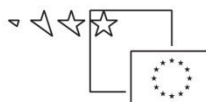




REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

PREVOZNA SREDSTVA CESTNEGA PROMETA

**BOŠTJAN HARL
MARKO KEGL**

Višješolski strokovni program: Logistično inženirstvo
Učbenik: Prevozna sredstva cestnega prometa
Gradivo za 1. letnik

Avtorja:

doc. dr. Boštjan HARL, univ. dipl. inž. stroj.
izr. prof. dr. Marko KEGL, univ. dipl. inž. stroj.
Prometna šola Maribor, Višja prometna šola



prometna šola maribor
višja prometna šola

Strokovna recenzenta:

mag. Dušan KOLARIČ, univ. dipl. inž. stroj.
izr. prof. dr. Breda KEGL, univ. dipl. inž. stroj.

Lektorica:

Tanja Srebrnič, prof. slov.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana
629.3(075.8)(0.034.2)

HARL, Boštjan

Prevozna sredstva cestnega prometa [Elektronski vir] : gradivo za 1. letnik / Boštjan Harl, Marko Kegl. - El. knjiga. - Ljubljana : Zavod IRC, 2008. - (Višješolski strokovni program Logistično inženirstvo / Zavod IRC)

Način dostopa (URL): http://www.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Prevozna_sredstva_cestnega_prometa-Harl_Kegl_1.pdf. - Projekt Impletum ISBN 978-961-6820-07-3

1. Kegl, Marko
249079552

Izdajatelj: Konzorcij višjih strokovnih šol za izvedbo projekta IMPLETUM

Založnik: Zavod IRC, Ljubljana.

Ljubljana, 2008

Strokovni svet RS za poklicno in strokovno izobraževanje je na svoji 120. seji dne 10. 12. 2009 na podlagi 26. člena Zakona o organizaciji in financiranju vzgoje in izobraževanja (Ur. l. RS, št. 16/07-ZOFVI-UPB5, 36/08 in 58/09) sprejel sklep št. 01301-6/2009 / 11-3 o potrditvi tega učbenika za uporabo v višješolskem izobraževanju.

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Impletum 'Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008-11'.

Projekt oz. operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007-2013, razvojne prioritete 'Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja' in prednostne usmeritve 'Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja'.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za vsebino dokumenta nosi avtor.

KAZALO VSEBINE

1	MEHANIKA GIBANJA PREVOZNIH SREDSTEV, VARSTVO OKOLJA IN PROMET	3
1.1	OSNOVNE DEFINICIJE	3
1.2	LEGA, HITROST IN POSPEŠEK DELCA	4
1.3	RAVNOVESNE ENAČBE TELESA	8
1.4	DOLOČITEV TEŽIŠČA VOZILA	8
1.5	UPORI PREVOZNIH SREDSTEV	11
1.6	SILA TRENJA	14
1.7	SILA MED KOLESOM IN PODLAGO	19
1.7.1	<i>Pospošek oziroma pojemek vozila v odvisnosti od sile med kolesom in podlago.....</i>	<i>19</i>
1.7.2	<i>Vpliv stranske sile na drsenje kolesa</i>	<i>20</i>
1.8	OBREMENITEV OSI VOZILA	21
1.8.1	<i>Obremenitev osi koles pri dvoosnem in triosnem vozilu.....</i>	<i>21</i>
1.8.2	<i>Vpliv upora zraka na obremenitev osi koles vozila.....</i>	<i>22</i>
1.8.3	<i>Vpliv upora pospeševanja oziroma zaviranja na obremenitev osi koles vozila.....</i>	<i>23</i>
1.8.4	<i>Vpliv prikolice na obremenitev osi koles vozila.....</i>	<i>24</i>
1.8.5	<i>Vpliv upora strmine na obremenitev osi koles vozila</i>	<i>24</i>
1.8.6	<i>Vpliv prečnega nagiba strmine na obremenitev zunanjega in notranjega kolesa</i>	<i>25</i>
1.8.7	<i>Vpliv pogonskega momenta na osi koles vozila.....</i>	<i>26</i>
1.8.8	<i>Vpliv zaviranja na obremenitev osi koles vozila.....</i>	<i>27</i>
1.9	VPLIV VOŽNJE V OVINKU NA STABILNOST VOZILA	28
1.9.1	<i>Centrifugalna sila.....</i>	<i>28</i>
1.9.2	<i>Moment vrtavke</i>	<i>29</i>
1.9.3	<i>Prevrščanje vozila v horizontalnem ovinku.....</i>	<i>29</i>
1.9.4	<i>Prevrščanje vozila v ovinku z naklonom</i>	<i>30</i>
1.9.5	<i>Vozilo na konveksni oziroma konkavni poti.....</i>	<i>31</i>
1.10	MOČ POTREBNA ZA POGON VOZILA	32
1.11	MEHANSKI MODEL VOZILA	33
1.11.1	<i>Mehanski model vozila pri speljevanju.....</i>	<i>33</i>
1.11.2	<i>Mehanski model vozila pri zaviranju.....</i>	<i>35</i>
1.11.3	<i>Obodna sila in hitrost v odvisnosti od prestave vozila.....</i>	<i>37</i>
2	ZGRADBA VOZIL	39
2.1	ZASNOVA VOZIL	40
2.2	KONSTRUKCIJSKI ELEMENTI VOZIL.....	41
2.2.1	<i>Nosilni okvir</i>	<i>41</i>
2.2.2	<i>Vzmetenje.....</i>	<i>42</i>
2.2.3	<i>Obese.....</i>	<i>45</i>
2.2.4	<i>Krmilje.....</i>	<i>46</i>
2.2.5	<i>Kolesa in pnevmatike.....</i>	<i>48</i>
2.2.6	<i>Zavore.....</i>	<i>50</i>
2.2.7	<i>Motor.....</i>	<i>54</i>
2.2.8	<i>Goriva.....</i>	<i>66</i>
2.2.9	<i>Sklopka</i>	<i>66</i>
2.2.10	<i>Menjalnik</i>	<i>68</i>
2.2.11	<i>Kardanska gred.....</i>	<i>71</i>
2.2.12	<i>Gonilo z diferencialom.....</i>	<i>72</i>
3	CESTNA VOZILA	74
3.1	DELITEV CESTNIH VOZIL	74
3.1.1	<i>Motorna kolesa.....</i>	<i>74</i>
3.1.2	<i>Osebna vozila</i>	<i>75</i>
3.1.3	<i>Tovorna vozila</i>	<i>77</i>
3.1.4	<i>Avtobusi</i>	<i>82</i>
3.1.5	<i>Specialna motorna vozila</i>	<i>87</i>
3.1.6	<i>Traktorji.....</i>	<i>87</i>
3.2	VILIČARJI	88

3.3	VZDRŽEVANJE CESTNIH VOZIL	89
4	STANDARDIZACIJA	91
4.1	SPREJEMANJE STANDARDOV	92
4.2	UGOTAVLJANJE SKLADNOSTI	94
4.3	ISO 9000	95
4.4	TEHNIČNA ZAKONODAJA	96
4.5	POMEN HOMOLOGACIJ PRI CESTNIH VOZILIH.....	100
4.5.1	<i>Vrste posameznih homologacij</i>	<i>100</i>
4.5.2	<i>Posamična homologacija vozila</i>	<i>101</i>
4.5.3	<i>Tipska homologacija vozila</i>	<i>101</i>
5	SEZNAM LITERATURE.....	103

KAZALO SLIK

Slika 1.1:	Vektor \mathbf{a} v koordinatnem sistemu $Oxyz$	4
Slika 1.2:	Legi delca A	4
Slika 1.3:	Tabelarično podajanje lege, hitrosti in pospeška v časovnem intervalu $[0, T]$	5
Slika 1.4:	Funkcijsko podajanje lege, hitrosti in pospeška v časovnem intervalu $[0, T]$	6
Slika 1.5:	Vozilo na horizontalni podlagi	8
Slika 1.6:	Vozilo dvignjeno za višino H	9
Slika 1.7:	Vozilo na strmini	12
Slika 1.8:	Delovanje uporov na vozilo	14
Slika 1.9:	Telo \mathbf{B}_1 pritiska na telo \mathbf{B}_2 : tangencialna komponenta \mathbf{T} je posledica trenja	14
Slika 1.10:	Telo na ravni podlagi, reakcija podlage in nadomestna reakcijska sila	15
Slika 1.11:	Porazdeljena sila trenja in nadomestna točkovna sila	15
Slika 1.12:	Idealizirana odvisnost med vlečno silo in silo trenja	16
Slika 1.13:	Smer sile F_{po}	19
Slika 1.14:	Delovanje bočne sile na kolo	20
Slika 1.15:	Dvoosno vozilo	21
Slika 1.16:	Triosno vozilo	22
Slika 1.17:	Delovanje upora zraka	22
Slika 1.18:	Delovanje upora pri pospeševanju	23
Slika 1.19:	Sila prikolice	24
Slika 1.20:	Vozilo na strmini	25
Slika 1.21:	Os na prečni strmini	25
Slika 1.22:	Delovanje pogonskega momenta	26
Slika 1.23:	Obremenitev osi kolesa pri zaviranju	27
Slika 1.24:	Vozilo v krivini	29
Slika 1.25:	Delovanje sil v ovinku	29
Slika 1.26:	Delovanje sil v ovinku z naklonom α	30
Slika 1.27:	Delovanje sil v ovinku z naklonom α	31
Slika 1.28:	Vozilo na konveksni poti	31
Slika 1.29:	Vozilo na konkavni poti	32
Slika 1.30:	Sistema: kolo in vozilo	34
Slika 1.31:	Mehanski model vozila (zadnja kolesa pogonska)	34
Slika 1.32:	Mehanski model vozila (prednja kolesa pogonska)	35
Slika 1.33:	Sistema: kolo in vozilo	36
Slika 1.34:	Mehanski model vozila (zadnja kolesa pogonska)	36
Slika 1.35:	Mehanski model vozila (prednja kolesa pogonska)	37

<i>Slika 2.1: Daimlerjevo motorno kolo 1885 (0,37 kW; 12 km/h), Elektromobil 1897, Tovornjak Benz-MAN 1923</i>	40
<i>Slika 2.2: Pravokotni okvir, Samonosna izvedba okvirja</i>	42
<i>Slika 2.3: Samonosna karoserija</i>	42
<i>Slika 2.4: Vzmetenje osebnega vozila</i>	43
<i>Slika 2.5: Listnata vzmet</i>	44
<i>Slika 2.6: Listnata vzmet</i>	44
<i>Slika 2.7: Vijačna vzmet</i>	44
<i>Slika 2.8: Plinska vzmet</i>	45
<i>Slika 2.9: Blažilnik</i>	45
<i>Slika 2.10: Pogonska toga prema</i>	46
<i>Slika 2.11: Neodvisna obesa</i>	46
<i>Slika 2.12: Krmilje vozila</i>	47
<i>Slika 2.13: Zasuk premika in krmilni trapez</i>	47
<i>Slika 2.14: Platišče</i>	48
<i>Slika 2.15: Pnevmatika</i>	49
<i>Slika 2.16: Bobnasta zavora</i>	51
<i>Slika 2.17: Zavori Simplex in Duo-Servo</i>	52
<i>Slika 2.18: Kolutna zavora</i>	53
<i>Slika 2.19: Mehanska zavora</i>	53
<i>Slika 2.20: Štiritaktni motor</i>	54
<i>Slika 2.21: Delovni diagram</i>	56
<i>Slika 2.22: Glava motorja</i>	56
<i>Slika 2.23: Bat motorja</i>	57
<i>Slika 2.24: Ojnica motorja</i>	58
<i>Slika 2.25: Ročična gred</i>	58
<i>Slika 2.26: Zračni filter</i>	59
<i>Slika 2.27: Uplinjač</i>	60
<i>Slika 2.28: Izpušna naprava</i>	60
<i>Slika 3.29: Kombinirani absorpcijsko – odbojni glušnik</i>	60
<i>Slika 2.30: Mokro trenje</i>	61
<i>Slika 2.31: Hlajenje motorja</i>	61
<i>Slika 2.32: Ventilator in hladilnik</i>	62
<i>Slika 2.33: Dvotaktni motor</i>	62
<i>Slika 2.34: Proces štiritaktnega dizelskega motorja</i>	64
<i>Slika 2.35: Rotacijski motor</i>	65
<i>Slika 2.36: Enolamelna sklopka</i>	67
<i>Slika 2.37: Vklapljen in izklapljen sklopka</i>	67
<i>Slika 2.38: Hidravlično upravljanje sklopke</i>	68
<i>Slika 2.39: Menjalnik</i>	68
<i>Slika 2.40: Delovni diagram</i>	69
<i>Slika 2.41: Vlečna sila</i>	69
<i>Slika 2.42: Vozne krivulje</i>	70
<i>Slika 2.43: Menjalnik s pomičnimi zobniki</i>	70
<i>Slika 2.45: Križni kardanski zgib</i>	71
<i>Slika 2.46: Kardanska gred s križnimi zgibi</i>	71
<i>Slika 2.47: Gonilo diferenciala</i>	72
<i>Slika 3.1: Kolo z motorjem</i>	75
<i>Slika 3.2: Motorno kolo</i>	75
<i>Slika 3.3: Osebni avtomobil</i>	75
<i>Slika 3.4: Osebni avtomobil</i>	76
<i>Slika 3.5: Notranjost vozila</i>	76
<i>Slika 3.6: Kombinirano vozilo</i>	77
<i>Slika 3.7: Tovorno vozilo</i>	77
<i>Slika 3.8: Ogradje kabine tovornega vozila</i>	77
<i>Slika 3.9: Tovorno vozilo - različne nadgradnje</i>	78
<i>Slika 3.10: Tovorno vozilo - različne nadgradnje</i>	78

<i>Slika 3.11: Koncept vlečnega tovornega vozila</i>	79
<i>Slika 3.12: Težko tovorno vozilo</i>	79
<i>Slika 3.13: Notranjost vozila</i>	79
<i>Slika 3.14: Tahografska naprava in tahografski vložek</i>	80
<i>Slika 3.15: Zadnji previs tovornega vozila</i>	80
<i>Slika 3.16: Spodnja višina tovornega vozila h</i>	80
<i>Slika 3.17: Dolžina okvirja tovornega vozila</i>	81
<i>Slika 3.18: Motor 240 kW</i>	81
<i>Slika 3.19: Delovni diagram motorja</i>	82
<i>Slika 3.20: Mali avtobus</i>	82
<i>Slika 3.21: Srednji avtobus</i>	83
<i>Slika 3.22: Veliki avtobus</i>	83
<i>Slika 3.23: Mestni avtobus</i>	83
<i>Slika 3.24: Primestni avtobus</i>	84
<i>Slika 3.25: Turistični avtobus</i>	84
<i>Slika 3.26: Turistični avtobus</i>	84
<i>Slika 3.27: Zgibni avtobus</i>	85
<i>Slika 3.28: Šasija avtobusa</i>	85
<i>Slika 3.29: Vgradnja motorja v avtobusu</i>	86
<i>Slika 3.30: Steklo avtobusa</i>	86
<i>Slika 3.31: Zračno vzmetenje avtobusa</i>	86
<i>Slika 3.32: Traktor</i>	87
<i>Slika 3.33: Shema traktorja</i>	88
<i>Slika 3.34: Viličar</i>	89
<i>Slika 4.1: Zgradba dokumentacije kaovosti</i>	96

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Koeficient upora pri kotaljenju k_k</i>	11
<i>Tabela 2: Koeficient zračnega upora k_z</i>	12
<i>Tabela 3: Koeficient upora zaradi rotacije mas k_{ir}</i>	13
<i>Tabela 4: Orientacijske vrednosti koeficientov trenja</i>	17
<i>Tabela 5: Koeficient drsnega trenja k_d</i>	19
<i>Tabela 6: Izkoristek transmisije η_m</i>	33
<i>Tabela 7: Hitrostne kategorije pnevmatik</i>	50
<i>Tabela 8: Nosilnost avtomobilskih pnevmatik</i>	50

1 MEHANIKA GIBANJA PREVOZNIH SREDSTEV, VARSTVO OKOLJA IN PROMET

V tem poglavju boste spoznali:

- model za izračun kinematičnih veličin pri premikanju vozila,
- delovanje uporov in njihov vpliv na stabilnost vozila,
- model za izračun moči motorja v odvisnosti od obremenitev vozila.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- proces modeliranja: naravni pojav - mehanski model - matematični model - rešitev,
- povezavo med obremenitvijo vozila in potrebno močjo motorja.

UVOD V POGlavJE

Mehanika spada, kot veja fizike, med naravoslovne vede. Ukvarja se s proučevanjem spreminjanja stanja snovi v smislu spreminjanja hitrosti ali deformiranja. Snov je lahko v obliki trdnih teles ali tekočin.

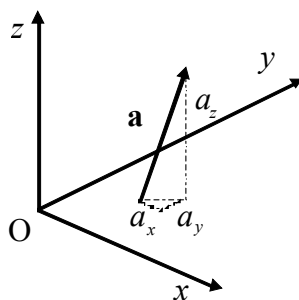
Zgodovinsko bi lahko razvoj mehanike enačili z razvojem tehnike. Dandanes razvoj področij vibracij, stabilnosti konstrukcij, strojev, robotov, raket, toka tekočin... temelji na temeljnih znanjih iz mehanike. Tako je razumevanje mehanike temelj razumevanja osnovnih dogajanj v tehniki.

Prvi temelji mehanike kot vede so bili postavljeni v času starih Grkov v delih Aristotela (384–322 p.n.š.). Statiko prvi omenja v svojih zapisih Arhimed (287–212 p.n.š.), ki je obdelal zakon vzvoda in vzgon v kapljevinah. Arhimedu pripisujemo tudi iznajdbe škripčevja, vijaka itn. Galileo Galilei (1564–1642) je v svoji knjigi iz leta 1638 obdelal napake pri nekaterih preprostih konstrukcijah. Robert Hooke (1635–1703) je zapisal linearno povezavo med silo in deformacijo. Največji napredek k razvoju klasične mehanike je prispeval Newton (1643–1727). Prvi je zapisal osnovne zakone mehanike, ki veljajo brez omejitev v vseh primerih, kadar imamo opravka s telesi, ki so večja od mikro delcev in pri hitrostih, ki so dosti manjše od hitrosti svetlobe. Pri svojem delu je vpeljal infinitezimalni račun in s tem vzpodbudil vrsto znanstvenikov, kot so Bernoulli (1667–1748), virtualno delo idr., Euler (1707–1783), uklon nosilcev idr., da so se začeli ukvarjati z mehaniko. Einstein (1879–1955) je vpeljal relativno mehaniko, ta obravnava gibanje teles pri hitrostih, ki so blizu svetlobni hitrosti. Gibanja atomov pojasnjuje kvantna mehanika, za katero ima največ zaslug Planck (1858–1947).

1.1 OSNOVNE DEFINICIJE

Z izrazom prostor označimo naš realen tridimenzionalen prostor. Tega bomo opremili z desnoročnim pravokotnim koordinatnim sistemom $Oxyz$, kot prikazuje slika. Izhodišče

koordinatnega sistema bomo praviloma označevali s črko O , medtem ko bodo z oznakami x , y in z opremljeni pozitivni deli koordinatnih osi.



Slika 1.1: Vektor \mathbf{a} v koordinatnem sistemu $Oxyz$

Vir: Lasten

V mehanskem modelu se pojavljajo različne vrste mehanskih količin (Kegl, 2002). V okviru te knjige bomo imeli opravke le s takšnimi, ki imajo lastnosti skalarjev ali pa vektorjev.

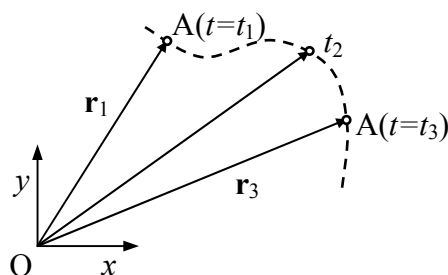
Za skalarno količino je značilno, da je njena vrednost podana z realnim številom. Ta vrednost je neodvisna od izbire (lege in orientacije) koordinatnega sistema.

Za vektorsko količino je značilno, da ji lahko določimo smer in velikost. Vektorske količine bomo v matematičnem modelu predstavljali na dva načina: z geometrijskimi vektorji, kot vektor \mathbf{a} na sliki 1.1., ter z realnimi trojkami $\mathbf{a} = [a_x, a_y, a_z]^T$, kjer desni zgornji indeks $(^T)$ pomeni transponiranje. Skalarje a_x , a_y in a_z imenujemo komponente vektorja \mathbf{a} .

Geometrijske vektorje bomo uporabljali zato, ker so ti zelo primerni za grafično predstavitev nekega mehanskega stanja. Za vse ostalo, torej za matematične izpeljave, končne enačbe, številčne primere in tako naprej, bomo uporabljali realne trojke, ki jih bomo označevali z latinskimi ali grškimi črkami, pisanimi odebeljeno. Dogovorimo se še, da bomo realne trojke pisali kot stolpce. Predznaki realnih trojk bodo pozitivni, če bodo le-te kazale v smeri koordinatnih osi, oziroma negativni, če bodo kazali v obratni smeri.

1.2 LEGA, HITROST IN POSPEŠEK DELCA

Gibanje telesa vedno opazujemo glede na dano okolico, ki za nas običajno miruje. Na to okolico v mislih pritrdimo desnosučni koordinatni sistem in obravnavamo gibanje telesa (vozila) v tem sistemu. Za delec A na sliki 1.2. lahko koordinate podamo s krajevnim vektorjem \mathbf{r} [m]. Pravimo, da krajevni vektor \mathbf{r} podaja lego delca A .



Slika 1.2: Lega delca A

Vir: Lasten

Ker se delec A giblje, se njegov krajevni vektor s časom spreminja. Tako je v času t_1 krajevni vektor opazovane točke enak \mathbf{r}_1 , v času t_2 je enak \mathbf{r}_2 in tako naprej. Pravimo tudi, da je krajevni vektor \mathbf{r} delca A časovno odvisna količina.

Definirajmo sedaj naslednjo vektorsko količino:

$$\mathbf{v} = \lim_{t_1 \rightarrow t} \frac{\mathbf{r}_1 - \mathbf{r}}{t_1 - t} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}. \quad (1.1)$$

Vektor \mathbf{v} [m/s] imenujemo hitrost delca A v času t [s]. Iz definicije je razvidno, da nam vektor hitrosti pove, v kateri smeri in kako hitro se giblje delec A. Ker je \mathbf{r} časovno odvisna količina, velja to v splošnem tudi za hitrost \mathbf{v} . Hitrost je vektorska količina, pri kateri pa nas pogosto zanima le njena norma ali absolutna vrednost v . To skalarno količino izračunamo kot:

$$v = +\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}, \quad (1.2)$$

kjer je z znakom + poudarjeno, da smemo po operaciji korenjenja obdržati le pozitivni rezultat.

Z lego in hitrostjo je gibanje opazovane točke sicer že dokaj dobro opisano, vendar rabimo za popolni opis še eno količino - pospešek točke. Razlog je v tem, da nas pri opazovanju gibanja pogosto zanimajo tudi sile, te so pa po drugem Newtonovem zakonu sorazmerne pospešku.

Vektor \mathbf{a} [m/s²] je definiran z:

$$\mathbf{a} = \lim_{t_1 \rightarrow t} \frac{\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}}{t_1 - t} = \frac{d\mathbf{v}}{dt}. \quad (1.3)$$

V splošnem je seveda tudi vektor pospeška časovno odvisna količina. Pospešek je vektorska količina pri katerem pa nas včasih zanima le njegova norma ali absolutna vrednost a . Ta količino izračunamo kot:

$$a = +\sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2}. \quad (1.4)$$

Spoznali smo lego, hitrost in pospešek točke, ki so v splošnem časovno odvisne količine. Če želimo nekemu opisati gibanje neke točke, mu moramo torej posredovati vrednosti teh treh količin v izbranem časovnem intervalu. To lahko storimo tabelarično ali funkcijsko.

Pri tabelaričnem podajanju običajno navedemo številčne vrednosti vseh treh količin na začetku in koncu časovnega intervala ter ob nekaterih časih znotraj časovnega intervala. Pri tem je gostota točk t_0, t_1, \dots, t_n odvisna od zahtevane natančnosti. Takšen opis gibanja uporabljamo kadar funkcijski opis ni možen. To pa je v praksi pogosto.

Tabelarično						
Čas	Lega		Hitrost		Pospešek	
$t_0 = 0$	x_0	y_0	\dot{x}_0	\dot{y}_0	\ddot{x}_0	\ddot{y}_0
t_1	x_1	y_1	\dot{x}_1	\dot{y}_1	\ddot{x}_1	\ddot{y}_1
...
$t_n = T$	x_n	y_n	\dot{x}_n	\dot{y}_n	\ddot{x}_n	\ddot{y}_n

Slika 1.3: Tabelarično podajanje lege, hitrosti in pospeška v časovnem intervalu $[0, T]$

Vir: Lasten

Pri funkcijskem opisu podajamo običajno eksplicitno odvisnost krajevnega vektorja v odvisnosti od časa in ustrezen časovni interval. Ko je krajevni vektor enkrat podan s pomočjo funkcije, lahko z odvajanjem po času enostavno izračunamo tudi splošna izraza za vektorja hitrosti in pospeška.

Funkcijsko
$\mathbf{r} = \begin{bmatrix} x(t) \\ y(t) \end{bmatrix}, \quad t \in [0, T]$
$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}, \quad \mathbf{a} = \frac{d^2\mathbf{r}}{dt^2}$

Slika 1.4: Funkcijsko podajanje lege, hitrosti in pospeška v časovnem intervalu $[0, T]$

Vir: Lasten

Funkcijski zapis ima pred tabelaričnim predvsem to prednost, da lahko vrednosti vseh količin gibanja izračunamo v poljubnem času s poljubno natančnostjo.

Označimo z $\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt}$ hitrost delca A in definirajmo naslednjo količino:

$$s = \int_{t_0}^{t_1} v \cdot dt, \quad (1.5)$$

kjer smo z v označili absolutno vrednost hitrosti \mathbf{v} . Skalar s [m] imenujemo dolžina poti, ki jo je delec A opravil v časovnem intervalu $[t_0, t_1]$.

Premo gibanje točke imenujemo takšno gibanje, kjer se točka giblje po premici. Če ta premica leži v opazovani ravnini, pravimo temu premo gibanje delca v ravnini. V takšnem primeru lahko vektorsko naravo gibanja pozabimo in jemljemo hitrost v ter pospešek a kot skalarni veličini. Premo gibanje, pri katerem je absolutna hitrost v konstantna, imenujemo enakomerno premo gibanje. Če je konstanten absolutni pospešek a , gibanje imenujemo enakomerno pospešeno premo gibanje. Pri enakomerno pospešenem gibanju je pospešek stalen $a(t) = a$ in veljajo enačbe:

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}, \quad (1.6)$$

$$v = v_0 + a \cdot t, \quad (1.7)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a \cdot s. \quad (1.8)$$

Vektor hitrosti kaže vedno v smeri gibanja, vektor pospeška pa prav tako, če se hitrost gibanja povečuje. Če se hitrost zmanjšuje, kaže pospešek v nasprotno smer glede na smer gibanja delca A.

Krožno gibanje točke imenujemo takšno gibanje, kjer se točka giblje po krožnici. Če ta krožnica leži v opazovani ravnini, pravimo temu krožno gibanje točke v ravnini. Zvezo med kotom φ [rd] in kotno hitrostjo ω [s⁻¹] zapišemo:

$$\varphi = \omega \cdot t. \quad (1.9)$$

Zvezo med hitrostjo ter kotno hitrostjo zapišemo:

$$v = r \cdot \omega. \quad (1.10)$$

Vektor pospeška $\mathbf{a} [\text{m/s}^2]$ je sestavljen iz dveh vektorskih komponent: tangencialne komponente \mathbf{a}_t in normalne komponente \mathbf{a}_n . Tangencialna komponenta ima vedno enako smer kot tangenta na krožnico, orientirana pa je lahko v smeri gibanja ali v nasproti smeri. Njena absolutna vrednost znaša:

$$a_t = R|\dot{\omega}|. \quad (1.11)$$

Normalna komponenta ima vedno enako smer kot normala na krožnico, orientirana pa je vedno proti središču krožnice. Njena absolutna vrednost znaša:

$$a_n = R \cdot \omega^2. \quad (1.12)$$

Krožno gibanje, pri katerem je kotna hitrost ω konstantna, imenujemo enakomerno kroženje. Če je konstanten kotni pospešek $\dot{\omega}$, gibanje imenujemo enakomerno pospešeno kroženje. Pri enakomerno pospešenem gibanju veljajo enačbe:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 \cdot t + \frac{\alpha \cdot t^2}{2}, \quad (1.13)$$

$$\omega = \omega_0 + \alpha \cdot t, \quad (1.14)$$

$$\omega^2 = \omega_0^2 + 2\alpha \cdot \varphi. \quad (1.15)$$

Zgled 1.1. Avtomobil pelje s konstantno hitrostjo $v = 108 \text{ km/h}$ v ovinek polmera $R = 200 \text{ m}$. Kolikšna je kotna hitrost avtomobila?

Rešitev.

$$v = R \cdot \omega \Rightarrow \omega = \frac{v}{R} = \frac{108 \cdot \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}}}{200 \text{ m}} = 0,15 \text{ s}^{-1}$$

Zgled 1.2. Kakšno pot naredi avto v 1., 2. in 3. s in kakšne so njegove hitrosti v teh časih, če se giblje s konstantnim pospeškom $a = 2,5 \text{ m/s}^2$? Začetna hitrost je $v_0 = 0 \text{ m/s}$ in začetna lega $s_0 = 0 \text{ m}$.

Rešitev.

$$s = s_0 + v_0 \cdot t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

$$s(1) = 1,25 \text{ m}, s(2) = 5,0 \text{ m}, s(3) = 11,25 \text{ m}$$

$$v = v_0 + at \quad v(1) = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}; v(2) = 5,0 \frac{\text{m}}{\text{s}}; v(3) = 7,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

1.3 RAVNOVESNE ENAČBE TELESA

Telesa, ki jih bomo obravnavali (vozila), bodo vedno mirovala ali pa se gibala premočrtno s konstantno hitrostjo. Zaradi tega so pospeški vseh delcev telesa enaki nič. Na tej osnovi lahko iz Newtonovih zakonov gibanja delca izpeljemo osnovni ravnovesni enačbi nedeformabilnega telesa:

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{0}, \sum \mathbf{M} = \mathbf{0}, \quad (1.16)$$

kjer je $\sum \mathbf{F}$ vsota rezultatov vseh zunanjih sil, ki delujejo na opazovano telo, $\sum \mathbf{M}$ pa je vsota rezultatov momentov vseh zunanjih sil glede na izhodišče izbranega koordinatnega sistema. Enačbi tolmačimo na naslednji način: če je telo v statičnem ravnovesju, potem sta vsoti rezultatov vseh zunanjih sil in vseh momentov zunanjih sil enaki nič, in obratno: če sta vsoti nič, je telo v ravnovesju.

1.4 DOLOČITEV TEŽIŠČA VOZILA

Lego težišča vozila potrebujemo za določanje lastnosti vozila, kot je stabilnost vožnje, vpliv centrifugalnih in vztrajnostnih sil...

Težišče določimo tako, da:

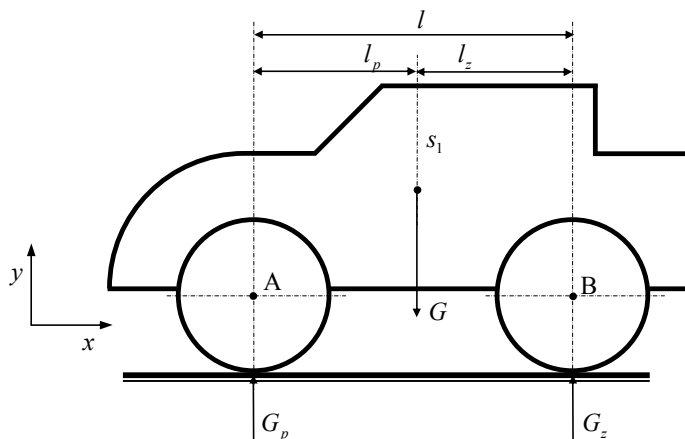
- stehramo celotno vozilo in določimo njegovo težo $G[\text{N}]$,
- postavimo vozilo v horizontalno lego in s tehtanjem določimo težo, ki je na prednjih kolesih $G_p[\text{N}]$,
- izračunamo težo na zadnjih kolesih:

$$G_z = G - G_p, \quad (1.17)$$

- s pomočjo momentnih enačb v točkah A in B (Slika 1.5.) izračunamo razdalji $l_p[\text{m}]$ in $l_z[\text{m}]$, ob predpostavki, da je medosna razdalja:

$$l = l_p + l_z, \quad (1.18)$$

- na razdalji l_p od točke A vrišemo linijo s_1 .



Slika 1.5: Vozilo na horizontalni podlagi
Vir: Lasten

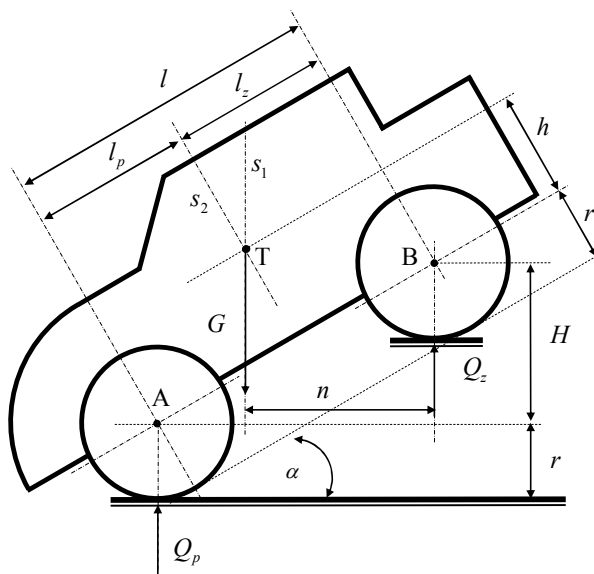
Momentno enačbo za točko B, kjer je $\sum M_B = 0$, zapišemo:

$$-G_p \cdot l + G \cdot l_z = 0 \Rightarrow l_z = \frac{G_p \cdot l}{G} \quad (1.19)$$

in momentno enačbo za točko A, kjer je $\sum M_A = 0$

$$G_z \cdot l - G \cdot l_p = 0 \Rightarrow l_p = \frac{G_z \cdot l}{G}. \quad (1.20)$$

Ko smo vrisali linijo s_1 , dvignemo zadnji konec vozila na višino H in na tehtnici odčitamo težo na sprednjem kolesu Q_p , kot kaže slika.



Slika 1.6: Vozilo dvignjeno za višino H
Vir: Lasten

Ponovno zapišimo momentno enačbo za točko B, kjer je $\sum M_B = 0$ in dobimo:

$$-Q_p \cdot l \cdot \cos \alpha + G \cdot n = 0 \Rightarrow n = \frac{Q_p}{G} l \cdot \cos \alpha. \quad (1.21)$$

V enačbi lahko $\cos \alpha$ nadomestimo s:

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - H^2}}{l}. \quad (1.22)$$

Na razdalji n od točke B narišemo drugo linijo s_2 . Kjer se ta linija seka z linijo s_1 je težišče vozila T.

V primeru, ko poznamo prvo težiščno linijo s_1 , lahko tudi analitično izračunamo višino težišča h . Dolžino n lahko zapišemo s pomočjo slike 1.6.

$$n = h \cdot \sin \alpha + l_z \cdot \cos \alpha. \quad (1.23)$$

V enačbi je $\sin \alpha$ enak:

$$\sin \alpha = \frac{H}{l}, \quad (1.24)$$

tako da dobimo:

$$h = \frac{l^2(Q_p - G_p)}{H \cdot G} \sqrt{1 - \frac{H^2}{l^2}}. \quad (1.25)$$

Če poznamo razdalji l_p in l_z ter težo vozila G , lahko izračunamo teži na sprednjo G_p in zadnjo G_z kolo s pomočjo slike 1.5.

$$G_z = \frac{G \cdot l_p}{l_p + l_z}, \quad (1.26)$$

$$G_p = \frac{G \cdot l_z}{l_p + l_z}. \quad (1.27)$$

Povezavo med razdaljama l_p in l_z ter težo vozila G lahko tudi zapišemo:

$$l_p = \frac{\frac{G_z}{G} l_z}{1 - \frac{G_z}{G}}, \quad (1.28)$$

$$l_z = \frac{\frac{G_p}{G} l_p}{1 - \frac{G_p}{G}}. \quad (1.29)$$

Zgled 1.3. Izračunajte razdalji l_p in l_z (Slika 1.5), če je medosna razdalja $l = 3 \text{ m}$. Prvo kolo je obremenjeno s silo $G_p = 7320 \text{ N}$ in zadnje kolo s silo $G_z = 10680 \text{ N}$.

