasetraktory.cz/joomla/index.php?option=com_content&view=article&id=62:historie-vyroby-traktor-v-eskych-zemich&catid=40:uivatelske-lanky&Itemid=69
- [9] Staré traktory: Staré traktory na českých polích. In: FISCHER, Robert. *Staré traktory* [online]. 2007 [cit. 2014-10-21]. Dostupné z: <http://www.staretraktory.cz/index.php/o-traktorech/>
- [10] lokomobila_01.jpg. *Staré Traktory*. [online]. 2010 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: http://www.staretraktory.cz/wp-content/uploads/2008/08/lokomobila_01.jpg
- [11] Froelich01.jpg. *My tractor forum*. [online]. 2007 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <http://www.mytractorforum.com/attachment.php?s=5c22670b45b0b665a-0928b8a85fe222a&attachmentid=21149&d=1175615449>
- [12] Roberts_tracked_steam_tractor.jpg. *Wikipedia, the free encyclopedia*. [online]. 2014 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/89/Roberts_tracked_steam_tractor.jpg
- [13] TractorClub_Tractor1.jpg. *South Central Montana*. [online]. 2010 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: http://www.antiquetractorclub.org/wp-content/uploads/2010/02/TractorClub_Tractor1.jpg
- [14] J2917_31926_Qty1_1.jpg. *Ehattons*. [online]. 2014 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: https://hattonsimages.blob.core.windows.net/products/J2917_31926_Qty1_1.jpg
- [15] 27 a DSC09031.JPG. *D & J Deeres*. [online]. 1999 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <http://www.djdeeres.com/Assets/27%20A%20DSC09031.JPG>
- [16] hl12_01.gif. *LANZ-BULLDOG*. [online]. 2013 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: http://www.lanz-bulldog-homepage.de/src/bida/img/hl12_01.gif

- [17] Three-point_linkage_and_tow_hitch_implement,_Ferguson_TEF,_Abergavenny.jpg. *Wikipedia, the free encyclopedia*. [online]. 2015 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Three-point_linkage_and_tow_hitch_implement%2C_Ferguson_TEF%2C_Abergavenny.jpg
- [18] AT-09-120-MM.jpg. *Gary Alan Nelson*. [online]. 2014 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <http://www.garyalannelson.com/images/large/AT-09-120-MM.jpg>
- [19] snap.jpg. *Austin Frederick*. [online]. 2013 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <https://austinfrederick.files.wordpress.com/2013/04/snap.jpg?w=640>
- [20] steigerTiger.jpg. *TFT Transformers Tractor challenge*. [online]. 2008 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <http://www.tfw2005.com/boards/attachments/creative-general-discussion/27220625d1302308234-tft-transformers-tractor-challenge-steigertiger.jpg>
- [21] 76Valmet1502.jpg. *Valmet traktoreiden*. [online]. 2014 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <http://www.konedata.net/Traktorit/Kuvat/76Valmet1502.jpg>
- [22] 2013-8-14-Case_IH_Announces_Highest_Horsepower_Tracked_Row_Crop_Tractor_High_Res.jpg. *Case IH Agriculture and Farm Equipment*. [online]. 2013 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: http://www.caseih.com/en_us/PressRoom/News/PublishingImages/hi-res/2013-8-14Case_IH_Announces_Highest_Horsepower_Tracked_Row_Crop_Tractor_High_Res.jpg
- [23] Prospekt-typ-10.jpg. *Traktory* [online]. 2008 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <http://media0.wgz.cz/images/media0:51011e1943cd3.jpg/Prospekt-typ-10.jpg>
- [24] Zetor_25A_____www.tractorshed.com.jpg. *Valka.cz*. [online]. 2014 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: http://forum.valka.cz/attachments/1058/Zetor_25A_____www.tractorshed.com.jpg
- [25] BAUER, František, Pavel SEDLÁK a Tomáš ŠMERDA. *Traktory*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 192 s. ISBN 80-867-2615-0.
- [26] FROLÍK, J., SVATOŠ, J. *Základy zemědělské techniky I.*. 1. vyd. České Budějovice : Zemědělská fakulta JU, 2000. 189 s. ISBN 80-7040-464-7.
- [27] FROLÍK, J., SVATOŠ, J. *Základy zemědělské techniky II.*. 1. vyd. České
- [28] CLAAS KGAA MBH. *Xerion 5000, 4500, 4000*. 2013, 62 s.
- [29] JCB Agriculture. *JCB Agritechnica Magazine*. 2013, 19 s.
- [30] LIMARIK, D. *Studie zemědělských traktorů o hmotnosti nad 9 tun*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 32 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Pokorný.
- [31] [Autoalarmy.sk: Co je to CAN BUS?]. *Autoalarmy.sk* [online]. 2011 [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: <http://www.autoalarmy.cz/clanky/co-je-to-can-bus.html>
- [32] *GPS – Agro* [online]. [cit. 2014-11-17]. Dostupné z: <http://www.gps-agro.cz/>
- [33] Z_FORTERRA_frontside_140-HQ.jpg. *Zetor*. [online]. 2014 [cit. 2014-11-10]. Dostupné z: http://www.zetor.cz/file/98346/Z_FORTERRA_frontside_140-HQ.jpg
- [34] john_deere_motor.jpg. *Dañhel Agro a.s.* [online]. 2014 [cit. 2014-11-07]. Dostupné z: http://www.danhel.cz/files/john_deere/traktory/rada_8r/john_deere_motor.jpg
- [35] prevodovka_john_deere_autopowr_zelezo.jpg. *Dañhel Agro a.s.* [online]. 2014 [cit. 2014-11-07]. Dostupné z: http://www.danhel.cz/files/john_deere/traktory/rada_8r/prevodovka_john_deere_autopowr_zelezo.jpg

