

sapientia
tankönyvek



Pásztor Judit

Műszaki ismeretek I. Erőgépek

Scientia Kiadó

Pásztor Judit

Műszaki ismeretek I. – Erőgépek

Pásztor Judit

Műszaki ismeretek I. – Erőgépek

Egyetemi tankönyv

kertészmérnök és tájépítésmérnök

szakos hallgatók számára

Scientia Kiadó

Kolozsvár ■ 2024



Kiadja a

Scientia Kiadó

400112 Kolozsvár, Mátyás király (Matei Corvin) u. 4.

Tel./fax: +40-364-401454, e-mail: scientia@kpi.sapientia.ro

www.scientiakiado.ro

Felelős kiadó: Sorbán Angella

Lektor: Ilyés Szilárd (Gyergyószentmiklós)

Kiadói koordinátor: Szabó Beáta

Első kiadás: 2024

© Scientia 2024

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a nyilvános előadás, a rádió- és televízióadás, valamint a fordítás jogát, az egyes fejezeteket illetően is.

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
PÁSZTOR, JUDIT**

Műszaki ismeretek I. – Erőgépek : egyetemi tankönyv kertészmérnök és tájépítésmérnök szakos hallgatók számára / Pásztor Judit. - Cluj-

Napoca : Scientia, 2024

Conține bibliografie

ISBN 978-606-975-091-9

Tartalomjegyzék

Előszó	13
1. Bevezető fogalmak.....	15
1.1. A mértékegységek áttekintése	15
1.1.1. A Nemzetközi Mértékegységrendszer alap- és kiegészítő egységei .	15
1.1.1.1. A Nemzetközi Mértékegységrendszer alapegységei.....	15
1.1.1.2. A Nemzetközi Mértékegységrendszer kiegészítő egységei.....	16
1.1.2. A Nemzetközi Mértékegységrendszer származtatott egységei.....	17
1.2. Műszaki gyakorlatban használt mechanikafogalmak áttekintése	18
1.2.1. Kinematikai fogalmak.....	19
1.2.1.1. Sebesség	19
1.2.1.2. Gyorsulás	19
1.2.1.3. Szögsebesség	19
1.2.1.4. Fordulatszám	19
1.2.2. Dinamikai fogalmak.....	20
1.2.2.1. Erő	20
1.2.2.2. Nyomaték	20
1.2.2.3. Nyugalmi állapot	21
1.2.2.4. Egyensúlyi állapot	21
1.2.2.5. A statika alaptételei	21
1.3. Műszaki gyakorlatban előforduló jelenségek	21
1.3.1. Gravitáció.....	21
1.3.2. Súrlódási jelenségek	22
1.3.2.1. Csúszási súrlódás.....	22
1.3.2.2. Tapadási súrlódás.....	23
1.3.2.3. Gördülési ellenállás.....	23
1.3.3. Nyomás	23
1.4. Műszaki gyakorlatban használt energetikai fogalmak.....	24
1.4.1. Mechanikai munka	24
1.4.2. Teljesítmény	25
1.4.3. Energia	25
1.4.4. Hatásfok	25
2. A mezőgazdasági erőgép általános felépítése	27
2.1. A motor és segédberendezései	29
2.1.1. A belső égésű motorok általános felépítése.....	29
2.1.1.1. A belső égésű motor álló részei	29
2.1.1.2. A belső égésű motor mozgó részei.....	31

2.1.2.	Belső égésű motorok jellemző méretei.....	33
2.1.3.	Belső égésű motorok osztályozása	35
2.1.4.	Belső égésű motorok működése	36
2.1.4.1.	A négyütemű Otto-motor működése.....	36
2.1.4.2.	A négyütemű dízelmotor működése.....	37
2.1.4.3.	A négyütemű belső égésű motorok szelepvezérlése	38
2.1.4.4.	A négyütemű Otto- és dízelmotor indikátordiagramja	39
2.1.4.5.	A kétütemű Otto-motor működése	40
2.1.4.6.	A kétütemű dízelmotor működése.....	41
2.1.5.	Belső égésű motorok üzemi jellemzői.....	42
2.1.6.	A motorteljesítmény javításának néhány lehetősége	44
2.1.6.1.	Turbófeltöltéses, túltöltött motorok.....	44
2.1.6.2.	Belső égésű motorok égésterei	45
2.1.7.	Tüzelőanyag-ellátó rendszer	48
2.1.7.1.	Az Otto-motor és dízelmotor tüzelőanyag-ellátó berendezésének közös egységei	49
2.1.7.2.	Az Otto-motor tüzelőanyag-ellátó berendezésének sajátos egységei	52
2.1.7.3.	A dízelmotor tüzelőanyag-ellátó berendezésének sajátos egységei	54
2.1.7.4.	Üzemenyanyagok.....	60
2.1.8.	Kenőrendszer	62
2.1.9.	Hűtőrendszer	65
2.1.10.	Belső égésű motorok villamos berendezései	67
2.1.10.1.	Az akkumulátor	68
2.1.10.2.	Áramfejlesztők	70
2.1.10.3.	Indítómotor	71
2.2.	Teljesítményátviteli rendszer.....	72
2.2.1.	Tengelykapcsoló	73
2.2.1.1.	Súrlódásos tengelykapcsoló	74
2.2.1.2.	Röpsúlyos tengelykapcsoló	76
2.2.2.	Sebességváltó	77
2.2.2.1.	Egylépcsős sebességváltó	78
2.2.2.2.	Az előtéttengelyes sebességváltó	79
2.2.2.3.	A szorzórendszerű sebességváltó.....	80
2.2.2.4.	A sebességváltó kapcsolásai.....	80
2.2.3.	A kiegyenlítőmű/differenciálmű	81
2.2.4.	Teljesítményleadó tengely, TLT.....	84
2.3.	Járószerkezet	86
2.3.1.	A járószerkezet jellemző méretei, fogalmai	86
2.3.2.	Kerék-talaj-vontatás kapcsolata.....	87
2.3.3.	Erőgépek járószerkezetének felépítése.....	88

2.3.3.1.	A kerekes traktor járószerkezete	88
2.3.3.2.	Lánctalpas erőgépek járószerkezete	89
2.3.3.3.	Gumihevederes járószerkezet.....	91
2.4.	Kormány szerkezet	91
2.4.1.	Kormányzási módok.....	91
2.4.1.1.	Forgószámolyos kormányzás	92
2.4.1.2.	A tengelycsonk-kormányzás	93
2.4.1.3.	Helyben forduló kormányzási mód	94
2.4.1.4.	A derékcsuklós kormányzás.....	95
2.4.2.	A kormány szerkezet felépítése, működése.....	96
2.4.3.	A kormányzott kerekek beállítása.....	96
2.5.	Fékkormány.....	98
2.6.	Munkagépkapcsoló szerkezetek.....	101
2.6.1.	Függesztőszerkezet	102
2.6.2.	A hidraulikus emelő szerkezet és szabályozóberendezések	103
2.6.3.	Gyorskapcsoló szerkezetek.....	104
2.6.4.	Vonószerkezetek	104
2.7.	Vezetőfülke	105
3.	Traktorok üzemeltetése.....	109
3.1.	Erőgépek stabilitása	109
3.1.1.	Hosszirányú stabilitás vizsgálata	109
3.1.1.1.	Hosszirányú stabilitás vizsgálata vontatásnál	110
3.1.1.2.	Hosszirányú stabilitás vizsgálata függesztett munkagép esetén	110
3.1.1.3.	Az erőgép hosszirányú stabilitásának biztosítása	111
3.1.2.	A keresztirányú stabilitás vizsgálata.....	112
3.1.2.1.	Oldalra csúszás lejtőn.....	112
3.1.2.2.	Oldalra borulás lejtőn.....	113
3.1.2.3.	Erőgép keresztirányú stabilitásának biztosítása lejtőn.....	115
3.1.2.4.	A keresztirányú stabilitás vizsgálata kanyarodáskor	115
3.2.	Üzemeltetési veszteségek	116
3.2.1.	Áttételi veszteség	117
3.2.2.	Önvontatási veszteség	117
3.2.3.	Csúszási veszteség	120
3.2.4.	Légellenállási veszteség.....	122
3.2.5.	Gyorsulási veszteség.....	123
3.2.6.	Emelkedési veszteség	123
3.3.	Az erőgép vonóhorog-teljesítménye	124
3.4.	Belső égésű motorral ellátott erőgép teljesítményfolyama	125
3.5.	Az erőgép vonóerő-jelleggörbéje	126
3.5.1.	A maximális vonóerő növelése a tapadási tényező növelésével ...	127

3.5.2. A maximális vonóerő növelése az adhéziós súlyerő növelésével .	128
4. A traktorok típusai	131
4.1. A traktor kiválasztásának szempontjai	131
4.2. Traktorkialakítások	132
4.2.1. Univerzális traktorok	134
4.2.2. Szántótraktorok.....	135
4.2.3. Különleges rendeltetésű traktorok	137
4.2.3.1. Kertészeti traktorok	137
4.2.3.2. Ültetvénytraktorok.....	138
4.2.3.3. Hidas traktorok	139
4.2.3.4. Eszközhordozó.....	140
4.2.4. Fűnyíró traktorok.....	141
4.2.5. Erdészeti traktor.....	143
4.2.6. Kommunális traktorok.....	144
5. Energiagazdálkodás a mezőgazdaságban	147
5.1. Az energiaforrások áttekintése	147
5.2. Mezőgazdasági hulladékok, melléktermékek energetikai hasznosítása	150
5.2.1. Hulladéktüzelés	151
5.2.2. Pirolízis	152
5.2.3. Biogáz-előállítás.....	152
5.3. Bioüzemanyagok.....	154
5.4. Napsugárzás	155
5.4.1. A napsugárzás energiája (olvasmány).....	155
5.4.2. A napsugárzás energetikai hasznosítása	157
5.4.2.1. Napkollektor	157
5.4.2.2. Napelem	158
Felhasznált és ajánlott irodalom	161
Melléletek.....	163
Rezumat: Cunoștințe tehnice I. – Tractoare.....	165
Abstract: Technical Knowledge – Tractors	167
A szerzőről	169

Cuprins

Introducere	13
1. Concepte introductive.....	15
1.1 Unități de măsură	15
1.2 Concepte mecanice în practica inginerescă	18
1.3 Fenomene în practica inginerescă	21
1.4 Concepte energetice în practica inginerescă	24
2. Construcția tractoarelor	27
2.1 Motoare cu ardere internă și sisteme auxiliare	29
2.2 Transmisia tractoarelor	72
2.3 Sistemul de rulare al tractoarelor	86
2.4 Sistemul de direcție al tractoarelor	91
2.5 Sistemul de frânare al tractoarelor	98
2.6 Echipamente de cuplare a tractorului	101
2.7 Cabina tractorului	105
3. Exploatarea tractoarelor	109
3.1 Stabilitatea tractoarelor	109
3.2 Pierderi de exploatare	116
3.3 Puterea de tracțiune a tractorului	124
3.4 Fluxul de putere al tractorului	125
3.5 Curba caracteristică a puterii de tracțiune a tractorului	126
4. Tipuri de tractoare	131
4.1 Criterii de selecție a tractoarelor	131
4.2 Modele de tractoare	132
5. Gestionarea energiei în agricultură	147
5.1 Surse de energie	147
5.2 Recuperarea energiei din deșeuri și subproduse agricole	150
5.3 Biocombustibili	154
5.4 Radiația solară	155
6. Literatura de specialitate utilizată și recomandată	161
7. Anexe	163

Table of Contents

Introduction.....	13
1. Introductory concepts	15
1.1 Units of measurement	15
1.2 Mechanical concepts used in engineering practice	18
1.3 Phenomena in engineering practice	21
1.4 Energy concepts in engineering practice	24
2. Tractor construction	27
2.1 Internal combustion engines and auxiliary system	29
2.2 Tractor transmission	72
2.3 Tractor drive system	86
2.4 Tractor steering system	91
2.5 Tractor braking system	98
2.6 Tractor coupling equipment	101
2.7 Tractor cab	105
3. Exploitation of tractor	109
3.1 Stability of tractors	109
3.2 Operating losses	116
3.3 Tractor tractive power	124
3.4 Tractor power flow	125
3.5 Tractor tractive power characteristic curve	126
4. Types of tractors	131
4.1 Tractor selection criteria	131
4.2 Tractor models	132
5. Energy management in agriculture	147
5.1 Energy sources	147
5.2 Energy recovery from agricultural waste and by-products	150
5.3 Biofuels	154
5.4 Solar radiation	155
6. Literature used and recommended	161
7. Annexes	163

Előszó

A *Műszaki ismeretek – erőgépek és kertészeti gépek* elnevezésű tantárgy a kertész-mérnöki és tájépítésmérnöki képzés során tanulandó szakmai alapozó tananyag. A tantárgy célja a mezőgazdasági, kertészeti, tájépítészeti gyakorlatban használt műszaki megvalósítások bemutatása.

A tananyag két nagy részre, az erőgépek, traktorok, illetve a kertészeti munkagépek tárgykörökre tagolódik. Mivel e témakörök nagyon tágak, elsajátításuk a kötelező alafogalmakon és jártasságon túl olyan további ismereteket is igényel, amelyek segítik a jobb megértés folyamatát. Ennek megfelelően a tantárgyhoz a tankönyvet két kötetbe szerkesztettük: *Műszaki ismeretek I. – Erőgépek és Műszaki ismeretek II. – Kertészeti gépek*.

A jelen tankönyv, a *Műszaki ismeretek I. – Erőgépek*, első fejezetében a mérnöki gyakorlatban nélkülözhetetlen alafogalmak, fizikai mennyiségek értelmezése történik, amelyekkel a későbbi tanulmányaik során folyamatosan találkozniuk a hallgatók. A tantárgy a középiskolai matematika és fizika tananyagra alapoz, de figyelembe veszi, hogy a hallgatók matematikai, természettudományos tudása eltérő, így a szemléletes, egyszerű magyarázatokra épít. Remélem, hogy a tananyag áttanulmányozása a hallgatóban azt a felismerést kelti, hogy a fizikai és a matematikai tudományok alapjai megközelíthetőek, megérthetőek, hasznosak, és ezáltal akár utólag is megszépülhetnek ezek a tantárgyak. Ezt a felismerést a fiatalabb diákoknak továbbadva a matematika- és fizikakedvelők tábora is bővíthet.

Ebben a tankönyvben alapvetően a legfontosabb mezőgazdasági erőgép, a traktor felépítése kerül ismertetésre. Néhány fejezet részletesebb, kihasználva, hogy a bemutatás során alkalmazott természettudományos ismeretek gyakorlathoz kötődnek és így érthetőbbé válhatnak, jobban rögzíthetőek. Ennek érdekében egyszerű ábrák, képek szemléltetik a szerkezeteket. A többnyire saját készítésű ábrákat a tanórákon is megrajzoljuk, ami könnyebbé teszi a tananyag elsajátítását.

A tananyag bemutatása során a hangsúly az energetikai szemléletre és a műszaki fejlesztés indíttatására helyeződik. A tankönyv folyamatosan kitér a mezőgazdasági gépesített termelés környezetre gyakorolt hatására, előkészítve azokat az alapokat, amelyek segítségével a majdani szakemberek nyitottak lesznek a környezetkímélő mezőgazdasági technológiák alkalmazására, és képessé válnak a sajátos körülményeknek megfelelő erőgép, erőgépek kiválasztására.

A jegyzet szakmai körökben ismert, elfogadott tényeket, összefüggéseket tartalmaz, amelyek többnyire minden hasonló témájú szakkönyvben szerepelnek. A cél az, hogy ezek egy helyen, egységes jelöléssel, egymással összefüggésben és egy-

másra épülve olyan műszaki fogalomtárrá alakuljanak, amelyhez az olvasó bármikor visszanyúlhat. Remélem, hogy az itt található információk alapján a világhálóról érkező információkat is jobban megértik, okosan szűrik, használják majd az olvasók.

A tankönyv előkészületben lévő második kötete, a *Műszaki ismeretek II. – Kertészeti gépek*, a kertészeti termesztés gépeinek ismertetését tartalmazza. Témakörei végigvezetik az olvasót a műszaki megvalósítások sokaságán a tereprendezéstől a növények betakarításáig.

Marosvásárhely, 2024. március

A szerző

1. fejezet

Bevezető fogalmak

A műszaki ismeretek technikai ismeretek. A technika alkalmazott fizika. A technika módszerek, eljárások összessége, rendszere, amelyek segítségével az ember a természet törvényeit a maga javára alkalmazni képes. A technika ugyanakkor mesterségbeli tudást, gyakorlatot, készséget is jelent. A technika szorosan összefügg a fizika fejlődésével.

A fizika az anyag egyetemes mozgástörvényeivel foglalkozó tudomány. A fizika alaptudomány, mert megállapításait, vizsgálati módszereit a többi tudomány is felhasználja.

Az anyag mérhető tulajdonságait fizikai mennyiségeknek nevezzük. Méréskor összehasonlítjuk a fizikai mennyiséget egy ugyanolyan jellegű, egységül választott mennyiséggel, a mértékegységgel.

1.1. A mértékegységek áttekintése

A *mértékegységek* fizikai mennyiségek egységül választott mennyiségek, amelyek segítségével a mérendő mennyiség számszerűen kifejezhető.

A legfontosabb fizikai mennyiségeket nemzetközi megállapodás rögzíti. A nemzetközi megállapodás alapján a fizikai mennyiségeket két nagy osztályba sorolják:

- alpmértékegységekre;
- származtatott mértékegységekre, az alpmértékegységek segítségével származtatják.

Az alapul választott mennyiségek és azok választott egységei alapján különböző mértékegység-rendszerek vannak. Románia 1961 óta a Nemzetközi Mértékegységrendszert (SI, Sistem International of Units) használja.

1.1.1. A Nemzetközi Mértékegységrendszer alap- és kiegészítő egységei

A Nemzetközi Mértékegységrendszer alap- és kiegészítő egységei az 1. táblázatban találhatóak.

1.1.1.1. A Nemzetközi Mértékegységrendszer alapegységei

A *méter* a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalban őrzött platina-irídium ötvözetből készült nemzetközi méter-prototípuson, két vonás közötti távolság 0 C°

hőmérsékleten. A méter annak az útnak a hossza, amelyet a fény vákuumban $1/299792458$ másodperc alatt tesz meg.

A *kilogramm* az 1889-es évben, Párizsban tartott első Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet által elfogadott és e hivatalban őrzött platina-irídium henger tömege.

A *másodperc* az alapállapotú cézium-133 atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás 9192631770 periódusának időtartama.

1. táblázat. Nemzetközi Mértékegységrendszer alap- és kiegészítő egységei

Nr.	Fizikai mennyiség	Fizikai mennyiség jele	Mértékegység	Mértékegység jele
1	hosszúság	L, l, s, S, ...	méter	m
2	tömeg	M, m,	kilogramm	kg
3	idő	T, t	másodperc	s
4	villamos áramerősség	I	amper	A
5	hőmérséklet	T, t	kelvin	K
6	anyagmennyiség	μ	mól	mol
7	fényerősség	-	kandela	cd
Kiegészítő egységek:				
8	síkszög	α, β, \dots	radián	rad
9	térszög	-	steradián	sr

Forrás: szerző saját szerkesztése

Az *amper* olyan állandó villamos áram erőssége, amely két végtelen hosszúságú, egyenes, párhuzamos, elhanyagolhatóan kis körkeresztmetszetű, egymástól 1 m távolságra lévő vezetőben van, és e két vezető között $2 \cdot 10^{-7}$ N erőt hozna létre.

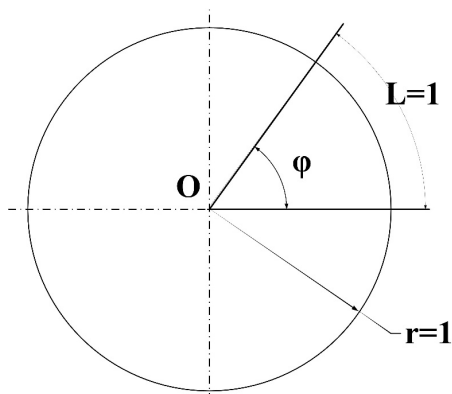
A *kelvin* a víz hármaspontja termodinamikai hőmérsékletének $1/273,16$ -szorososa. A $0\text{ }^\circ\text{C} = 273,15\text{ K}$. *Megjegyzés:* A kelvin definíciójában szereplő $273,16$ -szoros osztótól való eltérés oka, hogy a víz hármaspontja nem $0\text{ }^\circ\text{C}$, hanem $0,01\text{ }^\circ\text{C}$.

A *mól* annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi részecskét tartalmaz, mint ahány atom van $0,012\text{ kg C}_{12}$ -ben, vagyis $6,023 \cdot 10^{23}$ számú elemi egységet.

A *kandela* olyan fényforrás erőssége, amely $540 \cdot 10^{12}$ Hz frekvenciájú monokromatikus fényt bocsát ki, sugárerőssége ebben az irányban $1/683$ watt/steradián.

1.1.1.2. A Nemzetközi Mértékegységrendszer kiegészítő egységei

A *síkszög* mértékegysége a radián, jele: [rad]. Egy *radián* az egységnyi sugarú kör egységnyi körívéhez tartozó középponti síkszög mértéke (1. ábra).



1. ábra. A radián értelmezése

A térszög mértékegysége a szteradián, jele: [sr]. Egy szteradián az egységnyi sugarú gömb egységnyi területű gömbfelületrészéhez tartozó középponti térszög.

Megjegyzések:

- a kiegészítő egységek dimenzió nélküli egységek;
- az azonos mértékegységű fizikai mennyiségek gyűjtőneve a mennyiség-fajta, pl. a hosszúság mennyiségfajtaához tartozik a távolság, a magasság, hullámhossz, átmérő, [m].

1.1.2. A Nemzetközi Mértékegységrendszer származtatott egységei

A Nemzetközi Mértékegységrendszer származtatott egységei az alapegységek és a kiegészítő egységek szorzataként származtathatók, számíthatók:

$$q = m^a kg^b s^c A^d K^e mol^f cd^g rad sr.$$

Az egyenlőség jobb oldala a fizikai mennyiség dimenzióját, fizikai lényegét fejezi ki. Egy adott fizikai mennyiség nagyságát egy kéttényezős szorzat fejezi ki:

$$\text{Mennyiség} = \text{mérőszám} \cdot \text{mértékegység}.$$

A mérőszám megmutatja, hogy a mennyiség hányszorosa az egységnek. Számítások során a mérőszám mellé mindig kiírjuk a mértékegységet, jelezve, hogy fizikai mennyiségekkel dolgozunk.

A mérnöki szakterületeken belül elfogadott néhány származtatott mértékegység az I. mellékletben található.

A II. melléklet azon fizikai mennyiségeket és mértékegységeit tartalmazza, amelyek korlátozás nélkül használhatóak.

A származtatott egységeken belül vannak külön névvel ellátott származtatott egységek, néhány a III. mellékletben kerül bemutatásra.

A származtatott mértékegységek jelölésében gyakran használják a görög ábécé betűit, a IV. mellékletben lehet megtekinteni.

A mértékegységek többszöröseit és törtrészeit az egység elé illesztett, egy szorzót jelentő prefixummal lehet képezni, lásd 2. táblázat.

2. táblázat. *SI előtagok, prefixumok*

Előtag	Jele	Szorzó	Szorzó számnév	Előtag	Jele	Szorzó	Szorzó számnév
peta-	P	10^{15}	billiárd	deci-	d	10^{-1}	tized
tera-	T	10^{12}	billió	centi-	c	10^{-2}	század
giga-	G	10^9	milliárd	milli-	m	10^{-3}	ezred
mega-	M	10^6	millió	mikro-	μ	10^{-6}	milliomod
kilo-	k	10^3	ezer	nano-	n	10^{-9}	milliárdod
hekto-	h	10^2	száz	piko-	p	10^{-12}	billiomod
deka-	da	10	tíz	femto-	f	10^{-15}	billiárdod

Forrás: szerző saját szerkesztése Heinrich (1976) alapján

1.2. Műszaki gyakorlatban használt mechanikafogalmak áttekintése

A mechanika a fizika azon tudományrésze, amely a mozgások és erők tanulmányozásával foglalkozik (Heinrich 1976). A 2. ábra segít eligazodni a mechanika fogalmaiban.



2. ábra. *A mechanika foglalmi*

A *kinematika* a mozgások leírásával foglalkozik.

A *dinamika* a mozgást okozó erők leírásával foglalkozik.

A *statika* az erőrendszerek tulajdonságaival és a nyugalomban lévő szerkezetek erőviszonyaival foglalkozik.

A *kinetika* az erők és a hatásukra létrejövő mozgások kapcsolatát, törvényszerűségeit vizsgálja.

1.2.1. *Kinematikai fogalmak*

A kinematika a testek mozgását tanulmányozza, a mozgás okának feltárása nélkül. Mozgás során a test megváltoztatja a helyzetét más testekhez képest. Ezt a helyzetváltoztatást a mozgáspálya, sebesség, gyorsulás jellemzi.

1.2.1.1. *Sebesség*

A sebesség egy pontszerű test mozgásának jellemzésére szolgáló fizikai mennyiség. A sebességnek van nagysága és iránya, ezért vektormennyiség.

Értelmezése: időegység alatt megtett út. Az alábbi összefüggések egyikével írható le:

$$v = f(t, s) = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \left[\frac{m}{s} \right]. \quad (1)$$

1.2.1.2. *Gyorsulás*

A gyorsulás egy pontszerű test mozgásának jellemzésére szolgáló fizikai mennyiség. A gyorsulásnak van nagysága és iránya, ezért vektormennyiség.

Értelmezése: időegység alatti sebességváltozás. Az alábbi összefüggések egyikével írható le:

$$a = f(\Delta v, \Delta t) = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt} \left[\frac{m}{s^2} \right]. \quad (2)$$

1.2.1.3. *Szögsebesség*

A szögsebesség pontszerű test körmozgását vagy merev test tengely körüli forgását jellemző mennyiség.

Értelmezése: egységnyi idő alatt bekövetkező szögelfordulás. Az alábbi összefüggésekkel írható le:

$$\omega = f(\varphi, t) = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \left[\frac{rad}{s} \right]. \quad (3)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \left[\frac{rad}{s} \right], \quad (4)$$

ahol: T egy körfordulás ideje, periódusa [s].

A szögsebesség mértékegysége [rad/s], másként [1/s].

1.2.1.4. *Fordulatszám*

A fordulatszám a forgó testek, alkatrészek, gépek időegység alatti teljes körfordulásainak száma.

$$n = \frac{1}{T} [\text{ford}/s]. \quad (5)$$

Összefüggés a szögsebesség és fordulatszám között:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{1}{n}} = 2\pi \cdot n \left[\frac{\text{rad}}{s} \right], \quad (6)$$

ahol: T egy körfordulás periódusa [s]; n fordulatszám [1/s].

1.2.2. Dinamikai fogalmak

A dinamika az erők és erőrendszerek tulajdonságaival és a nyugalomban lévő szerkezetek erőviszonyaival foglalkozik. Fogalmai: az erő, a nyomaték, a nyugalmi állapot, az egyensúlyállapot.

1.2.2.1. Erő

Az erő a testeknek egymásra gyakorolt hatása.

Az erő hatására történhet:

- alakváltoztatás;
- megváltozhat egy test vagy rendszer mozgásállapota.

Az erő hatása több módon nyilvánulhat meg:

- a testek érintkezése által: egy pontban, koncentráltan, vagy megoszló erők esetén egy egyenes vagy felület mentén;
- a testek érintkezése nélkül, pl. tömegvonzás, mágneses kölcsönhatás, sugárhatás.

Az erő jellemzői: nagyság, irány, irányítottság, támadópont, ezért vektormennyiség. Az erő irányát a vektor hatásvonalának hajlásszögével, irányítottságát a vektor végére helyezett nyílal adják meg, nagyságát a vektor hosszával, lépték segítségével határozzák meg. A támadópontot súlyerő esetén a tömegközéppontba, más erő esetén a vizsgált hatópontba javasolt helyezni.

Newton axiómái szerint az erő egyenesen arányos az m tömegű testen előidézett a gyorsulással:

$$F = m \cdot a [N]. \quad (7)$$

Mértékegysége a newton, jele [N], ahol $1N = 1kg \frac{m}{s^2}$.

1.2.2.2. Nyomaték

A nyomaték az erő forgató hatása. A forgató hatás akkor jelentkezik, ha az erő iránya nem egyezik az elmozdulás irányával. A nyomaték is vektoriális mennyiség, iránya, irányítottsága, nagysága van. Jele \mathbf{M} . A forgató hatás egyenesen arányos az \mathbf{F} erő nagyságával és a forgástengelytől mért \mathbf{r} merőleges távolsággal, amelyet az erő karjának is neveznek. Összefüggése:

$$\mathbf{M} = \mathbf{F} \times \mathbf{r} [N\ m]. \quad (8)$$

Megjegyzések:

- Az óramutató járásával megegyező forgásirány pozitív nyomatékiránynak tekinthető.
- A mértékegység [N m] a newtonméter, így nem téveszthető össze a mN, millinewton mértékegységgel.

1.2.2.3. Nyugalmi állapot

Egy test nyugalmi állapotban van, ha a sebessége egyenlő nullával.

1.2.2.4. Egyensúlyi állapot

Egy test egyensúlyi állapotban van, ha a gyorsulása egyenlő nullával.

A dinamika alaptörvénye: egy testre ható erők eredője egyenlő a test tömegének és gyorsulásának szorzatával. Így az egyensúly feltétele:

$$\Sigma \mathbf{F} = 0. \quad (9)$$

Megjegyzés: Egy test akkor van egyensúlyban, ha nem halad és nem fordul el a Földhöz képest.

1.2.2.5. A statika alaptételei

Két közös támadópontú erő eredője az erők támadópontján halad át, és nagysága az erők vektoriális összege.

Két egymással érintkező test azonos nagyságú, azonos irányú, de ellentétes irányítottságú erővel hat egymásra. Vagyis minden aktív erő kivált egy visszahatást, amelyet reakcióerőnek nevezünk.

1.3. Műszaki gyakorlatban előforduló jelenségek

1.3.1. Gravitáció

A Föld felszínének közelében magukra hagyott testek Föld felé történő mozgása a test és a Föld közötti gravitációs kölcsönhatásnak, jelenségnek köszönhető. Fogalmi: nehézségi erő, súlyerő, nehézségi gyorsulás.

A **súlyerő** a test súlya a test által az alátámasztásra kifejtett erőhatás. A test tömege és a nehézségi gyorsulás szorzataként számítható:

$$G = m \cdot g [N], \quad (10)$$

ahol: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$, a nehézségi gyorsulás; m a test tömege [kg].

Megjegyzések:

- Egy test súlyereje a Föld felszínén nem mindenhol egyforma, ugyanis a nehézségi gyorsulás földrajzihely-függő, az Egyenlítőn kisebb, a sarkokon

nagyobb, $g_E = 9,78 \text{ m/s}^2$, $g_S = 9,83 \text{ m/s}^2$. Mindennapi gyakorlatban $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ -nek tekinthető.

- Gyakran tévesztjük össze a *tömeg* és a *súly* szavainkat. A *tömeg* az a fizikai mennyiség, amely egyértelműen jellemzi az anyagot, földrajzi helytől függetlenül.

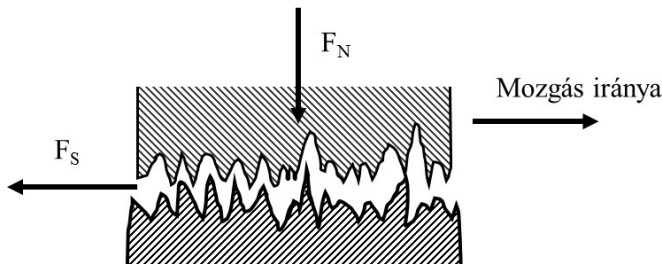
1.3.2. Súrlódási jelenségek

Súrlódási jelenségek két egymással érintkező és egymáson elmozduló felület között lépnek fel, amelyek akadályozzák az egymáshoz képest való elmozdulást (Heinrich 1976). Szilárd testek egymáson való elmozdulása alkalmával külső súrlódás lép fel, ennek leggyakrabban előforduló esetei:

- csúszási súrlódás;
- tapadási súrlódás;
- gördülési súrlódás.

1.3.2.1. Csúszási súrlódás

A testek felülete sohasem sima, apró kiemelkedései vagy bemélyedései vannak. Ha két testet egymásra helyezünk, a felső súlyerejének köszönhetően az érintkező felületek kiálló részecskéi egymásba akadnak és akadályozzák az elmozdulást (3. ábra).



3. ábra. Csúszási súrlódás szemléltetése

Tehát a súrlódóerő iránya megegyezik a mozgás irányával, irányítása ellentétes, a nagysága függ a felületeket egymáshoz szorító F_N erő nagyságától, az érintkező felületek anyagától és érdességétől. A felületek jellemzését a μ csúszósúrlódási együttható fejezi ki:

$$F_S = \mu \cdot F_N \text{ [N]}. \quad (11)$$

Megjegyzés: A súrlódási erő független a felületek nagyságától, a mozgás sebességétől. A csúszási súrlódás a már mozgó testek között lép fel.

1.3.2.2. Tapadási súrlódás

A nyugalomban lévő test csak akkor kezd el csúszni, ha a húzóerő nagysága már elér egy elmozduláshoz szükséges küszöbértéket. Az elmozdulás pillanatáig a húzóerővel ellentétesen ható erőt tapadási erőnek nevezik. Az F_t tapadási erő értéke az alábbi összefüggéssel számítható:

$$F_t = \mu_0 \cdot F_N [N], \quad (12)$$

ahol: μ_0 a tapadási együttható.

Megjegyzés: $\mu_0 > \mu$, $\mu < 1$. Mind a csúszás, mind a tapadás a felületek egyenetlensége miatt, vagy a nagyon sima felületek esetén a molekulák között fellépő adhézió következtében jelentkezik.

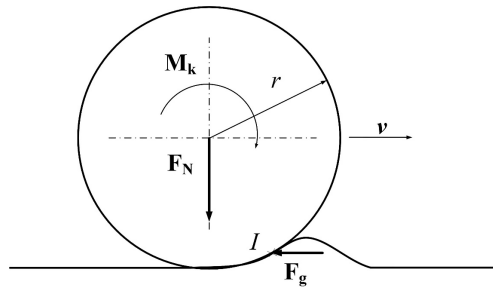
1.3.2.3. Gördülési ellenállás

Nemcsak a testek csúsztatásához kell erőt kifejtenünk, hanem a testek gördítéséhez is. A gördülés közben a testek alakváltozást szenvednek, deformálódnak, ez egy ellenállás, amit le kell győzni (4. ábra). Ez ellenáll az előrehaladásnak, emiatt nevezik gördülési ellenállásnak, jelölése F_g .

A gördülési ellenállás egyenesen arányos a felületre merőleges nyomóerővel és fordítottan arányos a gördülési sugárral. Az alábbi összefüggéssel számítható:

$$F_g = \mu_g \frac{F_N}{r} [N], \quad (13)$$

ahol: μ_g a gördülési ellenállási tényező [m]; F_N a felületre merőleges nyomóerő [N]; r a kerék sugara [m].



4. ábra. A gördülési ellenállás szemléltetése

1.3.3. Nyomás

A nyomás egységnyi felületre merőlegesen ható nyomóerő, jele p . A felületre ható merőleges F erő és az A felület hányadosából számítják:

$$p = \frac{F}{A} [Pa]. \quad (14)$$

A fellépő fizikai jelenségek függvényében többféle nyomást különböztetnek meg, ennek megfelelően többféle mértékegységet használnak a mérésére. A különböző szakterületek nyomásféléseinek mértékegységeit és a köztük lévő összefüggéseket az I. melléklet foglalja össze.

1.4. Műszaki gyakorlatban használt energetikai fogalmak

A mérnöki gyakorlatban gyakran használt energetikai fogalmak: a mechanikai munka; a teljesítmény; az energia; a hatásfok.

1.4.1. Mechanikai munka

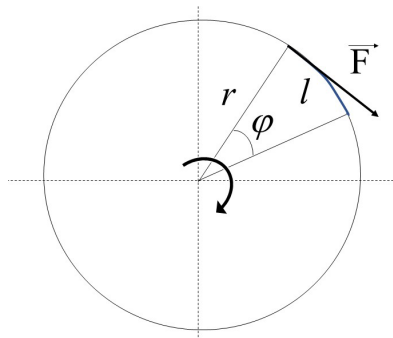
A mechanikai munka erőhatás általi energiaközlés. Jele L . Kiszámítható az erő és az elmozdulás szorzataként. Egyenes vonalú mozgás esetén:

$$L = F \cdot l \text{ [J]}. \quad (15)$$

Mértékegységének saját neve van, a joule, [J], $1\text{ J} = 1\text{ N m}$.

Észrevétel: a mechanikai munka és az erő nyomatékának dimenziója megegyezik (N m), de nem azonos a jelentésük, az egyik vektormennyiség, a másik skalármennyiség.

Forgó mozgás esetén a mechanikai munka az 5. ábra alapján értelmezhető:



5. ábra. Mechanikai munka értelmezése forgó mozgás esetén

Mechanikai munka értéke forgó mozgás esetén az alábbi összefüggésekkel számolható:

$$L = F \cdot l = F (r \cdot \varphi) = (F \cdot r) \varphi = M \cdot \varphi \text{ [J]}, \quad (16)$$

ahol: $F \cdot r$ az \mathbf{F} erő nyomatéka a forgáspontra nézve [N m]; l a φ középponti szöghöz tartozó körív hossza [m]; r a körpálya sugara [m].

1.4.2. Teljesítmény

Teljesítmény: időegység alatt végzett munka. Jele P . Az alábbi összefüggéssel számolható:

$$P = \frac{L}{t} \left[\frac{J}{s} \right] [W]. \quad (17)$$

Egyenes vonalú mozgás során a teljesítmény összefüggése:

$$P = \frac{L}{t} = \frac{F \cdot l}{t} = F \cdot v [W]. \quad (18)$$

Forgó mozgás esetén a teljesítmény:

$$P = \frac{L}{t} = \frac{M \cdot \varphi}{t} = M \frac{\varphi}{t} = M \omega = M \cdot 2\pi n [W], \quad (19)$$

ahol: ω a forgó mozgás szögsebessége [rad/s]; n fordulatszám [ford/s].

1.4.3. Energia

Az energia egy test vagy rendszer munkavégző képességére jellemző mennyiség. Az energia mértékegysége a joule, [J], akárcsak a munkának, ennek ellenére nem azonos fizikai mennyiségek.

Több energiaforma létezik:

1. mechanikai energia (helyzeti, mozgási, rugalmas, nyomási);
2. hőenergia;
3. sugárzási energia (fényenergia);
4. kémiai energia;
5. villamos energia.

Bármelyik energiafajta átalakítható más energiafajtvá. Az energiaátalakítókat gépek végzik.

Tehát:

- A gép egy energiaátalakító.
- Lehetetlen olyan energiát szolgáltató gépet előállítani, amely nem használ fel energiát.
- Nincs olyan gép, amely több energiát szolgáltatna, mint amennyit belevittek. Nincs örökmozgó. A gépek üzemelése közben lehetetlen elkerülni a súrlódásokat, kopásokat, ezek energiaveszteségek, felhasználhatatlanul elvesznek számunkra.

1.4.4. Hatásfok

Az energia átalakulását jellemző fizikai mennyiség.

Az energiaátalakulás során kapott hasznos energia és a befektetett energia arányát mutatja meg:

$$\eta = \frac{E_{\text{hasznos}}}{E_{\text{befektetett}}} \cdot 100 \%. \quad (20)$$

Az energiaátalakítás során mindig van hőenergiára való átalakulás is. Ez alkalmanként veszteségnek tekintődik, így a hasznos energia kisebb, mint a befektetett energia. Ekkor a nevező nagyobb, mint a számláló, így a hatásfok értéke kisebb 1-nél, vagy százalékos kifejezés esetén kisebb, mint 100%.

A továbbiakban néhány közismert gép hatásfoka:

- transzformátor.....96–99%;
- villamos gépek.....85–92%;
- dízelmotorok.....25–35%;
- otto-motorok.....22–30%;
- gőzgép.....10–18%;
- zöld növény.....1%.

2. fejezet

A mezőgazdasági erőgép általános felépítése

Gépenergia-átalakító szerkezet, bármely energiaformát bármely energiaformává alakítja.

Erőgépek valamely energiaformát mechanikai energiává, mechanikai munkává alakítja át.

A mezőgazdasági erőgépet a szakirodalomban traktornak is nevezik. Tehát a traktor a mezőgazdaság mechanikai energiaforrása.

Az erőgépek osztályozása több szempont szerint történik.

Működésük szerint az erőgépek lehetnek:

- ember által működtetett;
- állat által működtetett;
- gőzgép által működtetett;
- villanymotor által működtetett;
- belső égésű motor által működtetett erőgépek;

Szerkezetük szerint megkülönböztetünk:

- helyhez kötött erőgépet;
- járómunkát végző erőgépet.

A mezőgazdaságban leggyakrabban használt erőgép járómunkát végez és belső égésű motor által működtetett.

A mezőgazdaság járómunkát végző, belső égésű motor által működtetett erőgép lehet:

- traktor, különböző munkagépek kapcsolhatók hozzá, vonóerő és hajtóerő kifejtésére képes;
- magajáró gép, saját belső égésű motorral rendelkezik, egybeépítik a munkagéppel, pl. arató-cséplő gép;
- mezőgazdasági gépkocsi, amelyekre különböző gépek szerelhetők, pl. trágyaszóró, permetezőgép.

A legelterjedtebb mezőgazdasági erőgép a traktor.

A traktorok csoportosítása több szempont szerint történik.

Rendeltetés szerint a traktorok lehetnek:

- univerzális traktorok;
- eszkőzhordozó traktorok;
- szántóföldi traktorok;
- céltraktorok.

Járószerkezet szerint vannak:

- kerekes traktorok;
- lánctalpas traktorok;
- gumihevederes traktorok.

A mezőgazdasági erőgépek többsége kerekes járószerkezettel rendelkezik.

A hajtott kerekek száma szerint megkülönböztetők:

- kétkerék-meghajtású;
- négykerék-meghajtású erőgépek.

A kétkerék-meghajtású traktorok a legtöbb mezőgazdasági munkára alkalmasak, univerzális traktoroknak is nevezik őket. Pótkocsival a közúti forgalomban is részt vehetnek.

A négykerék-meghajtású traktorok nehéz szántóföldi munkára alkalmasak, pl. szántás, tárcsázás.

A lánctalpas traktorok fokozottan nehéz talajmunkákra alkalmasak, pl. tereprendezésre.

A mezőgazdasági erőgép, a traktor általános felépítése a 6. ábrán látható.



6. ábra. Az erőgép általános felépítése (IRUM, TAGRO 102)

A motor és segédberendezései az üzemanyagban felhalmozódott kémiai energiát égés során hőenergiává, majd mechanikai energiává alakítják.

A teljesítményátviteli rendszer a tengelykapcsolón, a sebességváltón, a kiegyenlítőmű-hajtáson, véglehajtáson keresztül juttatja el a motor által előállított teljesítményt a kapaszkodókerekekhez.

A járószerkezettel kapaszkodik az erőgép a talajhoz. Célja a vontatás megvalósítása.

A *kormány szerkezet* teszi lehetővé, hogy az erőgép megfelelő irányba irányítható legyen.

A *fékrendszer*nek a biztonságos megállásban és rögzítésben van szerepe.

A *munkagépkapcsoló és munkagépmeghajtó szerkezetek* által válik lehetővé az erőgép és munkagép együttes, összehangolt munkája.

A *szabályozó- és szervorendszerek* a gépkezelő munkáját könnyítik. A hidraulikus rendszer teszi lehetővé, hogy motor is végezze az erőgép és munkagép kezeléséhez szükséges nehezebb munkákat, a gépésznek csak vezérelnie kell a folyamatokat.

2.1. A motor és segédberendezései

A belső égésű motor az üzemanyagban rejlő kémiai energiából előbb hőenergiát nyer, majd ezt mechanikai energiává alakítja át. Az energiaátalakulás folyamata a 7. ábrán követhető:



7. ábra. Belső égésű motorok elvi energiaátalakítása

Tehát a belső égésű motor szintén erőgépnek tekinthető, azonban a továbbiakban az erőgép megnevezés a traktort fogja jelenteni.

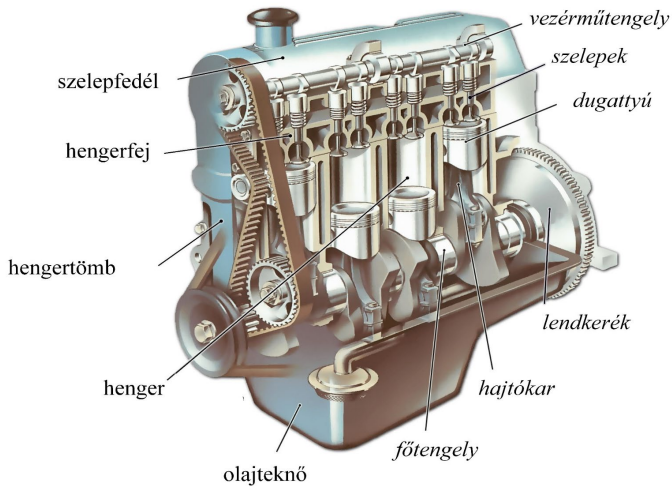
2.1.1. A belső égésű motorok általános felépítése

A belső égésű motorok általános felépítése a 8. ábrán követhető. Az alkotórészek két csoportba sorolhatóak: álló részekre és mozgó részekre.

2.1.1.1. A belső égésű motor álló részei

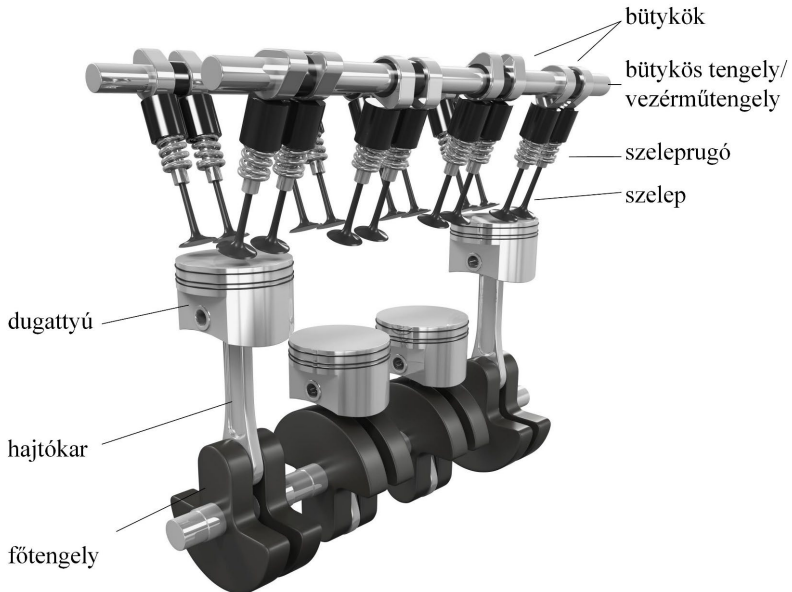
A belső égésű motorok álló részei a hengertömb, a hengerfej, hengerek, szelepfedél (8. ábra).