Rešitev.

Uporabimo enačbo

$$l_p = \frac{\frac{G_z}{G} l_z}{1 - \frac{G_z}{G}} \Rightarrow l_p - l_p \frac{G_z}{G} - \frac{G_z}{G} l_z = 0 \Rightarrow l_p - \frac{G_z}{G} (l_p + l_z) = 0$$

$$l_p = \frac{G_z}{G} (l_p + l_z) = \frac{10680 \text{ N}}{18000 \text{ N}} 3 \text{ m} = 1,78 \text{ m}$$

Razdaljo l_z izračunamo

$$l_z = \frac{G_p}{G} (l_p + l_z) = \frac{7320 \text{ N}}{18000 \text{ N}} 3 \text{ m} = 1,22 \text{ m}$$

1.5 UPORI PREVOZNIH SREDSTEV

Upori v prometu so sile, ki se upirajo gibanju prevoznih sredstev. Nastanejo zaradi prevoznih sredstev samih ali zaradi vozne poti. Če želimo, da se vozilo giblje, moramo premagati vse upore. Upori pri vozilih so:

- upor pri kotaljenju \mathbf{F}_k [N],
- zračni upor \mathbf{F}_z [N],
- upor pri premagovanju strmine \mathbf{F}_s [N],
- upor pri pospeševanju oziroma zaviranju vozila \mathbf{F}_i [N].

Vsoto vseh uporov vožnje \mathbf{F}_u [N] zapišemo v vektorski obliki:

$$\mathbf{F}_u = \mathbf{F}_k + \mathbf{F}_z + \mathbf{F}_s + \mathbf{F}_i. \quad (1.30)$$

Upor pri kotaljenju $\mathbf{F}_k = \begin{bmatrix} \pm F_k \\ 0 \end{bmatrix}$ [N] nastane zaradi delovanja koles in podlage. Upor deluje v nasprotni smeri vožnje vozila. Izračunamo ga z enačbo:

$$F_k = k_k \cdot m \cdot g, \quad (1.31)$$

kjer nam k_k podaja koeficient upora pri kotaljenju, m [kg] je masa vozila in g [m/s^2] je gravitacijski pospešek. Koeficient upora pri kotaljenju je odvisen od:

- materiala in oblike pnevmatike,
- tlaka v pnevmatiki,
- obremenitve kolesa,
- hitrosti vozila,
- podlage.

Tabela 1: Koeficient upora pri kotaljenju k_k

Podlaga	Koeficient upora pri kotaljenju
Dober asfalt	0,010–0,012
Slab asfalt	0,022
Dober beton	0,008–0,010
Slab beton	0,020
Dober makadam	0,013–0,023
Slab makadam	0,018–0,037
Jeklena tirnica	0,006

Vir: Lasten

Zračni upor vozila $\mathbf{F}_z = \begin{bmatrix} \pm F_z \\ 0 \end{bmatrix}$ [N] deluje v nasprotni smeri vožnje vozila in je odvisen:

- od projekcije površine vozila v smeri vožnje A [m^2],
- od koeficienta zračnega upora k_z ,
- od gostote zraka ρ [kg/m^3],
- od hitrosti vozila v in vetra v_v [m/s].

Enačbo lahko zapišemo:

$$F_z = 0,5\rho \cdot k_z \cdot A(v - v_v)^2. \quad (1.32)$$

Koeficient zračnega upora k_z je lahko manjši ali večji od 1 in ga določimo z merjenjem v vetrovniku.

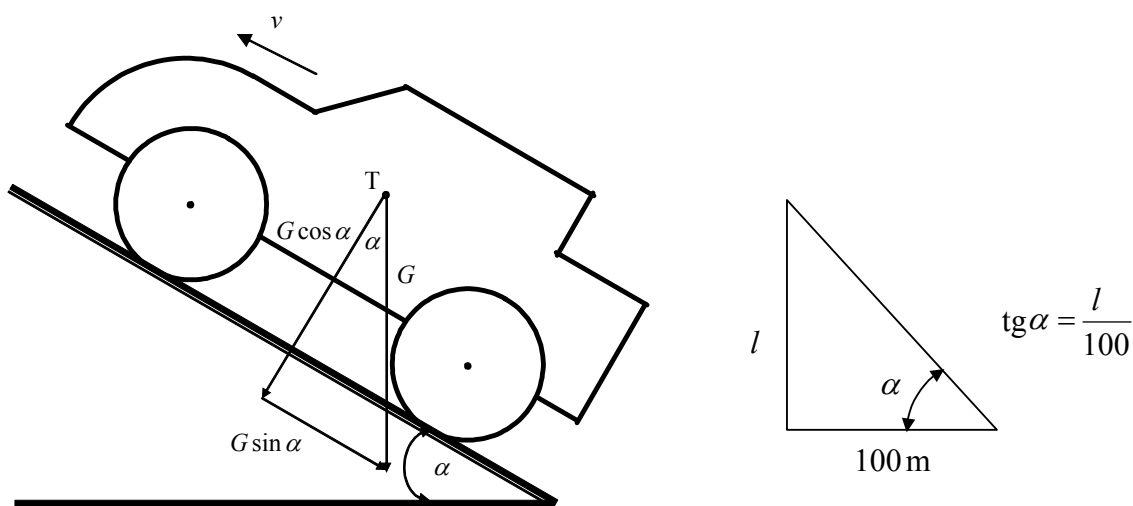
Tabela 2: Koeficient zračnega upora k_z

Prevozna sredstva	Koeficient zračnega upora
Tovorno vozilo	1,00
Vlečno vozilo s prikolico	1,50
Starejši tip osebnega vozila	0,65
Novejši tip osebnega vozila	0,30–0,45
Avtobus	0,60
Dirkalni avto	0,20
Motorno kolo z voznikom	1,00–2,40
Parna lokomotiva	1,60
Dizelska lokomotiva	0,30–1,00
Električna lokomotiva	0,40–1,20

Vir: Lasten

Kadar vozilo vleče prikolico, je potrebno to v preračunu upoštevati. Če nimamo na razpolago dovolj podatkov o povečanju zračnega upora zaradi prikolice, običajno povečamo zračni upor vozila za 15 do 30%.

Upor pri premagovanju strmine $F_s = \begin{bmatrix} \pm F_s \\ 0 \end{bmatrix}$ [N] je odvisen od naklona α le-te.



Slika 1.7: Vozilo na strmini

Vir: Lasten

S pomočjo slike lahko zapišemo:

$$F_s = G \cdot \sin \alpha, \quad (1.33)$$

kjer je G [N] teža vozila. Kadar vozi vozilo navzdol po klancu, potem sila F_s ne deluje kot upor vožnje, temveč pomaga pri vožnji. Običajno podajamo vzpon v %. To ustreza tangensu kota med strmino in vodoravno ravnino (Slika 1.7). V Evropi so maksimalni vzponi regionalnih cest 25% in vzponi avtocest 10%.

Upor pri pospeševanju oziroma zaviranju vozila $\mathbf{F}_i = \begin{bmatrix} \pm F_i \\ 0 \end{bmatrix}$ [N] je sestavljen iz:

- upora zaradi translacije (sila vztrajnosti),
- upora zaradi rotacije (vztrajnik, kolesa...).

Upor zaradi translacije zapišemo:

$$F_{it} = m \cdot a, \quad (1.34)$$

kjer je m [m] masa vozila in a [m/s²] pospešek vozila. Upor zaradi rotacije zapišemo:

$$F_{ir} = \frac{\sum J_i}{r^2} a, \quad (1.35)$$

kjer je J [kgm²] masni vztrajnostni moment rotirajočih delov. Celoten upor lahko zapišemo:

$$F_i = F_{it} + F_{ir} = m \cdot a + \frac{\sum J_i}{r^2} a = m \cdot a \left(1 + \frac{\sum J_i}{m \cdot r^2}\right) = m \cdot a \cdot k_{ir}. \quad (1.36)$$

Izraz v oklepaju oziroma faktor k_{ir} upošteva vpliv upora zaradi rotacije mas pri spremenljivi hitrosti vozila. Vrednost k_{ir} računamo s pomočjo empiričnih enačb. Za praktični izračun vzamemo vrednosti, ki so podane v tabeli.

Tabela 3: Koeficient upora zaradi rotacije mas k_{ir}

Prevozna sredstva	Koeficient upora zaradi rotacije mas
Četrta prestava potniškega vozila	1,05–1,07
Četrta prestava tovornega vozila	1,06–1,09

Vir: Lasten

Vpliv upora zaradi rotacije je majhen, v primerjavi s translacijskim delom.

Vektorsko enačbo (1.30) lahko v skalarni obliki zapišemo:

$$F_u = \pm F_k \pm F_z \pm F_s \pm F_i. \quad (1.37)$$

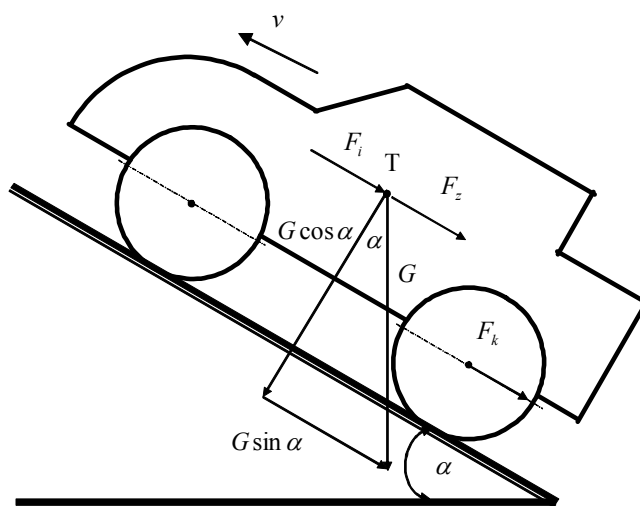
Komponente vektorjev uporov so odvisne od smeri vožnje vozila in ali vozilo pospešuje ali zavira. Enačbo lahko za primer speljevanja vozila po klancu navzgor zapišemo:

$$F_u = F_k + F_z + F_s + F_i \quad (1.38)$$

in za primer zaviranja po klancu navzdol:

$$F_u = -F_k - F_z + F_s - F_i. \quad (1.39)$$

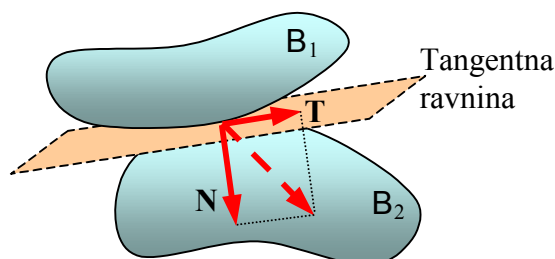
Upore pri vozilu, ki pospešuje po klancu navzgor, lahko ponazorimo z naslednjo sliko.



Slika 1.8: Delovanje uporov na vozilo
Vir: Lasten

1.6 SILA TRENJA

Na stiku dveh teles se vedno pojavi sila (sile na kontaktu). (Kegl, 2002.) Kadar sta obe telesi idealno gladki, je ta sila vedno usmerjena pravokotno (v smeri normale) na stično ploskev obeh teles. V nasprotnem primeru ima sila v splošnem vedno dve komponenti: razen normalne še tangencialno, ki leži v tangentialni ravnini na stično ploskev. Tangencialna komponenta je posledica trenja.



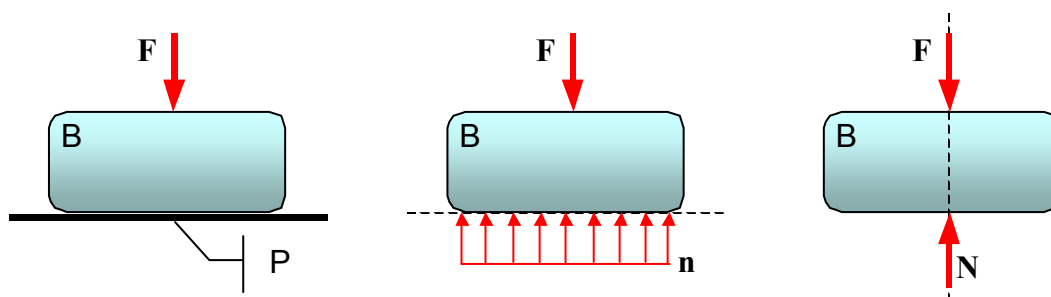
Slika 1.9: Telo B_1 pritiska na telo B_2 : tangencialna komponenta T je posledica trenja
Vir: Lasten

S pojmom trenje označujemo naravni pojav na stiku med dvema telesoma, ki se gibljeta ali pa imata tendenco gibanja relativno eno proti drugemu. Ker stični ploskvi teles nista idealno gladki (hrapavost površja telesa), se v tangentialni ravnini pojavi sila trenja T . Če stična ploskev predstavlja del mejne ploskve opazovanega telesa, lahko silo trenja razvrstimo k pasivnim zunanjim silam, ki jih upoštevamo v ravnovesnih enačbah opazovanega telesa.

Pojav trenja je precej kompliciran in ga lahko v celoti razložimo le na atomskem nivoju. V običajni tehniški praksi ga obravnavamo s pomočjo zelo poenostavljenih fenomenoloških zakonov. V okviru te knjige si bomo ogledali le, kako opišemo silo trenja med trdnim telesom in togo ravno podlago, ne pa tudi trenja med vrvjo in togo krožno podlago.

Opazujmo telo B zanemarljive mase, ki leži na horizontalni ravni podlagi. Stično ploskev med telesom in podlago označimo s P . Telo je v vertikalni smeri obremenjeno s silo F . Zaradi nje se na P pojavi ploskovno porazdeljena sila gostote n , s katero deluje podlaga na telo. Ker je telo v ravnovesju, lahko porazdeljeno reakcijsko silo reduciramo v točkovno silo

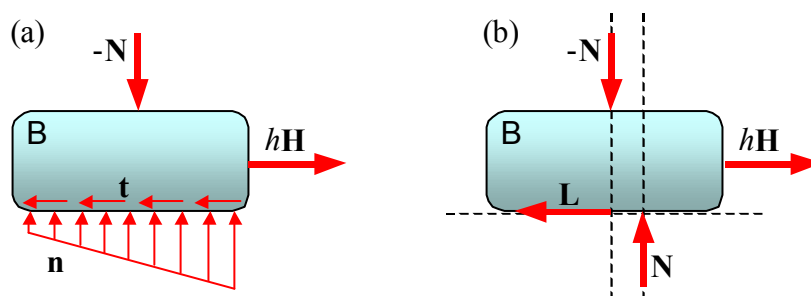
\mathbf{N} . Zaradi ravnovesja mora $\mathbf{F} + \mathbf{N} = \mathbf{0}$, torej je $\mathbf{N} = -\mathbf{F}$. Navadno pri tem redukcijsko točko izberemo tako, da je reducirani moment enak nič (sili \mathbf{N} in \mathbf{F} morata ležati na isti premici).



Slika 1.10: Telo na ravni podlagi, reakcija podlage in nadomestna reakcijska sila

Vir: Lasten

Obremenimo sedaj telo še s horizontalno vlečno silo $h\mathbf{H}$, kjer je $\|\mathbf{H}\|=1$, h pa je skalar na sliki levo (a). Vrednost h naj bo najprej enaka nič, nato pa jo postopoma povečujemo. Pri majhnih vrednostih h telo še kar naprej miruje. Zaradi ravnovesja se je očitno morala na P pojaviti ploskovno porazdeljena sila gostote \mathbf{t} v smeri stične ravnine. To silo imenujemo sila oprijemnega trenja ali sila lepenja.



Slika 1.11: Porazdeljena sila trenja in nadomestna točkovna sila

Vir: Lasten

Zaradi delovanja horizontalne (vlečne) sile se v splošnem porazdelitev normalne reakcijske sile \mathbf{n} spremeni. Zaradi vlečne sile telo namreč na enem koncu bolj pritisne na podlago, na drugem koncu pa se normalni pritisk zmanjša.

Porazdeljeno silo lepenja običajno reduciramo v točkovno silo \mathbf{L} na zgornji sliki desno (b). Pri tem je pripadajoči reducirani moment enak nič, če redukcijsko točko izberemo kjer koli vzdolž stične ploskve telesa in podlage. Ker je telo še kar naprej v ravnovesju, je očitno, da mora biti sila \mathbf{L} nasprotno enaka (zunanji) vlečni sili. Torej je:

$$\mathbf{L} = -h\mathbf{H}. \quad (1.40)$$

Pri redukciji normalne sile \mathbf{n} moramo upoštevati, da se je njena razporeditev zaradi vlečne sile spremenila. Če hočemo redukcijo opraviti na tak način, da bo reducirani moment enak nič, potem je treba redukcijsko točko običajno izbrati tako, da smernici sil \mathbf{F} in \mathbf{N} ne sovpadata več.

Ovisnost med vlečno silo in silo lepenja je prikazana na sliki. Če je vlečna sila nič, je nič tudi sila lepenja (točka O). Ko vlečno silo povečujemo, se zaradi ravnovesja telesa linearno povečuje tudi sila lepenja (odsek O–A). Pri lepenju sta torej vlečna sila in sila oprijemnega trenja v vsakem trenutku enako veliki.

silo nato še zmanjšamo, se telo ustavi, tako da dobimo spet situacijo lepenja (odsek O–C).

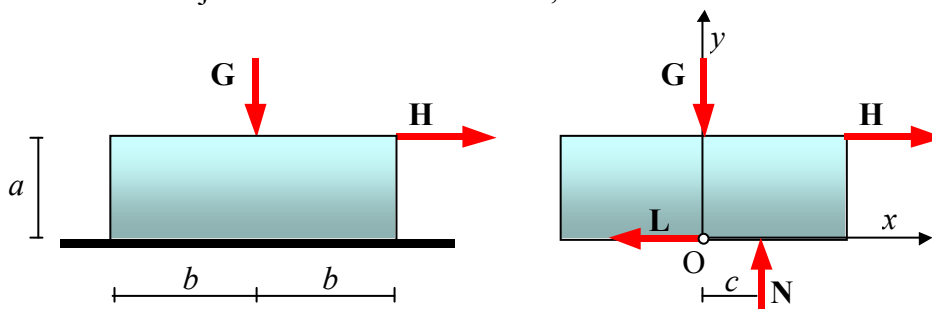
Na koncu povejmo še nekaj o koeficientih oprijemnega in drsnega trenja. Gre za brezdimenzijski količini, katerih vrednost je odvisna od mnogih faktorjev, na primer od kombinacije materialov podlage in telesa, od kvalitete površinske obdelave, od temperature in tako naprej. Nekaj orientacijskih vrednosti je podanih v tabeli.

Tabela 4: Orientacijske vrednosti koeficientov trenja

Material (telo / podlaga)	k_o	k_d
Jeklo / Jeklo	0,15	0,1
Usnje / Kovina	0,3–0,5	0,3
Guma / Asfalt	0,7–1,0	0,5–0,9

Vir: Lasten

Zgled 1.4. Telo na sliki drsi z enakomerno hitrostjo po ravni podlagi. Telo pritiskamo ob podlago z vertikalno silo velikosti $G = 100 \text{ N}$, koeficient drsnega trenja med telesom in podlago pa znaša $k_d = 0,2$. Izračunaj vektor vlečne sile \mathbf{H} . Določi prijemališče (redukcijsko točko) reducirane vertikalne reakcije \mathbf{N} , pod pogojem, da je reducirani moment normalne porazdeljene reakcije \mathbf{n} enak nič. Določi porazdelitev reakcije \mathbf{n} pod predpostavko, da je ta linearna. Dimenzije telesa so enake $a = 8 \text{ cm}$, $b = 10 \text{ cm}$.



Rešitev.

Določimo najprej vektor vlečne sile \mathbf{H} . Ker imamo enakomerno drsenje, mora biti zaradi ravnovesja velikost H vlečne sile enaka

$$H = k_d N,$$

kjer je N velikost normalne sile med podlago in telesom. Zaradi ravnovesja mora biti ta enaka $N = G = 100 \text{ N}$. S temi podatki lahko zapišemo vektor vlečne sile

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} k_d N \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 20 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ N}.$$

Glede prijemališča normalne sile \mathbf{N} pa lahko sklepamo tako: če redukcijo \mathbf{n} v \mathbf{N} opravimo tako, da je reducirani moment nič, potem mora biti enaka nič vsota momentov sil \mathbf{N} , \mathbf{H} , \mathbf{L} in \mathbf{G} . Ker je že iz risbe razvidno, da sta momenta sil \mathbf{L} in \mathbf{G} glede na O enaka nič, sledi

$$\mathbf{r}_H \times \mathbf{H} + \mathbf{r}_N \times \mathbf{N} = \mathbf{0}$$

oziroma

$$\begin{bmatrix} b \\ a \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} H \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 \\ N \\ 0 \end{bmatrix} = \mathbf{0},$$

kjer smo s c označili x koordinato prijemališča sile \mathbf{N} . Iz tega sledi

$$-aH + cN = 0$$

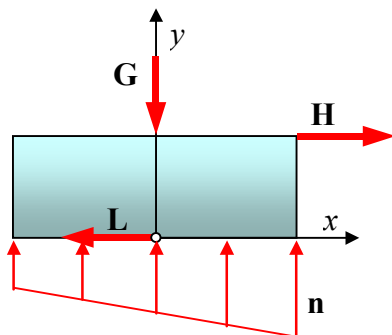
oziroma

$$c = \frac{aH}{N} = 1,6 \text{ cm}.$$

Določimo na koncu še dejansko porazdelitev reakcijske sile \mathbf{n} . Če predpostavimo linearno razporeditev, lahko gostoto normalne sile zapišemo kot

$$\mathbf{n} = \begin{bmatrix} 0 \\ n + (\Delta n/b)x \\ 0 \end{bmatrix},$$

kjer je n povprečna (srednja) vrednost gostote, Δn pa je največji odstop od srednje vrednosti.



Rezultanto porazdeljene sile \mathbf{n} in njen moment izračunamo tako

$$\mathbf{N} = \int_{-b}^b \begin{bmatrix} 0 \\ n + (\Delta n/b)x \\ 0 \end{bmatrix} dx = \begin{bmatrix} 0 \\ 2nb \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{M}_n = \int_{-b}^b \begin{bmatrix} x \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 \\ n + (\Delta n/b)x \\ 0 \end{bmatrix} dx = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 2\Delta nb^2/3 \end{bmatrix}.$$

Iz ravnovesne enačbe sil $\mathbf{N} + \mathbf{G} = \mathbf{0}$ sledi $2nb - G = 0$ oziroma

$$n = \frac{G}{2b} = 5 \text{ N/cm}.$$

Iz ravnovesne enačbe momentov $\mathbf{r}_H \times \mathbf{H} + \mathbf{M}_n = \mathbf{0}$ pa sledi $-aH + 2\Delta nb^2/3 = 0$ oziroma

$$\Delta n = \frac{3aH}{2b^2} = 2,4 \text{ N/cm}.$$

Velikost gostote normalne sile se torej spreminja od najmanjše vrednosti $n_y = 3,6 \text{ N/cm}$ pri $x = -b$ do največje vrednosti $n_y = 7,4 \text{ N/cm}$ pri $x = +b$. Obe vrednosti sta pozitivni, kar pomeni, da podlaga povsod pritiska na telo. Bralec naj sam ugotovi, kaj bi pomenilo, če bi katero od omenjenih vrednosti dobili negativno.

1.7 SILA MED KOLESOM IN PODLAGO

Maksimalna sila med kolesom in podlago F_{po} [N] je odvisna od obremenitve pogonskega kolesa (G_p oziroma G_z) in koeficienta drsnega trenja k_d :

$$F_{po} = G_z \cdot k_d \quad (1.44)$$

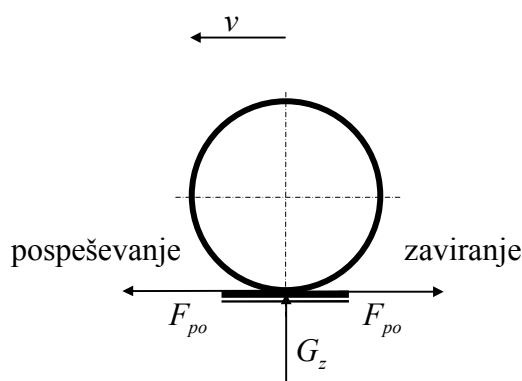
V enačbi je privzeto, da je zadnje kolo pogonsko. Vrednosti koeficienta k_d so podane v tabeli.

Tabela 5: Koeficient drsnega trenja k_d

Vir: Lasten

Površina ceste	Koeficient drsnega trenja	
	Suha	Mokra
Beton	0,74	0,71
Beton – umazan	0,68	0,64
Betonasfalt	0,80	0,76
Makadam	0,61	0,57
Poledenelo cestišče	0,20–0,27	

Smer sile F_{po} je odvisna od smeri vožnje vozila in od tega, ali vozilo pospešuje ali zavira. Če vozilo vozi oziroma pospešuje, deluje sila v smeri vožnje kot reakcija podlage na kolo. Če vozilo zavira, deluje sila v nasprotni smeri kot v prejšnjem primeru.



Slika 1.13: Smer sile F_{po}

Vir: Lasten

Iz enačbe (1.40) je razvidno, da dosežemo večjo vlečno silo s povečanjem obremenitve pogonskih koles in s povečanjem koeficienta drsnega trenja. Povečanje obremenitve pogonskih koles dosežemo s primerno razporeditvijo bremena po vozilu. Izboljšanje oprijema koles in cestišča dosežemo s primerno izbiro pnevmatik.

1.7.1 Pospešek oziroma pojemek vozila v odvisnosti od sile med kolesom in podlago

Pri speljevanju se mora na obodu pogonskega kolesa ustvariti sila F_{po} , ki je večja od vseh uporov vožnje (1.37):

Sila ΔF_{bo} drži vozilo na cestišču. Če je ta sila enaka 0, imamo primer, ko je kolo na meji drsenja. Če je ta sila negativna, pride do drsenja.

1.8 OBREMENITEV OSI VOZILA

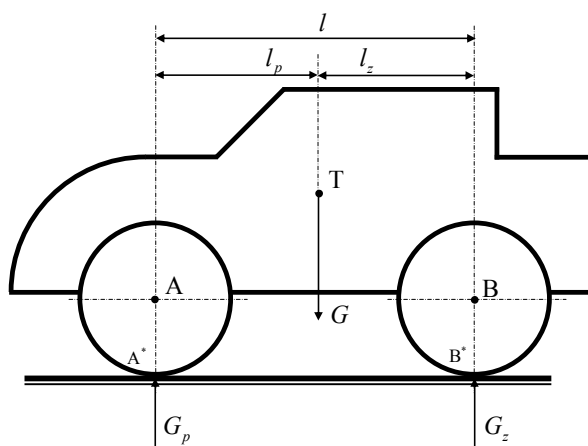
Obremenitev posameznih koles je pomemben podatek za vlečno in zavorno sposobnost vozila. Obremenitev koles je odvisna od:

- lege težišča vozila,
- nagiba ceste,
- upora zraka,
- vztrajnostnih sil,
- pospeška ali pojemka...

Zapisali bomo enačbe za vsak posamezni obremenitveni primer. V praksi nastopijo kombinacije obremenitev vozila, kar pomeni, da moramo posamezne obremenitvene primere sešteti.

1.8.1 Obremenitev osi koles pri dvoosnem in triosnem vozilu

Obremenitvi na osi dvoosnega vozila G_p in G_z izračunamo s pomočjo momentnih enačb v točkah A^* in B^* .



Slika 1.15: Dvoosno vozilo

Vir: Lasten

Momentno enačbo za točko B^* , kjer je $\sum M_{B^*} = 0$, zapišemo:

$$-G_p \cdot l + G \cdot l_z = 0 \Rightarrow G_p = \frac{G \cdot l_z}{l} \quad (1.50)$$

Momentno enačbo za točko A^* , kjer je $\sum M_{A^*} = 0$

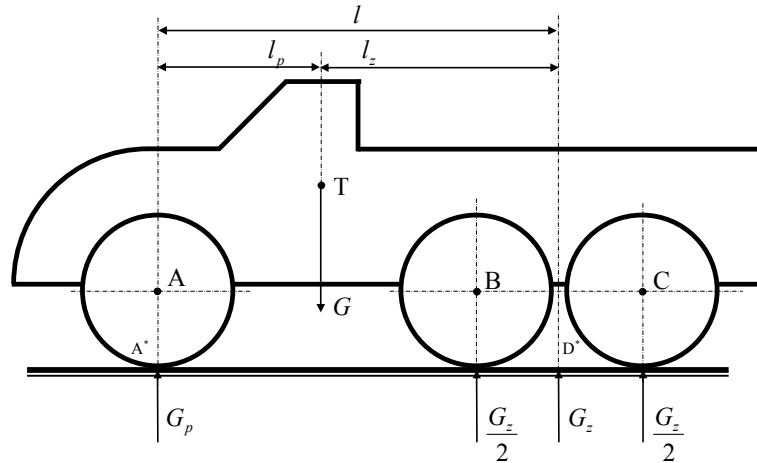
$$G_z \cdot l - G \cdot l_p = 0 \Rightarrow G_z = \frac{G \cdot l_p}{l} \quad (1.51)$$

Skupna teža vozila je:

$$G = G_p + G_z \quad (1.52)$$

Obremenitev osi je odvisna od težišča vozila.

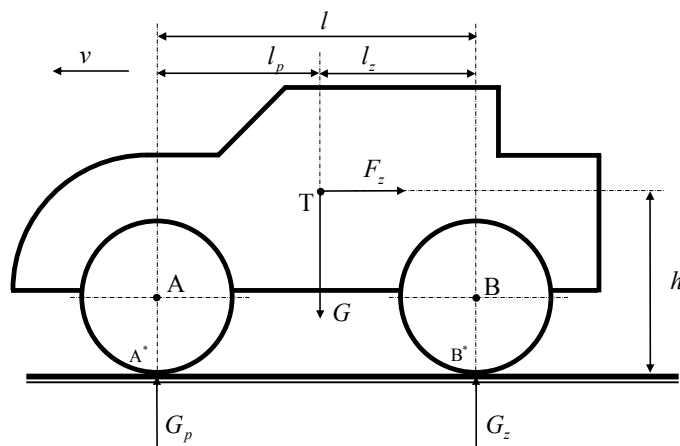
Če sta zadnji kolesi pri triosnem vozilu blizu skupaj, lahko zadnjo obremenitev G_z razdelimo enako na obe kolesi, in sicer $G_z/2$. Obremenitvi na osi določimo kot pri dvoosnem vozilu s pomočjo momentnih enačb v točkah A^* in D^* .



Slika 1.16: Triosno vozilo
Vir: Lasten

1.8.2 Vpliv upora zraka na obremenitev osi koles vozila

Upor zraka F_z deluje na vozilo na višini h .



Slika 1.17: Delovanje upora zraka
Vir: Lasten

Obremenitvi na osi izračunamo s pomočjo momentnih enačb v točkah A^* in B^* . Momentno enačbo za točko B^* , kjer je $\sum M_{B^*} = 0$, zapišemo:

$$-G_p \cdot l + G \cdot l_z - F_z \cdot h = 0 \Rightarrow G_p = \frac{G \cdot l_z - F_z \cdot h}{l} \quad (1.53)$$

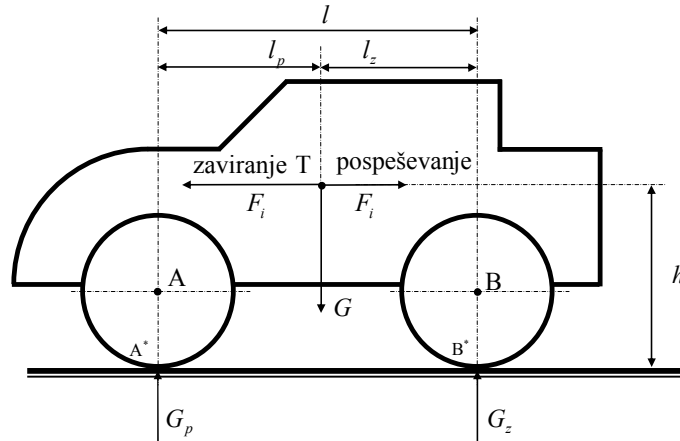
Momentno enačbo za točko A^* , kjer je $\sum M_{A^*} = 0$

$$G_z \cdot l - G \cdot l_p - F_z \cdot h = 0 \Rightarrow G_z = \frac{G \cdot l_p + F_z \cdot h}{l}. \quad (1.54)$$

Upor zraka F_z pri vožnji razbremenjuje prednjo in obremenjuje zadnjo os.

1.8.3 Vpliv upora pospeševanja oziroma zaviranja na obremenitev osi koles vozila

Upor pri pospeševanju F_i deluje na vozilo na višini h .



Slika 1.18: Delovanje upora pri pospeševanju
Vir: Lasten

Obremenitvi na osi izračunamo s pomočjo momentnih enačb v točkah A^* in B^* . Pri pospeševanju momentno enačbo za točko B^* , kjer je $\sum M_{B^*} = 0$, zapišemo:

$$-G_p \cdot l + G \cdot l_z - F_i \cdot h = 0 \Rightarrow G_p = \frac{G \cdot l_z - F_i \cdot h}{l} \quad (1.55)$$

Momentno enačbo za točko A^* , kjer je $\sum M_{A^*} = 0$

$$G_z \cdot l - G \cdot l_p - F_i \cdot h = 0 \Rightarrow G_z = \frac{G \cdot l_p + F_i \cdot h}{l}. \quad (1.56)$$

Efekt upora F_i pri pospeševanju je enak kot pri upor zraka.

Pri zaviranju momentno enačbo za točko B^* , kjer je $\sum M_{B^*} = 0$, zapišemo:

$$-G_p \cdot l + G \cdot l_z + F_i \cdot h = 0 \Rightarrow G_p = \frac{G \cdot l_z + F_i \cdot h}{l} \quad (1.57)$$

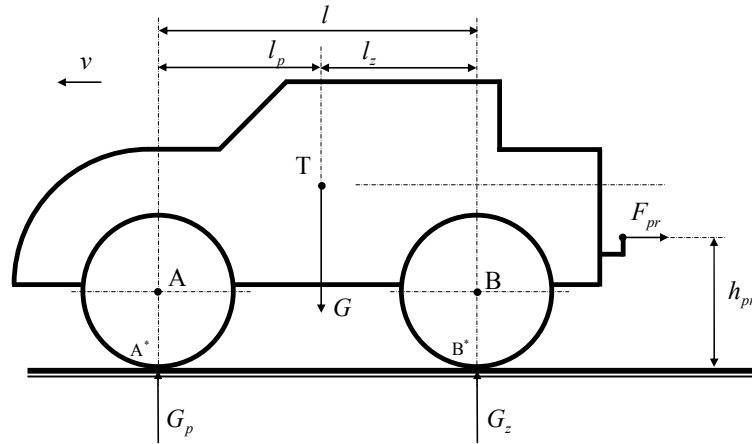
Momentno enačbo za točko A^* , kjer je $\sum M_{A^*} = 0$

$$G_z \cdot l - G \cdot l_p + F_i \cdot h = 0 \Rightarrow G_z = \frac{G \cdot l_p - F_i \cdot h}{l}. \quad (1.58)$$

Pri zaviranju upor F_i obremenjuje prednjo in razbremenjuje zadnjo os.

1.8.4 Vpliv prikolice na obremenitev osi koles vozila

Če vozilo vleče prikolico, deluje v nasprotni smeri gibanja sila prikolice F_{pr} na vozilo na višini h_{pr} .



Slika 1.19: Sila prikolice
Vir: Lasten

Obremenitvi na osi izračunamo s pomočjo momentnih enačb v točkah A^* in B^* . Momentno enačbo za točko B^* , kjer je $\sum M_{B^*} = 0$ zapišemo:

$$-G_p \cdot l + G \cdot l_z - F_{pr} \cdot h_{pr} = 0 \Rightarrow G_p = \frac{G \cdot l_z - F_{pr} \cdot h_{pr}}{l} \quad (1.59)$$

in momentno enačbo za točko A^* , kjer je $\sum M_{A^*} = 0$

$$G_z \cdot l - G \cdot l_p - F_{pr} \cdot h_{pr} = 0 \Rightarrow G_z = \frac{G \cdot l_p + F_{pr} \cdot h_{pr}}{l}. \quad (1.60)$$

Sila prikolice F_{pr} razbremenjuje prednjo os in obremenjuje zadnjo. Velikost je odvisna od vpetja prikolice h_{pr} .