- [36] ACabNutshell.jpg. *Valtra Tractors*. [online]. 2014 [cit. 2014-11-07]. Dostupné z: <http://www.valtra.com.au/images/ACabNutshell.jpg>
- [37] ns2_header.jpg. *New Holland Agriculture*. [online]. 2014 [cit. 2014-11-07]. Dostupné z: http://agriculture.newholland.com/us/en/About-New-Holland/images/ns2_header.jpg
- [38] lintrac90_rendering_vorne_c-2.jpg. *Wikopreventk*. [online]. 2013 [cit. 2014-11-23]. Dostupné z: <http://www.wikopreventk.com/2013/09/27/lintrac-lindner-praesentiert-ersten-stufenlosen-maehtraktor-mit-mitlenkender-hinterachse/>
- [39] x__1306508s.jpeg. *Agromex*. [online]. 2014 [cit. 2014-11-23]. Dostupné z: http://www.agromex.cz/pdf/x__1306508s.jpeg
- [40] maxresdefault.jpg. *TractorClips.de*. [online]. 2013 [cit. 2014-12-05]. Dostupné z: <http://www.tractorclips.de/wp-content/uploads/2013/10/fendt-vario-x-1000-prototyp.jpg>
- [41] header_s9.jpg. *Huettinger-Landtechnik*. [online]. 2014 [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: http://www.deutz-fahr.com/landing/img/header_s9.jpg
- [42] MB05364525-1.JPG. *Maskin Bladet*. [online]. 2013 [cit. 2014-12-06]. Dostupné z: <http://www.maskinbladet.dk/sites/default/files/pictures/articles/MB05364525-2.jpg>
- [43] r7_wallpaper_1_1366x768.jpg. *Lamborghini Tractors*. [online]. 2014 [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.lamborghini-tractors.com/fr-FR/standards/97-r7>
- [44] 9460r_overview.jpg. *John Deere Tractors*. [online]. 2014 [cit. 2014-12-03]. Dostupné z: https://www.deere.com/common/media/images/product/equipment/tractors/9r_series/9460r/r2/9460r_overview.jpg
- [45] produit_10691-1.jpg. *Argiavis*. [online]. 2014 [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: http://www.agriavis.com/medias/images/produit/originales/59/produit_10691-1.jpg
- [46] [x11] JCB_Fastrac-4000_2.jpg. *JCB*. [online]. 2014 [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: http://www.jcb-baumaschinen.com/sites/default/files/imce/presse/Fastrac_4000/JCB_Fastrac-4000_2.jpg
- [47] Bolid002.jpg. *Designboom.com*. [online]. 2012 [cit. 2014-11-07]. Dostupné z: http://www.designboom.com/cms/images/user_submit/2012/02/bolid002.jpg
- [48] tractor-concept_01_VYrrQ_17621.jpg. *Designbuzz*. [online]. 2012 [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: http://i2.wp.com/www.designbuzz.com/wp-content/uploads/2012/07/tractor-concept_01_VYrrQ_17621.jpg
- [49] novo_traktor.png. *Design magazin*. [online]. 2012 [cit. 2014-11-14]. Dostupné z: <http://www.designmagazin.cz/technika/29411-cesky-futuristicky-traktor-novo-dostal-cenu-red-dot.html#>
- [50] HASHEMNIA, Nasser, Behzad ASAEI, C. KIEFFER, F. DUBAS, D. HISSSEL a C. ESPANET. Comparative study of using different electric motors in the electric vehicles. *2008 18th International Conference on Electrical Machines*. IEEE, 2008, vol. 212, issue 3, s. 1-5. DOI: 10.1109/ICELMACH.2008.4800157. Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4800157>
- [51] VESELKA, František. *ELEKTRO: Přehledová studie reluktančních motorů* [online]. Praha, 2006, 5 s. [cit. 2014-12-20]. ISSN 0322-9025.
- [52] BADWAL, Sukhvinder P. S., Sarbjit S. GIDDEY, Christopher MUNNINGS, Anand I. BHATT, Anthony F. HOLLENKAMP, Cooper J. GALVIN, Xu-dong