A hengertömbben vannak kialakítva a hengerfuratok, ezekben vannak elhelyezve a hengerek. A henger a motor azon része, amelyben a dugattyú mozog. A hengerfuratokban általában cserélhető hengerperselyt alkalmaznak. A hengertömb alsó részét olajteknő zárja. A hengertömb anyaga öntöttvas vagy alumínium-ötvözet. A hengertömb és hengerfej közé légmentes zárást biztosító hengerfejtömítést helyeznek. A szelepfedél felülről zárja a motort.



8. ábra. A motor álló és mozgó részei

Forrás: nataros.ru/autok/motor-felepítése-es-mukodése/



9. ábra. A motor mozgó részei

Forrás: www.tvh.com

2.1.1.2. A belső égésű motor mozgó részei

A motor mozgó részei követhetők a 8. ábrán és a 9. ábrán is.

A belső égésű motorok mozgó részeit képezi a:

- 14 forgattyús hajtómű;
- vezérmű.

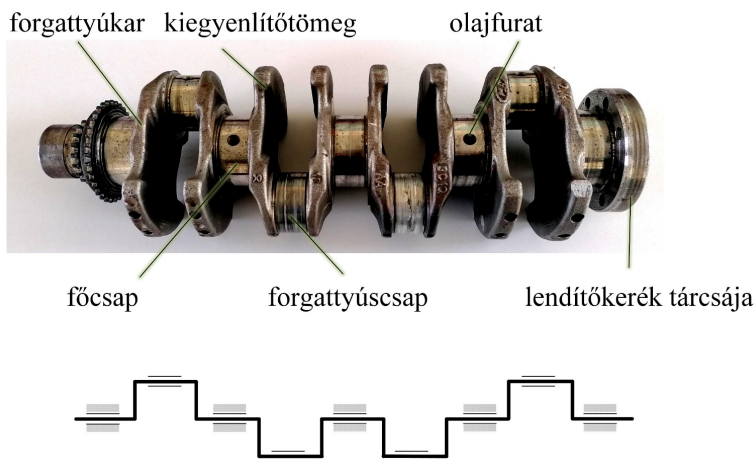
2.1.1.2.1. A forgattyús hajtómű

A belső égésű motorok forgattyús hajtómű részei:

- a főtengety (10. ábra);
- dugattyúk (11. ábra);
- hajtókarok (11. ábra).

A *főtengely* szolgáltatja a motor forgó mozgását. A főtengelyt a főcsapoknál a forgattyúsházba ágyazzák, a forgattyúcsapokhoz a hajtórudak kapcsolódnak. A forgattyúkarok kötik össze a főcsapokat a forgattyúcsapokkal. A csapágyterhelések és a motor rázásának csökkentésére a forgattyúkarra kiegyenlítő tömegeket építenek.

A főtengely peremes végére szerelik a lendítőkereket, amely a motor egyenletes járását segíti elő, a munkaütemben felhalmozott mozgási energiát a meddő ütemeknél visszaszolgáltatja. A tengely másik felére szerelik azokat a fogaskerekeket, lánckerekeket vagy ékszíjtárcsákat, amelyek meghajtják a motor vezértengelyét és egyéb segédberendezéseit (dinamót, vízszivattyút stb.).



10. ábra. A főtengely felépítése és elvi rajza



11. ábra. A dugattyú és hajtókar felépítése

A *dugattyú* (11. ábra) a hengerben mozog, lezárja az égésteret. A dugattyú részei: dugattyú, dugattyúgyűrűk: tömítőgyűrűk, olajlehúzó gyűrű és a dugattyúcsapszeg.

A dugattyúpalást felső felében képezik ki a gyűrűhornyokat, középső részén a két csapszemet a dugattyúcsapszeg befogadására. A palást alsó része a megvezetést szolgálja. A dugattyúgyűrűk légmentesen zárják el az égésteret a forgattyúháztól, megakadályozva a kenőolaj bejutását az égéstérbe, ezek a tömítőgyűrűk. A henger faláról a felesleges olajat az olajlehúzó gyűrűk távolítják el.

A *hajtókar* (11. ábra) feladata a dugattyú és a főtengely összekapcsolása. Anyaga acélötvözet.

2.1.1.2.2. A szelepvezérlés

A szelepvezérlés célja a szelepek nyitása, zárása a dugattyú mozgásával összhangban. A szelepek nyitása és zárása a gázcsere érdekében történik. A gázcsere a motor hengerének friss gázzal való feltöltését és az elégetett gáztermékek eltávolítását jelenti (Anka 1991).

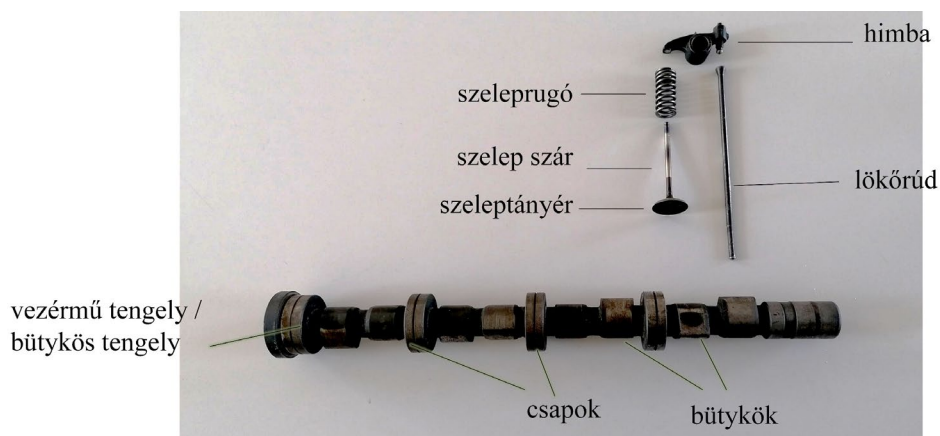
A vezérmű a következő egységekből áll (12. ábra):

- vezértengely (bütykös tengely);
- szelepek és tartozékaik;
- mozgásközvetítő elemek.

A *vezértengely* bütyköstengely néven is ismeretes (12. ábra). A vezértengelyen annyi bütyök van, ahány szelepet kell mozgatnia. A bütykök alakja és egymáshoz viszonyított helyzete határozza meg a szelepek nyitásának és zárásának idejét.

A *szelep* a szelepszárból és a szeleptányérból áll. A szeleptányér kerülete kúpos, ezzel a felülettel illeszkedik a kúposan kialakított szeleplülésre. A szeleplülésre a szeleprugó feszíti a szeleptányért (12. ábra).

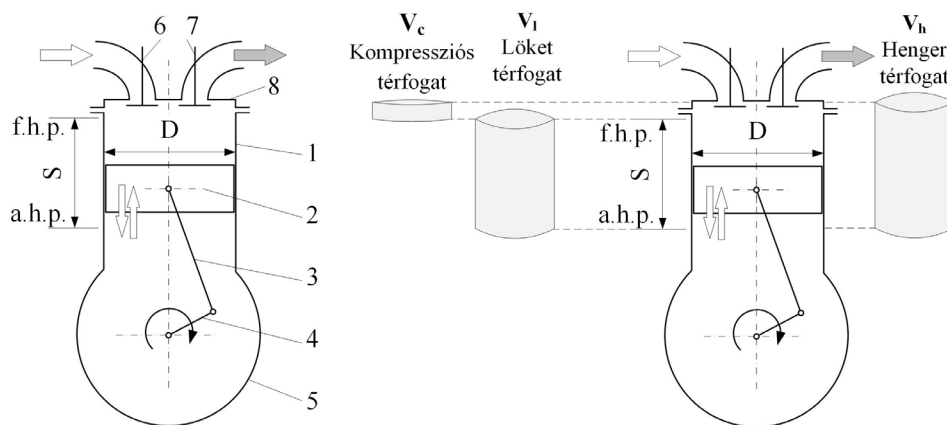
A *mozgásközvetítő elemek*: lökőtalp, lökőrúd, himba, segítségével a vezértengely bütykei nyitják a szelepeket, a szelepek zárása a szeleprugó feladata (12. ábra).



12. ábra. A vezérműtengely és tartozékai

2.1.2. Belső égésű motorok jellemző méretei

A belső égésű motor általános felépítése és jellemző méretei a 13. ábrán követhetők.



13. ábra. A motor felépítése és jellemző adatai, fogalmai

A működés szempontjából fontos részek: 1 – henger; 2 – dugattyú; 3 – hajtókar; 4 – főtengely; 5 – forgattyúház; 6 – szívószelep; 7 – kipufogószelep; 8 – hengerfej.

A motor azon részét, amelyben az égés lejátszódik, hengernek nevezik. A henger felülről a hengerfej zárja, alulról a forgattyúházzal érintkezik. A dugattyú, a

hajtórúd, a forgattyús tengely együtt alkotják a forgattyús hajtóművet. A forgattyús hajtómű olyan mozgásátalakító gépelem, amely egyenes vonalú, alternáló mozgást alakít forgó mozgássá, vagy fordítva, forgó mozgást alternáló mozgássá. Jelen esetben egyenes vonalú, alternáló mozgást alakít forgó mozgássá.

A szelepek a gázcsere kellékei. Azt a szelepet, amelyen beáramlik a gázkeverék vagy levegő, szívószeleppnek nevezik, amelyen pedig kiáramolnak az égéstermékek, kipufogószeleppnek nevezik.

A *furat* a henger belső átmérője. Jele: D .

A dugattyú mozgásának szélső helyzeteit, amelyben a mozgás iránya megváltozik, holtpontnak nevezik:

- felső holtpont, f.h.p., a dugattyú legtávolabbi helyzete a főtengelytől;
- alsó holtpont, a.h.p., a dugattyú legközelebbi helyzete a főtengelyhez.

A *löket* a két holtpont közötti távolság. Jele: S .

A lökettérfogat a két holtpont által határolt hengertér. Jele: V_l , [cm^3].

A lökettérfogat kiszámítható a furat és löket ismeretében:

$$V_l = \pi \frac{D^2}{4} S [\text{cm}^3], \quad (21)$$

$$V_l = z \pi \frac{D^2}{4} S [\text{cm}^3], \quad (22)$$

ahol: z a hengerek száma.

A *sűrítési térfogat* a dugattyú feletti legkisebb tér. A dugattyú felső holtpontban lévő helyzete és a hengerfej által határolt tér. Jele: V_c .

A *hengertérfogat* a dugattyú alsó holtpontban lévő helyzete és a hengerfej által határolt tér. Jele: V_h .

A *sűrítési viszony* az összenyomás mértéke, amellyel a dugattyú összenyomja a teljes hengertérfogatot kitöltő gázt a sűrítési térfogatra. Jele: ε . Kiszámítható a dugattyú feletti legnagyobb térfogat és a dugattyú feletti legkisebb térfogat hányadosából:

$$\varepsilon = \frac{V_h}{V_c} = \frac{V_l + V_c}{V_c}. \quad (23)$$

A sűrítési arány megmutatja, hogy a dugattyú hányszor kisebb térfogatra sűríti össze a gáznemű anyagot.

Megjegyzés: Minél nagyobb ez az arány, a motor annál gazdaságosabban hasznosítja az üzemanyagot.

Azt a folyamatot, amely során az üzemanyagban rejlő kémiai energia mechanikai energiává alakul, a motor *munkafolyamatának* nevezzük. A motor munkafolyamata a dugattyú elmozdulásával van összefüggésben. A két holtpont közötti dugattyúelmozduláshoz tartozó folyamatrészt *ütemnek* nevezik.

2.1.3. Belső égésű motorok osztályozása

A belső égésű motorok nagyon sokféle kialakításúak. Osztályozásuk többféle szempont szerint történik.

A belső égésű motorok működési elvük alapján két csoportba oszthatók:

- Otto-motorokra;
- dízelmotorokra.

Az energiaátalakításhoz szükséges ütemek száma alapján a belső égésű motorok lehetnek:

- kétütemű motorok;
- négyütemű motorok.

A levegő-tüzelőanyag keveredési helye alapján a motorok lehetnek:

- belső keverékképzésűek;
- külső keverékképzésűek.

A tüzelőanyag lehet:

- folyékony halmazállapotú: benzin; motorina/gázolaj; olaj; alkohol;
- gáz halmazállapotú: propán-bután gáz.

A tüzelőanyag adagolása történhet:

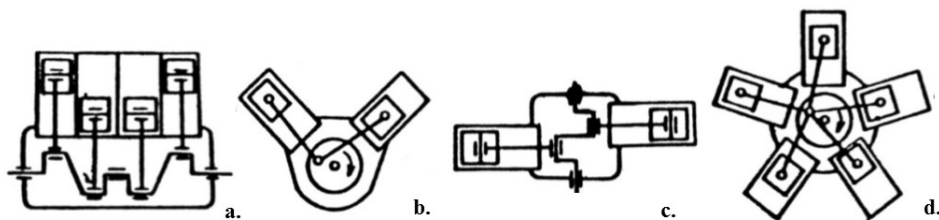
- karburátor segítségével;
- befecskendezéssel.

A tüzelőanyag-levegő keverék gyújtása alapján a motorok lehetnek:

- elektromos szikra általi gyújtással működő motorok;
- öngyulladással működő motorok;
- izzítással működő motorok.

A hengerek egymáshoz viszonyított helyzete szerint a motorok lehetnek (14. ábra):

- álló hengeres, soros (14a. ábra),
- V elrendezésű (14b. ábra);
- fekvő hengeres, soros, boxer (14c. ábra);
- csillagmotorok (14-d. ábra).



14. ábra. Motorhengerek helyzetek: a – soros; b – V elrendezés; c – boxer; d – csillag

2.1.4. Belső égésű motorok működése

A motor munkafolyamata akkor valósítható meg, ha:

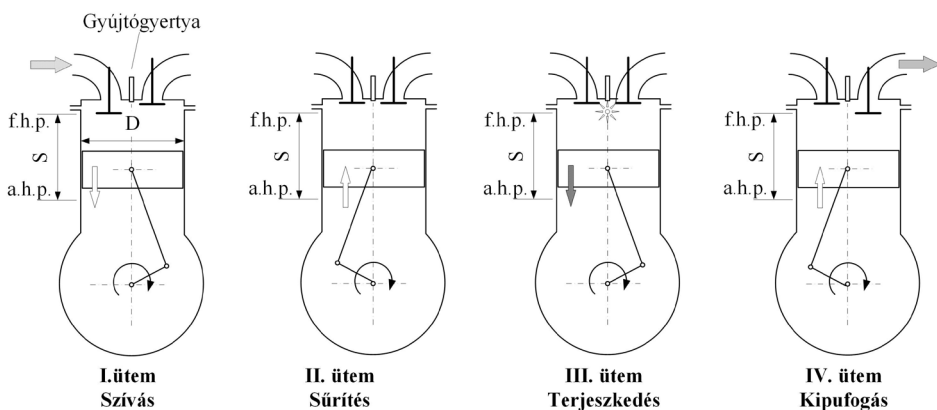
- a tüzelőanyag ködszerű, porlasztott állapotban van,
- az égéshez szükséges oxigén elegendő mennyiségben áll rendelkezésre,
- az üzemanyag gyulladási hőmérséklete biztosítva van.

A továbbiakban bemutatásra kerülnek a mezőgazdaságban leggyakrabban használt motorkialakítások:

- az elektromos szikragyújtású, külső keverékképzésű négyütemű Otto-motor;
- az öngyulladással működő, belső keverékképzésű négyütemű dízelmotor;
- a kétütemű Otto-motor;
- a kétütemű dízelmotor.

2.1.4.1. A négyütemű Otto-motor működése

A négyütemű Otto-motor munkafolyamata négy ütem alatt játszódik le. Az üzemanyag általában benzín, de propán-bután gáz vagy alkohol is lehet. A négyütemű Otto-motor működése a 15. ábrán követhető.



15. ábra. Az Otto-motor működése

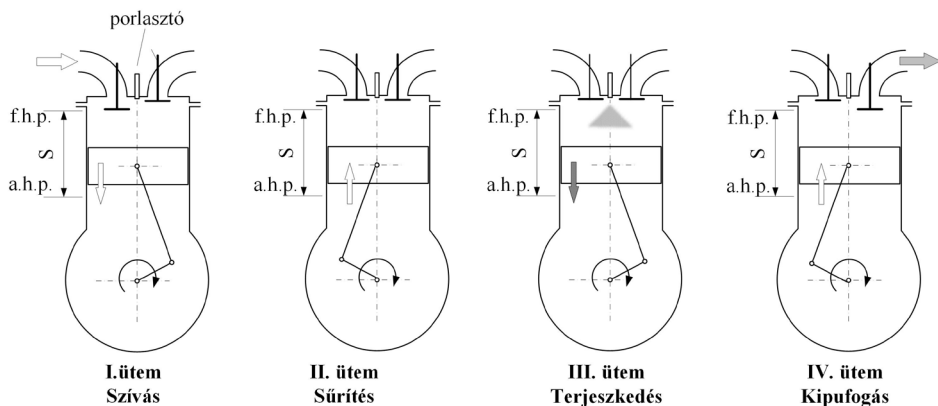
- I. *Szívóütem*: A dugattyú a felső holtpontból az alsó holtpont felé halad, ez idő alatt a szívószelep nyitva van, a kipufogószelep zárva. A dugattyú légritkítást idéz elő a hengertérben, amely hatására a szívószelepen üzemanyag-levegő keverék áramlik a hengertérbe. A tüzelőanyag-levegő keverék jelen esetben a hengeren kívül alakul ki.

- II. *Sűrítési ütem:* A dugattyú az alsó holtpontból a felső holtpont felé halad, a szelepek zárva. A gázkeverék a sűrítési térfogatba sűrítődik, miközben a nyomása és hőmérséklete folyamatosan emelkedik. A sűrítés végén elektromos szikra gyújtja meg a gázkeveréket. Nagyon fontos, hogy a sűrítés végén a keverék hőmérséklete alacsonyabb legyen, mint az üzemanyag gyulladási hőmérséklete, mert különben a motor működésére káros öngyulladás jelentkezik. A sűrítési viszony Otto-motoroknál $\varepsilon = 6:1 - 8:1$ között található.
- III. *Terjeszkedési ütem:* A sűrítés végén meggyújtott gázkeverék hirtelen, robbanásszerű égése következtében az égési gázok terjeszkedni kezdenek, és a dugattyút a felső holtpontból az alsó holtpont felé taszítják. Ebben az ütemben a kiterjedő gáz munkát végez, ezért ezt az ütemet tulajdonképpen *munkaütem*-nek nevezik.
- IV. *Kipufogóütem:* A terjeszkedés végén kinyílik a kipufogószelep, az égéstermékek a szabadba távoznak, kezdetben a saját túlnyomásuk hatására, majd az alsó holtpontból a felső holtpont felé haladó dugattyú kiszorító hatására. Ezzel a teljes munkafolyamat befejeződött, újrakezdődik a szívás.

A teljes munkafolyamat elvégzéséhez négy ütemre van szükség, ez idő alatt a főtengely kettőt fordul. A bütykös tengely a teljes munkafolyamat alatt egyet fordul, hiszen a teljes munkafolyamat alatt egy szelepnek egyszer kell nyitnia.

2.1.4.2. A négyütemű dízelmotor működése

A négyütemű dízelmotor üzemanyaga a gázolaj (motorina). A benne rejlő kémiai energia szintén a motor négy üteme alatt alakul át mechanikai energiává. Működési elve a 16. ábrán követhető.



16. ábra. A dízelmotor működési elve

- I. *Szívóütem*: A dugattyú a felső holtpontból az alsó holtpont felé halad, ez idő alatt a szívószelep nyitva van, a kipufogószelep zárva. A dugattyú légritkítást idéz elő a hengertérben, amely hatására a szívószelepen át levegő áramlik a hengertérbe.
 - II. *Sűrítési ütem*: A dugattyú az alsó holtpontból a felső holtpont felé halad, a szelepek zárva. A levegő a sűrítési térfogatba sűrítődik, miközben a nyomása és hőmérséklete folyamatosan emelkedik. A sűrítés végén az üzemanyagot porlasztó segítségével nagy nyomáson, apró cseppekre bontva, a hengertérbe juttatják, amely a forró levegővel keveredik és önmagától meggyullad. Emiatt tekinthető a dízelmotor belső keverékképzésűnek. A sűrítési viszony dízelmotoroknál $\varepsilon = 12:1 - 22:1$ között található.
 - III. *Terjeszkedési ütem*: A szelepek zárt állásban vannak. A gázkeverék égése következtében a gázok terjeszkedni kezdenek, és a dugattyút a felső holtpontból az alsó holtpont felé taszítják. Ebben az ütemben a kiterjedő gáz munkát végez, ezért ezt az ütemet tulajdonképpen *munkaütemnek* nevezik.
 - IV. *Kipufogóütem*: A terjeszkedés végén kinyílik a kipufogószelep, az égéstermékek a szabadba távoznak, kezdetben a saját túlnyomásuk hatására, majd a dugattyú kiszorító hatására, amint az alsó holtpontból a felső holtpont felé halad. Ezzel a teljes munkafolyamat befejeződött, újrakezdődik a szívás.
- A teljes munkafolyamat elvégzéséhez itt is négy ütemre van szükség, ez idő alatt a főtengely kettőt fordul.

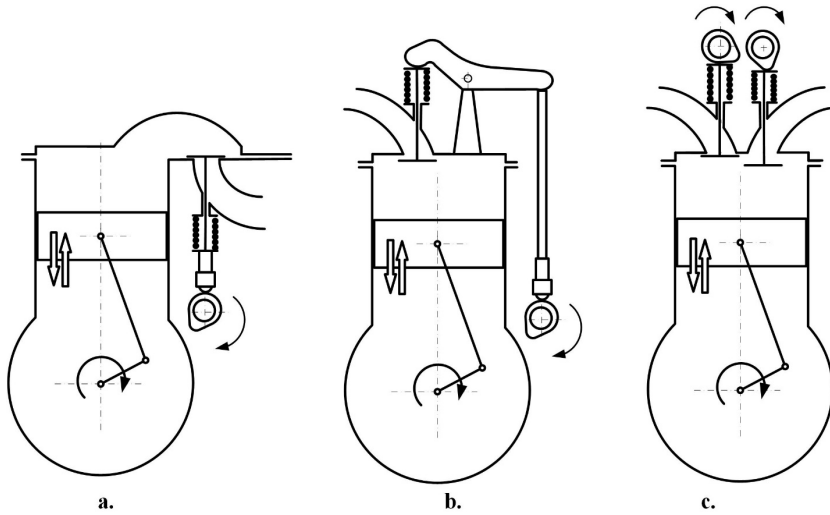
Megjegyzés:

- Négyütemű motorok munkaütemsorrendje általában 1-3-4-2, három henger esetén 1-2-3, hat henger esetén 1-5-3-6-2-4.
- A vezértengely a hajtását a főtengelyről kapja, fogaskerék vagy lánchajtás útján. A hajtás áttételi aránya 2:1, ami azt jelenti, hogy a forgattyús tengely kettőt fordul, amíg a bütykös tengely egyet, hiszen a teljes munkafolyamat alatt a főtengely kettőt fordul, és addig egy szeleplek egyszer kell nyitnia.

2.1.4.3. A négyütemű belső égésű motorok szelepvezérlése

A mozgásközvetítő elemek kialakítása és a szelepek elhelyezése alapján a következő szelepvezérlési módokat különböztetjük meg (17. ábra):

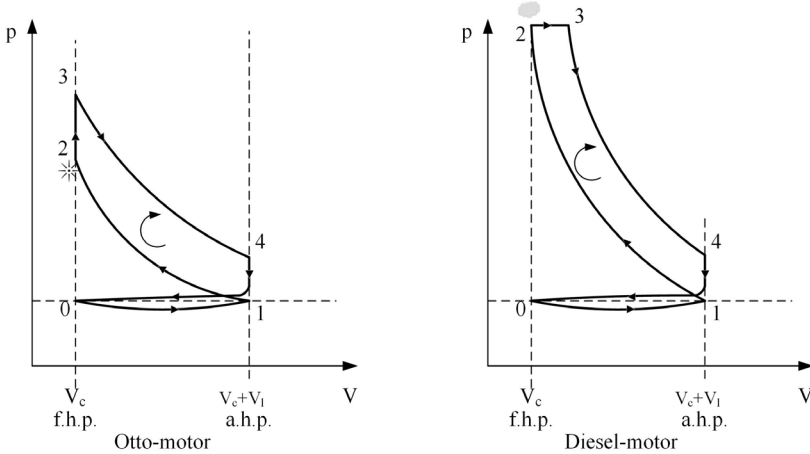
- állószelepes vezérlés: alul vezérelt és alul szeleplelt vezérlés (17a. ábra);
- függőleges vezérlés: alul vezérelt és felül szeleplelt vezérelt (17b. ábra);
- felül vezérelt és felül szeleplelt vezérlés (17c. ábra).



17. **ábra.** Szelepvezérlési módok: a – alul szelepezt, alul vezérelt; b – felül szelepezt, alul vezérelt; c – felül szelepezt, felül vezérelt

2.1.4.4. A négyütemű Otto- és dízelmotor indikátordiagramja

A négyütemű Otto-motor és dízelmotor indikátordiagramja (18. ábra) szemléletesen mutatja a motorok működésének munkafolyamatait a p-V koordináta-rendszerben: a p nyomás változását a V térfogatváltozás függvényében.



18. **ábra.** Négyütemű motorok indikátordiagramjai

A 18. ábrán megfigyelhető:

- A szívás és kipufogás görbéje egy területet zár be, amely körbejárási iránya ellenkező az óra járásával. Középiskolai tanulmányokra alapozva kimondható, hogy a terület arányos az elvégzett munkával, és ez a munka negatív, vagyis energiát igénylő folyamat.
- A sűrítés és terjeszkedés görbéje is közrezár egy területet, ennek körbejárási iránya megegyezik az óra mutatójának járásával, így a területtel arányos munka pozitív, vagyis hasznos munka.

A két indikátordiagramot összehasonlítva megállapítható:

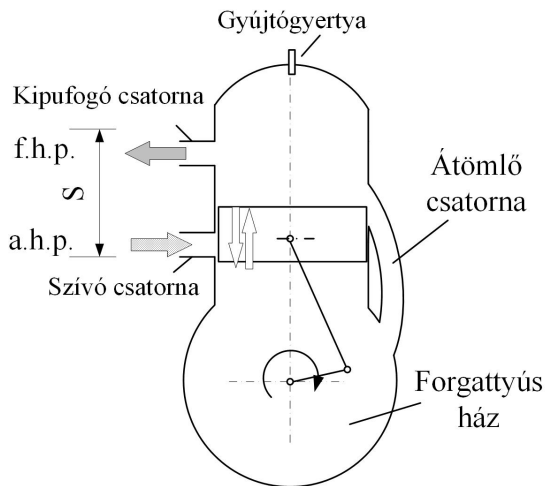
- a dízelmotor hengerében nagyobb nyomás ébred;
- a sűrítés és terjeszkedés görbéje által határolt terület nagyobb, tehát a hasznos munka nagyobb.

Ez szemlélteti, hogy a dízelmotor jobb hatásfokkal működik, mint az azonos hengertérfogattal rendelkező Otto-motor.

2.1.4.5. A kétütemű Otto-motor működése

A kétütemű Otto-motor működési vázlat a 19. ábrán látható. Az eredeti kétütemű Otto-motor felépítésében nincsenek szelepek, az üzemanyag-levegő keverék és az égéstermékek csatornákon közlekednek.

A munkafolyamatban a dugattyú alatti tér is részt vesz, amely légmentesen zárt. A dugattyú alatti teret egy átömlőcsatorna köti össze a dugattyú feletti térrel. A csatornákat a dugattyúpalást nyitja-zárja, felső éle a kipufogócsatornát és az átömlőcsatornát, az alsó éle a szívócsatornát.



19. ábra. A kétütemű Otto-motor felépítése

Első ütem: A dugattyú az alsó holtpontból a felső holtpont felé halad, zárja az átömlőcsatornát, majd a kipufogócsatornát. A hengerben lévő gázkeveréket sűríti. Közben a dugattyú alsó éle szabaddá teszi a szívócsatornát, amelyen keresztül levegő-üzemanyag keverék áramlik a dugattyú alatti térbe, a légritkítás hatására. Az ütem végén elektromos szikra gyújtja meg az összesűrített gázkeveréket.

Második ütem: A gázkeverék robban, nagyon gyorsan elég, nő a nyomás és a hőmérséklet, a gázok terjeszkednek, és maguk előtt tolják a dugattyút. A dugattyú halad az alsó holtpont felé, miközben az alsó élével zárja a szívócsatornát és elkezd elösűríteni a friss gázkeveréket. Közben felső élével megnyitja a kipufogócsatornát, majd alább érve nyitja az átömlőcsatornát. Az égéstermékek kezdetben a saját túlnyomásuk hatására, majd a beömlő, elösűrített, friss gázkeverék hatására a szabadba jutnak. Ez a folyamat az öblítés. A kipufogás és átömlés addig tart, ameddig a dugattyú ismét lezárja az átömlő- és kipufogócsatornákat.

A motor teljes munkafolyamata két ütem alatt játszódik le, vagyis a forgattyús tengely egy fordulata alatt. A kétütemű motorok járása egyenletesebb a gyakoribb robbanások miatt, így teljesítményük is nagyobb, mint az ugyanolyan hengerszámú, lökettérfogatú és fordulatszámú négyütemű motoroké. Ez főleg kis hengerszámú motoroknál előnyös.

Előny: a szelepek hiánya miatt egyszerűbb, kisebb tömegű, olcsóbb szerkezet. Ezért kis teljesítményigényeknél, ott, ahol a fogyasztás nem túl lényeges, kedveltek a közúti közlekedésben és a mezőgazdaságban is.

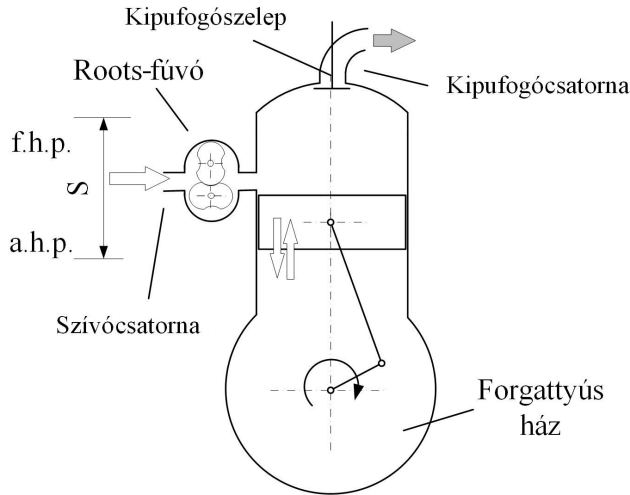
Hátrány: Az öblítés során el nem égett üzemanyag kerül a szabadba, emiatt nő a fogyasztás, romlik a hatásfok és nő a környezet terhelése. A hátrány kiküszöbölésére a dugattyún terelőgát vagy orr kiképzésével, vagy a kipufogó- és átömlőcsatornák alakjának, méretének, elhelyezésének változtatásával akadályozható a friss gázkeverék kijutása a szabadba. De egy változtatás sem hoz teljes megoldást.

2.1.4.6. A kétütemű dízelmotor működése

A kétütemű dízelmotor felépítése a 20. ábrán követhető.

A kétütemű dízelmotor felépítése és munkafolyamata eltér a kétütemű Otto-motorétól:

- a henger töltése és öblítése fűvő segítségével történik, ez általában Roots-fűvő. Így a forgattyúház nem vesz részt a munkafolyamatban, nincs szükség légmentes tömítésre;
- felépítésében van kipufogószelep;
- az öblítés tiszta levegővel történik, így a fajlagos fogyasztás nem növekszik számottevően, az égéstermékek kipufogószelepen távoznak a hengerből.



20. ábra. A kétütemű dízelmotor elvi felépítése

Előnyök: egyszerűbb szerkezet a négyütemű dízelmotorhoz képest. Azonos hengertérfogat mellett nagyobb teljesítmény, mert minden főtengelyfordulatra jut egy befecskendezés.

Hátrány: szelepvezérlést és egy fűvő beépítését igényli, emiatt nagyobb a tömege, mint a hasonló kétütemű Otto-motor esetében.

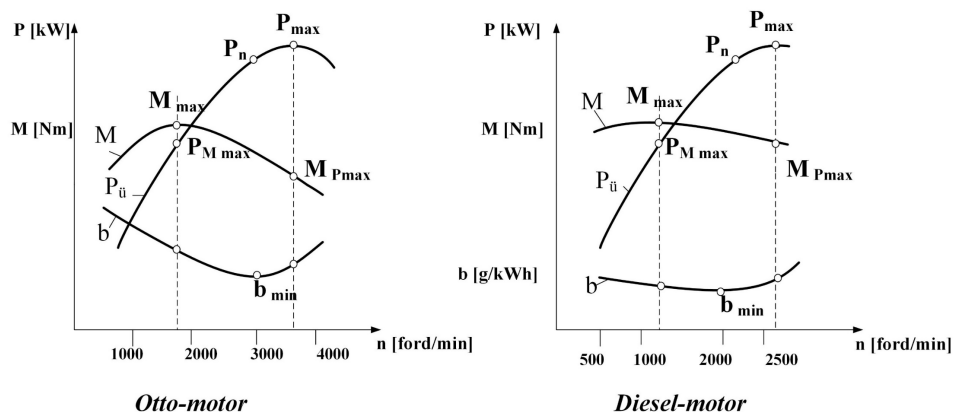
2.1.5. Belső égésű motorok üzemi jellemzői

A belső égésű motorok üzemi jellemzői a motorok működését jellemző paraméterek, a következők:

- a motor főtengelyén mért nyomaték, M ;
- a motor főtengelyén meghatározott teljesítmény, P ;
- a motor fajlagos fogyasztása, b ;
- a motor hatásfoka, η .

Az üzemi jellemzőket az n fordulatszám függvényében mérik és ábrázolják a gyártók, így nyerik a motor jelleggörbéit (21. ábra). A teljesítményt nem lehet mérni. Mérni csak a motor nyomatékát és fordulatszámát lehet, ezek ismeretében számolják a teljesítményt. Ezt *üzemi teljesítménynek* nevezik:

$$P_{\text{ü}} = M \cdot 2\pi \cdot n \text{ [W]}. \quad (24)$$



21. ábra. Belső égésű motorok üzemi jellemzői (Kurai 1996)

A 21. ábrán megfigyelhető jelölések az alábbiak:

- P_{\max} , a legnagyobb teljesítmény, amelyet a motor csak rövid ideig tud biztosítani;
- P_n , a névleges teljesítmény, ezt a motor tartósan tudja szolgáltatni;
- P_u , az üzem közben kifejtett teljesítmény.

Erőgépek esetében célszerű a motor üzemeltetését a névleges teljesítmény alá tervezni, tudva, hogy a mezőgazdasági munkáknak változó a teljesítményigényük.

Az üzemi teljesítmény és a névleges teljesítmény arányát *terhelési tényezőnek* nevezik, jele τ .

$$\tau = \frac{P_u}{P_n}. \quad (25)$$

Traktormotoroknál a terhelési tényező értéke 0,75–0,85 közötti érték, vagyis az erőgépet a névleges teljesítménye 75-85%-áig célszerű terhelni.

A b fajlagos hajtóanyag-fogyasztás a különböző rendszerű és teljesítményű motorok gazdaságosságának összehasonlítására szolgáló paraméter. A fajlagos üzemanyag-fogyasztás 1 kWh munkavégzéshez szükséges üzemanyag-mennyiség, mértékegysége g/kWh.

$$b = \frac{B}{P_u} [g/kWh], \quad (26)$$

ahol: B a hajtóanyag-fogyasztás [g/h]; P_u az üzemelés közbeni teljesítmény [kW].

A fajlagos fogyasztás értékei:

- négyütemű Otto-motor esetében: 340–400 g/kWh;
- négyütemű dízelmotornál: 220–300 g/kWh;
- kétütemű Otto-motor esetében: 480–600 g/kWh.

A motor hatásfoka megmutatja, hogy a befektetett energia hányad része alakul át hasznos mechanikai munkára, jelölése η , értékei:

- Otto-motorok hatásfoka 22–25%;
- dízelmotorok hatásfoka 30–35%.

A jelleggörbéket tanulmányozva megállapíthatók:

- M : a motornyomaték közepes fordulatszámon éri el maximumát. Azzal magyarázható, hogy az alacsonyabb fordulatszámon tökéletlenebb az égés, nagyobb fordulatszámon fojtó hatása van a szívócsőnek.
- P : a teljesítménygörbén a maximum pont egy magasabb fordulatszámon jelentkezik, mivel a fordulatszám növekedésével nő az időegység alatti munkaütemek száma, tehát a teljesítmény. A fordulatszám további növekedésével csökken a hengertér feltöltésére szánt idő, így a töltés is, és a teljesítmény visszaesik.
- b : a fajlagos üzemanyag-fogyasztás jelleggörbéből kitűnik, hogy a kedvező fajlagos üzemanyag-fogyasztás egy kedvező fordulatszám-tartományban helyezkedik el.

A jelleggörbék tanulmányozásából kitűnik, hogy a motor fordulatszámának csökkenése, ami a terhelés növekedése esetén jelentkezik, a nyomaték emelkedését vonja maga után. Ez kedvező jelenség, mert a motor képessé válik a terhelés legyőzésére. Ezen jelenség jellemezhető egy viszonysszámmal, a *rugalmassági tényezővel*.

A rugalmassági tényező a maximális nyomaték és a maximális teljesítményhez tartozó nyomaték hányadosa:

$$e_M = \frac{M_{max}}{M_{Pmax}}, \quad (27)$$

ahol M_{Pmax} a maximális teljesítmény fordulatszámán mért nyomaték [Nm].

A *rugalmassági tényező* egynél nagyobb szám, jellemzi a motor rövid ideig tartó túlterhelhetőségét, ugyanis átmeneti terhelésnövekedésnél a motor fordulatszáma csökken, a nyomaték enyhén növekedik.

Kíváncsi, hogy a rugalmassági tényező minél nagyobb legyen:

- Otto-motoroknál $e_M = 1,2-1,3$;
- dízelmotoroknál $e_M = 1,05-1,15$.

Megjegyzés: az Otto-motorok nagyobb rugalmassággal rendelkeznek.

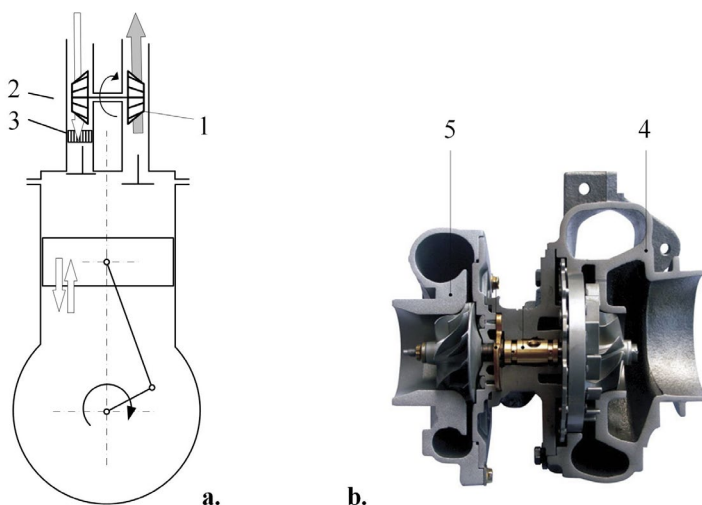
2.1.6. A motorteljesítmény javításának néhány lehetősége

2.1.6.1. Turbófeltöltéses, túltöltött motorok

A túltöltő egy légsűrítő szerkezet, amely a motor szívóüteme alatt több levegőt juttat a hengertérbe (22. ábra). Ezáltal a hengertér jobban feltelik, mint a dugattyú légritkító hatására. A több levegőbe több üzemanyag fecskendezhető be, növelhető a motor teljesítménye azonos hengertérfogat mellett. A túltöltés hasznos, főleg olyan közúti járművek esetében, amelyek motorjai normális körülmények között a

szívóütem alatt nem jutnak elegendő levegőmennyiséghez, például nagyobb tengerszint feletti magasságban. Így a nagy teljesítményű dízelmotorokba gyakran beépítik a túltöltőt, amely által megnyerhető a tervezett teljesítmény.

Működése: a túltöltött motor kipufogógázai az 1-es turbinát hajtják, amely a 4-es turbinaházban található. A turbina egy közös tengelyre van szerelve a 2-es légsűrítővel, más néven turbókompresszorral, amely az 5-ös sűrítőházban van csapágyazva. A motorból távozó kipufogógázok mozgásba hozzák a turbina lapátos kerékét, a közös tengely által a turbósűrítő lapátkereke is forogni kezd, és a szívóütem alatt levegőt sűrít be a motor hengereibe, azokat túltölti. A turbófeltöltő fordulatszám nagy, csapágyainak kenéséről gondoskodni kell. A levegő túlmelegedése ellen a turbókompresszoron áthaladó levegőt hűteni kell, ezt végzi a 3-as intercooler.



22. ábra. a – Turbófeltöltés elve; b – turbófeltöltő rendszer

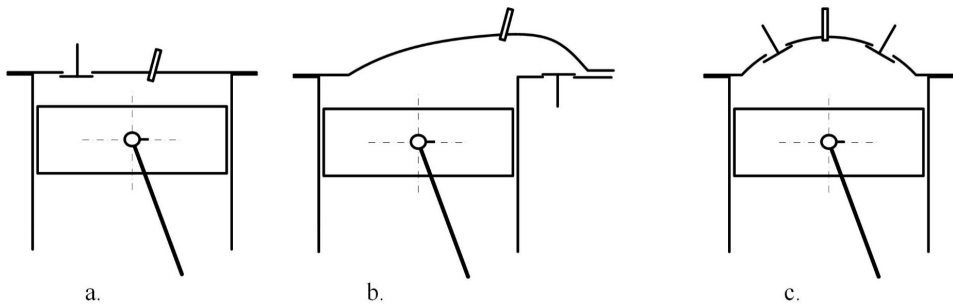
2.1.6.2. Belső égésű motorok égésterei

Az égéstér alakja fokozottan befolyásolja az égés sebességét, általa a motor teljesítményét. Ezért célszerű ismerni a leggyakoribb égéstérformákat. Az égéstér a dugattyúfelszín és a hengerfej közötti tér, alakja a dugattyú felszíne és a hengerfej belső falának kiképzésétől függ.

Otto-motor égésterei

Az Otto-motor égésterei lehetnek: hengeres alakúak (23a, b. ábra); gömbsüveg alakúak (23c. ábra).

A hengeres égéstérben a szelepek függőlegesen helyezkednek el, méreteik aránylag kicsik, mert határt szab számukra a furat mérete. A kis szelepnyílásokon fékezett a gázáramlás, emiatt a motor nem járhat nagy fordulatszámmal. Előnye az egyszerűbb gyártás.



23. ábra. Az Otto-motor égésteri

A gömbsüveg alakú égéstérben (23c. ábra) a szelepek ferdén vannak elhelyezve, így növelhető a szelepek mérete, biztosítható a nagyobb fordulatszám és teljesítmény. Hátrány: szerkezete bonyolultabb, főleg sport- és versenymotorok készülnek ilyen égésterrel.

Megjegyzés: mivel a kétütemű Otto-motorokban nincsenek szelepek, ezért égésteri gömbsüveg alakúak lehetnek, és ezzel biztosítható a gyors égés és a nagyobb teljesítmény (Kurai 1996).

A dízelmotorok égésteri

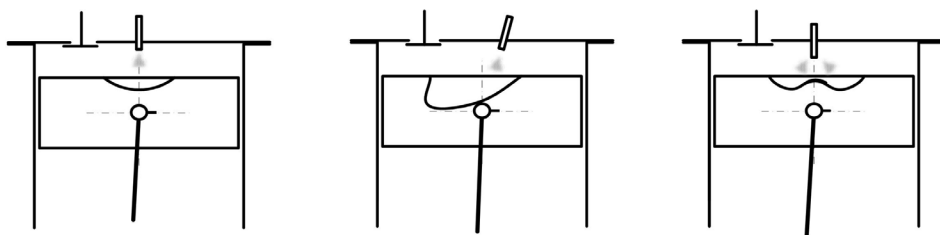
A tökéletes égés előfeltétele a homogén gázkeverék. A dízelmotorokban a sűrítés végén történik az üzemanyag befecskendezése, emiatt a keverék képzésére nagyon kevés idő áll rendelkezésre, 0,002–0,004 s. A jó és gyors keverékképzés befolyásolható:

- a befecskendezési nyomással;
- a befecskendezés irányával;
- az égéstér alakjával.

A dízelmotor égésteri lehet:

- osztatlan égéstér;
- osztott égéstér.

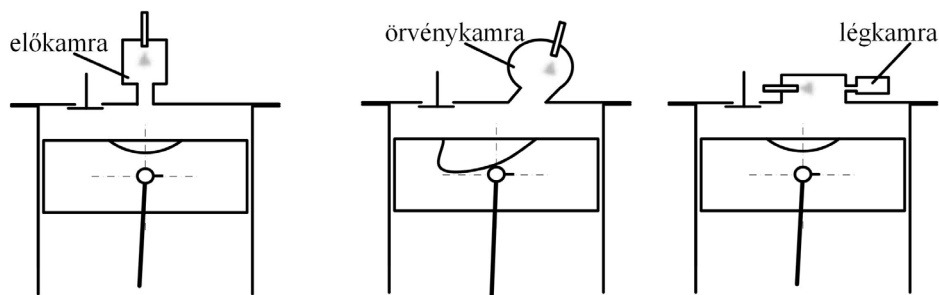
Az *osztatlan égéstér* egy összefüggő tér, amelynek egy része a hengerfejen van kialakítva, másik része a dugattyúban (24. ábra). Az üzemanyag és levegő jó keveredését a nagy porlasztási nyomás, a porlasztó kialakítása és a levegő örvénylő mozgása teszi lehetővé. Az osztatlan égésterű motorok működnek a leggazdaságosabban, a fajlagos üzemanyag-fogyasztásuk kedvező: 217–272 g/kWh, azonban nagy befecskendezési nyomást igényelnek, akár 13–20 MPa-t (Kurai 1996).



24. ábra. A dízelmotor osztatlan égésteréi

Az *osztott égéstér* két részből áll, egy főégéstérből és egy kamrából. A kamra általában a hengerfejen van kialakítva. A dízelmotor gyakori osztott égéstértípusai a 25. ábrán láthatóak (Karai 1996):

- előkamrás;
- örvénykamrás;
- légkamrás égésterék.