1.8.5 Vpliv upora strmine na obremenitev osi koles vozila

Obremenitvi na osi izračunamo s pomočjo momentnih enačb v točkah A^* in B^* . Momentno enačbo za točko B^* , kjer je $\sum M_{B^*} = 0$ zapišemo:

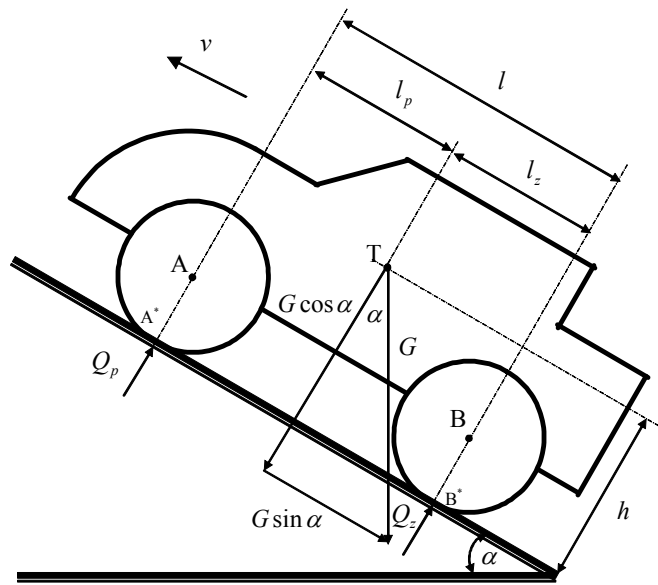
$$-Q_p \cdot l + G \cdot \cos \alpha \cdot l_z - G \cdot \sin \alpha \cdot h = 0 \Rightarrow Q_p = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot l_z - G \cdot \sin \alpha \cdot h}{l} \quad (1.61)$$

in momentno enačbo za točko A^* , kjer je $\sum M_{A^*} = 0$

$$Q_z \cdot l - G \cdot \cos \alpha \cdot l_p - G \cdot \sin \alpha \cdot h = 0 \Rightarrow Q_z = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot l_p + G \cdot \sin \alpha \cdot h}{l}. \quad (1.62)$$

Iz dobljenih enačb izhaja, da je spodnja os bolj obremenjena kot zgornja. Skupna teža vozila na strmini je:

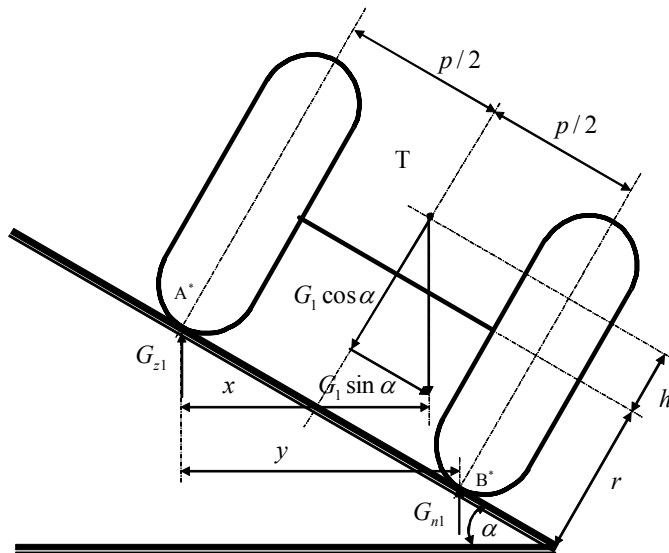
$$G \cdot \cos \alpha = Q_p + Q_z. \quad (1.63)$$



Slika 1.20: Vozilo na strmini
Vir: Lasten

1.8.6 Vpliv prečnega nagiba strmine na obremenitev zunanega in notranjega kolesa

Izračunajmo obremenitev zunanega G_{z1} in notranjega G_{n1} kolesa pri prečnem nagibu strmine.



Slika 1.21: Os na prečni strmini
Vir: Lasten

Komponenta sile G_1 , ki deluje vzporedno s strmino navzdol, je $G_1 \cdot \sin \alpha$ in povzroča stransko drsenje. Drsenje ne nastopi, dokler velja:

$$G_1 \cdot \cos \alpha \cdot k_d \geq G_1 \cdot \sin \alpha \Rightarrow k_d \geq \operatorname{tg} \alpha. \quad (1.64)$$

V praksi nastopi drsenje pri $k_d = 0,6$ oziroma $\alpha = 31^\circ$.

Obremenitve na kolesi izračunamo s pomočjo momentne enačbe v točkah A^* in B^* . Momentno enačbo za točko B^* , kjer je $\sum M_{B^*} = 0$, zapišemo:

$$G_1 \cdot (y-x) - G_{z1} \cdot y = 0 \Rightarrow G_{z1} = \frac{G_1 \cdot (y-x)}{y} \quad (1.65)$$

in momentno enačbo za točko A^* , kjer je $\sum M_{A^*} = 0$

$$-G_1 \cdot x + G_{n1} \cdot y = 0 \Rightarrow G_{n1} = \frac{G_1 \cdot x}{y}. \quad (1.66)$$

S pomočjo slike lahko izrazimo x in y :

$$x = \frac{p}{2} \cos \alpha + (r+h) \sin \alpha, \quad (1.67)$$

$$y = p \cdot \cos \alpha. \quad (1.68)$$

Dobljeni vrednosti vstavimo v enačbi (1.61) in (1.62) in dobimo:

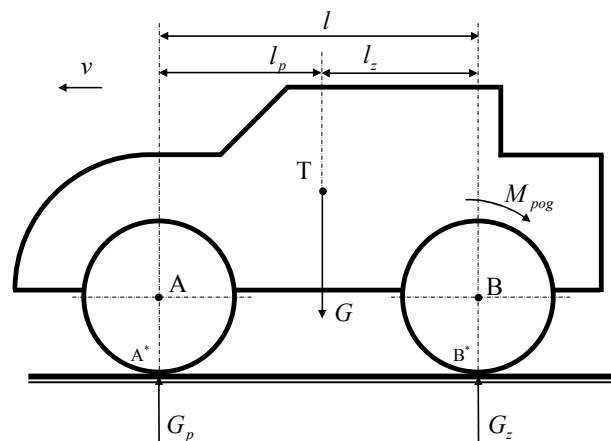
$$G_{z1} = G_1 \left(0,5 - \frac{r+h}{p} \operatorname{tg} \alpha \right), \quad (1.69)$$

$$G_{n1} = G_1 \left(0,5 + \frac{r+h}{p} \operatorname{tg} \alpha \right). \quad (1.70)$$

Ugotovimo lahko, da je notranje kolo dodatno obremenjeno, zunanje pa razbremenjeno.

1.8.7 Vpliv pogonskega momenta na osi koles vozila

Pogonski moment M_{pog} [Nm] deluje na pogonskem kolesu.



Slika 1.22: Delovanje pogonskega momenta
Vir: Lasten

Obremenitvi na osi, zaradi pogonskega momenta, izračunamo s pomočjo momentnih enačb v točkah A in B. Momentno enačbo za točko B, kjer je $\sum M_B = 0$, zapišemo:

$$-G_p \cdot l + G \cdot l_z - M_{pog} = 0 \Rightarrow G_p = \frac{G \cdot l_z - M_{pog}}{l} \quad (1.71)$$

in momentno enačbo za točko A, kjer je $\sum M_A = 0$

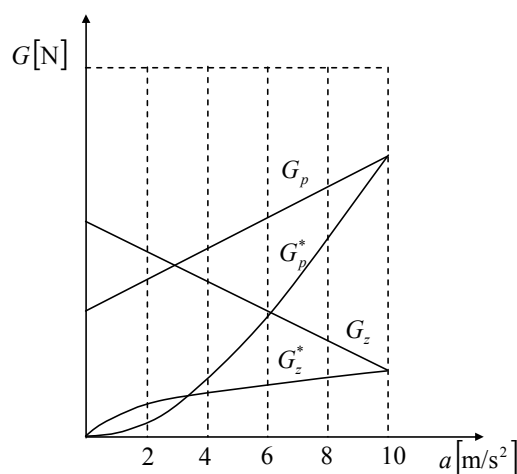
$$G_z \cdot l - G \cdot l_p - M_{pog} = 0 \Rightarrow G_z = \frac{G \cdot l_p + M_{pog}}{l}. \quad (1.72)$$

Pogonski moment razbremenjuje prednjo os in obremenjuje zadnjo.

V primeru, da vozilo zavira z momentom zaviranja M_{zav} [Nm], le ta deluje v nasprotni smeri od pogonskega momenta. Sklepamo lahko, da bo zaradi tega moment zaviranja razbremenjeval zadnjo in obremenjeval prednjo os.

1.8.8 Vpliv zaviranja na obremenitev osi koles vozila

Zaradi delovanja vztrajnostnih sil se spremeni razporeditev obremenitve na prednjih in zadnjih kolesih Goljar M. (1977). Slika prikazuje odvisnost obremenitve prednjih in zadnjih koles od pojemka vozila.



Slika 1.23: Obremenitev osi kolesa pri zaviranju

Vir: Lasten

Pri $a=0$ je približno 35 % obremenitve na prednjih kolesih G_p . Pri pojemku približno $a = 3,5 \text{ m/s}^2$ se sili na kolesih izenačita $G_p = G_z$. Pri povečevanju pojemka se nato obremenitev na prednji osi povečuje. Da ne pride do drsenja, mora veljati za prednjo os:

$$G_p^* \leq G_p \cdot k_d \quad (1.73)$$

in za zadnjo:

$$G_z^* \leq G_z \cdot k_d, \quad (1.74)$$

kjer sta G_p^* in G_z^* sili zaviranja, pri katerih ne pride do drsenja. Ti vrednosti se med zaviranjem spreminjata, tako da se spreminjajo tudi pogoji zaviranja. Da lahko z vozilom učinkovito zaviramo, moramo temu prilagoditi zavorni mehanizem.

Izračunajmo pojemek pri zaviranju vozila, ki vozi s hitrostjo v . Ko vozilo začne zavirati ima kinetično energijo W_k [J]

$$W_k = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{G \cdot v^2}{2g}, \quad (1.75)$$

ki se je med zaviranjem spremeni v zaviralno delo W_{zav} [J]

$$W_{zav} = F_{zav} \cdot l = \frac{G}{g} a \cdot l. \quad (1.76)$$

V enačbi je F_{zav} [N] sila zaviranja in l [m] pot zaviranja. Pojemek pri zaviranju lahko izračunamo:

$$a = F_{zav} \frac{g}{G}. \quad (1.77)$$

Pojemek pri zaviranju bo tem večji, čim večja je zaviralna sila F_{zav} , in čim manjša bo teža vozila G . Največji pojemek dobimo, če zaviramo z vsemi kolesi in je zaviralna sila:

$$F_{zav} = G \cdot k_d \Rightarrow a = g \cdot k_d. \quad (1.78)$$

V praksi so tako lahko pojemki $a \approx 5 - 8 \text{ m/s}^2$.

Zavno pot vozila lahko izračunamo:

$$l = \frac{W_{zav}}{F_{zav}} = \frac{W_k}{F_{zav}} = \frac{v^2}{2a}. \quad (1.79)$$

Pri zaviranju želimo, da je zavorna pot čim manjša. To dosežemo z malo hitrostjo vozila v oziroma velikim pojemkom a . Najkrajšo zavorno pot dobimo, ko zaviramo na vsa kolesa:

$$l = \frac{v^2}{2g \cdot k_d}. \quad (1.80)$$

Čas zaviranja t_{zav} [s] dobimo iz enačbe enakomerno pospešenega gibanja. Upoštevamo, da je končna hitrost vozila 0 in dobimo:

$$v = a \cdot t_{zav} \Rightarrow t_{zav} = \frac{v}{a} = \frac{2l}{v}. \quad (1.81)$$

Najkrajši čas pri zaviranju dosežemo:

$$t_{zav} = \frac{v}{g \cdot k_d}. \quad (1.82)$$

1.9 VPLIV VOŽNJE V OVINKU NA STABILNOST VOZILA

1.9.1 Centrifugalna sila

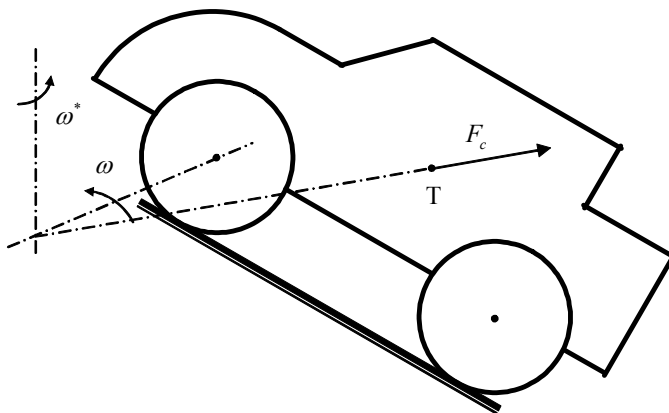
V ovinku delujejo na kolesa zraven sil pri premem gibanju še centrifugalne sile in sile, ki jih povzročata moment vrtavke. Centrifugalna sila F_c [N] deluje v težišču vozila in skuša vozilo potegniti iz ovinka

$$F_c = \frac{m \cdot v^2}{R} = \frac{G}{g} R \cdot \omega^2. \quad (1.83)$$

V enačbi je m [kg] masa vozila, R [m] polmer ovinka, v [m/s] hitrost vozila in ω [s^{-1}] kotna hitrost vozila. Centrifugalna sila dodatno obremenjuje zunanja kolesa in razbremenjuje notranja.

1.9.2 Moment vrtavke

V ovinku se kolesa vozila vrtijo okoli svoje osi s kotno hitrostjo ω . Celotno vozilo pa rotira okoli navidezne osi ovinka s kotno hitrostjo ω^* .



Slika 1.24: Vozilo v krivini
Vir: Lasten

Zaradi premikanja vozila v ovinku se os rotacije kolesa premakne. Zaradi premika osi nam rotacijske vztrajnostne sile povzročijo nastanek momenta vrtavke M_v [Nm], ki ga zapišemo:

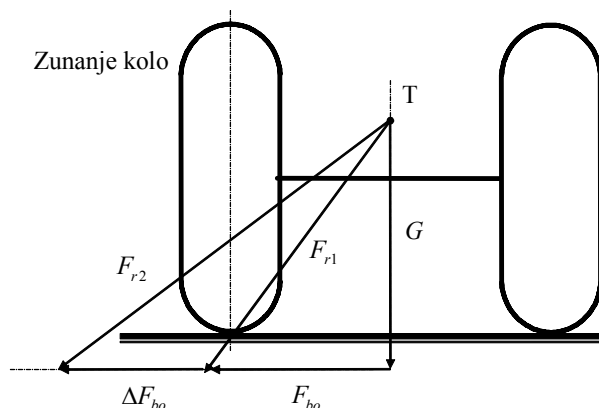
$$M_v = I_p \cdot \omega \cdot \omega^* = I_p \frac{v}{r} \frac{v}{R} = I_p \frac{v^2}{r \cdot R}. \quad (1.84)$$

V enačbi pomeni I_p [kgm²] polarni vztrajnostni moment, v [m/s] hitrost vozila, r [m] polmer kolesa in R [m] polmer ovinka. Moment vrtavke povzroči dodatno obremenitev zunanjih koles in razbremenitev notranjih.

1.9.3 Prevrčanje vozila v horizontalnem ovinku

Pri vožnji v ovinku lahko pride do prevračanja vozila, če se celotna obremenitev prenese na zunanja kolesa:

$$G_{n1} + G_{n2} = 0 \Rightarrow G_{z1} + G_{z2} = G. \quad (1.85)$$



Slika 1.25: Delovanje sil v ovinku
Vir: Lasten

Do prevračanja pride, ko gre rezultanta F_{r1} oziroma F_{r2} teže vozila G in stranske sile F_{bo} skozi ali izven dotikališča kolesa z voziščem. Da do prevračanje ne pride mora veljati zveza (Slika 1.25.):

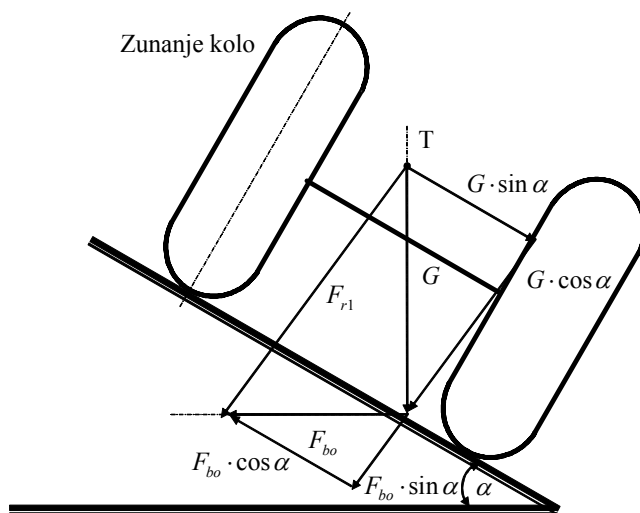
$$G \cdot k_d > F_{bo} + \Delta F_{bo} \quad (1.86)$$

oziroma na pogonskem kolesu (1.45) :

$$F_{po} > \sqrt{F_{vl}^2 + F_{bo}^2} . \quad (1.87)$$

1.9.4 Prevračanje vozila v ovinku z naklonom

Pri vožnji v ovinku z naklonskim kotom α , lahko deluje večja bočna sila kot v ovinku brez naklona.



Slika 1.26: Delovanje sil v ovinku z naklonom α
Vir: Lasten

Do stranskega drsenja ne pride, če velja

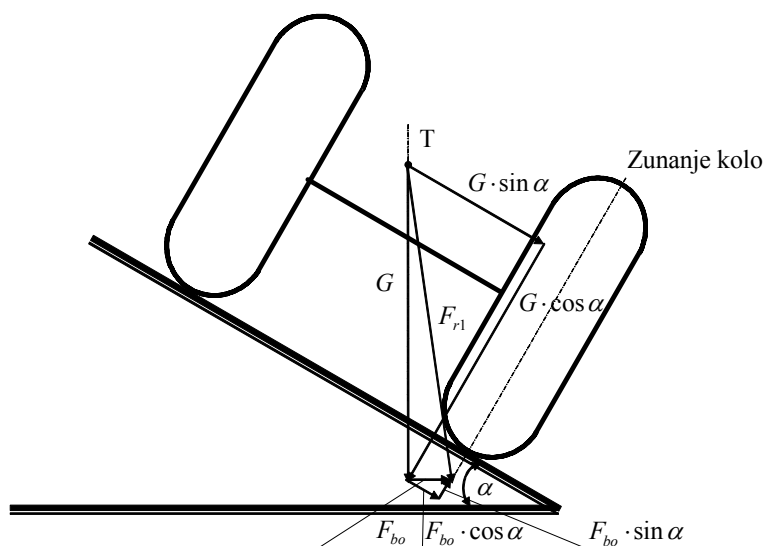
$$(G \cdot \cos \alpha + F_{bo} \cdot \sin \alpha) \cdot k_d > F_{bo} \cdot \cos \alpha - G \cdot \sin \alpha . \quad (1.88)$$

Iz enačbe je razvidno, da komponenta $F_{bo} \cdot \sin \alpha$ povečuje upor proti drsenju, medtem ko komponenta teže $G \cdot \sin \alpha$ zmanjšuje stransko silo, kar je vse skupaj ugodno glede stranskega drsenja. S takšnim nagibom morajo biti zgrajene ceste za večje hitrosti vozil.

V primeru ko je nagib v ovinku nagnjen v drugo smer (Slika 1.27.), pa majhna stranska sila ustvari rezultanto, ki gre izven dotikališča kolesa in podlage, kar privede do prevračanja vozila.

Do stranskega drsenja ne pride, če velja:

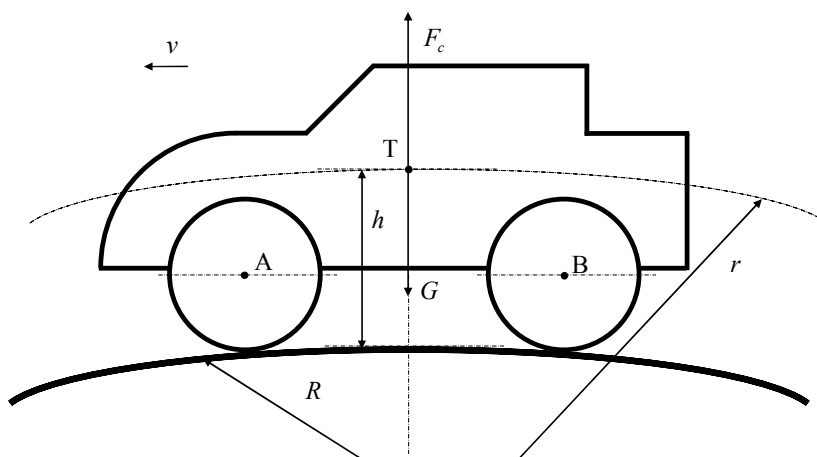
$$(G \cdot \cos \alpha - F_{bo} \cdot \sin \alpha) \cdot k_d > F_{bo} \cdot \cos \alpha + G \cdot \sin \alpha . \quad (1.89)$$

Slika 1.27: Delovanje sil v ovinku z naklonom α

Vir: Lasten

1.9.5 Vozilo na konveksni oziroma konkavni poti

Pri vožnji vozila po konveksni poti se pojavi centrifugalna sila F_c . Crnjac A., Crnjac P (1995), ki razbremenjuje kolesa. Zmanjša se vlečna in zavorna sposobnost vozila, kar je slabo.



Slika 1.28: Vozilo na konveksni poti

Vir: Lasten

Da vozilo obdrži stik s podlago mora veljati:

$$G > F_c. \quad (1.90)$$

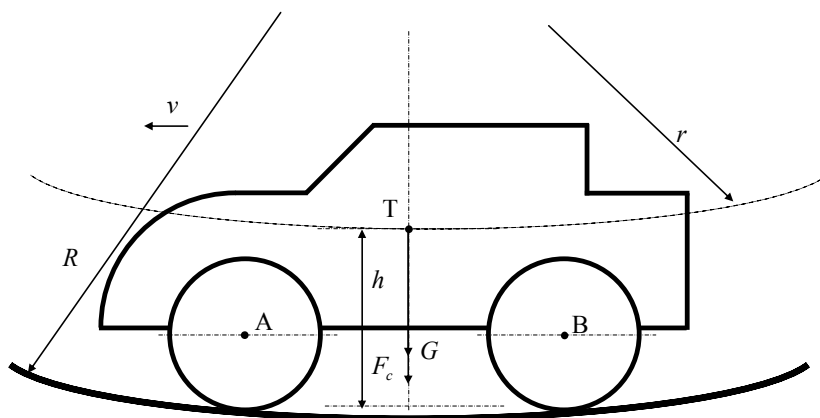
V praksi lahko vzamemo, da je $0,8 \cdot G \geq F_c$. Če je $R \gg h \Rightarrow r \approx R$ dobimo:

$$F_c = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow m \frac{v^2}{R} < 0,8 \cdot G. \quad (1.91)$$

Maksimalna dovoljena hitrost vozila na konveksni cesti je:

$$v_{\max} < \sqrt{0,8 \cdot g \cdot R} \approx \sqrt{8 \cdot R}. \quad (1.92)$$

Pri vožnji vozila po konkavni poti se pojavi centrifugalna sila F_c , ki deluje v isti smeri kot sila teže G .



Slika 1.29: Vozilo na konkavni poti
Vir: Lasten

Centrifugalna sila sedaj dodatno obremenjuje konstrukcijo vozila in v praksi velja $0,05 \cdot G \geq F_c$. Če je $R \gg h \Rightarrow r \approx R$ dobimo:

$$F_c = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow m \frac{v^2}{R} < 0,05 \cdot G. \quad (1.93)$$

Maksimalna dovoljena hitrost vozila na konveksni cesti je:

$$v_{\max} < \sqrt{0,05 \cdot g \cdot R} \approx \sqrt{0,5 \cdot R}. \quad (1.94)$$

1.10 MOČ POTREBNA ZA POGON VOZILA

Moč P_{pog} [W], ki je potrebna za premagovanje vseh uporov (1.37) oziroma moč na obodu pogonskih koles, izračunamo:

$$P_{pog} = F_u \cdot v. \quad (1.95)$$

Pri izračunu dejanske moči motorja P_m [W] moramo upoštevati še moč za premagovanje notranjih uporov P_n [W], ki se pojavijo v prenosu od sklopke do pogonskih koles:

$$P_m = P_{pog} + P_n \quad (1.96)$$

ali

$$P_m = P_k + P_z + P_s + P_i + P_n. \quad (1.97)$$

Moč na obodu pogonskih koles lahko tudi zapišemo:

$$P_{pog} = \eta_m P_m, \quad (1.98)$$

kjer je η_m izkoristek prenosa od sklopke do koles. Izgube transmisije nastajajo zaradi trenja v ležajih, trenja pri kotaljenju zobnikov in trenja zobnikov v oljni kopeli. Približne vrednosti izkoristka transmisije η_m so podane v tabeli.

Tabela 6: Izkoristek transmisije η_m

Vrsta vozila	Izkoristek transmisije
Lahki avtomobili	0,88–0,95
Tovorni avtomobili	0,80–0,90
Terenska vozila	0,78–0,85

Vir: Lasten

Če združimo enačbi (1.93) in (1.94), dobimo:

$$P_m = \eta_m \cdot P_m + P_n \Rightarrow P_n = (1 - \eta_m) \cdot P_m, \quad (1.99)$$

kar pomeni, da se za premagovanje notranjih uporov porabi približno 10 do 20% moči motorja P_m .

Moč motorja P_m [kW] izračunamo po empirični enačbi:

$$P_m = \frac{V_m \cdot p_m \cdot n \cdot k}{300 \cdot s}, \quad (1.100)$$

kjer je V_m [l] delovni volumen motorja, p_m [bar] srednji efektivni tlak v motorju, n [1/min] število vrtljajev motorja, k število valjev motorja in s število taktov motorja.

1.11 MEHANSKI MODEL VOZILA

Zapisali bomo mehanski model vozila s pomočjo katerega lahko izračunamo želene vrednosti, kot so medosna razdalja, obremenitev koles... Če želimo narediti takšen model, moramo najprej obravnavati dva sistema: pogonsko kolo (npr. zadnje) in ostali del.

1.11.1 Mehanski model vozila pri speljevanju

Motor s svojim delovanjem ustvarja moment motorja M_m [Nm], ki se preko konstrukcijskih elementov vozila prenaša na kolesa. Na pogonskem kolesu dobimo moment M_{pog} [Nm], ki ga izračunamo:

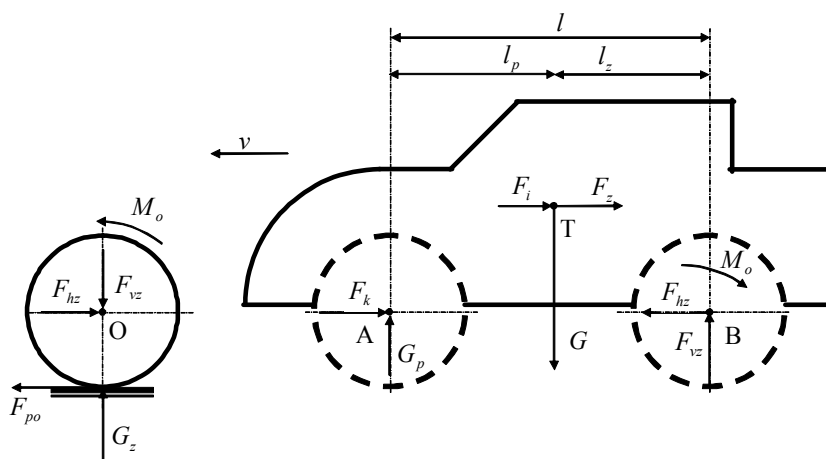
$$M_{pog} = M_m \cdot \eta_m \cdot i_o \cdot i_i. \quad (1.101)$$

V enačbi je η_m izkoristek prenosa od sklopke do koles, i_o je prestavno razmerje prenosa od menjalnika do koles in i_i je i -ta prestava v menjalniku. Prestavno razmerje i_o izračunamo z enačbo:

$$i_o = \frac{2\pi \cdot r \cdot n_m}{v}, \quad (1.102)$$

kjer je r [m] polmer kolesa, n_m [1/s] število obratov motorja in v [m/s] hitrost vozila.

Najprej bomo obravnavali vozilo, ki ima zadnja kolesa pogonska. Zaradi delovanja pogonskega momenta M_{pog} , teže vozila na pogonskem kolesu (zadnje) G_z in sile podlage F_{po} (1.40) na kolo, se na osi kolesa pojavita reakcijski sili F_{hz} [N] in F_{vz} [N], kot prikazuje slika.



Slika 1.30: Sistema: kolo in vozilo
Vir: Lasten

Ti sili in moment M_{pog} po zakonu akcije in reakcije na vozilo delujejo v obratni smeri kot na kolo:

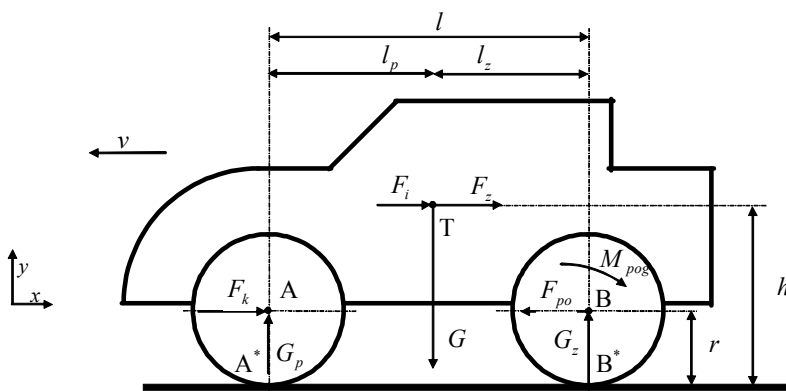
$$F_{hz} - F_{po} = 0 \Rightarrow F_{hz} = F_{po}, \quad (1.103)$$

$$G_z - F_{vz} = 0 \Rightarrow G_z = F_{vz}. \quad (1.104)$$

Iz sistema kolesa dobimo še povezavo:

$$M_{pog} = F_{po} \cdot r, \quad (1.105)$$

kjer je r [m] polmer kolesa. Če oba sistema združimo dobimo en sistem vozila, ki ga prikazuje slika.



Slika 1.31: Mehanski model vozila (zadnja kolesa pogonska)
Vir: Lasten

Če je vozilo v ravnovesju veljata vektorski enačbi:

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{0}, \sum \mathbf{M} = \mathbf{0}, \quad (1.106)$$

ki ju lahko zapišemo po komponentah:

$$\sum F_x = 0, \sum F_y = 0 \text{ in } \sum M_i = 0. \quad (1.107)$$

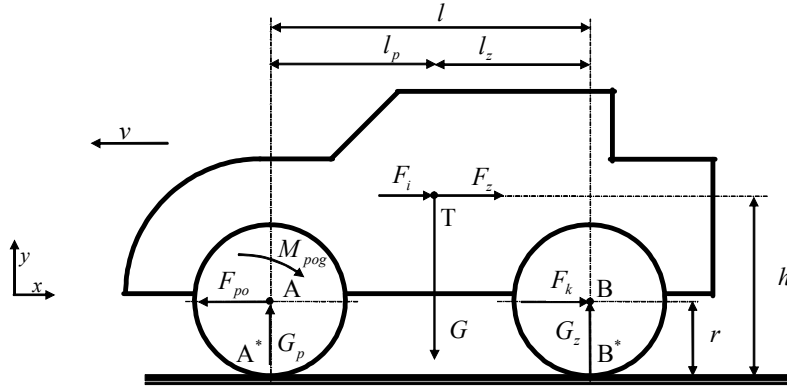
Enačbe za mehanski model na sliki zapišemo:

$$\sum F_x = 0: F_k + F_z + F_i - F_{po} = 0, \quad (1.108)$$

$$\sum F_y = 0: G_p + G_z - G = 0, \quad (1.109)$$

$$\sum M_B = 0: -M_{pog} + G \cdot l_z - F_z(h-r) - F_i(h-r) - G_p \cdot l = 0. \quad (1.110)$$

Obravnavajmo sedaj vozilo, ki ima prednji kolesi pogonski.



Slika 1.32: Mehanski model vozila (prednja kolesa pogonska)
Vir: Lasten

Če je vozilo v ravnovesju veljata vektorski enačbi:

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{0}, \sum \mathbf{M} = \mathbf{0}, \quad (1.111)$$

ki ju lahko zapišemo po komponentah:

$$\sum F_x = 0, \sum F_y = 0 \text{ in } \sum M_i = 0. \quad (1.112)$$

Enačbe za mehanski model na sliki zapišemo:

$$\sum F_x = 0: F_k + F_z + F_i - F_{po} = 0, \quad (1.113)$$

$$\sum F_y = 0: G_p + G_z - G = 0, \quad (1.114)$$

$$\sum M_A = 0: -M_{pog} - G \cdot l_p - F_z(h-r) - F_i(h-r) + G_z \cdot l = 0. \quad (1.115)$$

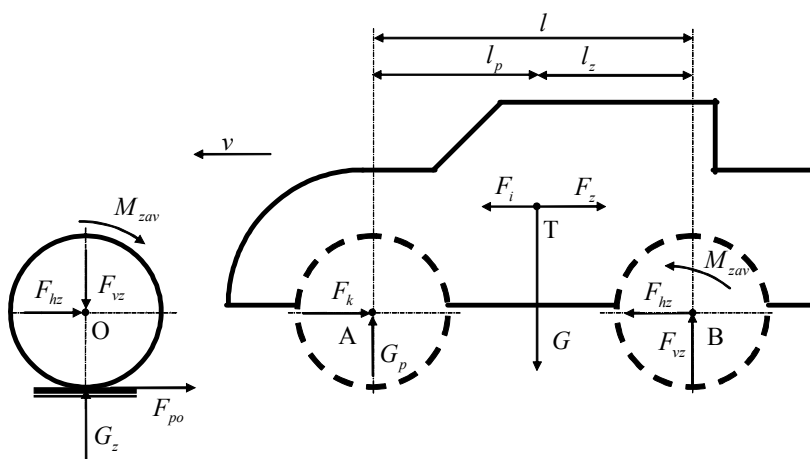
1.11.2 Mehanski model vozila pri zaviranju

Če vozilo zavira deluje na pogonskem kolesu momenta zaviranja M_{zav} [Nm]. Na osi kolesa se pojavita reakcijski sili F_{hz} [N] in F_{vz} [N], kot prikazuje slika 1.33.

Ti sili in moment M_{pog} pa po zakonu akcije in reakcije na vozilo delujejo v obratni smeri kot na kolo:

$$F_{hz} + F_{po} = 0 \Rightarrow F_{hz} = -F_{po}, \quad (1.116)$$

$$G_z - F_{vz} = 0 \Rightarrow G_z = F_{vz}. \quad (1.117)$$



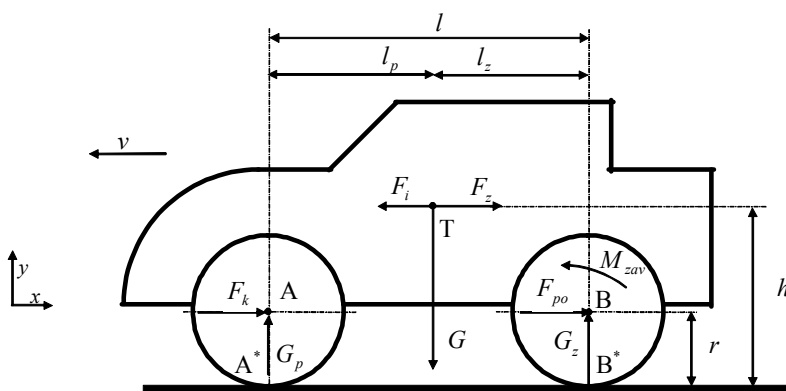
Slika 1.33: Sistema: kolo in vozilo

Vir: Lasten

Iz sistema kolesa dobimo še povezavo za maksimalni moment zaviranja:

$$M_{zav} = F_{po} \cdot r. \quad (1.118)$$

Če oba sistema združimo dobimo en sistem vozila, ki ga prikazuje slika.