- CHEN, Alán ASPURU-GUZZIK, Roy G. GORDON a Michael J. AZIZ. Emerging electrochemical energy conversion and storage technologies. *Frontiers in Chemistry*. 2014-09-24, vol. 2, issue 7482, s. -. DOI: 10.3389/fchem.2014.00079. Dostupné z: <http://journal.frontiersin.org/journal/10.3389/fchem.2014.00079/full>
- [53] NANOFLOWCELLS AG. *Introducing the nanoFLOWCELL*. 2014, 6 s.
- [54] GE Flow Battery Aims For 240-Mile EV Range... And Beyond. CASEY, Tina. *Clean Tech News: Sola, Wind, EV News* [online]. 2013 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://cleantechnica.com/2013/08/29/new-ge-flow-battery-aims-for-240-mile-ev-range/>
- [55] RUBÍNOVÁ, Dana. *Metodika zahrnutí ergonomických aspektů do designérského návrhu*. Brno, 2002. Dostupné z: http://dl.uk.fme.vutbr.cz/zobraz_soubor.php?id=488. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [56] Land Rover previews Transparent Bonnet virtual imaging system. *Car Body Design* [online]. 9 Apr 2014. [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.carbodydesign.com/2014/04/land-rover-previews-transparent-bonnet-virtual-imaging-system/>

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. 1	Lokomobila [10]	15
Obr. 2	První motorový traktor zkonstruovaný J. Froelichem [11]	16
Obr. 3	Traktor Caterpillar pásové konstrukce [12]	16
Obr. 4	Traktor Titan [13]	17
Obr. 5	Traktor Fordson model F [14]	17
Obr. 6	První traktor John Deere [15]	18
Obr. 7	Lanz zkonstruovaný dr. F. Hubertem [16]	18
Obr. 8	Fergusonův tříbodový závěs [17]	19
Obr. 9	Traktor Minneapolis-Moline UDLX [18]	19
Obr. 10	Systém „SnapCoupler“ společnosti Allis-Chalmers [19]	20
Obr. 11	Steiger – archetyp moderních těžkých traktorů [20]	21
Obr. 12	Šestikolový Valmet 1502 [21]	21
Obr. 13	Case IH řady Steiger & Quadtrac s pásovými jednotkami [22]	22
Obr. 14	Svoboda Diesel – Kar 10 [23]	22
Obr. 15	Zetor 25 [24]	23
Obr. 16	Typický zástupce traktorů v ČR – Zetor Fronterra [33]	24
Obr. 17	Rámová konstrukce systémového nosiče Fastrac [25]	25
Obr. 18	Polorámová konstrukce [25]	26
Obr. 19	Bezrámová konstrukce [25]	26
Obr. 20	Motor PowerTech PSX společnosti John Deere [34]	27
Obr. 21	Traktorová převodovka – John Deere [35]	28
Obr. 22	Vývody hydrauliky – Zetor Fronterra	29
Obr. 23	Zadní závěsný systém – Zetor Fronterra	29
Obr. 24	Ergonomie nastupování a posezu – John Deere 8 Series	30
Obr. 25	Uspořádání interiéru kabiny [36]	30
Obr. 26	Ovládací rozhraní – John Deere 8 Series	31
Obr. 27	GPS PILOT (Claas) [28]	32
Obr. 28	Koncept vodíkového traktoru – New Holland NH2 [37]	32
Obr. 29	Lindner Lintrac 90 (2014) [38]	33
Obr. 30	Fendt 8/9 Series (2014) [39]	34
Obr. 31	Prototyp Fendt 9 Series (2014) [40]	34
Obr. 32	Deutz-Fahr 9 Series (2014) [41]	35
Obr. 33	Detail kapoty Deutz-Fahr 9 [42]	35
Obr. 34	Lamborghini R7 (2014) [43]	36
Obr. 35	John Deere 9R Series (2014) [44]	37
Obr. 36	Claas Xerion (2014) [45]	37
Obr. 37	JCB Fastrac 4000 (2014) [46]	38
Obr. 38	Koncept Bolid (2007) [47]	39
Obr. 39	Koncept Bolid (2007) [48]	40
Obr. 40	Tractor Novo (2012) [49]	40
Obr. 41	Skicovací část práce na diplomovém projektu	43
Obr. 42	Varianta 1 – perspektivní pohled	44
Obr. 43	Varianta 1 – další pohledy	45
Obr. 44	Varianta 2 – perspektivní pohled	45
Obr. 45	Varianta 2 – čelní a boční pohled	46
Obr. 46	Varianta 3 – hlavní pohled	47