25. ábra. A dízelmotor osztott égésteréi

Az *előkamrás égéstér* a hengerfejen van kiképezve, ide fecskendezik be a tüzelőanyagot. Itt az meggyullad, és elkezdődik egy részleges égés. Égés közben nő a nyomás, amely átnyomja az elégetlen tüzelőanyagot a kamrából a főégéstérbe. A nagy sebességgel átáramló tüzelőanyag jól keveredik a sűrített levegővel.

Előnye: mivel az égés elhúzódik, a motor járása simább, a befecskendezési nyomás 10–13 MPa.

Hátránya: a fajlagos fogyasztás nagyobb, a sűrítési viszont kisebb az osztatlan égésterű motorokhoz képest.

Az *örvénykamrás égéstér* kamrája gömb alakú, érintőleges csatornával kapcsolódik a főégéstérhez. A sűrítési térfogat akár 50–80%-a is lehet. A sűrítés alatt a levegő nagy sebességgel érkezik a kamrába, itt örvénylő mozgásra kényszerül, ide porlasztják a tüzelőanyagot, amely jól keveredik és elég.

Előnye: mivel az összekötő csatorna nagyobb keresztmetszetű, mint az előkamra esetében, így a levegő áramlása nem fékeződik olyan nagy mértékben. A befecskendezési nyomás 10–12,5 MPa.

Hátránya: a sűrítési viszony 15–18-ra csökken.

A *légekamrás égéstér* hasonlít az előkamrás égéstérhez, a különbség az, hogy itt a főégéstérbe fecskendezik a motorinát. Az égés során a légekamrában hirtelen megnő a levegő hőmérséklete, beáramlik a főégéstérbe, így elősegíti a jó keveredést.

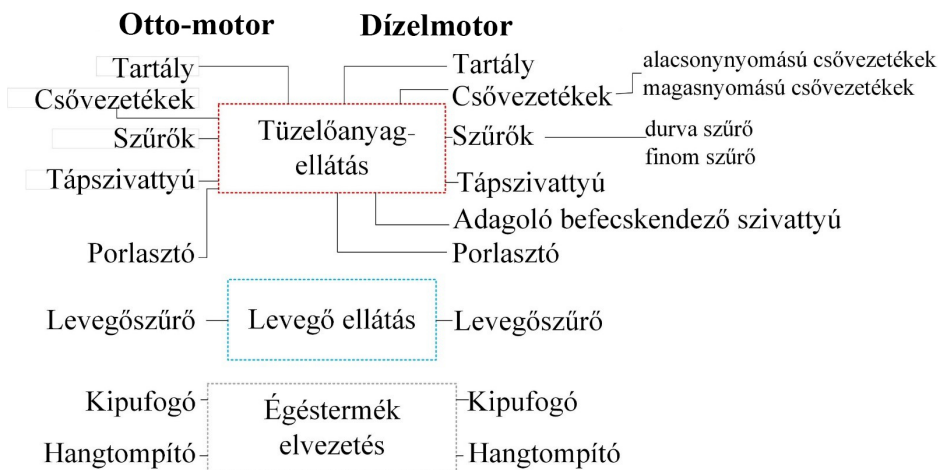
2.1.7. Tüzelőanyag-ellátó rendszer

A tüzelőanyag-ellátás a motor gázkeverékkel, vagyis levegővel és tüzelőanyaggal való folyamatos ellátását jelenti. Gyakran pontatlanul használjuk a tüzelőanyag helyett az üzemanyag fogalmat. Az üzemanyag az üzemeltetéshez szükséges anyag.

A motorokban a tüzelőanyag zárt hengerben található levegőben ég el. A keverék előállítható a motor hengerterén kívül, ezt külső keverékképzésnek nevezik, és a motor hengerterében, ezt belső keverékképzésnek nevezik. Az Otto-motor általában külső keverékképzésű, a dízelmotor belső keverékképzésű.

A motor folyamatos üzemeltetéséhez szükséges a folyamatos tüzelőanyag-ellátás, levegőellátás, égéstermék-elvezetés.

A folyamatos tüzelőanyag-ellátást, levegőellátást és égéstermék-elvezetést az Otto- és dízelmotorokban hasonló műszaki megoldásokkal valósítják meg. A dízelmotorok tüzelőanyag-ellátó rendszerében van néhány sajátos eszköz. A belső égésű motorok tüzelőanyag-ellátó berendezésének általános felépítése és a két motor közös és sajátos eszközei a 26. ábrán követhetőek.



26. ábra. A motorok tüzelőanyag-ellátó berendezéseinek általános részei

2.1.7.1. Az Otto-motor és dízelmotor tüzelőanyag-ellátó berendezésének közös egységei

A hagyományos felépítésű Otto-motor és a dízelmotor tüzelőanyag-ellátó berendezéseinek közös egységei:

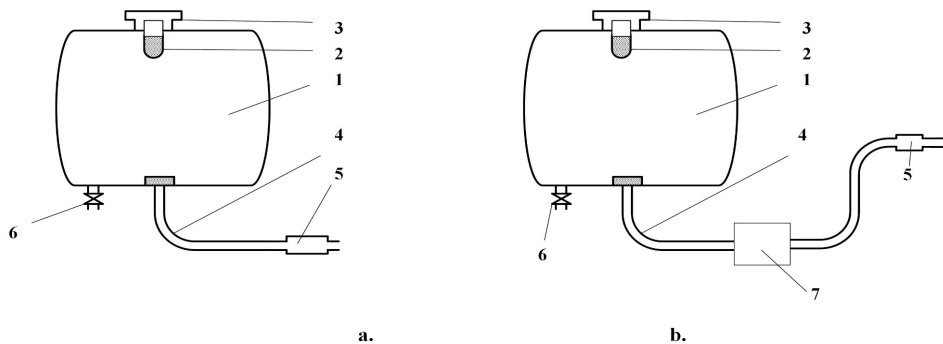
- tartály;
- csővezetékek;
- szűrők;
- levegőszűrő;
- kipufogó és hangtompító.

A *tartály* az üzemanyag tárolására szolgál, 1-2 mm vastag acéllemezről készül, korrózióvédő anyaggal vonják be. 10 órás műszak munkájához elegendő üzemanyag tárolására méretezik. Nagyobb tartályokba perforált lemezből készült válaszfalakat, hullámtörőket építenek be, amelyek csillapítják a folyadék mozgását és egyben merevítik azt.

A feltöltőnyílásba szűrőt helyeznek, legmélyebb pontján leeresztőcsapot szerelnek. Az üzemanyag elvezetése mindig a tartály aljától mérve 4-6 cm-ről történik az ülepités végett.

Elhelyezés szerint a tartályok lehetnek (27. ábra):

- ejtőtartályos kivitelezésűek, az üzemanyag saját súlya által jut el a porlasztóhoz (főleg álló motorokon alkalmazzák);
- tápszivattyús tartályok, a bennük lévő üzemanyagot szivattú juttatja a porlasztóhoz.



27. ábra. Tartály: a – ejtőtartály; b – tápszivattyús tartály

Az üzemanyagtartály kialakításai és részei (27. ábra): 1 – tartály, 2 – feltöltőnyílás szűrővel, 3 – zárófedél, 4 – csővezeték, 5 – porlasztó, más néven karburátor, 6 – leeresztőcsap, 7 – tápszivattyú.

A *csővezetékek* feladata az üzemanyagok szállítása. A vezetékek anyaga és falvastagsága a bennük haladó folyadék nyomása szerint változik:

- alacsonynyomású csővezetésekre;
- magasnyomású csővezetésekre.

Alacsonynyomású csővezetékek vörösrézből, acélból, műanyagból, vászonbetétes gumiból készülnek. Könnyen hajlíthatók, szerelhetőek, jól bírják a rázást.

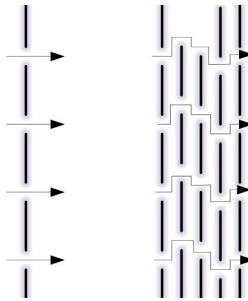
A dízelmotorokban találhatóak *magasnyomású csővezetékek* is. A befecskendezőszivattyú és a porlasztó közé szerelik. Bennük a folyadék nyomása 2,1–45 MPa között lüktet, ezért vastag falú húzott acélcsőből készülnek. Külső átmérőjük: Φ 6, 8, 10 mm, belső átmérőjük: Φ 1-1,5-2 mm.

A *szűrők, ülepítők* az üzemanyagban levő szennyeződések eltávolítására szolgálnak, a motor élettartamának növelése végett. A szűrés elve alapján a szűrők lehetnek (28. ábra):

- felületi szűrők;
- elnyelőszűrők.

A *felületi szűrők* a nyílás méreténél nagyobb szennyeződések leválasztják, idővel eltömődnek, növelve az ellenállást.

Az *elnyelőszűrők* áramlás közben többször irányváltásra kényszerítik a folyadékot, üzemanyagot. A szennyeződés megtapad, miközben csökken a szűrőfelület, az ellenállás pedig nő.



28. ábra. Szűrők: a – felületi szűrő; b – elnyelőszűrő

A kiszűrt szennyeződések mérete alapján durva- és finomszűrőket használnak:

- a durvaszűrők a 0,05-0,07 mm-nél nagyobb szennyeződések szűrik;
- a finomszűrők a 2 μ m-nél kisebb szennyeződések szűrik, a dízelmotor befecskendezőszivattyúja és porlasztói élettartamának növelése végett.

A szűrőbetét anyaga és szerkezete szerint a szűrők lehetnek:

- filclapos;
- pamuttekercses;
- papírbetétes szűrők.

A *levegőszűrő* a hengerbe kerülő levegő szűrésére szolgál, ugyanis az erőgépek üzemelési helyén nagy a levegő portartalma, és ez a hengerbe kerülve az ott

levő olajjal olyan csiszolóanyagot alkotna, amely a motor mozgó alkatrészei élettartamát lerövidítené.

A levegőszűrővel szemben támasztott követelmények:

- kis ellenállással tisztítsa a levegőt a szennyeződésektől;
- a tisztítása könnyen és gyorsan elvégezhető legyen.

A mezőgazdasági erőgépeken kombinált levegőszűrőket alkalmaznak (29. ábra). A szűrőelemeket egymás mögé, sorba helyezik. A szűrőbetétek lehetnek: fémszövetbetétes; olajfürdős; ciklonos; filcbetétes; papírbetétes szűrőelemek.



29. ábra. Levegőszűrő

Forrás: utb-shop.ro

Működése: a levegő beáramlik az 1-es nyílásokon, itt fennakadnak a nagyobb méretű szennyeződések. A függőleges csövön keresztül a levegő továbbhalad, a 2-es olajfürdős szűrőbe jut, az olajtükörnek ütközik. A szennyeződések egy része a tehetetlenségük következtében az olajba kerül. Továbbhaladva átmegy a 3-as fémbetétes szűrőn, amely kiszűri a finom porszemcséket.

Kipufogó és hangtompító: a kipufogó a hengerből távozó égéstermékek elvezetésére szolgál, a kipufogással együtt járó zaj csökkentésére hangtompítót használnak. Egyes erőgépek kipufogó csővezetékét szikrafogóval látják el, a tűzveszély elkerülése végett.

2.1.7.2. Az Otto-motor tüzelőanyag-ellátó berendezésének sajátos egységei

Az Otto-motor tüzelőanyag-ellátó berendezésének fő részei a 30. ábrán láthatóak.

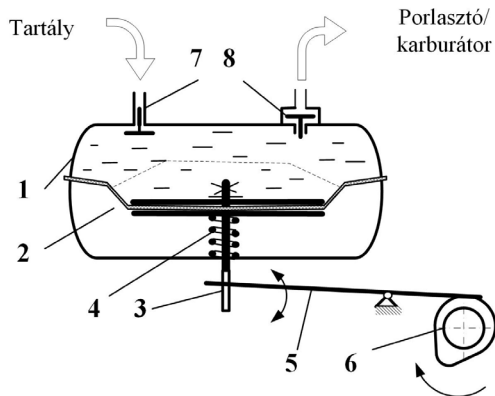


30. ábra. Az Otto-motor tüzelőanyag-ellátó rendszerének elvi felépítése

Az *üzemanyagszűrő* feladata a tüzelőanyagban levő szennyeződések eltávolítása, hogy a porlasztó fűvókáinak az eltömődését megelőzzék.

2.1.7.2.1. Az Otto-motor tápszivattyúja

A *tápszivattyú* a tüzelőanyag a tartályból a porlasztóhoz való juttatására szolgál. Az Otto-motorba membrános tápszivattyút szerelnek. A membrános tápszivattyú elvi felépítése a 31. ábrán látható.



31. ábra. Membrános tápszivattyú

A membrános tápszivattyú részei: 1 – ház, 2 – rugalmas membrán, 3 – működtetőkar, amelynek alsó részében egy vájat, rés van kialakítva, 4 – nyomórugó, 5 – kar, 6 – bütykös tengely körhagyója, 7 – szívószelep, 8 – nyomószelep.

Működtetése mechanikus, karos szerkezettel történik a vezérmű tengelyéről (31. ábra). A 6-os körhagyó az 5-ös kar segítségével lehúzza a 2-es membránt a 4-es

rugó ellenében. A membrán feletti tér térfogata nő, nyomása csökken, így a 7-es szívószelepen tüzelőanyag áramlik be a térbe. A körhagyó továbbfordul, a rugó megemeli a membránt, csökken a felette levő térfogat, nő a folyadék nyomása, zár a szívószelep, nyit a 8-as nyomószelep, a folyadék továbbáramlik a porlasztó felé. Ha nem fogy az üzemanyag, nincs számottevő fogyasztás a motorban, a tápszivattyú nem szállít többet, a membránt a rugó nem tudja felnyomni, ez az üres ütem. A kar továbbra is együtt mozog a körhagyóval, de a működtető 3-as karban kiképzett hosszanti vájatban szabadon mozoghat. Így nem kényszeríti elmozdulásra a membránt és megvalósul az a kívánalom, hogy a tápszivattyú a terheléssel arányos mennyiségű tüzelőanyagot szállít.

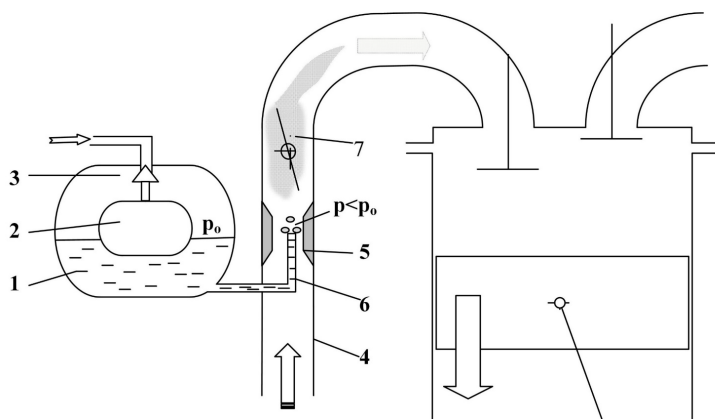
Egy kézi kar segítségével feltölthető a karburátor üres úszóháza.

Előnye, hogy a szivattyú nem igényel kenést, így alkalmas a benzín szállítására, amely kenőanyag-kioldó hatású.

Hátránya, hogy a rugalmas membrán elfárad, kitörik.

2.1.7.2.2. Az Otto-motor porlasztója

A *porlasztó* vagy karburátor az üzemanyag adagolására és a levegővel való keverésére szolgál. Elvi felépítése a 32. ábrán látható.



32. ábra. A karburátor elvi vázlata

A 32. ábra jelölései: 1 – úszóház, benne a benzín állandó szinten található, 2 – úszóka, 3 – tűszelep, 4 – szívócső, 5 – szűkítés vagy torok, 6 – fúvóka, 7 – fojtószelep vagy pillangószelep.

Működésének alapja:

- A közlekedőedényekben a folyadékszintek egyenlők az edények alakjától és méretétől függetlenül.
- Bernoulli-tétel: a csőben áramló folyadék/levegő, ha szűkületen halad át, nő a sebessége, és emiatt csökken a nyomása.

A tüzelőanyag a túszelepen keresztül jut az úszóházba. Az úszóka segítségével az úszóban állandó a benzin szintje. Innen a közlekedőedények elve alapján a fűvókacsőbe jut. A fűvókacső nyílása a tüzelőanyag nyugalmi szintje felett 1-2 mm-rel található.

A torok leszűkíti az áramlási keresztmetszetet, itt a szívóütem alatt átáramló levegő sebessége megnő, miközben csökken a nyomása. Az úszóház benzinszintjének felületén a légköri nyomás megemeli a fűvókában lévő folyadékoszlopot, és a nyíláson átcsordul egy-két benzincsepp. Ezt a benzincseppet a nagy sebességgel áramló levegő magával ragadja, elpárolog, és megtörténik a külső keverékképzés.

Érdekes, illik tudni! A világon üzemeltetett több millió benzines motor porlasztójának alap gondolatával Bánki Dónáth, a Budapesti Műszaki Egyetem egykori professzora és Csonka János gépészmérnök ajándékozott meg (Plesz–Kuti 2013).

A gázkeverék mennyisége a fojtószeleppel szabályozható, amely a gázpedállal áll kapcsolatban, tehát a motor fordulatszáma és teljesítménye ezen fojtószelep segítségével állítható.

Előny: egyszerű szerkezet.

Hátrány: az elemi karburátor csak egy fordulatszámon ad helyes keverési arányt. Indításkor és üresjáratban nem ad megfelelő összetételű keveréket.

Megoldásként a porlasztókat több fűvókával szerelik fel.

Otto-motoroknál napjainkban teret hódít a nyomásos porlasztással, injektálással történő tüzelőanyag-ellátás. Ez érvényes a benzinnel és alkohollal kevert üzemanyagra is, de ugyanazzal a motorral, szintén porlasztással működnek a gázos vagy vegyes üzemeltetésű motorok is. Így növelhető a benzines motorok teljesítménye. Emiatt a közúti járművekbe épített Otto-motorok tüzelőanyag-ellátása ma már többnyire befecskendezéssel történik. A benzin befecskendezése is külső keverékképzést valósít meg, ugyanis a porlasztás a szívás ütemének végén a szívószelep elé, a levegőszívó csőbe történik. Az injektálás elektronikus vezérlésű.

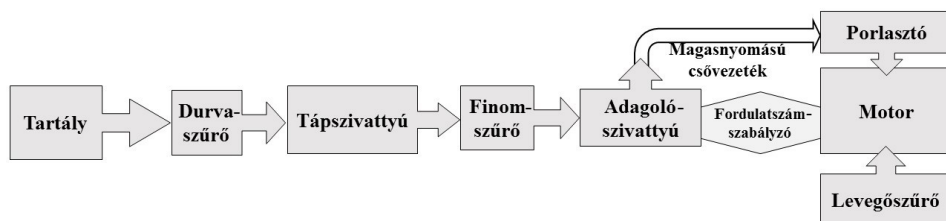
2.1.7.3. A dízelmotor tüzelőanyag-ellátó berendezésének sajátos egységei

A dízelmotor üzemanyag-ellátó rendszerének fő részei a 33. ábrán láthatóak.

A tüzelőanyagot a tápszivattyú a tartályból a durvaszűrőn keresztül szívja és átnyomja a finomszűrőn, majd a befecskendező szivattyúba juttatja. A befecskendező szivattyú a magasnyomású vezetéken az üzemanyagot nagy nyomáson, a porlasztón keresztül az égéstérbe adagolja és juttatja.

A dízelmotor tüzelőanyag-ellátó rendszerének sajátos eszközei:

- a dugattyús tápszivattyú;
- az adagoló/befecskendező szivattyú;
- a porlasztó;
- a fordulatszám-szabályozó.



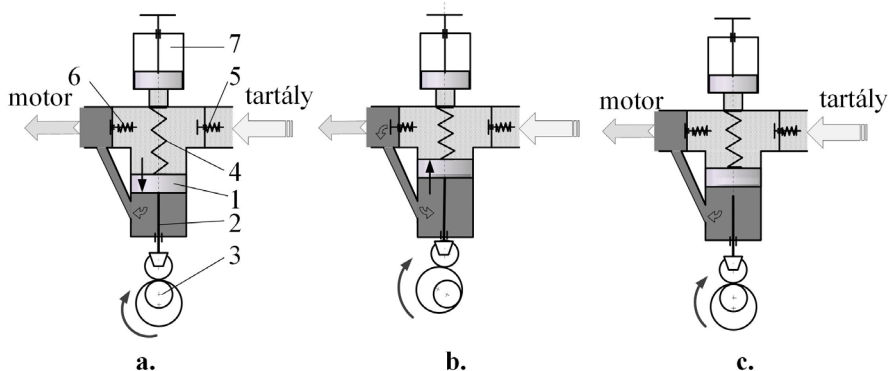
33. ábra. A dízelmotor tüzelőanyag-ellátó rendszer elvi vázlata

2.1.7.3.1. A dízelmotor dugattyús tápszivattyúja

A dugattyús tápszivattyú az üzemanyagot a tartályból a motorhoz juttatja. A dízel-motorokon a dugattyús szivattyút használják gyakrabban.

Felépítése: A dugattyús tápszivattyú felépítése a 34. ábrán követhető: a szivattyúházban mozog az 1-es dugattyú, a 2-es tolórúd, amelyet a 3-as körhagyo emel. A körhagyo a bütykös tengely egyik kiemelkedése. A 4-es nyomórugó, az 5-ös szívószelep, a 6-os nyomószelep. A 7-es egy kézi működtetésű szivattyú.

Működése: a dugattyút a rugó letaszítja (34a. ábra). A dugattyú lefele mozdul, a felette levő tér tágul, emiatt itt csökken a nyomás, nyit a szívószelep, tüzelőanyag áramlik a térbe. A dugattyút a tolórúd segítségével a bütykös tengely körhagyoja emeli (34b. ábra). A dugattyú felfelé mozog, a tüzelőanyagot a nyomószelepen keresztül a nyomótérbe szállítja, onnan a motor felé nyomja. A nyomótér egy csatorna segítségével összeköttetésben van a dugattyú alatti térrel. A dugattyú és az emelőrúd nincs egymással mereven kapcsolva (34c. ábra). Ha nincs számottevő fogyasztás, a dugattyú lebegő helyzetben marad, nem követi a tolórúd mozgását, nem szállít üzemanyagot addig, amíg a dugattyú alatti térből nem fogy elég motorina. Így megvalósul az a kívánalom, hogy a tápszivattyú a terheléssel arányos mennyiségű üzemanyagot szállít.



34. ábra. A dugattyús tápszivattyú elvi felépítése és működése

A tápszivattyút kézi működtetésű 7-es szivattyúval is ellátják, amely segítségével a motor álló helyzetben is feltölthető, légteleníthető.

2.1.7.3.2. A dízelmotor adagolószivattyúja

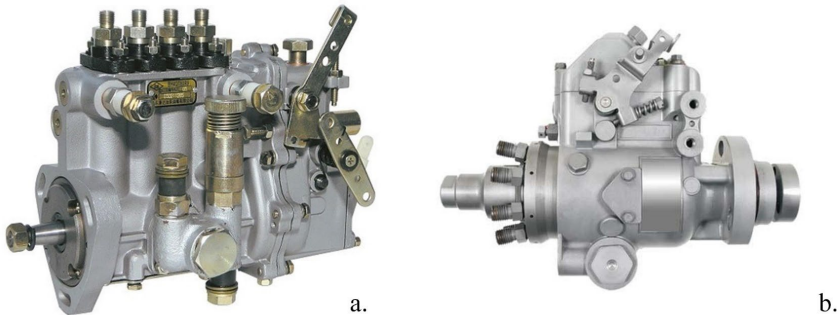
Az adagolószivattyú adagolja és nagy nyomáson juttatja a tüzelőanyagot az égéstérbe.

Az adagoló, más néven befecskendezőszivattyú iránt támasztott követelmények:

- minden hengerbe azonos mennyiségű üzemanyagot juttasson;
- a befecskendezett tüzelőanyag a terheléstől függően változtatható legyen;
- a tüzelőanyag befecskendezése rövid idő alatt, állandó nyomáson, utáncsöpögés nélkül történjen.

A befecskendezőszivattyú felépítés, működés szerint lehet:

- szivattyúelemes dugattyús adagolószivattyú (35a. ábra);
- elosztószerkezetes dugattyús adagolószivattyú (35b. ábra).

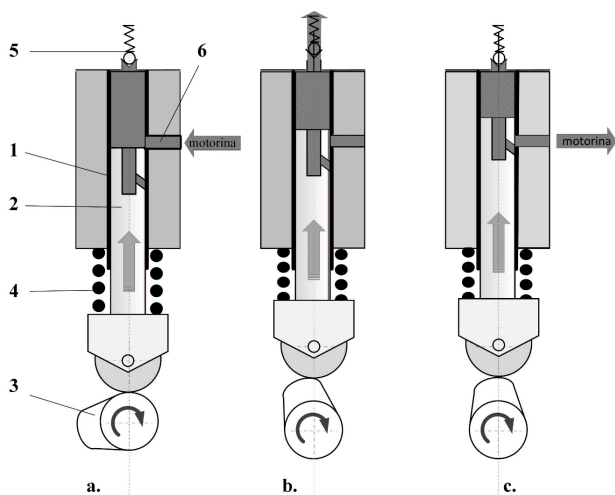


35. ábra. Adagoló/befecskendező szivattyúk: a – soros, szivattyúelemes dugattyús adagolószivattyú, b – elosztószerkezetes dugattyús adagolószivattyú

Forrás: www.standardbrand.com

Általában az egy tömbbe épített, ferdeélvezérlésű, állandó löketű dugattyús szivattyúelemes adagolószivattyút alkalmazzák (35a. ábra), amely minden eleme külön hengert lát el üzemanyaggal. Így csak ennek a bemutatása történik jelen jegyzetben.

Egy ferdeélvezérlésű, állandó löketű dugattyús szivattyúelem elvi felépítése és működése a 36. ábrán látható.



36. ábra. A ferdeélvezérlésű, állandó löketű dugattyús szivattyúelem elvi működése

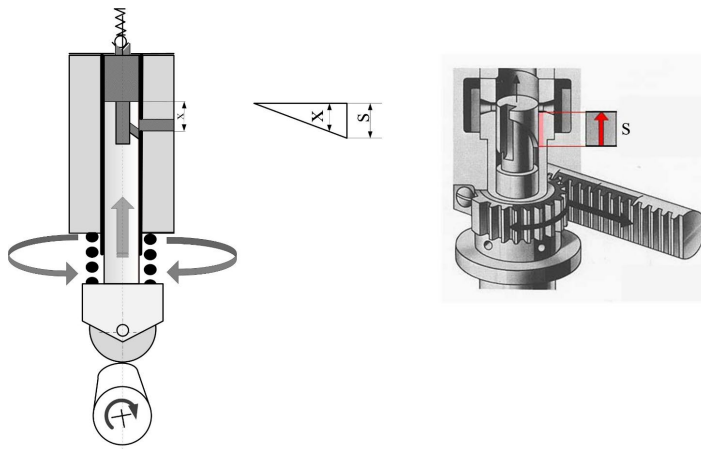
Felépítése: Az 1-es hengerben mozog a 2-es ferdeélvezérlésű dugattyús szivattyúelem, amelyet a bütykös tengely 3-as bütyke emel. A 4-es rugó húzza vissza. Az üzemanyag egy 6-os körkörös csatornából érkezik a nyomóterbe. A nyomóteret az 5-ös fejszelep zárja egy nyomórugó segítségével.

Működése: a dugattyú lefele mozog, szabaddá válik a furat, tüzelőanyag áramlik a dugattyú feletti térbe és az üreges kiképzésekbe. Ez a szívólöket.

A nyomólöket során a dugattyú felfele mozog. Egy része az üzemanyagot visszaáramlik a furaton keresztül a körkörös üzemanyag-csatornába addig, amíg a dugattyú palástja el nem zárja a furatot. Eddig az *első holtjárt*. Amint a dugattyú elzárta a furatot, nő a motorina nyomása, a fejszelep feletti rugó ellenállását legyőzi, a fejszelep felemelkedik az ülékéről, és megkezdődik a befecskendezés. A magasnyomású vezetéken és porlasztón keresztül a motorina bejut a hengerbe. A porlasztás addig tart, ameddig a ferdeél eléri az üzemanyag-csatorna furatát. Ekkor az üzemanyag visszaáramlik a körkörös csatornába, a fejszelepet a rugó az ülésre feszíti, a porlasztás ugyan megszűnik, de a dugattyú folytatja útját a felső holtpont felé. Ez a *második holtjárt*.

A hasznos járat, a befecskendezés, a két holtpont között található, itt a dugattyú sebessége a legnagyobb. Ez fontos, hiszen a befecskendezési nyomás függ a dugattyú sebességétől.

A dugattyú lökete állandó, a hozam szabályozása a ferdeél segítségével történik. A dugattyú saját tengelye körül elforgatható, így a ferdeél más és más pontja nyitja a furatot, ezáltal megváltoztatva a dugattyú szállítóloketét. Ezáltal változik az egy lökethez adagolt üzemanyag-mennyiség (37. ábra).



37. ábra. Adagolás változtatása

Forrás: Szabó 2016

A dugattyú elfordítása a gyakorlatban a fogasléc-fogasív-hüvely-kalapácsnyúlvány-dugattyú útvonal mentén történik (37. ábra). Hosszú fogasléc segítségével egyszerre fordítható az összes dugattyú, a fogasléc pedig a „gázpedál” segítségével mozdítható.

2.1.7.3.3. A dízelmotor porlasztója

A porlasztó a tüzelőanyag porlasztására szolgál, a hengerfejbe rögzül. A porlasztás során a tüzelőanyagot igen apró szemcsékre bontja, így növelve a tüzelőanyag fajlagos felületét. A gázolaj, más néven motorina forrási hőmérséklete 200–300 °C és kinetikai viszkozitása 20 °C-on $5 \cdot 10^6$ m²/s.

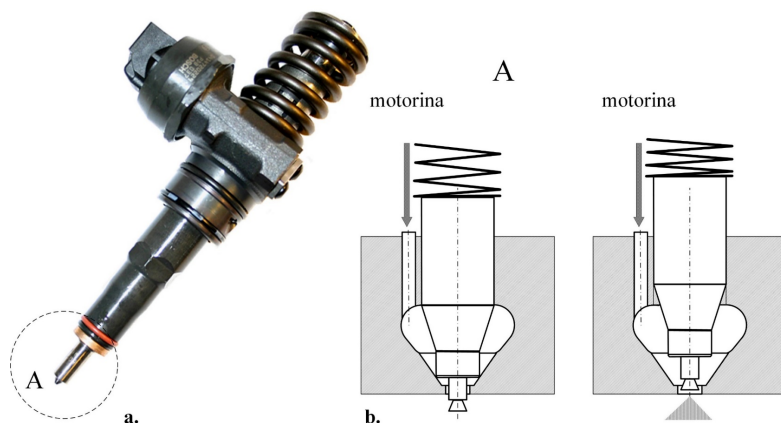
A porlasztót az adagolószivattyúval a magasnyomású vezetékek kötik össze. A szállítási idő azonossága érdekében a magasnyomású csővezetékek egyenlő hosszúak, ezért az adagoló-, befecskendezőszivattyúhoz közelebb lévő hengerek magasnyomású csővezetékeit hurokba hajlítják a mechanikus vezérlésű befecskendezés esetén.

A dízelmotor belső keverékképzésű motor, emiatt keverék kialakítására rendkívül rövid idő áll rendelkezésre. Ha a fordulatszám 2000 ford/min, a keverékképzés ideje kevesebb mint 0,003 s, ezért kell a tüzelőanyagot elporlasztani, párologtatni és jól összekeverni a levegővel (Szabó 2016).

A gyakorlatban többféle porlasztót alkalmaznak. A zárt felépítésű, furatos porlasztót a 38a. ábra mutatja be. Részai: tű, nyomórugó, fúvóka.

A porlasztócsúcs (38b. ábra) egy cső, amelyben kúpfelület van kiképezve. Ebben van egy tű, valójában egy dugattyú. A tűt egy rugó szorítja a kúpba. Ekkor a

kiáramlási furat zárt. Amikor az adagolószivattyú motorinát juttat a csőbe, a magasnyomású gázolaj felemeli a tűt. A cső végén levő furat szabaddá válik, a gázolaj porlasztva beáramlik a hengertérbe. A rugó előfeszítésével szabályozható a nyitási nyomás.



38. ábra. Dízelporlasztó: a – felépítése; b – elvi működése

Forrás: Szabó 2016

2.1.7.3.4. A dízelmotor fordulatszám-szabályozói

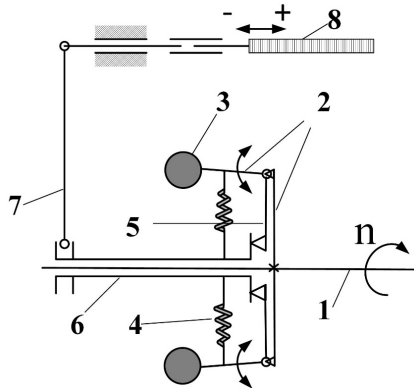
A dízelmotor hengerebe a szívóütem alatt állandónak tekinthető levegőmennyiség jut. A motor fordulatszáma, teljesítménye a befecskendezett tüzelőanyag-mennyiséggel szabályozható. A dízelmotor működése közben változó a motor terhelése, így a fordulatszáma is. Az alábbi jelenségek történhetnek:

- Állandó mennyiségű tüzelőanyag-mennyiség adagolása mellett, ha a terhelés csökkenne, a fordulatszám növekedne és a motor túlpörögne, tönkremenne. Ezért ha a terhelés csökken, arányosan csökkenteni kell a hajtóanyag adagját is.
- Alapjáraton a minimális fordulatszám csaknem állandó értéken tartása szintén adagmennyiség-változtatást igényel.

Tehát a dízelmotor nem fordulatszám-tartó. Ezért a dízelmotort olyan fordulatszám-szabályozóval kell ellátni, amely megakadályozza a megengedhető maximális fordulatszám túllépését és az alapjáraton fordulatszám-ingadozást és -leállást.

A fordulatszám-szabályozók többfélék. Egy mechanikus működtetésű, egyfokozatú fordulatszám-szabályozó elvi felépítése a 39. ábrán látható.

A 39. ábra jelölései: 1 – tengely, 2 – karrendszer, 3 – röpsúlyok, 4 – rugók, 5 – közvetítő elemek, 6 – tengely elmozdul, 7 – karrendszer, 8 – fogasléc.



39. ábra. Egyfokozatú mechanikus röpsúlyos fordulatszám-szabályozó elvi vázlatja

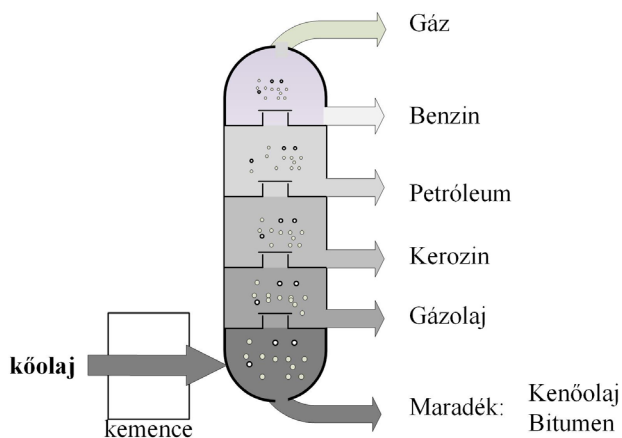
Működése: Az 1-es tengely kapcsolatban van a motor főtengelyével, tulajdonképpen az adagoló befecskendező szivattyú bütykös tengelyével építik össze. A 2-es karrendszer közvetítésével a 3-as röpsúlyok érzékelik a fordulatszám növekedését, kimozdulnak az 4-es rugók ellenében. Ezen kimozdulás eredményeként az 5-ös talpak közvetítésével a 6-os tengely elmozdul, a 7-es karrendszert eltolja, a 8-as fogaslécet elmozdítja a kevesebb adagolás irányába.

2.1.7.4. Üzemanyagok

A leggyakrabban használt üzemanyagok a benzin és a gázolaj. A benzin és a gázolaj kőolajszármazékok. Kőolajból desztillációval állítják elő, a komponensek forráspontjainak különbsége alapján (Kurai 1996).

A *benzin*, az Otto-motorok üzemanyaga, jellegzetes szagú folyadék, amely 5–10 szénatomot tartalmazó paraffinokból és aromás szénhidrogénekből áll. Sűrűsége $\rho = 0,72\text{--}0,76 \text{ g/cm}^3$. Könnyen égő, illékony anyag. Gőzei a levegővel robbanó elegyet képeznek. Vízen nem, de alkoholban, kloroformban, éterben jól oldódik. Jó oldószere a zsíroknak, olajoknak, természetes gyantáknak és a természetes kacsuknak. Előállítható a kőolaj frakcionált lepárlása útján (40. ábra). Rendszerint a 60–90 °C között desztilláló frakciót tekintik benzinnek, néha 200–220 °C a benzin-lepárlás felső határa.

Az így nyert benzint frakcionált desztillációval további párlatokra bontják más-más rendeltetéssel: 40–70 °C között petroléter, amelyet oldószerként használnak; 63–120 °C között extrakciós benzin, szintén oldószer; 125–200 °C között nehézbenzin, lakkoldó szer; 55–200 °C között motorbenzin; 40–180 °C között repülőgép-üzemanyag, kerozin.



40. ábra. Kőolaj frakcionált lepárlása

Legnagyobb jelentősége a motorbenzinnek van. Ennek minőségi jelölésére az *oktánszámot* használják. Az oktánszám jellemzi a benzin kopogás-ellenállóságának mértékét. A kopogás a benzinmotorokban fellépő jelenség, amelyet a motor hengerében lévő benzin-levegő keverék öngyulladására idéz elő. Ha az üzemanyag és levegő keveréke hamarabb gyullad meg, mint a felső holtpont, akkor a motor kopog. A kopogás csökkenti a motor teljesítményét, és rövidíti a motor életidejét. Tehát az oktánszám a benzin kompressziótűrését jellemzi, kompressziótűrésen az a maximális nyomásérték értendő, amelynél a benzin-levegő keverék nem szenved öngyulladásra.

Az oktánszám jelölése CO. Meghatározásához két vonatkoztatási vegyületet használnak: izooktánt, amely oktánszámát 100-nak tekintik, és normál heptánt, amely oktánszáma egyezményesen 0 CO. Az említett két anyagból készült különböző %-os összetételű keverékek meghatározzák a kopogás nélküli kompressziótűrését egy szabványmotorban. Ugyanezt elvégzik a vizsgált benzin esetében is, majd megnézik, hogy hány százalék izooktánt tartalmazó keverék kompressziótűrésével egyezik. Ez adja a vizsgált benzin oktánszámát. Például 90 oktánszámú benzin kompressziótűrése egyenlő a 90% izooktánból és 10% normál heptánból álló elegy kompressziótűrésével.

A személygépkocsik jó motorbenzinjének 90 vagy ennél nagyobb, 98 az oktánszáma.

A *gázolaj*, más néven motorina vagy dízelolaj, a dízelmotorok tüzelőanyaga. A motorinát a nyersolaj finomítása után nyerik. A nyersolaj a kőolaj légköri lepárlásánál nyert termék, amelyet rendszerint 250–350 °C között fognak fel.

Az égési tulajdonságát a *cetán-számmal* jellemzik. Az itt használt egyezményes vegyületeknek a cetán 100 CE, és a metil-naftalin 0 CE felelnek meg. A normál dízelolaj cetánszáma 45 CE.

2.1.8. Kenőrendszer

A motor egymáson elmozduló részei súrlódnak. A súrlódási ellenállás legyőzéséhez munkát kell befektetni, ez a munka veszteség. A súrlódás hővé alakul, a motor részei károsan felmelegednek. A súrlódás lehet: száraz, kenőanyag nélküli; félfolyadék-súrlódás, a kenőanyag mellett is a felületek kiálló részei összeérnek; tiszta folyadék-súrlódás, a felületek között olajfilm, olajpárna jön létre (Kurai 1996).

A súrlódás csökkenthető a felületek finom megmunkálásával, csúszó vagy gördülő csapágyazással és a felületek kenésével. A kenőanyag lehet olaj vagy zsír. Motoroknál kenőolajat használunk.

A kenés feladatai:

- csökkenti a súrlódást;
- hűti a súrlódó alkatrészeket;
- tömíti az érintkező felületeket;
- tisztítja és lemossa az alkatrészeket;
- véd a korróziótól;
- csökkenti a motorzajt.

Motorkenési rendszerek lehetnek:

- keverékolajozás;
- csepegtető olajozás;
- nyomóolajozás (a négyütemű Otto- valamint két- és négyütemű dízelmotorok esetében).

Keverékolajozás: A keverékolajozást a kétütemű Otto-motoroknál alkalmazzák. A kenőolajat az üzemanyag-felvételkor keverik a benzinnel, motortípustól függően 1:25–1:50 arányban. A keverékolajozást az a körülmény teszi lehetővé, hogy a keverék először a szívóütem alatt a forgattyúházba kerül, majd onnan jut az égéstérbe. A porlasztóban, karburátorban az olaj a benzinnel együtt szétporlad, és a gázkeverékben lebegő olajpára kerül a forgattyúházba, onnan az átömlőcsatornán a hengertérbe, lecsapódik a csapágyak futófelületére és a henger belső falára. Mivel az olaj a benzinnel együtt elég, gondoskodni kell a pótlásáról. A kétütemű Otto-motorok kipufogógáza enyhén kékes színű az elégett olaj miatt.

Előnyei: egyszerű, üzembiztos.

Hátrányai: az égéstérben és a kipufogóvezetékben nagy a koromlerakódás.

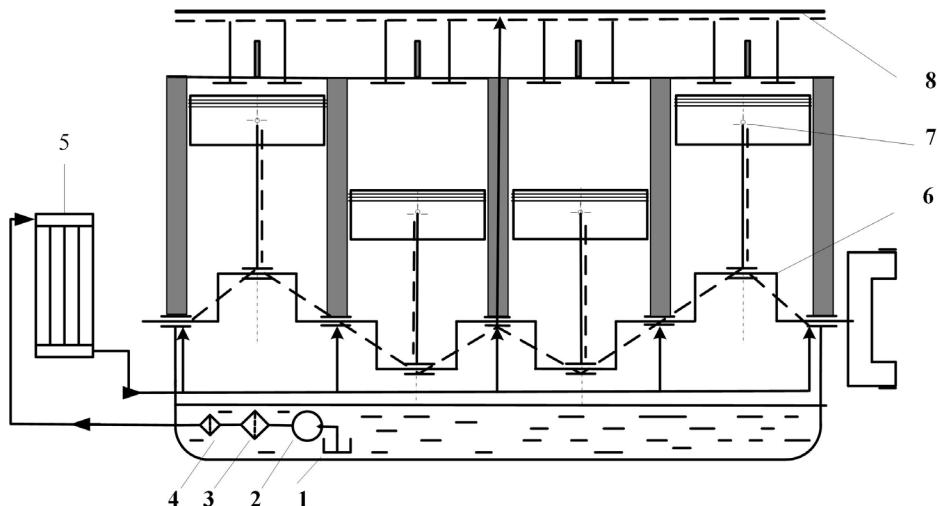
Csepegtető olajozás: az olaj apró cseppekre bontva, ködszerűen kitölti a rendelkezésére álló teret, keni az ott lévő alkatrészeket.

Nyomóolajozás: a korszerű Otto- és dízelmotorok kenési megoldása (41. ábra).

Az 1-es olajteknőből az olajat a 2-es szivattyú szívja, majd a 3-as és 4-es szűrőkön keresztül az 5-ös olajhűtőn át a kenendő helyek felé nyomja. Keni: a 6-os

főtengelycsapágyakat, a 7-es dugattyúcsapszegeket, vezértengely-csapágyakat és 8-as himbatengelyt. A hengert, a dugattyúpalástot, a vezértengely bütykeit, az emelőtőkét a kenő helyek mellett elfolyó kenőolaj és a forgattyúházban levő olajkőd keni.

A két- és négyütemű dízelmotorok esetén a nyomóolajozási rendszerbe bekötik az adagolószivattyú kenését is.



41. ábra. A kenőrendszer elvi felépítése

A szivattyú által szállított olaj útja: olajteknő–szivattyú–szűrők–olajhűtő–olajcsatorna–főtengely nyugvó csapágyai–főtengely forgattyús csapágyai–dugattyúcsapszeg–vezértengely csapágyai–hímbatengely–olajteknő.

A kenőrendszer karbantartása: fontos minden nap ellenőrizni az olajszerintet és szükség esetén a felső szintjelzésig utántölteni; olajszűrő tisztítása vagy cserélése; szűrőelem tisztítása vagy cserélése; motorolaj cseréje az előírt kilométerszám megtétele vagy üzemóra után.

Kenőanyagok

A kenőanyag használati célja az, hogy a káros hatásokat, sűrűlőaszt, melegedést csökkentse.

A kenőanyagok lehetnek:

- kenőolajok;
- kenőzsírok.

A *kenőolajok* minőségét jellemző fizikai paraméterek (Johanidesz 1997):

Viszkozitás: az olaj legfőbb jellemzője. A viszkozitás a folyadék belső súrlódásának mértéke. A viszkozitás folyékonyságot jelent. Az anyag minőségétől és a hőmérséklettől függ. Viszkozitás szempontjából a legértékesebbek azok az olajok, amelyek magas hőmérsékleten is viszkózusok maradnak, és folyékonyságuk alacsony hőmérsékleten sem romlik lényegesen.

Kenőképeség: a kenőanyagnak a tapadással kapcsolatos tulajdonsága. A kenőképeség megállapítása tapintással lehetséges. Ha két ujj közé szorított anyag síkosan hat, akkor kenőképes. A kenőképességet megfelelő vegyi adalékanyag hozzáadásával lehet fokozni.

Dermedéspont: az a hőmérséklet, amelyen a vizsgálati edényt megdöntve megszűnik az olaj szemmel észrevehető mozgása.

Lobbanáspont: az a legalacsonyabb hőmérséklet, amelyen egy megadott készületékben az olajpárák gyújtólánggal éppen meggyújthatók.

Conradson-szám: az olaj szabványos készülékben való elégetésekor keletkező kocszmennyiség. Az eredményt súlyszázalékban szokták megadni.

A felsorolt jellemzők nem teljesek. Az olajok minőségének pontos meghatározásához egyéb tényezők és ezeknek megfelelő vizsgálati módszerek szükségesek.

Az olaj minősége használat közben fokozatosan romlik. Ennek oka, hogy az olaj a levegő hatására oxidálódni kezd. Az oxidációs folyamat az olaj minőségi jellemzőit rontja, az olaj elfárad. Az elhasznált kenőolajat tisztítóeljárással fel lehet újítani, regenerálni.

Vannak olyan kenési helyek, amelyekhez kenőolajat nem lehet használni, mert a kenőolaj könnyen kifolyik. Ilyen esetekben *kenőzsírt* alkalmaznak. A *kenőzsírok* ásványolajból és fémszappanból állnak. A fémszappan fonatszerű vázat alkot, s az ásványolaj a fonatok közeit tölti ki.

