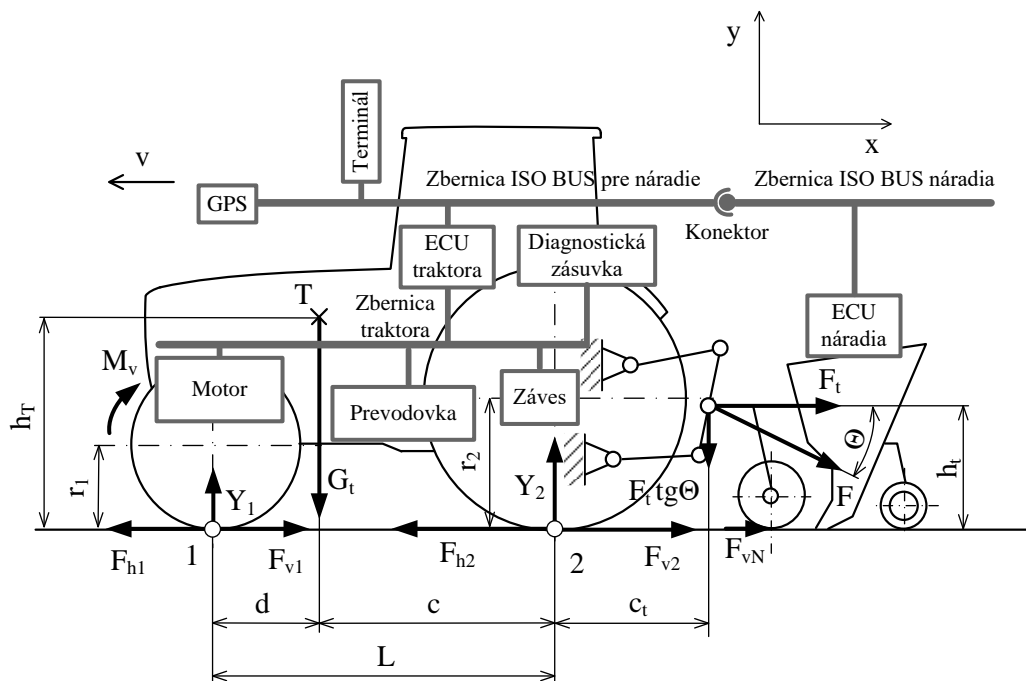


doc. Ing. Radoslav Majdan, PhD.  
 prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD.  
 Ing. Ján Kosiba, PhD.  
 Ing. Rudolf Abrahám, PhD.  
 Ing. Juraj Tulík, PhD.

## TEÓRIA A KONŠTRUKCIA TRAKTOROV



Nitra 2016

**Názov:** Teória a konštrukcia traktorov

**Autori:**

doc. Ing. Radoslav Majdan, PhD. (9,5 AH)  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Technická fakulta

prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD. (1,1 AH)  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Technická fakulta

Ing. Ján Kosiba, PhD. (1,0 AH)  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Technická fakulta

Ing. Rudolf Abrahám, PhD. (1,2 AH)  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Technická fakulta

Ing. Juraj Tulík, PhD. (1,09 AH)  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Technická fakulta

**Recenzenti:**

prof. Ing. Anton Žikla, CSc.  
Ing. Peter Lend'ák, PhD.

Schválil rektor Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 16. 11. 2016  
ako vysokoškolskú učebnicu pre študentov SPU v Nitre.