Obr. 47	Vývoj finální varianty – změkčování tvarů	48
Obr. 48	Vývoj finální varianty – řešení směrovosti	49
Obr. 49	Vývoj finální varianty – řešení tvarování kabiny	49
Obr. 50	Základní linie tvarového řešení	51
Obr. 51	Porovnání s konkurencí Claas Xerion, navržený design a JCB Fastrac	51
Obr. 52	Tvarové sjednocení základních prvků	52
Obr. 53	Usazení kabiny v kapotáži	52
Obr. 54	Tvarové řešení přístupu do kabiny	53
Obr. 55	Široké pneumatiky a blatníky natáčeující se spolu s koly	54
Obr. 56	Čelní a zadní osvětlení traktoru	55
Obr. 57	Finální tvarové řešení a jeho prvky	56
Obr. 58	Základní rozměry navrženého traktoru	57
Obr. 59	Rámový podvozek, nezávislé zavěšení kol a třibodový zadní závěs	58
Obr. 60	Úhly natočení kol a poloměr otáčení traktoru	59
Obr. 61	Koncepce pohonného ústrojí	60
Obr. 62	Schéma současných průtokových baterií s vanadiovým elektrolytem	61
Obr. 63	Hydraulický okruh traktoru	62
Obr. 64	Systém dotěžovacího závaží	63
Obr. 65	Prostorové znázornění pohonu	64
Obr. 66	Výhled v horizontální rovině	65
Obr. 67	Výhled v sagitální rovině	66
Obr. 68	Výhled ve frontální rovině	66
Obr. 69	Základní ergonomie přístupu do kabiny, srovnání s průměrnou postavou evropského muže	67
Obr. 70	Srovnání průměrné mužské postavy s rozměry traktoru	67
Obr. 71	Nastupování do kabiny traktoru	67
Obr. 72	Pro přístup do kabiny slouží rozměrné dveře	68
Obr. 73	Přístup k nádržím s elektrolytem	68
Obr. 74	Barevné řešení 1	69
Obr. 75	Barevné řešení 2	70
Obr. 76	Barevné řešení 3	71
Obr. 78	Barevná kombinace logotypu a názvu modelu	72
Obr. 79	Další rozmístění logotypu v rámci zemědělského traktoru	72
Obr. 77	Logotyp Haart se sloganem	72
Obr. 80	Traktor při práci	73
Obr. 81	Haart táhnoucí pluh	74
Obr. 82	Haart při orbě	75
Obr. 83	Traktor Haart s cisternou	76

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

USA	United States of America
GPS	Global Positioning System
LCD	Liquid Crystal Display
DC	Direct Current
IM	Induction Motors
SRM	Switched Reluctance Motors
NASA	National Aeronautics and Space Administration
LED	Light-Emitting Diode
4WD	Four-Wheel Drive