Slika 1.34: Mehanski model vozila (zadnja kolesa pogonska)

Vir: Lasten

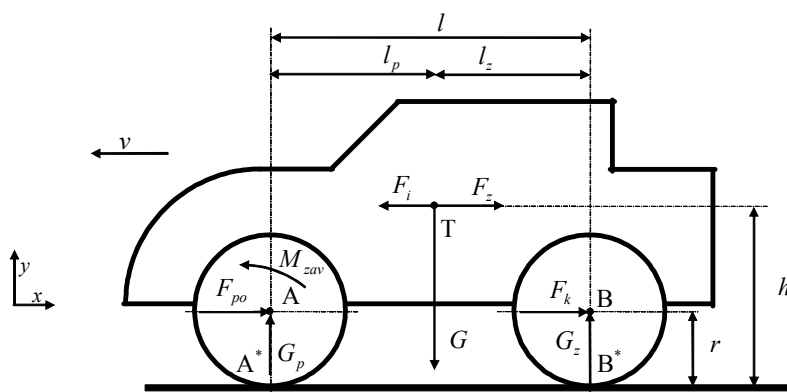
Za vozilo v ravnovesju lahko zapišemo enačbe:

$$\sum F_x = 0: F_k + F_z - F_i + F_{po} = 0, \quad (1.119)$$

$$\sum F_y = 0: G_p + G_z - G = 0, \quad (1.120)$$

$$\sum M_B = 0: M_{zav} + G \cdot l_z - F_z(h-r) + F_i(h-r) - G_p \cdot l = 0. \quad (1.121)$$

Zapišimo še enačbe, če so prednja kolesa pogonska, kot prikazuje slika.



Slika 1.35: Mehanski model vozila (prednja kolesa pogonska)

Vir: Lasten

Za vozilo v ravnovesju lahko zapišemo enačbe:

$$\sum F_x = 0: F_k + F_z - F_i + F_{po} = 0, \quad (1.122)$$

$$\sum F_y = 0: G_p + G_z - G = 0, \quad (1.123)$$

$$\sum M_A = 0: M_{zav} - G \cdot l_p - F_z(h-r) + F_i(h-r) + G_z \cdot l = 0. \quad (1.124)$$

1.11.3 Obodna sila in hitrost v odvisnosti od prestave vozila

Obodno silo na pogonskem kolesu (npr. zadnje) splošno zapišemo:

$$F_{po} = \frac{M_m \cdot \eta_m \cdot i_o \cdot i_i}{r}. \quad (1.125)$$

Obodno silo za prvo in drugo prestavo zapišemo:

$$F_{po1} = \frac{M_m \cdot \eta_m \cdot i_o \cdot i_1}{r}, \quad F_{po2} = \frac{M_m \cdot \eta_m \cdot i_o \cdot i_2}{r} \quad (1.126)$$

ter obe enačbi delimo. Dobimo povezavo:

$$\frac{F_{po1}}{i_1} = \frac{F_{po2}}{i_2} = \frac{F_{poi}}{i_i}. \quad (1.127)$$

Hitrost v posamezni prestavi zapišemo:

$$v = \frac{2\pi \cdot r \cdot \eta_m}{i_o \cdot i_i}. \quad (1.128)$$

Če zapišemo hitrosti za posamezno prestavo in enačbe delimo dobimo zvezo:

$$v_1 \cdot i_1 = v_2 \cdot i_2 = v_i \cdot i_i. \quad (1.129)$$

POVZETEK

Opisane in razložene so enačbe za izračun lege, hitrosti in pospeška vozila. Določili smo težišče vozila in pokazali njegov vpliv na obnašanje vozila na cestišču. Pokazan je vpliv uporov prevoznih sredstev na obremenitev osi. V zadnjem delu poglavja so izpeljane enačbe

za izračun moči, potrebne za pogon vozila, ter mehanski model vozila za računanje obremenitev sestavnih delov.



Razmisli:

- *V svoji okolici si oglejte cestna vozila. Analizirajte jih in ugotovite, če so optimalno izbrana glede namena uporabe.*



Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. *Naštejte upore prevoznih sredstev.*
2. *Kako izračunamo težišče vozila?*
3. *Razložite vpliv delovanja uporov na obremenitev osi.*
4. *Pojasnite razlike med mehanskimi modeli vozil.*

2 ZGRADBA VOZIL

V tem poglavju boste spoznali:

- pristop k zasnovi vozila,
- pomen aktivne in pasivne varnosti pri vozilih,
- posamezne konstrukcijske elemente vozila.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- proces modeliranja vozila,
- sestavo vozila,
- delovanje delov in sklopov vozil.

UVOD V POGLAVJE

Motorna vozila poganjajo motorji in niso vezana na vožnjo po tirih.

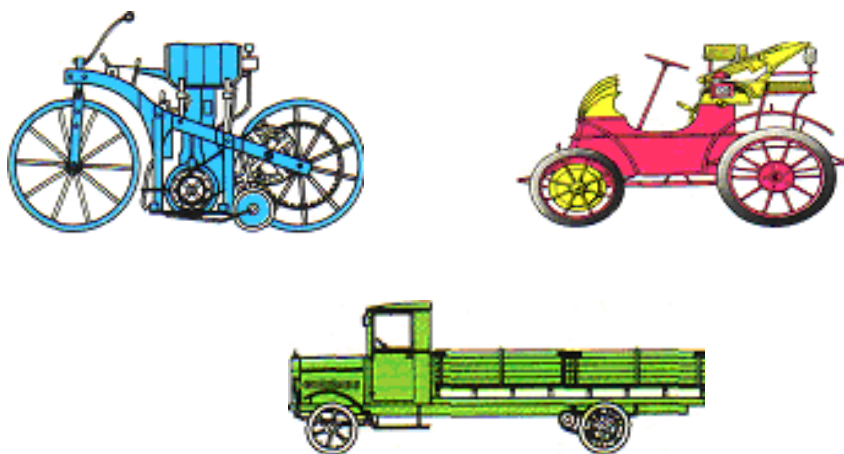
Prvi pomemben element, ki je vplival na razvoj motornih vozil, je bilo kolo. Prva kolesa so bila iz kamna in lesa. Lesena kolesa so obdali s kovinskim obročem, da so jim podaljšali življenjsko dobo. Gumijasta kolesa so se pojavila v 19. stoletju.

Prva motorna vozila so se pojavila po Wattovi iznajdbi parnega stroja leta 1769. Leta 1786 je Meerdock zgradil vozilo, ki ga je poganjal parni stroj. Leta 1835 so v Parizu vozili prvi parni avtobusi.

Naslednja stopnja v razvoju motornih vozil je bil razvoj motorjev z notranjim zgorevanjem. Motor z notranjim zgorevanjem omogoča ustvarjanje toplote in njeno pretvorbo v mehansko delo v istem stroju. Zgodovinski pregled razvoja:

- ❑ 1860. leta – Francoz Lenoir zgradi prvi delujoči motor z notranjim zgorevanjem, s pogonom na svetilni plin in izkoristkom približno 3%;
- ❑ 1867. leta – Otto in Langen na pariški svetovni razstavi prikažeta izboljššan motor z notranjim zgorevanjem, katerega izkoristek je približno 9%;
- ❑ 1876. leta – Otto izdelava prvi plinski motor s stiskanjem s štiritačnim delovanjem; delovni izkoristek je približno 15%; skoraj hkrati Anglež Clerk izdelava prvi dvotaktni motor na plinski pogon;
- ❑ 1883. leta – Daimler in Maybach razvijeta prvi hitrotekoči štiritačni bencinski motor z vžigom na žarilno cev;
- ❑ 1885. leta – prvo Daimlerjevo dvokolo z motornim pogonom; prvo Benzevo trikolesno vozilo na motorni pogon;
- ❑ 1886. leta – prva štirikolesna kočija z Daimlerjevim bencinskim motorjem;
- ❑ 1889. leta – Anglež Dunlop prvič uporabi pnevmatike;
- ❑ 1893. leta – Maybach izumi uplinjač s šobami za vbrizgavanje; hkrati Američan Ford izdelava svoj prvi avtomobil, Diesel pa patentira svoj postopek za izdelavo motorjev na težko motorno olje;
- ❑ 1897. leta – podjetje MAN izdelava prvi dizelski motor, ki je sposoben za obratovanje;
- ❑ 1897. leta – prvi elektromobil Ferdinanda Porscheja;
- ❑ 1898. leta – začetek proizvodnje avtomobilov v tovarni Opel;
- ❑ 1899. leta – ustanovitev tovarne FIAT v Torinu;

- 1916. leta – ustanovitev tovarne BMW;
- 1923. leta – prvi tovornjak z dizelskim motorjem, izdelan v tovarni Benz-MAN;
- 1926. leta – združita se podjetji Daimler in Benz;
- 1936. leta – Daimler-Benz začne serijsko proizvodnjo osebnih avtomobilov z dizelskim motorjem;
- 1938. leta – ustanovitev tovarne VW;
- 1950. leta – tovarna Rover vgradi v motorna vozila prvo plinsko turbino;
- 1958. leta – NSU-Wankel izdelala motor z vrtečim se batom.



Slika 2.1: Daimlerjevo motorno kolo 1885 (0,37 kW; 12 km/h), Elektromobil 1897,
Tovornjak Benz-MAN 1923
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

2.1 ZASNOVA VOZIL

Pri konstruiranju motornega vozila je potrebno upoštevati:

- vrsto vozila,
- prometne karakteristike vozila,
- namen vozila,
- uradne predpise za gradnjo motornih vozil...

Pri osebnih vozilih upoštevamo:

- mirnost teka,
- lahek vstop in izstop,
- zadostno hitrost...

Pri tovornih vozilih pa zahtevamo še:

- visoko ekonomičnost, ki je izražena s koeficientom:

$$k_b = \frac{G_{bremena}}{G_{vozila}} = 0,5 - 2, \quad (3.1)$$

- lahko nakladanje in razkladanje ter primerno razporeditev tovora...

Predpisi, ki jih moramo pri gradnji vozil upoštevati, so:

- dimenzije vozila,
- obremenitev osi,
- širina med kolesi...

Pri tovornih vozilih je maksimalna višina 4 m, maksimalna širina 2,5 m in maksimalna dolžina 22 m. Obremenitev osi pri tovornih vozilih je odvisna od števila le-teh. Zakon tudi predpisuje, da morajo vozila imeti:

- dve zavori,
- možnost vzvratne vožnje,
- zvočni signal,
- razsvetljava,
- ogledala,
- brisalec stekla...

Mirnost in varnost vožnje dosežemo, če je nizko težišče vozila, če so mehke vzmeti, če je zadosten prečni razmak koles... Ekonomičnost v eksploataciji dosežemo z majhno lastno težo, z vzdržljivostjo delov, z enostavno zamenjavo delov, s poceni vzdrževanjem...

Aktivna varnost je zmanjšanje posledic nesreč in trkov s konstrukcijo vozila, ki ima varnostne rezerve, tako da lahko v kritičnih razmerah popravimo napake pri vožnji. Pomembno je:

- nevtrarno obnašanje v zavojih,
- stabilna vožnja naravnost,
- zaviranje z največjim možnim pojemkom brez blokiranja (ABS),
- lahko in zanesljivo usmerjanje,
- vzmetenje in dušenje nihanj, ki je usklajeno z obesami koles, tako da se vozilo pri nenadnem zaviranju ne obrne.

Pasivna varnost je, da kadar ne moremo več preprečiti nesreče; varovalne naprave morajo čim bolj zmanjšati možnost telesnih poškodb ali smrti zaradi nesreče.

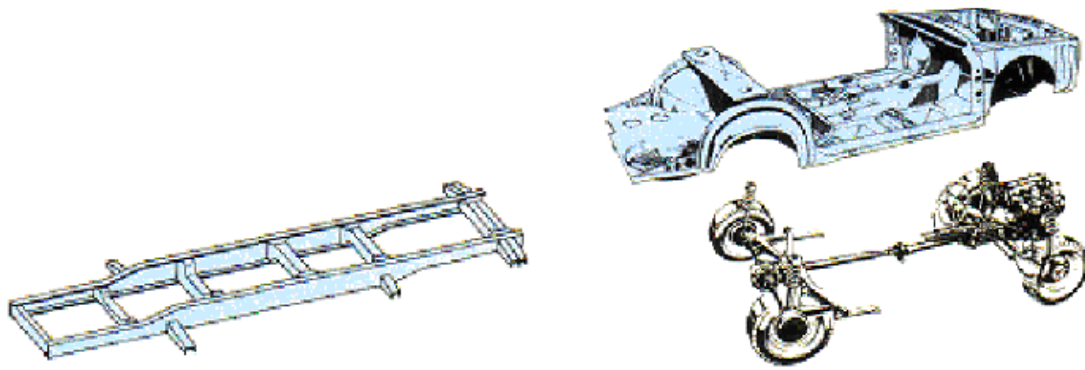
2.2 KONSTRUKCIJSKI ELEMENTI VOZIL

Osnovni konstrukcijski elementi vozila so:

- nosilni okvir oziroma samonosna karoserija,
- vzmetenje,
- obese,
- krmilje,
- kolesa in pnevmatike,
- zavore,
- motor,
- sklopka,
- menjalnik,
- kardanska gred,
- gonilo z diferencialom.

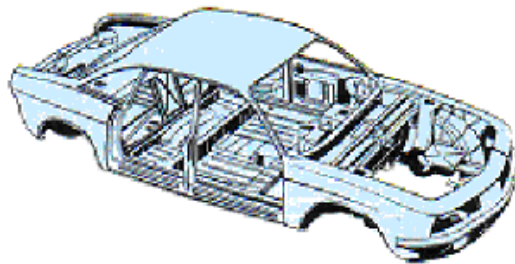
2.2.1 Nosilni okvir

Nosilni okvir je trdno ogrodje, na katerega so pritrjeni motor, krmilni sistem, vzmetenje, preme, karoserija... Biti mora lahek in kljub temu dovolj trden, da drži svojo obliko. Izdelan je iz žilavega jekla z visoko trdnostjo. Pri tovornjakih in terenskih vozilih uporabljamo pravokotni okvir (slika 2.2.), ki je sestavljen iz dveh vzdolžnih in več prečnih nosilcev različnih presekov. Proti sredini so vzdolžni nosilci nekoliko širši, ker so na tem mestu najbolj obremenjeni na upogib.



Slika 2.2: Pravokotni okvir, Samonosna izvedba okvirja
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Pri osebnih vozilih in kombiniranih vozilih uporabljamo samonosno izvedbo okvirja (slika 2.2.). Z varjenjem preostalih pločevinastih delov, kot npr. strehe z okvirjem in srednjih nosilcev in blatnikov, nastane samonosna karoserija (slika 2.3.).



Slika 2.3: Samonosna karoserija
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Protikorozijska zaščita je lahko aktivna ali pasivna. Aktivno zaščito izvajamo lahko:

- ❑ pri materialu (ustrezna sestava zlitine iz plemenitih kovin),
- ❑ pri sredstvih, ki povzročajo korozijo (izločimo vlago iz zraka),
- ❑ s spreminjanjem pogojev reakcije (zvišanje temperature motornega olja, dokler ne odstranimo vsebovane kondenzirane vode).

Pasivno protikorozijsko zaščito izvajamo s pomočjo zaščitnih plasti, kovinskih in nekovinskih prevlek.

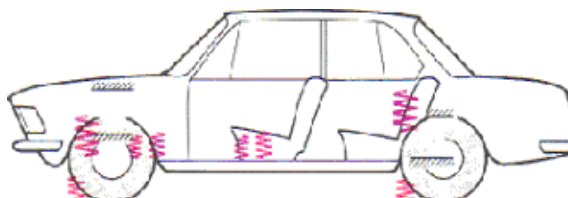
2.2.2 Vzmetenje

Nobeno cestišče ni povsem ravno. Poleg vrtenja morajo zato kolesa nihati gor in dol. Pri hitri vožnji si takšna gibanja sledijo zelo hitro, tako da lahko pospeški pravokotno na smer vožnje dosežejo večkratno vrednost zemeljskega pospeška. Na vozilo torej delujejo velike, sunkovite sile, ki so tem večje, čim večja je gibajoča se masa. Naloga vzmetenja vozila je blaženje udarcev, ki jih te sile povzročijo. Poleg blaženja je vzmetenje pomembno za:

- ❑ udobje med vožnjo: udarci s cestišča so za potnike zelo neprijetni in škodujejo zdravju. Občutljivo blago, ki ga prevažamo, se lahko uniči, mnogi sestavni deli vozila so čezmerno obremenjeni. Vzmetenje torej prevzema vse udarce s cestišča in nihanja zaduši.
- ❑ varnost med vožnjo: pri večjih neravnostih lahko vozilo zgubi stik s cestiščem. Dokler so kolesa v zraku, ne morejo prenašati sil, npr. zaviranja ali usmerjanja.
- ❑ obnašanje v ovinkih: zlasti pri hitri vožnji v ovinkih je oprijem koles s cestiščem na notranji strani krivulje slabši, kar povzroči zmanjšanje stranske vodilne sile, tako da

vozilo lahko zanese iz ovinka. Skupaj z blažilniki in stabilizatorjem mora torej zagotavljati stalen oprijem koles s cestiščem.

Vzmeti so vgrajene med obesami koles in karoserijo oziroma okvirjem. Njihovo delovanje podpira delovanje avtomobilskih pnevmatik, kar pa samo po sebi ne zadošča za vzmetenje celotnega vozila. Dodatno vzmetenje predstavljajo tudi vzmeti v sedežih, vendar to koristi le potnikom.



Slika 2.4: Vzmetenje osebnega vozila
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Udarci zaradi neravnosti cestišča niso usmerjeni le navpično, temveč v manjši meri delujejo na vozilo tudi s strani, tako da mora vzmetenje učinkovati tudi s strani. Prečno vzmetenje deloma prevzamejo pnevmatike, deloma pa ležajni nastavki iz gume, ki služijo za pritrditev in vodenje obes avtomobilskih koles.

Pri vozilih razlikujemo vzmetene dele (karoserija s tovorom) in nevzmetene dele (kolesa, deli obes). Vsi ti različni deli so medsebojno povezani z vzmetmi. Zaradi tega nastane medsebojno povratno delovanje, tako da oba dela neodvisno drug od drugega nihata z različnima frekvencama.

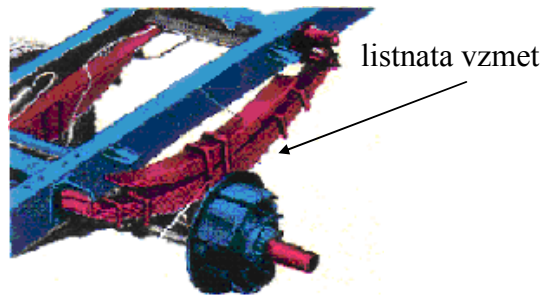
Zaradi udobne vožnje si konstrukterji vozil prizadevajo uporabiti mehko vzmetenje, vendar že majhna sprememba teže vozila zaradi tovora povzroči spremembe voznih lastnosti vozila. Pri vozilih, vzmetenih z vzmetmi z linearno karakteristiko, amplitude nihanja naraščajo premosorazmerno z naraščanjem teže tovora, premosorazmerno pa se zmanjšuje tudi razdalja med dnom vozila in cestiščem. Vzmeti s progresivno karakteristiko pa z naraščanjem obremenitve postajajo vse bolj toge, zato amplitude nihanj ne naraščajo linearno, manj pa se spremeni tudi osnovni nivo vozila.

Največ se uporabljajo:

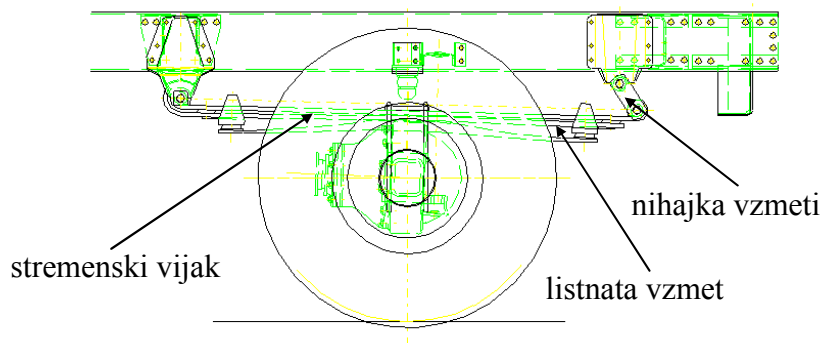
- jeklene vzmeti,
- plinske vzmeti,
- vzmeti iz gume.

Delovanje jeklenih vzmeti povzroči elastična deformacija vzmetnega jekla pod mejo lezenja. Karakteristika vzmeti je linearna, vendar jo s primerno konstrukcijsko izvedbo lahko spremenimo v progresivno. Med jeklene vzmeti spadajo:

- listnate, ki so izdelane so iz več plasti jeklenih listov v obliki polelipse. Vzmetni listi so v sredini prevrtani in s stremenskim vijakom pritrjeni skupaj, kar hkrati preprečuje medsebojno vzdolžno premikanje posameznih listov. Zasuke listov preprečujejo vzmetne spone. Zaradi trenja med posameznimi listi ima listnata vzmet lastno dušenje. Ta lastnost sicer zahteva več vzdrževanja. Med vzmetnimi listi ne smemo dopustiti rjavenja, torej jih je treba stalno mazati,

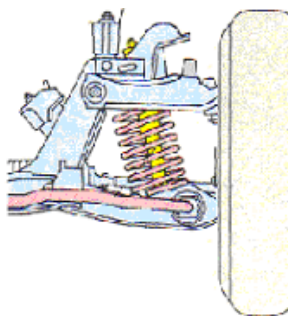


Slika 2.5: Listnata vzmet
Vir: Bohner M. in drugi, 1999



Slika 2.6: Listnata vzmet
Vir: Lasten

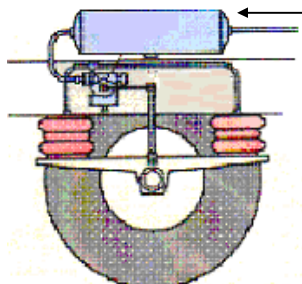
- vijačne, ki se uporabljajo zlasti za lažja vozila. Obremenjene so na vzvoj (torzijo), imajo linearno karakteristiko in skoraj nimajo dušenja. S spremenljivim korakom ali s stožčasto obliko in uporabo posebnega jekla lahko dosežemo tudi progresivno vzmetno karakteristiko,



Slika 2.7: Vijačna vzmet
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

- torzijske, ki se uporabljajo pri osebnih vozilih. Ponavadi uporabljamo vzmeti v obliki torzijskih palic. Palice so na enem koncu trdno vpete, na drugem, ki nosi nihalko za kolesa, pa ležijo v drsnem ležaju.

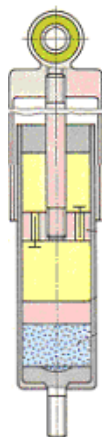
Pri plinskih vzmeteh za vzmetenje izkoristimo elastičnost zaprtega plina (zraka ali dušika). Zračne vzmeti imajo progresivno karakteristiko in so zelo primerne za vozila s spremenljivo obtežbo. S spreminjanjem zračnega tlaka v vzmeteh lahko njihovo togost prilagajamo obtežbi in vzdržujemo nivo vozila.



Slika 2.8: Plinska vzmet
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Vzmeti iz gume so iz naravne ali umetne gume, ki sta zelo elastični in imata visoko lastno dušenje. Vzmeti iz gume izdelujejo v mnogih izvedbah, vendar same gume pri pravih avtomobilskih vzmeteh ne uporabljamo. Visoko lastno dušenje gume v povezavi z njeno visoko elastičnostjo izkoristimo za prestrazanje tresljajev z visoko frekvenco in za dušenje ropota.

Blažilniki nihanj pripomorejo k hitrejšemu dušenju nihanja vzmeti in okvirja vozila in s tem povečajo varnost motornih vozil ter udobje pri vožnji. Vgradimo jih med obese koles in karoserijo. Nihanji koles in karoserije imata različni frekvenci, tako da mora pravilno nastavljen in dober blažilnik učinkovati na obe. Za ublažitev udarcev skoraj izključno uporabljamo hidravlične teleskopske blažilnike, kjer se v valju premika bat in izriva olje skozi majhne izvrtine ali ventile. S spreminjanjem pretočne upornosti olja pri premikanju bata sem in tja omogočimo prilagajanje blažilnika lastnostim vozila. Z blažilniki pretvorimo nihajno energijo v toploto.



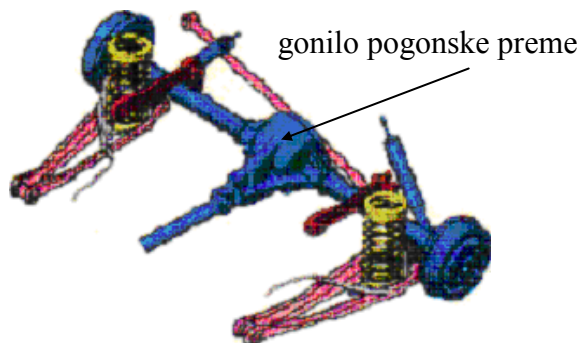
Slika 2.9: Blažilnik
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

2.2.3 Obese

Glede na vrsto vzmetenja in pogona koles uporabljamo različne izvedbe prem oziroma obese koles. Toge preme uporabljamo pri osebnih vozilih kot zadnje preme, medtem ko spredaj zaradi velike porabe prostora pod motorjem niso tako uporabne. Pri tovornjakih uporabljamo

toge preme spredaj in zadaj, saj imajo veliko nosilnost. Neodvisne obese so se zlasti obnesle pri sprednjih kolesih, vendar jih zaradi majhne porabe prostora, manjše teže in medsebojne neodvisnosti obeh koles pogosto uporabljamo tudi zadaj.

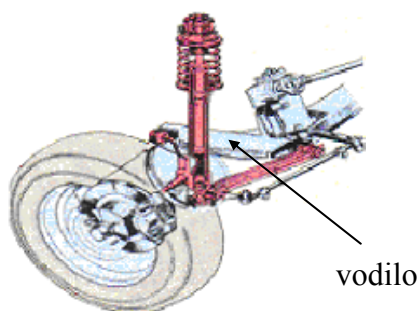
Pri togi premi povezuje obe kolesi toga cev ali ohišje, ki je pritrjeno na vzmeti. Pri nihanju toge preme se stekanje in zaostajanje koles ne spreminjata. Kadar vozilo na eni strani prevozi oviro, se vedno nagne cela prema in se spremeni previs koles.



Slika 2.10: Pogonska toga prema
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Toga prema je lahko pogonska ali brez gonila. V primeru, da je toga prema pogonska, je izdelana kot ohišje diferenciala ali obeh zadnjih polgredi. Pri vozilih s sprednjim pogonom je lahko zadnja prema izdelana tako preprosto, da ima zelo majhno nevzmeteno maso. Najenostavnejša pritrnitev toge zadnje preme je z listnatimi vzmetmi, ki obvladujejo vzmetenje in vodenje koles. Ob uporabi torzijskih, vijačnih ali zračnih vzmeti prenašajo vzdolžne kolesne sile vzdolžna vodila, prečne pa prečno vodilo.

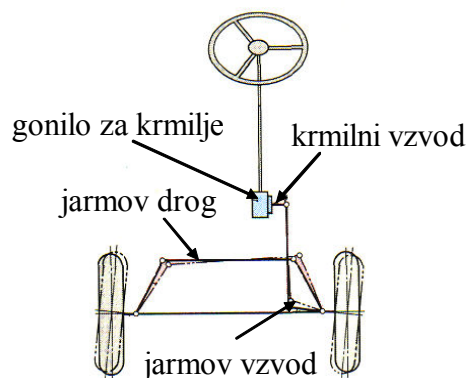
Pri nihalnih obesah je masa nevzmetenih delov zelo majhna. Pri vožnji prek ovire le z enim kolesom to ne vpliva na drugo kolo. Za vodenje sprednjih obes uporabljamo vzdolžna in prečna vodila. Zadnja kolesa pa vodimo z vzdolžnimi, poševnimi in prečnimi vodili.



Slika 2.11: Neodvisna obesa
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

2.2.4 Krmilje

Voznik upravlja vozilo z volanom iz kabine. Če zavrtimo volan v desno, se kolesi obračata v desno in obratno. Glavni deli za krmiljenje vozila so volan, gonilo za krmiljenje, jarmov drog, volanov drog in jarmov vzvod.

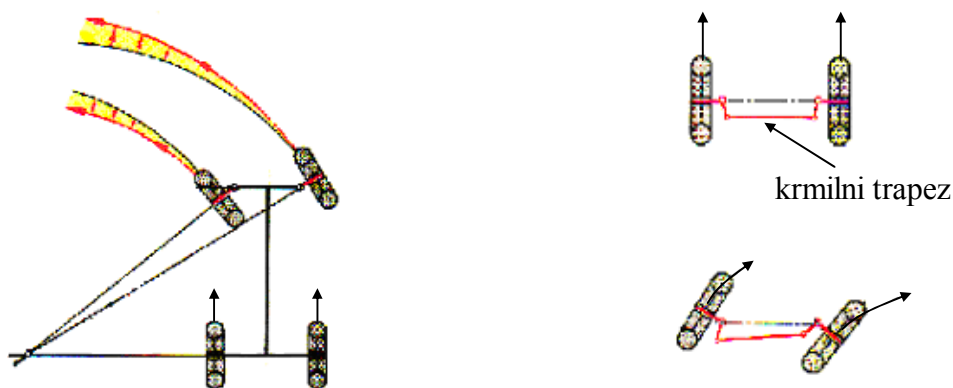


Slika 2.12: Krmilje vozila
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Naloge krmilja so:

- usmerjanje sprednjih koles v želeno smer,
- omogočanje različnih kotov zasuka obeh sprednjih koles pri vožnji v ovinkih,
- zadostno povečanje vrtilnega momenta sile rok pri usmerjanju koles.

Pri vožnji v zavojih prevoznika kolesi iste osi različno dolgo pot. Če sta obe kolesi enako obrnjena, se ne more nobeno od njiju kotaliti po svoji naravni poti. Vsako kolo pa sili drugo v nenaravni vozni tir, tako da se poleg kotaljenja hkrati giblje tudi drsno. Kolesi na vozni poti zato zdrsavata. Če naj se kolesi kotalita brez stranskega zdrsavanja, mora biti kolo na notranji strani ovinka bolj obrnjeno od kolesa na zunanji strani ovinka, tako da se podaljšani srednjici premnikov obrnjenih koles sekata na podaljšani srednjici zadnje preme. Krožnici sprednjih in zadnjih koles imata torej skupno središče. Pri vožnji naravnost jarmov drog in oba krmilna vzvoda s sprednjo premo oblikujeta krmilni trapez. S krmilnim trapezom dosežemo različni zasuk preusmerjenih koles.



Slika 2.13: Zasuk premika in krmilni trapez
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Previs imenujemo naklon (nagnjenost) kolesa glede na navpičnico, s katero imata skupno izhodišče v stični točki s podlago. Medosna razdalja označuje razdaljo med središčema sprednjih in zadnjih koles. Kolotek je razdalja med sredinama pnevmatik dveh koles iste osi, merjen na vozni ravnini. Kot razlike zasukov koles je tisti kot, za katerega je kolo na notranji strani krivine bolj zasukano od tistega na zunanji.

2.2.5 Kolesa in pnevmatike

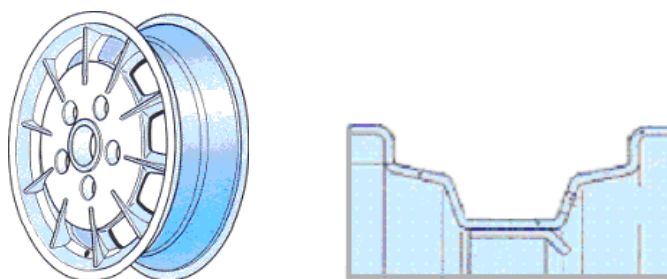
Kolesa morajo imeti naslednje lastnosti:

- majhna teža,
- majhen premer (večji zasuk),
- visoka oblikovna trdnost in elastičnost,
- dobro odvajanje toplote (toplota zaradi kotaljenja, zavorna toplota),
- preprosta zamenjava poškodovanih pnevmatik.

Kolo sestavljata platišče in osrednji del, ki je praviloma skledaste oblike, s srednjo odprtino in izvrtinami za vijake. Namesto skledastega dela je pri nekaterih izvedbah predvidena kolesna zvezda, ali pa je platišče s pestom povezano z jeklenimi naperami. Kolo je pritrjeno na prirobnico kolesnega pesta s posebnimi maticami ali vijaki. Kolesno pesto je vrtljivo uležajeno v premniku. Poleg tega sta na prirobnico pesta trdno pritrjena tudi zavorni boben in zavorna plošča. Pri odprtih ležajih pokrov pesta ščiti ležaj in obenem rabi kot prostor za mazalno mast.

Poznamo platišča, ki so trdno povezana s skledastim delom in takšna, ki jih lahko snamemo. Poleg tega razlikujemo poglobljena (nedeljena) in ravna (deljena) platišča. Pri osebnih vozilih in motornih kolesih uporabljamo le nedeljena platišča, ki so trdno prikovičena ali privarjena oziroma ulita ali kovana v enem, skupaj s skledastim delom. Pri tovornjakih, gospodarskih vozilih in prikolicah zaradi lažje montaže uporabljamo deljena platišča. Ker je zatesnitev težje izvedljiva, moramo praviloma uporabljati zračnice.

Mere in oznake platišč so standardizirane. Oznako platišča vtisne na vsako kolo že proizvajalec. Osnovni dve meri sta širina in premer platišča, ki sta podani v colah.



Slika 2.14: Platišče
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

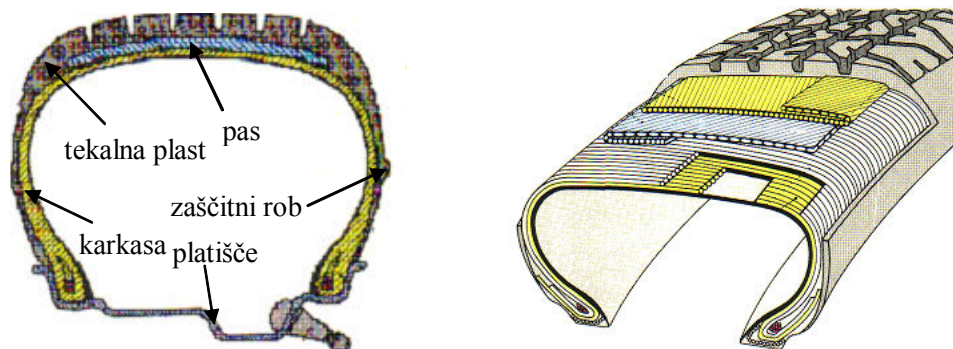
Pnevmatike morajo izpolniti naslednje zahteve:

- prenašanje teže vozila,
- blaženje manjših udarcev s cestišča,
- majhna kotalna upornost (majhno notranje trenje in ogrevanje),
- dovolj dolga življenjska doba,
- kotaljenje brez ropota in tresljajev,
- prenašanje pogonskih, zavornih in stranskih vodilnih sil.

K pnevmatiki sodijo zračnica z ventilom, plašč in ščitnik. Pri deljenih platiščih ima pnevmatika ščitnik, ki zavaruje zračnico pred poškodbo. Poškodbo bi lahko povzročili stični robovi deljenega platišča. Gumijasta zračnica mora ustrezati velikosti plašča. Zračnico polnimo s stisnjanim zrakom skozi ravni ali kotni ventil. Plašč ima nosilno ogrodje, ki je iz

kordne tkanine in ga pri diagonalnih plaščih predstavlja karkasa, pri radialnih pa karkasa in pas. Vsak plašč ima tudi tekalno plast, bočnico z zaščitnim robom, tesnilno plast in nogo z žičnim jedrom. Pri diagonalnih pnevmatikah so vlaknaste plasti položene druga na drugo tako, da se diagonalno križajo. Pri radialnih pnevmatikah so plasti kordne tkanine v karkasi položene druga na drugo in se ne križajo. Pri večjih hitrostih tečejo radialne pnevmatike mirnejše od diagonalnih.

Karkaso sestavljajo plasti gumirane kordne tkanine z viskozniimi, poliamidnimi, jeklenimi ali poliestrskimi vlakni. Plasti so položene tako, da smeri vlaken tvorijo ostri kot glede na smer vožnje (diagonalni plašči), ali pa so smeri vlaken pravokotne na smer vožnje (radialni plašči). Tudi pas sestavljajo plasti gumirane kordne tkanine z jeklenimi pletenicami in tekstilnimi ali steklenimi kordi. Plasti so položene tako, da smeri vlaken tvorijo ostri kot glede na smer vožnje. Pas se uporablja le pri radialnih plaščih. Tekalna plast ima izdelan profil, pri katerem vzdolžni utori zagotavljajo stransko vodenje plašča, prečni pa prenašajo pogonske sile. Pri velikih hitrostih na mokrem cestišču se med plaščem in cestiščem ustvari vodni klin, ki prekine oprijem s cestiščem, tako da vozilo ni več mogoče krmiliti (akvaplaning). Nevarnost tega pojava zmanjša ustrezna globina pravilno oblikovanih utorov, ki lahko prevzamejo veliko količino vode in jo hitro odvedejo navzven. Zakonsko predpisana najmanjša globina utorov (1,6 mm) v ta namen ne zadošča (trenutno v Sloveniji 1 mm za osebna vozila in 2 mm za tovorna vozila).