A kenőzsírok a szappan minőségétől függően két csoportba oszthatók:

- Mészalapú gépszírok. Vízzel nem keverednek. 1000 °C fölé melegítve és ismét lehűtve zsírjellegüket elvesztik, és többé kenésre nem alkalmazhatók. Ebbe a csoportba tartoznak: a kocsikenőcs; a gépszír, amelyet 50 °C alatti üzemi hőmérsékletű siklócsapágyak kenésére használnak; a gördülőcsapágy-zsírok, 50...80 °C üzemi hőmérsékleten dolgozó siklócsapágyakhoz, golyós- és görgőcsapágyakhoz, valamint járművek alvázkenésére használnak; a gépjárműalvázzsírt a gépjárműalvázak zsírkenésű helyeihez és a kardáncsukló kenéséhez használnak.
- Nátronalapú gépszírok. Ezek nem vízállóak, emulziót képeznek, és ebben az állapotban felhasználásra nem alkalmasak. Olvadáspontjuk fölé melegítve és ismét lehűtve zsírjellegüket nem veszítik el, keveréssel ismét kenésre alkalmas állapotba hozhatók. Idetartoznak: hő- és fagyálló gördülőcsapágy-zsír, -30°C és +110 °C közti üzemi hőmérsékleten használhatók; Kalypso-zsírok, 120...150 °C üzemi hőmérsékletű csapágyak kenésére használnak; kolloidgrafitos kenőzsír, a fémfelületek egyenetlenségeit a grafit szemcsék kitöltik, ezáltal vékony grafitfűtőkör alakul ki. Nagy terhelésű,

kis fordulatszámú csapágyak és lemezrugók kenésére használják. Felhasználható 40 °C-ig.

2.1.9. Hűtőrendszer

A motor hengerében elégetett üzemanyagból hőenergia szabadul fel. A tüzelőanyag elégetésével keletkező hőnek csak 20–40%-a alakul át mechanikai munkává. A hőenergia többi része a kipufogógázakkal, sugárzással távozik a motorból, vagy a motor alkatrészeit melegíti fel. A visszamaradó hőenergia egy része károsan melegíti az alkatrészeket, mert a nagyfokú felmelegedés miatt a kenőanyag elég, a hőtágulás miatt az alkatrészek megszorulnak. A káros hőenergiát hűtéssel el kell távolítani.

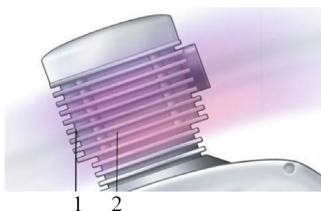
Megjegyzés: a motorra károsan hat az alacsony hőmérséklet is, ugyanis a hideg motor hengerfalára lecsapódik az üzemanyag.

A hűtés feladata olyan üzemi hőmérséklet, 80–90°C biztosítása, amely a motor működéséhez a legkedvezőbb (Karai 1996).

A motorok hűtése történhet:

- levegővel, léghűtéssel;
- vízzel, vízhűtéssel.

A *levegőhűtéses motor* hengertömbje és hengerfeje bordázott (42. ábra), a levegővel érintkező felület növelése érdekében 1-es bordákat képeznek ki a 2-es hengertömbön.



42. ábra. Léghűtéses hengertömb

Forrás: www.autoszektor.hu

A hűtéshez szükséges levegő biztosítása alapján megkülönböztetnek:

- menetszél-léghűtést: ezt főleg kerékpármotorok hűtésére alkalmazzák. A haladási sebességből adódó légáramlás elegendő a bordázott henger és hengerfej hűtésére;
- levegőfúvós léghűtést: azokon a motorokon alkalmazzák, amelyeket burkolnak, vagy a haladási sebességből légáramlás nem elegendő a hűtésre.

A léghűtés nagyon egyszerű, viszont arról kell gondoskodni, hogy a hűtőbordák közé jutott szennyeződések, port, növényi és rovarmaradványokat rendszeresen el kell távolítani, mert ezek a bordaközöket eltömítve rontják a hőleadó képességet.

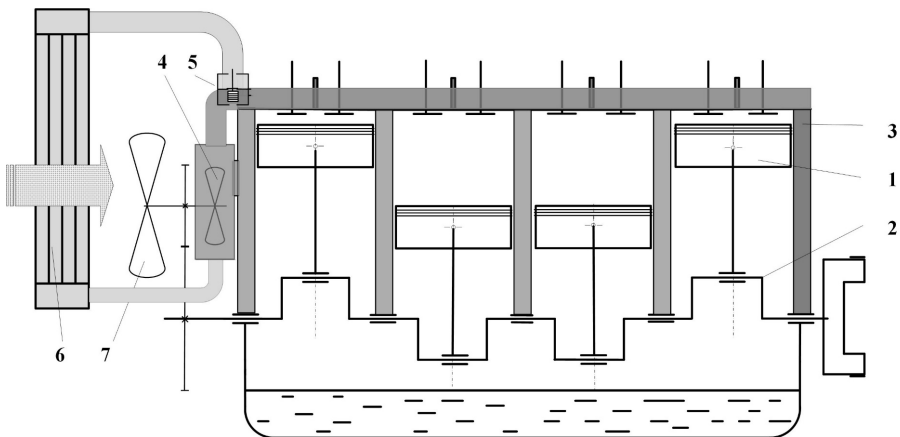
A vízűtéses motor hengertömbje és hengerfeje kettős falú, a kettős fal között áramlik a víz és hűti a hengert és a hengerfejet.

A vízűtéses rendszer kétféle:

- termoszfionos és
- szivattyús vízűtés (43. ábra).

A termoszfionos vízűtés működése azon fizikai törvényen alapszik, hogy a meleg víz könnyebb a hidegnél, a sűrűségkülönbség hatására a víz állandó körforgásba kerül. Szerkezeti elemei: kettős falú henger és hengerfej, itt történik a víz felmelegedése; hűtő vagy radiátor egy vékony falú edény, amelyben a víz nagy felületen érintkezik a levegővel; a ventilátor a levegőt a hűtőcsövek között áramoltatja; az összekötőcsövek a hengertömböt és a hengerfejet kötik össze.

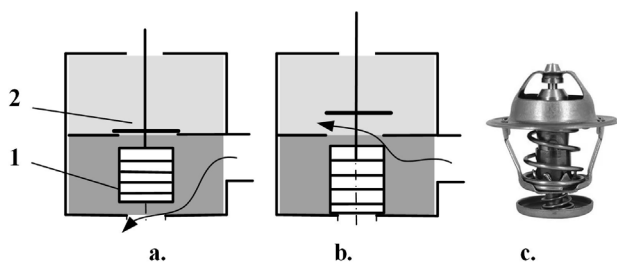
A szivattyús vízűtés elvi vázlata a 43. ábrán látható. Az elvi vázlat jelölései: 1 – főtengely, 2 – dugattyú, 3 – kettős falú henger, 4 – szivattyú, 5 – termosztát, 6 – hűtő, 7 – ventilátor.



43. ábra. Szivattyús vízűtés elvi vázlata

Működése: A hűtővizet a 4-es szivattyú tartja körforgásban, amely a hajtását az 1-es főtengelyről kapja. A 2-es dugattyú a 3-as kettős falú hengerben mozog, itt és a hengerfejben történik a víz felmelegedése. A felmelegedett víz a 6-os hűtőbe kerül. A hűtő vagy radiátor egy vékony falú edény, amelyben a víz nagy felületen érintkezik a levegővel. Részei: alsó víztér és felső víztér, hűtőcsövek, beöntőnyílás, zárfedél, túlfolyócső, leeresztőcsap. A 7-es ventilátor feladata a levegő hűtőcsövek közötti áramoltatása, a főtengelyről ékszíj hajtja meg. A szivattyús vízűtéses motorokba 5-ös termosztátot építenek. A termosztát szerepe az, hogy a hűtővizet csak a káros hőmérséklet elérése után engedje a radiátor felé, addig a hűtővíz egy kisebb körben áramlik.

A termosztát elvi felépítését és működését a 44. ábra mutatja be.



44. ábra. A termosztát elvi felépítése és működése

A termosztát részei: 1 – szelep, 2 – szeleence.

Működése: Az 1-es szeleenceben alacsony hőmérsékleten párolgó aceton vagy éter van. Amíg a hűtővíz hideg, a szeleence, kis térfogata miatt, zárva tartja a szelepet (44a. ábra). Ha a víz hőmérséklete elérte a 60-70 °C-ot, a dobozban lévő folyadék forrni kezd, a gőz terjeszkedik, a szeleence rugalmas, alakot változtat, felemeli a szelepet az ülékéről, a víz szabad utat kap a hűtő felé (44b. ábra).

A hűtővíz fagyveszélyben olyan mértékben tágul, hogy szétrepedt a motortömöt, a vízhűtőt, ezért le kell engedni a hűtőrendszerből, szükség esetén fagyálló folyadékot kell használni. A fagyálló folyadék készítése: a vízhez szaküzletben kapható koncentrált fagyálló adalékot kevernek, betartva a keverési arányt és figyelembe véve a hozzá tartozó fagyáspontot. A vízhűtéses hűtőrendszer folyadékszintjét állandóan a feltöltési szinten kell tartani. A fagyálló koncentrátum hígítására csak lágy vagy desztillált vizet szabad használni, azért, hogy a káros lerakódásokat elkerüljék. A kicsapódott vízkő rontja a hűtőhatást, a vízkőképződést időnként ellenőrizni kell, ha lerakódás észlelhető a hengerfej hűtőjárataiban, azt vízkőoldó folyadékkal meg kell szüntetni. A kútvíz nem alkalmas, mert a benne levő ásványanyagok kiválnak, vízkő formájában lerakódnak. A vízkő hőszigetelő, rontja a hűtést.

2.1.10. Belső égésű motorok villamos berendezései

A belső égésű motor üzemeltetése során olyan berendezéseket is igényel, amelyek elektromos energia felhasználásával működnek. Ezek a fogyasztók. Az elektromos áramot az áramforrások szolgáltatják. Az áramforrások és fogyasztók közötti összhangot a szabályozók teremtik meg.

Az erőgép motorjának működtetéséhez kétféle áramforrás szükséges:

- egy akkumulátor, amely a motor álló helyzetében szolgáltat elektromos energiát;
- egy áramfejlesztő, amely a motor működése közben szolgáltatja az elektromos energiát.

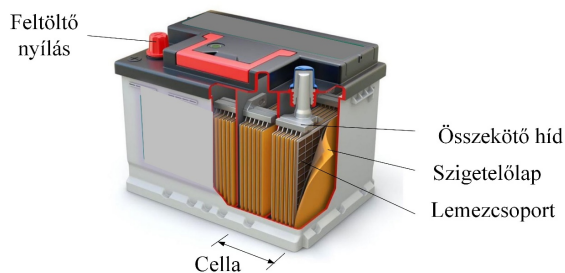
2.1.10.1. Az akkumulátor

Az akkumulátor tölthető és kisüthető elektromos áramforrás. Energiaátalakító szerkezet, tehát gép, amely töltéskor elektromos energiát kémiai energiává alakít, kisütéskor a kémiai energiát elektromos energiává alakítja. Az átalakítás hatásfoka elég jó, akár a 80%-ot is elérheti.

Feladata az erőgép fogyasztóinak működtetése a motor üzemen kívüli állapotban is.

Az akkumulátorok a nevüket az anód és katód anyagáról kapták. Az alkalmazott elektrolittól függően az akkumulátor lehet savas vagy lúgos. Mivel a mezőgazdaság erőgépeit savas ólomakkumulátorral szerelik fel, ez kerül részletes bemutatásra.

A savas ólomakkumulátor felépítése a 45. ábrán látható.



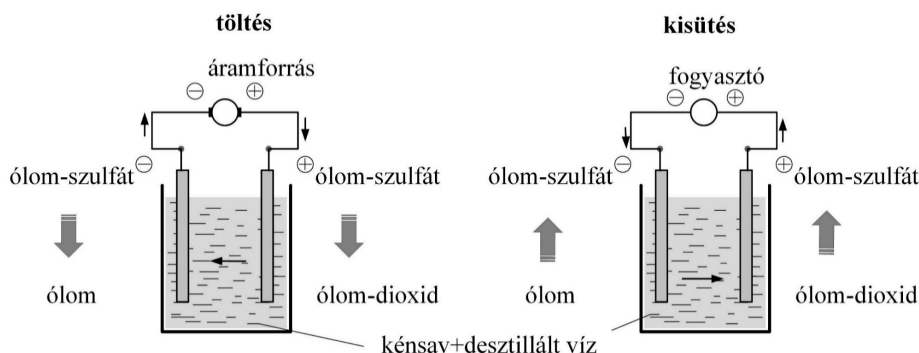
45. ábra. Savas ólomakkumulátor felépítése

Forrás: www.sportmotor.hu/

Az akkumulátoredény cellákból áll, a cellákban helyezkednek el a lemezek. Az akkumulátor energiatárolási képessége a lemezek méretével egyenesen arányos. A nagy méretű lemezek növelnék az akkumulátor méretét, emiatt a lemezek helyett lemezcsoportokat alakítanak ki (45. ábra). A lemezeket lemezcsoportokba fűzik. Egymásba nyúló pozitív és negatív lemezek kerülnek egymás mellé, közéjük jól szigetelő lapokat helyeznek. A szigetelőlapok lyukacsosak, hogy ne akadályozzák az elektrolit érintkezését a lemezekkel. Egy negatív és egy pozitív lemezcsoport kerül egy cellába. A lemezcsoportok negatív és pozitív pólusait hidak kötik össze. Minden akkumulátor több, sorba kötött cellából áll, az egyes cellákat hidak kötik össze.

Az akkumulátoredényt a cellafedelek zárják, minden cellafedél közepén záródugóval ellátott nyílás található, ezen történik az elektrolit betöltése. A záródugón egy kis furat a cella szellőzését biztosítja, mely a folyamatok során keletkező gázok eltávozását teszi lehetővé.

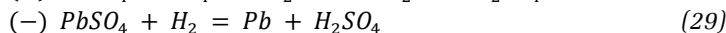
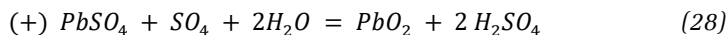
Az akkumulátor működési elve a 46. ábrán figyelhető meg. Az akkumulátoroknak két üzemállapota lehetséges: a töltés és a kisütés.



46. ábra. Akkumulátor működése

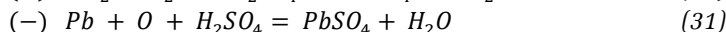
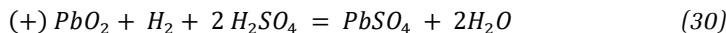
Az elektrolit vagy akkumulátorsav kénsav és desztillált víz elegye. Jellemzősége a töménység szolgál, az akkumulátorsav töménysége megfelelő, ha a sűrűsége 15 °C hőmérsékleten 1285 kg/m³. Ezt savmérővel ellenőrzik.

A töltés: A lemezeket egy egyenáramú áramforrás pozitív és negatív pólusaira kötik. A folyamatot töltésnek nevezik. Az elektromos áram hatására a lemezeken és az elektrolitban elektrolízis történik, ennek hatására a pozitív lemez ólom-dioxiddá, a negatív lemez ólommal alakul át. A töltés folyamatának kémiai egyenletei:



Töltéskor kénsav keletkezik, az elektrolit töménysége nő.

A kisütés: A fordított folyamat során az akkumulátor lemezeit egy fogyasztó segítségével összekötik, az akkumulátor tárolt árama használódik, a lemezek visszaalakulnak ólom-szulfáttá. A kisütés kémiai egyenletei:



Kisütéskor víz keletkezik, csökken az elektrolit töménysége.

Ha a töménység és mennyiség nem megfelelő, akkor általában desztillált vízzel hígítani kell az akkumulátorsavat, vagy akkumulátorsavat kell készíteni és pótolni a hiányzó mennyiséget. Az akkumulátorsav készítésekor mindig a kénsavat kell vékony sugárban hozzáadni a desztillált vízhez, ellenkező esetben erős pezsgésnek indul a kénsav, szétfroccsen, veszélyes, balesetet okozhat. Gumikesztyű, gumikötény, védőszemüveg kötelező az akkumulátorsavval való munkálatok során.

Az akkumulátor elektromos jellemzői:

- az elektromos feszültség;
- a kapacitás.

Elektromos feszültség: egy cella elektromos névleges feszültsége 2 V. Egy akkumulátor feszültsége a cellák névleges feszültségeinek összegéből számítható, tehát egy háromcellás akkumulátor névleges feszültsége 6 V, a hatcellás akkumulátoré pedig 12 V. A feszültség mérőműszerrel ellenőrizhető. Ha a cellafeszültség 1,75 V alá esik, akkor az akkumulátor kimerült, újra kell tölteni.

Kapacitás: az akkumulátor elektromos tárolóképesége. Mértékegysége az amperóra, [Ah]. Az akkumulátor kapacitása egyenlő az amperben kifejezett áramerősség és a kisütési idő szorzatával:

$$C = I_t \cdot t [Ah], \quad (32)$$

ahol: C a kapacitás, I_t a terhelő áram erőssége, [A]; t az áramszolgáltatás időtartama, [h].

Az akkumulátorban használaton kívül is állandó vegyi folyamat megy végbe, kívül, tehát tárolás alatt is kezelni kell.

2.1.10.2. Áramfejlesztők

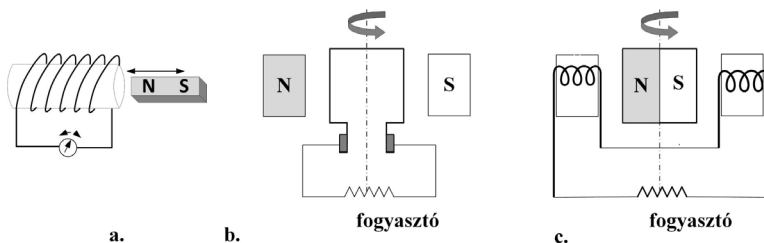
Az áramfejlesztő a motor által szolgáltatott mechanikai energiát átalakítja elektromos energiává, a motor üzeme közben ellátja az elektromos fogyasztókat árammal és tölti az akkumulátort.

Az áramfejlesztő működése az elektromágneses indukció elvén alapszik. Eszerint, ha mágneses térben vezetőt mozgatnak vagy fordítva, álló vezető közelében mágneses tér mozog, a vezetőben feszültség indukálódik (47a. ábra).

A gépjárművekben kétféle áramfejlesztő terjedt el:

- a dinamó;
- a generátor.

A *dinamó:* Keret alakúra hajlított vezetőt (47b. ábra) állandó mágnessel létrehozott mágneses térbe helyeznek. A vezető végeihez, egymással szemben két félgyűrűt szerelnek, amelyek szénkefékkel érintkeznek. Ha a vezetőt forgatják, metszi a mágneses erővonalakat, és benne váltakozó áram indukálódik. A váltakozó áram iránya függ a keret helyzetétől. A kefék úgy vannak elhelyezve, hogy egyenáram vezethető el a keretről.



47. ábra. a – Elektromágneses indukció elve; b – dinamó elve; c – generátor elve

A generátor esetében a vezetőt vasmagokra tekerceslik (47c. ábra), és az így nyert pólusok között állandó mágneset forgatnak. A mágnes egy fordulata alatt az indukált feszültség nulla értékről fokozatosan nő a maximális határig, utána ismét lecsökken nullára, ugyanez ismétlődik, de ellenkező irányban. Így a vezetőben váltakozó feszültség indukálódik, nagysága szinuszgörbe szerint változik. A generátor váltakozó feszültségét egyenirányítani kell.

A generátor esetében az indukcióhoz szükséges mágneses teret a saját maguk által termelt árammal hozzák létre, ez az öngerjesztés.

Mindkét gépnél a forgó részt a motor főtengelyéről hajtják meg.

A generátorok előnyei a dinamókhoz képest:

- egyszerűbb szerkezetek, üzembiztosabbak, karbantartást alig igényelnek;
- azonos méret és tömeg mellett teljesítményük közel kétszeres;
- jobb a hatásfokuk.

Ezen előnyök miatt az újabb erőgépeken ma már kizárólag generátorokat alkalmaznak.

Mivel a motor főtengelye változó fordulatszámú forog, így a keletkezett feszültség is változó. A fogyasztók azonban állandó feszültséget igényelnek, ezért a fogyasztók és a dinamó vagy generátor között feszültségszabályozó berendezést építenek be. Az erőgépek szabályozóberendezése általában a következő egységekből áll: feszültségszabályozó, áramkapcsoló, töltőáram-korlátozó.

2.1.10.3. Indítómotor

Az indítómotor egy fogyasztó. Az indítás során a főtengely megforgatására szolgál. A belső égésű motorok működésbe hozásához külső energia szükséges, ez történhet:

- kézi indítással, kézi erővel közvetlenül vagy lendkerékkel;
- elektromos indítással: akkumulátorról működtetett villanymotor forgatja meg a főtengelyt;
- vegyes üzemű indítás során könnyen induló Otto-motor forgatja meg az erőgép főtengelyét.

Az erőgépeken elektromos indítómotorokat alkalmaznak (48. ábra). Indításkor az indítómotor kis elcsúsztatható fogaskereke és a főtengely lendkerékére szerelt fogaskoszorú összekapcsolódik. A motor beindulása után eredeti állapotába húzódik vissza a kis fogaskerék.



48. ábra. Indítómotor

Az indítómotorok nagy áramfelvételük miatt nagyon igénybe veszik az akkumulátort, ezért az indítómotort nem szabad hosszú ideig működtetni. Maximum 10-12 másodperces indítás után szünetet kell tartani. Ha többszöri indítási kísérlet után sem indul a motor, a hibát meg kell keresni.

2.2. Teljesítményátviteli rendszer

A teljesítményátviteli rendszer összekapcsolja a motort a járószerkezettel, és a motor főtengelyén nyert forgó mozgást eljuttatja a járókerekekhez és/vagy a munkagéphez, valamint a szervoverendezéshez. A szakirodalomban gyakran az erőátviteli rendszer elnevezéssel is lehet találkozni (Szendrő 2003).

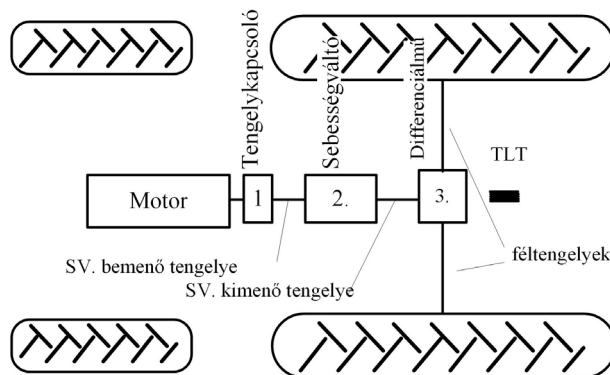
A teljesítményátviteli rendszer feladatai és azokat megvalósító egységei a 3. táblázatban láthatóak.

3. táblázat. A teljesítményátviteli rendszer feladatai és egységei

A teljesítmény(erő)átviteli-rendszer feladatai	Egységei
sima, rángatásmentes indítás;	a tengelykapcsoló;
haladási sebesség, nyomaték változtatása;	a sebességváltómű;
kapaszkodó, hajtott, kerekek hajtásának kiegyenlítése;	a kiegyenlítőmű vagy differenciálmű;
munkagépek hajtása, akár vontatás közben is;	a teljesítményleadó tengely, TLT;
szervoverendezések működtetése.	szervoszivattyú.

Forrás: szerző saját szerkesztése

A teljesítményátviteli szerkezeti elemei és helyeik az erőgépen a 49. ábrán láthatók.



49. ábra. Mechanikus teljesítményátviteli rendszer elvi felépítése

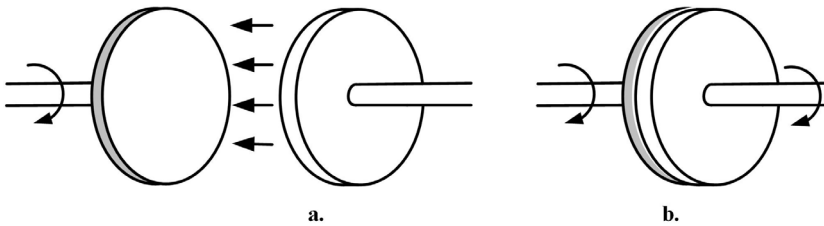
A traktorok teljesítményátviteli szerkezetei az energiaátvitel szerint lehetnek:

- mechanikusak;
- hidraulikusok;
- villamos hajtásátvitellel működőek.

A mezőgazdaság erőgépein általában mechanikus teljesítményátvitel történik, így ez kerül részletes bemutatásra.

2.2.1. Tengelykapcsoló

A tengelykapcsoló egy gépelem, amely két tengely között forgó mozgást közvetít. A súrlódásos tengelykapcsoló működési elve az 50. ábrán látható. Helye a teljesítményátviteli rendszerben a motor főtengelye és a sebességváltómű, nyomatékváltómű, bemenőtengelye között van.



50. ábra. Súrlódásos tengelykapcsoló működése

A tengelykapcsoló feladata:

- a két tengely közötti kapcsolat gyors megszüntetése, oldása;
- fokozatos kapcsolat létrehozása;
- a kapcsolat esetén csúszásmentes erőátvitel biztosítása;
- a motor túlterhelés elleni védelme.

A tengelykapcsolók nagyon sokfélék. Néhány osztályozási szempont az 51. ábrán követhető.

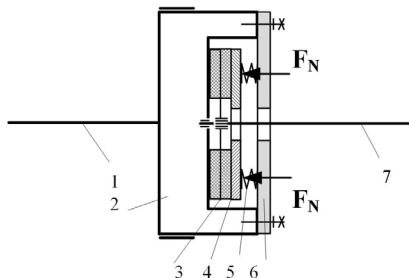
Működési mód szerint:	<ul style="list-style-type: none"> • mechanikus • hidraulikus • pneumatikus • villamos
Súrlódó felület alakja szerint:	<ul style="list-style-type: none"> • dobfelület • kúpfelület • tárcsafelület
Súrlódó felületek száma szerint:	<ul style="list-style-type: none"> • egytárcsás • kéttárcsás • többtárcsás
Összeszorító erő szerint:	<ul style="list-style-type: none"> • rugóerő • centrifugális erő • elektromágneses erő
Vezérlés módja szerint:	<ul style="list-style-type: none"> • pedállal • rásegítéssel, szervóval • automatikusan

51. ábra. Tengelykapcsolók osztályozása

A mezőgazdasági erőgépekben levő leggyakoribb megoldásokat kiemelés jelzi az 51. ábrán.

2.2.1.1. Súrlódásos tengelykapcsoló

A mezőgazdasági erőgépekben leggyakrabban mechanikus, rugóerővel szorított, pedállal vezérelt súrlódótárcsás tengelykapcsolót használnak. Elvi felépítése az 52. ábrán látható.

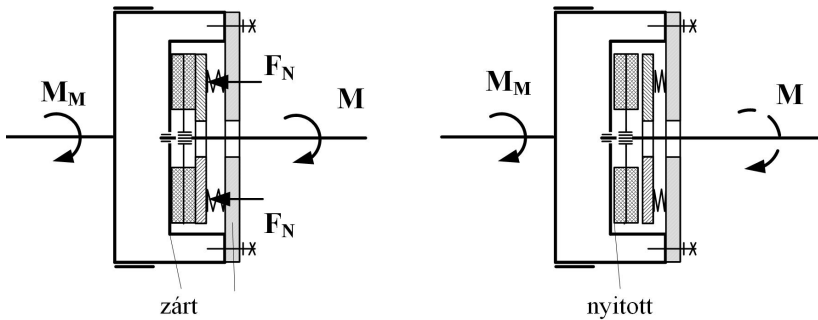


52. ábra. A súrlódásos tengelykapcsoló elvi felépítése

A tengelykapcsoló három fő részből áll:

- a meghajtórészekből, amelyek az 1-es főtengellyel együtt forognak: 2 – lendítőkerek, 6 – fedél, 5 – nyomórugók, 4 – nyomótárcsa;
- a hajtott részekből, amelyek a sebességváltóhoz kapcsolódnak: 3 – súrlódótárcsa a súrlódóbetétekkel;
- a kapcsolóelemekből, amelyek a be- és kikapcsolást végzik: kiemelőpálca, kiemelőkar, nyomócsapágó, pedál. Az elvi vázlaton ezek nincsenek megjelenítve.

A súrlódásos tengelykapcsoló működése az 53. ábrán követhető.



53. ábra. A súrlódásos tengelykapcsoló elvi működése

Zárt állapotban a rugók nekifeszítik a nyomótárcsát a súrlódótárcsának, amely a bordás tengelyen kissé elmozdul, és másik oldala a lendítőkerek lemunált felületéhez feszül. A motor főtengelye a lendítőkereket, a csavarokkal hozzáerősített fedéllemez és a nyomótárcsát forgatja. A rugók összeszorító hatása miatt a súrlódótárcsa egyik oldalával a lendítőkerekhez, másik oldalával a nyomótárcsához súrlódik. Így a súrlódótárcsa forogni kezd, és közvetítésével forogni kezd a bordázott tengely, a sebességváltó bemenőtengelye is. A nyitást a lábpedál vezérli. Az összekötő rudazaton keresztül elmozdul a nyomócsapágó, amely a kiemelőkarok segítségével a rugókat a nyomótárcsa ellenében elmozdítja. Így a súrlódótárcsa eltávolodik a lendítőkerek felületéről. A lendítőkerek a hozzákapcsolt részekkel tovább forog, de a sebességváltó bemenőtengelye nem kap hajtást. A szétkapcsolt állapot addig tart, amíg a pedált nyomják. Ha fokozatosan szüntetik meg a pedálra gyakorolt erőhatást, akkor simán, rángatásmentesen kapcsolhatók és gyorsíthatók fel a meghajtott szerkezetek.

A súrlódásos tengelykapcsoló átvitt nyomatéka egyenesen arányos a felületek közti súrlódási tényezővel, az összeszorító rugóerővel és a súrlódótárcsa közepes átmérőjével. Így az átvendő nyomaték növelése érdekében növelhető:

- a felületek közti súrlódási tényező;
- az összeszorító rugóerő, de ez nehezíti a tengelykapcsoló oldását;

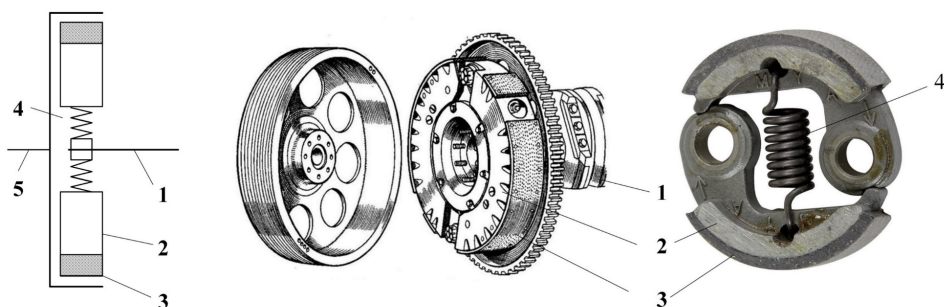
- a súrlódótárcsa átmérője, de ez a tengelykapcsoló méretének növelését eredményezi.

Ha a szükséges nyomaték olyan nagy, hogy az egytárcsás tengelykapcsoló nem tudja csúszásmentesen átvinni, akkor többtárcsás tengelykapcsolót alkalmaznak.

Korszerű traktorokon a járószerkezet és a segédberendezések hajtása külön-külön kapcsolható össze a motorral. Ez vagy két különálló tengelykapcsolóval, vagy *kettős működésű tengelykapcsolóval* valósítható meg. A kettős működésű tengelykapcsoló a fejlettebb. A két kapcsoló tárcsája közül az első a járókerekekhez, a második egy csőtengelyen keresztül a segédberendezésekhez továbbítja a motor forgatóhatását.

2.2.1.2. Röpsúlyos tengelykapcsoló

A röpsúlyos tengelykapcsoló mechanikus működtetésű, automatikus vezérlésű. Az összeszorító erő a centrifugális erő, a súrlódó felület alakja hengeres. A hajtórész a meghajtótárcsából és a rajta levő röpsúlyból áll, melyek külső felületén súrlódóbetétet helyeznek el (54. ábra). Mindez együtt forog a motor főtengelyével. A hajtott rész henger alakú dob, amelyet szorosan rögzítenek a hajtott tengelyre. A meghajtórész a hajtott dobba van becsúsztatva. A röpsúlyokat húzórugók tartják össze. Ha a motor üresjáratú fordulatszámmal dolgozik, a centrifugális erő kicsi ahhoz, hogy legyőzze a rugóerőt, tehát a röpsúlyok szabadon forognak a dobban, a dob pedig áll. A fordulatszám növelésekor a centrifugális erő legyőzi a rugóerőt, és a röpsúlyok a központtól távolodnak, majd a dob belső falához feszülnek. Ekkor a röpsúlyok és az álló dob érintkező felületei között fellépő súrlódás magával viszi a dobot. Ha a motor fordulatszámát lecsökkentjük az üresjáratú fordulatszámra, akkor a rugó visszahúzza a röpsúlyokat, a hajtott dob újra megáll. Röpsúlyos tengelykapcsolót alkalmaznak pl. egytengelyes kerti traktoroknál.



54. ábra. Centrifugális tengelykapcsoló

2.2.2. Sebességváltó

A sebességváltó a mechanikus erőátviteli rendszer második egysége, amelyet nyomatékvtálműnek is nevezhetnek. A tengelykapcsoló után, a kiegyenlítőmű előtt helyezkedik el.

A munkagépek vonóerő-szükséglete változó a különböző agrotechnikai feltételek mellett. Az erőgépek a sebességük és így vonóerő-kifejtésük változtatásával alkalmazkodnak a különböző munkagépekhez. Ezt a P_v vonóhorog-teljesítmény, az F_v vonóerő, a v vontatási sebesség, illetve az M nyomaték és a ω szögsebesség közti összefüggés jeleníti meg:

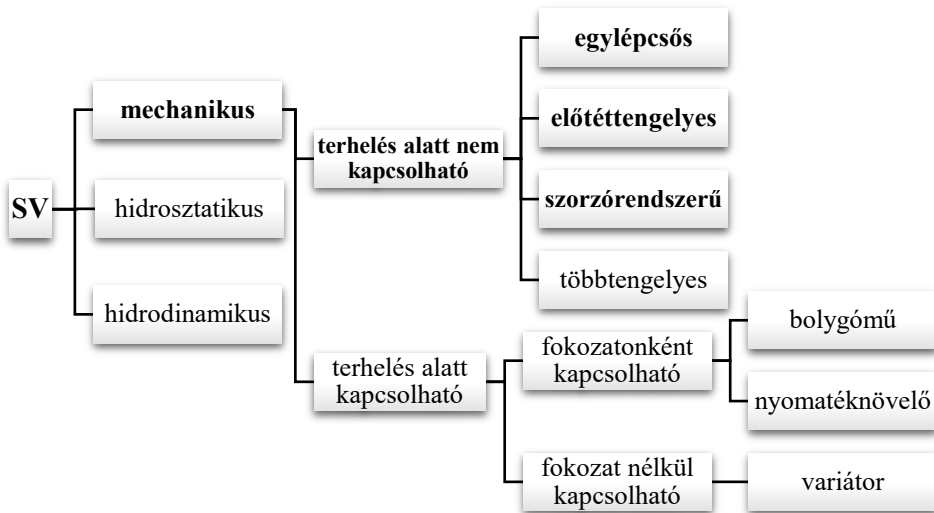
$$P_v = F_v \cdot v = M \cdot \omega \quad [W]. \quad (33)$$

Tudva, hogy a teljesítmény állandó, így a sebesség változtatásával változik a kifejthető vonóerő. A sebesség csökkenésével a vonóerő nő, és fordítva.

A sebességváltó feladatai:

- a járókerekek fordulatszámának és forgatónyomatékának változtatása a motor főtengelyének fordulatszámához képest;
- a tartós szétkapcsolt állapot, az üresmenet létrehozása;
- a hátramenet biztosítása.

A sebességváltók is sokfélék lehetnek. Osztályba rendezésük az 55. ábrán figyelhető meg.



55. ábra. Sebességváltóművek osztályozása

A sebességváltómű iránt támasztott követelmények:

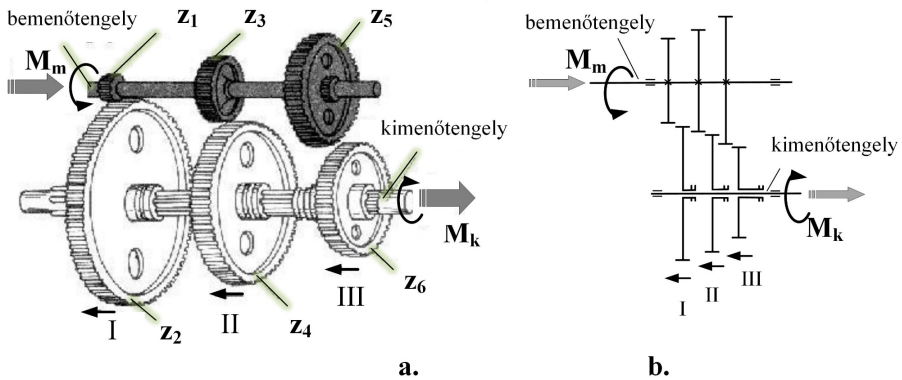
- felépítése legyen egyszerű;
- könnyen kezelhető;
- működés közben csendes;
- elegendő sebességfokozatot biztosítson az erőgép észszerű, gazdaságos működtetéséhez.

Jelen jegyzet az 55. ábrán kiemelt sebességváltókat mutatja be.

2.2.2.1. Egylépcsős sebességváltó

Az erőgépeket leggyakrabban mechanikus, terhelés alatt nem kapcsolható, fogaskerekes sebességváltóval szerelik fel, amelyek felépítésében fogaskerékpárok és egymással párhuzamos tengelyek vesznek részt, elve az 56. ábrán látható. A fogaskerékpár egyik fogaskereke mereven kapcsolódik a tengelyhez, a másik fogaskerék elcsúsztatható a párhuzamos és bordázott tengelyen.

Az egylépcsős sebességváltó (56. ábra) tengelyei: a bemenőtengely, a kimenőtengely és a hátrameneti tengely. Az ábrán nem látható a hátrameneti tengely, a működési elv jobb megértése végett.



56. ábra. Egylépcsős sebességváltó: a – elve, b – elvi ábrája

Forrás: Karai 1996

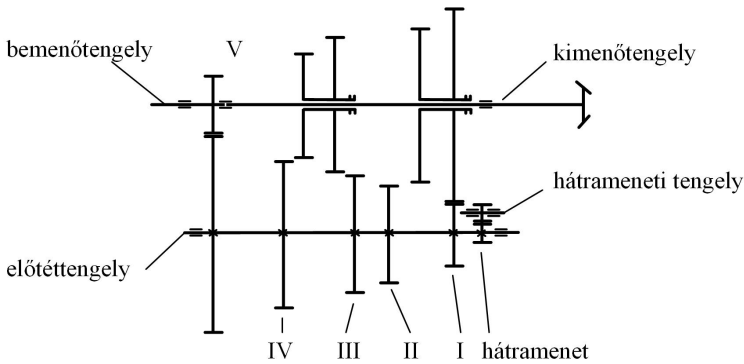
A bemenőtengely a hajtását a motorról kapja a tengelykapcsolón keresztül. A bemenőtengelyre a fogaskerek szorosán vannak illetve. A kimenőtengely bordázott. A kimenőtengelyhez bordás aggyal illeszkednek a fogaskerek, így eltolhatóak. A sebességváltás a bordás tengelyen lévő fogaskerek eltolásával történik. Az 56. ábrán látható helyzetekben nincs kapcsolat a motor és a járszerkezet között. Az első sebességfokozat úgy kapható, hogy a bemenőtengely legkisebb fogas-

kerekéhez kapcsolják a kimenőtengely legnagyobb fogaskerekét. Ez biztosítja a legkisebb fordulatszámot, így a legnagyobb nyomatékot. A második és harmadik sebességfokozat hasonlóan kapcsolható. A hátramenet előállításához a hátrameneti fogaskereket is kapcsolják. Ebben a helyzetben három fogaskerék vesz részt a hajtásban, tehát a kimenőtengely forgásiránya megváltozik.

Az egylépcsős sebességváltót korszerű traktorokon már nem használják, mert kevés sebességfokozatot ad. *Előnye* az egyszerű szerkezete, emiatt kerti traktorokon, kis munkagépeken még megtalálhatóak. Az energia kevés fogaskerékpáron megy át, így az áttételi hatásfoka jó. *Hátránya*, hogy a kapcsolás a fogaskerekek közel azonos fordulatszáma mellett jöhet létre a fogak károsodás, törése nélkül. Ez nagy gyakorlatot igényel.

2.2.2.2. Az előtétengelyes sebességváltó

Az előtétengelyes sebességváltóban három tengely és egy hátrameneti tengely található. A bemenőtengely és a kimenőtengely egy vonalban van (57. ábra). Alattuk helyezkedik el az előtétengely.



57. ábra. Előtétengelyes sebességváltó elvi ábrája

A bemenőtengelyen levő fogaskerék állandóan hajtja az előtétengelyt. Az előtétengelyen a fogaskerekek szorosan illeszkednek. A kimenőtengely bordás, és a rajta elhelyezett fogaskerekek elcsúsztathatóak. Öt sebességfokozat kapcsolható. A legmagasabb sebességfokozat a be- és kimenőtengelyek közvetlen összekapcsolásával valósítható meg, ez az úgynevezett direkt fokozat. A direkt fokozatban a tengelyek közvetlenül kapcsolódnak, így csökken az áttételi veszteség.

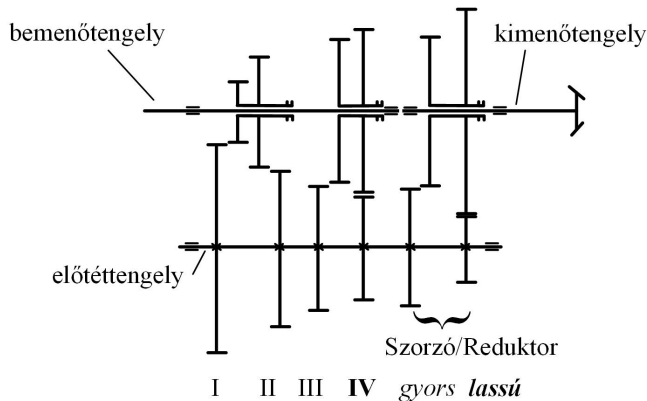
A hátramenetet itt is a hátrameneti fogaskerékkal oldják meg.

2.2.2.3. A szorzórendszerű sebességváltó

A szorzórendszerű sebességváltó egy olyan előtéttenyeges sebességváltó, amelynél az előtéttenyely hajtása is változtatható. A szorzórendszerű sebességváltó lényege, hogy kevés fogaskerékpárral több sebességfokozatot ad (58. ábra).

Az előtéttenyely egyik részén az egyes sebességfokozatok, a másik végén a szorzó, más néven reduktor kapcsolható. Az 58. ábra szerinti szorzóváltóban a három előre és az egy hátra fokozatot meg lehet kétszerezni, így hat sebességfokozat lesz előre, öt fogaskerékpár beépítésével, és kettő hátra. Az ábra egyszerűbbé tétele érdekében itt sincs a hátrameneti tengely és a fogaskerék megrajzolva.

Ha több fogaskereket helyeznek el a szorzóváltóban, akkor a fokozatok száma is több lesz.



58. ábra. Szorzórendszerű sebességváltó elvi ábrája

2.2.2.4. A sebességváltó kapcsolásai

A sebesség váltásakor egyik fogaskerékpár kapcsolatát megszüntetik, és egy másik fogaskerékpárt kapcsolnak össze.

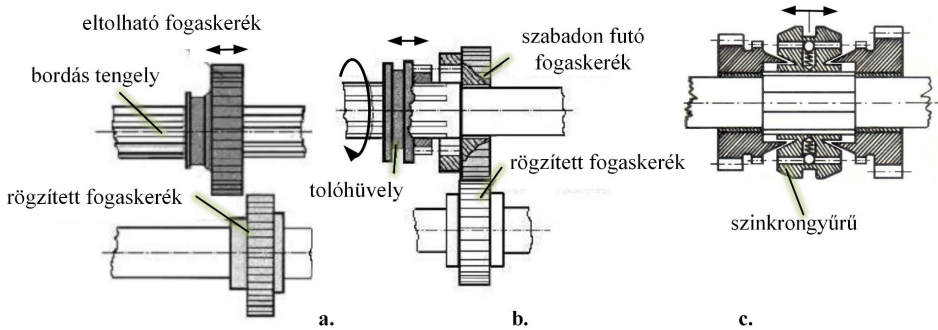
A kapcsolás történhet:

- tolófogaskerekkel;
- tolóhüvellyel;
- szinkronizált kapcsolással;
- hidraulikusan.

Az első három kapcsolási módnál kapcsolórúd segítségével történik a sebesség váltása (59. ábra), a hidraulikus kapcsolásnál irányítóeszközök segít.

A *tolófogaskerekes* kapcsolás a legegyszerűbb, a bordás tengelyen lévő fogaskereket eltolják a tengely mentén, amíg összekapcsolódik a másik tengelyen rögzített fogaskerék fogaiival (59a. ábra). A sima kapcsolás feltétele a kerek kerületi

sebességének azonossága. Ha ez nem teljesített, a kerek fogai törnek, recsegnek. Ez a kapcsolás nehéz, nagy gyakorlatot igényel a vezetőtől, ezért kiszorultak a használatból.



59. ábra. Sebességváltó-kapcsolások: a – tolófogaskerekes kapcsolás, b – tolólüvelyes kapcsolás, c – szinkronizált kapcsolás

Forrás: Karai 1996

Tolólüvelyes kapcsolás (59b. ábra) esetén a fogaskerékpárok állandó kapcsolatban vannak, egyik fogaskerék rögzített, a másik szabadon futó, vagyis szabadon elfordul a bordás tengely sima részén. Kapcsoláskor a tolólüvely külső fogazatát becsúsztatják a szabadon futó fogaskerék belső fogazatába, létrehozva a két tengely között a kényszerkapcsolatot. A sima kapcsolat itt is azonos kerületi sebességet igényel.

Szinkronizált kapcsolás során egyenlővé teszik, szinkronizálják a kerületi sebességeket, így tapasztalat hiányában is elvégezhető a sebességváltás (59c. ábra). A szinkron sebességváltómű tulajdonképpen egy fejlesztett tolólüvelyes váltómű.

2.2.3. A kiegyenlítőmű/differenciálmű

A kiegyenlítőmű vagy differenciálmű a mechanikus teljesítményátviteli rendszer harmadik egysége. Lehetővé teszi, hogy a kapaszkodókereket, más néven hajtott kerekeket egyenes menetben azonos fordulatszámmal, kanyarodáskor különböző fordulatszámmal hajthassa a motor.