SEZNAM PŘÍLOH

zmenšený náhledový designerský poster (A4)
zmenšený náhledový ergonomický poster (A4)
zmenšený náhledový technický poster (A4)
zmenšený náhledový prezentační poster (A4)
fotografie modelu (A4)

prezentační poster (A1)
ergonomický poster (A1)
technický poster (A1)
designerský poster (A1)

model 1:10

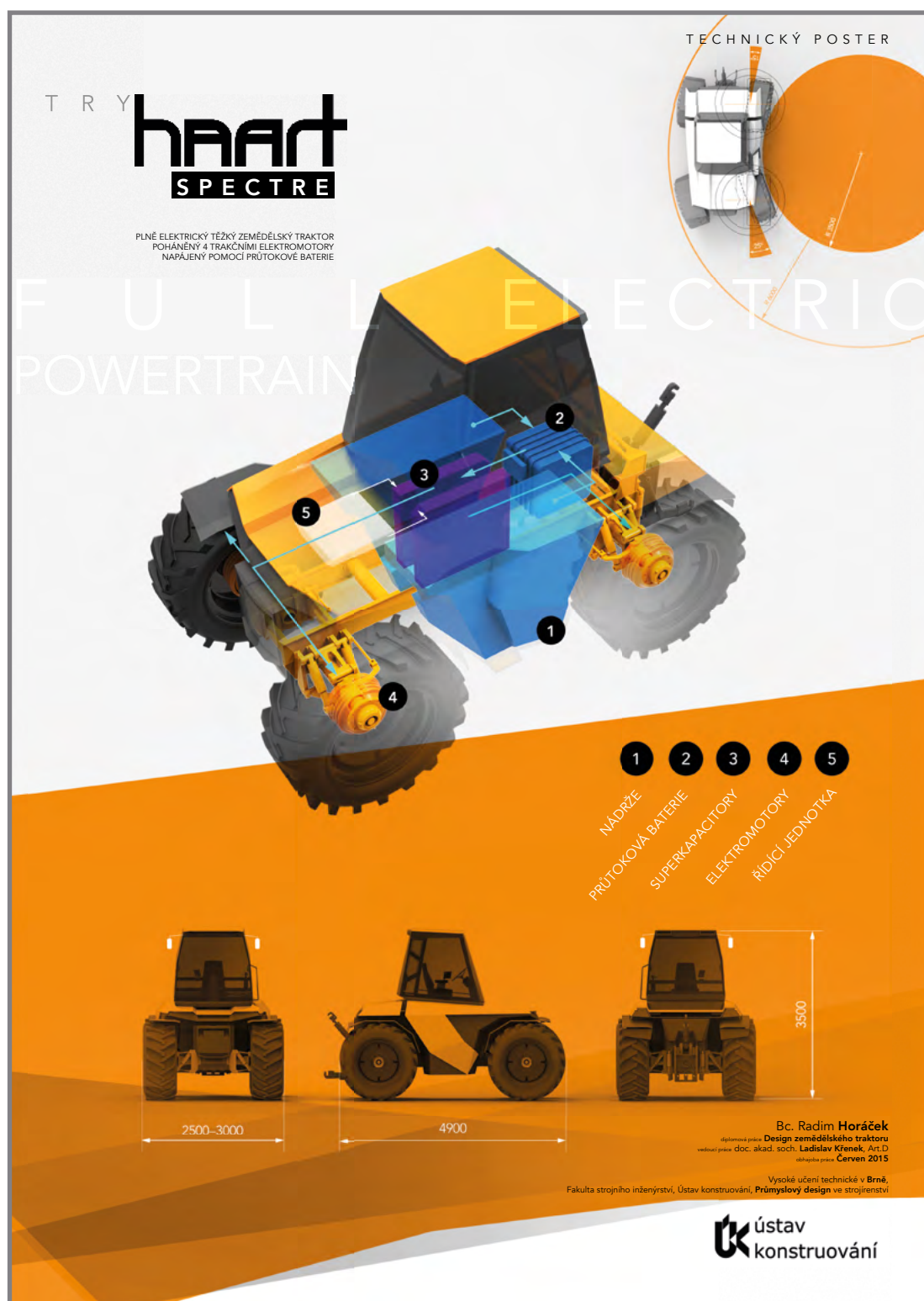
PŘÍLOHY – DESIGNERSKÝ POSTER



PŘÍLOHY – ERGONOMICKÝ POSTER



PŘÍLOHY – TECHNICKÝ POSTER



PŘÍLOHY – PREZENTAČNÍ POSTER



VLOŽENÁ PŘÍLOHA – FOTOGRAFIE MODELU