Slika 2.15: Pnevmatika
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Podatek o velikosti plašča obsega naslednji dve meri: širino plašča v colah ali mm in premer platišča v colah ali mm. Podane številčne vrednosti se ne ujemajo z dejansko velikostjo, zato moramo natančne vrednosti povzeti iz standardne tabele. Vse mere veljajo za napolnjene in neobremenjene pnevmatike. Pokončno stoječa obremenjena pnevmatika ima manjši polmer (razdalja središča kolesa od površine cestišča) od neobremenjene pnevmatike. Ta polmer označujemo kot statični polmer r_s . Med vožnjo se pnevmatika zaradi vzmetenja delno dviguje, delovni polmer je spet nekoliko večji in ga označujemo kot dinamični polmer r_d .

Glede na najvišjo dopustno hitrost osebnih in tovornih vozil, so pnevmatike razdeljene v hitrostne razrede. Najvišja dovoljena hitrost pnevmatike je označena s simbolom hitrosti.

Tabela 7: Hitrostne kategorije pnevmatik

Najvišja hitrost pnevmatike v km/h	Simbol hitrosti
150	P
160	G
180	S
190	T
210	H
240	V
270	W
nad 240	ZR

Vir: Lasten

Pri nosilnosti razlikujemo pnevmatike po njihovi sposobnosti prenašanja obremenitve. Za označevanje so doslej uporabljali število PR, ki ga je zamenjal številčni indeks nosilnosti LI (Load Index), ki nam podaja največjo nosilnost pnevmatike.

Tabela 8: Nosilnost avtomobilskih pnevmatik

Indeks nosilnosti	Nosilnost [kg]	Indeks nosilnosti	Nosilnost [kg]
75	387	82	475
76	400	83	487
77	412	84	500
78	425	85	515
79	437	86	530
80	450	87	545
81	462	88	560

Vir: Lasten

Razmerje prereza je razmerje med višino plašča in njegovo imensko širino. Po razmerju prereza pnevmatike razlikujemo balonske in superbalonske pnevmatike, pnevmatike z nizkim in zelo nizkim prerezom. Pri posameznih oblikah pnevmatik je razmerje med višino in širino pnevmatike različno, kar spet vpliva na različno obnašanje pnevmatike med vožnjo. Sprva je bil prerez pnevmatik skoraj okrogel, kasnejše izboljšane oblike prerezov pa so bolj ploske in širše. Širše tekalne ploskve in nižji boki zagotavljajo večjo varnost pri vožnji, kar je še posebej pomembno pri hitrem in športnem načinu vožnje.

2.2.6 Zavore

Zavore so pomemben element pri vozilu. Delovati morajo vedno brezhibno in morajo vedno pravilno prijemat na kolesa, da ne pride do zanašanja vozila.

Zavore se uporabljajo za zaviranje, ustavljanje in preprečevanje premikanja zaustavljenega vozila. Zavorna naprava nekega vozila obsega vse zaviralne in upočasnjevalne naprave. K vsaki zavorni napravi poleg zavore sodijo tudi energetska napajanje, naprave za upravljanje in prenos. Za zaviranje večinoma uporabljamo torne zavore. Zavore delimo na:

- glavno zavorno napravo, ki po potrebi zmanjšuje hitrost vozila in ga mora v določenem primeru tudi zaustaviti. Smer vožnje vozila se pri tem ne sme spremeniti. Glavno zavoro upravlja voznik s pedalom, tako da se njena moč stopnjuje in mora delovati na vsa štiri

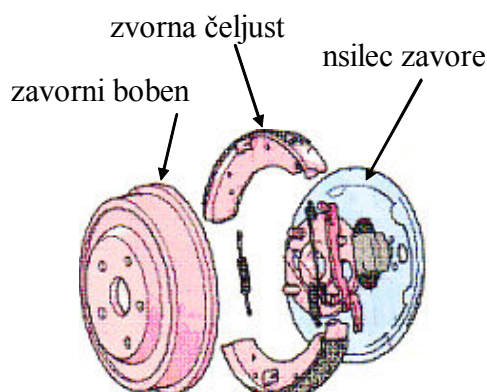
- kolesa,
- pomožno zavoro, ki v primeru motnje v glavni zavorni napravi, prevzame njene naloge, četudi z zmanjšanim učinkom. V ta namen ni potrebna še tretja neodvisna zavorna naprava, temveč zadostuje en nepoškodovan krogotok dvokrožnega zavornega sistema ali stopenjska ročna zavorna naprava,
 - ročno zavoro, ki se uporablja, da stoječe ali zaustavljeno vozilo zavaruje pred premikanjem tudi na nagnjenem vozišču,
 - pri daljši vožnji navzdol mora vzdrževati hitrost vozila na želeni vrednosti (tretja zavora).

Zavore, ki jih uporabljamo pri vozilih, so večinoma hidravlične. Kolesne zavore na sprednjih kolesih so večinoma kolutne, na zadnjih kolesih pa bobnaste. Za gospodarska vozila se pogosto uporabljajo bobnaste zavore za vsa kolesa. Zavorna naprava je iz varnostnih razlogov razdeljena na dva zavorna krogotoka, kar predstavlja dvokrožno zavorno napravo.

Pri zaviranju deluje sila na obodu vsakega zaviranega kolesa. Celotna zavorna sila je vsota zavornih sil vseh koles, ki lahko naraste do svoje največje vrednosti, ki je odvisna od skupne mase vozila. Prenos večje zavorne sile običajno ni mogoč. Torej moramo nožno silo voznika, ki naj ustvari zadostno zavorno silo, pri mehanski zavori povečati z mehansko prestavo, pri hidravlični zavori pa s hidravlično. Kadar nožna sila s prestavo ne ustvari dovolj velike zavorne sile, je v ta namen potrebna še dodatna pomožna sila, npr. podtlak, hidravlični tlak v zbiralniku ali stisnjen zrak. Vendar moramo zagotoviti, da je pri okvari takšne pomožne sile vozilo še vedno mogoče zavirati. Za ustvarjanje zavorne sile lahko izkoristimo tudi zunanjo silo, npr. stisnjen zrak. V tem primeru voznik s pedalom le še krmili delovanje stisnjenega zraka.

Glavni sestavni deli bobnaste zavore z notranjimi čeljustmi so:

- zavorni boben,
- nosilec zavore,
- zavorni čeljusti...



Slika 2.16: Bobnasta zavora
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

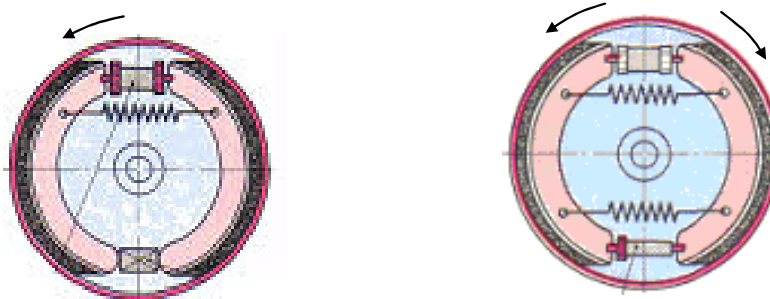
Lastnosti bobnaste zavore so:

- čeljustna zavora ima samozavorni učinek oziroma servodelovanje, ki je ob primerni namestitvi čeljusti lahko zelo veliko; trenje ustvarja določen vrtilni moment, ki potegne

naletno čeljust v okroglo bobna in poveča zavorni učinek; pritisk odrivne čeljusti se zmanjša,

- ❑ ker je čeljustna zavora nameščena znotraj platišča, je zaščitena pred nesnago,
- ❑ ročno zavoro je zelo lahko namestiti,
- ❑ življenjska doba zavornih oblog je dolga,
- ❑ velikost bobnaste zavore omejuje velikost kolesa,
- ❑ zamenjava oblog in vzdrževanje sta zapletena,
- ❑ odvajanje toplote je slabo, zato pri takšni zavori pride do pojetanja zavorne moči,
- ❑ pojetanje zavorne moči nastane pri trajnem zaviranju. Torni koeficient obloge se pri visokih temperaturah ali veliki drsni hitrosti zmanjša. Zaradi ogrevanja se lahko zavorni boben tudi deformira v obliki lijaka, saj se toplota bolje odvaja na pestu kolesa.

Po načinu upravljanja in pritrditve zavornih čeljusti razlikujemo zavore v izvedbah Simplex, Duplex, Duo-Duplex, Servo in Duo-Servo.

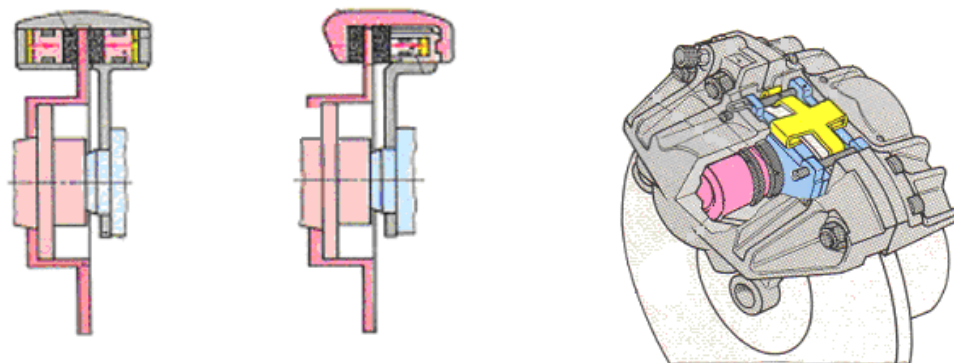


Slika 2.17: Zavori Simplex in Duo-Servo

Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Glavne značilnosti kolutnih zavore so:

- ❑ zaradi ravnih površin ni samozavornega učinka, tako da so potrebne velike pritiskne sile in mora imeti zavorni valj večji premer kot pri čeljustnih zavoreh,
- ❑ vozila skorajda ne zanaša, saj ni samozavornega učinka in se torni koeficient le malo spreminja, tako da ni sprememb zavorne moči in jo je zaradi tega lažje odmeriti,
- ❑ slabljenja zavorne moči skoraj ni, čeprav pride na posameznih mestih do visokih temperatur zaradi manjših zavornih površin in večjih pritisknih sil,
- ❑ večja obraba zavornih oblog, vendar sta vzdrževanje in zamenjava oblog enostavnejša,
- ❑ nastavljanje zračne reže je samodejno,
- ❑ zavorni učinek je neodvisen od smeri vožnje,
- ❑ vgradnja ročne zavore je sorazmerno draga, tako da zaradi tega v zadnji kolesi večkrat vgradimo bobnasto zavoro...



Slika 2.18: Kolutna zavora
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Torno gradivo zavorne obloge lahko ustvari velike torne sile in preprečuje blokiranje. Pri bobnasti zavori so obloge na čeljustih kovičene ali nalepljene. Pri kolutnih zavornih napravah so nalepljene na jeklene zavorne ploščice. Torna obloga mora ustrezati naslednjim zahtevam:

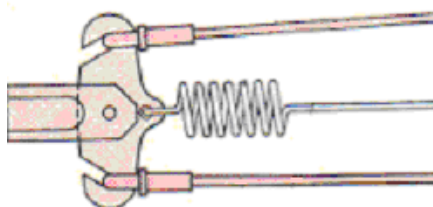
- velika toplotna odpornost, stisljivost, strižna trdnost in dolga življenjska doba,
- nespremenljiv torni koeficient tudi pri visokih temperaturah in drsni hitrosti,
- neobčutljivost za vodo in nesnago,
- ne sme postekleneti pri visoki toplotni obremenitvi.

Večinoma uporabljamo organske zavorne obloge. Pri zelo visokih obremenitvah uporabljamo tudi obloge iz sintrane kovine. Pri organskih oblogah so prašnate ali vlaknaste torne snovi iz mineralov, kovin, keramičnih ali organskih snovi povezane s polnili, npr. železovim oksidom in drsnimi primesmi, npr. s koksovim prahom, vse to pa vežejo organska veziva. Torno snov azbest so zaradi škodljivega vpliva na zdravje povsem zamenjali z drugimi snovmi. Pri brezazbestnih zavornih oblogah za torno snov uporabljamo:

- organska vlakna, npr. ogljikova in aramidna vlakna,
- kovinska vlakna, npr. jekleno volno,
- anorganska vlakna, npr. tekstilna steklena vlakna.

Zavorne obloge imajo 800°C.

Povsem mehansko delujoče zavorne naprave se uporabljajo le še kot ročne zavore vozil s hidravlično glavno zavorno napravo ter pri lahkih in srednjih motornih kolesih in enosnih prikolicah. Stopnja izkoristka mehanskega prenosa sil je majhna (50%). Pozimi zaradi vlage in zmrzovanja večkrat nastopijo težave pri delovanju zaradi zamrznitve delov za upravljanje. Za zavorno žico uporabljamo potezno žico, ki teče prek valjčkov in cevi v kovinskem oklopu.



Slika 2.19: Mehanska zavora
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Trajna zavora ali upočasnjevalnik (retarder ali hidravlična zavora) je v nasprotju s torno zavorno, ki se obrablja, naprava za pretvarjanje kinetične energije v toplotno brez obrabe. Upočasnjevalniki delujejo le takrat, ko se vozilo premika, zato jih ne moremo uporabljati kot

parkirne zavore. Predvsem jih uporabljamo pri dolgi vožnji navzdol, saj razbremenijo in ohranijo glavno zavoro, tako da je vedno pripravljena za uporabo.

2.2.7 Motor

Motorje z notranjim zgorevanjem delimo:

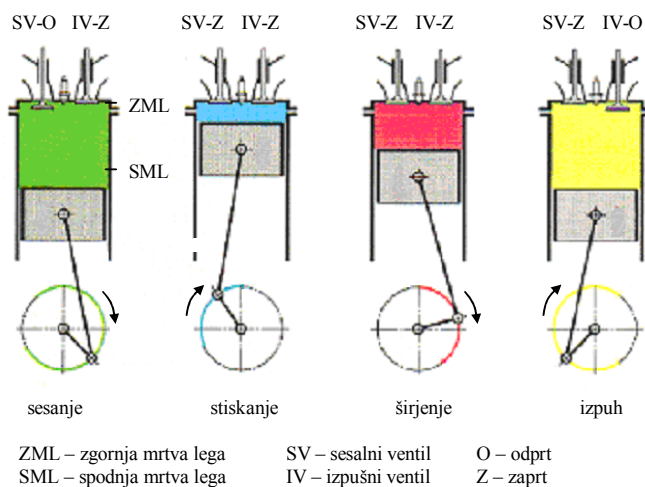
- po načinu ustvarjanja zmesi in vžigu: bencinski motorji delujejo predvsem na bencin, ustvarjanje zmesi goriva in zraka je običajno zunanje, zgorevanje se začne s preskokom iskre med elektrodama vžigalne svečke; dizelski motorji delujejo na dizelska goriva, zmes goriva in zraka nastaja v motorju, zgorevanje v valjih se začne s samovžigom,
- po načinu delovanja: štiritaktni motorji imajo zaključeno izmenjavo plinov, za en popolni delovni proces so potrebni štiri giba bata oziroma dva vrtljaja ročične gredi; dvotaktni motorji imajo odprto izmenjavo plinov in za en popoln delovni proces sta potrebna dva giba bata oziroma en vrtljaj ročične gredi,
- po hlajenju: motorji s tekočinskim hlajenjem, motorji z zračnim hlajenjem,
- po gibanju bata: motorji s premočrtnim gibanjem bata, motorji z vrtljivim (rotirajočim) batom,
- po razvrstitvi valjev: vrstni motorji, motorji, motorji z nasprotno ležečimi valji.

Štiritaktni bencinski motor

Štiritaktni bencinski motor je sestavljen iz:

- ohišja motorja: sestavljajo ga pokrov glave motorja, glava motorja, valji, ohišje ročične gredi in oljno korito,
- ročičnega mehanizma (gibljivi deli motorja): sestavljajo ga bati, sorniki, ojnice, ročična gred, vztrajnik,
- krmilja motorja: sestavljajo ga ventili, ventilske vzmeti, ventilski vzvod, odmikalni drog, odmikalna gred, zobniški pogon, krmilje z verigo ali zobatim jermenom
- naprave za ustvarjanje zmesi: uplinjač ali naprava za vbrizgavanje goriva, sesalni kanal, sesalni zbiralnik,
- pomožne naprave: naprave za vžig, mazanje motorja, hlajenje motorja, izpušni sistem.

Delovni proces se odvija med dvema vrtljajema ročične gredi. Štiri takti delovnega procesa so sesanje, stiskanje (kompresija), širjenje (ekspanzija) in izpuh.



Slika 2.20: Štiritaktni motor

Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Prvi takt je sesanje. Pri gibanju bata navzdol se zaradi povečevanja prostornine tlak v valju zmanjša in je za 0,1 do 0,2 bar nižji od tlaka v okolici. Ker je zunanji tlak večji od tistega v valju, priteka zrak v sesalni sistem, kjer se v uplinjaču ali z vbrizgavanjem goriva ustvarja mešanica goriva in zraka, ki skozi sesalni ventil (SV) priteka v valj. Če bi bil SV odprt le med gibanjem bata od ZML (zgornje mrtve lege) do SML (spodnje mrtve lege) (180° zasuka ročične gredi), bi se valj premalo napolnil s svežo zmesjo zraka in goriva. Maso sveže zmesi, ki med sesanjem priteče v valj, imenujemo polnitev. Zaradi povečanja polnitve in s tem tudi moči motorja, se SV odpre že do 45° pred ZML, medtem pa je odprt tudi izpušni ventil (IV). Iztekajoči produkti zgorevanja iz predhodnega izpušnega takta namreč ustvarjajo podtlak, ki vsesa svežo zmes v valj, še preden se bat prične gibati navzdol (SV in IV sta hkrati odprta). Sveža zmes priteka v valj s hitrostjo do 100 m/s in zaradi vztrajnosti priteka toliko časa, dokler je ne zavre tlak, ki ga ustvarja bat pri gibanju proti ZML. SV se zato zapre šele 35° do 90° po SML in polnilni učinek se poveča. Kot odprtja SV se tako lahko poveča od 180° na 260° do 315° . Čas vsesavanja in polnilni učinek se znatno povečata, kljub temu pa motor vsesa le okrog 90% mase plina, ki bi napolnila delovno prostornino valja pri tlaku in temperaturi okolice.

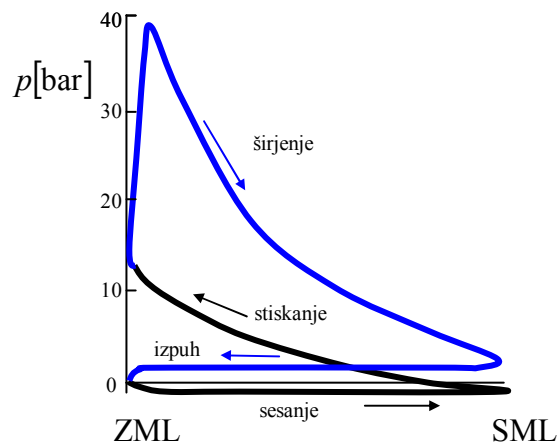
Drugi takt je stiskanje ali kompresija. Bat pri svoji poti navzgor stisne svežo zmes na 1/7 do 1/12 prvotne prostornine valja. Če primerjamo prostornino nad batom pred stiskanjem s prostorom nad valjem po stisnjenju, tedaj dobimo kompresijsko razmerje. Čim višje je kompresijsko razmerje v bencinskem motorju, tem boljša je izkoriščenost goriva in prav tako izkoristek motorja. Klenkanje pri bencinskem motorju nastane takrat, kadar poleg vžiga zaradi iskre z vžigalne svečke nastane tudi samovžig zmesi goriva in zraka. Samovžig, ki sproži sočasen vžig na več mestih, povzroči prehitro, sunkovito zgorevanje, saj se plamen lahko razširi s hitrostjo celo nekaj 100 m/s in tlak postane previsok. Sledi močan, sunkovit zvok, ki ga imenujemo klenkanje. To povzroči večjo mehansko in toplotno obremenitev ročičnega mehanizma, obenem pa se zmanjša tudi moč.

Tretji takt je širjenje ali ekspanzija. Zgorevanje se začne ob preskoku iskre med elektrodama vžigalne svečke. Časovno razdobje od tega trenutka do popolne razširitve plamenov znaša približno 1/1000 sekunde pri hitrosti širjenja plamenov 20 m/s. Zaradi navedenega mora nastati preskok iskre v odvisnosti od vrtilne frekvence motorja že od 0 do 40° pred ZML, tako da lahko zgorevanje doseže najvišjo temperaturo od 2000 do 2500°C takoj po ZML in ustrezni najvišji tlak pri zgorevanju vrednost 30 do 60 bar. Preostali večji del giba je torej na voljo za raztezanje zgorevalnih plinov pod visokim tlakom. Pri poti bata navzdol proti SML se toplota pretvori v mehansko delo. Do konca tega takta se tlak znižuje do vrednosti približno 3 do 4 bar in temperatura pade na vrednost med 900°C in 800°C . Zgorevanje lahko poteka hitro le takrat, kadar so si molekule goriva in kisika blizu. Kisik, potreben za zgorevanje, je v vsesanem zraku. Ker je v zraku samo okrog 20 % kisika, je treba gorivo zmešati s sorazmerno veliko količino zraka. Za popolno zgorevanje 1 kg normalnega bencina je potrebno najmanj 14,8 kg oziroma 12 m^3 zraka. Ogljik, ki ga vsebuje gorivo, zgori s kisikom v ogljikov dioksid, vodik pa se v povezavi s kisikom pretvori v vodno paro. Dušik iz zraka pri dejanskem zgorevanju ne sodeluje, pač pa pri visokih tlakih in temperaturah nastajajo strupeni dušikovi oksidi.

Četrty takt je izpuh. Izpušni ventil (IV) se odpre že 40 do 90° pred SML, tako da se v SML razbremeni ročični mehanizem. Zaradi tlaka, ki je od 3 do 5 bar, produkti zgorevanja iztekajo iz valja tudi z zvočno hitrostjo. Brez glušnika bi izpušni plini izhajali v zvočnih valovih in povzročali močan hrup. Med gibanjem bata navzgor iztekajo izpušni plini v okolico z nadtlakom približno 0,2 bar. Ugodnejše izhajanje izpušnih plinov dosežemo s kasnejšim zapiranjem izpušnega ventila po ZML, sesalni ventil (SV) pa je takrat tudi odprt. Prekrivanje ventilskih časov omogoča dodatno praznjenje in hlajenje zgorevalnega prostora ter izboljšanje

polnjenja. Pri toplem vremenu izpušnih plinov ni videti, pozimi pa vodna para v hladnem zraku kondenzira, tako da jih opazimo kot bel dim.

Če v diagram vnesemo potek tlačnih sprememb med štirimi gibi bata v odvisnosti od batnega giba, dobimo diagram dela, ki ga sprejema bat. Tlačne spremembe lahko posnamemo s posebno napravo (piezoelektrični indikator) na preskusnem mestu med tekom motorja in jih je v obliki svetlobne krivulje mogoče tudi videti. Večji odmiki od normalnega poteka tlačnih sprememb kažejo na napačno nastavitvev motorja (tvorba zmesi, nastavitvev vžiga, stiskanje) in tako je mogoče ugotoviti tudi klenkanje.

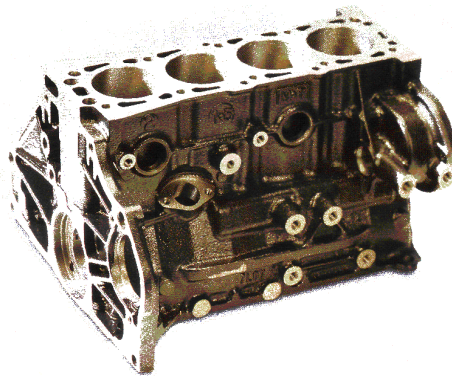


Slika 2.21: Delovni diagram
Vir: Lasten

Pokrov glave motorja preprečuje vstop vode, prahu in druge nesnage v notranjost motorja. Izdelani so iz sive litine, so vlečeni iz pločevine...

Glava motorja pokriva zgornji del valja. Med glavo in valji je vstavljeno tesnilo. Valji ter glava motorja morajo:

- ❑ skupaj z batom oblikovati zgorevalni prostor,
- ❑ vzdržati visok zgorevalni tlak,
- ❑ hitro oddajati sprejeto toploto hladilnemu sredstvu,
- ❑ natančno voditi bat.



Slika 2.22: Glava motorja
Vir: Lasten

Obremenitve valjev in glave motorja so:

- ❑ visoka zgorevalni tlak in temperatura,

- velike toplotne napetosti zaradi hitrih temperaturnih sprememb,
- obraba drsne površine v valju zaradi trenja bata in zgorelih ostankov,
- neuplinjeno gorivo pri hladnem vžigu izpira oljno plast s sten valja.

Zaradi teh obremenitev so najpomembnejše lastnosti gradiv za valje in glave motorjev visoka trdnost in oblikovna vzdržljivost, dobra toplotna prevodnost, majhni toplotni raztezki. Gradivo valja mora biti odporno proti obrabi in imeti mora dobre drsne lastnosti. Ohišje motorja je izdelano iz litega železa z lamelnim grafitom, drsne površine valjev pa zaradi dobrih drsnih lastnosti in odpornosti proti obrabi iz litoželeza. Pri ohišjih motorja iz aluminijevih zlitin pa morajo vanj vstaviti valjne puše ali drsne površine valjev obdelane s posebnim postopkom, ki izboljšuje drsne lastnosti in poveča odpornost proti obrabi.

Giblivi deli motorja spreminjajo toplotno energijo v mehansko delo. Bat mora:

- med svojim gibanjem tesniti zgorevalni prostor proti ročičnemu ohišju,
- prenašati tlak plinov, ki nastane med zgorevanjem,
- silo, ki nastane zaradi tlaka, pa prek ojnice prenesti na rolično gred,
- toploto, ki jo čelu bata oddajajo produkti zgorevanja, v čim večji meri in čim hitreje prenašati na stene valja.

Pri bencinskih motorjih na čelo bata deluje zgorevalni tlak do 60 bar. V zgorevalnem prostoru zaradi zgorevanja zmesi zraka in goriva naraste temperatura na vrednost med 2000 in 2500 °C. Večji del zgorevalne toplote prehaja prek vrhnjega dela bata, območja batnih obročkov in prek samih batnih obročkov na ohlajevan valj. Tudi mazalno olje odvaja toploto. Zaradi različnih vrst obremenitve mora imeti gradivo za bate naslednje lastnosti:

- majhno gostoto (majhne vztrajnostne sile),
- visoko trdnost (tudi pri visokih temperaturah),
- dobro toplotno prevodnost,
- majhen toplotni raztezek,
- majhno drsno trenje,
- visoko odpornost proti obrabi.

Večina batov je izdelana iz zlitine aluminija s silicijem in drugimi legirnimi elementi.



Slika 2.23: Bat motorja
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Bati v valju imajo zračnost, zato potrebujemo batne obročke, da tesnijo. Ločimo kompresijske in oljne batne obročke. Kompresijski obročki imajo nalogo, da tesnijo. Oljni obročki posnemajo olje tako, da ne prodre v zgorevalni prostor.

Ojnica povezuje bat z rolično gredjo. Ojnica mora:

- pretvoriti premočrtno gibanje bata v vrtilno gibanje rolične gredi,
- prenesti batne sile in vrtilni moment na rolično gred.

Obremenitve so:

- ❑ velike tlačne sile v vzdolžni smeri zaradi delovanja plinskih sil in natezne sile zaradi masnih sil v steblo ojnice,
- ❑ velike sile pospeškov v obliki tlačnih in nateznih sil v vzdolžni smeri zaradi stalno spreminjajoče se hitrosti bata,
- ❑ velika upogibna sila na steblo ojnice zaradi trajnega nihanja okrog osi batnega sornika,
- ❑ uklonska obremenitev zaradi velikih tlačnih sil.

Ojnica mora imeti veliko mehansko trdnost, vendar majhno maso, tako da so masne sile čim manjše. Ojnice izdelujejo predvsem iz legiranega jekla za poboljšanje.



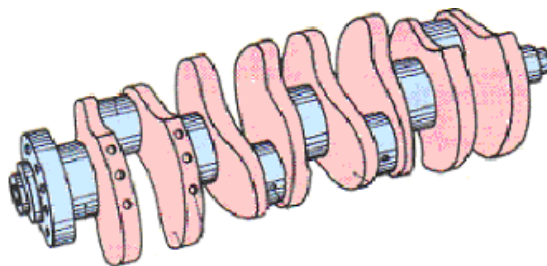
Slika 2.24: Ojnica motorja

Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Ročična gred je vležajena v glavnih ležajih, ki so vstavljeni v ročičnem okrovu. Glede na število valjev imamo število glavnih ležajev. Od števila glavnih ležajev so odvisni upogib, centrifugalne sile in nihanje glavne gredi. Ročična gred mora:

- ❑ pretvarjati premočrtno gibanje batov v vrtenje,
- ❑ pretvarjati ojnične sile v vrtilni moment,
- ❑ prenašati večji del vrtilnega momenta na vztrajnik in sklopko,
- ❑ z manjšim delom vrtilnega momenta poganjati krmilni mehanizem, oljno črpalko, razdelilnik vžiga, napravo za dovajanje goriva in hlajenje motorja ter generator.

Na ročično gred delujejo velike centrifugalne sile. Zaradi delovanja vseh sil je ročična gred obremenjena na vzvoj in upogib, njeni ležajni tečaji pa so poleg obremenitev izpostavljeni tudi obrabi. Ročične gredi izdelujejo iz jekla za poboljšanje, iz nitriranih jekel ali iz sive litine z grafitnimi kroglicami. Ročična gred mora imeti veliko žilavost, na ležajnih mestih pa tudi zahtevano veliko trdoto.



Slika 2.25: Ročična gred

Vir: Bohner M. in drugi, 1999

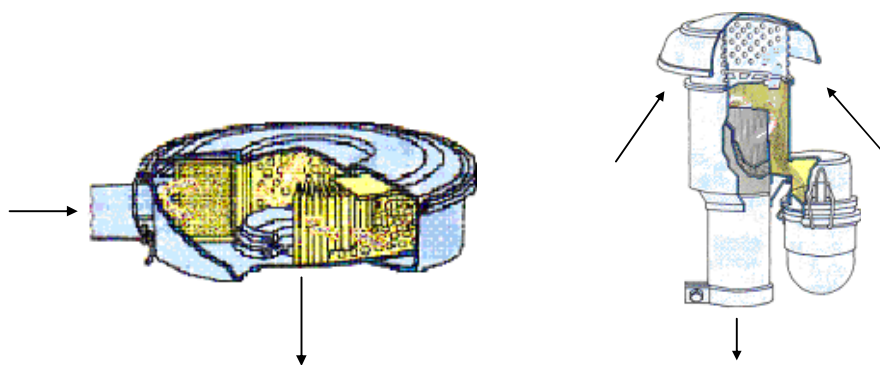
Vztrajnik ima nalogo kopičiti energijo in jo v potrebnih momentih oddajati. Nakopičena energija v vztrajniku premaguje jalove takte in prehode preko mrtvih točk in umirja tek gredi. Na vztrajniku je pritrjen zobati venec, v katerega prijemlje zobnik zaganjalnika pri zaganjanju motorja. V vztrajnik je vgrajena sklopka, ki prenaša moč motorja na menjalnik. Krmilje motorja skrbi za:

- krmiljenje polnjenja svežih plinov od začetka do konca sesalnega takta,
- krmiljenje iztekanja izpušnih plinov od začetka do konca izpušnega takta.

Začetke in konce taktov določajo koti odpiranja in zapiranja ventilov. Podajamo jih v stopinjah kota zasuka ročične gredi. Pogon krmiljenja ventilov se prenaša od ročične gredi prek zobatega jermena, verige ali zobnikov na odmikalno gred. Odmikači odmikalne gredi prek vmesnih delov za prenos, npr. dročnika, s premagovanjem vzmetne sile ventilnih vzmeti odpirajo sesalne in izpušne ventile. Vzmetna sila ventilnih vzmeti pa ventile ponovno zapira.

Sistema za dovajanje goriva oskrbuje uplinjač oziroma naprave za vbrizgavanje z zadostno količino goriva pri vseh pogojih delovanja motorja. Sistem za dovajanje goriva sestavljajo posoda za gorivo, črpalka, sesalni oziroma tlačni vod in filter za gorivo. Ker bi v tlačnem vodu v bližini vročega motorja lahko nastali plinski mehurčki, dovaja naprava več goriva, kot ga porabi motor. Odvečno gorivo se po povratnem vodu vrača v posodo za gorivo. S tem zagotovimo stalno dovajanje relativno hladnega goriva v uplinjač oziroma napravo za vbrizgavanje. Posoda za gorivo je izdelana iz jeklene pločevine ali plastične mase. Pločevinaste posode za gorivo so obojestransko zaščitene s prevleko proti koroziji. Večje posode za gorivo so večinoma predeljene z luknjanimi stenami v več prekatov, ki preprečujejo pljuskanje goriva pri vožnjah po cestah z zavoji. V posodi za bencin je vgrajena tudi naprava oziroma priključek za prezračevanje in odzračevanje, tako da ne more nastati podtlak, ki bi oviral delo črpalke med črpanjem goriva.

Zračni filtra morajo učinkovito čistiti vsesani zrak brez opaznega vpliva upora na njegov tok in učinkovito dušiti včasih precej močni šum ob vsesavanju zraka. Prah v zraku vsebuje tudi zelo majhna kremenčeva zrnca. Glede na pokrajino, sestavo tal, gostoto prometa in način uporabe motornega vozila količina prahu v m^3 zraka niha od 0.001 g do 1 g. Temeljito čiščenje vsesanega zraka podaljša življenjsko dobo motorja. Zaradi dušenja šumov je potrebno sorazmerno veliko ohišje za različne vrste filtrov s čim večjimi površinami, tako da je dovolj prostora za odlaganje prahu. Prah, ki prihaja z vsesanim zrakom, je mogoče zadržati v filtru z gostimi mrežicami, gostim materialom za filtre ali z oljem prepojenimi ploskvami, lahko pa tudi s centrifugalno silo. Če filter pravočasno ne zamenjamo ali očistimo, povzročijo, zaradi naraščajoče pretočne upornosti, bogatejšo zmes goriva in zraka, slabše polnjenje in zmanjšano moč motorja.



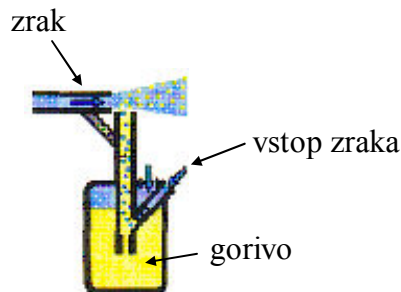
Slika 2.26: Zračni filter
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Uplinjač je priprava, ki je priključena na dovodno cev za zrak. Uplinjač skrbi za:

- pripravo goriva,
- razprševanje goriva,
- mešanje goriva z zrakom,
- dovajanje zadostne količine zmesi goriva in zraka v motor,

- pripravo ustrezne zmesi goriva in zraka pri različnih delovnih pogojih motorja tako, da je v izpušnih plinih čim manj škodljivih snovi.

Motorna vozila večinoma prevažajo s seboj tekoče gorivo. Ker pa je zgorevanje goriva možno le v plinasti obliki s prisotnostjo kisika, je treba gorivo za zgorevanje pripraviti v uplinjaču. V ta namen sta potrebna fina razpršitev in dobro mešanje z zrakom v pravilnem razmerju.



Slika 2.27: Uplinjač
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Naprava za vbrizgavanje bencina skrbi za:

- razprševanje goriva,
- mešanje goriva z zrakom,
- prilagajanje količine zmesi goriva in zraka obremenitvi in vrtilni frekvenci motorja.

Po načinu vbrizgavanja razlikujemo naprave z vbrizgavanjem s prekinitvami in s stalnim vbrizgavanjem.

Izpušne naprave morajo:

- dušiti zvok izpušnih plinov, ki pritekajo iz zgorevalnega prostora v močnih sunkih, tako da ni presežena dovoljena jakost hrupa in da se plini pretakajo brez prevelikih uporov,
- izpušne pline odvajati brez nevarnosti prehajanja v notranjost vozila,
- čim bolj zmanjšati delež škodljivih snovi v izpušnih plinih s pomočjo katalitičnega pretvornika.

Izpušno napravo sestavljajo izpušne cevi ter eden ali več glušnikov. Sprednja cev je pritrjena na izpušno koleno z iztekom v glušniku. Pri napravah z dvema glušnikoma se predhodni uporablja v glavnem za uravnavanje moči motorja, medtem ko drugi, glavni glušnik, prevzame dušenje hrupa. Za glavnim glušnikom vodi zadnja izpušna cev izpušne pline na prosto. Izpušna naprava mora biti plinotesna, tako da izpušni plini ne morejo prodreti v notranjost motornega vozila.