(c) Radoslav Majdan, Zdenko Tkáč, Ján Kosiba, Juraj Tulík, Rudolf Abrahám

ISBN 978-80-552-1580-8

# OBSAH

<b>POUŽITÉ VELIČINY</b> .....	<b>9</b>
<b>POUŽITÉ SKRATKY</b> .....	<b>15</b>
<b>POUŽITÉ OZNAČENIA</b> .....	<b>16</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>19</b>
<b>1 KONCEPČNÉ RIEŠENIE TRAKTOROV</b> .....	<b>21</b>
1.1 KRÁTKA HISTÓRIA TRAKTOROV .....	21
1.2 ZÁKLADNÉ KONCEPČNÉ RIEŠENIE TRAKTORA.....	22
1.2.1 <i>Jednonápravové traktory</i> .....	22
1.2.2 <i>Dvojnápravové kolesové traktory</i> .....	23
1.2.2.1 Dvojnápravové traktory s pohonom zadnej nápravy .....	23
1.2.2.2 Dvojnápravové traktory s pohonom všetkých kolies .....	23
1.2.2.3 Kĺbové traktory so „zalamovacím“ riadením .....	24
1.2.2.4 Dvojnápravové kultivačné traktory .....	24
1.2.3 <i>Pásové traktory</i> .....	25
1.2.3.1 Pásové traktory s tuhými podvozkami.....	25
1.2.3.2 Polopásové traktory a kolesopásové traktory .....	25
1.2.4 <i>Kĺbové pásové traktory</i> .....	26
1.2.5 <i>Trojnápravové traktory</i> .....	26
<b>2 MECHANIKA TRAKTORA</b> .....	<b>27</b>
2.1 HLAVNÉ ROZMERY TRAKTORA .....	27
2.1.1 <i>Vonkajšie rozmery traktora</i> .....	27
2.1.2 <i>Priemery kolesa</i> .....	29
2.2 HMOTNOSŤ A ŤAŽISKO.....	30
2.3 URČENIE SÚRADNÍC ŤAŽISKA KOLESOVÉHO TRAKTORA .....	31
2.3.1 <i>Sily a reakcie pôsobiace na stojaci kolesový traktor</i> .....	31
2.3.2 <i>Určenie pozdĺžnych súradníc ťažiska</i> .....	32
2.3.3 <i>Určenie polohy ťažiska v priečnom smere</i> .....	32
2.3.4 <i>Určenie výškovej súradnice ťažiska</i> .....	33
2.3.4.1 Experimentálne riešenie .....	33
2.3.4.2 Výpočtové riešenie.....	34
2.4 URČENIE POLOHY ŤAŽISKA PÁSOVÉHO TRAKTORA .....	35
2.4.1 <i>Pozdĺžne súradnice pásového traktora</i> .....	35
2.4.2 <i>Výšková súradnica pásového traktora</i> .....	36
2.5 URČENIE ŤAŽISKA Z HMOTNOSTÍ JEDNOTLIVÝCH ČASTÍ TRAKTORA .....	37
<b>3 SILY A REAKCIE PÔSOBIACE NA KOLESOVÝ A PÁSOVÝ TRAKTOR</b> ....	<b>39</b>
3.1 INTERAKCIE MEDZI KOLESOM A PODLOŽKOU .....	39
3.1.1 <i>Valenie pružného kolesa po takmer plastickej podložke</i> .....	39
3.1.2 <i>Vyjadrenie sily odporu valenia</i> .....	40
3.1.3 <i>Súčiniteľ valivého odporu</i> .....	41
3.2 KOLESÁ .....	43
3.2.1 <i>Rozchod kolies traktora</i> .....	44
3.2.1.1 Kolesá s možnosťou obojstrannej montáže .....	44
3.2.1.2 Kolesá s prestaviteľnou montážou ráfika .....	44
3.2.1.3 Náboj kolesa posuvný po hriadelí nápravy .....	46
3.2.2 <i>Traktorové pneumatiky</i> .....	48
3.2.2.1 Označovanie traktorových pneumatík .....	50
3.2.2.2 Určenie správneho rozmeru pneumatík pre traktor 4K4.....	51