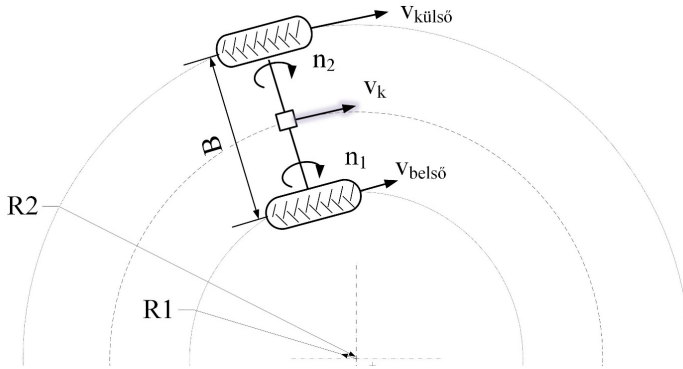
Kanyarodáskor a belső körön gördülő kerék kisebb utat tesz meg, így kevesebbet kell fordulnia, a külső körön gördülő kerék nagyobb utat tesz meg, többet fordul (60. ábra). A hajtott kerekeknél gondot jelent a jelenség, mert ezek a kerek a motorral kényszerkapcsolatban vannak. Ha azonos fordulatszámmal forgatná őket a motor, a belső kerék csúszna. Ezért a hajtott kerek tengelyét kétszer osztják. A két féltengely közé kiegyenlítőművet építenek, így biztosítva, hogy a motor különböző fordulatszámmal hajthassa őket. Tehát:

$$n_2 > n_1, \quad (34)$$

$$v_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} > v_{bels\ddot{o}}, \quad (35)$$

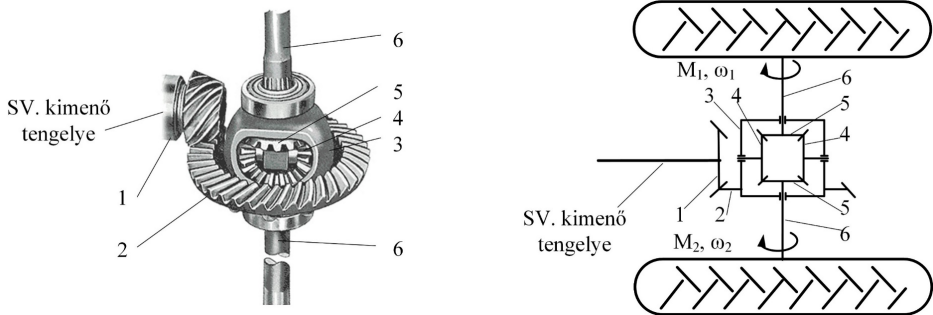
$$v_k = \frac{v_{k\ddot{u}ls\ddot{o}} + v_{bels\ddot{o}}}{2}, \quad (36)$$

ahol: n_1, n_2 hajtott kerekek fordulatszámai, [ford/s]; $v_{bels\ddot{o}}, v_{k\ddot{u}ls\ddot{o}}$ a kerekek kerületi sebességei [m/s]; v_k a középsebesség, [m/s].



60. ábra. Hajtott kerekek mozgása kanyarodás során

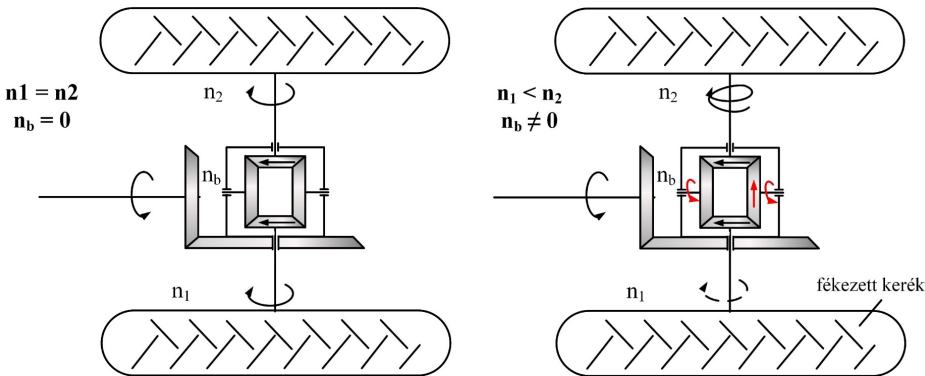
A kiegyenlítőmű felépítése a 61. ábrán követhető.



61. ábra. A kiegyenlítőmű felépítése

A 61. ábra jelölései: 1 – a sebességváltómű kimenőtengelye, rajta egy kúpfogaskerék. Ehhez kapcsolódik a 2-es tányérkerék, amely össze van kapcsolva a 3-as bolygóházzal. A bolygóházba vannak csapágyazva a 4-es bolygókerekek. A bolygókerekekhez kapcsolódnak az 5-essel jelzett féltengely-kúpfogaskerekek. Így a differenciálmű összeköti a 6-os féltengelyeket.

A kiegyenlítőmű működése: egyenes menetben a bolygókerekek a bolygóházzal együtt mozognak (62a. ábra), ékként viselkednek, összeékelik a két féltengelyt egyetlen tengellyé, nem fordulnak el saját tengelyük körül. Kanyarodáskor (62b. ábra) a belső hajtott kerék fékeződik, kevesebbet fordul, a bolygókerekek a saját tengelyük körül is elfordulnak, így a belső oldali féltengely kúpfogaskeréktől mozgást vesznek el, amit átadnak a külső oldali féltengely kúpfogaskeréknek. Így amennyivel kevesebbet fordul az egyik, a belső kerék, annyival többet fordul a másik, külső kerék.

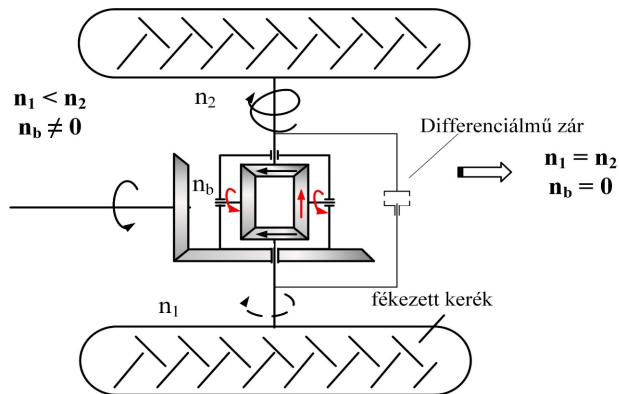


62. ábra. Kiegyenlítőmű működése: a – egyenes úton; b – kanyarodáskor

Lehet-e hátrányos a differenciálmű működése?

Igen, a differenciálmű működése időnként hátrányos. Ha az egyik kerék csúszós talajra kerül, a motor a teljesítményátviteli rendszeren keresztül a kisebb ellenállású kereket hatja meg, ezért a síkos talajon levő kerék pörögni kezd, a másik pedig megáll. Egyik kerék sem tud vonóerőt kifejteni, az erőgépp megáll. Szükséggé válik a kiegyenlítőmű kiiktatása.

A kiegyenlítőmű kiiktatása a kiegyenlítőmű-zárral tehető meg (63. ábra), amely összekapcsolja a két féltengelyt, így a motor egyformán hajtja meg a hajtott kerekek féltengelyeit. A síkos talajon lévő kereket átsegíti a jó tapadási viszonyokkal rendelkező másik kerék. A zár kapcsolóját úgy készítik, hogy csak addig zárjon, amíg a vezető a kezét vagy a lábát rajta tartja. Ezzel elkerülhetőek a figyelmetlenségből adódó kopások, balesetek.



63. ábra. A differenciálmű-zár elvi működése

2.2.4. Teljesítményleadó tengely, TLT

A mezőgazdasági traktor az általa üzemeltetett munkagépet vontatja, és szükség szerint működtetését, hajtását is biztosítja. A teljesítményleadó tengely feladata, hogy a traktor motorjának forgatóhatását az általa üzemeltetett munkagépnek átadja. Tehát az erőgép a munkagép meghajtását a teljesítményleadó tengely, a TLT segítségével végzi (64. ábra).



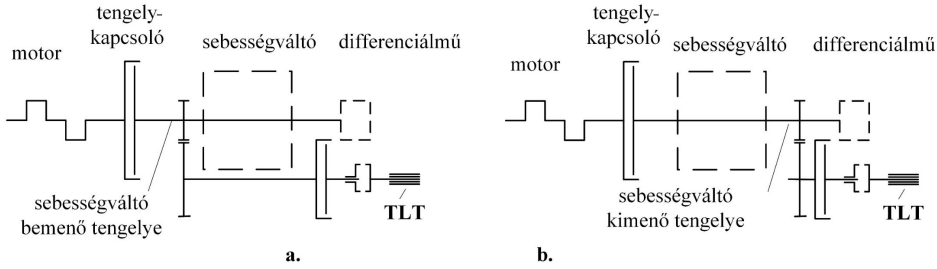
64. ábra. U445 traktor TLT tengelye

Forrás: utb-shop.ro

A teljesítményleadó tengelyből kívülről csak a bordás csonk látszik, a többi rész a traktor erőátviteli rendszerében helyezkedik el.

A TLT-csonk elhelyezési helyei a traktoron: a traktor végén, közepén, a traktor hossz tengelyével párhuzamosan. Forgásiránya szemből nézve az óramutató járásával megegyező. A TLT fordulatszámát és a tengelycsonk méreteit, bordázatát nemzetközi szabvány írja elő a traktormotor teljesítményétől függően. A tengelycsonk forgatása történhet:

- motorarányosan (65a. ábra);
- sebességarányosan (65b. ábra).



65. ábra. Teljesítményleadó tengely hajtásai: a – motorarányos;
b – sebességarányos

Motorarányosan hajtják meg azokat a munkagépeket, melyeknek működése független a vontatás sebességétől. A TLT hajtása a sebességváltó bemenő tengelyéről történik. Ilyenek pl. a fűkasza vágószerkezete, a növényvédő gépek szivattyúi stb. A TLT motorarányos fordulatszámát nemzetközi szabvány írja elő, függ a traktor motorteljesítményétől:

- a 66 kW alatti motorteljesítményű traktorokba *540 fordulat/min*;
- a 66 kW feletti motorteljesítményű traktorokba *1000 fordulat/min* fordulatszámot ír elő a szabvány; a fordulatszám-előírás a névleges motorfordulatszámra vonatkozik, tehát ha kisebb fordulatszámmal jár a motor, a TLT fordulatszáma is kevesebb a mechanikus TLT-hajtás esetén.

Sebességarányosan kell hajtani néhány vetőgép és műtrágyaszórógép adagolószerkezetét. A TLT hajtása a sebességváltó kimenőtengelyéről történik (65b. ábra). A sebességarányosan hajtott TLT fordulatszámát úgy adják meg, hogy a csonk hányat fordul addig, míg a traktor egy métert halad előre. A szokásos értéke méterenként 2 és 15 fordulat között változik, szabványa nincs.

Bármilyen legyen a TLT hajtása, a tengelykapcsolón kívül van egy ki-be kapcsoló szerkezet is. A kapcsolószerkezet általában körmös kapcsoló.

A munkagép és a bordás csonk közé *kardán tengelykapcsolót* iktatnak. Gyakran ezzel a kardán tengelykapcsolóval azonosítják a TLT-t. A kardán tengelykapcsoló olyan gépelem, amely lehetővé teszi a forgatónyomaték továbbítását két térben kitérő tengely között (66. ábra).

A traktor és a munkagép tengelycsonkjainak magasságától függően V vagy Z alakban törhető meg a kardántengely. A munkagépet lehetőleg olyan magasan kell kapcsolni a traktorhoz, hogy a kardántengely vízszintes legyen. Rossz szögbeállítás esetén a hajtás egyenetlen lesz és rázza a munkagépet.



66. ábra. Kardán tengelykapcsoló

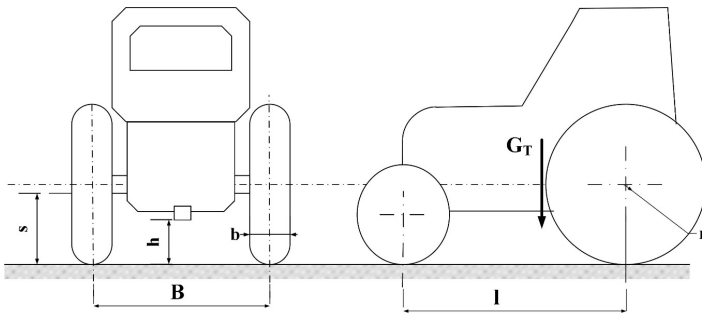
Forrás: www.cerjak.si/hu/kardantengelyek

2.3. Járószervezet

A járószervezet viseli az erőgép tömegét, kapcsolatot létesít a talaj és a kerekek között vontatás, fékezés, kormányzás során.

2.3.1. A járószervezet jellemző méretei, fogalmi

A járószervezet jellemző méretei a 67. ábrán követhetők.



67. ábra. A járószervezet jellemző méretei

Nyomtáv, B, a jobb és bal oldali kerekek középvonalai közötti távolság. Van hátsó nyomtáv és első nyomtáv. Egyes erőgépeken állítható a nyomtáv, ez teszi lehetővé, hogy különböző sortávolságú növénykultúrákban dolgozzanak.

Tengelytáv, l, a mellső és hátsó tengelyek közötti távolság.

Szabadmagasság, s, a tengelyek és a talajszint közötti távolság. Behatárolja a megművelhető növénykultúra növényeinek magasságát.

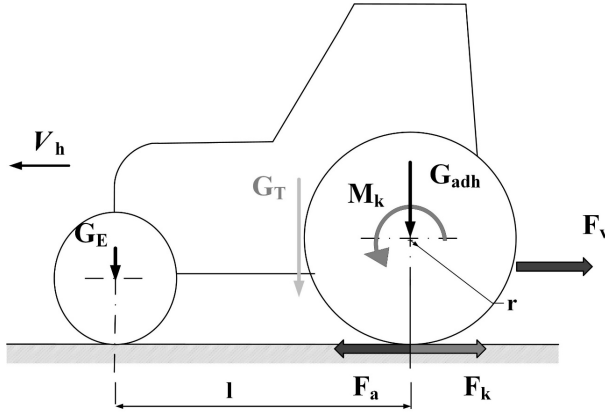
Hasmagasság, h, az erőgép legalacsonyabb pontja és a talajszint közötti távolság.

Talpszélesség, b, a gumiabroncs talajra eső vetülete, megközelítőleg a kerék szélessége.

A *fajlagos talajnyomás* a traktor súlyának és a kerekek felfekvési felületének a hányadosa. Az a járószervezet a megfelelőbb a környezet szempontjából, amelynek kicsi a fajlagos talajnyomása, így nem tömöríti a talajt, kicsi az általa okozott taposási kár.

2.3.2. Kerék-talaj-vontatás kapcsolata

A motor a kereket a teljesítményátviteli rendszeren keresztül M_k nyomatékkal forgatja. A kerék kerületén F_k kerületi erő jelentkezik. Az F_k kerületi erővel szemben F_a adhéziós erő ébred, amely segítségével az erőgép előrehaladása és a vontatás megvalósul. A hátsókerekek-meghajtás esetén a kerék-talaj kapcsolat a 68. ábrán követhető.



68. ábra. Kerék-talaj kapcsolat szemléltetése

A talaj-kerék-vontatás kapcsolatának összefüggései:

$$M_k = F_k \cdot r \quad [Nm], \quad (37)$$

$$F_k = \frac{M_k}{r} \quad [N], \quad (38)$$

$$F_a = F_k \quad [N]. \quad (39)$$

ahol: r a motor által hajtott kerék sugara [m].

Az adhéziós erőből hasznosítható az F_v vonóerő. Az F_v hasznosítható vonóerő maximális értéke függ a kerék és talaj közti tapadástól, amelyet a μ tapadási tényező jellemez, és a hajtott kerekre nehezedő G_{adh} adhéziós súlyerőtől:

$$F_a < F_{v \max} \quad [N], \quad (40)$$

$$F_{v \max} = \mu \cdot G_{adh} \quad [N]. \quad (41)$$

A kerék-talaj-vontatás kapcsolatának esetei:

- A kerületi erő kisebb, mint a vontatáshoz szükséges adhéziós erő, a motor lefullad.
- A kerületi erő elegendő lenne a vontatáshoz, de az adhéziós erő kicsi, a kerek megcsúsznak.

- A kerületi erő elegendő, jók a kerék és talaj között a tapadási viszonyok, elegendő adhéziós erő ébred, megtörténik a vontatás.

2.3.3. Erőgépek járószerkezetének felépítése

Az erőgépek a járószerkezet kialakítása szerint lehetnek:

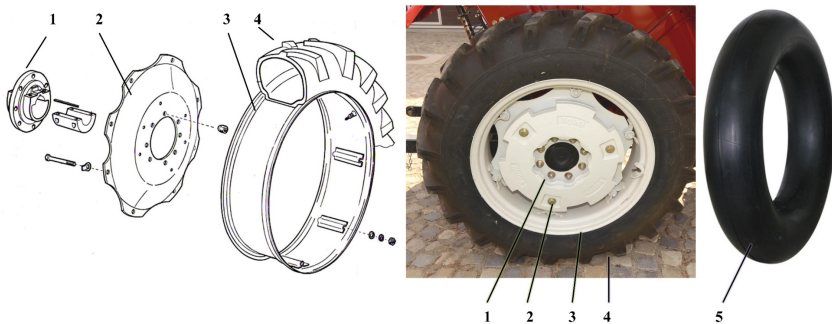
- kerekes traktorok;
- lánctalpas traktorok;
- gumihevederes traktorok.

2.3.3.1. A kerekes traktor járószerkezete

A kerekes traktor járószerkezetének részei:

- meghajtott tengely, általában a hátsó tengely;
- kormányzott tengely, általában a mellső tengely;
- kerekek: meghajtott és kormányzott kerekek;
- tartozékok, rugók.

A kerék részei (69. ábra): 1 – kerékagy, 2 – keréktárcsa, 3 – kerékpánt, 4 – gumiabroncs és 5 – gumitömlő.



69. ábra. A kerék felépítése

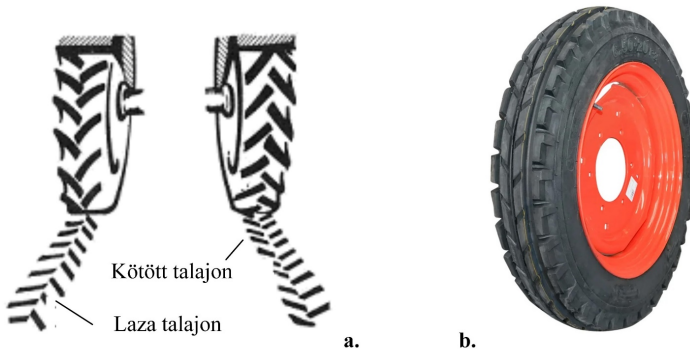
Forrás: <https://utb-shop.ro/catalog/u-650/36>

A gumiabroncs rugalmas gumiból, többrétegű szövetbetétből és acélhuzalból áll. A gumiabroncs használhatóvá teszi az erőgépet a különböző mezőgazdasági munkák elvégzésére, ugyanakkor a közúti forgalomban is részt vehet. A gumiabroncs külső felületét futófelületnek nevezik, ezen érintkezik a talajjal. A gumiabroncs tartását a belsejében uralkodó nyomás biztosítja, amelyet a gumitömlő tárol úgy, hogy a tömlőt szelepen keresztül levegővel feltöltik az előírt nyomásra. Készülnek tömlő nélküli abroncsok is.

A traktor járószerkezete nagy vonóerőt kell biztosítson. A gumiabroncs futófelülete befolyásolja a tapadást, közvetve a vonóerőt. A jobb kapaszkodóképesség

elérésére a hajtott kerekek szélesek, nagy az átmérőjük, és a gumiabroncs futófelülete mély bordázattal készül. A gumiabroncs felületén a mintázat minimális mélységét jogszabály szabályozza: a 750 mm-nél kisebb kerékátmérő esetén 1,3 mm, ennél nagyobb keréken 3 mm. A gumiabroncs a terhelés hatására belapul, nő a felfekvőfelülete, így több borda tud kapaszkodni a talajjal, ugyanakkor csökken az erőgép fajlagos talajnyomása.

A gumiabroncs kapaszkodóképessége a bordák alakja és mérete mellett a gumiabroncs felszerelésétől is függ (70a. ábra). Kötött talajon a kerék tapadása jobb, ha a keréknyom V alakú mintái előre mutatnak, így a talajból kiemelkedve a bordázat közül kihull a nedves talaj. Ezt a forgásirányt a gumiabroncs oldalán nyíl jelzi. Laza, homokos talajon nem tömődik el a bordázat, a jobb kapaszkodóképesség érdekében megfordítják. *Fontos:* a kerekek helyes felszerelésére vigyázni kell.



70. ábra. a – Hajtott kerék bordázatának iránya; b – Kormányzott kerék futófelülete

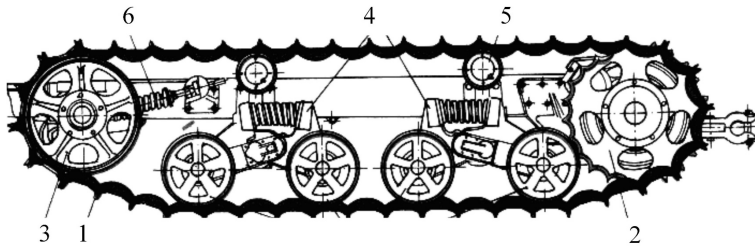
Forrás: Karai 1996

A mellső/kormányzott kerekek gumiabroncsai kisebbek. Terepen is jól kell tartaniuk az irányt, nem célszerű oldalra csúszniuk, ezért a futófelületük körkörösön bordázott a könnyebb és biztonságosabb kormányozhatóság érdekében (70b. ábra).

Az abroncs méretei és felhasználási adatai az abroncs oldalán vannak feltüntetve. *Fontos:* Az erőgépekre csak az előírt méretű gumiabroncsot szabad felszerelni.

2.3.3.2. Lánctalpas erőgépek járászerkezete

A lánctalpas erőgépek járászerkezetének részei (71. ábra): 1 – lánctalp, 2 – hajtott lánckerék, 3 – feszítőkerék, 4 – támasztókerékek, amelyeket himbakocsi köt össze, 5 – támasztógörgők, 6 – feszítőrugó.



71. ábra. Lánctalpas járószerkezet részei

Forrás: Karai 1996

A lánctalpas erőgépek is kerekeken gördülnek, azonban a kerekek nem közvetlenül a talajon támaszkodnak, a talaj és a kerekek között, mindkét oldalon egy végtelenített lánctalp van, mintha a traktor síneket rakna maga elé és azokon haladna.

A lánctalp lánctagokból szerelt, csuklós, végtelenített lánc. A járószerkezet hajtóeleme a lánckerék, hajtását a motor főtengeleyéről kapja a teljesítményátviteli rendszeren keresztül. A láncteszítőkerek a lánc feszítésére vagy lazítására és a lánc vezetésére szolgál. A lánc feszítésére szolgáló nyomóerőt az előfeszített rugó biztosítja. A támasztókerekek veszik fel a traktor súlyerejét, miközben a talajon levő lánctalpon gördülnek és megvezetik a lánctalpat. A támasztókerekeket páronként himbakocsi köti össze, amelyet a traktor alvázához rögzítenek. A támasztókerekek kialakítása a lánc kiképzéséhez igazodik, hogy a traktor ne csússzon le a lánctól. A traktor mindkét oldalán két-két himbakocsi található, hogy a lánc jól igazodjon a talajfelszínhez. A támasztógörgőket a lánc laza ágában helyezik el. Feladatuk a lánc tartása és annak vezetése.

A lánctalp felfekvőfelülete nagyobb, mint a kerekes traktoré, így kisebb a lánctalpas traktor fajlagos felületi nyomása, ezért kevésbé süllyed el, és laza talajon, lápos területen is képes munkát végezni.

A lánctalpas járószerkezet előnyei:

- kisebb a fajlagos felületi nyomása, mert a lánctalp nagyobb felületen fekszik fel a talajra, mint a kerék;
- nagyobb vonóerő kifejtésére képes, mert G_{adh} a traktor teljes súlya;
- a nagyobb felfekvési felület miatt jó a kapaszkodási képessége.

Hátrányai:

- a szilárd burkolatú úttesteken nem közlekedhet, emiatt ki kell szállítani a területre;
- a lánctalp gyártási és javítási költsége drágább;
- gyorsan kopik a lánctalp.

Hátrányai miatt csak speciális munkákhoz gyártják, és pedig tereprendezéshez, felszínalakításhoz.

2.3.3.3. Gumihevederes járó szerkezet

A lánctalpas és kerekes járó szerkezet előnyeit egyesíti a gumihevederes járó szerkezet, ahol az acélláncot végtelenített, bordázott gumiheveder helyettesíti (72. ábra).

A végtelenített 1-es gumiheveder kívülről bordázott, belülről tarajos, kétoldalt sima. A 2-es hevederhajtó és 3-as feszítőkerekek is bordázottak. A 4-es támasztókerekeket páronként itt is himbakocsi köti össze, amelyet a traktor alvázához rögzítenek.



72. ábra. Gumihevederes járó szerkezet részei

Forrás: www.kite.hu/tudastar

2.4. Kormány szerkezet

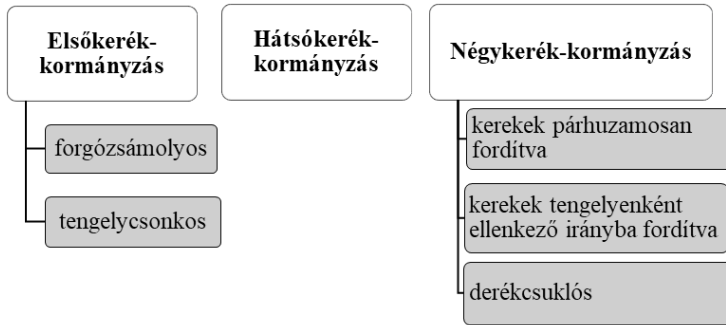
A kormányzás a haladási irányba való kerékelfordítás. Az elfordítható kerekek a kormányzott kerekek (Varga 2014). Ezek a kerekek lehetnek kapaszkodókerekek is egyidejűleg.

A kormány szerkezet kialakításának szempontjai:

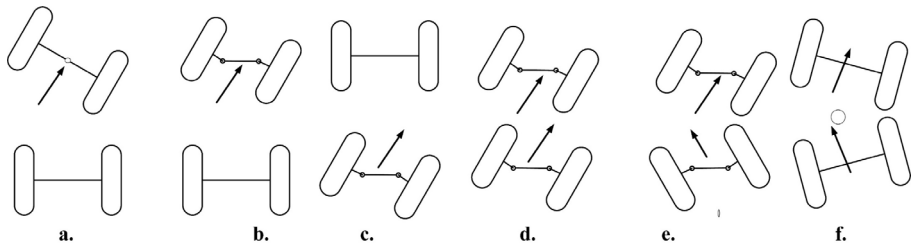
- a jármű egyenes menetben jól tartsa az irányt;
- legyen önbeálló;
- könnyen kormányozható legyen;
- a kerekek csúszásmentesen gördüljenek.

2.4.1. Kormányzási módok

A traktorok kormányzási módjai különbözőek, aszerint, hogy a kormányzott kerekek milyen szerkezeti részekkel együtt fordulnak el. Ez alapján a következő kormányzási módokat különböztetik meg (73. és 74. ábra):



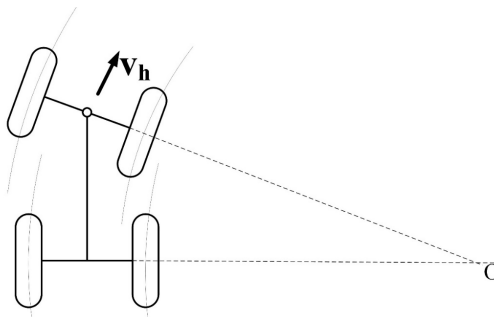
73. ábra. Kormányzási módok áttekintése



74. ábra. Kormányzási módok szemléltetése: a – forgósámolyos; b – tengelycsonkos; c – hátsókerék-kormányzás; d – négykerék-rákkormányzás; e – helyben forduló; f – derékcsuklós kormányzás

2.4.1.1. Forgósámolyos kormányzás

Forgósámolyos kormányzás a pótkocsiknál található (74a. ábra). Kormányzáskor a vonókerettel együtt az egész első tengely elfordul (75. ábra).



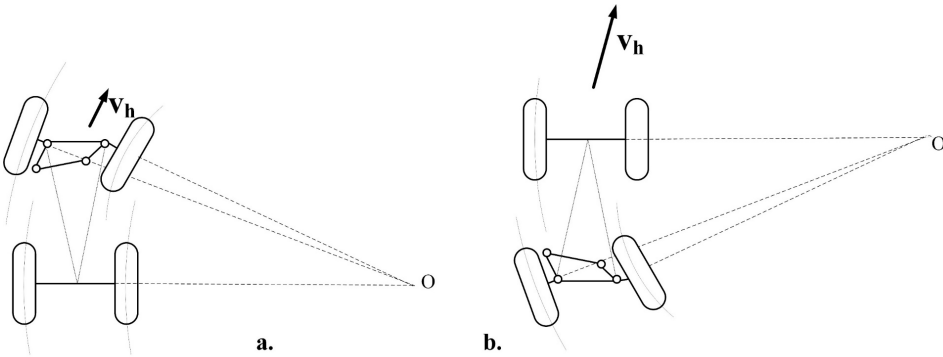
75. ábra. Forgósámolyos kormányzás

2.4.1.2. A tengelycsonk-kormányzás

A *tengelycsonk-kormányzás* a legalkalmazottabb eljárás (76. ábra). Kormányzáskor csak a tengelycsonk fordul el. A kormánytrapéz segítségével fordítják el a kerekeket. A trapéz lehetővé teszi, hogy a kanyarodáskor a belső kerék a kisebb sugarú körön nagyobb elfordulással gördüljön. A trapéz lehet tengely előtt vagy után.

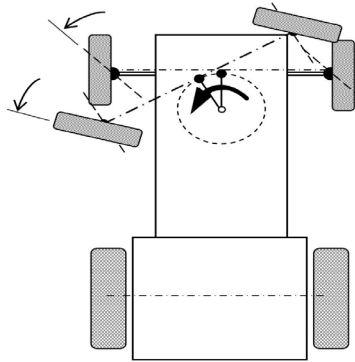
A *melső tengelycsonk-kormányzás* a 76a. ábrán látható.

A *hátsó tengelycsonk-kormányzás* arató-cséplő gépeknél használatos (76b. ábra), így a vágószerkezet kitérése kisebb lehet.



76. ábra. Tengelycsonk-kormányzás: a – mellső; b – hátsó

A *Supersteer* kormányzás a forgózsámolyos és tengelycsonk-kormányzást kombinálja (Láng 2013). A kormányzott kerekek nagyobb elfordíthatóságot eredményez a hagyományosnál (77. ábra). A traktoroknál jelenleg a szokásos kerékbe-fordulási szög maximálisan 55° . Az ennél nagyobb szögeknél a kormányzott kerekek beleütköznének a traktor testébe. A SuperSteer kormányzási módnál a mellső híd a forgózsámoly forgáspontja előtt helyezkedik el. Ennek az lesz az eredménye, hogy a forgózsámoly elfordulásakor a belső kormányzott kerék távolodik a traktor testétől, ezáltal csökkentve a beleütközés lehetőségét, miközben a külső kerék a traktor orra elé fordul. Így a fordulási sugar akár 30%-kal is csökken, és ezzel a fordulási idő is.



77. ábra. SuperSteer kormányzás

Forrás: Láng 2013

A SuperSteer mellső hidak automatikus összkerékajtás-kapcsolással, max. 75°-os kormányzási szöggel akár 3,4 m-es fordulási sugarat tesznek lehetővé. A Supersteer kormányzás hátránya: a mellső hárompontfüggesztés nem fordul el teljes mértékben, csak a forgózsámoly elfordulását követi; a mellső TLT egyáltalán nem fordul el, ami ilyen nagy bekormányzási szögnél a mellső kardántengely ütközését okozhatja az egyéb szerkezeti részekkel.

2.4.1.3. Helyben forduló kormányzási mód

A *zero-turn*, azaz helyben forduló kormányzási módot a főnyíró traktorok kormányzásához fejlesztették ki, amelyeknél fontos a fatörzsek, cserjék, bokrok minél jobb megközelítése, körbejárása, hogy lehetőleg ne maradjon nyíratlan területet.

A szerkezeti kialakításnak két fő jellemzője van (78. ábra):

- A mellső kerekek kormányzottak és nem hajtottak.
- A hátsó kerekek fordulnak, rögzített tengelyűek, és egymástól függetlenül, hidrosztatikusan hajtottak. A kezelő fokozatmentesen, egymástól függetlenül szabályozhatja a két hátsó hajtókerék fordulatszámát és forgásirányát is.

A fordulás során a fordulókör középpontja a hátsó, fix tengely középpontja lesz, ellentétben a hagyományos mellsőkerék-tengelycsonk kormányzással, ahol a fordulókör középpontja a hátsó hajtott kerekek tengelyvonalának meghosszabbításán, a járművön kívül van (76. ábra), így a hajtás vezérlésével lehetővé válik akár a helyben-fordulás, *zero-turn* is. Ebben az esetben a két hátsó hajtott kerék azonos fordulatszámú, de ellentétes forgásiránnyal jár.

Hátránya, hogy a kerekek túrhatják a gyeplet, a talajt, és a lejtős területen csökken a stabilitás.

A Cub Cadet cég által 2009-ben szabadalmaztatott *Synchro-Steer* kormányzás a helyben forduló traktorok továbbfejlesztése. Célja a túrási és stabilitási problémák megoldása (78. ábra). A kormánykerék elfordításával a mellső kerekek elfordulnak, hidraulikusan szabályozzák a hátsó hajtott kerekek fordulatszámát és szükség esetén a forgásirányát is. A haladási sebesség vezérlésére két lábpedál szolgál (Láng 2013). A megoldás természetesen biztosítja a helyben fordulási lehetőséget is.

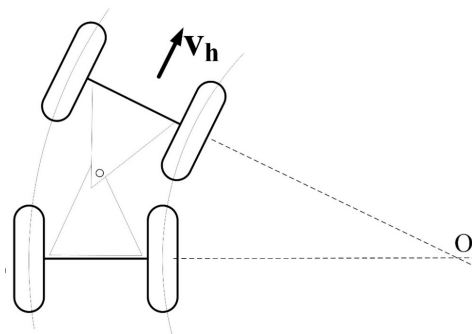


78. ábra. *Synchro-Steer* kormányzás

Forrás: cubcadet.com.au

2.4.1.4. A derékcsuklós kormányzás

A *derékcsuklós kormányzást* összkerekhajtású traktorokon alkalmazzák (79. ábra). A traktor alvázának mellső és hátsó része egy csap körül elforgatható. Itt mind a mellső, mind a hátsó kerekek elfordulnak és kanyarodáskor egy nyomon járnak.



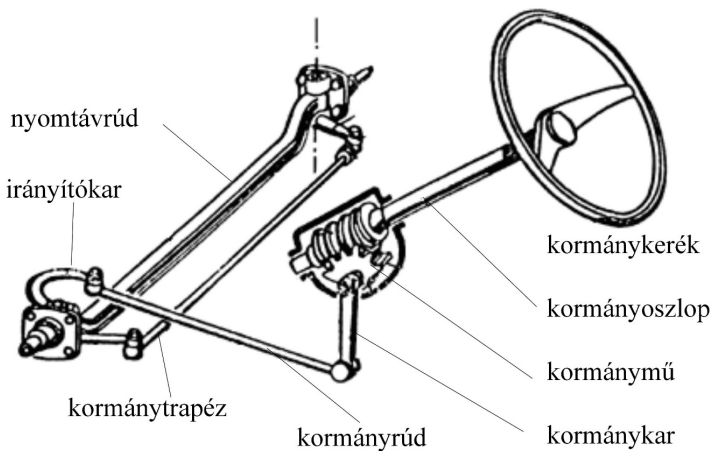
79. ábra. A derékcsuklós kormányzás elve

2.4.2. A kormány szerkezet felépítése, működése

A kormány szerkezet részei a kormánykerék, kormányoszlop, kormánymű, kormánykar, tolórudd, irányítókar, nyomtávrúdd, trapézkarok (80. ábra).

Működése: a kormányoszlopon lévő kormánycsiga elfordítja a kormánykart, amely elmozdítja a kormányrudat, amely mozgásba hozza az irányítókart. Az irányítókar mozgásba hozza a bal mellső kereket és a kormánytrapéz segítségével a jobb mellső kereket is.

Megjegyzés: A kormánymű csökkenti a kormányzáshoz szükséges erőt. Nehezebb erőgépek kormányzása nagy erőt igényel, így a kormánymű mellé szervoberendezést szerelnek.



80. ábra. A kormány szerkezet felépítése

Forrás: Láng 1998

A szervó kifejezés azt jelenti, hogy a berendezés működtetését valamilyen rásegítő rendszer segíti. A leggyakoribb a hidraulikus rásegítés, de előfordul pneumatikus vagy elektromos megoldás is. A hidraulikus szervorendszer esetében a levegő vagy olaj nyomását a motor szolgáltatja, tehát a szervoberendezés működését a motor végzi, a gépkezelő csak vezérli a berendezést.

2.4.3. A kormányzott kerekek beállítása

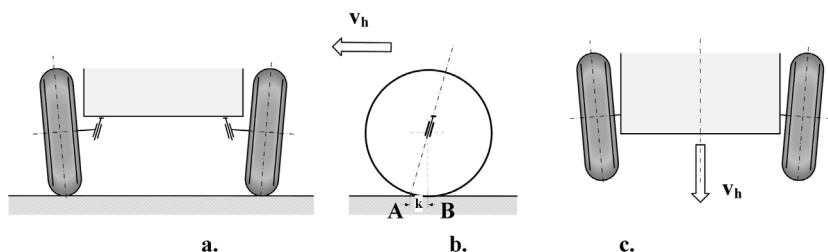
A kormányzott kerekek beállítási célja:

- a könnyebb kormányzás;
- a jó iránytartás;
- a csökkent gumikopás.

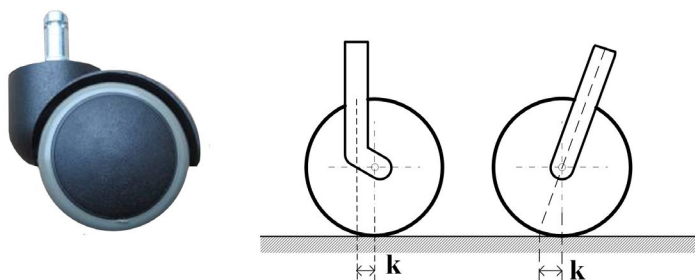
A könnyebb kormányzás végett a kormányzott kerekeket függőleges síkban $1,5\text{--}3^\circ$ -os szögben kifelé döntik, ez a kerékdőlés, és a függesztőcsapokat befelé döntik, ez a csapterpesztés (81a. ábra). Mindkettőt gyárilag állítják, a beállított értékek kopás miatt változhatnak.

Jó iránytartás végett a függesztőcsapot úgy állítják be gyárilag, hogy a keréknek utánfutása legyen (81b. ábra), mint a bevásárlókosárnak (82. ábra). Oldalról nézve a függesztőcsap hátrafelé dől, így a gép tömege az A pontban érvényesül, míg a kerék a B pontban támaszkodik. A csapdőlés hatására a kormányzott kerekek mindig beállnak a haladási irányba.

Gumikopás csökkentése végett a kerekek a vízszintes síkban összetartanak, vagyis a kerekek elülső részén kisebb a nyomtáv néhány milliméterrel, mint a kerekek hátsó részén, ez a kerékösszetartás (81c. ábra). A kerékösszetartást időnként ellenőrizni kell és be kell állítani.



81. ábra. A kormányzott kerekek szögei: a – kerékdőlés; b – kerékutánfutás; c – kerékösszetartás



82. ábra. Utánfutás szemléltetése

Forrás: kerekrendelo.hu

A nyomtáv állítása szükségszerű a korszerű kerekes traktorok széles körű alkalmazhatósága érdekében. A nyomtáv állítható:

- a kerekek kihúzásával-betolásával;
- a keréktárcsák megfordításával.

2.5. Fékrendszer

A fékrendszer feladata a mozgásban levő traktor és pótkocsi sebességének csökkentése vagy a traktor megállítása és álló helyzetben tartása. Ennek érdekében a traktort üzemi és rögzítő fékrendszerrel kell ellátni.

Fékezés közben a mozgó jármű mozgási energiája hőenergiává alakul. A lassulás mértéke a kerekek és a talaj közötti kapcsolattól, a fékszerkezetben keletkező súrlódástól és a fékezés erejétől függ.

- A kerekek és a talaj közötti kapcsolat adhéziós kapcsolat, függ a tapadási felületek (út, gumi) állapotától és a mozgásviszonyoktól.
- A fékszerkezetben keletkező súrlódás a fékezőelemekre gyakorolt erőtlől és a súrlódási együtthatótól függ.
- A fékezés erejét a jármű vezetője szabályozza.

A fékek osztályba sorolása, a teljesség nélkül, a 4. táblázatban látható.

4. táblázat. A fékek osztályozása

Rendeltetés szerint				
motorfék	üzemi fék	rögzítőfék	biztonsági fék	kormányfék
Fékszerkezetek lehetséges elhelyezései				
motorfék		kerékfék		
Fékezőelemek kivitele szerint				
dobfék		tárcsás fék	szalagfék	
Működtetés szerint				
mechanikus		hidraulikus	pneumatikus	

Forrás: szerző szerkesztése

A fékszerkezetek helye a traktor erőátviteli rendszerében és a járószerkezetében a 83. ábrán követhető.

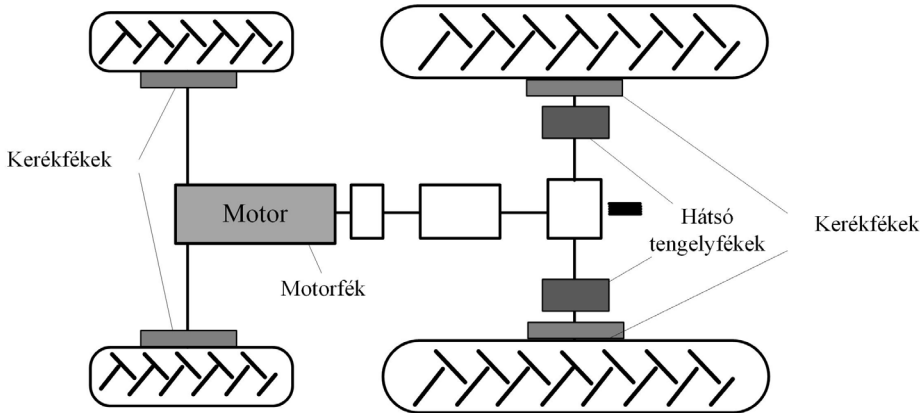
Megjegyzés: nagy teljesítményű, univerzális négykerék-hajtású traktorok esetében más fékszerkezetek is beépítésre kerülhetnek.

A *motorfék* az üzemi fék kímélését célozza. A járószerkezet lejtőn lefelé, zárt tengelykapcsoló mellett visszahajt a motorra, így tartósan fékezheti a jármű haladását. Minél kisebb a kapcsolt sebességfokozat, annál nagyobb a motor fékező hatása. A jármű mozgási energiáját a belső áttételek emésztik fel.

Az *üzemi fék* a traktort üzemelés közben képes lassítani és megállítani. A lassítás mértékét szabvány írja elő. Ez általában a kerékfékekkel történik (83. ábra). A kerékfékek két változata a dobfék (85. ábra) és a tárcsás fék (86. ábra), különféle kialakításai kerülnek beépítésre a traktorokba.

A *rögzítőfék* a járművet a vezető távollétében is fékezi, álló helyzetben megtartja lejtőn vagy emelkedőn is. Rögzítőfék általában a kézifék, de van olyan erőgép,

amelyen az üzemi fék pedáljait rögzítik. A lejtő és emelkedő mértékét szabvány írja elő. Ha a traktor fékrendszere ezeket nem teljesíti, nem közlekedhet közúton.



83. ábra. A fékrendszer elvi felépítése

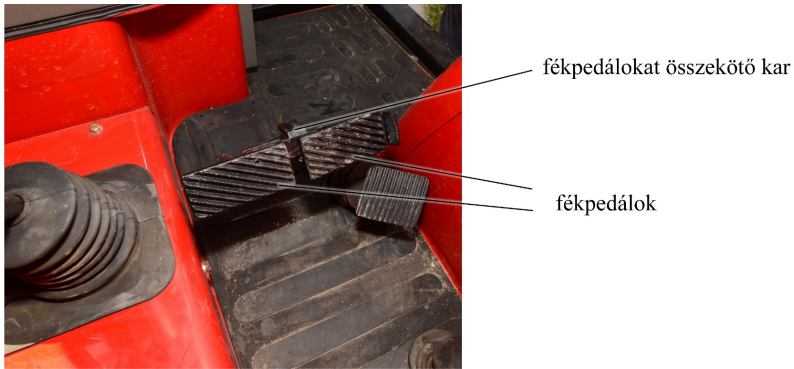
Biztonsági fék, szintén a kézfék, a járművet az üzemi fékrendszer üzemzavara esetén is biztonságosan megállítja.

A *kormányfék* a traktor kis ívben fordulását segíti elő. Ez úgy valósítható meg, hogy a jobb és bal féket külön fékpedál működteti (84. ábra). Az egyik pedál lenyomásával az egyik oldali fék hozható működésbe, emiatt a traktor abba az irányba kis ívben fordul, ha kormányfordítással is rásegítenek. Ha országúton közlekedik a traktor, akkor a fékpedálokat kötelező összezárni mechanikusan, így mindkét oldali fék egyszerre működik, és fékezéskor a traktor egyenesen halad.

A *hátó tengelyféket* a korszerű traktorokon alkalmazzák. Üzemi és rögzítőfék-ként is szolgál. Általában többtárcsás, hidraulikus működtetésű fék, amelyet a differenciálmű két oldalán, a féltengelyeken alakítanak ki.