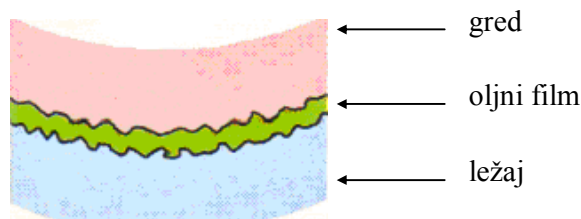
Slika 2.28: Izpušna naprava
Vir: Bohner M. in drugi, 1999



Slika 3.29: Kombinirani absorpcijsko – odbojni glušnik
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Dele motorja moramo mazati z mazivi. Maziva opravljajo naslednje naloge:

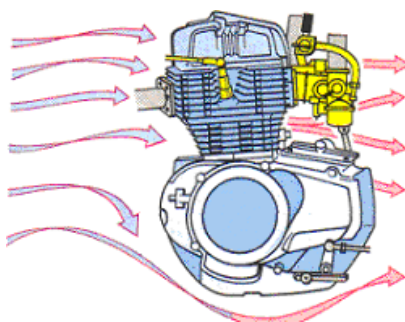
- mazanje: zmanjšuje izgube energije in obrabo, ki jo povzroča trenje med medsebojno drsečimi deli,
- hlajenje: zaščiti pred pregretjem vse tiste dele motorja, ki svoje toplote ne oddajajo neposredno hladilni tekočini ali hladilnemu zraku,
- tesnjenje: zagotovi dobro tesnjenje medsebojno drsečih delov,
- čiščenje: omogoča odstranjevanje oblog in zgorelih ostankov ali pa jih veže na tak način, da ne škodijo motorju,
- zaščita pred korozijo, ker olje ščiti površino,
- dušenje ropota motorja, ker oljna plast duši hrup in deluje kot dušilnik mehanskega nihanja.



Slika 2.30: Mokro trenje
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Hlajenje je odvajanje odvečne toplote, ki zaradi zgorevalnega procesa prehaja na dele motorja (bat, valj, glava motorja, turbopuhalo, ki ga ženejo izpušni plini) in v mazalno olje, v okoliški zrak. Toploto je treba odvajati zaradi omejene toplotne odpornosti gradiva in mazalnega olja, vendar se pri tem izgubi 25 do 30% sproščene toplote goriva, ki je ne moremo koristno uporabiti za pogon vozila. Dobro hlajenje omogoča:

- izboljšavo polnjenja valjev,
- višjo kompresijo,
- večjo moč pri ugodni porabi goriva,
- enakomerne obratovalne temperature.



Slika 2.31: Hlajenje motorja
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Hlajenje delimo na:

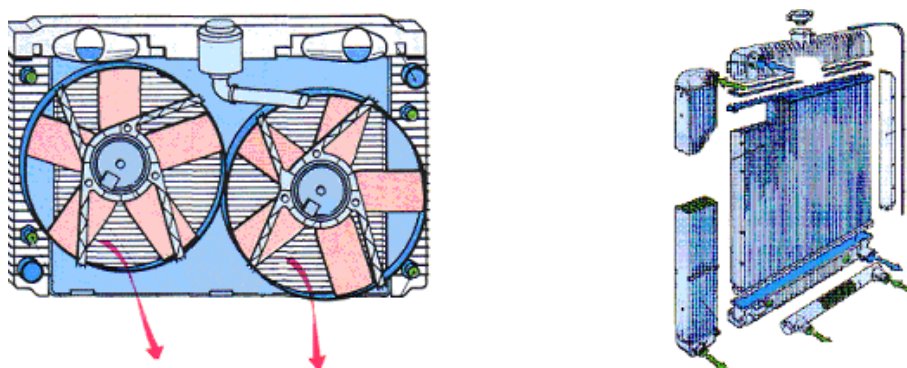
- zračno: hlajenje z zračnim tokom med vožnjo ali hlajenje z ventilatorjem,
- s hladilno tekočino: z naravnim ali prisilnim kroženjem.

Prednosti zračnega hlajenja so:

- enostavna in cenejša gradnja,
- večja obratovalna varnost,
- vzdrževanje skoraj ni potrebno,
- hitrejše doseganje delovne temperature...

Slabosti zračnega hlajenja so:

- večja nihanja delovne temperature,
- potrebna energija za ventilator,
- večji hrup zaradi ventilatorja...

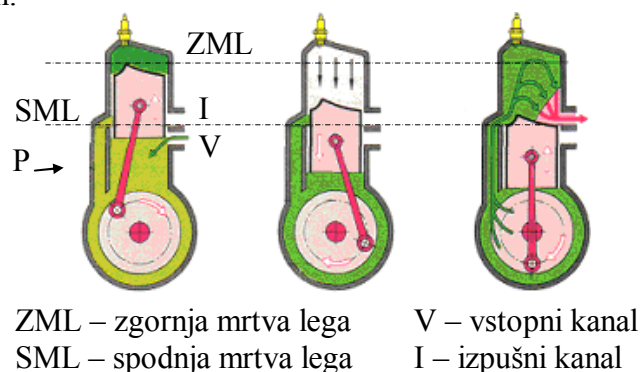


Slika 2.32: Ventilator in hladilnik
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Dvotaktni bencinski motor

Dvotaktni motorji za izmenjavo plina ne potrebujejo posebnih krmilnih naprav, kar je glavna razlika med dvotaktnim in štiritačtnim motorjem. Izmenjavo plinov v glavnem krmili in izvaja bat s pomočjo odprtlin v steni valja. Pri dvotaktnem motorju se delovni proces opravi v enem vrtljaju ročične gredi.

Princip delovanja (vsesanje, stiskanje, širjenje in izpuh) je pri štiritačtnem in dvotaktnem motorju enak. Nasprotno pa je potek posameznih gibov glede prostora in časa delovanja različen. Pri štiritačtnem motorju se delovni proces odvija le v valju s štirimi gibi bata v dveh vrtljajih ročične gredi. Ker moramo pri dvotaktnem motorju delovni proces omejiti le na dva giba bata oziroma en vrtljaj ročične gredi, morata sodelovati tako valj kot ohišje ročične gredi. Ta skupaj s spodnjim delom valja in bata predstavlja črpalko. Ker imajo pri takšnih motorjih v steni valja svoje odprtine trije različni kanali, jih imenujemo trikanalni dvotaktni motorji. Trikanalni dvotaktni motor s poševno oblikovanim batom je najenostavnejša izvedba s po enim vstopnim, izpušnim in pretočnim kanalom. Vstopni kanal povezuje uplinjač in ohišje ročične gredi. Izpušni kanal vodi izpušne pline v okolico. Pretočni kanal pa povezuje ohišje ročične gredi z valjem.



Slika 2.33: Dvotaktni motor
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Prednosti v primerjavi s štiritačtnim motorjem so:

- gradnja dvotaktnega motorja je enostavnejša in zato cenejša; ker niso potrebne posebne krmilne naprave in naprave za mazanje, so stroški izdelave nižji, prav tako pa je tudi teža glede na moč nižja; mazanje z mešanico tudi pri zelo nizkih temperaturah omogoča dobre razmere za zagon hladnega motorja,
- dvotaktni motor ima manj gibajočih se delov, tako da so stroški popravil manjši; poleg dodatnih delov ima dvotaktni motor le tri gibajoče se glavne dele: bat, ojnico in ročni gred; manj delov, izpostavljenih obrabi, pomeni tudi manj popravil; ročni pogon je zaradi kotalnih ležajev manj občutljiv za nihanje vrtilne frekvence motorja; dvotaktni motorji potrebujejo manj vzdrževanja, saj nimajo posebnih krmilnih in mazalnih naprav,
- dvotaktni motor ima enakomeren vrtilni moment; zaradi dvojnega števila delovnih taktov je vrtilni moment enakomernejši, kar se odraža z večjo prehodno zmogljivostjo.

Slabosti v primerjavi s štiritačnimi motorji so:

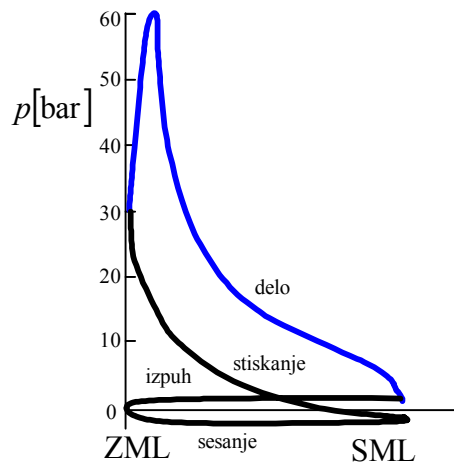
- dvotaktni motor ima večjo specifično porabo goriva in mazalnega olja; čas izpiranja je odvisen od vrtilne frekvence motorja; pri prenizki vrtilni frekvenci se sveži plini pretakajo izpuh, pri previsoki pa ostane v valju preveč zaostalih plinov, tako da se moč motorja zmanjša; v obeh primerih se poveča specifična poraba goriva,
- dvotaktni motor ima slabše polnjenje; ob enaki delovni prostornini je, v primerjavi s štiritačnim motorjem, moč enaka kljub dvojnemu številu taktov; to pripisujemo slabšemu polnjenju pri odprti izmenjavi plinov; v najboljšem primeru dosežemo za približno 30% boljši učinek; čim večji je gib in s tem tudi delovna prostornina, tem slabše je polnjenje,
- dvotaktni motor je bolj obremenjen; zaradi dvojnega števila taktov se motor bolj ogreje in je mehansko bolj obremenjen; vžigalne svečke je treba večkrat menjati, saj se bolj obrabljajo.

Dizelski motor

Dizelski motor za vozila je v načelu enako zgrajen kot bencinski in ga sestavljajo poleg pomožnih naprav 4 podsestavi:

- ohišje motorja, ki ga sestavljajo pokrov glave motorja, glava motorja, valj, ohišje ročnega mehanizma in oljno korito,
- ročni pogon, ki ga sestavljajo bat, ojnica in ročni gred,
- krmilje motorja sestavljajo ventili, ventilne vzmeti, nihajni ali vlečni vzvodi, skodelični dročniki, odmikalna gred, pogonski verižni zobnik odmikalne gredi, krmilna veriga ali zobati jermen in pogon tlačilke za vbrizgavanje goriva,
- oprema za vbrizgavanje je sestavljena iz tlačilke za vbrizgavanje s krmilnikom za nastavitev začetka vbrizgavanja, črpalke in filtra za gorivo in držala s šobami za vbrizgavanje,
- pomožne naprave so naprave za mazanje in hlajenje motorja, izpušna naprava in naprava za hladni zagon.

Postopek zgorevanja se pri dizelskih motorjih bistveno razlikuje od postopka pri bencinskih motorjih. Pri dizelskih motorjih se vsesani zrak močno stisne. Takšen motor stalno deluje s presežkom zraka. Goriva za dizelski motor imajo večinoma visoko vrelišče in imajo visoko vžigalno sposobnost. Zmes goriva in zraka se ustvarja šele v zgorevalnem prostoru. Dizelski motor torej deluje z notranjim ustvarjanjem zmesi. Visoko komprimiran zrak je tako vroč, da se vbrizgano gorivo samo vžge. Dizelski motor torej deluje na samovžig. Dizelski motor ima večje padce tlaka in temperature, zato ima višjo stopnjo izkoristka in nižjo temperaturo izpušnih plinov.



Slika 2.34: Proces štiritaktnega dizelskega motorja
Vir: Lasten

Prvi takt je sesanje. Pri gibanju bata navzdol se skozi odprti sesalni ventil vsesava svež zrak, ki ob tem sprejema toploto z ventilov, bata in stene valja. Dizelski motor vedno deluje z zračnim presežkom, tako da je čas vbrizgavanja krajši, kar sicer ne omogoča zadostnega mešanja goriva in zraka, vendar je zgorevanje popolno in brez dima.

Drugi takt je stiskanje. Pri zaprtih ventilih se vsesani zrak med dviganjem bata stisne. Kompresijsko razmerje ima vrednost med 14 in 24. S takšnim stiskanjem ob tlaku 30 do 65 bar se zrak močno ogreje na temperaturo 700 do 900° C. Proti koncu procesa stiskanja se v valj vbrizga fino razpršeno dizelsko gorivo. Med začetkom tlačenja goriva v tlačilki in dejanskim začetkom vbrizgavanja skozi šobo preteče kratko časovno razdobje, ki ga imenujemo zakasnitev vbrizgavanja, nastane pa zaradi ustvarjanja potrebnega tlaka, raztezka v napeljavi za vbrizgavanje in vztrajnosti mase gibajočih se delov. Vbrizgavanje goriva v dizelskih motorjih poteka tako, da pride glavna količina goriva v valj šele potem, ko je že prišlo do vžiga prvega dela goriva. Čas, ki preteče od trenutka vbrizgavanja do samovžiga, imenujemo zakasnitev vžiga. Navadno znaša 1/1000 s. Pri zelo fini razpršitvi in visoki sposobnosti vžiga goriva je tudi krajši. Merilo za sposobnost vžiga goriva je cetansko število. Cetan je ogljikovodik, ki se zelo rad vžge. Upoštevamo ga pri določitvi cetanskega števila - nagnjenja k samovžigu. Cetansko število cetana je 100. Ogljikovodikova spojina z najmanjšo sposobnostjo vžiga je α metilnaftalen, ki ima cetansko število 0. Z mešanjem obeh ogljikovodikov lahko ustvarimo vsa cetanska števila od 0 do 100. Cetansko število je tem višje, čim večja je sposobnost vžiga nekega goriva. Če je zaostanek vžiga prevelik, npr. pri hladnem motorju, slabem razprševanju, prenizki kompresijski temperaturi ali gorivu z nizko nagnjenostjo k samovžigu, pride do dizelskega klenkanja, ki mu pravimo tudi trdi tek motorja. Trdi tek nastane zaradi hitrega zgorevanja nakopičenega goriva.

Tretji takt je delovni takt. Gorivo, ki ga vbrizgamo proti koncu procesa stiskanja, se pri visoki temperaturi uparja in pomeša z vročim zrakom. Zmes se vžge sama, zgorevalni tlak pa potisne bat navzdol (najvišji tlak je 65 do 90 bar).

Četrty takt je izpuh. Skozi odprti izpušni ventil iztekajo izpušni plini pod visokim nadtlakom v izpušno napravo. Pri polni obremenitvi imajo izpušni plini še vedno temperaturo 550 do 750 °C.

Prednosti dizelskega motorja v primerjavi z bencinskim:

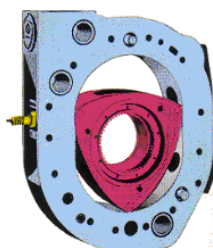
- ustvarja večji vrtilni moment v širokem območju vrtilnih frekvenc ob enakomernem polnjenju in visokih zgorevalnih tlakih,

- iz izpušnih plinov gre v zrak manj ogljikovega monoksida in ogljikovodikov,
- manj ogljikovega dioksida v izpušnih plinih,
- manjša poraba goriva v območju delne obremenitve,
- večji izkoristek zaradi boljše izkoriščene energije,
- nižja temperatura izpušnih plinov.

Gospodarska vozila imajo največkrat dizelske motorje z neposrednim vbrizgavanjem. Pri večjih vozilih so motorji opremljeni s turbopuhalom in z napravo za ohlajanje stisnjenega zraka. Dosežen velik vrtilni moment je v celotnem območju vrtilnih frekvenc motorja skorajda stalen. V osebna vozila v čedalje večji meri vgrajujejo dizelske motorje. Sorazmerno nizko specifično porabo goriva, manj škodljivih snovi v izpušnih plinih in veliko moč lahko pripisujemo hitrotekočim dizelskim motorjem s turbopuhalom.

Rotacijski motor

Običajni motorji imajo bat, ki se med delovanjem premika premočrtno, kar s pomočjo ojnice in ročične gredi pretvorimo v vrtilno gibanje. Pri rotacijskih motorjih pa se vrtilni zatesnjen bat, ki pri ekspanzijskem gibu že neposredno opravlja rotacijsko delo. V takšnih motorjih, ki se po svojem izumitelju imenujejo tudi Wanklovi motorji, opisuje težišče enakomerno vrtečega se bata neko krivuljo. Ker odpadeta pospešek in pojemek sem in tja gibajočih se mas, pri enaki teži motorja dosežemo večjo moč. Rotacijski motor enako kot dvotaktni bencinski motor ne potrebuje posebne krmilne naprave. Tako kot se pri enovaljnem dvotaktnem motorju opravi celoten delovni proces v enem samem vrtljaju ročične gredi, se pri rotacijskem motorju odvije pri enem vrtljaju bata. Vendar pa ima rotacijski motor zaprto izmenjavo plinov in njegov delovni proces ustreza štiritaktnemu procesu.



Slika 2.35: Rotacijski motor
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Wanklov rotacijski motor je stroj s tremi komorami. Med gibom bata se komore povečujejo ali zmanjšujejo. V vseh treh komorah v treh vrtljajih izsredne gredi zaporedno poteka po en delovni potek na štiritaktni način: vsesavanje, stiskanje, delovni gib in izpuh.

Posebnosti rotacijskega batnega motorja so:

- le dva vrteča se glavna deta (bat in izsredna gred),
- zelo miren tek motorja, saj je bat povsem uravnotežen,
- manj sestavnih delov in manjša konstrukcijska velikost kot pri običajnih motorjih s primerljivo močjo ter ustrezno manjša masa,
- manjša masa glede na moč,
- neobčutljivost na kakovost goriva (oktansko število), uporabljamo lahko normalni bencin,
- v primerjavi z motorji s krmiljenimi ventili tu ni zožitve prereza za plin,
- ni elementov za krmiljenje motorja, saj se zamenjava plinov krmili z batom in utori.

2.2.8 Goriva

Za pogon prevoznih sredstev je potrebno pogonsko gorivo. Gorivo je mešanica ogljikovodikov, ki se med seboj razlikujejo po sestavi in vezavi molekul. Ogljikove molekule imajo lahko verižno ali obročno strukturo. Molekule enostavne verižne strukture (parafini in olefini) so zelo vnetljive in dobro zgorevajo. Molekule s stranskimi verigami (izomeri) ali z obročno strukturo (aromati, cikloparafini) niso tako vnetljive.

Najpomembnejša izhodiščna surovina pri pridobivanju goriv je surova nafta. Zemeljski plin in premog imata pri proizvodnji goriv le podrejeno vlogo. Mnogi ogljikovodiki v surovi nafti niso primerno gorivo za bencinske ali dizelske motorje. Večji del jih je treba predelati s primernimi kemičnimi postopki, kot so:

- ločevanje (destilacija, filtriranje),
- predelava (kreking, preoblikovanje).

Ločevanje surove nafte se izvaja s segrevanjem nafte brez dostopa zraka. Iz kondenziranih par, ki nastanejo do 180°C , se pridobiva bencin. V območju vrenja med 180°C in približno 280°C pridobivajo srednjetežka goriva ter v območju od 210°C do 360°C težka goriva za dizelske motorje. Nad tem območjem pridobivajo mazalna olja, kot ostanek pa dobimo bitumen. Takšno ločevanje goriv po različnih območjih vrenja se imenuje frakcionirana destilacija.

Predelava surove nafte s kreking postopkom je razgradnja velikih molekul težkih goriv z visokim vreliščem, s cepitvijo v lahke izoparafine in olefine. Preostale težko hlapljive sestavine so primerne za nadaljnjo predelavo. Postopek preoblikovanja je pridobivanje parafinov z destilacijo s pomočjo katalizatorjev.

Gorivo za bencinski motor se mora zlahka in popolnoma upliniti. Takšna goriva imajo plamenišče pod 21°C . Osvinčenemu bencinu je zaradi zvišanja odpornosti proti klenkanju dodana mešanica svinčenega tetrametila in tetraetila. Vsebina svınca je bila zaradi strupenih plinov v večni držav že omejena. Zato dodajajo bencinu za doseganje predpisane najmanjše oktanske vrednosti največkrat aromate (toluol in ksilol ali tudi izoparafine). Neosvinčeni bencin se uporablja za vozila s katalizatorjem. Večja vsebnost svınca v gorivu bi postopoma onemogočila delovanje katalizatorja, ki pretvarja škodljive primesi v neškodljive. Zaradi tega je vsebina svınca v neosvinčenem bencinu omejena na 13 mg/l . Manjša vsebnost svınca v bencinu pa vpliva na znižanje oktanskega števila. Zato morajo že pri izdelavi bencina, s preoblikovanjem pridobiti večji delež sestavin odpornih proti klenkanju.

Dizelska goriva imajo lastnost, da se pri nizkih temperaturah v njih oblikujejo parafinski kristali, ki lahko zamašijo filter za gorivo. Nastanek parafinskih kristalov preprečimo z dovajanjem toplote oziroma z dodajanjem.

2.2.9 Sklopka

Sklopka je ločljivo-povezovalni člen, ki je nameščen med motorjem in menjalnikom. Sklopka mora:

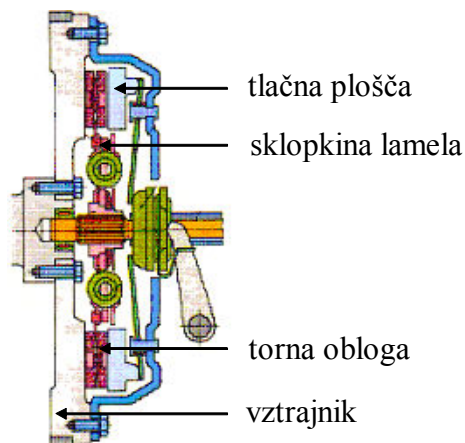
- prenašati vrtilni moment motorja na menjalnik in s tem zagotavljati zanesljiv prenos vrtilnega momenta v njegovem celotnem območju,
- omogočati mehko speljevanje vozila brez sunkov, tako da se pri speljevanju vozila vrtilne frekvence vztrajnika in pogonske gredi menjalnika izravnava z drsenjem sklopke,
- prekiniti prenos sil momenta motorja na menjalnik med menjavanjem prestav, saj s tem razbremeni dele menjalnika, dokler se ne uskladijo vrtilne frekvence zobnikov,
- motor in vse dele, ki prenašajo sile, zaščiti pred preobremenitvijo, saj z drsenjem preprečuje prenos previsokih vrtilnih momentov, npr. pri blokiranju motorja.

Sklopke delimo na:

- torne,
- hidrodinamične,
- centrifugalne,
- s feritnim prahom.

Torne sklopke delimo po številu sklopkinih lamel na:

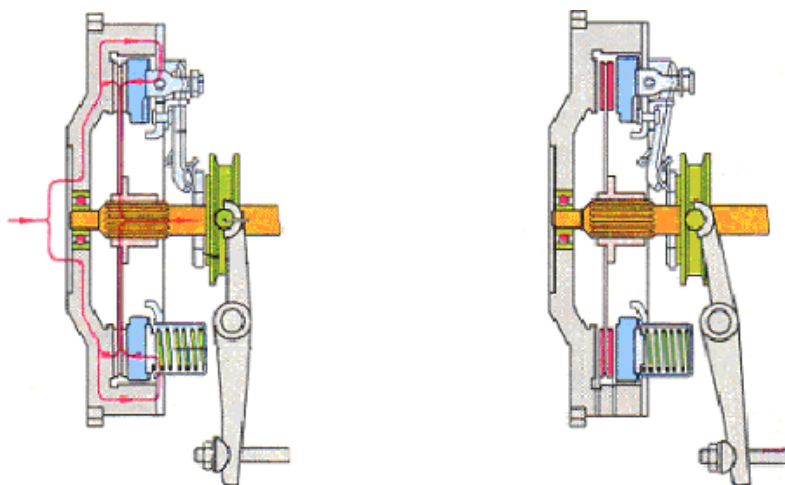
- enolamelne sklopke,
- večlamelne sklopke.



Slika 2.36: Enolamelna sklopka

Vir: Bohner M. in drugi, 1999

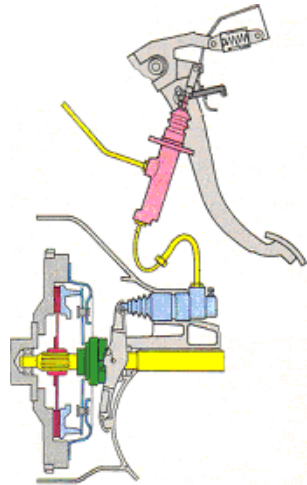
Sklopkina lamela prenaša vrtilni moment z vztrajnika na pogonsko gred menjalnika. Ko je sklopka vklopljena, več vijačnih vzmeti (6 do 12) pritiska tlačno ploščo proti sklopkini lameli. Sklopkina lamela, ki se na sklopkini gredi vzdolžno premika, bo tlačna plošča torej pritiskala proti torni površini na vztrajniku. Vztrajnik je zaradi trenja prek sklopkine lamele prisilno povezan s sklopkino gredjo oziroma pogonsko gredjo menjalnika. Ker sta vztrajnik in pokrov sklopke trdno privita drug na drugega in je tlačna plošča prek potisnih vzvodov povezana s pokrovom sklopke, poganjata sklopkino lamelo oba: vztrajnik in tlačna plošča.



Slika 2.37: Vklapljen in izklopljen sklopki

Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Sklopko upravljamo tako, da s pritiskom noge na pedal sklopke, prenašamo silo na potisni ležaj sklopke prek ročice, potezne žice ali sistema vzvodov. Prestavno razmerje v sistemu vzvodov je urejeno tako, da pri izklopu sklopke ni potreben močan nožni pritisk na pedal in tudi hod pedala ni prevelik. Hidravlični del sistema za upravljanje sestavljajo glavni hidravlični valj, kovinska cev, gibka povezovalna cev, delovni valj in posoda za hidravlično tekočino. Ob izklopu sklopke se prek sistema vzvodov sila s pedala prenaša na bat glavnega valja. Povečan tlak tekočine v hidravličnem sistemu prek kovinske in povezovalne cevi povzroči silo na batu delovnega valja. Ta pa prek batnega droga in izklopnih vilic premakne potisni ležaj sklopke in jo izklopi. Po vklapljanju sklopke potisnejo membranska vzmet oziroma tlačne in povratne vzmeti oba bata nazaj v začetni položaj.

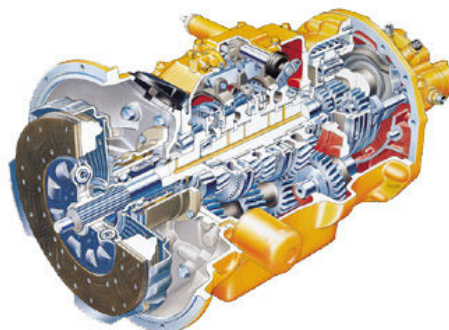


Slika 2.38: Hidravlično upravljanje sklopke
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

2.2.10 Menjalnik

Menjalnik je v pogonski povezavi nameščen med sklopko in gonilom in mora:

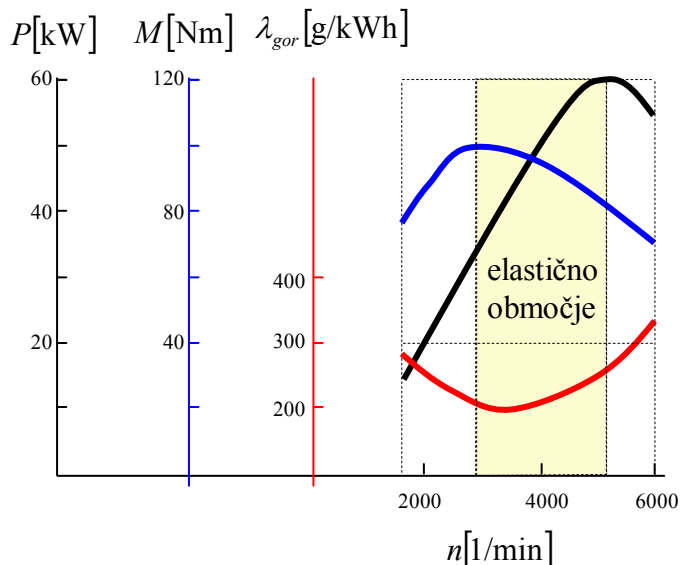
- ❑ spreminjati vrtilno frekvenco,
- ❑ spreminjati in prenašati vrtilni moment,
- ❑ omogočati prosti tek motorja pri stoječem vozilu,
- ❑ spremeniti smer vrtenja pogonskih koles (vzvrtna vožnja).



Slika 2.39: Menjalnik
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Vsak motor z notranjim zgorevanjem deluje v območju med najnižjo in najvišjo vrtilno frekvenco, vendar pa v tem območju vrtilnih frekvenc ustvarja razmeroma majhen vrtilni

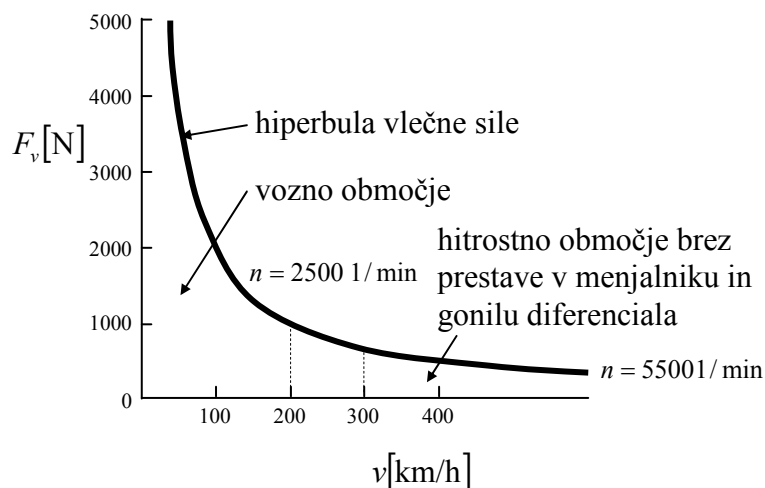
moment. Območje uporabnih vrtilnih frekvenc motorja oziroma elastično območje leži med vrtilnimi frekvencami največjega vrtilnega momenta in vrtilnimi frekvencami največje imenske moči motorja.



Slika 2.40: Delovni diagram

Vir: Lasten

Vlečno silo in hitrost vozila, ki ju teoretično lahko dosežemo brez menjalnika, določa karakteristika moči motorja. Grafično ju lahko ponazorimo s hiperbolo vlečne sile.

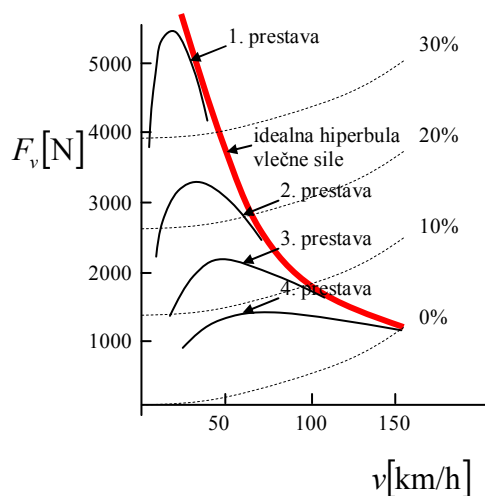


Slika 2.41: Vlečna sila

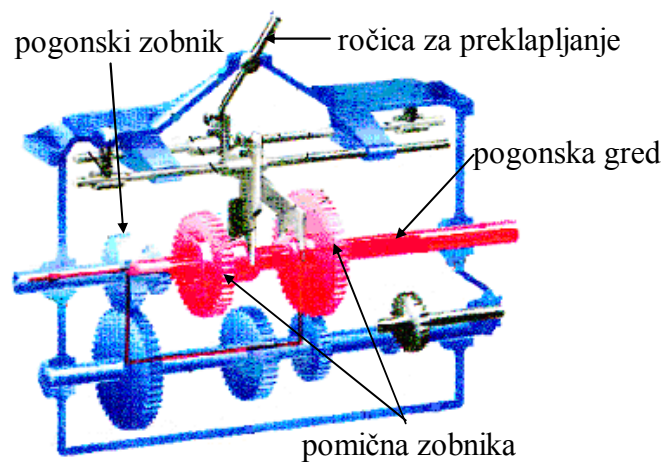
Vir: Lasten

Če bi motor neposredno poganjal kolesa s pnevmatikami, bi se pri vrtenju motorja z vrtilno hitrostjo 5500 vrt/min vozilo premikalo s hitrostjo 584 km/h, pri 2500 vrt/min pa z 266 km/h. Manjše hitrosti bi bile mogoče le pri nizki vrtilni frekvenci, ki pa ne leži več v območju uporabne vrtilne frekvence. Med vožnjo na vozila delujeta zračni in kotalni upor, med vožnjo v klanec ter pri pospeševanju pa še upor vzpona in upor pospeševanja. Motor vozila mora z vlečno silo premagovati vsoto vseh uporov. Zaradi tega moramo vrtilno frekvenco pogonskih koles v primerjavi z vrtilno frekvenco motorja s pomočjo menjalnika in diferenciala

spremeniti, tako da dobimo na pogonskih kolesih takšno vrtilno frekvenco, ki omogoča doseganje želene hitrosti vožnje. Z zmanjševanjem vrtilne frekvence dobimo nižje vozne hitrosti ob hkratu povečani vlečni sili in spremenjene vrtilne momente na pogonskih kolesih.



Slika 2.42: Vozne krivulje
Vir: Lasten



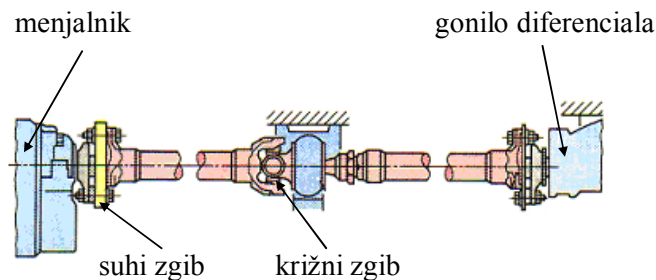
Slika 2.43: Menjalnik s pomičnimi zobniki
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Na pogonski gredi, povezani s sklopkino ploščo, je nameščen pogonski zobnik, ki poganja predležno gred s trdno pritrjenimi zobniki. Glavna gred je hkrati tudi pogonska gred. Za vklapljanje različnih prestav po glavni gredi premikamo pomična zobnika, tako da prideta v oprijem z ustreznimi zobniki na predležni gredi oziroma v oprijem s pogonskim zobnikom na glavni gredi (direktna prestava). Spreminjanje vrtilnega momenta motorja v menjalniku poteka ustrezno razmerju ročic (polmera) med pogonskim in gnanim zobnikom. Pri zobniškem paru vedno deluje na večjem zobniku večji vrtilni moment (večja ročica – polmer, več zob). Razmerje ročic ustreza razmerju števila zob gnanega in pogonskega zobnika, kar imenujemo prestavno razmerje. Kadar v menjalniku poteka prenos sil prek npr. dveh zobniških parov, imamo pri tem dve delni prestavni razmerji. Skupno prestavno razmerje dobimo z množenjem obeh delnih prestavnih razmerij.

2.2.11 Kardanska gred

V menjalniku pretvorjen vrtilni moment je treba prenesti na gonilo in od tam na pogonski kolesi. Glede na razporeditev motorja, menjalnika, gonila diferenciala in obes pogonskih koles uporabimo v pogonskem sklopu kardansko gred, dve polgredi in več zgibov. Kardanska gred:

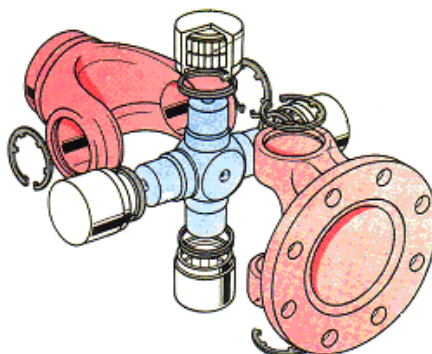
- prenaša vrtilni moment,
- omogoča spremembo kota (zgib),
- izenačuje osne premike (drsni del),
- duši vrtilna nihanja (suhi zgib).



Slika 2.44: Kardanska gred

Vir: Bohner M. in drugi, 1999

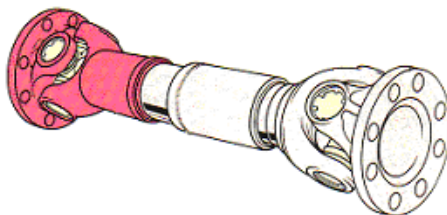
Križni kardanski zgib dopušča kot nagiba do 15° , v posebnih izvedbah tudi do 25° .