3.2.2.3	Požiadavky na poľnohospodárske pneumatiky.....	52
3.2.2.4	Regulácia tlaku v pneumatikách.....	53
3.2.2.5	Plnenie traktorových pneumatík vodou.....	54
3.2.2.6	Demontáž traktorových pneumatík.....	55
3.3	SILY A REAKCIE PÔSOBIACE NA PÁSOVÝ TRAKTOR.....	57
3.3.1	<i>Pásový traktor stojaci na rovine</i> .....	57
3.3.2	<i>Pohybujúci sa pásový traktor</i> .....	58
<b>4</b>	<b>HNACIA SILA</b> .....	<b>59</b>
4.1	PRENOS HNACEJ SILY.....	59
4.2	ZDROJ HNACEJ SILY – MOTOR TRAKTORA.....	61
4.2.1	<i>Pohon traktora elektromotorom</i> .....	61
4.2.2	<i>Spaľovacie motory</i> .....	62
4.3	EKOLOGICKÉ POŽIADAVKY NA SPAĽOVACIE MOTORY.....	63
4.3.1	<i>Horenie zmesi paliva a vzduchu vo vznetrovom motore</i> .....	63
4.3.1.1	Dokonalé horenie paliva.....	63
4.3.1.2	Nedokonalé horenie paliva.....	63
4.3.2	<i>Emisie a emisné limity</i> .....	63
4.4	MOŽNOSTI ZNIŽOVANIA EMISÍ VO VÝFUKOVÝCH PLYNOCH.....	67
4.4.1	<i>Systémy na znižovanie emisií</i> .....	67
4.4.2	<i>Palivový systém</i> .....	68
4.4.2.1	Princíp činnosti a konštrukcia.....	69
4.4.3	<i>Eliminácia škodlivín vo výfukových plynoch</i> .....	71
4.4.3.1	Systém EGR.....	71
4.4.3.2	Systém SCR.....	73
4.4.3.3	Kombinácia systémov EGR a SCR.....	74
4.4.3.4	Porovnanie systému EGR a SCR.....	76
4.5	CHARAKTERISTIKY SPAĽOVACIEHO MOTORA.....	77
4.5.1	<i>Rozdelenie charakteristík</i> .....	77
4.5.2	<i>Prevýšenie krútiaceho momentu motora</i> .....	78
4.5.3	<i>Navýšenie výkonu motora</i> .....	80
4.6	VYBRANÉ SYSTÉMY ZLEPŠUJÚCE VLASTNOSTI TRAKTOROVÝCH MOTOROV.....	82
4.6.1	<i>Preplňovanie motora turbodúchadlom</i> .....	82
4.6.1.1	Turbodúchadlo.....	82
4.6.1.2	Turbodúchadlo s prepúšťacím ventilom a obtokom spalín.....	83
4.6.1.3	Turbodúchadlo s premenlivou geometriou lopatiek.....	83
4.6.1.4	Spojenie dvoch turbodúchadiel.....	84
4.6.1.5	Prínosy turbodúchadla pre charakteristiky traktorového motora.....	85
4.6.2	<i>Štvorventilová technika</i> .....	85
4.6.3	<i>Variabilné otáčky ventilátora chladičov</i> .....	86
4.6.3.1	Variátorový prevod pohonu ventilátora.....	87
4.6.4	<i>Lambda <math>\lambda</math> regulácia zloženia zmesi paliva a vzduchu</i> .....	89
4.6.4.1	Súčiniteľ prebytku vzduchu.....	89
4.6.5	<i>Katalytický konvertor výfukových plynov – katalyzátor</i> .....	89
4.6.5.1	Dvojcestný katalyzátor.....	90
4.6.5.2	Prevádzkové podmienky nevyhnutné na správnu činnosť katalyzátora.....	91
4.7	MERANIE PARAMETROV TRAKTOROVÝCH MOTOROV.....	92
4.7.1	<i>Význam merania parametrov motorov</i> .....	92
4.7.2	<i>Mobilné motorové brzdy</i> .....	93
4.7.3	<i>Parametre hodnotenia traktorových motorov a možnosti ich merania</i> .....	95