A *kerékfék* az üzemi fék szerepét töltik be. Korábban csak ezek a féktípusok voltak az üzemi fékrendszerek részei. A kerékfék leggyakrabban beépített két változata:

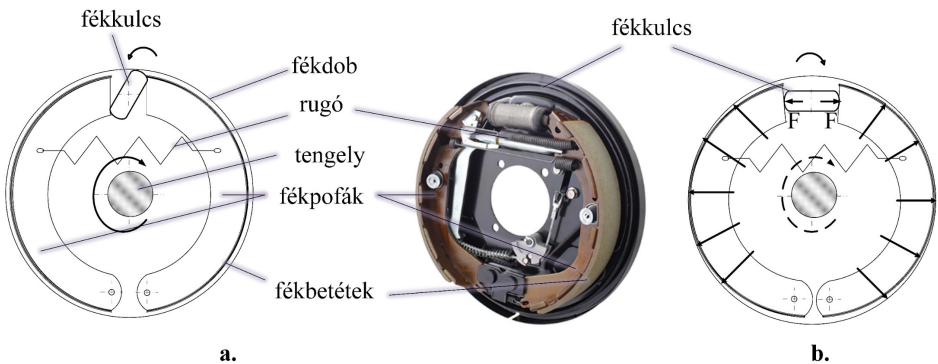
- a dobfék,
- a tárcsás fék.



84. ábra. A kormányfék fékpedáljai

A *dobfékeket* általában a hajtott kerekre szerelik. A dobfék felépítése a 85. ábrán követhető. A fékdob a kerékhez van rögzítve. Benne helyezkednek el a fékpofoák. A fékpofoák külső peremére fékbetétet szerelnek. A fékbetét jó súrlódási tulajdonságú. A fékpofoákat rugó húzza össze.

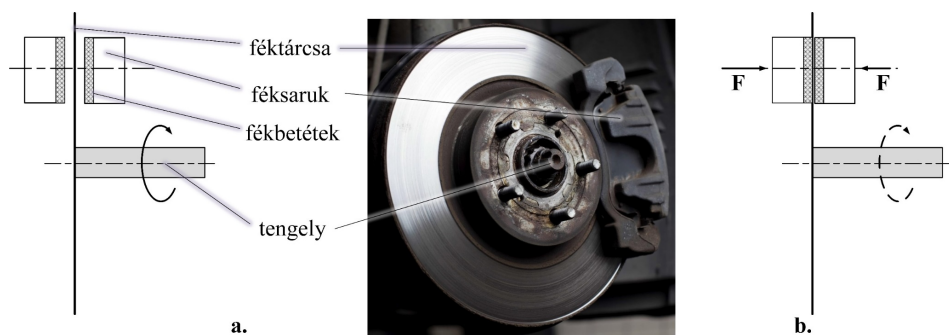
Működése: Fékezéskor a fékkulcs elfordul, a fékdob belső falára feszíti a fékpofoákat (85b. ábra). A mozgási energia a súrlódás hatására hőenergiává alakul. A ráfeszítés történhet izomerő segítségével, azaz mechanikusan, vagy rásegítéssel, hidraulikusan vagy pneumatikusan.



85. ábra. a – Dobfék felépítése; b – Dobfék működése

A *tárcsás féket* (86. ábra) az erőgépeken rendszerint az első kerekhez szerelik. Felépítésében részt vesz egy féktárcsa és két féksaru (86a. ábra). A féksaruk belső falára fékbetétet szerelnek. A fékbetét jó súrlódási tulajdonságú.

Fékezéskor a féksaruk nekifeszülnek a féktárcsának és csökkentik a mozgási energiáját. A fékezőerőt izomerő vagy egy hidraulikus fékhenger szolgáltatja. A fékezés megszűnésekor a tárcsa kis méretű ütése távolítja el a felületéről az odaszorított féksarukat.



86. ábra. a – Tárcsás fék felépítése; b – Tárcsás fék működése

Előnyei: jó hűtés, mert a tárcsa szabad térben is forog; szennyeződésre kevésbé érzékeny; egyszerű szerkezet.

Hátrányai: ki van téve az időjárási körülményeknek, rozsdásodhat, emiatt bizonytalaná válik a megállás.

2.6. Munkagépkapcsoló szerkezetek

A mezőgazdasági erőgép és munkagép közti kapcsolat lehetőségei:

- vontatás;
- függesztés;
- félig függesztés;
- rászerelés.

Vontatott kapcsolat esetén a munkagép egy pontban csatlakozik a traktorhoz.

Függesztett kapcsolat esetén a munkagép három ponton csatlakozik a traktorhoz. Ezért a függesztőszerkezetet hárompontfüggesztő berendezésnek is nevezik. A munkagép teljes tömegét a traktor viseli, így nő a traktor tömege, és nagyobb vonóerő kifejtésére lesz alkalmas. Munkavégzés közben néhány munkagép is részt vesz a teherviselésben.

A *félig függesztett kapcsolat*nál a munkagép két ponton kapcsolódik a traktorhoz. Az erőgép a munkagép tömegének egy részét átveszi, így nő a traktor tömege és nagyobb vonóerő kifejtésére lesz lehetséges. A félig függesztett kapcsolat később alakult ki. Ugyanis a nagy tömegű függesztett munkagépek szállítása során stabilitási problémák merültek fel.

A *rászerelés* esetén a munkagépet a traktorra szerelik. Ez nem általános lehetőség, rendszerint ezek a gépek csak meghatározott mezőgazdasági traktortípushoz kapcsolhatóak.

A vontatás *vonószerkezettel*, a függesztés és félig függesztés a *függesztőszerkezettel* valósítható meg. A vonószerkezetet és függesztőszerkezetet a traktor vázához rögzítik.

A kapcsolat lehet: mechanikus; hidraulikus; pneumatikus; villamos. Vezérlő és szabályozó villamos informatikai adatokat is igényelhet. Jelen fejezet a mechanikus kapcsolatot megvalósító szerkezeteket tárgyalja.

2.6.1. Függesztőszerkezet

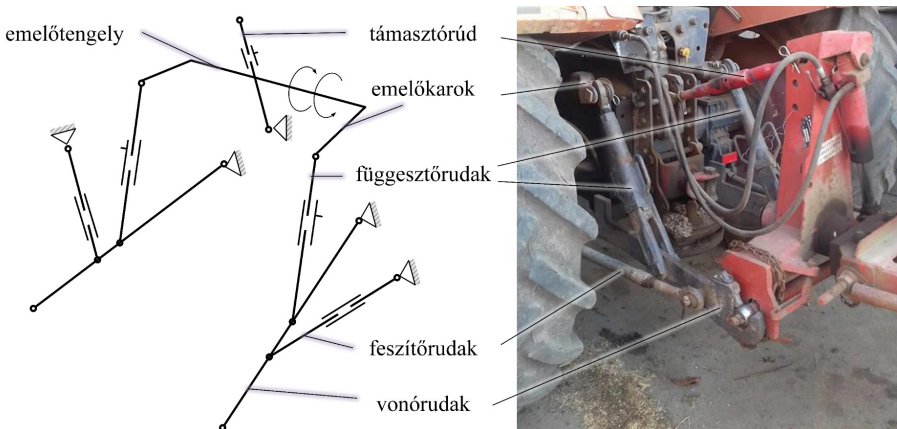
A függesztőszerkezet, más néven hárompontfüggesztő berendezés, az erőgép és a függesztett vagy félig függesztett munkagép összekapcsolását szolgálja (87. ábra).

Részei:

- a karrendszer;
- az emelőszerkezet.

A *karrendszer* rudakból és karokból áll (87. ábra):

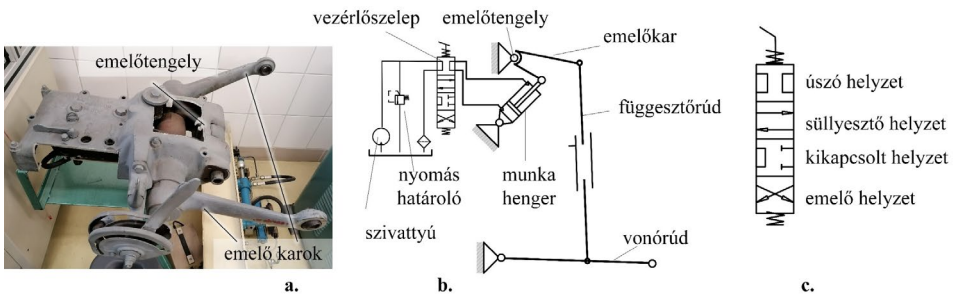
- két darab alsó vonórúdból;
- egy felső támasztórúdból, amely hossza csavarorsóval állítható;
- két darab függesztőrúdból, amelyek közül egyik vagy mindkettő hossza állítható;
- két emelőkarból;
- egy emelőtengelyből, amely elforgatható;
- két darab, jobb és bal oldali feszítőrúdból vagy láncból, amelyek hossza szabályozható.



87. ábra. Hárompontfüggesztő berendezés felépítése

A rudak vége gömbcsuklós, az egyik a traktor vázához, a másik a munkagéphez kapcsolódik. A három csatlakozási pontot a felső támasztórúd és a két vonórúd adja. A vonórúdon keresztül nyilvánul meg a vontatás. A felső támasztórúd támaszt. A függesztőrúdak függesztenek, az egyik vagy mindkettő hossza csavarorsóval állítható. A kapcsolás akkor szakszerű, ha a felső támasztórúd és a két vonórúd képzeletben meghosszabbítva a traktor eleje felé, a traktor középvonalán, egy pontban találkoznak.

Az emelőtengely be van építve, szemléltetése a 88a. ábrán látható. Emelése, süllyesztése hidraulikus munkahenger segítségével történik, amelyet az erőgép vezetője irányít.



88. ábra. *a – Függesztőberendezés emelőtengelye és emelőkarjai; b – emelőszerkezet elvi felépítése; c – vezérlőszelep helyzetei*

A függesztőberendezést a traktor hátsó részére szerelik, de az újabb traktorok mellső emelőberendezéssel is rendelkezhetnek.

A függesztőberendezés mérete szabványosított, a traktor teljesítménykategóriájának függvénye:

- I. kategória: kisebb, mint 35 kW,
- II. kategória: 35–85 kW,
- III. kategória: nagyobb, mint 85 kW.

Következtetés: nem minden traktorhoz lehet egy adott függesztett munkagépet csatlakoztatni.

2.6.2. A hidraulikus emelőszerkezet és szabályzóberendezések

Az emelőszerkezet a függesztett munkagép emelésére, süllyesztésére szolgál. Az emelőszerkezet az erőgép hidraulikus berendezésének részét képezi. A hidraulikus emelőszerkezet követelményei:

- Az emelés és süllyesztés a megfelelő idő alatt történjen.
- A munkagépet a legalsó munkamélységi és a legmagasabb szállítási helyzet között bármely köztes helyzetben megtartsa.

A korszerű erőgépeken a hidraulikus berendezés az emelésen kívül egyéb, csúszásgátló, helyeztetszabályozó és vonóerő-szabályozó feladatokat is ellát. A jelen jegyzet erre nem tér ki.

A hidraulikus emelőszerkezet részei a 88b. ábrán követhetőek: hidraulikaszi-vattyú, nyomáshatároló, vezérlőszelep, hidraulikus munkahenger.

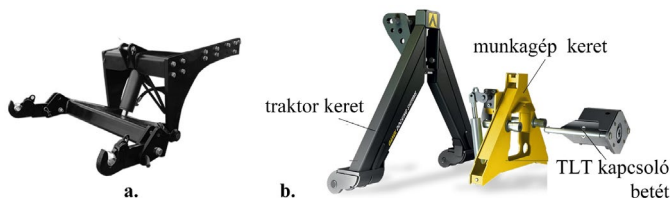
A munkahenger kettős működésű. Az alapfunkciókat az elosztótömbben négy-állású útváltó vezérli, az emelés, süllyesztés, kikapcsolt és úszó helyzetei a 88c. ábrán láthatóak. Az elővezérelt nyomáshatároló védi a rendszert a káros túlterheléstől.

2.6.3. Gyorskapcsoló szerkezetek

A traktor és a munkagép közötti összekapcsolás művelete hosszadalmas, nehézkes, kisegítő személyzetet is igényelhet. Balesetveszély forrása is lehet. Emiatt gyorskapcsoló szerkezeteket fejlesztettek ki. Kapcsolókeret és kapcsoló háromszög rendszer segíti ezt a műveletet.

A *kapcsolókeret* egy gyorskapcsoló szerkezet, amelynek egyik oldala a hárompontfüggesztő szerkezethez illeszthető, a másik oldala pedig a munkagép egyedi kialakítású csapjainhoz illeszkedik (89a. ábra). A kapcsolási műveletet a traktoros egyedül végezheti.

A *gyorskapcsoló háromszögrendszer* (GDS-rendszer) két háromszög alakú keretből áll (89b. ábra). A munkagépre rögzített keretbe illeszkedik a traktor hárompontfüggesztő szerkezetével emelhető keret. A gépkezelő a vezetőfülkéből kiszállás nélkül cserélheti a munkagépeket és akár csatlakoztathatja a TLT-kardántenegyelt is megfelelő kapcsolóbetét alkalmazásával.



89. ábra. Gyorskapcsolók: a – kapcsolókeret; b – kapcsoló háromszögrendszer

Forrás: www.ganglsystems.com

2.6.4. Vonószerkezetek

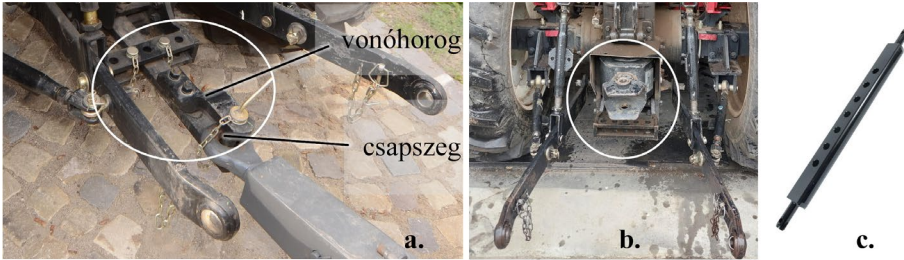
A vonószerkezet a vontatott munkagépek és pótkocsik kapcsolására szolgál.

A vonószerkezet-kialakítások:

- Vonórúd és vonóhorog (90a. ábra);
- Vonófej (90b. ábra);
- Vonólap (90c. ábra).

A *vonórúd*, *vonóhorog* a pótkocsi kapcsolására szolgál (90a. ábra).

A *vonófej* rugalmasan kapcsolódik a vázhoz, tompítja a traktor és pótkocsi közötti rezgéseket fékezésnél, gyorsulásnál. Olyan magasan helyezik el a traktor hátsó részén, hogy a kapcsolt pótkocsi vonókerete lehetőleg vízszintes legyen (90b. ábra). A hidraulikával kapcsolható vonófej segítségével a gépkezelő egyedül kapcsolhatja az egytengelyes pótkocsit.



90. ábra. a – Vonórúd; b – vonófej; c – vonólap

Forrás: prillinger.at/hu

A *vonólap* (90c. ábra) furatokkal ellátott lécszerű elem, amelyet a traktor két alsó vonókarjához rögzítenek. A nagy vonóerőt igénylő munkagépek helyes kapcsolására szolgál.

2.7. Vezetőfülke

A vezetőfülke a traktor vezetőjének a munkahelye. A fülke feladata, hogy megóvja a vezetőt az időjárás szélsőségeitől, a munkafolyamatokból eredő zajterheléstől, a porterheléstől, a növényvédelmi munkák során a permetezőszerek belégzésétől. Biztonságot nyújt az esetleges balesetek során.

A vezetőfülkében a különböző berendezések kialakítása, elhelyezése ergonómiai szempontok figyelembevételével történik. Az ergonómia, a műszaki lélektan az ember-gép-üzemeltetés kapcsolatával foglalkozik. Feltárja azokat a feltételeket, amelyek megkönnyítik a vezető napi munkavégzését az egészség és a testi épség megóvása mellett (Varga 2021).

Az erőgép vezetőinek munkakörülményeit befolyásolja a munkahely elrendezése, a munkahely hőmérséklete, a zaj és a rezgés, a látás és a világítás.

A korszerű vezetőfülkékkel szemben támasztott legfontosabb követelmények (Hajdú 2020):

- tágas és kényelmes legyen;
- borulás- és törésbiztos felépítéssel védje a vezetőt baleset esetén – ennek érdekében gyakran kötelező a vezetőüléseken a biztonsági öv használata;
- védje a vezetőt a káros rezgésektől;

- védje a vezetőt az időjárás kedvezőtlen hatásai ellen;
- állítható vezetőüléssel, kormányoszloppal és könnyen kezelhető, kézügyben levő kezelőszervekkel rendelkezzen;
- biztosítson 360 fokos kilátást a vezetőfülkéből, akár tetőablak is legyen;
- kényelmes lépcsőkön, kapaszkodókon és megfelelő méretű ajtókon biztonságos legyen a beltér megközelítése, akár jobb és bal oldalról is;
- a telepített monitorok és képernyők jól láthatóak, kezelhetőek legyenek, és ne zavarják a rálátást a munkaterületre;
- rendelkezzen a vezető kényelmét szolgáló tárolóhelyekkel és informatikai eszközökkel (hűtött italtároló, irattároló, rádió, Bluetooth stb.).

A beépített műszerezés és a fedélzeti számítógép nem elsősorban kényelmi igényeket elégít ki, hanem a minőségi munkavégzés feltételeit biztosítja.

A vezető munkahelye a vezetőülés, ahonnan különböző vezérlési feladatokat lát el. Ezért a vezetőülést az emberi test méreteihez helyezik és alakítják. A vezető méretéhez, súlyához igazítható, lengéscsillapított rugózású, állítható párnázott üléssel, háttámlával rendelkező vezetőülések kerülnek beépítésre. A kormánykezeket is állíthatóra készítik. A különböző kapcsoló- és kezelőszerveket úgy helyezik, hogy a vezető testtartása csak kismértékben változzon a vezérlési műveletek folyamán.

A vezető életét óvja a borulásvédő keret, amelynek feladata boruláskor a fülke megvédése az összegyűrődéstől. A traktor felborulásakor megakadályozza a fülke összezúzódását.

A kedvező hőmérséklet kialakítása érdekében a vezetőfülkét szellőztetni és fűteni kell. A légcserét leggyakrabban elektromos ventilátor teszi lehetővé. A nagy teljesítményű erőgépek vezetőfülkéit légkondicionáló berendezéssel is ellátják.

A vezetőt meg kell védeni az ártalmas zajtól és rezgésektől is. A halláskárosodás megelőzése végett a zajszint nem lehet nagyobb 80 dB-nél. A korszerű, jól tömített vezetőfülkéknél 8–10 dB zajcsökkentés is elérhető. Az erőgép vezetője rezgéshatásoknak is ki van téve. Szántóföldi üzemeltetés során 4–8 Hz függőleges rezgések lépnek fel, ami a rekeszizom rezgése révén a tüdő túlterhelését okozza, széndioxid kerül a véráramba, ez bódultsághoz, álmosághoz, balesethez vezethet. A nagyobb haladási sebességeknél, általában a traktor vonulásakor és szállítás során 20 Hz-nél magasabb rezgések keletkeznek. Ezek hatására a traktorvezető végtagjai is rezgésbe jönnek, ami helyi vérellátási nehézséget, fáradékonyságot okozhat. A káros lengések csökkentése érdekében rugózott vezetőülést és rugózott fülkét alkalmaznak (Varga 2021).

A megfelelő látás és világítás végett fontos a vezető látótere. Lényeges, hogy a látótérből minél kevesebbet takarjanak ki a szerkezeti elemek (91. ábra).



91. ábra. *Fülke és látótere (IRUM, TAG 60C)*

A motorburkolat és a sárvédő megadja az erőgép formáját. Védik a motort és egyéb szerkezeti részeket a sártól, burkolják a forgó részeket.

3. fejezet

Traktorok üzemeltetése

A traktor üzemeltetése folyamatos, biztonságos működést, a munkagépek vontatását és működtetését jelenti, a lehető legkisebb energiabefektetéssel és környezetterheléssel.

Az erőgépek üzemeltetése során biztosítani kell:

- az erőgépek stabilitását;
- az erőgépek üzemeltetési veszteségeinek csökkentését.

3.1. Erőgépek stabilitása

Egy test stabil, ha megtartja helyzetét, vagy visszatér eredeti helyzetébe. Egy test stabil, ha a rá ható erők egyensúlyban vannak, kiegyenlítődnek. A test stabilitása a súlypont helyzetétől és a test alapterületének nagyságától függ. A súlypont a súlyerő támadáspontja.

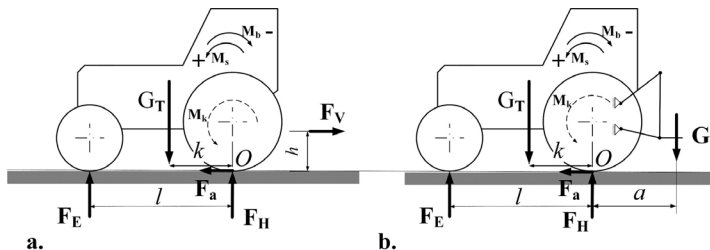
A stabilitás lehet:

- hosszanti és
- oldalirányú.

Tehát az erőgépek stabilitásának elemzésekor hosszirányú és keresztirányú stabilitást vizsgálnak.

3.1.1. Hosszirányú stabilitás vizsgálata

A hosszirányú stabilitásnál azt kell vizsgálni, hogy vontatáskor a traktor eleje ágakodik-e, borul-e a traktor hátrafelé. Ekkor a traktor a hátsó kerék talajjal érintkező pontja körül, az O alátámasztási pont körül elfordul (92. ábra). A jelenség hasonló vontatásnál és függesztett munkagép kapcsolása esetén is.



92. ábra. Hosszirányú stabilitás vizsgálata: a – vontatásnál; b – függesztés esetén

A vizsgálat módszere: az O pontra felírjuk a nyomatékegyenletet. A nyomatékegyenletben az \mathbf{M}_b billentőnyomatékok előjele negatív, az \mathbf{M}_s stabilizálónyomatékok előjele pozitív (92. ábra).

3.1.1.1. Hosszirányú stabilitás vizsgálata vontatásnál

A vontatás során felírható nyomatékegyenlet (92a. ábra):

$$-F_E \cdot l + G_T \cdot k + F_H \cdot 0 + F_a \cdot 0 - F_v \cdot h = 0, \quad (42)$$

A (42) egyenlet jelölései: \mathbf{F}_E a mellső kerék alatt ébredő talajellenállás [N]; \mathbf{F}_H a hátsó kerék alatt ébredő talajellenállás [N]; \mathbf{G}_T a traktor súlyereje [N]; \mathbf{F}_a az adhéziós erő [N]; \mathbf{F}_v a vonóerő [N]; l a tengelytáv [m]; k a súlypont távolsága az alátámasztási ponttól, [m]; h a munkagép bekötési magassága [m].

A (42) összefüggésből látható, hogy:

- A vontatás során a traktort a súlyerejének nyomatéka stabilizálja.
- A vonóerő billent.
- Az O forgáspont a hátsó kerék alátámasztási pontja, így a hátsó tengelyterhelés, \mathbf{F}_H , és az adhéziós erő, \mathbf{F}_a , nincs hatással az egyensúlyra.

Vontatáskor a traktor hosszirányú stabilitása nem a borulásveszély, hanem a kormányozhatóság miatt fontos. Arra kell vigyázni, hogy a mellső tengelyen mindig legyen elegendő terhelés (javasolt a traktor súlyának 20%-a). Ezt a következő összefüggések jelenítik meg:

$$F_E > 0 \quad (43)$$

A (42) összefüggés alapján:

$$F_E = \frac{G_T \cdot k - F_v \cdot h}{l}. \quad (44)$$

Tehát a (43) és (44) összefüggések alapján:

$$G_T \cdot k - F_v \cdot h > 0. \quad (45)$$

Következtetés: Az egyenlőtlenség biztonságosan teljesül adott erőgép esetén, ha:

- \mathbf{F}_v vonóerőigény kicsi;
- h bekötési pont alacsonyan van. Ez alól kivétel a pótkocsi, mert ennél a vonókeretnek a közúti közlekedés előírásai szerint vízszintesen kell állnia.

3.1.1.2. Hosszirányú stabilitás vizsgálata függesztett munkagép esetén

Függesztett munkagép emelése esetén (92b. ábra) a nyomatékegyenlet a hátsó kerék alátámasztási pontjára számítva a következő:

$$-F_E \cdot l + G_T \cdot k + F_H \cdot 0 + F_a \cdot 0 - G_f \cdot a = 0, \quad (46)$$

A (46) egyenlet jelölései: F_E a mellső kerék alatt ébredő talajellenállás [N]; F_H a hátsó kerék alatt ébredő talajellenállás [N]; G_T a traktor súlyereje [N]; F_a az adhéziós erő [N]; G_f a függesztett munkagép súlyereje [N]; l a tengelytáv [m]; k a súlypont távolsága az alátámasztási ponttól, [m]; a a munkagép súlypontjának távolsága a hátsó kerék alátámasztásától [m].

A függesztett munkagépet szállító traktort a hátul elhelyezett gép tömegéből adódó nyomaték billenti, és a traktor tömegének nyomatéka stabilizálja. A forgáspont a hátsó kerék alátámasztási pontja, az O pont, így a hátsó tengelyterhelés, F_H , és az adhéziós erő, F_a , itt sincs hatással az egyensúlyra.

A hosszirányú stabilitás feltétele, hogy a mellső tengelyen mindig legyen tengelynyomás, vagyis:

$$F_E > 0, \quad (47)$$

A (46) és (47) összefüggések alapján:

$$F_E = \frac{G_T \cdot k - G_f \cdot a}{l}. \quad (48)$$

$$G_T \cdot k - G_f \cdot a > 0. \quad (49)$$

Következtetés: Az egyenlőtlenség biztonságosan teljesül adott erőgép esetén, ha:

- a függesztett munkagép súlyereje, G_f kicsi;
- a gép súlypontja a hátsó tengelyhez közel van.

A *függesztett munkagép* üzemeltetése esetén a hosszirányú stabilitást együttesen veszélyezteti a munkagép tömege és a vonóerő. A borulást a függesztett munkagép megakadályozza, de a mellső tengely terhelése csökkenhet és a traktor irányíthatatlanná válhat, ami szintén nagyon veszélyes.

3.1.1.3. Az erőgép hosszirányú stabilitásának biztosítása

A traktor hosszirányú stabilitása és kormányozhatósága céljából póttömeget helyeznek a mellső tengelyre vagy az erőgép elülső részén kialakított tálcán (93. ábra), hogy a kerekek biztonságosan kapcsolódjanak a talajjal vontatás közben.

Az orrnehéz, négykerék-hajtású traktorok hosszirányban stabilabbak.

A kétkerék-hajtású traktor előreborulásának veszélye ritka, legfeljebb csak akkor, ha a traktor nagyon meredek lejtőn halad lefelé.

Emelkedőre hátramenetben biztonságosabb a felmenet.



93. ábra. Póttömeg a hosszirányú stabilitás biztosítása érdekében

3.1.2. A keresztirányú stabilitás vizsgálata

A keresztirányú stabilitás vizsgálatánál a traktor oldalra borulásának és oldalra csúszásának az okait figyeljük. Keresztirányú stabilitás elvesztése lejtőn és kanyarodáskor esedékes.

Így azt kell megvizsgálni, hogy lejtőn és kanyarodáskor milyen tényezők okozzák a jármű felborulását vagy kormányozhatatlanságát.

Az erőgép üzemeltetése során gyakoribb a lejtőn való stabilitásvesztés, így itt csak ezt vizsgáljuk.

3.1.2.1. Oldalra csúszás lejtőn

Csúszós vagy laza talajon olyan kicsi lehet a súrlódás, hogy a traktor oldalra megcsúszik.

A vizsgálat módszere: a lejtő mentén felírjuk az erők egyensúlyát (94a. ábra).

$$F_s - G_t = 0 \text{ [N]}, \quad (50)$$

ahol: F_s a súrlódási erő [N]; G_t a traktor súlyerejének lejtő menti komponense [N].

A súrlódási erő támaszt, a lejtő menti erőkomponens miatt csúszik le a traktor.

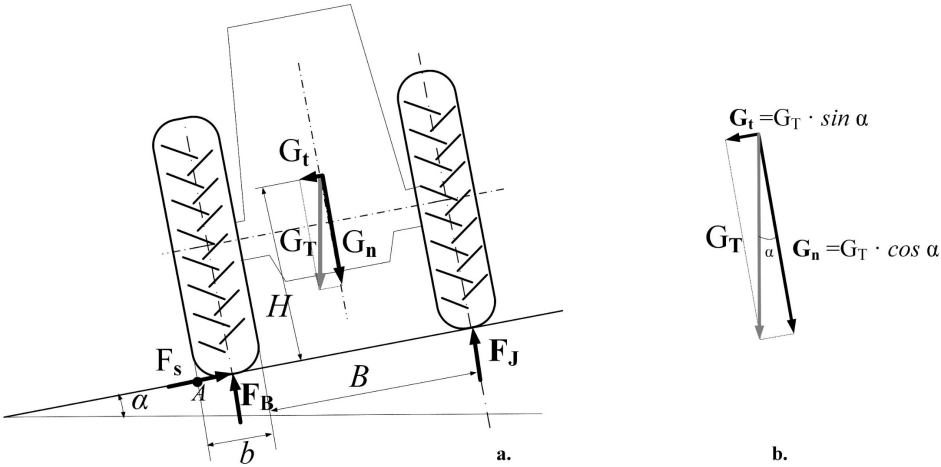
A súrlódási erő összefüggése:

$$F_s = \mu G_n = \mu m g \cos \alpha \text{ [N]}, \quad (51)$$

ahol: μ a traktor kereke és a talaj közötti súrlódási együttható [-]; G_n a traktor súlyerejének lejtőre merőleges komponense [N]; m a traktor tömege [kg];

A traktor súlyerejének lejtőn való felbontása a (94b. ábrán) követhető. A súlyerő lejtő menti komponense az alábbi összefüggéssel számítható:

$$G_t = G_T \sin \alpha = mg \sin \alpha \text{ [N]}. \quad (52)$$



94. ábra. a – Stabilitás vizsgálata lejtőn csúszás esetében;
b – súlyerő felbontása

Az egyensúly feltétele:

$$F_s = G_t \text{ [N]}. \quad (53)$$

Biztonságos a traktor keresztirányú mozgása a lejtőn, ha:

$$F_s > G_t \text{ [N]}, \quad (54)$$

$$\mu mg \cos \alpha > mg \sin \alpha. \quad (55)$$

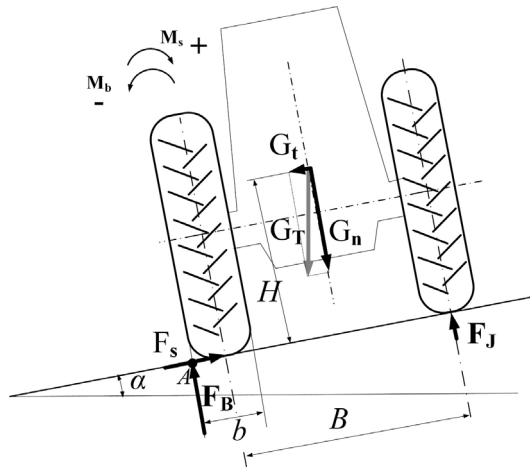
A stabilitás feltételéből számítható az α csúszási határszög:

$$\mu > \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}, \quad \mu > \tan \alpha \quad (56)$$

Tehát: a csúszási határszög a talaj-kerék közötti tapadási tényezőtől függ, amely **nem állandó**, hanem **térben és időben változó**. Vagyis időjárás- és napszakfüggő is.

3.1.2.2. Oldalra borulás lejtőn

A traktor lejtőn oldalra borulása az alsó kerék külső pereme mentén, az A pont körül történik (95. ábra).



95. ábra. Traktor borulása a lejtőn

A vizsgálat módszere: az A pontra felírjuk a nyomatékegyenletet. A nyomatékegyenletben az M_b billentőnyomatékok előjele negatív, az M_s stabilizálónyomaték előjele pozitív (95. ábra).

$$F_s \cdot 0 + F_B \cdot 0 - G_t \cdot H + G_n \cdot \left(\frac{B}{2} + \frac{b}{2}\right) - F_J \cdot \left(B + \frac{b}{2}\right) = 0, \quad (57)$$

ahol: F_s súrlódási erő [N]; F_B , F_J a kerekek alatt ébredő talajellenállási erő [N]; G_T a traktor súlyereje [N]; G_t a súlyerő lejtő menti komponense [N]; G_n a súlyerő lejtőre merőleges komponense [N]; H a traktor tömegközéppontjának magassága [m]; B a traktor hátsó nyomtávja [m]; b a traktor kerekének talpszélessége [m].

A lejtőn a rétegvonalak irányában dolgozó traktort a súlyerő lejtőirányú komponense billenti. A súlyerő lejtőre merőleges összetevője stabilizálja.

Az oldalra borulás elmarad, ha a felső kerék, jelen esetben a jobb kerék alatt van talajellenállás, vagyis:

$$F_J > 0 \quad (58)$$

Az (58) összefüggés alapján:

$$F_J = \frac{G_n \cdot \left(\frac{B}{2} + \frac{b}{2}\right) - G_t \cdot H}{\left(B + \frac{b}{2}\right)}. \quad (59)$$

Az (58) és (59) összefüggések szerint:

$$mg \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{B}{2} + \frac{b}{2}\right) - mg \cdot \sin \alpha \cdot H > 0. \quad (60)$$

Az összefüggés segítségével kiszámítható a biztonságosan járható emelkedő vagy lejtő szöge:

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} < \frac{B+b}{2H}, \quad \tan \alpha < \frac{B+b}{2H}, \quad (61)$$

ahol: α a borulási határszög.

A borulási határszöget növelhetjük a B nyomtávolság és a b talpszélesség növelésével.

3.1.2.3. Erőgép keresztirányú stabilitásának biztosítása lejtőn

A csúszási határszög a talaj-kerék közötti tapadási tényezőtől függ, amely térben és időben változó, vagyis időjárás- és napszakfüggő is. Ezt figyelembe kell venni lejtős területek megmunkálása esetén.

Borulás elkerülése végett a lejtős területek megmunkálásához nagy nyomtávolságú, széles talpszélességű kerékabronccsal rendelkező erőgépet tanácsos használni. Lejtős talajon végzendő munkákhoz javasolt a traktor nyomtávolságát nagyra állítani, mert ezzel a traktor keresztirányú borulásának veszélye csökkenthető.

3.1.2.4. A keresztirányú stabilitás vizsgálata kanyarodáskor

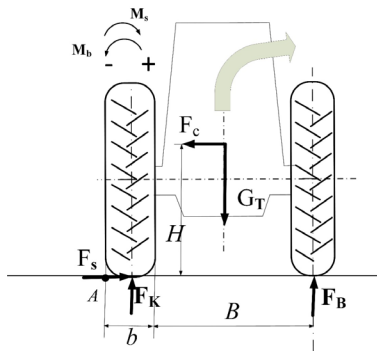
A borulás veszélye sík talajon is fennáll, ha a traktor kanyarodik (96. ábra).

A vizsgálat módszere: felírjuk az A pontra a nyomatéki egyenletet (96. ábra).

$$F_s \cdot 0 - F_c \cdot H + F_K \cdot 0 + G_T \cdot \left(\frac{B}{2} + \frac{b}{2}\right) - F_B \cdot \left(B + \frac{b}{2}\right) = 0 \text{ [N]}, \quad (62)$$

ahol: F_s a súrlódási erő [N]; F_c a traktorra ható centrifugális erő [N], F_B a belső kerék alatt ébredő talajellenállási erő [N]; F_K a külső kerék alatt ébredő talajellenállási erő [N]; b a kerék talpszélessége [m]; B a traktor hátsó nyomtávja [m]; H a traktor tömegközéppontjának magassága [m].

A súrlódási erő támaszt, a centrifugális erő miatt csúszik vagy borul a traktor.



96. ábra. Keresztirányú stabilitás vizsgálata kanyarodásnál

A traktor kanyarban stabil, ha a stabilizálónyomaték és a billentőnyomaték értékei megegyeznek:

$$G_T \cdot \left(\frac{B}{2} + \frac{b}{2}\right) = F_c \cdot H. \quad (63)$$

Az F_c centrifugális erő egyenesen arányos a traktor tömegével, a fordulási sebesség négyzetével és fordítottan arányos a fordulási sugárral:

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{r} [N], \quad (64)$$

ahol: m a traktor tömege [m], v a sebesség [m/s]; r a fordulási sugár [m].

Elvégezve a helyettesítéseket az alábbi összefüggéshez jutunk:

$$m g \cdot \left(\frac{B}{2} + \frac{b}{2}\right) = \frac{m \cdot v^2}{r} \cdot H. \quad (65)$$

Egyszerűsítés után az összefüggés alkalmas a kanyarodási határsebesség meghatározására:

$$v = \sqrt{\frac{(B+b) \cdot g \cdot r}{2H}} [m/s]. \quad (66)$$

Az összefüggés azt mutatja, hogy a kanyarodási határsebesség annál nagyobb lehet, minél nagyobb a nyomtávolság, talpszélesség és a kanyar sugara, vagy minél alacsonyabb az erőgép súlypontja.

Következtetés:

- Szállítási munkákhoz javasolt szélesre állítani a traktor nyomtávolságát.
- Kis sebességgel kell haladni a kis ívű kanyarban.

3.2. Üzemeltetési veszteségek

Az erőgépek teljesítményét a motor teljesítményével adják meg. Azonban a vontatásra, a munkagép üzemeltetésére használható teljesítmény, a vonóhorog-teljesítmény mindig kisebb, mint a motor teljesítménye. A különbséget a különböző veszteségek okozzák. Amíg a motortól a vonóhorogig eljut a teljesítmény, a következő veszteségekkel kell számolnunk:

1. áttételi veszteség;
2. önvontatási veszteség;
3. csúszási veszteség;
4. légellenállási veszteség;
5. gyorsulási veszteség;
6. emelkedési ellenállási veszteség.

Az erőgép veszteségeinek csökkentésével a traktor teljesítőképessége nagyobb, üzemanyag-felhasználása kisebb. Célszerű az üzemeltetés során a veszteségek csökkentésére összpontosítani.

A motor üzem közben kifejtett tényleges teljesítménye, P_i kisebb, mint a motor névleges teljesítménye. Ez a terhelési viszonyal jellemezhető, jele τ :

$$\tau = \frac{P_{\dot{u}}}{P_n}, \quad (67)$$

ahol: P_n a motor névleges teljesítménye [W].

Traktormotorok esetében célszerű a $\tau = 0,75 \dots 0,85$ közötti tervezése.

3.2.1. Áttételi veszteség

Az *áttételi veszteség* a teljesítményátviteli rendszerben levő fogaskerekeken, lánc-kerekeken, csapágyakban fellépő súrlódás következménye. A fogaskerekek fogai kapcsolódás közben súrlódnak, a tengelyek csapágyaiban gördülési ellenállás van, a fogaskerekek a hajtóműolajban kissé fékeződnek. Az első két tényező a kapcsolódó fogaskerekek számától, megmunkálásától és kenésétől függ.

Mire fordítódik az áttételi veszteség? Az áttételi veszteség hővé és kopás során végzett mechanikai munkává alakul.

Az áttételi veszteség, $P_{\text{áttétel}}$, a motor üzemi teljesítményének megközelítőleg 5-10%-a, lánc talpas traktor esetén 12-14%:

$$P_{\text{áttétel}} \approx 0,1 P_{\dot{u}} \text{ [W]}. \quad (68)$$

Kerekeken megjelenő teljesítmény, P_k , a motor üzem közben kifejtett teljesítményéből és az áttételi teljesítmény veszteségkülönbségéből számítható:

$$P_k = P_{\dot{u}} - P_{\text{áttétel}} \text{ [W]}. \quad (69)$$

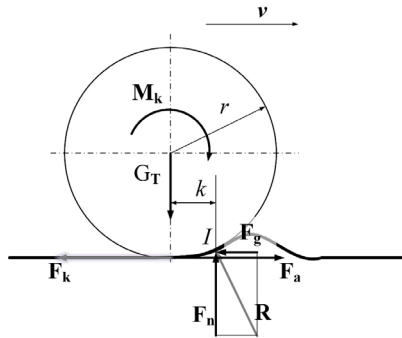
Az áttételi veszteség csökkentésének néhány lehetősége:

- kenéssel és/vagy jobb felületmegmunkálással csökkenthetők a súrlódásokból adódó veszteségek;
- azt a sebességfokozatot érdemes előnyben részesíteni, amelynél a legkevesebb fogaskerékpár vesz részt a teljesítményátvitelben;
- a sebességváltóba csak az előírt minőségű olaj töltése célszerű, az előírt szintig, ugyanis a nagyobb viszkozitású és magasabb szintállású olaj növeli az áttételi veszteséget.

3.2.2. Önvontatási veszteség

Traktoroknál az önsúly hordozása csökkenti a hasznos vonóerőt, tehát veszteségnek tekintendő. *Önvontatási veszteség* gördülés közben jelentkezik.

Gördülés közben a talaj vagy a kerék vagy mindkettő alakváltozást szenved. A deformálásra fordítandó vonóerőt gördülési ellenállásnak, F_g -nek nevezik (97. ábra).



97. ábra. Gördülési ellenállási erő szemléltetése

A 97. ábrán megjelenő erők: G_T a traktor súlyerejének kerékre eső része. M_k a keréken megjelenő forgatónyomaték, mely a kereket a középpontja körül igyekszik elforgatni, és a kerék és az út érintkezési pontjában egy F_k aktív erőt hoz létre. Ennek ellenáll az F_a adhéziós erő, ez viszi előre a kereket.

A kerék és a talaj felfekvési felületén ébred az R reakcióerő. A kerék nem egy pontban, hanem egy felületen érintkezik a talajjal, így a reakcióerő egy koncentrált erő. A reakcióerő támadáspontja a függőleges szimmetriatengelyhez viszonyítva a haladás irányában eltolódik, ez a k távolság. A reakcióerőt felbontva a függőleges és vízszintes irányban, kapható a F_n normális erő és az F_g erő, amely ellenáll az előrehaladásnak. Ezt nevezik *gördülési ellenállás*nak.

A gördülési ellenállás egyenesen arányos a traktor súlyerejével. Az alábbi összefüggéssel számítható:

$$F_g = f \cdot G_T \text{ [N]}, \quad (70)$$

ahol: f a gördülési ellenállási tényező [-]; G_T traktor súlyereje [N].

A gördülés az I pontban történik. Erre a pontra felírva a megjelenő nyomatékok egyenlőségét, az alábbi összefüggés kapható:

$$G_T \cdot k = F_g \cdot r. \quad (71)$$

A (71) és (72) összefüggések segítségével számolható:

$$F_g = f \cdot G_T = \frac{k}{r} G_T \text{ [N]}, \quad (72)$$

$$f = \frac{k}{r}. \quad (73)$$

A gördülési ellenállás tényezőjének értékeit az 5. táblázat foglalja össze.

5. táblázat. A gördülési ellenállási tényező értékei

	Gumikerekes jároszerkezet	Lánctalpas jároszerkezet
Aszfalt	0,02	0,06
Ülepedett szántás	0,012	0,08
Friss szántás	0,18	0,10
Nedves tarló	0,10	0,08
Száraz homok	0,02	0,15

Forrás: Karai 1996

A gördülési ellenállás tényezője függ:

- a talajtól, a talaj összetételétől, nedvességétől, művelési állapotától;
- a jároszerkezet fajtájától (lánctalpas vagy gumiabroncs);
- a kerék átmérőjétől;
- a kerék talpszélességétől.

A gördülési teljesítményveszteség az alábbi összefüggéssel számolható:

$$P_{\text{gördülés}} = F_g \cdot v \quad [W], \quad (74)$$

ahol: v a traktor haladási sebessége [m/s].

A gördülési teljesítményveszteség megközelítő értéke: 5-10%-a a kerékre érkező teljesítménynek:

$$P_{\text{gördülés}} \approx 0,1 \cdot P_k \quad [W]. \quad (75)$$

Mire fordítódik a gördülési ellenállásból származó energiaveszteség? A gördülési ellenállásból származó energiaveszteség a keréknyom kialakítására fordítódik.

Az erőgép kereke a puha talajt függőlegesen tömöríti, de a kerék alakja is változik, ez munkavégzéssel és energiafelhasználással jár.

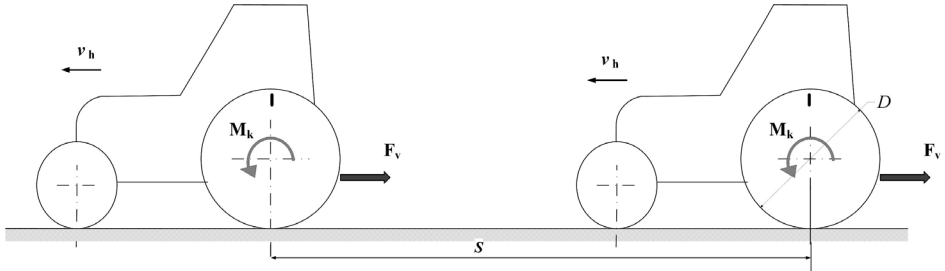
A gördülési veszteség csökkentésének lehetőségei:

- növelhető a kerékátmérő;
- növelhető a kerékszélesség, így nő a felfekvő felület, csökken a fajlagos talajnyomás;
- laza talajon csökkenthető a guminyomás, nő a felfekvő felület, csökken a talajnyomás;
- kemény talajon célszerű növelni a guminyomást, mert a puha kerék gumiabroncsa deformálódik, nő a felfekvő felülete, a gumiabroncs melegszik, ez teljesítményveszteséggel jár;
- lánctalpak használatával a nedves tarló, ülepedett szántás esetében nő a felfekvő felület, így csökken a fajlagos talajnyomás;
- felesleges póttömegek növelik a traktor kerekeire eső terhelést, így nő a gördülési ellenállás, nő az önvontatási veszteség.

3.2.3. Csúszási veszteség

Csúszási veszteség a kapaszkodókerekek vontatás közbeni csúszása miatt keletkezik.

Csúszás jelensége vontatásnál: Az erőgép hajtott kerekei mindig többet fordulnak, mint ami elméletileg a megtett útból és a kerékátmérőből kiszámítható. Adott S távolságon a kerékfordulatok számítása a 98. ábra alapján követhető.



98. ábra. Kerékfordulatok számításának alapja csúszás esetén

Az elméletileg megtehető fordulatok száma n_0 . Az n_0 értéke kiszámolható az alábbi összefüggéssel:

$$n_0 = \frac{S}{\pi D} [\text{fordulat}], \quad (76)$$

ahol: S a megtett út [m]; D a kerék átmérője [m].

A traktor hátsó kerekének egy pontját megjelölve, egy kijelölt S hosszúságú pályán, megszámlálható a valóságban megtett n fordulatok száma (98. ábra). Az tapasztalható, hogy:

$$n > n_0. \quad (77)$$

A kerékcúszás százalékos mértéke a csúszás vagy más néven szlip, jele a δ , amely kiszámítható az alábbi összefüggéssel:

$$\delta = \frac{n - n_0}{n} \cdot 100 [\%]. \quad (78)$$

A csúszás során nagyobb a hajtóanyag-fogyasztás, fokozottabb a gumikopás, puha talajon a kerék nemcsak függőlegesen, hanem vízszintesen is tömöríti a talajt a haladással ellentétes irányban.