Slika 2.45: Križni kardanski zgib

Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Kardanske gredi sestojijo iz cevi za prenos z drsnim delom in zgibov. Večkrat uporabimo dvodelne prenosne gredi. V tem primeru je sprednji del gredi s suhim zgibom in s prirobnico pritrjen na menjalnik, zadnji del pa je uležajen v vmesnem ležaju.



Slika 2.46: Kardanska gred s križnimi zgibi

Vir: Bohner M. in drugi, 1999

2.2.12 Gonilo z diferencialom

Gonilo z diferencialom prenaša in povečuje vrtilni moment, znižuje vrtilne frekvence in po potrebi preusmerja prenos moči (za 90°). Vrtilni moment, ki ga spreminja menjalnik, je treba v gonilu povečati, tako da je na pogonskih kolesih zadosten vrtilni moment pri vseh pogojih vožnje. Vrtilna frekvenca iz menjalnika se v gonilu s stalno prestavo zniža. Prestava v gonilu mora biti takšna, da lahko dosežemo izbrano najvišjo hitrost z razpoložljivim vrtilnim momentom. Če je motor vgrajen vzdolžno, moramo prenos moči preusmeriti za 90° , ker sta pogonski polgredi nameščeni prečno. Moč preusmerimo s stožčastimi zobniki v gonilu. Pri vozilih s prečno vgrajenim motorjem preusmerjanje ni potrebno, tako da v gonilu uporabimo čelne zobnike. Izvedbe so:

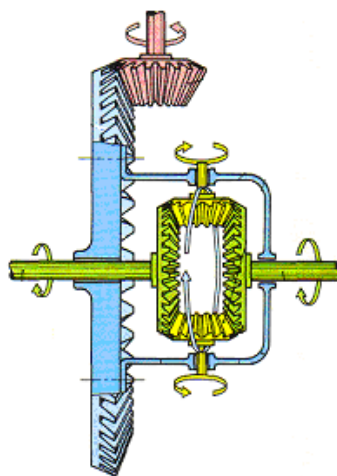
- gonilo diferenciala s stožčastimi zobniki,
- gonilo diferenciala s čelnimi zobniki,
- gonilo diferenciala s polžastim prenosom.

Naloge diferenciala so:

- izravnavanje razlik med vrtilnimi frekvencami pogonskih koles,
- enakomerna porazdelitev vrtilnega momenta na pogonska kolesa.

Pri vožnji v ovinku morajo kolesa motornega vozila prevoziti na zunanji strani krivulje daljšo pot od tistih na notranji strani. Tudi raznolika cestna površina povzroča razliko v dolžini prevožene poti. Zato se kolesi iste osi vrtita z različnima vrtilnima frekvencama. Ker pogon pogonskih koles vozila v splošnem poteka prek pastorka in velikega zobnika, kolesa ne smejo biti medsebojno povezana s togo gredjo, saj se sicer pri vožnji v ovinkih ne bi mogla kotaliti po cestišču brez spodrsavanja. Razliko med vrtilnimi frekvencami izravnavamo z diferencialom (izravnalnim gonilom), tako da pogon koles vozila poteka prek dveh medsebojno neodvisnih polgredi.

Pri diferencialu s stožčastimi zobniki je pogonski pastorek povezan npr. s kardansko gredjo in poganja veliki zobnik, ki je privit na ohišje diferenciala. V ohišju diferenciala so vrtljivo nameščeni stožčasti izravnalni zobniki (planeti). Ti so v oprijemu z zobniki na polgredih. Celotno gonilo je v ohišju, ki je napolnjeno z oljem. Pri pogonu na zadnji kolesi z motorjem zadaj in pri pogonu na sprednji kolesi je diferencial nameščen v skupnem ohišju z menjalnikom, kar omogoča kompaktno gradnjo.



Slika 2.47: Gonilo diferenciala

Vir: Bohner M. in drugi, 1999

POVZETEK

Vozila sestavljajo zelo različni in kompleksni sklopi. Vsi so med seboj povezani v uporabno celoto. Poznavanje njih, vodi k optimalni izbiri vozila ob nakupu in njegovi pravilni uporabi. Nenehni razvoj konstrukcijskih elementov vodit k večji pasivni in aktivni varnosti vozil.

**Razmisli:**

- *Kaj menite vi, kako je vplival razvoj cestnih vozil na razvoj celotne industrije?*
- *V svoji okolici si oglejte cestna vozila. Poglejte sestavne dele in jih primerjajte pri različnih vozilih.*

**Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja**

1. *Opišite razliko med aktivno in pasivno varnostjo vozila.*
2. *Opišite vzmetenje vozila in vrste vzmeti.*
3. *Opišite krmilje vozila in vožnjo v zavoj.*
4. *Opišite kolesa in pnevmatike.*
5. *Naštejte vrste zavor in uporabo.*
6. *Definirajte razliko med štiritaktnim bencinskim motorjem in dvotaktnim bencinskim motorjem.*
7. *Definirajte razliko med štiritaktnim bencinskim in dieselskom motorjem.*
8. *Opišite načine hlajenja motorja.*
9. *Naštejte in opišite elemente s katerimi prenašamo rotacijsko gibanje.*

3 CESTNA VOZILA

V tem poglavju boste spoznali:

- delitev cestnih vozil,
- pomen vzdrževanja cestnih vozil.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- razlikovati različna cestna vozila glede na vrsto gradnje in namen uporabe.

UVOD V POGlavJE

Vozilo je vsako prevozno sredstvo, namenjeno vožnji po cesti, razen posebnih prevoznih sredstev, med katere spadajo otroška prevozna sredstva, bolniški vozički ter športni pripomočki in naprave, ki omogočajo gibanje, hitrejše od hoje pešca.

Motorno vozilo je vozilo, namenjeno vožnji po cesti z močjo lastnega motorja, razen tirnih vozil in koles s pomožnim motorjem.

Največja dovoljena masa je masa vozila oziroma skupine vozil skupaj z njegovo oziroma njihovo nosilnostjo. Masa vozila je masa praznega vozila brez oseb in tovora, s polnim rezervoarjem za gorivo, predpisano opremo in priborom.

Nosilnost je dovoljena masa, do katere se sme vozilo obremeniti po proizvajalčevi deklaraciji. Skupna masa je masa vozila skupaj z maso tovora, ki se na njem prevaža, upoštevajoč tudi maso oseb, ki so na vozilu, kot tudi morebitnega priklopnega vozila skupaj z maso tovora. Osnova obremenitev je del skupne mase, s katero os vozila na vodoravni podlagi obremenjuje vozišče, kadar vozilo miruje.

3.1 DELITEV CESTNIH VOZIL

Cestna vozila poganja večinoma motor z notranjim zgorevanjem, lahko tudi plinska turbina ali pa elektromotor. Po uporabi in namenu cestna vozila delimo na:

- ❑ motorna kolesa,
- ❑ osebna vozila, ki prevažajo največ 8 potnikov, skupaj z voznikom,
- ❑ tovorna vozila, ki se uporabljajo za prevažanje težkih bremen,
- ❑ avtobuse, ki prevažajo večje število potnikov (trolejbuse poganja elektromotor),
- ❑ specialna motorna vozila (za prevoz bolnikov, za prevoz smeti, za prevoz živine...),
- ❑ traktorje.

3.1.1 Motorna kolesa

Kolo z motorjem je motorno vozilo z dvema ali tremi kolesi, katerega delovna prostornina motorja ne presega 50 cm^3 in na ravni cesti ne more razviti večje hitrosti kot 50 km/h.



Slika 3.1: Kolo z motorjem
Vir: www.kawasaki.com

Motorno kolo je motorno vozilo na dveh kolesih, s stransko prikolico ali brez nje in motorno vozilo na treh kolesih, če njegova masa ne presega 400 kg.



Slika 3.2: Motorno kolo
Vir: www.kawasaki.com

3.1.2 Osebna vozila

Osebni avtomobil je motorno vozilo, namenjeno prevozu oseb, ki ima poleg sedeža za voznika še največ osem sedežev.



Slika 3.3: Osebni avtomobil
Vir: www.renault.com, www.peugeot.com

Pri osebnih vozilih je okvir izdelan v obliki samonosne karoserije. Spredaj so vgrajene posamične obese, vijačne vzmeti, teleskopski blažilniki, stabilizator... Zadaj je pogosto prostorska prema, vijačne vzmeti, plinski blažilniki, stabilizator... Spredaj in zadaj se najpogosteje vgrajujejo kolutne zavore.

Pogon vozil je lahko izveden preko prednjih oziroma zadnjih koles ali preko vseh koles. Pogon na prednja kolesa omogoča boljše vodenje vozila in njegovo večjo stabilnost v ovinku. Pogon na zadnja kolesa omogoča večjo silo kolesa na podlago in zaradi tega, večjo labilnost v ovinku.



Slika 3.4: Osebni avtomobil
Vir: Bohner M. in drugi, 1999

Notranjost vozila je ergonomsko urejena.



Slika 3.5: Notranjost vozila
Vir: Lasten

Osebna vozila lahko razdelimo v tri skupine: mala, srednja in velika. Mala vozila so dolga do približno 3,5m in so namenjena večinoma mestni vožnji. Prostornina prtljažnika je približno 400 l. V mala vozila se vgrajujejo motorji manjše prostornine od 1000 do približno 1600 cm³ in manjših moči do 95 KM. Športne verzije vozil imajo lahko prostornine in moči motorja večje. Proizvajalci se trudijo izdelati vozila, ki bi porabila do 31 goriva na 100 km.

Vozila srednjega razreda so dolga do približno 4,5 m, široka do 1,8 m in visoka 1,5 m. Prostornina prtljažnika meri približno 500 l. V vozila se vgrajujejo bencinski in dizelski motorji. Bencinski motorji so ponavadi 1400 do 2000 cm³ in moči do 150 KM. Dizelski motorji so približno 1900 cm³ in moči 110 KM. Poraba goriva je do 10 l na 100 km vožnje pri bencinskih motorjih in približno 5 l na 100 km vožnje pri dizelskih motorjih.

Velika vozila so vozila najvišjega cenovnega razreda. Motorji so prostornine preko 2000 cm³. Pogosto so vozila opremljena s sistemi ABS, ESP... in dražjo notranjo opremo.

Kombinirano vozilo je motorno vozilo, namenjeno hkratnemu prevozu oseb in tovora, oziroma vozilo, ki se lahko brez posebnih predelav uporablja za prevoz samo oseb ali samo tovora. Odstranitev in vgradnja sedežev se ne šteje kot predelava, če je konstrukcijsko zagotovljena možnost olajšane vgradnje in odstranitve sedežev.



Slika 3.6: Kombinirano vozilo

Vir: www.renault.com

3.1.3 Tovorna vozila

Tovorno vozilo je motorno vozilo, namenjeno prevozu tovora. Za tovorna vozila je značilna močna konstrukcija vozila, v obliki pravokotnega okvirja.



Slika 3.7: Tovorno vozilo

Vir: www.iveco.com

Šoferja mora varovati varna kabina, pritrjena na okvir.



Slika 3.8: Ogradje kabine tovornega vozila

Vir: www.scania.com

Osnovna verzija tovornega vozila se lahko po želji kupca opremi z različnimi nadgradnjami.

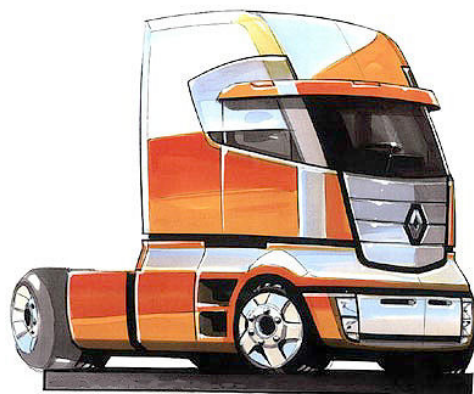


Slika 3.9: Tovorno vozilo - različne nadgradnje
Vir: www.iveco.com, www.man.com



Slika 3.10: Tovorno vozilo - različne nadgradnje
Vir: www.iveco.com, www.man.com

Vlečno vozilo je motorno vozilo, ki vleče priklopno vozilo ali je namenjeno izključno vleki vozil. Priklopno vozilo je vozilo, ki je namenjeno temu, da ga vleče drugo vozilo, bodisi da je konstruirano kot priklopnik ali kot polpriklopnik. Polpriklopnik je priklopno vozilo brez sprednje osi, ki je konstruirano tako, da se s sprednjim delom opira na vlečno vozilo.



Slika 3.11: Koncept vlečnega tovornega vozila
Vir: www.renault.com



Slika 3.12: Težko tovorno vozilo
Vir: www.iveco.com, www.man.com

Notranjost težkih tovornih vozil je ergonomsko urejena. Kabina mora omogočati vozniku udobno počutje med vožnjo in v času počitka.



Slika 3.13: Notranjost vozila
Vir: www.iveco.com, www.man.com

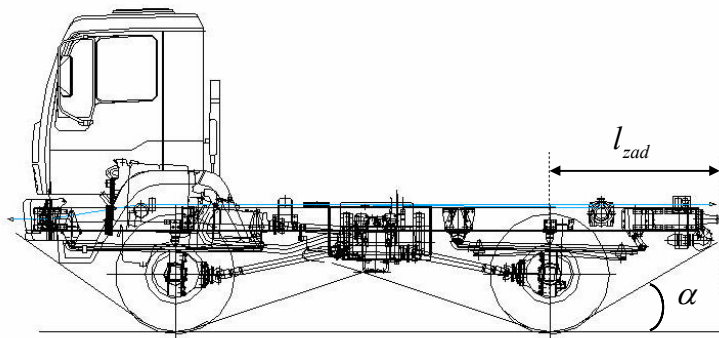
Vsa novejša tovorna vozila z največjo dovoljeno skupno maso nad 3,5 t morajo imeti vgrajeno tahografsko napravo. Tahograf na diagramskem lističu registrira hitrost, prevoženo pot vozila, čas vožnje vozila, delovni čas vožnje in čas počitka voznika.



tahografski vložek

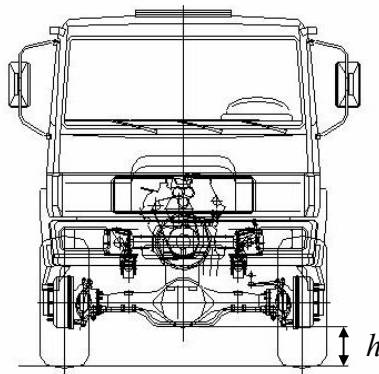
Slika 3.14: Tahografska naprava in tahografski vložek
Vir: Lasten

Zadnji del vozila l_{zad} naj bo čim krajši ter kot α čim večji zaradi vožnje tovornega vozila v klanec.



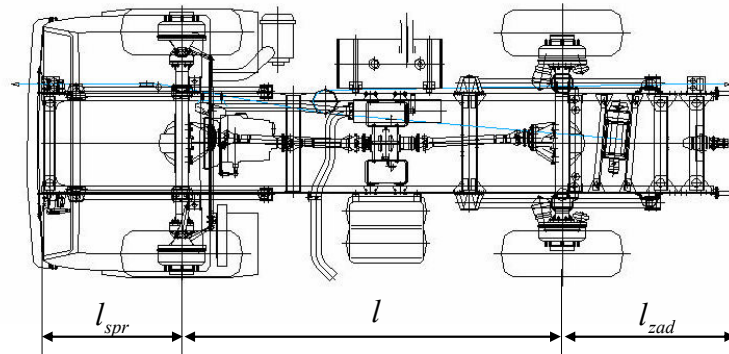
Slika 3.15: Zadnji previs tovornega vozila
Vir: Lasten

Spodnja višina tovornega vozila h mora biti glede na njegovo namembnost približno $h \geq 200 \text{ mm}$.



Slika 3.16: Spodnja višina tovornega vozila h
Vir: Lasten

Okvir tovornega vozila je za razdalji l_{spr} in l_{zad} daljši od medosne razdalje l . Pri tovornih vozilih vzamemo $l_{spr} \approx l_{zad} \approx \frac{1}{3}l$.



Slika 3.17: Dolžina okvirja tovornega vozila

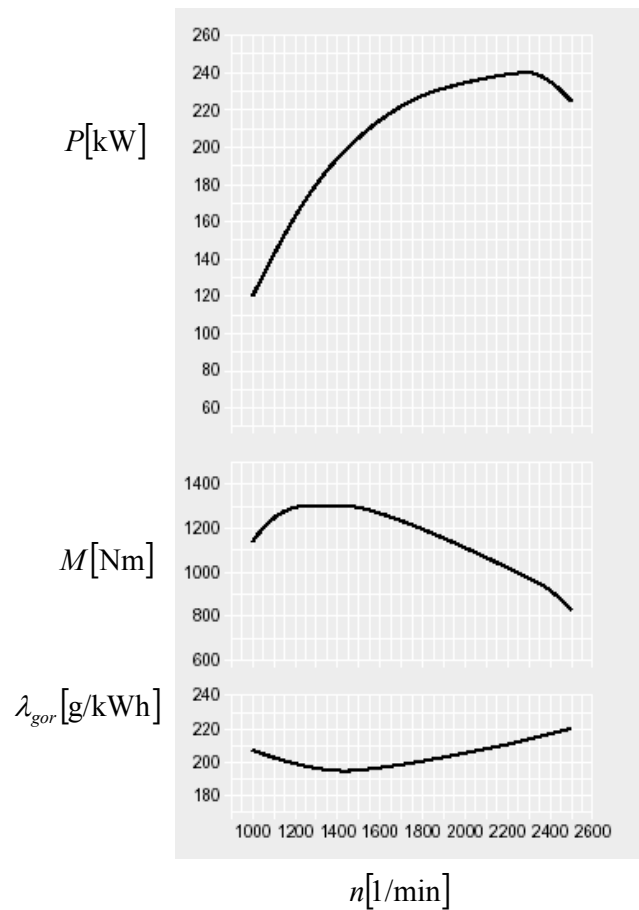
Vir: Lasten

Tovorna vozila lahko imajo lastno maso do približno 10000 kg in maksimalno skupno maso do približno 40000 kg. Pogon je lahko izveden preko ene preme ali preko več prem v obliki 4×2 , 4×4 , 6×2 , 6×4 ... Vzmetenje je pogosto izvedeno z listnatimi paraboličnimi vzmetmi, teleskopskimi blažilniki ter prednjim in zadnjim stabilizatorjem. Tovorna vozila poganjajo motorji moči več 100 KM.



Slika 3.18: Motor 240 kW

Vir: www.man.com



Slika 3.19: Delovni diagram motorja
Vir: Lasten

3.1.4 Avtobusi

Avtobus je motorno vozilo, namenjeno prevozu oseb, ki ima poleg sedeža za voznika več kot osem sedežev. Avtobuse delimo po dolžini in po namenu uporabe. Po dolžini jih delimo na:

- male – približno 7 m in 15 sedišč,



Slika 3.20: Mali avtobus
Vir: www.iveco.com, www.man.com

- srednje – približno 9m in 30 sedišč,



Slika 3.21: Srednji avtobus
Vir: www.iveco.com, www.man.com

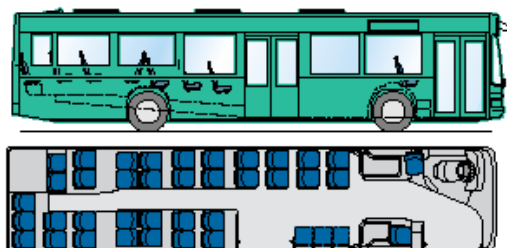
- velike - 12m in več ter približno 50 sedišč.



Slika 3.22: Veliki avtobus
Vir: www.iveco.com, www.man.com

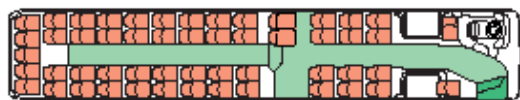
Po namenu uporabe jih delimo na:

- mestne,



Slika 3.23: Mestni avtobus
Vir: www.iveco.com, www.man.com

- primestne,

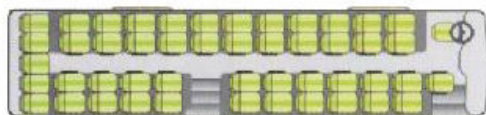


Slika 3.24: Primestni avtobus
Vir: www.iveco.com, www.man.com

□ turistične.

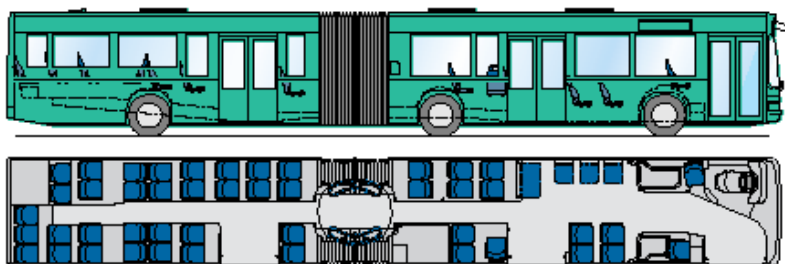


Slika 3.25: Turistični avtobus
Vir: www.iveco.com, www.man.com



Slika 3.26: Turistični avtobus
Vir: www.iveco.com, www.man.com

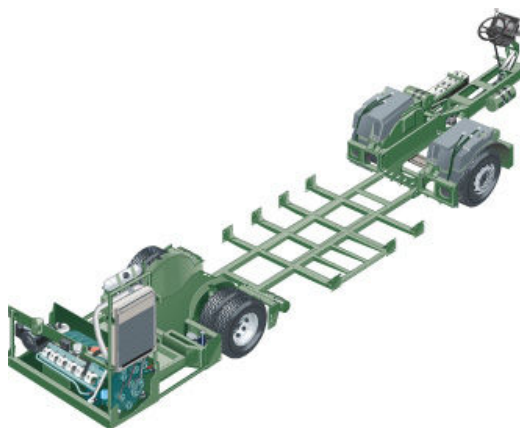
Mestni avtobusi so pogosto tudi zgibni. Zgibni avtobus je motorno vozilo, sestavljeno iz dveh ali več togih delov, ki so med seboj povezani s pregibnim delom, ki omogoča prehajanje oseb iz enega v drugi del.



Slika 3.27: Zgibni avtobus

Vir: www.iveco.com, www.man.com

Na šasijo avtobusa, ki je v obliki pravokotnega okvirja, je zavarjeno ogrodje nadgradnje avtobusa. Nadgradnje se ločijo po namembnosti vozila.



Slika 3.28: Šasija avtobusa

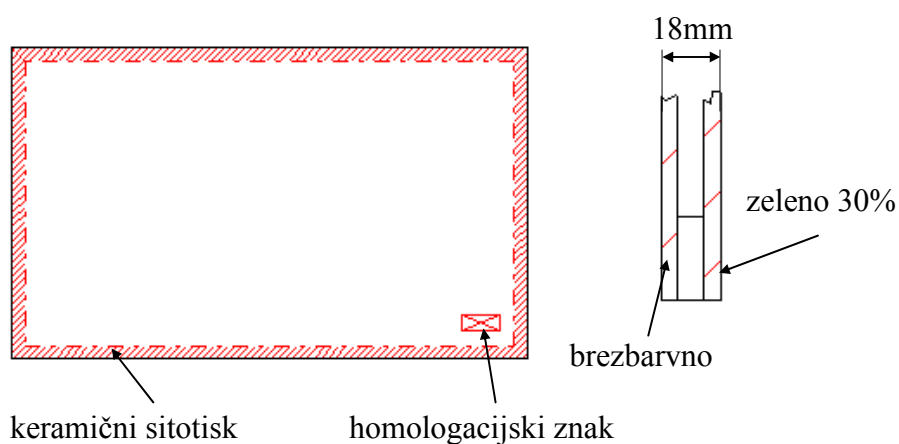
Vir: www.iveco.com, www.man.com

Zelo pomembna je notranost avtobusa. Pri turističnih avtobusih morajo biti sedeži za potnike udobni in dovolj narazen. Predpisi pri vgradnji sedežev določajo minimalno razdaljo med njimi. Za ugodno počutje potnikov skrbijo učinkovit sistem ogrevanja in ventilacije s klimatsko napravo, radijski sprejemnik s kasetofonom, po želji pa tudi predvajalnik videokaset in hladilnik za napitke. Avtobuse poganjajo večinoma dizelski motorji moči od 150 KM naprej. Motor je nameščen v zadnjem delu vozila.



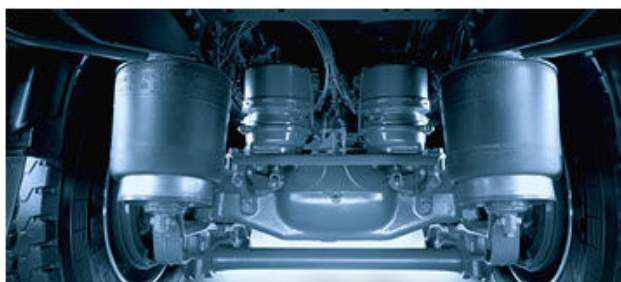
Slika 3.29: Vgradnja motorja v avtobusu
Vir: www.iveco.com, www.man.com

K varnosti potnikov in trdnosti konstrukcije prispevajo tudi varnostna stekla.



Slika 3.30: Steklo avtobusa
Vir: Lasten

Standardna oprema avtobusov sta tudi električni retarder ali hidravlična motorna zavora ter sistem ABS. Obese vozila so toge ali pa je spredaj vgrajena neodvisna obesa. Vzmetenje je zaradi udobnosti vožnje izvedeno z zračnimi plinskimi vzmetmi.



Slika 3.31: Zračno vzmetenje avtobusa
Vir: www.man.com

Mestni in primestni avtobusi so opremljeni z enostavnejšo notranjo opremo. Značilno zanje je, da potniki na njih sedijo in stojijo. Zato so v notranjosti nameščena držala za potnike.

3.1.5 Specialna motorna vozila

Specialna motorna vozila so osebna vozila oziroma tovorna vozila s predelanimi nadgradnjami.

3.1.6 Traktorji

Traktor je motorno vozilo, ki je konstruirano tako, da vleče, potiska ali vozi traktorske priključke oziroma se uporablja za njihov pogon ali vleče priklopno vozilo.

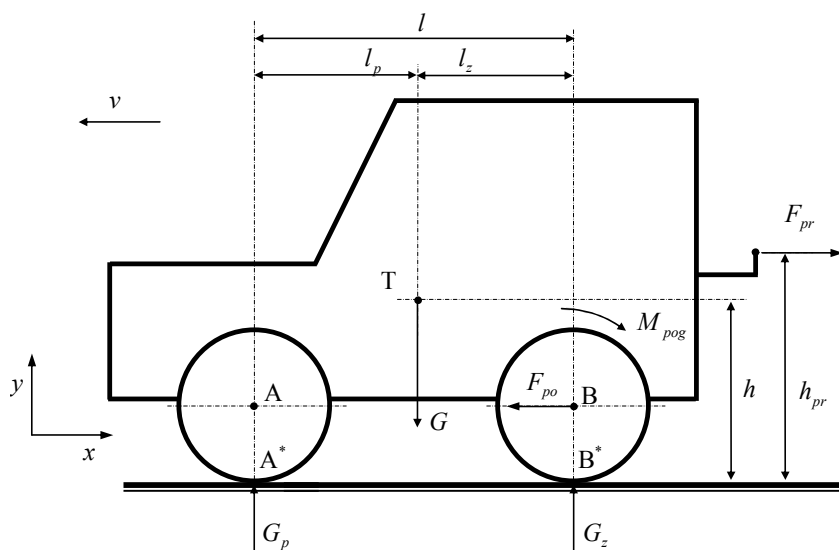


Slika 3.32: Traktor
Vir: Lasten

Traktorski priključek je zamenljivo orodje za opravljanje kmetijskih, gozdarskih in drugih del, ki ga vleče, potiska ali nosi traktor (obračalnik, trosilnik, samonakladalka, škropilnica...).

Traktorji so pomembni za vleko prikolic ali drugih priključkov. Ogrodje kabine mora preprečiti ali vsaj zmanjšati težke poškodbe voznika pri obračanju traktorja. S takšno konstrukcijo mora biti zagotovljen varen voznikov prostor v notranjosti kabine, kot to določa standard. Ločimo:

- traktor z varnostnim lokom,
- traktor s platformo in z varnostnim lokom,
- traktor s komfortno kabino.



Slika 3.33: Shema traktorja
Vir: Lasten

Če je traktor zavrt in nanj deluje zunanja sila F_{pr} lahko pride do obračanja traktorja v točki B^* . Momentno enačbo za točko B^* , kjer je $\sum M_{B^*} = 0$ in $M_{pog} = 0$, zapišemo

$$\sum M_{B^*} = 0: -F_{pr} \cdot h_{pr} + G \cdot l_z - G_p \cdot l = 0 \Rightarrow G_p = \frac{-F_{pr} \cdot h_{pr} + G \cdot l_z}{l} \quad (3.130)$$

in za točko A^*

$$\sum M_{A^*} = 0: -F_{pr} \cdot h_{pr} - G \cdot l_p + G_z \cdot l = 0 \Rightarrow G_z = \frac{F_{pr} \cdot h_{pr} + G \cdot l_p}{l}. \quad (3.131)$$

Do obračanja traktorja pride, ko je sila $G_p = 0$

$$F_{pr} = \frac{G \cdot l_z}{h_{pr}}. \quad (3.132)$$

V primeru, ko se traktor giblje, je točka B točka obračanja traktorja. Momentno enačbo zapišemo

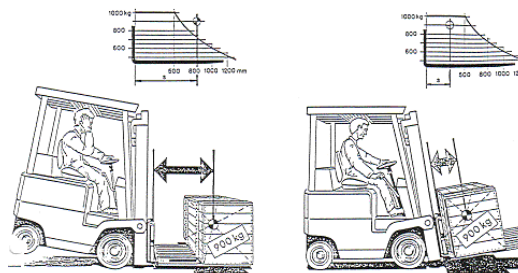
$$\sum M_B = 0: -M_{pog} - F_{pr}(h_{pr} - r) + G \cdot l_z - G_p \cdot l = 0. \quad (3.133)$$

Do obračanja traktorja pride, ko je sila $G_p = 0$

$$F_{pr} = \frac{-M_{pog} + G \cdot l_z}{(h_{pr} - r)}. \quad (3.134)$$

3.2 VILIČARJI

Viličarji so pomemben člen v internem transportu, saj so nadomestili težko fizično delo. Žal pa ugotavljamo, da naglo naraščajo poškodbe pri delu z njimi. To je posledica nenamenske uporabe, pa tudi viličarji so večkrat tehnično nepopolni, pomanjkljivo opremljeni...



Slika 3.34: Viličar
Vir: Lasten

Viličarji na pogon z motorjem z notranjim zgorevanjem imajo lahko poleg dizelskega tudi bencinski motor. Dizelski motorji so pogostejši zaradi prednosti, kot so: enostavnejši motor, vzdržljivost, poraba cenejšega goriva... Pogonski medij pri motorjih z notranjim zgorevanjem lahko nadomestimo s plinom, ki je mešanica propana in butana. Plinsko jeklenko postavimo za voznikov sedež na zadnji strani viličarja. Jeklenko moramo ustrezno pritrditi in hkrati z ventilom zavarovati pred poškodbami. Jeklenka mora biti pregledana in preskušena v rokih, ki so predpisani za tlačne posode. Prednost viličarjev na akumulatorski pogon je, da jih lahko uporabljamo tudi v zaprtih prostorih. Viličarje na električni pogon redko uporabljamo. Električni kabel za dovod električne energije namreč omejuje radij gibanja, težko ga zavarujemo proti mehanskim poškodbam, imeti mora dvojno izolacijo...

3.3 VZDRŽEVANJE CESTNIH VOZIL

Vsi tehnični sistemi so projektirani tako, da so uporabni le za določen čas, torej za ocenjeno življenjsko dobo. Da bi bil nek tehnični sistem uporaben čim dlje, ga je med njegovim delovanjem treba tudi primerno vzdrževati. To je še posebej pomembno za sisteme, pri katerih je velika možnost takih okvar, ki preprečujejo pravilno delovanje, vendar se ob primernem vzdrževanju lahko odpravijo. Tipični primeri takšnih sistemov so motorna vozila. Pri njih vzdrževanje predstavlja nujno potrebno in izredno pomembno fazo v celotnem ciklu življenjske dobe. Ta cikel se začne z razvojem in konča z odpisom oz. odstranitvijo iz uporabe. Ta trditev je stara in dobro znana resnica, saj se je zavest o potrebi vzdrževanja pojavila že na začetku razvoja in uporabe strojev in naprav.

Na splošno pa zavest o potrebnosti vzdrževanja ne zadošča. Mnogokrat se vzdrževanje obravnava ločeno, več ali manj neodvisno od drugih segmentov uporabe sistema. To še posebej velja za razvojno fazo, ko se ponavadi premalo razmišlja o tem, da se bodo razviti in izdelani sistemi morali tudi vzdrževati. Mnogokrat prevladuje mišljenje, da vzdrževanje nima nikakršne zveze z razvojem, da projektantu sploh ni treba razmišljati o vzdrževanju, torej da je vzdrževanje izključna skrb uporabnikov sistema. To je pa seveda popolnoma zgrešeno.

Iz nove filozofije zadnjih let pa vedno bolj izhaja ugotovitev, da so vsi segmenti nekega tehničnega sistema med seboj povezani ter da te vezi določajo končno kakovost in uporabnost tega sistema. Na osnovi teh spoznanj se je razvila teorija zanesljivosti in njen segment, teorija vzdrževanja, ki jo mnogokrat imenujemo tudi teorija obnavljanja, teorija izmenjave in podobno. Vse te teorije so v zadnjem času dobile močno podporo z novo vedo, imenovano logistika, ki se pretežno ubada s skupnimi problemi sistemske podpore tehničnih sistemov. Logistika je jasno pokazala na pomen in mesto vzdrževanja v življenjskem ciklu tehničnih sistemov, zaradi česar je t. i. logistični pristop k vzdrževanju eden od najprimernejših načinov analiz problemov vzdrževanja.

Vsak tehnični sistem je uporaben le za omejeno življenjsko dobo, ki je zelo kompleksna kategorija, odvisna predvsem od načina projektiranja in izdelave ter od načina uporabe in vzdrževanja. Korektivno (kurativno) vzdrževanje temelji na odpravljanju okvar in poškodb na delovnih sredstvih šele po njihovem nastanku. To metodo dostikrat imenujemo tudi: poglej in odpravi. Preventivno vzdrževanje temelji na izvajanju niza aktivnosti, kot so:

- ❑ ciklični pregledi delovnih sredstev,
- ❑ ciklične meritve parametrov delovnih sredstev,
- ❑ izdelava plana,
- ❑ odprava okvare...

Te dejavnosti se izvajajo, še preden nastane okvara ali zastoj. Tako lahko poenostavljeno rečemo, da preventivno vzdrževanje temelji na izreku: bolje preprečiti kot zdraviti.

Vzdrževanje pri vozilih je torej skupek meril za varovanje in ponovno vzpostavitev zahtevanega stanja, pa tudi ugotovitev in presoja dejanskega stanja. Vzdrževanje zajema obnovo, pregled in servisiranje vozil in posameznih delov vozil.

Obnova so ukrepi za ponovno vzpostavitev zahtevanega stanja. Obnova zajema vsa dela v zvezi prometne varnosti v skladu s predpisi in pripravljenosti za delovanje vozil in posameznih delov vozil.

Pregled so merila za ugotovitev in oceno dejanskega stanja. Pregled zajema predvsem preizkus delov vozila na vzdržljivost, obrabo in poškodbe, pa tudi nadzor in funkcionalno delovanje vozil in posameznih delov vozil.

Servisiranja so v smislu varnostnih pravil merila za potrditev zahtevanega stanja. Servisiranje zajema vsa dela za ohranitev prometne varnosti v skladu s predpisi in pripravljenosti za delovanje vozil. Spremembe, dopolnitve in demontaže zajemajo v smislu varnostnih pravil vsa dela, preko katerih je bilo prvotno stanje vozila ali posameznih delov vozil spremenjeno ali dopolnjeno.

POVZETEK

Cestna vozila se uporabljajo za najrazličnejše namene. Zato jih delimo v posamezne skupine in te naprej na podskupine. Ko izbiramo vozilo, moramo vedeti kaj želimo, da je izbira in nato uporaba lahko optimalna. Vsa prevozna sredstva, moramo po navodilih proizvajalca, tudi pravilno vzdrževati. Tako lahko zelo povečamo življenjsko dobo in izkoristek vozila.



Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

1. *Razdelite cestna vozila po namembnosti.*
2. *Kako delimo tovorna vozila.*
3. *Kako delimo avtobuse.*
4. *Opišite pomen vzdrževanja.*

4 STANDARDIZACIJA

V tem poglavju boste spoznali:

- pomen predpisov in standardov.