<b>5</b>	<b>SILOVÉ RIEŠENIE A TECHNICKO-EXPLOATAČNÉ VYBAVENIE TRAKTORA S NÁRADÍM.....</b>	<b>99</b>
5.1	TROJBODOVÝ ZÁVES TRAKTORA .....	101
5.1.1	<i>Konštrukcia trojbodového závesu .....</i>	101
5.1.2	<i>Kategórie trojbodových závesov .....</i>	103
5.2	HYDRAULICKÝ SYSTÉM TRAKTORA .....	104
5.2.1	<i>Traktorový hydrogenerátor .....</i>	105
5.2.1.1	Neregulačný hydrogenerátor .....	106
5.2.1.2	Regulačný hydrogenerátor.....	109
5.2.2	<i>Blok ventilov.....</i>	110
5.2.3	<i>Hydraulické obvody traktorov.....</i>	111
5.2.4	<i>Vonkajší hydraulický okruh traktora.....</i>	112
5.2.4.1	Rýchlospojky.....	112
5.2.4.2	Systém Load Sensing .....	114
5.2.5	<i>Ovládanie trojbodového závesu .....</i>	118
5.2.5.1	Polohová regulácia .....	119
5.2.5.2	Silová regulácia .....	119
5.2.5.3	Zmiešaná regulácia.....	119
5.2.5.4	Regulácia na konštantný preklz.....	119
5.3	OVLÁDACIE PRVKY HYDRAULICKÉHO SYSTÉMU.....	120
5.3.1	<i>Ovládanie trojbodového závesu .....</i>	120
5.3.2	<i>Ovládanie vonkajších okruhov hydraulického systému.....</i>	122
5.3.2.1	Rozvádzačové funkcie.....	122
5.3.2.2	Nastavenie prietoku do vonkajších hydraulických okruhov .....	123
5.4	ÚDRŽBA A DIAGNOSTIKA HYDRAULICKÉHO SYSTÉMU.....	125
5.4.1	<i>Olejové náplne .....</i>	125
5.4.2	<i>Kontrola technického stavu.....</i>	125
5.4.2.1	Kontrola hydraulického systému cez vonkajší hydraulický okruh .....	127
5.4.2.2	Kontrola na špeciálnom skúšobnom zariadení .....	130
5.4.2.3	Kontrola trojbodového závesu traktora.....	131
5.5	TRAKTOR SO VŠETKÝMI KOLESAMI V ROVNAKEJ VÝŠKE .....	133
5.5.1	<i>Riešenie traktora so závesným strojom pomocou výpočtu .....</i>	133
5.5.2	<i>Sila odporu valenia .....</i>	134
5.5.3	<i>Tahová sila.....</i>	134
5.5.4	<i>Moment odporu valenia .....</i>	134
5.5.5	<i>Dynamický prenos tiaže .....</i>	135
<b>6</b>	<b>GRAFICKÉ RIEŠENIE ŤAHAJÚCEHO TRAKTORA .....</b>	<b>137</b>
6.1	NESENÉ NÁRADIE .....	138
6.2	POLONESENÉ NÁRADIE .....	139
6.3	NÁVESNÉ NÁRADIE.....	140
6.4	PRIPOJENIE NÁRADIA K TRAKTORU.....	141
6.4.1	<i>EHR systémy traktorov.....</i>	141
6.4.2	<i>Zahĺbovanie náradia .....</i>	142
6.4.3	<i>Nadľahčovanie náradia.....</i>	143
6.5	TRAKTOR V BRÁZDE S KOLESAMI V NEROVNAKEJ VÝŠKE.....	144
<b>7</b>	<b>TRAKTORY S POHONOM VŠETKÝCH KOLIES.....</b>	<b>145</b>
7.1	PREKLZ KOLIES.....	145
7.1.1	<i>Vyjadrenie preklzu pomocou dráhy.....</i>	145