A csúszási teljesítményvesztés kiszámítható:

$$P_{\text{csúszás}} = \delta \cdot P_k [W], \quad (79)$$

ahol: P_k a hajtott kerékre jutó teljesítmény [W]; δ a csúszás értéke [%].

Kerekes traktoroknál a csúszás 10-20%, laza talajon ennél több is lehet, sőt akár 100% is, ekkor helyben áll a traktor és a kerekei pörögnek.

Lánctalpas traktornál a csúszás kevesebb, mint 10%.

Mire fordítódik a csúszási energiavesztés? A csúszás során az energiavesztés talajtömeg mozgására, hővé és kopássá alakul.

A kerékcúszás csökkentésének lehetőségei a jobb tapadást célozzák meg. A kerékcúszás csökkentésének néhány lehetősége a 99. ábrán figyelhető meg.



99. ábra. A kerékcúszás-csökkentés lehetőségei: a – ikerkerék, b – léces pótkerék, c – rácsos kerék, d – csúszásgátló lánc

Forrás: Karai 1996 alapján

A gumiabroncs légnomásának csökkentésével a kerekek felfekvési felülete növekszik, így több talajszemcse kapcsolódik, a kerék kerületén keletkező erő nagyobb megtámasztást ad.

Ikerkerekek szerelésével: hátsó féltengelyekre kívül még egy-egy azonos méretű kereket szerelnek (99a. ábra) azokra a traktorokra, amelyeket erre a célra gyárilag kialakítottak.

A léces pótkerék mocsaras területen használatos (99b. ábra).

Talpszélesítők felszerelésével: a talpszélesítők olyan küllőskerekek, amelyeknél a küllők végén lapátszerű kapaszkodók találhatók (99c. ábra). A talpszélesítők

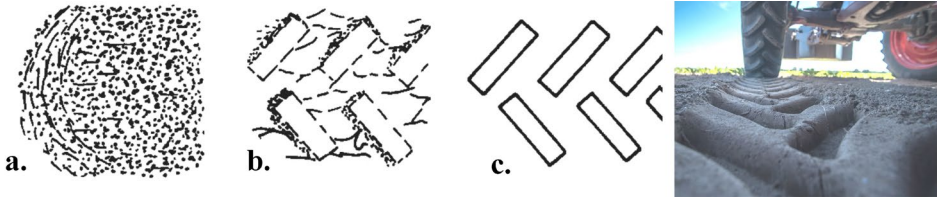
átmérője valamivel kisebb, mint a kapaszkodókerekek átmérője, ezért csak akkor érik el a talajt, amikor a gumiabroncsok kissé besüllyedtek, így a szilárd burkolatú úton nem kell leszerelni.

A tapadást növeli a csúszásgátló láncok használata is (99d. ábra).

Az adhéziós tömeget növelik a csúszásgátló berendezés használata útján. A kétkerékmeghajtású traktorokat úgy tervezik, hogy a traktortömeg 55-60%-a a hajtott kerekre jusson. Laza talajon ez a tömeg is kevésnek bizonyul a kapaszkodáshoz, ezért igyekeznek megnövelni. A csúszásgátló berendezés a traktor súlypontját rövid ideig áthelyezi. Az alátámasztási nyomás csak addig növelhető, amíg a traktor mellső kerekére jutó tömeg elegendő marad a kormányozhatósághoz.

Homoktalajon a kerékcsúszás csökkenthető a hajtott kerek abroncsának megfordításával (70. ábra).

A kerékcsúszás mértékére a keréknyomból is lehet következtetni. Ha a keréknyomban nagyon elmosódottan látszanak a gumibordák, akkor túlzott a kerékcsúszás (100a. ábra). Ha élesen látszik a bordázat nyoma, akkor sok a pótsúly és nagy lesz az önvontatási veszteség. A pótsúlyokat mindig le kell szerelni, ha a traktor könnyebb munkát végez, mert nemcsak az önvontatási veszteséget növeli, hanem feleslegesen terheli a gumiabroncsokat is (100c. ábra).



100. ábra. Kerékcsúszás: a – túlzott, b – elfogadható, c – túlzott pótsúlyozás

3.2.4. Légellenállási veszteség

A levegőben mozgó testre aerodinamikus fékezőerő hat, ez a légellenállás.

A légellenállás függ a közeg anyagi minőségétől, amelyet a sűrűséggel jellemeznek, az áramlásra merőleges keresztmetszettől, a mozgás sebességétől:

$$F_{\text{légellenállás}} = \frac{\varepsilon}{2} \rho \cdot A \cdot v^2 \quad [N], \quad (80)$$

ahol: ε alaktényező; ρ a közeg sűrűsége [kg/m^3]; A az áramlásra merőleges keresztmetszet [m^2]; v a mozgás sebessége [m/s^2].

A légellenállásból adódó teljesítményvesztés:

$$P_{\text{légellenállás}} = F_{\text{légellenállás}} \cdot v \quad [W]. \quad (81)$$

Megjegyzés: az erőgépek esetében elhanyagolhatóan kicsi ez a teljesítményvesztés.

3.2.5. Gyorsulási veszteség

Gyorsulási veszteség a menet közbeni sebességváltozásból adódik. Traktoroknál az egyenletes menetsebesség miatt ez jelentéktelen.

A gyorsítási ellenállás összefüggése:

$$F_{gyorsítás} = m \cdot a \text{ [N]}, \quad (82)$$

ahol: m a traktor tömege [kg]; a gyorsulás [m/s^2].

A gyorsítási teljesítményvesztés:

$$P_{gyorsítás} = F_{gyorsítás} \cdot v \text{ [W]}. \quad (83)$$

3.2.6. Emelkedési veszteség

Az emelkedő általi teljesítményvesztés az emelkedési ellenállás legyőzésére szolgál.

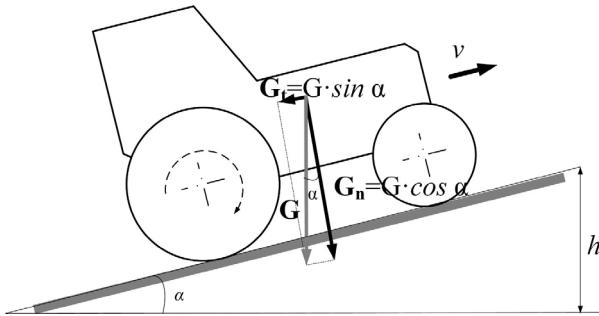
Az emelkedési ellenállás a súlyerő lejtő menti komponense (101. ábra).

Az emelkedési ellenállás a traktor és a munkagép együttes G súlyától, valamint a lejtő α hajlásszögétől függ (101. ábra):

$$F_{emelkedő} = G \cdot \sin \alpha \text{ [N]}. \quad (84)$$

Az emelkedési teljesítményvesztés az alábbi összefüggéssel számítható:

$$P_{emelkedő} = F_{emelkedő} \cdot v \text{ [W]}. \quad (85)$$



101. ábra. Az emelkedési veszteség szemléltetése

Az emelkedési ellenállás legyőzésére irányuló veszteség szigorú értelemben nem számítható veszteségeknek, mert kívülálló tényező, vagyis a terület lejtése okozza. Nem tekinthető veszteségnek, mert lejtőirányban haladva a vonóerő visszatérülhet. Azonban a visszatérülés nem teljes, hiszen a lejtőn lefele jövet a fékezéskor hővé alakul.

Azért említhető mégis a veszteségek között, mert számolni kell vele, amikor a traktorhoz kapcsolható munkagép üzemeltetési paramétereit megválasztják, például a munkagép munkaszélességét.

Mire fordítódik az emelkedési energiaveszteség? Az erőgép helyzeti energiájának emelésére fordítódik.

Az emelkedés energiaveszteség-csökkentési lehetőségei:

Az emelkedési ellenállás elkerülhető, ha a munkát a rétegvonalak mentén, a lejtőre merőlegesen végzik.

3.3. Az erőgép vonóhorog-teljesítménye

Vonóhorog-teljesítményen azt a teljesítményt értjük, amit a traktor vontatásra használhat, jelölése P_v . A motor teljesítménye nem használható fel teljes egészében munkavégzésre, hiszen fedezni kell a veszteségeket.

Az erőgép vonóhorog-teljesítménye a veszteségek ismeretében kiszámítható a következő összefüggéssel:

$$P_v = P_{\bar{u}} - P_{\text{áttétel}} - P_{\text{gördülés}} - P_{\text{csúszás}} \pm P_{\text{emelkedő}} [W], \quad (86)$$

ahol: $P_{\bar{u}}$ a motor üzemi teljesítménye [W]; $P_{\text{áttétel}}$ az áttételi teljesítményveszteség [W]; $P_{\text{gördülés}}$ a gördülési (önvontatási) teljesítményveszteség [W]; $P_{\text{csúszás}}$ a csúszási teljesítményveszteség [W]; $P_{\text{emelkedő}}$ az emelkedő/lejtő általi teljesítményveszteség [W].

A vonóhorog-teljesítmény és az üzemi teljesítmény közötti viszonyt *vontatási hatásfoknak* nevezzük. A vontatási hatásfok jellemzi az erőgépet és az alábbi összefüggéssel számítható:

$$\eta_v = \frac{P_v}{P_{\bar{u}}}. \quad (87)$$

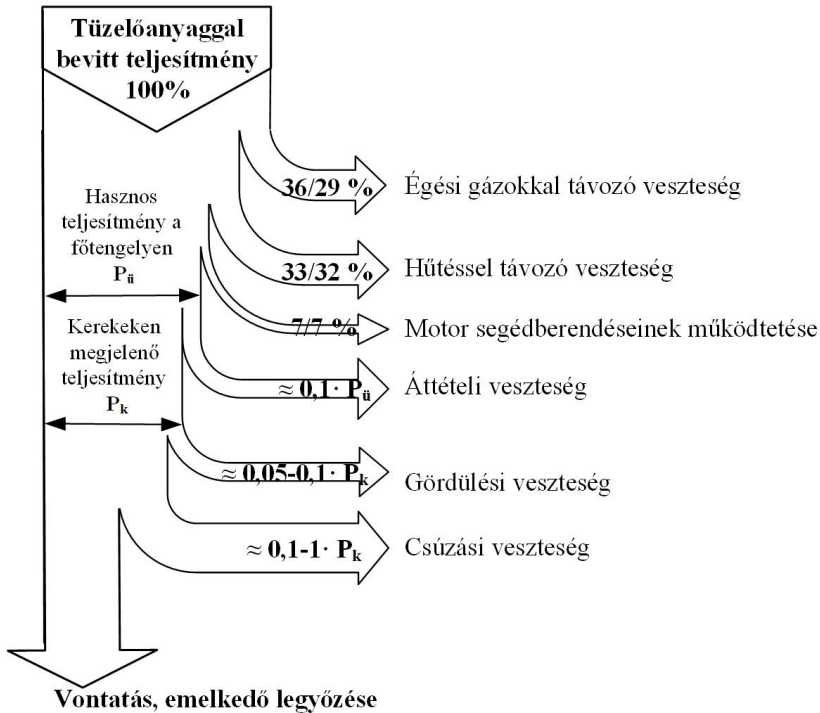
A vontatási hatásfok értéke függ a járószerkezettől és a talajviszonyoktól, értékeit a 6. táblázat tartalmazza:

6. táblázat. A vontatási hatásfok értékei

	Vaskerék kapaszko- dóval	Gumikerék	Félláncalp ka- paszkodóval	Láncalp
Kötött gyepe	0,62–0,68	0,65–0,75	0,74–0,78	0,73–0,77
Középkötött tarló	0,52–0,58	0,6–0,70	0,71–0,75	0,72–0,76
Homokos tarló, frissen művelt talaj	0,38–0,42	0,40–0,50	0,64–0,68	0,70–0,74
Salak	0,52–0,58	0,60–0,70	0,68–0,72	0,72–0,76
Beton	0,54–0,58	0,70–0,75	–	–

3.4. Belső égésű motorral ellátott erőgép teljesítményfolyama

A belső égésű motorral ellátott erőgép teljesítményfolyama megmutatja az üzemanyag hasznosulását, eloszlását (102. ábra).



102. ábra. Belső égésű motorral ellátott erőgép teljesítményfolyama: Otto-motor/dízelmotor

Forrás: Láng 1999

Az üzemanyaggal bevitt energiamennyiség 100%-nak tekinthető. Az üzemanyag jelentős része az égési gázokkal távozik, $Q_{\text{kipufogás}}$, és a környezetnek átadódik a hűtés és kisugárzás során a $Q_{\text{hűtés}}$. Együtt képezik a motor veszteségeit. A nyert energia egy része a segédberendezések működtetésére fordítódik.

A főtengelyen megjelenő energia egy része a teljesítményátviteli rendszerben áttételi veszteségekre fordítódik. A megmaradt energia a kerekeken jelenik meg.

A kerekeken megjelenő energia egy része a haladást gátló ellenállások legyőzésére fordítódik: gördülés, csúzás, légellenállás, gyorsulás, emelkedések. Marad

a vontatásra hasznosítható energia, amelyet, időegységre vonatkoztatva, *vonóhorog-teljesítménynek* is szokás nevezni.

Az energiamérleg százalékos értékeit szintén tartalmazza a 102. ábra.

3.5. Az erőgép vonóerő-jelleggörbéje

A vonóhorog-teljesítményt közvetlenül nem lehet mérni, azonban aránylag egyszerűen mérhető az adott terepen a haladási sebesség és a közben kifejtett vonóerő. Segítségükkel kiszámítható a vonóhorog-teljesítmény, az alábbi összefüggés felhasználásával:

$$P_v = F_v \cdot v \quad [W], \quad (88)$$

ahol: P_v a vonóhorog-teljesítmény [W]; F_v a vonóerő [N]; v a haladási sebesség [m/s].

A traktor vonóhorog-teljesítménye állandónak tekinthető. A vonóerő és sebesség közötti összefüggést a vonóerő jelleggörbéje, a vonóerő-hiperbola szemlélteti (103. ábra).

A vonóerő-hiperbola megfigyelése azt mutatja, hogy:

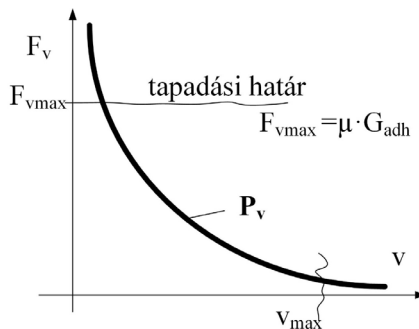
- a sebesség növekedésével a kifejthető vonóerő hiperbolikusan csökken;
- a sebesség csökkenésével a kifejthető vonóerő hiperbolikusan nő.

A vonóerő-hiperbola további megfigyelése azt sugallja:

- amennyiben a vonóerő közelít 0-hoz, akkor végtelen nagy sebesség érhető el;
- amennyiben a sebesség közelít 0-hoz, a vonóerő végtelen nagy lehet.

Megjegyzés:

- A sebességet csak addig lehet növelni, amíg az a munkát elvégzése szempontjából nem káros a munka minőségére, sem a vezető egészségére.
- A vonóerő maximális értékét a talaj és a hajtott kerekek közti tapadás határozza meg. A legnagyobb kifejthető vonóerő függ a tapadási tényezőtől és a hajtott kerekekre nehezedő súlyerőtől (103. ábra).



103. ábra. Vonóerő-hiperbola

A vonóerő maximális értékét az alábbi összefüggés adja:

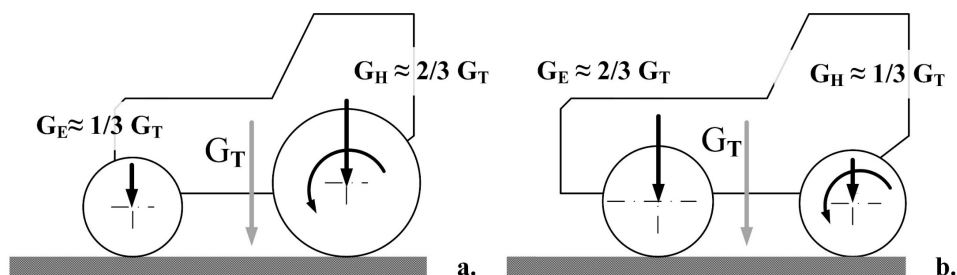
$$F_{vmax} = \mu \cdot G_{adh} \quad [N], \quad (89)$$

ahol: F_{vmax} a maximális vonóerő [N]; μ a tapadási tényező [-]; G_{adh} az adhéziós súlyerő [N].

A G_{adh} adhéziós súlyerő a hajtott kerekre nehezedő súlyerő.

Régi traktoroknál a súlyerő 2/3-át tekintik adhéziós súlyerőnek, az új, nagy teljesítményű erőgépek esetében 1/3-át tekintik adhéziós súlyerőnek (104. ábra):

$$G_{adh} = 1/3 \div 2/3 G_T. \quad (90)$$



104. ábra. Erőgép egyezményes súlyeloszlása: a – kétkerék meghajtás, b – orrnehéz-kialakítás esetén

A vonóhorog-teljesítmény és ezen belül a vonóerő alapvetően a traktor típusától és a talajviszonyoktól függ.

Mindenkori üzemeltetési cél a vonóerő növelése.

Hogyan növelhető a maximális vonóerő?

A maximális vonóerő az (90) összefüggés alapján könnyen érthető, hogy két módon növelhető:

- a tapadási tényező növelésével;
- az adhéziós súlyerő növelésével.

3.5.1. A maximális vonóerő növelése a tapadási tényező növelésével

A tapadási tényező növelését minden olyan beavatkozás segíti, amely a csúszási veszteséget csökkenti. Lehetőségei:

- a kerekre kapaszkodók szerelésével (99. ábra);
- kerékfalp-szélesítők alkalmazásával: ikerkerék, rácsos kerék szerelésével (99. ábra);
- köpeny alakjának, bordázat magasságának, irányának célszerű megválasztásával (70. ábra).

3.5.2. A maximális vonóerő növelése az adhéziós súlyerő növelésével

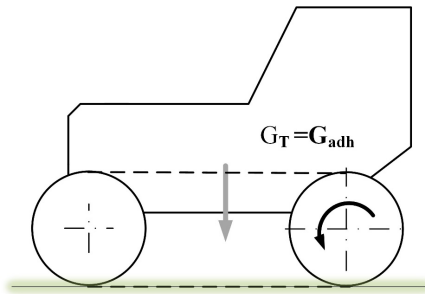
Lehetőségei:

- A hajtott kerekre m póttömeget helyeznek (105. ábra). Ekkor az adhéziós súlyerő a póttömeg súlyával nő, $G_{adh} = G_T + G_{póttömeg}$. Azonban a póttömegezés növeli a gördülési ellenállást, csak indokolt esetben érdemes használni. A gumiabroncsok vízzel való feltöltése szintén az adhéziós súlyerő növelését célozza, azonban a környezet hőmérséklete -5 °C alá csökkenése esetén a vizet ki kell eresztetni. Helyette fagyálló oldatot lehet feltölteni. Környezetünkben ez nem szokványos megoldás.

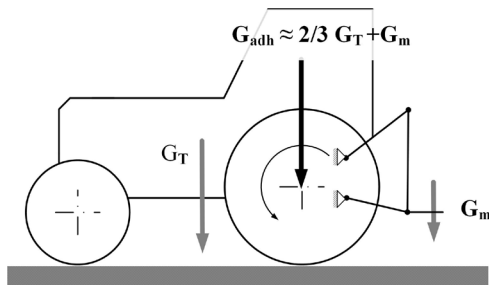


105. ábra. Adhéziós súlyerő alakulása a hátsó tengely póttömegezése esetén

- A 4x4-es hajtás alkalmazásával a mellső kerekeken levő súlyerő is adhéziós erővé alakul, ilyen esetben $G_{adh} = G_T$, viszont ezzel nő az áttételi veszteség és csak indokolt esetben érdemes használni.
- A láncotalpak használatával a traktor teljes súlyereje a lánckeréken érvényesül, így G_{adh} -nak tekinthető az erőgép teljes súlya (106. ábra). A tapadási tényező is kedvezőbb a lánctalp esetében. Ez lehetővé teszi, hogy azonos tömegű kerekes és lánctalpas traktor közül a lánctalpas 1~20%-kal nagyobb vonóerő kifejtésére legyen képes. De a lánctalp drága, erőteljesen kopik. A lánctalpas erőgépet általában ki kell szállítani az üzemeltetési helyre, ez is növeli a költségeket.
- A függesztett munkagépek alkalmazásával a munkagépet függesztőszerkezettel az erőgépre kapcsolják (107. ábra). A tömegének egy része, hátsó függesztés esetén, a hátsó hajtott kerekeket fogja terhelni, megnyerve azt adhéziós tömegnek, de romolhat a hosszirányú stabilitás szállításkor.



106. ábra. Adhéziós súlyerő alakulása láncctalpas járószerkezet esetén



107. ábra. Adhéziós súlyerő alakulása munkagép függesztése esetén

4. fejezet

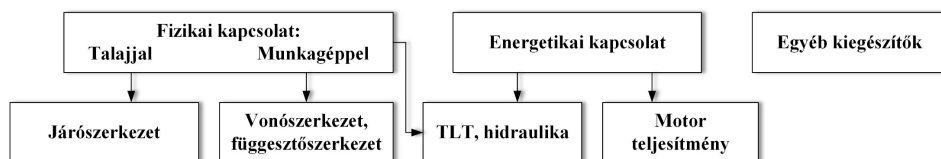
A traktorok típusai

4.1. A traktor kiválasztásának szempontjai

Ki dönti el, milyen legyen az erőgép? A döntést befolyásolja a természetendő növény, a terület mérete, a domborzati viszonyok. Az erőgép kiválasztása nagy körültekintést igénylő feladat.

A traktorok kiválasztásánál a természetendő növény megmunkálásához szükséges munkagépek igényeiből kell kiindulni (Szendrő 2003).

A kiválasztás szempontjai a 108. ábrán követhetők:



108. ábra. Az erőgép kiválasztásának szempontjai

Járószerkezet. A járószerkezet kialakítása behatárolja a traktor felhasználási körét. Talajművelő gépeknél nagyon fontos a jó kapaszkodóképesség, a kis fajlagos talajnyomás. Vannak olyan természetű növények, amelyek sorművelést igényelnek, ezek olyan munkagépekkel valósíthatók meg, amelyek szükségessé teszik a traktor nyomtávolságának állítását, pl. növényápoló gépek, betakarítógépek stb.

Kapcsolási igény. A munkagép az erőgéphez történő kapcsolási mód szerint lehet:

- vontatott;
- függesztett;
- félig függesztett;
- rászerezelt.

A gépkapcsolás elemi feltétele, hogy a traktor rendelkezzen azzal a szerelvényekkel, amellyel a munkagép csatlakoztatható. A félig függesztett és függesztett munkagépeknél fontos a függesztési kategória illesztése is.

TLT-hajtás és hidraulika. Ha a munkagép vontatáson kívül TLT-hajtást és/vagy hidrosztatikus működtetést is igényel, a TLT hajtásváltozatot: a sebesség- vagy útarányos hajtást; fordulatszámot (540 vagy 1000 1/min); a traktorhidraulika paramétereit is egyeztetni kell.

Motorteljesítmény-igény. A motorteljesítmény meghatározásánál a kapcsolt munkagép vonóerőigényéből és az agrotechnikai igények által megkívánt üzemeltetési sebességből kell kiindulni. A szükséges vontatási teljesítmény összefüggése már ismert:

$$P_v = F_v \cdot v_h \quad [W], \quad (91)$$

ahol: P_v a vontatási teljesítmény [W]; F_v kapcsolt munkagép vonóerőigénye [N]; v_h üzemeltetési sebesség [m/s].

A vontatási teljesítményigény alapján határozható meg a motorteljesítmény. Tudva, hogy a motorteljesítmény a járószerkezet kialakításától függően adódik át a vonó- vagy függesztőszerkezetnek, és ezt a vontatási határfok fejezi ki, ebből egyszerűen számolható a motorteljesítmény:

$$P_{\bar{v}} = \frac{P_v}{\eta_v} \quad [W], \quad (92)$$

ahol: $P_{\bar{v}}$ a motor üzemi teljesítménye [W]; P_v a vontatási teljesítmény [W]; η_v a vontatási határfok [-].

A vontatási határfok a különböző járószerkezetű traktoroknál az alábbi értékekkel vehető figyelembe:

- kétkerék-hajtású traktoroknál: 0,5–0,6;
- négykerék-hajtású traktoroknál: 0,6–0,7;
- lánctalpas traktoroknál: 0,7–0,8.

A traktormotort nem célszerű teljes mértékben leterhelni, jó, ha teljesítménytartalékkal rendelkezik. Ennek mértékét a terhelési tényező fejezi ki, és ennek a segítségével számolható ki a motor névleges teljesítménye:

$$P_n = \frac{P_{\bar{v}}}{\tau} \quad [W], \quad (93)$$

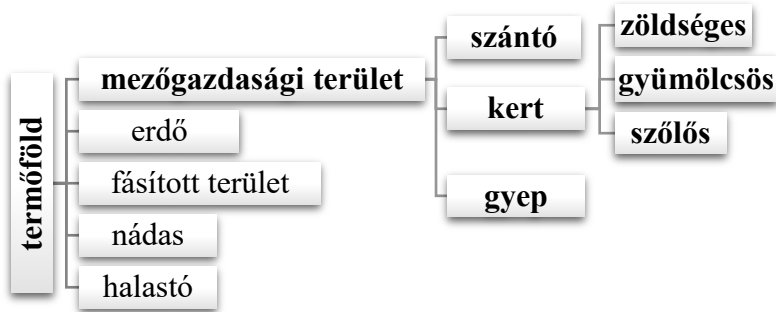
ahol: P_n a motor névleges teljesítménye [W]; $P_{\bar{v}}$ a motor üzem közbeni teljesítménye [W]; τ a motor terhelési tényezője [-].

A τ terhelési tényező optimális értéke a munka jellegétől függően 0,75–0,85. Ha a vontatás mellett TLT-hajtás vagy tartós hidraulikaüzem is szükséges, akkor a P_n értékét meg kell növelni ezen teljesítményigényekkel.

Egyéb igények. A fentiekén túl a munkagép vagy az üzemi körülmények speciális igényeket is támaszthatnak az üzemeltető traktorral szemben: pl. légfékberendezés működtetéséhez kompresszor, vegyszertartály felszerelhetősége, szikrafogó stb. Mindezeket gondosan mérlegelni kell a gépkapcsolások összeállításakor.

4.2. Traktorkialakítások

A traktorok kialakítása nagyon sokféle: kiszolgálják a mezőgazdasági ágazatokat. A mezőgazdasági területek, a termőföld hasznosításának különböző művelési ágazatai a 109. ábrán követhetőek:



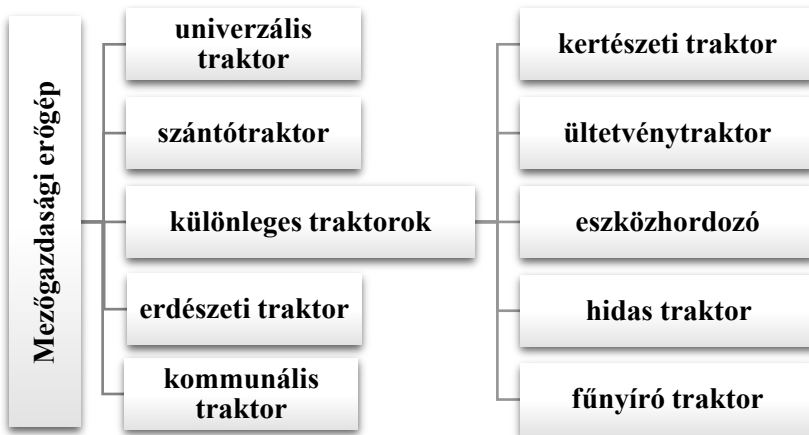
109. ábra. A termőföld hasznosítási ágazatai

Forrás: Láng 2013

A 109. ábra alapján látható, hogy a növénytermesztési ágazat három alágazatra osztható:

- szántóföldi növénytermesztés, élelmiszernövény-, takarmánynövény- és iparinövény-termesztés;
- kertészet, amely tovább tagolható gyümölcs-, zöldség- és szőlőtermesztésre;
- gyepgazdálkodásra.

A fenti fogalmak alapján a mezőgazdasági erőgépek alkalmazási terület szerinti osztályozása a 110. ábrán követhető.



110. ábra. Erőgépek csoportosítása alkalmazási területük szerint

Forrás: Láng 2013

Az egyes csoportosítási szempontok összefüggenek egymással, nem éles a határ az egyes kialakítások között. Mindenkori cél: optimális erő és munkagép kapcsolat, amely az erőgép megfelelő kihasználtságát jelenti. A munkaműveletek energetikai szempontból is elvégezhetőek lesznek, és mérséklődnek az ebből eredő technológiai hibák.

4.2.1. Univerzális traktorok

Az univerzális traktorok felépítése olyan, hogy univerzális erőforrásként üzemeljenek. A traktorokba épített motor teljesítménye vontatási teljesítményként, másrészt TLT- és hidraulikus teljesítményként hasznosul. Így a traktorok alkalmasak vonóerő-kifejtésre és egy időben mechanikus és hidraulikus működtetésű munkagépek, berendezések meghajtására.

Az univerzális traktorok sokoldalúan felhasználhatók. Az univerzális erőgépek a könnyű talajmunkák, a vetés, a sorközművelés, a szállítás és szinte valamennyi mezőgazdasági gépi munka elvégzésére alkalmasak.

Az univerzális traktorok főbb jellemzői/elvárásai (Kassai 2014):

- 4-6-8 hengeres, legtöbb esetben turbófeltöltős dízelmotorok beépítése, melyek eleget tesznek a károsanyag-kibocsátási követelményeknek;
- sokfokozatú, terhelés alatt kapcsolható, vagy fokozat nélküli sebességváltó, automata differenciálzár;
- a vonóerő növelését szolgáló szerkezeti megoldások: pótsúlyozás, a tengelyterhelés változtatásának lehetősége, kerékcsúszáságtlító rendszerek;
- hátsó és esetleg első hárompontfüggesztő szerkezet;
- nagy teljesítményű szabályozós hidraulikarendszer;
- legalább egy, de akár több TLT;
- pótkocsivontató szerkezet, légfék és elektromos csatlakoztatási lehetőségek;
- szervokormány;
- jó fordulékonyság;
- gyorsan, könnyen állítható nyomtáv;
- ergonomikus, korszerű vezetőfülke: kényelmes rugózott ülés, jól átlátható és tájékoztató műszerek, jól elérhető, könnyen kezelhető vezérlőkarok, rudazatok.

Az univerzális traktor általános felépítése, formája a 111. ábrán látható.

Számos agrotechnikai követelmény gyakran egymással ellentétes igényeket fogalmaz meg:

- a vonóerő növelése tömegnövelést, a káros talajtömörödés elkerülése tömegcsökkentést igényel;
- az ikerabroncsozás csökkenti a talajtömörödést, de ezzel a traktor sorközművelésre alkalmatlanná válik stb.

Ezek az ellentmondások részben oldhatók azzal, ha a traktor egyes jellemzői az adott technológiai műveletekhez igazíthatóak. E célból az erőgép vázszerkezetének kialakításakor az alapgépen ki kell alakítani azokat a csatlakoztatási lehetőségeket, amelyek a különböző felhasználói igényeknek megfelelően, az üzemeltetői elvárások jobb kielégítésére szolgáló műszaki megoldások alkalmazását lehetővé teszik.



111. ábra. *Univerzális traktorok*

Forrás: IRUM, www.versatile-ag.com

Az univerzális traktorokat a teljesítményük alapján az alábbi kategóriákba sorolják:

- könnyű univerzális, 20–50 kW;
- középnehéz univerzális, 50–80 kW;
- nehéz univerzális 80–130 kW;
- szupernehéz univerzális 130 kW feletti traktorok, amelyek a szántótraktorok kategóriájával összemósódnak.

Az univerzális gépek az egyetemes jelleget, a traktorok többcélú felhasználhatóságát helyezik előtérbe.

4.2.2. Szántótraktorok

Az agrotechnikai műveletek, munkák optimális időszakban történő elvégzése nagy termőterületek esetén csak nagy munkaszélességű és területteljesítményű munkagépekkel valósítható meg. A nagy munkaszélesség nagy vonóerőt igényel, amelyet a traktorgyártók nagyobb traktortömeggel és motorteljesítménnyel érnek el. Ez vezetett a nehéz univerzális vagy akár szupernehéz univerzális traktorok megjelenéséhez, amelyek összemósódnak a szántótraktorok kategóriájával.

A szántótraktorok kezdetben célgépjelleggel, a szántás és egyéb nehéz talajmunkák elvégzésére készültek. Ez szűkebb felhasználási területet jelent az univerzális traktorokhoz képest (112. ábra).

A szántótraktorok motorteljesítménye kezdetben 150 kW-ig, a későbbiekben 200 kW-ig alakult. Napjainkban az erőgépek teljesítményhatára még jobban kitolódott, nem ritka a 250–400 kW motorteljesítményű erőgép, sőt vannak a nagy birtokméretekkel rendelkező Ausztrália, Kanada piacain akár 600–700 kW teljesítményű változatok is (Szente 2014).



112. ábra. Szántótraktorok

Forrás: gepmax.hu/hir/gep-vilag-10-legnagyobb-tractora-mezogazdasag/

A teljesítményátviteli rendszerük általában mechanikus kivitelű, többnyire jellemző a mechanikus kapcsolású szinkronizált sebességváltó.

A teljesítmény növelésével együtt járt a szántótraktorok tömegének növelése, nem ritka a 20 tonna vagy nagyobb traktortömeg sem. Valamennyi nagy teljesítményű traktor jellegzetessége az orrnehéz kivitel. Az első tengely statikus terhelése akár 30–35%-kal is nagyobb lehet a hátsónál. Ezeknél a traktoroknál különösen nagy figyelmet fordítanak a pótsúlyok meglétére és alkalmazására.

A szántótraktorok járószerkezete nagy terhelést kell elviseljen, ennek érdekében az abroncsok nagy talpszélességgel rendelkeznek. A talajkímélés és a beépített motorteljesítmény optimális kihasználása érdekében megjelentek a háromtengelyes erőgépek is (Szente 2014).

A járószerkezet gyakran gumihevederes kialakítású, amely kis talajnyomást és nagy vonóerő-kifejtő képességet jelent, akár csak a lánctalpas erőgép esetében, azonban ezzel a járószerkezettel közúton is lehet közlekedni.

4.2.3. Különleges rendeltetésű traktorok

A különleges rendeltetésű traktorok a kertészeti munkák erőgépei, hasonló feladatokat látnak el, akár csak az univerzális traktorok. A kertészetekben is kell talajt művelni, vetni, növényt ápolni, betakarítani, szállítani és sokféle adaptert üzemeltetni. A kertészeti növénykultúrákat igyekeznek univerzális traktorokkal kiszolgálni, mellső/hátsó munkagép-csatlakoztatási lehetőségek, hárompontfüggesztés, TLT, hidraulikus csatlakozások ezeken az erőgépeken is jelen vannak.

Ugyanakkor a kertészeti ágazat sok tekintetben speciális erő- és munkagépeket igényel. Ezért a kertészeti és ültetvénytraktorok eltérnek a hasonló teljesítményű, szántóföldi univerzális traktoroktól, mert eltérőek a domborzati viszonyok, a művelt kultúrák jellemzői: sortávolság, ültetvénymagasság. A munkálatok nagyon változnak a szabadföldi és az üvegházi vagy fólia alatti technológiák esetén, valamint a szőlő- és gyümölcsültetvényeken.

4.2.3.1. Kertészeti traktorok

A kertészeti traktorok az univerzális traktorokhoz képest különleges szerkezeti kialakításokat igényelnek, amelyek a különböző művelési ágak, termesztett növények szerint eltérőek.

A kertészeti zöldségkultúrák jellemzői: magról vetett vagy palántázott kultúra, többnyire lágyszárú, kis magasságú növények, adott a sorköztávolsága.

A kertészeti traktorok sajátosságai (Láng 2013):

- motorteljesítményük általában nem haladja meg a 90 kW-ot, gyakran 50 kW alatti;
- sebességváltóműben a megszokottnál sokkal nagyobb számú fokozat, követelmény a mászó fokozat, melynek segítségével az 1 km/h haladási sebesség is rendelkezésre állhat;
- többfokozatú, általában csak hátul kialakított TLT-hajtás. Itt megjelenik a TLT sebességarányos hajtása is;
- állítható nyomtáv és hasmagasság a növény sorok fölötti haladáshoz;
- a járószerkezet abroncsméretének nagy a választéka;
- fordulékonyság a növény sorok váltásához, az akadályok kikerülésére.

A kertészeti traktorok felépítésének néhány jellemző kialakítása a 113. ábrán látható.



113. ábra. Kertészeti traktorok

Forrás: kubota.escortskubota.com, grillo.hu

Kis területek munkálatainak elvégzésében nagy segítséget jelentenek az egytengelyes kerti traktorok (113. ábra).

A kertészeti traktorokat gyakran gyártják vezetőfülke nélkül, amelynek előnye a kis magasság és a kiváló látómező. Hátrányuk, hogy mostoha időjárási körülmények között nem nyújtanak védelmet, és az egészségre veszélyes növényvédelmi munkák esetén egyéni védőfelszerelés használata szükséges. Az univerzalitás fokozása érdekében több traktorgyártó is kínál lehetőséget a vezetőfülkére és a borulásvédő keretre, így a körülményeknek megfelelően mindkét felszereltségben üzemeltethető a traktor.

4.2.3.2. Ültetvénytraktorok

Az ültetvény állandó helyen létesített, hosszú élettartamú kertészeti termesztés. Jellemzői: sok évre telepített, a növények sortávolsága és tőtávolsága meghatározott és több évre kötött. Általában fás szárú növények: műveléskor a mechanikai hatásokat elviselik. A telepített kultúra sortávolsága akkora, hogy a sorok között gépek mozoghatnak.

A gyümölcsösben végzett mezőgazdasági munkákhoz nagy teljesítményű, de kis méretű traktorok szükségesek, hogy könnyen mozgathatóak legyenek a sorok között.

Ennek érdekében az ültetvénytraktorok sajátosságai:

- motorteljesítményük általában 40–70 kW közötti,
- a motor kipufogócső-elvezetésében a kipufogórendszer nem függőlegesen, hanem oldalt vagy a traktor alatt kerül elvezetésre;
- sebességváltóműben a megszokottnál sokkal nagyobb számú fokozat, gyakran ahány az előremenet, annyi a hátramenet is. Az erőgépek akár fordítva is üzemeltethetőek (114. ábra). Itt is követelmény a mászó fokozat;
- nagyobb vonóerő-kifejtő képesség, és a menetbiztonság érdekében ezek a traktorok általában 4x4-es hajtással rendelkeznek;

- többfokozatú, akár elől is, TLT-hajtás;
- keskeny nyomtáv a növény sorok közötti haladáshoz;
- állítható nyomtáv és hasmagasság a növény sorok fölötti haladáshoz;
- fordulékonyság a növény sorok váltásához, az akadályok kikerülésére;
- fokozott stabilitás pl. lejtős terepen való munkavégzéshez;
- univerzalitás: mellső/hátsó munkagép-csatlakoztatási lehetőségek, hárompontfüggesztés, TLT, hidraulikus csatlakozások.

Az ültetvénytraktorokat is előszeretettel gyártják vezetőfülke nélkül. A vezetőfülke nélküli traktorokat az alacsony koronájú gyümölcs- és szőlőültetvényekben, valamint a védőhálóval fedett ültetvényekben használják. Hátrányuk, hogy nem nyújtanak védelmet, és az egészségre veszélyes növényvédelmi munkák esetén egyéni védőfelszerelést kell használni (114. ábra).



114. ábra. Ültetvénytraktor

Forrás: www.antonio carraro.it/en/

Több traktorgyártó is kínál lehetőséget a vezetőfülke és a borulásvédő keret vásárlására, így a körülményeknek megfelelően mindkét felszereltségében üzemeltethető a traktor.

A traktorburkolatra jellemző az ívelt felületek alkalmazása, a behajtható visszapillantó tükör, amely védi a traktorvezetőt és a traktor épségét, és a növényzetet is óvja a traktor okozta mechanikai sérülésektől.

4.2.3.3. Hidas traktorok

Alacsony szőlőültetvényekben és faiskolákban a növényi sorokat áthidaló hidas traktorok sajátos kialakítású erőgépei a szőlészeteknek (115. ábra).



115. ábra. *Hidas traktorok*

Forrás: gepmax.hu/hir/fendt-310-vario-hidastraktor-mezogazdasag/

4.2.3.4. *Eszközhordozó*

Az eszközhordozó olyan erőgép, amelyre rászerezhető a munkagép. Ez egy traktorváz, amely lehetővé teszi a munkagép és a traktor közös egységét, és a munkagépre is jobb a rálátás (116. ábra).



116. ábra. *Eszközhordozó*

Forrás: <https://gepmax.hu/hir/az-rs-09-traktor/>

Az eszközhordozó főleg az alváz kialakításában tér el a hagyományos traktoroktól, a mellsőtengelyt a hátsóval csőváz köti össze. Ezért ezeket a traktorokat csővázás traktoroknak is szokás nevezni. A motort a sebességváltóval egybeépítve a hajtott kerekek felett helyezik el, így növelik az adhéziót. Ezek a traktorok az 50-es, 60-as években nagyon hasznosak voltak, különösen a zöldségtermesztő kertészeti üzemekben. Azonban a gazdaságok és táblaméretetek növekedésével a figyelem

a nagyobb teljesítményű, több egyidejű művelet elvégzésére alkalmas munkagépet hordozó traktorok felé fordult.

Az eszközhordozók napjainkban erőterbe kerülnek a villamos hajtásnak köszönhetően. A robotok, amelyek használata felívelőben van minden szakterületen, így a kertészetekben is, alapvetően eszközhordozók (117. ábra).



117. ábra. *Eszközhordozó robotok*

Forrás: dir.indiamart.com/impcat/agriculture-robots

Mezőgazdasági hasznosításuk előnye, hogy az összetett hajtásszerkezet egy tápkábellel helyettesítődik, így sokkal könnyebbé válik. Csendesek, tiszták, kicsi a fajlagos talajnyomásuk.

Hátrányuk, hogy sajátos munkagépeket igényelnek. Az ember közvetlen jelenléte szükséges, főleg, ha munkavégzés alatt váratlan zavar támad, vagy munkavégzést veszélyeztető nehézség jelentkezik.

4.2.4. Fűnyíró traktorok

A fűnyíró traktorok füves területek, kaszálók sajátos kialakítású traktorjai. Mivel ezeken a területeken gyakoriak a fatörzsek, cserjék, bokrok, ide olyan traktorok keltenek, amelyek az akadályokat jól megközelítik, körbejárják, és nem hagynak nyíratlan területet. Ezt valósítják meg a helyben forduló, *zero-turn* fűnyíró traktorok (118. ábra), amelyek Synchro-Steer kormányzási módja a 78. ábrán már bemutatásra került.



118. ábra. Helyben forduló, kis teljesítményű fűnyíró traktorok

Forrás: cubcadet.com.au

A traktor mellső kerekei nem hajtottak, csak kormányzottak. A hátsó kerekek hidrosztatikus hajtással rendelkeznek. A hátsó kerekek fordulatszámát és forgásirányát a gépkezelő fokozatmentesen, egymástól függetlenül szabályozhatja. Ha a két hátsó hajtott kerék azonos fordulatszámúval, de ellentétes forgásiránnyal jár, a traktor helyben megfordul.

Hátrányuk: éles fordulásakor a mellső kerekek túrhatják a talajt és a gyepet, ami különleges, érzékeny gyepeknél károsodást okoz. Lejtős területeken romlik a stabilitás.

A fűnyíró traktoroknak gyakran kell lejtős terepen, domboldalon, árokparton, töltésoldalon dolgozniuk. Ilyenkor a traktor stabilitása elsődleges szempont. A fokozatmentes hidrosztatikus összkerék-hajtás biztosítja a mozgékonyt, az összkerékkormányzás a fordulékonyt (119. ábra).



119. ábra. Részűkaszáló traktor

Forrás: kalinke.de/produkte/kommunalmaschinen

4.2.5. Erdészeti traktor

Az erdők jelentős gazdasági erőforrást jelentenek, és az erdőgazdálkodás számos területén jelentős gazdasági tevékenységet folytatnak. Az erdészeti traktorokra az erdészetben és a faiskolákban egyaránt szükség van a technológiai munkák elvégzéséhez.

Az erdőkitermelésben használt erdészeti traktorok a következő feladatokat látják el: fák kivágása, fák összegyűjtése és szállítása a vágási helyről az elsődleges feldolgozó helyszínére, rönkök rakodása és szállítása. Az erdészeti technológiai követelmények teljesítése érdekében speciális traktorokat használnak.

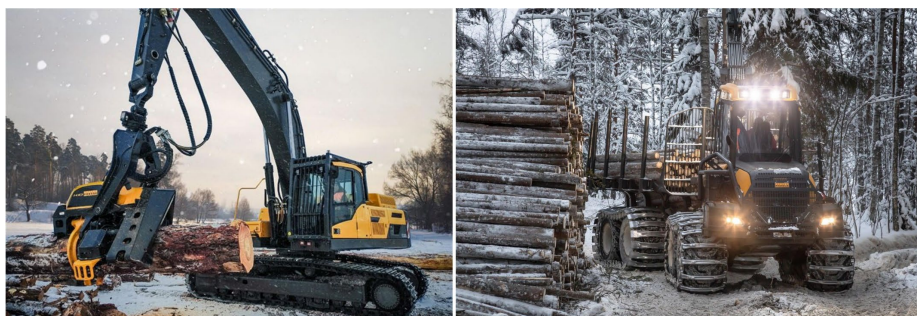
Az erdészeti traktorok sajátosságai:

- nagy hasmagasság az akadályok könnyebb átlépése érdekében;
- nagy vonóerő;
- 4x4 hajtás, összkerékhajtás;
- nagyfokú stabilitás, munka közbeni biztonság;
- sajátos munkaeszközök megléte: a kidőlt fák nagyon nehezen elérhető helyekről történő kihúzásához a csörlőt használják, amely általában az erdészeti traktorok alapfelszereltségében található;
- nagy teherbírású váz, láncok minden keréken.

Az *Irum Reghin* cég speciális erdészeti traktorokat gyárt és forgalmaz. A TAF a szigorúan erdészeti műveletekre specializálódott traktorok csoportját képviseli (120., 121. ábra).



120. ábra. Erdészeti traktorok (TAF és IFRON_IRUM)



121. ábra. Erdészeti rakodó, szállító traktorok (IRUM forgalmazásában)

Nehéz munkakörülmények esetén az erdőszetben használt traktorokat gumikerekekre rögzített lánctalpas járószerkezettel látják el. A csörlő az erdészeti traktorok alapfelszereltségéhez tartozik. Fontos, hogy a fülke ergonomikus, és mind akusztikai, mind hőszigetelés szempontjából jól szigetelt legyen, hogy a külső körülményektől függetlenül kellemes és kényelmes munkakörnyezetet biztosítson.