Ob koncu poglavja boste razumeli:

- razlikovati med različnimi standardi in predpisi,
- pomen homologacij pri cestnih vozilih.

UVOD V POGLAVJE

Standardizacija je dejavnost, ki je usmerjena v izdelavo in uporabo predpisov. Cilj le-teh je urediti, ob sodelovanju in v korist zainteresiranih strank, poslovanje na danem področju na tak način, da dosežemo optimalno splošno ekonomičnost z upoštevanjem funkcionalne usmeritve in zahtev glede varnosti pri delu. Standardizacija se opira na združene rezultate znanosti, tehnike in praktičnih izkušenj. Določa osnovo ne samo sedanjega, ampak tudi bodočega razvoja. Cilji standardizacije so:

- ❑ poenostavljanje rastočega števila variant izdelkov in postopkov v življenjskem in delovnem okolju,
- ❑ olajšanje sporazumevanja,
- ❑ zagotavljanje splošne ekonomičnosti,
- ❑ varnost, zdravje in zaščita življenja,
- ❑ zaščita interesov potrošnikov ter interesov skupnosti,
- ❑ odstranjevanje tehničnih ovir v trgovini.

Učinki standardizacije se pojavljajo na področjih snovanja, razvoja, proizvodnje, skladiščenja in transporta, prodaje, uporabe in reciklaže. Predvsem se kažejo v ekonomičnosti, tehnični dovršenosti, zmanjševanju obremenitev okolja. Nekateri učinki so vidni takoj, nekateri pa le posredno in po daljšem časovnem intervalu.

Naloga standardizacijskega organa, priznanega na nacionalni, regionalni ali mednarodni ravni, je priprava, odobritev ali privzem standardov, ki so dosegljivi javnosti.

Standard je dokument, ki nastane s konsenzom in ga odobri priznani organ. Določa pravila, smernice in rezultate za dejavnosti ter je namenjen za občo in večkratno uporabo. Usmerjen je v doseganje optimalne stopnje urejenosti na danem področju.

Predstandard je dokument, ki ga standardizacijski organ sprejme začasno. Dosegljiv je javnosti, da se na ta način lahko iz njegove uporabe pridobijo potrebne izkušnje, ki bodo podlaga za standard.

Osnovni standard obravnava široko področje ali vsebuje splošna določila za določeno področje.

Terminološki standard obravnava izraze, ki jih ponavadi spremljajo definicije, včasih pa tudi pojasnila, ilustracije, primeri...

Preskuševalni standard obravnava metode preskušanja, ki jih včasih dopolnjujejo druga določila, povezana s preskušanjem, kot na primer vzorčenje, uporaba statističnih metod in zaporedje preskusov.

Standard za proizvod specificira zahteve, ki jih mora izpolnjevati proizvod ali skupina proizvodov, da se zagotovi njegova ustreznost namenu.

Procesni standard specificira zahteve, ki jih mora izpolnjevati proces, da se zagotovi njegova ustreznost namenu.

Storitveni standard specificira zahteve, ki jih mora izpolnjevati storitev, da se zagotovi njena ustreznost namenu.

Tehnična specifikacija je dokument, ki predpisuje tehnične zahteve, ki jih mora izpolnjevati proizvod, proces ali storitev.

Kodeks ravnanja je dokument, ki priporoča ravnanje ali postopke za načrtovanje, proizvodnjo, namestitve, vzdrževanje ali uporabo opreme, konstrukcij ali proizvodov.

Predpis je dokument, ki določa obvezujoča zakonska ali na zakonu temelječa pravila in ga sprejme organ oblasti.

Tehnični predpis določa tehnične zahteve, bodisi neposredno bodisi posredno, tako da se sklicuje na vsebino standarda, tehnične specifikacije ali kodeksa ravnanja ali vključuje vsebino le-teh.

Tipizacija je poenostavljanje postopkov, delov, tvarin. Problem tipizacije se kaže predvsem v zmanjševanju različnosti izdelkov in s tem tudi zmanjšanju ponudbe in nezmožnosti upoštevanja posebnih želja kupcev.

Unifikacija je nadomestitev delov z univerzalnimi deli. Imenujemo jo tudi modulna gradnja. Posebej je prisotna v avtomobilski industriji, kjer si lahko kupec sam izbere svojo kombinacijo opreme avtomobila na osnovi standardnih sestavnih delov. Stroški izdelave posameznih delov so zaradi vpliva velikih serij majhni, možnost različnih variacij opreme pa skoraj neomejena.

4.1 SPREJEMANJE STANDARDOV

Junija 1991 je bil ustanovljen Urad Republike Slovenije za standardizacijo in meroslovje (USM) pri Ministrstvu za šolstvo, znanost in šport. Mednarodna organizacija za standardizacijo (ISO) je bila ustanovljena 23. februarja 1947. Urad Republike Slovenije za standardizacijo in meroslovje, ki predstavlja slovensko institucijo za standardizacijo doma in v tujini, je postal član ISO v letu 1992. ISO ima 90 polnopravnih članov, 20 korespondenčnih članov, 3000 delovnih teles, 176 tehničnih odborov, 630 tehničnih pododborov, 1900 stalnih delovnih skupin, do leta 1993 znaša fond standardov 8200 standardov ali 60000 strani strokovnega teksta. Zaradi boljše koordinacije dela ISO sodeluje z različnimi mednarodnimi institucijami (npr. IEC, CEN...).

Standardizacija ali standardi so lahko:

- mednarodni (sprejme ga mednarodna organizacija za standardizacijo),
- regionalni (sprejme ga regionalna organizacija za standardizacijo),
- nacionalni (sprejme ga nacionalni organ za standarde).

Mednarodne organizacije za standardizacijo so:

- ISO – International Organization for Standardization (organizacija izdaja standarde z oznako ISO in ISO/IEC),
- IEC – International Electrotechnical Commission (organizacija izdaja standarde z oznako IEC),
- ETSI – European Telecommunications Standardization Institute (organizacija izdaja standarde z oznako ETS),
- CEN – European Committee for Standardization (organizacija izdaja standarde z oznako ETS) (kot ISO),
- CENELEC – European Committee for Electrotechnical Standardization (organizacija izdaja standarde z oznako EN),
- CENCER – CEN s Certificacien body.

Nacionalne institucije za standardizacijo so:

- USM – Urad Republike Slovenije za standardizacijo in meroslovje pri Ministrstvu za znanost in tehnologijo (institucija izdaja standarde z oznako SIST),
- SKE – Slovenska elektrotehnična komisija pri USM,
- DIN – Deutsches Institut für Normung (institucija izdaja standarde z oznako DIN),
- ESI – British Standards Institution (institucija izdaja standarde z oznako BS),
- AFNOR – Association Française de Normalisation (institucija izdaja standarde z oznako NF in UTE).

Strokovno-tehnična področja standardizacije so:

- informacijske tehnologije in telekomunikacije,
- elektrotehnika in elektronika,
- živila, zdravje, kemija in okolje,
- gradbeništvo, kovinski in nekovinski materiali,
- strojništvo, transport in pakiranje,
- splošno področje, izdelki za dom ter prosti čas.

Za izdelavo osnutkov, predlogov in pripravo končnega besedila Slovenskih standardov se oblikujejo pri USM tehnični odbori za posamezna strokovna področja. Ti predstavljajo v organizacijsko-tehničnem pogledu telesa slovenske nacionalne standardizacije, ki se oblikujejo tako, kot je to običajno v mednarodnih organizacijah za standardizacijo. Tehnični odbor ima predsednika, člane in tehničnega sekretarja. Za posamezne strokovne naloge s svojega področja dela lahko posamezni tehnični odbor ustanovi eno ali več stalnih ali občasnih delovnih skupin. Sestav tehničnega odbora je praviloma takšen, da se v njem odražajo interesi različnih struktur v državi, kot so: proizvajalci, uporabniki, potrošniki, trgovina, raziskovalne in izobraževalne institucije, javna uprava...

Pobudo za ustanovitev tehničnega odbora lahko poda zainteresirano podjetje, organizacija ali skupnost, gospodarske zbornice, upravni organi ter druge zainteresirane institucije. Predlog obravnava USM, ki o pobudi odloči.

Pomembne faze pri nastajanju slovenskih standardov so: pobuda (oznaka POBD), delovni osnutek standarda (oznaka DSIST), osnutek standarda (oznaka OSLST), predlog standarda (oznaka PSIST) in slovenski standard (oznaka SIST).

Vsi sprejeti slovenski standardi se vpišejo v matično knjigo standardov in označijo po mednarodnem klasifikacijskem sistemu (ICS). Slovenski standardi se označijo na naslednji SIST XXXX(X), kjer je (SIST) oznaka za slovenski standard in (XXXX(X)) dodatna številčna oznaka (4 oziroma 5 mest). V primeru prevzema tujega standarda se oznaki za slovenski standard doda izvorna oznaka prevzetega standarda ne glede na število mest:

- SIST ISO 3675,
- SIST EN 24,
- SIST ETS300166,
- SIST DIN 51769–1...

Referenčna številka standarda je sestavljena iz oznake slovenskega standarda in pripadajoče letnice izdaje tega standarda, ki je ločena z dvopičjem. Referenčno številko standarda lahko dopolnjuje tudi oznaka jezika, v katerem je besedilo izdanega slovenskega standarda. Oznaka jezika je obvezna, če je standard izdan v tujem jeziku:

- SIST ISO 3675:1994 (en),
- SIST DIN 51769–1:1994 (de)...

Ostali dokumenti, kot so predstandardi, tehnični predpisi... se podajo v obliki:

- SIST ENV 305 predstandard,
- SIST HD 1000 harmonizacijski dokument,
- SISTISO/TR 7469 tehnično poročilo.

4.2 UGOTAVLJANJE SKLADNOSTI

Akreditacija je postopek za pridobitev dokazila o usposobljenosti za opravljanje določene dejavnosti. USM opravlja naloge nacionalne akreditacijske službe, ki izvaja akreditiranje preskusnih in meroslovnih laboratorijev, certifikacijskih organov in nadzornih organov. USM vodi javni register akreditiranih organov s podatki o obsegu akreditacije.

Preskušanje je upravljanje enega ali več preskusov, s katerimi se po točno določenem tehničnem postopku določi ena ali več karakteristik danega proizvoda, procesa ali storitve.

Certificiranje je postopek, po katerem certifikacijski organ pisno potrdi, da je nedvoumno opredeljen proizvod, storitev ali z njima povezan proces in proizvodni postopek ter sistem zagotavljanja kakovosti v skladu s postavljenimi zahtevami, oziroma da je določena oseba usposobljena za izvajanje določenih storitev. Certificiranje se opravlja na področju proizvodov, storitev, osebja in sistemov zagotavljanja kakovosti. Proizvodi, storitve ali z njimi povezani procesi in proizvodni postopki morajo biti certificirani, če je to določeno s tehničnim ali drugim predpisom. V dokumentu navedena tehnična specifikacija predpisuje zahtevane lastnosti proizvoda, kot so stopnja kakovosti, zmogljivost, varnost ali dimenzije, vključno z zahtevami, ki veljajo za proizvode, glede terminologije, simbolov, preskušanja in metod preskušanja, embalaže, označevanja ali etiketiranja in postopkov ocenjevanja skladnosti.

Certifikat o skladnosti oziroma drug dokument, ki ga določa tehnični ali drug predpis, mora pridobiti proizvajalec, izvajalec ali uvoznik, preden da proizvode ali storitve v promet.

Izjava o skladnosti je izjava dobavitelja, izdana na njegovo odgovornost, da proizvod, proces ali storitev ustreza tehničnim predpisom, določenim standardom, tehničnim specifikacijam ali drugim predpisom. Dobavitelj proizvoda, procesa ali storitve sme izdati izjavo o skladnosti, če proizvod, proces ali storitev ustreza tehničnim predpisom, določenim standardom, tehničnim specifikacijam ali drugim predpisom in če dobavitelj izpolnjuje kriterije, vsebovane v standardih, ki določajo splošne kriterije za dobaviteljevo izjavo o skladnosti.

Pod deklariranjem proizvodov je mišljeno, da se na proizvodu, njegovi embalaži ali na kakšen drug ustrezen način navedejo podatki za identifikacijo proizvoda, njegove usklajenosti s standardi ali predpisi, karakteristike ter podatki o proizvajalcu oziroma tistem, ki daje

proizvod v promet. Vsi proizvodi morajo biti opremljeni z deklaracijo v slovenskem jeziku, ki mora vsebovati naslednje podatke o proizvodu:

- naziv proizvoda,
- tip proizvoda,
- ime proizvajalca.

4.3 ISO 9000

Tehnična kakovostna infrastruktura (TKI) je temelj enotnega evropskega trga. Evropa jo je uzakonila z novim globalnim pristopom in s sprejeto politiko o kakovosti. Temelji na štirih stebrih:

- standardizaciji,
- meroslovju,
- akreditaciji,
- preskušanju in certificiranju.

ISO 9000 zagotavlja tehnično zagotavljanje vodenja nekega proizvodnega ali storitvenega procesa, manj ali skoraj nič pa ne posveča kakovosti komuniciranja in kakovosti odnosa do kupca. Standardi s področja zagotavljanja kakovosti ISO 9000 so:

- 8402, slovar izrazov,
- 9001, model zagotavljanja kakovosti v razvoju, proizvodnji, vgradnji in servisiranju,
- 9004, vodenje kakovosti in elementi kakovosti.

Standard SIST ISO 9001 zajema:

- sistem kakovosti,
- pregled pogodbe,
- obvladovanje razvoja,
- obvladovanje dokumentov in podatkov,
- nabavo,
- obvladovanje proizvodov, ki jih dobavi odjemalec,
- identifikacijo in sledljivost proizvodov,
- obvladovanje procesa,
- kontrolo in preizkušanje,
- obvladovanje kontrolne, merilne in preskusne opreme,
- status kontroliranja in preskušanja,
- obvladovanje neskladnih proizvodov,
- korektivne in preventivne ukrepe,
- ravnanje, skladiščenje, pakiranje, zaščito in dostavo,
- obvladovanje zapisov o kakovosti,
- notranjo presojo kakovosti,
- usposabljanje,
- servisiranje,
- statistične metode.

Sistem dokumentacije kakovosti je zgrajen, kot kaže slika.



Slika 4.1: Zgradba dokumentacije kaovosti
Vir: Lasten

Poslovnik kakovosti zajema celotno organizacijo. Prejemniki so vodstvo organizacije in vodje oddelkov. Vsebina zajema načelen opis sistema, organizacijsko zgradbo, odgovornosti in pristojnosti, stična mesta, seznam postopkov in navodil.

Postopki obsegajo posamezna področja. Prejemniki so vsi oddelki. Vsebina zajema podroben opis po področjih organizacije.

Navodila za delo in preglede obsegajo posamezne dejavnosti. Prejemniki so vsa delovna mesta. Vsebina zajema podrobna navodila za izvajanje posameznih del.

4.4 TEHNIČNA ZAKONODAJA

Sprejeti tehnični predpisi so obvezni (Četina, P., 1995). Tehnične predpise pripravljajo in izdajajo pristojni državni organi oziroma pristojna ministrstva. Tehnični in drugi predpisi, ki jih pripravljajo pristojni državni organi po predpisanih postopkih ter v skladu s svojimi pristojnostmi, se izdajajo in predpisujejo z namenom, da se izpolnijo ter zagotovijo zahteve, ki izhajajo iz mednarodnih pogodb in sporazumov ali pa se predpišejo na osnovi lastnih potreb v zvezi z urejanjem:

- varstva življenja in zdravja ljudi,
- varstva okolja ter premoženja,
- varnega in nemotenega pretoka blaga in storitev v Sloveniji ter v evropskem in svetovnem prostoru.

Evropska skupnost se je začela ustanavljati maja 1950, ko je takratni zunanji minister Francije predstavil načrt za sodelovanje na področju rudarstva in jeklarstva. Načrt je bil realiziran junija 1952 z ustanovitvijo Evropske skupnosti za premogovništvo in jeklarstvo ECSC (European Coal and Steel Community). To so bili prvi začetki združevanja Evrope, ki je dobivala vedno več držav članic:

- 1952 – Belgija, Francija, Nemčija, Italija, Luksemburg in Nizozemska,
- 1973 – Danska, Irska in Velika Britanija,
- 1981 – Grčija,
- 1986 – Španija in Portugalska,
- 1990 – področje vzhodne Nemčije,
- 1995 – Avstrija, Finska in Švedska.

Sporazum v Maastrichtu iz leta 1992 je usmeril EU k enotni ekonomski in monetarni združitvi. Enoten evropski trg ali notranji trg je največji trgovinski blok na svetu in šteje 15 držav s približno 370 milijoni prebivalcev. Notranji trg je kot področje brez notranjih meja, na katerem je zagotovljen prost pretok blaga, oseb, storitev in kapitala. Vsaka dobrina, ki je v zakonitem obtoku v eni od držav članic, mora imeti pravico do prostega obtoka na vseh področjih EU. Sistematično preverjanje in nadzor, ki sta potrebna za zagotovitev spoštovanja predpisov, se odvijata znotraj trga in ne ob prehodu državnih meja. Uveljavitev teh načel je vključevala odstranitev fizičnih, tehničnih, finančnih in tarifnih ovir. Sporazum sam določa, da mora biti ustvarjanje notranjega trga postopen proces. Odprava fizičnega nadzora na notranjih mejah, ki glede na prosto gibanje oseb še ni popolna, je bila omogočena šele tedaj, ko so se države članice sporazumele, da bodo nadzor, ki so se ga pogosto posluževale na mejah samih, izvajale z drugimi sredstvi in na drugih mestih. Večina zakonodaje notranjega trga je pisana v obliki smernic, obvezujočih za vse države članice, ki morajo sprejeti potrebne ukrepe za njihovo izvajanje. Del zakonodaje o notranjem trgu, ki se nanaša na proizvodnjo in trženje blaga, uveljavlja stroge zahteve glede testiranja in certificiranja, v nekaterih primerih pa tudi določa ukrepe za tržni nadzor. Drugi pristop k tehničnemu usklajevanju pa določa le omejeno število najnujnejših zahtev v smernicah in prepusti pripravo podrobnejših specifikacij organom za izdelavo standardov na prostovoljni osnovi. V to skupino sodijo npr. področja strojev, elektromagnetne združljivosti, plinskih naprav, tlačnih posod, naprav za priključitev na nizko napetost, igrač... Ti predpisi so zagotovilo, da lahko proizvajalec, izdelovalec ali uvoznik kjer koli v okviru EU uvede na trg določen izdelek in ga samoumevno trži tudi drugje v EU, ne da bi pri tem prišel v spor z lokalnimi predpisi. Država članica, ki predstavlja del notranjega trga, mora biti sposobna jamčiti, da ustreza zahtevam EU tudi vse blago na njenem trgu. Na svojem ozemlju mora biti sposobna jamčiti tudi za prost pretok vsega blaga, ki izhaja iz drugih držav članic. Zaradi tega za delovanje sistema ni potrebna le ustrezna zakonodaja v vseh državah članicah, pač pa tudi celovit sestav tehničnih in drugih struktur za zagotavljanje učinkovitega izvajanja zakonodaje skupaj z ustreznim nadzorom tržišča. Zakonodajo EU lahko tako razdelimo na primarno in sekundarno. Med primarno zakonodajo spadajo pogodbe, sporazumi, akti, konvencije... Med sekundarno zakonodaja spadajo direktive, predpisi, sklepi, priporočila...

Izjava EU o skladnosti je listina, s katero proizvajalec ali njegov pooblaščen zastopnik v EU izjavi, da stroj, ki je na trgu, ustreza vsem bistvenim zdravstvenim in varnostnim zahtevam, ki se zanj zahtevajo. Podpis EU izjave o skladnosti daje proizvajalcu ali njegovemu pooblaščenemu zastopniku v EU pravico, da nalepi na stroj oznako CE. Izjava EU o skladnosti mora vsebovati naslednje podatke:

- ime in naslov proizvajalca ali njegovega pooblaščenega zastopnika v EU,
- opis stroja,
- katerim predpisanim določilom stroj ustreza,
- kjer je potrebno, ime in naslov priglašene organa in številko certifikata o EU tipskem preskusu,
- kjer je potrebno, ime in naslov priglašene organa, ki mu je bil poslan tehnični spis,
- kjer je potrebno, ime in naslov priglašene organa, ki je opravil preverjanje,
- kjer je potrebno, sklicevanje na harmonizirane standarde,
- kjer je potrebno, uporabljene nacionalne tehnične standarde in specifikacije,
- identifikacijo osebe, ki je pooblaščen za podpisovanje v imenu proizvajalca ali njegovega pooblaščenega zastopnika.

Izjava proizvajalca mora vsebovati naslednje podatke:

- ime in naslov proizvajalca ali pooblaščenega zastopnika,
- kjer je to ustrezno, ime in naslov priglašene organa in številko certifikata EU tipskega preskusa,

- kjer je to ustrezno, ime in naslov priglašene organa, ki mu je bil poslan spis,
- kjer je to ustrezno, ime in naslov priglašene organa, ki je izvedel verifikacijo,
- kjer je to ustrezno, nanašanje na harmonizirane standarde,
- opis stroja ali delov stroja,
- izjavo, da se stroj ne sme dati v obratovanje, dokler za stroj, v katerega se vgrajuje, ni zagotovila, da je v skladu z določili EU,
- identifikacijo podpisnika.

Vsebina izjave EU o skladnosti za varnostne komponente, ki so plasirane na trg posebej, mora vsebovati naslednje podatke:

- ime in naslov proizvajalca ali njegovega pooblaščenega zastopnika v EU,
- opis varnostne komponente,
- varnostno funkcijo, ki jo izpolnjuje varnostna komponenta, če to ni razvidno iz opisa,
- kjer je to ustrezno, ime in naslov priglašene organa in številko certifikata o EU tipskem preskusu,
- kjer je to ustrezno, ime in naslov priglašene organa, ki mu je bil poslan tehnični spis,
- kjer je to ustrezno, ime in naslov priglašene organa, ki je opravil preverjanje,
- kjer je to ustrezno, sklicevanje na harmonizirane standarde,
- kjer je to ustrezno, uporabljene nacionalne tehnične standarde in specifikacije,
- navedbo osebe, pooblaščenega za podpisovanje v imenu proizvajalca ali njegovega pooblaščenega zastopnika v EU.

Tehnična dokumentacija mora vsebovati:

- celotno risbo stroja skupaj z načrti krmilnih tokokrogov stroja,
- vse podrobne risbe z zapisniki o izračunih, rezultatih preskusov..., ki so potrebni za ugotavljanje skladnosti stroja z bistvenimi varnostnimi in zdravstvenimi zahtevami,
- seznam temeljnih zahtev EU, standardov in drugih tehničnih predpisov, ki so uporabljeni pri načrtovanju stroja,
- opis metod, ki so bile uporabljene, da bi preprečili nevarnosti, ki bi jih lahko povzročil stroj,
- tehnično poročilo ali certifikat, ki ga izda proizvajalec ali pristojni organ ali laboratorij,
- vsa tehnična poročila o rezultatih testov za izjavo o skladnosti s harmoniziranimi standardi, ki jo izda proizvajalec ali pristojni organ ali laboratorij,
- en izvod navodil za stroj.

Za tehnično dokumentacijo ni potrebno, da vsebuje podrobne načrte ali druge specifične informacije, ki se tičejo podsklopov, ki se uporabljajo za proizvodnjo strojev, razen če je njihovo poznavanje ključnega pomena za verifikacijo skladnosti z osnovnimi varnostnimi zahtevami. Tehnično dokumentacijo je potrebno hraniti. Biti mora na voljo pristojnim državnim organom najmanj 10 let od datuma proizvodnje ali, v primeru serijske proizvodnje, od proizvodnje zadnjega primerka. Tehnična dokumentacija mora biti sestavljena v enem od uradnih jezikov EU, z izjemo navodil za uporabo strojev.

EU tipski preskus je postopek, s katerim priglašeni organ ugotovi in potrди, da vzorec stroja izpolnjuje zahteve EU, ki zanj veljajo. Vlogo za tipski preskus EU vložiti proizvajalec ali njegov pooblaščen zastopnik v EU pri posameznem priglašenem organu glede na vrsto stroja. V vlogi morajo biti ime in naslov proizvajalca ali njegovega pooblaščenega zastopnika v EU ter kraj, kjer je bil stroj izdelan. Tehnična dokumentacija mora vsebovati:

- celotni načrt stroja skupaj z načrti krmilnih tokokrogov,
- podrobne risbe z zapiski o izračunih in rezultatih preskusov, ki so potrebni za ugotavljanje skladnosti stroja s pomembnimi zdravstvenimi in varnostnimi zahtevami,
- opis uporabljenih metod za preprečitev nevarnosti, ki bi jih lahko povzročil stroj, in

- seznam uporabljenih standardov,
- en izvod navodil za uporabo stroja,
- pri serijski proizvodnji interni ukrep, ki pomeni zagotovilo, da so stroji izdelani v skladu z določili EU.

Vlogo mora spremljati stroj, ki predstavlja načrtovano proizvodnjo ali, kjer je ustrezno, izjava, kje se lahko stroj pregleda. Priglašeni organ mora opraviti EU tipski preskus na naslednji tako, da pregleda tehnično dokumentacijo, da preveri usklajenost s predpisi in da pregleda stroj, ki je dobavljen ali dan na voljo. Med pregledom stroja mora organ:

- ugotoviti, da je stroj izdelan v skladu s tehnično dokumentacijo in da ga je mogoče varno uporabljati v pogojih, za katere je namenjen;
- kadar so uporabljeni standardi, pregledati, če so bili pravilno uporabljeni;
- opraviti preiskave in preskuse, da ugotovi, ali stroj ustreza bistvenim zdravstvenim in varnostnim zahtevam, ki zanj veljajo.

Če vzorec ustreza določilom, ki zanj veljajo, izstavi organ prosilcu certifikat o tipskem preskusu EU. Certifikat mora vsebovati ugotovitve preiskav, navesti mora vse pogoje, od katerih je odvisna izdaja certifikata, vsebovati pa mora tudi opise in risbe, ki so potrebne za identifikacijo odobrenega primerka. Komisija, države članice in drugi omenjeni organi prejmejo po en izvod certifikata in na utemeljeno zahtevo en izvod spisa tehnične dokumentacije in poročil o preiskavah in preskusih, ki so bili opravljeni. Proizvajalec ali njegov pooblaščen zastopnik v EU mora obvestiti priglašeni organ o vsaki spremembi, čeprav majhni, ki jo je opravil oziroma jo namerava opraviti na stroju, na katerega se nanaša vzorec. Priglašeni organ mora pregledati te spremembe in obvestiti proizvajalca ali njegovega zastopnika v EU o tem, ali ostane certifikat o tipskem preskusu EU veljaven. Organ, ki odkloni izdajo certifikata o tipskem preskusu EU, mora o tem obvestiti druge priglašene organe. Organ, ki umakne certifikat o tipskem preskusu EU, mora to sporočiti drugim državam članicam. Drugim državam članicam in Komisiji mora navesti razloge za to odločitev. Dokumentacija in dopisovanje, ki se nanašajo na postopke tipskega preskusa EU, morajo biti napisani v uradnem jeziku države članice, kjer ima priglašeni organ svoj sedež, ali v jeziku, ki je zanj sprejemljiv.

Minimalni kriteriji, ki jih morajo upoštevati države članice za priglaševanje organov, so:

- Organ, njegov direktor in odgovorno strokovno osebje, ki opravlja preskuse za preverjanje, ne smejo biti konstruktor, proizvajalec, dobavitelj ali monter stroja, ki se ga pregleduje, niti pooblaščen zastopnik katere koli od teh strank; ne smejo biti vključeni niti neposredno niti kot pooblaščen zastopniki pri konstruiranju, izdelavi, trženju ali vzdrževanju stroja; to ne izključuje možnosti za izmenjave tehničnih informacij med proizvajalcem in organom.
- Organ in njegovo strokovno osebje morata opraviti preskuse za preverjanje z največjo stopnjo strokovne poštenosti in tehničnega znanja in se nanj ne sme opravljati pritiskov in nagovarjanj, zlasti ne gmotnih, kar bi lahko vplivalo na njegovo presojo ali na rezultate pregleda.
- Organ mora imeti na voljo ustrezno strokovno usposobljeno osebje ter potrebno tehnično opremo, da lahko strokovno opravlja administrativne in tehnične naloge, ki so v zvezi s preverjanjem; imeti mora tudi dostop do opreme, ki je potrebna za specialno preverjanje.
- Strokovno osebje, ki je odgovorno za pregled, mora biti tehnično in poklicno usposobljeno, zadovoljivo poznati zahteve za preskuse, ki jih opravlja, in imeti ustrezne izkušnje s preskusi, biti sposobno sestaviti certifikate, zapisnike in poročila, ki so potrebna za certificiranje opravljenih preskusov.
- Zagotovljeno mora biti, da je osebje za pregled nepristransko; ne sme se jih nagrajevati po številu opravljenih preskusov ali po rezultatih teh preskusov.

- Organ se mora zavarovati za jamstvo, razen če je njegovo jamstvo prevzela država v skladu s pravnimi predpisi te države ali če je država članica sama neposredno odgovorna za preskuse.
- Osebe organa mora varovati poslovno tajnost vseh podatkov, do katerih so prišli pri opravljanju svojih nalog po določenih zakona, ki velja v tej državi.

4.5 POMEN HOMOLOGACIJ PRI CESTNIH VOZILIH

Obravnavano področje lahko razdelimo v tri skupine:

- homologacije po posameznih pravilnikih ECE in njihov pomen,
- posamične homologacije vozil,
- tipske homologacije vozil.

4.5.1 Vrste posameznih homologacij

Homologacije po posameznih pravilnikih ECE so potrdila, da neko vozilo ustreza točno preciziranim zahtevam. Tako velja danes v Evropi 93 pravilnikov ECE za vsa cestna vozila na motorni pogon. Njihovo število se še povečuje z ozirom na rastoče zahteve po pasivni ter aktivni varnosti in z ozirom na ekološke zahteve v cestnem prometu.

Ogledali si bomo primer, katere pravilnike moramo upoštevati pri avtobusih. Od skupno 93 pravilnikov ECE se jih 43 nanaša na avtobuse in njihovo opremo. 19 pravilnikov je takih, ki jih morajo izpolnjevati proizvajalci avtobusov, 24 pa je takih, ki se nanašajo na opremo in jih morajo priskrbeti proizvajalci opreme, na katero se le-ti nanašajo. Med homologacije, ki jih mora priskrbeti proizvajalec avtobusov, spadajo tudi takšne, ki so sestavljene iz homologacij dobaviteljev opreme in homologacij, ki potrjujejo pravilnost delovanja in vgradnje le-te.

Spisek nekaterih homologacij po ECE, ki jih mora priskrbeti proizvajalec avtobusov:

- ECE R 13 – zaviranje,
- ECE R 14 – priključki za varnostne pasove,
- ECE R 18 – zaščita pred nedovoljeno uporabo,
- ECE R 24 - dimljenje dizelskih motorjev in njihova vgradnja,
- ECE R 28 – vgradnja in delovanje sirene,
- ECE R 36 – konstrukcija javnih prevoznih sredstev z več kot 16 sedeži,
- ECE R 39 – vgradnja in delovanje tahografa,
- ECE R 48 – vgradnja in delovanje svetlobne in svetlobna signalna oprema,
- ECE R 49 – emisija izpušnih plinov dizelskih motorjev,
- ECE R 51 – hrup motornih vozil,
- ECE R 66 – trdost konstrukcije javnih prevoznih sredstev z več kot 16 sedeži,
- ECE R 79 – krmilje in krmilni sistemi,
- ECE R 80 – čvrstost sedežev in sedežnih priključkov za avtobuse,
- ECE R 85 – moč motorja,
- ECE R 87 – luči za dnevno vožnjo gospodarskih vozil,
- ECE R 89 – omejevalci hitrosti - vgradnja in delovanje,
- ECE R 90 – zamenjava kompletov zavornih oblog,
- ECE R 91 – svetlobna telesa za označevanje strani motornih vozil in priklonnikov.

Posamezne homologacije za vozilo lahko uporabimo tudi pri posamičnih oziroma tipskih homologacijah vozila, saj je pridobljena posamezna homologacija veljavna v državah podpisnicah ECE, ravno tako pa pomeni veliko pomoč tudi v drugih državah.

Spisek nekaterih homologacij po ECE, ki jih mora priskrbeti dobavitelj komponent:

- ECE R 1 – žaromet z žarnicami R 2,

- ECE R 2 – žarnica za asimetrične žaromete,
- ECE R 3 – odsevník,
- ECE R 4 – luči za registrske tablice,
- ECE R 5 – zaprti žarometi,
- ECE R 6 – smerokazi,
- ECE R 7 – pozicijske in zavorne luči,
- ECE R 8 – žarometi s halogenskimi žarnicami H 1, H 2 in H 3,
- ECE R 16 – varnostni pasovi,
- ECE R 19 – sprednje luči za meglo,
- ECE R 20 – žarometi s halogenskimi žarnicami H 4,
- ECE R 23 – luči za vzvratno vožnjo,
- ECE R 25 – naslonjala za glavo,
- ECE R 31 – zaprti žarometi s halogenskimi žarnicami,
- ECE R 37 – žarnice z žarečimi vlakni,
- ECE R 38 – zadnje luči za meglo,
- ECE R 43 – varnostna stekla,
- ECE R 44 – priprava za zaščito otrok v vozilu,
- ECE R 45 – brisalci luči,
- ECE R 46 – vzvratna ogledala,
- ECE R 54 – pnevmatike za gospodarska vozila,
- ECE R 67 – vozilo s pogonom na tekoči plin (rezervoar),
- ECE R 77 – parkirne luči motornih vozil.

4.5.2 Posamična homologacija vozila

Posamična homologacija vozila se izvaja v sledečih primerih:

- za prototipna vozila, ki se jih preda v redno obratovanje (registracija z belo tablico),
- v primeru prodaje manjšega števila vozil v neko določeno državo,
- v primerih prodaje manjšega števila vozil, za katere nimamo vseh potrebnih homologacij (posamična homologacija z odpustki za opuščeno proizvodnjo).

Posamična homologacija vozila velja vedno le za državo, ki jo izda. Sam postopek je v bistvu zelo enostaven, saj se v celoti izvaja in pridobi v pooblaščenem laboratoriju. Po pravilniku ECE zadoščajo tehnični podatki, spisek homologirane opreme in izjava proizvajalca, da vozilo ustreza osnovnim homologacijam, ki so predvidene za konkretne države.

Uporabnost posamične homologacije je urejena po zakonski plati, ki dovoljuje največ 10 vozil na leto v posamezno državo. Meja rentabilnosti je 8 vozil. Za količine, večje od 8 vozil, je cenejša tipska homologacija.

4.5.3 Tipska homologacija vozila

Če raziskave trga pokažejo možnost prodaje oziroma izvoza večjega števila vozil (več kot 10 na leto), se uporabi tipska homologacija vozila. Obvezni del prijavné dokumentacije so pridobljene vse posamezne homologacije za vozilo, kakor tudi:

- shema krmilnega mehanizma,
- shema vidljivosti z vozníškega sedeža,
- ofertna risba šasije s tehničnimi podatki,
- ofertna risba vozila s tehničnimi podatki,
- celotna električna shema z opisom agregatov,
- spisek opreme, tehnična navodila.

POVZETEK

Standardizacija zagotavlja boljšo ekonomičnost in večjo varnost izdelkov. Varnost vozil je zagotovljena z izpolnjevanjem predpisane tehnične zakonodaje in homologacijami delov in sklopov vozil. Ob spremembi oz. dodajanju delov na vozilo, moramo le to ponovno dati tehnično pregledati.



Vprašanja za razmislek in preverjanje znanja

- 1. Opišite razliko med pravilnikom in standardom.*
- 2. Katere standarde poznate?*
- 3. Opišite značilnosti standarda ISO.*
- 4. Opišite pomen homologacije za vozila.*

5 SEZNAM LITERATURE

Bohner, M., et al. *Motorno vozilo*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1999.

Crnjac, A., in Crnjac, P. *Vleka in transportna sredstva I. del*. Maribor: Fakulteta za gradbeništvo, 1995.

Četina, P. *Tehniški predpisi in projektiranje*. Celje: Šolski center, 2000.

Goljar, M. *Motorna vozila*. Ljubljana: Fakulteta za strojništvo, 1977.

Harl, B. *Mehanika II – Vaje (interno gradivo)*. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2000.

Harl, B. *Varnost v prometu in varstvo pri delu*. Maribor: Višja prometna šola, 2003.

Kegl, M. *Mehanika I*. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2002.

Kegl, M. *Mehanika II (interno gradivo)*. Maribor: Fakulteta za strojništvo, 2000.

Projekt **Impletum**

Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008–11

Konzorcijski partnerji:



Šolski center
Novo mesto



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete 'Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja' in prednostne usmeritve 'Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja'.