7.1.2	<i>Vyjadrenie preklzu pomocou otáčok kolies traktora</i> .....	145
7.1.2.1	<i>Vyjadrenie preklzu pomocou rýchlosti traktora</i> .....	146
7.2	<b>SILOVÉ RIEŠENIE TRAKTORA 4K4</b> .....	147
7.3	<b>POROVNANIE ŤAHOVÝCH VLASTNOSTÍ TRAKTORA 4K4 A 4K2</b> .....	149
7.3.1	<i>Porovnanie na základe podmienky riaditeľnosti</i> .....	149
7.3.2	<i>Porovnanie na základe konštrukčných parametrov traktora</i> .....	149
7.3.2.1	<i>Vyjadrenie ťahovej sily traktora 4K2</i> .....	150
7.3.2.2	<i>Porovnanie traktora 4K2 a 4K4</i> .....	151
<b>8</b>	<b>PRÁCA TRAKTORA NA SVAHU</b> .....	<b>153</b>
8.1	<b>POZDĹŽNA STABILITA KOLESOVÝCH TRAKTOROV</b> .....	154
8.1.1	<i>Ťahové vlastnosti traktora na spádnici</i> .....	155
8.2	<b>PRÁCA TRAKTORA NA VRSTEVNICI – PRIEČNA STABILITA</b> .....	157
8.2.1	<i>Zjednodušený výpočet</i> .....	157
8.2.2	<i>Reálny výpočet</i> .....	158
<b>9</b>	<b>KONŠTRUKČNÉ RIEŠENIA PRENOSU HNACEJ SILY NA PREDNÉ KOLESÁ</b> .....	<b>161</b>
9.1	<b>POHON PREDNEJ NÁPRAVY TRAKTORA</b> .....	161
9.1.1	<i>Prejazd traktora zákrutou</i> .....	163
9.2	<b>DIFERENCIÁL</b> .....	164
9.2.1	<i>Konštrukčné rozdelenie diferenciálov</i> .....	164
9.2.2	<i>Konštrukcia kuželového diferenciálu</i> .....	164
<b>10</b>	<b>HOSPODÁRNA A EKOLOGICKÁ PREVÁDZKA TRAKTOROV</b> .....	<b>169</b>
10.1	<b>UKAZOVATELE HOSPODÁRNOSTI TRAKTOROV</b> .....	169
10.2	<b>EFEKTÍVNE VYUŽITIE ŤAHOVEJ SILY TRAKTORA</b> .....	171
10.2.1	<i>Ťahová účinnosť a čiastkové účinnosti</i> .....	172
10.3	<b>VPLYV TECHNICKÉHO STAVU TRAKTORA A DENNEJ ÚDRŽBY NA SPOTREBU</b> .....	174
10.3.1	<i>Technický stav traktora</i> .....	174
10.3.2	<i>Údržba traktora</i> .....	175
10.4	<b>VPLYV VOEBY NÁRADIA A PREVÁDZKY TRAKTORA NA SPOTREBU PALIVA</b> .....	177
10.4.1	<i>Prevádzka traktora</i> .....	177
10.4.2	<i>Voľba náradia a spracovania pôdy</i> .....	178
<b>11</b>	<b>ELEKTRICKÉ PRÍSLUŠENSTVO TRAKTOROV</b> .....	<b>179</b>
11.1	<b>ELEKTRICKÁ SÚSTAVA TRAKTORA</b> .....	179
11.1.1	<i>Tavné poistky</i> .....	180
11.1.2	<i>Poistky midi a mega</i> .....	181
11.1.3	<i>Ističe</i> .....	181
11.1.4	<i>Poistkový box</i> .....	182
11.2	<b>AKUMULÁTOR</b> .....	183
11.2.1	<i>Konštrukcia akumulátora</i> .....	183
11.2.2	<i>Prevádzkové stavy akumulátora</i> .....	184
11.2.3	<i>Typy akumulátorov</i> .....	185
11.2.4	<i>Údržba akumulátora</i> .....	185
11.2.5	<i>Nabíjanie akumulátora počas prevádzky v traktore</i> .....	187
11.2.6	<i>Nabíjanie akumulátora mimo traktora</i> .....	187
11.2.6.1	<i>Požiadavky jednotlivých typov akumulátorov na nabíjanie</i> .....	188
11.2.7	<i>Štartovanie traktora štartovacími káblami</i> .....	188
11.2.8	<i>Príčiny poškodenia akumulátora</i> .....	189
11.3	<b>TOČIVÉ ZDROJE ELEKTRICKEJ ENERGIE V TRAKTORE</b> .....	190
11.3.1	<i>Dynamo</i> .....	190