4.2.6. Kommunális traktorok

A városi települések fejlődése, a vidéki területek fokozódó urbanizációja és az egyre kiterjedtebb úthálózat fenntartásának szükségessége a kommunális traktorok elterjedéséhez vezetett. Az önkormányzatok feladatai sokrétűek: kaszálás, szállítás, seprés, lombgyűjtés, járda-, úttakarítás, hóeltakarítás és sok-sok egyéb feladat. A kommunális munkák sokfélesége igen eltérő tulajdonságokkal rendelkező traktorokat igényel.

Elvárások:

- alacsony környezetszennyezés,
- alacsony nyomású gumibroncsok a talajtömörítés elkerülése érdekében.

A teljesítményük alapján két csoportba sorolják őket:

- kis teljesítményű, legfeljebb 16 LE teljesítményű kommunális traktorok;
- közepes teljesítményű kommunális traktorok.

A *kis teljesítményű kommunális traktorok* rendkívül fordulékonyak, és különböző gépekkel együttesen képesek dolgozni (122, 123. ábra). Nagy stabilitás, alacsony talajtömörítés jellemzi.



122. ábra. Kis teljesítményű, egytengelyes kommunális traktorok

Forrás: grillo.hu



123. ábra. Kis teljesítményű, egytengelyes kommunális traktorok

Forrás: grillo.hu

A közepes teljesítményű kommunális traktorok a hagyományos mezőgazdasági traktorok kialakításán alapulnak, és kotrókarral, illetve tolólapalal vannak felszerelve. A közművek gépesítési rendszerének más gépeivel kombinálva is működhetnek: fűnyírók, úttisztító gépek, rakodó- és szállítógépek, hókotrók, útseprő gépek, hókotrók stb. Ezek a traktorok fülkével vannak felszerelve, és sárga vagy narancssárga színűre kell festeni őket. Kívánatos, hogy bioüzemanyaggal működjenek. A városi, megyei és országos utak karbantartására, parkokban végzett alapmunkákra használják (124. ábra). Szabványos munkafelszereléseik: tolólemez, homlokrakodó, emelőgém, árokásó, oszlopkiemelő kar, hidraulikus fűrógép. Néhány ilyen munkafelszerelés látható a 124. ábrán.



124. ábra. *Közepes teljesítményű kommunális traktorok*

Forrás: https://www.flickr.com/photos/case_ih_europe/14256907948/in/photostream/

5. fejezet

Energiagazdálkodás a mezőgazdaságban

5.1. Az energiaforrások áttekintése

Az energia munkavégző képesség, a mindennapi élet alapfeltétele, létszükséglet.

Energiaszükségletünket ma még többnyire az évmilliók során konzerválódott fosszilis energiaforrások, földgáz, olaj, szén kibányászásával és eltüzelésével elégítjük ki (Thyll 1996).

Ez kettős veszéllyel jár:

- terheli a környezetet;
- a készletek kimerülését vonja maga után.

A hagyományos energiaforrások egy része néhány évtized alatt kimerül, elfogy, ezért nem mindegy, hogy a Föld energiataralékával hogyan gazdálkodnak. Ha ez tovább folytatódik, a következő generációk jövője veszélyeztetve van. A következmények már ma is érezhetők: pusztuló természet, növekvő energiaárak.

Földünk fenntartható fejlődésének feltétele az energiatakarékosság és a megújuló energiaforrások fokozottabb felhasználását jelenti. Az energiagazdálkodás nagyon széles műszaki és gazdaságtudományi ismereteket igénylő gyakorlat.

Az energiaforrás valamely energiaformát szolgáló test, anyag, berendezés, le-
lőhely.

Az energiaforrások, más megnevezéssel energiaforrások eredetük szerinti felosztása a 125. ábrán követhető:



125. ábra. Az energiaforrások felosztása

Az energiaforrások részletes felsorolását a 7. táblázat mutatja be.

A természetes energiaforrások rendelkezésre állnak a Föld légkörében, felszínén vagy a felszín alatt. Egy részük a természet folyamatai következtében újra- és

újrakeletkezik, ezért ismét két csoportra bonthatók, megújuló és fogyó energiaforrásokra. Ez a felosztás a felhasználás és a keletkezés ütemétől függ.

7. táblázat. Az energiaforrások csoportosítása

Megnevezés	Természetes, alapenergia-források		Mesterséges, energiaforrások
	megújuló	fogyó	
Tüzelőanyagok	szilárd tüzelőanyagok: – növényi és állati eredetű tüzelőanyagok, – ásványi tüzelőanyagok	tűzifa, kukoricaszár, rizshéj, trágya, mezőgazdasági hulladék	– faforgács, fűrészpor – tőzeg, lignit, barnaszén, fekete-szén
	folyékony tüzelőanyagok		nyersolaj
	gáznemű tüzelőanyagok	–	földgáz, mocsárgáz
	hasadó anyagok		urán, tórium, plutónium, urán
hőenergia-források, hőhordozók	napsugárzás, tengervíz hőmérséklet-különbsége	vízgőzforrások, (gejzírek) melegvízforrások, szén-savforrások	gőz, meleg víz, villamos energia, hulladékhőforrások
mechanikai energia forrásai és hordozói	folyóvíz, árapály, hullámjárás, szélenergia	szénsavforrások	villamos energia, sűrített levegő, gőz, gáz, víz stb.

Forrás: Szolláth 1993 alapján

A *megújuló energiaforrások* azok, amelyek legfeljebb keletkezési ütemük mértékében használhatók fel, mennyiségüket hozammal, meghatározott időszak alatt rendelkezésre álló energia mennyiségével mérik. A megújuló energiaforrások egy része szerves, növényi és állati eredetű, úgynevezett biomassza. Bár energetikai szempontból kis mennyiségekről van szó, mégis észszerű gazdálkodással törekedni érdemes e források felhasználására. A megújuló energiaforrások másik része szervesetlen eredetű, úgymint a vízenergia, a napsugárzás, amelyek kiaknázása közvetlen érdek, hiszen hasznosításuk a környezet szennyezése nélkül valósítható meg.

A *fogyó energiaforrások* azok, amelyek felhasználása nagyságrendekkel nagyobb keletkezési ütemükhöz mérten, mennyiségüket készlettel, az adott pillanatban rendelkezésre álló energia mennyiségével mérik, pl. a szénkészlet GJ-ban. Ide tartoznak a szilárd, folyékony és gáznemű tüzelőanyagok, a természetes, hasadó anyagok és a különböző melegvíz-, gőz- és nagynyomású gázforrások.

A természetes energiaforrások egy része átalakításuk után hasznosíthatók. Az így keletkező, felhasználásra alkalmasabb energiahordozót *mesterséges vagy másodlagos energiahordozónak*, energiaforrásnak nevezik, például: villamos energia, sűrített levegő, gőz stb.

A *tüzelőanyagok* fogyó energiahordozók. A tüzelőanyagok kémiai energiataralma sok millió év fotoszintézisének az eredménye. A fotoszintézis során a növényekben lévő klorofill segítségével szén-dioxidból, vízből és ásványokból napfény jelenlétében oxigén felszabadítása mellett szénhidrátok keletkeznek. Az élőlények elpusztulása után ezek a szerves anyagok tovább bomlanak és oxidálódnak. Kedvező feltételek mellett az elhalt élőlények egy része tüzelőanyagokká alakul át. Így keletkezett a földkéregben található szén-, kőolaj- és földgázkincs.

A tüzelőanyagok megjelenési formái és osztályba sorolása jól követhető a 7. táblázatban.

- *szilárd tüzelőanyagok*: természetes: a fa, a tőzeg, szén; mesterséges: a faszén, a koks, a brikett stb.;
- *folyékony tüzelőanyagok*: természetes: a kőolaj; mesterséges: a kőolajból nyert termékek, valamint a növényi olajokból nyert termékek;
- *gáznemű tüzelőanyagok*: természetes: a földgáz; mesterséges: a városi gáz, a kohótorogás, a generátorgáz; a biogáz stb.

A tüzelőanyagok éghető és meddő alkotókból állnak. A főbb komponensek a 126. ábrán követhetőek:

Természetes állapotú tüzelőanyag								
C	H	N	O	S		Hamu	Nedvesség	
Konvencionális szervesanyag				Szerves	Szervetlen		Higroszkópos	Telítési
Szervesanyag								
Éghető anyag								
Száranyag								
Légszáraz anyag, levegőn szárított anyag								

126. ábra. A tüzelőanyagok általános összetétele

Ezen alkotók ismerete fontos, mert segítségükkel következtetni lehet a tüzelőanyag fűtőértékére, az égés levegőszükségletére, a keletkező füstgázok térfogatára, amelyek meghatározzák a tüzelőanyag gazdaságos felhasználási területeit.

A tüzelőanyagok energiatartalma igen magas. A tüzelőanyagok energiatartalmának jellemzésére használható fizikai mennyiségek:

- égéshő;
- fűtőérték.

Néhány tüzelőanyag energetikai jellemzőjét a 8. táblázat tartalmazza.

8. táblázat. *A tüzelőanyagok energetikai jellemzői*

Tüzelőanyag	Égéshő [kJ/kg]	Fűtőérték [kJ/kg]
metán	55 500	50 000
benzin	47 300	44 400
kerozin	46 200	43 000
motorina	44 800	43 400
szén/fekete/	32 500	–
szén/barna/	15 000	–
fa (nedvesség és hamu nélkül)	21 700	–
tőzeg (nedves)	6 000	–
tőzeg (száraz)	15 000	–

Forrás: Sulinet

Az *égéshő* megmutatja, hogy 1 kg tüzelőanyag elégetésekor mennyi energia szabadul fel, jele H, mértékegysége [J/kg] vagy [J/m³].

A *fűtőérték* megmutatja, hogy 1 kg tüzelőanyag elégetésekor felszabaduló energiából mennyi fordítható melegítésre, fűtésre. Ugyanis az égéstermékek között gőz is található, amely az égéstermékekkel távozik, és az energiáját általában nem tudják hasznosítani. Emiatt a gőz párolgáshőjét levonják az égéshőből. A kapott értéket tekintik a vizsgált tüzelőanyag fűtőértékének, mértékegysége [J/kg] vagy [J/m³].

5.2. Mezőgazdasági hulladékok, melléktermékek energetikai hasznosítása

A mezőgazdasági hulladékok, melléktermékek, ugyanakkor megújuló természetes energiaforrások, szilárd tüzelőanyagok a *biomassza* részei.

Biomasszának nevezzük egy biocönózisban lévő biológiai eredetű szervesanyag-tömeget, amely a szárazföldön és vízben található élő és nemrég elhalt szervezetek (növények, állatok és mikroorganizmusok) testtömegéből, a biológiai eredetű anyagot feldolgozó ipar termékeiből és az ember, állat, feldolgozóipar összes biológiai eredetű termékéből, hulladékából és melléktermékéből tevődik össze.

A *biomassza* előállítását elsődlegesen a növények végzik, a fotoszintézis keretében. A biomassza a napenergia közvetett megnyilvánulása. A növények által a

fotoszintézis-folyamatban előállított szervesanyag-tömeget fitomasszájának nevezük, amely a termelési-felhasználási láncban elfoglalt helye alapján elsődleges termék. Elsődleges biomasszát állítanak elő a természetes vegetációk, a szántóföldi növények, a kertészeti növények, az erdők, a rétek, a legelők és a vízben élő növények.

A másodlagos biomasszát alkotják az állatvilág, a haszonállatok és az állattartás fő- és melléktermékei, hulladékai.

A harmadlagos (tercier) biomasszát alkotják a biológiai eredetű anyagokat felhasználó ipar melléktermékei, hulladékai és az emberi települések szerves eredetű hulladékai.

A biomasszából állíthatók elő:

- az élelmiszerek;
- a takarmányok;
- az energiahordozók;
- az ipari nyersanyagok;
- a szerves trágya.

Az előállított energiahordozók: a brikett, a biogáz és a bioüzemanyagok a jelentősebbek. A különböző biomasszafajták energetikai összetevőit a 9. táblázat tartalmazza:

9. táblázat. *A biomasszafajták energia értéke*

Biomassza	Fűtőérték [J/kg]	Hamu [%]
Búzaszalma	17,3	74
Kukoricaszár	17,5	76
Fa	18,5	85
Kéreg	16,2	76
Fa, kéreggel	18,1	82
Repceolaj	35,8	10

Forrás: Thyll 1996

A mezőgazdaság hulladékai, melléktermékei szerves anyagok.

Energetikai hasznosításuk több módon történhet:

- hulladéktüzeléssel;
- pirolízissel;
- biogáz-előállítással.

5.2.1. Hulladéktüzelés

A mezőgazdaságban hulladékként jelentkező, tüzelésre alkalmas anyagok a fanyesedék, szalma, napraforgószár, nád stb. Ezeknek az anyagoknak tüzelőanyagként való felhasználását fűtőértékük és tüzeléstechnikai alkalmazásuk határozza meg.

A szalmaféléket tüzeléssel fűtési célú meleg víz előállítására, hőcserélőn keresztüli légfűtésre, illetve szükség esetén gőz vagy esetleg kapcsolt villamosenergia-termelésre használják fel 50 kW–50 MW tartományban.

Különböző présekkel a szalmából *biobrikett* is előállítható. A brikett a hagyományos lakossági tüzelőberendezésekben ugyanolyan hatásfokkal elégethető, mint a szén. Hamuja környezetbarát, sem a füstnek, sem a koromnak nincs kéntartalma.

A napraforgószár betakarítási technológiája nem teljesen megoldott, további fejlesztési munkát igényel, ugyanis a jelenlegi mezőgazdasági gépekkel a napraforgószár nem takarítható be. Tárolása nehézkes. A szár megfelelő száradás után jó tüzelőanyag. A napraforgómag héját a növényolajipar vállalatainál teljes mértékben felhasználják tüzelési célra, illetve pellet készítésére.

A nagy gyümölcsösökkel rendelkező tájakon évente jelentős mennyiségű fanyesedék keletkezik. A nyesedék aprítására megfelelő gép már kapható, egyre gyakoribb a hasznosítása, a korábbi környezetszennyező helyben égetés helyett. A keletkezett apríték kézi etetésű vagy automatikus tüzelőberendezésekben gazdaságosan felhasználható. A szőlővenyige energetikai hasznosítása hasonló a fanyesedékéhez.

5.2.2. *Pirolízis*

A pirolízis levegőhiány mellett fellépő részbeni elégetés, amikor a keletkező oxidációs hő hatására éghető gázzá való anyagbomlás történik.

A gázosító berendezések főleg a nagy cellulóztartalmú növényi részek és melléktermékek (pl. fahulladék, dió- és mogyoróhéj, rizshéj, szalma stb.) esetében használhatók. A zárt térben magas hőfokon végzett mezőgazdasági melléktermék gázosításakor keletkező gáz energiatartalma 14-21 MJ/kg között van. A hulladékok átlag 85%-os hatásfokkal alakíthatók át gázzá, melynek fűtőértéke 5000–7500 KJ/m³, a földgáz energiaértékének mintegy 14-20%-a. A pirolízis a mezőgazdasági melléktermékekből energiát előállító technológiák sorában közepes technológiai kidolgozottsággal és tőkeigénnyel bír.

5.2.3. *Biogáz-előállítás*

A **biogáz** mesterséges gáznemű tüzelőanyag. Gyártásának folyamata régóta ismert. Már a 20. század első felében építettek berendezéseket a szennyvíziszap gázosításához. Mezőgazdasági alkalmazása az 1950-es évek elejére tehető.

Biogáz előállítására valamennyi természetes eredetű szerves anyag alkalmas (pl. trágya, zöld növényi részek, háztartási hulladék stb.). A biogáz szerves hulladékok, állati ürülék, háztartási hulladék anaerob, légmentes erjesztése során keletkezik.

A biogázképződéshez szükséges feltételek a következők:

- folyamatosan és kellő mennyiségben képződő szerves anyag;
- levegőtől elzárt (anaerob) környezet;

- metánbaktériumok jelenléte;
- állandó, kiegyenlített hőmérséklet;
- folyamatos keverés;
- valamint a metanogén és az acidogén baktériumok megfelelő aránya.

A keletkező gáz összetétele: metán 60-65%, szén-dioxid 35-40%.

A metántartalomtól függően a gáz fűtőértéke 21,8-25 MJ/Nm³ között változik.

Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a mintegy 25-30 napos erjesztési idő figyelembevételével, a kiindulási anyagminőségtől függően egy tonna szárazanyagból a következő gázmennyiségek nyerhetők:

- sertés trágyából 500 Nm³/t [1 sertés évi trágyájából megközelítőleg 15 m³ biogáz nyerhető, ez 12 kg üzemanyagnak felel meg (Neagu 1982)];
- marhatrágyából 300 Nm³/t;
- mezőgazdasági hulladékból 550 Nm³/t (Thyll 1996).

A keletkezett gázok felhasználhatóak közvetlen égetésre, meleg víz előállítására vagy villamos energia előállításra.

A gáztermelés mellett, környezetvédelmi szempontból nem lényegtelen, hogy a metánbaktériumok tevékenysége következtében az anaerob rothasztás alatt a szerves hulladékok higienizálása is végbemegy. Ennek során a colibaktériumok száma 0,2%-ra csökkenhet, a kórokozók, férgek, féregpeték és a gyommagvak a fermentáció során nagyrészt elpusztulnak, vagy életképességük erősen csökken.

Egy biogáz-előállító berendezés elvi vázlata a 127. ábrán látható. Felépítésében részt vesz egy szervesanyag-tároló, egy zárt erjesztőkamra, egy biogáztároló. Az erjedés beindítására szolgál egy meleg vizes hőcserélő. A meleg vizet a keletkezett gáz egy részének égetésével nyerik.

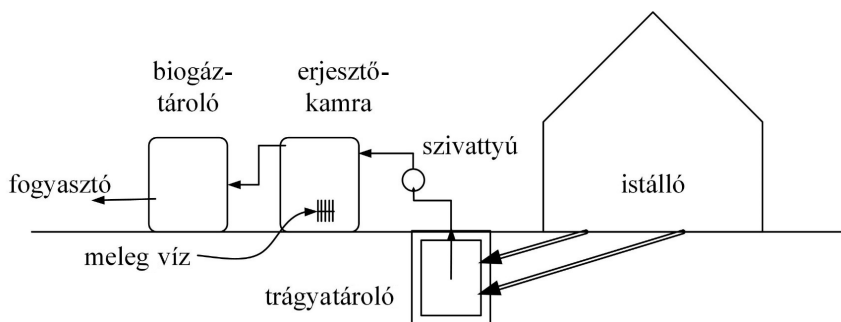
Működési módjuk szerint kétféle biogáz-előállítási eljárást különböztetünk meg:

- szakaszos és
- folyamatos.

A szakaszosan működő berendezéseket egyszer töltik meg kiindulóanyaggal és oltóiszappal, majd a lezárt készülékben végbemegy a fermentációs folyamat.

A folyamatosan működőket rendszeresen megtöltik nyersanyaggal, amely azonos mennyiségű kirothadt iszapot szorít ki a fermentálótartályból. Ez azzal az előnnyel jár, hogy a baktériumok rendszeres ellátása révén a gáztermelés közel állandó.

Mivel a gáztermelés és a fogyasztás időben nem esik egybe, gáztárolókat, ún. puffertartályokat kell létesíteni, melyek kialakításuk szerint nedves és száraz tárolók lehetnek. A biogáztermelési technológiák továbbfejlesztésével elképzelhető a mezőgazdasági környezetben lévő települések kommunális, valamint mezőgazdasági hulladékainak együttes anaerob fermentációja, az így nyert biogáz koordinált hasznosítása.



127. ábra. Biogáz-előállítás elvi vázlatja

Elmondható, hogy a mezőgazdasági hulladékok kis hányada kerül csak energetikai célú hasznosításra a pirolízis, égetés és biogáztermelés útján. Ennek oka korábban a viszonylag olcsó energiaárakban, napjainkban pedig a beruházások többleti költségében keresendő.

5.3. Bioüzemanyagok

Az 1973. évi kőolajválság döbbséte rá először a fejlett ipari országokat a fosszilis energiától és hajtóanyagoktól való függés komoly veszélyeire. A globális felmelegedés és a környezetszennyezés mérséklésére irányuló törekvések előtérbe helyezték a megújítható, biológiai eredetű, alternatív üzemanyagforrásokat. Mára a kísérleti szakasz lezárult, a gyártástechnológiák készen állnak, a bioüzemanyagok zöld utat kaptak.

Két nagy csoport képviseli őket: a biodízel és a bioalkohol.

A dízelmotorok üzemanyagaként növényi olajokkal történő üzemeltetésére irányuló, intenzív kísérletek a 70-es évek végétől indultak meg több európai országban és az USA-ban. Kiderült, hogy a növényi olajok motorok üzemeltetésére és kenőolajként is bevalnak.

A biodízel előállításához elvben bármely növényi olaj (napraforgó, repce, szója stb.) alkalmas, a biodízel-iparág legvalószínűbb nyersanyagforrása azonban Európában a repce és a napraforgó, az USA-ban a szója és a napraforgó.

A növényi olajokat dízelmotorok működtetésére csak tisztított állapotban lehet használni.

A biodízel üzemanyagnak és a biokenőolajnak számos előnye van a dízelolajjal és a kőolajalapú kenőanyagokkal szemben:

- A biodízel kipufogógáz összetétele kedvezőbb, mint a dízelolaj-emisszióé: kevesebb szénmonoxidot, 80%-kal kevesebb szén-dioxidot, kevesebb szénhidrogént és kormot tartalmaz. Kén-dioxidot nem tartalmaz (a kén-dioxid a savas eső egyik forrása). Nitrogénoxid-tartalma nagyobb, ezt csökkenteni lehet készletetett befecskendezéssel és oxidáló katalizátorral.

- A „zöld dízel” nagy cetánszáma miatt alkalmas hozzákeveréssel a dízelolaj cetánszámának emelésére.
- Biológiailag lebontható, tehát fáradtolaj-problémát nem okoz.

A biodízel hátrányai:

- Megtámadja a gumiömlőket, ezért a vele érintkezésbe kerülő vezetékeket polietilénre vagy fémre kell kicserélni.
- Ha nem elég tiszta a biodízel, az üzemanyagszűrők eltömődését okozza.
- A biodízeles motorok hidegindítása nehézkesnek bizonyul, ezt adalékanyagokkal lehet segíteni.
- A biodízellel üzemelő motorok teljesítménye általában nem marad el a dízelolajos motorokétól, de tapasztaltak 5-10%-os teljesítménycsökkenést is. Ezt a különbséget turbófeltöltéssel és a töltőlevegő hűtésével ki lehet egyenlíteni.

A teljesítménycsökkenéssel és a hidegindítással kapcsolatos problémák biodízel-dízelolaj keverék, 10-30% biodízel-részarányú alkalmazásával csökkenteni lehet. A keverék használata mellett szól az is, hogy az összes dízelmotoros szárazföldi és vízi jármű biodízellel történő üzemeltetéséhez sehol nem áll elegendő nyersanyag rendelkezésre, hiszen az élelmiszeripar, a kozmetikai és más iparok igényeit is ki kell elégíteni.

5.4. Napsugárzás

5.4.1. A napsugárzás energiája (olvasmány)

Földünk legfőbb energiaforrása a Nap. Minden energia, amit felhasználunk, közvetlenül vagy közvetve a Naptól származik.

Az egyéb erőforrások alapja is *napsugárzása*: a szélenergia, a dagály-apály jelenség energiataralma és a mozgó víz is a napsugárzás közvetett megjelenítési formái.

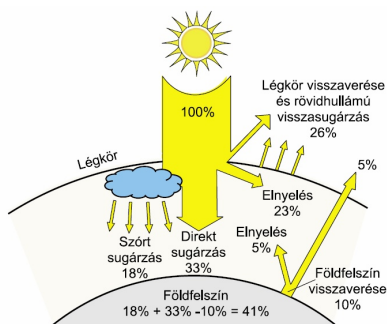
A nap sugárzási energiája megújuló természetes energiaforrás. Ez a folytonos természeti erőforrás gyakorlatilag kimeríthetetlen forrásból érkezik, így állandóan rendelkezésre áll és viszonylag állandó, folyamatos ellátást biztosíthat.

A mintegy 6000 °C hőmérsékletű Nap felületéről sugárzás formájában jelentős energiamentiség érkezik a Föld felszínére. A légkör külső határán a napsugárzás irányára merőleges 1 cm² felületre közepes Nap–Föld távolság esetén percenként *8 J energia* érkezik. Ez a *szoláris állandó* vagy *napállandó*, értéke $\approx 1360 \text{ W/m}^2$.

A napsugárzásnak két fontos jellemzője van:

- az energiája;
- az időtartama.

A Naptól érkező energiát 100%-nak tekintve a 128. ábra bemutatja a napsugárzás hasznosulását a földfelszínen.

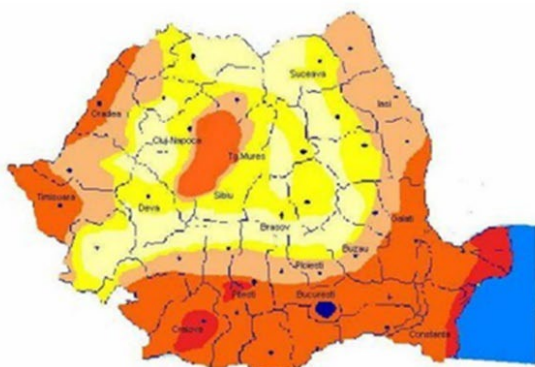


128. ábra. A napsugárzás energiája

Forrás: energia.bme.hu/~kaszas/MEF/Napenergia-hasznos%C3%ADt%C3%A1s%202012.pdf

A Föld légkörét elérve a napsugárzás 23%-át a légköri gázok és a vendéganya-
gok elnyelik és hővé alakítják át, majd a másik 26%-át a légkör visszaveri. Tehát
csak a földfelszín összesen 51%-nyi napsugárzás éri, de ebből csak 33%-a közvet-
len sugárzás és 18% szórt sugárzás. A földfelszín elérve a napsugárzás 10%-a visz-
szaverődik, ebből 5% elnyelődik és a megmaradó 5% a világűrbe távozik. Tehát a
Naptól érkező napsugárzás 41%-a hasznosul a földfelszínen.

Románia földrajzi elhelyezkedésének köszönhetően nagyon jó lehetőséggel
rendelkezik a napenergia hasznosításában. Az ország területén egy év alatt hozzá-
vetőleg 210 napot süt a nap, ami más európai országokkal szemben nagyon jó érték.
Romániában a napenergia hasznosítási lehetősége a 129. ábrán követhető.



Sugárzás intenzitása [$\text{kWh/m}^2/\text{év}$]

> 1350
1300- 1350
1250-1300
1200- 1250
<1200

129. ábra. A napsugárzás intenzitása Romániában

Forrás: add-energy.ro/potentialul-tehnic-si-economic-solar-amenajabil-pe-teritoriul-romaniei/

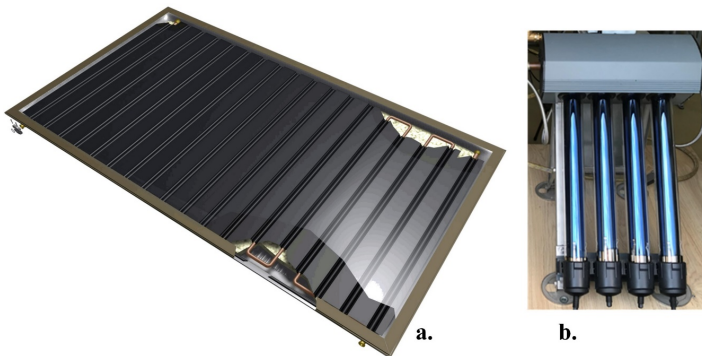
A Föld hőháztartásában jelentős szerepet játszik az üvegházhatás, egyes légköri gázoknak, a CO², vízgőz, nitrogénvegyületek, kénvegyületek, szénhidrogének stb. azon tulajdonsága, hogy a napsugárzás rövid hullámhosszúságú sugárzását átengedi, míg a földfelszín hosszú hullámú sugárzását elnyeli, és ezáltal megakadályozza a Föld lehűlését az üvegházak hőcsapdajelenségéhez hasonlóan.

5.4.2. A napsugárzás energetikai hasznosítása

5.4.2.1. Napkollektor

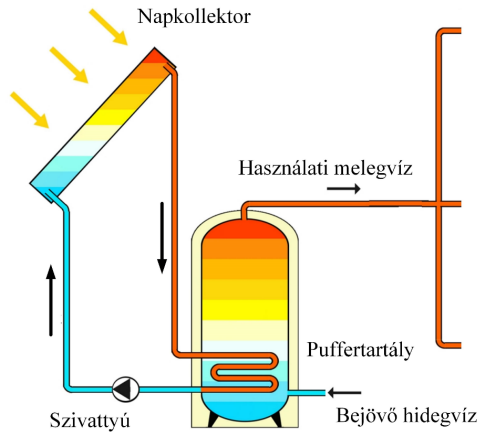
A napkollektorok épületgépészeti megvalósítások, a napenergiát közvetve háztartási vízmelegítés, illetve fűtés megvalósítására hasznosítják. Mivel a gyengébb, szórt napsugárzást is képes hasznosítani, ezért nemcsak nyáron, hanem a téli félévben is alkalmazhatók. A fejlett országok többségében – ott is, ahol a meteorológiai adottságok kedvezőtlenebbek, a napkollektorokat a hagyományos épületgépészeti termékekhez hasonlóan, magától értetődő természetességgel alkalmazzák. A napenergia-hasznosító rendszer egyszeri beruházást igényel, de utána számottevő üzemeltetési költség nélkül fedezhető az energiaszükséglet jelentős része. A korszerű napkollektorok élettartama 20-25 év. Egy négyzetméter kollektorfelülettel átlagos körülmények esetén a nyári félévben napi 2-2,5 kWh, a téli félévben napi 0,5-1,5 kWh energia hasznosítható.

Formáját tekintve változatos lehet, csak a felhasználandó anyag nagysága és a beépíthetőség szab határt. Műszaki kialakítása igen sokféle, a 130. ábra egy síkkollektort és egy vákuumcsöves kialakítású napkollektort szemléltet.



130. ábra. Napkollektorok: a – síkkollektor; b – vákuumcsöves kollektor

A napkollektor meleg vizet állít elő, működésének elvi vázlatát a 131. ábrán követhetjük. A napkollektor által előállított meleg vizet a háztartásokban többnyire fürdéshez és mosogatáshoz használják, de rá lehet vele segíteni a fűtésre is, és még az is előfordul, hogy uszoda vizét melegíti napkollektor.

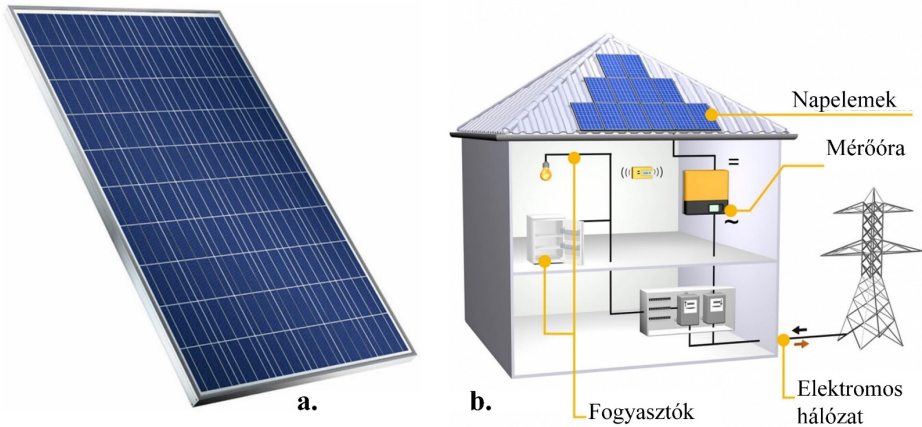


131. ábra. Napkollektoros vízmelegítő rendszer elvi vázlatja

Forrás: <https://slideplayer.hu/slide/12541268/>

5.4.2.2. Napelem

A napelem (132. ábra) elektronikus eszköz, a fényelektromos jelenséget használja fel villamos energia termelésére.



132. ábra. Napelem: a – felépítése; b – elvi működése

Forrás: wagnersolar.hu

A napkollektor és a *napelem* között ránézésre nincs sok különbség, ezért gyakran összetévesztik őket. A napkollektor meleg vizet, a napelem pedig elektromos áramot állít elő napenergia felhasználásával. Tehát a napelemnek az áramtermeléshez fényre van szükség, nem hőre. Ennek megfelelően működésében is különbözik a napkollektor és a napelem.

Az egyes fényelemekben, cellákban csak kis feszültség keletkezik, ezért sok ilyen elemet kell egymással sorba kötni, hogy a napelem energiaforrásként használható legyen (133. ábra). A világtól elzárt helyek némelyikén hatalmas napelemek szolgáltatják a háztartásokban szükséges áram legnagyobb részét. A napelemekben termelődő árammal akkumulátorokat töltenek fel, így biztosítják az áramellátást a fényszegény periódusban, éjszaka is.



133. ábra. Napelempark (pixabay)

Felhasznált és ajánlott irodalom

ANKA István (szerk.)

1991 *Mezőgazdasági erőgépek*. I–II. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó.

HAJDÚ József

2020 *Traktor vezetőfülkék világa* [online]. Agro Napló Magazin honlap, URL: https://www.agronaplo.hu/agronaplomagazin/2020/03/pdf_71-73. [2023. november 15.]

HEINRICH László (szerk.)

1976 *Fizikai kislexikon*. Bukarest, Kriterion Könyvkiadó.

JOHANIDESZ István

1997 *Műszaki alapismeretek II*. Gépismeret. Budapest, Agrárszakoktatási Intézet.

KARAI János (szerk.)

1996 *A kertészeti géptan alapjai*. Budapest, Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem.

KASSAI Zsolt

2014 *Univerzális traktorok alapkövetelményei* [online]. Agro Napló Magazin honlap, URL: <https://www.agronaplo.hu/agrofokusz/20140310/univerzalis-traktorok-alapkovetelmenyei-33740> [2023. december 12.]

LÁNG Zoltán (szerk.)

1999 *A zöldség-, dísznövény- és szaporítóanyag-termesztés berendezései és gépei*. Budapest, Mezőgazda Kiadó.

LÁNG Zoltán (szerk.)

2013 *Kertészeti műszaki szakismeretek* [online]. Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi kar, Korszerű kertészet, URL: <http://dtk.tan.konyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/3538>.

NEAGU Traian (szerk.)

1982 *Tractoare și mașini horticole* [Traktorok és kertészeti gépek]. București, Editura Didactică și Pedagogică.

PLESZ Tímea–KUTI János

2013 *A porlasztó megszületésének története*. Fiatal Műszakiak Tudományos Ülésszaka 18. Kolozsvár, Erdélyi Múzeum-Egyesület, 323–326.

SZABÓ József Zoltán

2016 *Gépjárművek üzemanyag ellátó berendezései* [online]. URL: <https://docplayer.hu/4902024-Gepjarmuvek-uzemanyag-ellato-berendezesei-dr-szabo-jozsef-zoltan-egyetemi-docens-oe-bdgbmk-mechatronikai-es-autotechnikai-intezet.html> [2024. március 13.]

SZENDRŐ Péter

2003, *Géptan*. Budapest, Mezőgazda Kiadó.

SZENTE Márk

2014 *Nehéz univerzális és szántótraktorok* [online]. Agrárium, Integrált agrár-szakmai információs platform honlapja, URL: <https://agrarium7.hu/cikkek/216-nehez-univerzalis-es-szantotraktorok> [2024. január 10.]

SZOLLÁTH György

1993 *Géptan*. Budapest, Műszaki Könyvkiadó.

THYLL Szilárd (szerk.)

1996 *Környezetgazdálkodás a mezőgazdaságban*. Budapest, Mezőgazda Kiadó.

VARGA Vilmos

2014 *Kerekes traktorok kormányzása* [online]. Agrárágazat, honlap, URL: <https://agraragazat.hu/hir/kerekes-traktorok-kormanyzasa/> (2023. november 14.)

2021 *A gépkezelő kényelmének biztosítása mezőgazdasági traktoron* [online]. Mezőhír, honlap, URL: <https://mezohir.hu/2021/05/11/terhelest-csokento-traktorulesek-mezogazdasag/> [2023. november 15.]

Mellékletek

I. melléklet

Fizikai mennyiség neve, SI mértékegysége	Kizárólag szakterületen belül használható SI mértékegységek
Nyomás, [Pa]	Csak folyadékok és gázok nyomása: bár [bar]: 1 bar=100000 Pa = 10^5 Pa= 0,1MPa Orvosi vérnyomásmérésben: milliméter-higany [mmHg]: 1 mmHg = 133,322 Pa
Energia, [J]	wattóra [Wh]: 1Wh=3600 J Csak atomfizikában: elektronvolt, [eV]: 1eV= $1,602 \cdot 10^{-19}$ J
Teljesítmény, [W] (Időegység alatt végzett munka)	Lóerő [LE]: 1 LE=735,498 W Csak elektromos látszólagos teljesítménynél: voltamper [VA]: 1VA=1 W Csak elektromos meddő teljesítménynél var, [var]: 1 var=1 W

II. melléklet

SI-n kívül korlátozás nélkül használható egységek			
Fizikai mennyiség neve	Jele	Mértékegysége	Dimenziója
Térfogat	V	liter, l	1 l = 10^{-3} m ³
Tömeg	m	tonna, [t]	1 t= 10^3 kg
Idő	t	perc, min óra, h	1 min=60s 1 h=60 min=3600 s
Síkszög	α, β	Fok, ° Perc, ' Másodperc, ''	1° = $\pi/180$ rad 1' =1°/60 1'' =1'/60
Sebesség	v	kilométer/óra, km/h	1km/h=1000/3600 m/s
Hőmérséklet	T, t	Celsius fok, °C	0 °C=273,15 K
Terület, csak földterület		hektár, jele: ha	1 ha= 10000 m ²

III. melléklet

Saját névvel ellátott származtatott mértékegységek

Származtatott fizikai mennyiség		Külön nevű származtatott mértékegység		
Neve	jele	neve	jele	dimenziója
Frekvencia	f	hertz	Hz	1Hz=1/s
Erő	F	newton	N	1N=1m kg s ⁻²
Nyomás	p	pascal	Pa	1Pa=1N m ²
Energia	E, L	joule	J	1J=1N m
Teljesítmény (Időegység alatt végzett munka)	P	watt	W	1W=1J/s
Villamos töltés	q	coulomb	C	1C=1A s
Villamos kapacitás	C	farad	F	1F=1C/V
Villamos ellenállás	R	ohm	Ω	1Ω=1V/A
Villamos vezetőképesség	G	siemens	S	1S=1/Ω
Villamos feszültség	U	volt	V	1V=1W/A
Mágneses fluxus	Φ	weber	Wb	1Wb=1Vs
Mágneses indukció	B	tesla	T	1T=1Wb/m
Induktivitás	L	henry	H	1H=1Wb/A
Fényáram	Φ	lumen	lm	1lm=1cd•sr
Megvilágítás	E	lux	lx	1lx =1 lm/m ²
Dózisegyenérték	A	sievert	Sv	1Sv=1J/kg
Radioaktív sugárforrás aktivitása	A	becquerel	Bq	1Bq=1/s
Elnyelt sugárdózis	D	gray	Gy	1Gy=1J/kg

IV. melléklet

A görög ábécé betűi

A, α	alfa	H, η	éta	N, ν	nű	T, τ	tau
B, β	béta	Θ, θ	théta	Ξ, ξ	kszi	Υ, υ	üpszilon
Γ, γ	gamma	I, ι	ióta	O, ο	omikron	Φ, φ	fi
Δ, δ	delta	K, κ	kappa	Π, π	pi	X, χ	khi
E, ε	epszilon	Λ, λ	lambda	P, ρ	ró	Ψ, ψ	pszi
Z, ζ	dzéta	M, μ	mü	Σ, σ	szigma	Ω, ω	omega

Rezumat: Cunoștințe tehnice I. – Tractoare

Cunoștințe tehnice–baza energetică și mașini horticole este disciplină de bază în formarea profesională a inginerilor horticultori și peisagiști. Scopul cursului este de a prezenta realizările tehnice utilizate în practica agricolă și horticolă. Cursul este împărțit în două secțiuni, *Cunoștințe tehnice I. – Tractoare* și *Cunoștințe tehnice II. – Mașini horticole*.

În primul capitol din *Cunoștințe tehnice I. – Tractoare* sunt prezentate conceptele de bază și mărimile fizice importante în practica inginerescă, cu care studenții se întâlnesc în mod constant. Astfel, ele pot fi repetate, sau însușite aici. Capitolul ține cont de cunoștințele matematice și științifice variate ale studenților și, prin urmare, încearcă să explice fenomenele într-un mod clar și simplu.

În curs se prezintă construcția generală a tractoarelor. Unele dintre subcapitole sunt discutate mai în profunzime, deoarece cunoștințele științifice aplicate se leagă acum de practică și pot fi mai bine înțelese, învățate. Părțile componente discutate sunt ilustrate cu scheme și imagini simple. Majoritatea schemelor sunt realizate de autor. Cursul prezintă noțiuni de bază referitoare la explorarea tractoarelor și descrie principalele tipuri de tractoare. Accentul este pus pe abordarea energetică, cu sublinierea continuă a impactului asupra mediului al producției agricole mecanizate.

Un capitol separat tratează conceptele de bază ale gestionării energiei în agricultură. Se prezintă sursele de energie care pot fi găsite și utilizate în agricultură, pregătind astfel viitorii profesioniști pentru aplicarea tehnologiilor agricole ecologice.

Acest curs conține concepte și contexte bine-cunoscute și acceptate în literatura de specialitate, și care sunt prezente, în mare parte, în toate manualele pe aceeași temă. Conceptele prezentate sunt în context, folosindu-se aceeași notație, realizându-se astfel un glosar tehnic, pe care cititorul îl poate consulta pentru a înțelege, filtra și utiliza mai bine informațiile de pe web.

Abstract: Technical Knowledge I. – Tractors

Technical Knowledge – Power and Horticultural Machinery is the core subject for the professional training of Horticultural and Landscape Engineers. The aim of the course is to present technical achievements used in agricultural and horticultural practice. The course is divided into two parts: *Technical Knowledge I. – Tractors* and *Technical Knowledge II. – Horticultural Machinery*.

In the first chapter of *Technical Knowledge I. – Tractors*, the basic concepts and physical quantities important in engineering practice are interpreted and are constantly encountered by the students. Thus, they can be repeated here, and they must be mastered here. The chapter takes into account the varied mathematical and scientific knowledge of students and therefore attempts to explain phenomena in a clear and simple way.

The general construction of tractors is presented in the course. Some of the sub-chapters are discussed in more depth because applied scientific knowledge is now linked to practice and can be better understood and learned this way. The component parts discussed are illustrated with simple diagrams and pictures. Most of the figures are self-made. The course introduces the basics of tractor exploitation and describes the main types of tractors. The focus is on the energy approach, with a continued emphasis on the environmental impact of mechanized agricultural production.

A separate chapter deals with the basic concepts of energy management in agriculture. It presents the energy sources that can be found and used in agriculture, thus preparing future professionals for the application of environmentally friendly agricultural technologies.

This course contains concepts and contexts that are well known and accepted in the literature, and which are present, for the most part, in all textbooks on the same subject. Concepts presented are in context, using the same notation, thus creating a technical glossary, which the reader can consult to better understand, filter, and use the information on the web.

A szerzőről

Pásztor Judit 1987-ben szerzett mérnöki oklevelet a Brassói Transilvania Egyetem Mechanika Karán, mezőgépészet szakon. 1987–1991 között gyakornok mérnökként dolgozott a nyárádtői Avicola Állami Gazdaságnál, majd Marosvásárhelyen a Prémés Állatok Kutató Állomáson.

1998-ban pedagógiai modult végzett és tanügyi véglegesítő vizsgát tett, 2011-ben I. tanári fokozatot szerzett. Doktori dolgozatát 2009-ben védte meg a Brassói Transilvania Egyetemen.

2008–2010 között alkalmazott informatika és programozási alapismeretek mesterit végzett a Kolozsvári Műszaki Egyetemen.

1991–2012 között mérnök-tanárként tevékenykedett, kezdetben az Elektromaros Iskolaközpontban Marosvásárhelyen, majd a Nyárádkarácsonfalvi Általános Iskolában és a marosvásárhelyi Unirea Nemzeti Kollégiumban.

2012-től főállású egyetemi adjunktusként dolgozik a Sapientia EMTE Marosvásárhelyi Karának Gépészmérnöki Tanszékén, a műszaki ismeretek és kertészeti gépek, termotechnika és hőerőgépek, kísérleti adatok gyűjtése és feldolgozása tantárgyak tantárgyfelelőseként.

1998–2016 között konzulens tanárként a Budapesti Corvinus Egyetem Nyárádszeredán Kihelyezett Tagozatán és 2002–2012 között a műszaki ismeretek és kertészeti gépek tantárgy óraadójaként a Sapientia EMTE-n dolgozott.

Scientia Kiadó

400112 Kolozsvár (Cluj-Napoca)
Mátyás király (Matei Corvin) u. 4. sz.
Tel./fax: +40-364-401454
E-mail: scientia@kpi.sapientia.ro
www.scientiakiado.ro

Műszaki szerkesztés:

Dobos Piroska

Korrektúra:

Szenkovics Enikő

Tipográfia:

Könczey Elemér

A *Műszaki ismeretek I. – Erőgépek* c. tankönyv a kertészmérnöki és tájépítésmérnöki képzés elsőéves hallgatói számára készült, alapul véve a középiskolában elsajátított matematikai és fizikai ismereteket. Célja a mezőgazdaságban használt műszaki berendezések bemutatása a legfontosabb alapfogalmak szakszerű ismertetésével, illetve szemléletes, egyszerű ábrák és képek segítségével.

A mezőgazdasági erőgép – a traktor – felépítésének, működésének és üzemeltetésének bemutatása során a hangsúly az energetikai szemléletre és a mindenkori műszaki fejlesztések fontosságára helyeződik. Ez azt jelenti, hogy a tankönyv folyamatosan kitér a mezőgazdasági gépesített termelés környezetre gyakorolt hatására is, ami pozitívan befolyásolhatja a majdani szakembereket, hogy nyitottak legyenek a környezetkímélő mezőgazdasági technológiák alkalmazására.

A tankönyv nem titkolt célja továbbá, hogy a szakmai ismeretek és összefüggések egy helyen, egységes jelöléssel, egymásra épülve olyan műszaki fogalomtárrá alakuljanak az elsajátítás során, amelyhez bármikor biztonsággal vissza lehet nyúlni, és ami segít megérteni, szűrni, szelektálni, okosan használni a világhálón megtalálható vonatkozó információkat is.