11.3.2	<i>Alternátor</i> .....	191
11.3.3	<i>Prevádzka a údržba alternátorov</i> .....	194
11.4	SPŮŠŤAČ .....	195
11.4.1	<i>Údržba spúšťača počas prevádzky</i> .....	196
11.5	ELEKTRONICKÝ RIADIACI SYSTÉM TRAKTORA .....	197
11.5.1	<i>Usporiadanie a tvoriace prvky elektronického riadiaceho systému</i> .....	197
11.5.1.1	Snímače a čidlá požadovaných hodnôt .....	197
11.5.1.2	Akčné členy .....	201
11.5.1.3	Riadiaca jednotka .....	201
11.5.2	<i>Zbernicový systém</i> .....	203
11.5.2.1	Štruktúra dátovej zbernice .....	204
11.5.2.2	Význam dátovej komunikácie ISO BUS v poľnohospodárstve .....	206
11.5.3	<i>Elektrické zásuvky v traktoroch</i> .....	208
	<b>POUŽITÁ LITERATÚRA</b> .....	<b>210</b>
	<b>PRÍLOHA 1</b> .....	<b>216</b>
	<b>PRÍLOHA 2</b> .....	<b>216</b>

## Úvod

Ako samotný názov hovorí, vysokoškolská učebnica ponúka poznatky z oblasti teórie a konštrukcie traktorov.

Časti vysokoškolskej učebnice zamerané na teóriu vytvárajú východiská pre zvládnutie výpočtov vybraných parametrov traktorov, pričom obsah teoretických statí bol volený s ohľadom na praktickú uplatniteľnosť matematických vzťahov. Uvádzané vzťahy sú prakticky nezávislé od technických inovácií traktorov a s minimálnymi úpravami budú použiteľné pre výpočty parametrov traktorov aj v budúcnosti. Význam uvedených vzťahov spočíva tiež v ich univerzálnosti a použiteľnosti nie len pre traktory ale aj pre iné kolesové vozidlá.

Vedomosti o konštrukcii traktorov sa zameriavajú predovšetkým na oblasť technických inovácií základných konštrukčných celkov traktora ako je motor, pojazďové ústrojenstvo, hydraulická sústava traktora a elektrické príslušenstvo. Priestor je tiež venovaný informáciám o konštrukcii tých častí traktora, ktoré sú nevyhnutné pre výber vhodného typu traktora a pre pochopenie jeho prevádzkových možností.

Pozitívnym prínosom tejto vysokoškolskej učebnice by bolo, ak by pomocou zosumarizovaných teoretických informácií pomohla pri objasnení súvislostí, ktoré ovplyvňujú koncepčné riešenie traktora tak ako ho v súčasnosti poznáme a tiež zamerala pozornosť na traktor ako na stroj, v ktorom sa uplatňujú najnovšie technické inovácie s ohľadom na variabilitu a kvalitu vykonávaných prác a tiež na ekonomiku a ekológiu jeho prevádzky.

Autori



doc. Ing. Radoslav Majdan, PhD.  
prof. Ing. Zdenko Tkáč, PhD.  
Ing. Ján Kosiba, PhD.  
Ing. Rudolf Abrahám, PhD.  
Ing. Juraj Tulík, PhD.

## TEÓRIA A KONŠTRUKCIA TRAKTOROV

Vydala: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Vydanie: prvé  
Náklad: 100 ks  
Rok vydania: 2016  
Tlač: Vydavateľstvo SPU v Nitre  
AH-VH: 13,89-14,16

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.

ISBN 978-80-552-1580-8