



JAVNA AGENCIJA
REPUBLIKE SLOVENIJE
ZA VARNOST PROMETA

VOŽNJA MOTORNEGA KOLESA

Izbrane vsebine za pripravo na teoretični del
vozniškega izpita



VOŽNJA MOTORNEGA KOLESA

Izbrane vsebine za pripravo na teoretični del vozniškega izpita

Izdala in založila: Javna agencija Republike Slovenije za varnost prometa, Kotnikova ul. 19/a, Ljubljana

Avtor: mag. Borut Boc

Jezikovni pregled: dr. Katja Bergles

Grafične slike: Ana Gaja Boc, mag. Borut Boc in viri, navedeni pri risbah

Fotografije: Ana Gaja Boc, mag. Borut Boc

Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2018

1. elektronska izdaja

Način dostopa (URL): <https://www.avp-rs.si>

© Javna agencija Republike Slovenije za varnost prometa, 2018. Vse pravice pridržane.

<p>Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani COBISS.SI-ID=295239680 ISBN 978-961-6025-28-7 (pdf)</p>
--

KAZALO

1	Uvod	4
2	Posebnosti pri splošnih predpisih, pravilih cestnega prometa in prometni signalizaciji	6
2.1	Zakoni	6
2.1.1	Zakon o voznikih	6
2.1.2	Zakon o pravilih cestnega prometa	8
2.1.3	Zakon o motornih vozilih	9
2.2	Podzakonski predpisi	9
2.2.1	Pravilnik o prometni signalizaciji	9
2.2.2	Pravilnik o delih in opremi vozil	11
3	Zaščitna oprema in vidnost voznikov motornih koles za druge udeležence cestnega prometa ...	13
3.1	Zaščitna oprema	13
3.1.1	Homologirana zaščitna motoristična čelada	13
3.1.1.1	Tipi motoristične čelade	13
3.1.1.2	Funkcionalnost motoristične čelade	14
3.1.1.3	Skrb za motoristično čelado	15
3.1.1.4	Izbira velikosti motoristične čelade	15
3.1.2	Motoristična oblačila, rokavice in obutev	16
3.2	Vidnost voznika motornega kolesa za druge udeležence cestnega prometa	17
4	Vožnja motornega kolesa	19
4.1	Pred in po koncu vožnje	19
4.1.1	Pregled motornega kolesa	19
4.1.2	Postavljanje motornega kolesa na stojalo in odstranjevanje z njega	19
4.1.3	Sedanje na motorno kolo in vstajanje z njega	19
4.1.4	Hoja okrog prosto stoječega motornega kolesa	20
4.1.5	Potiskanje motornega kolesa	21
4.1.6	Nastavitev vzratnih ogledal in ugotavljanje mrtvih kotov	21
4.1.7	Dvigovanje motornega kolesa s tal	22
4.2	Tehnika vožnje motornega kolesa	22
4.2.1	Osnovni elementi vožnje	22
4.2.1.1	Položaj voznika na motornem kolesu	23
4.2.1.2	Opazovanje dogajanja za vozilom in ob njem	24

4.2.1.3	Obvladovanje vozila pri nizkih hitrostih	24
4.2.2	Zahtevnejši elementi vožnje.....	26
4.2.2.1	Vožnja naravnost ali kaj drži motorno kolo pokonci	26
4.2.2.1.1	Vztrajnostna sila	27
4.2.2.1.2	Vrtilna količina.....	27
4.2.2.1.3	Geometrija prednjega dela motornega kolesa	28
4.2.2.2	Spreminjanje hitrosti	31
4.2.2.2.1	Prenos teže.....	31
4.2.2.2.2	Učinkovita uporaba zavor.....	32
4.2.2.2.3	Kombinirani ali integralni zavorni sistem	34
4.2.2.2.4	Blokiranje zadnjega kolesa	34
4.2.2.3	Spreminjanje smeri.....	34
4.2.2.3.1	Začetek spreminjanja smeri	34
4.2.2.3.2	Vožnja skozi zavoj.....	36
4.2.2.3.3	Spreminjanje hitrosti in radija zavoja.....	37
4.2.2.3.4	Zdrs zadnjega kolesa v zavoju.	37
4.2.2.3.5	Kombinacija spreminjanja hitrosti in smeri vožnje	37
4.2.2.3.6	Legi na vozišču in opazovanje pri vožnji skozi zavoje	39
4.2.2.4	Geometrijski in tehnični elementi cest, pomembni za vožnjo motornega kolesa	40
4.2.2.4.1	Cestni zavoji.....	40
4.2.2.4.2	Prečni naklon vozišča	43
4.2.2.4.3	Prevoji.....	44
4.2.2.4.4	Preglednost	45
4.2.2.5	Nekatere druge uporabne spretnosti.....	46
4.2.2.5.1	Obračanje na strmini	46
4.2.2.5.2	Pomikanje pomikanje motornega kolesa vzvratno na strmini.....	47
4.2.2.5.3	Obračanje motornega kolesa na mestu	47
4.2.2.5.4	Polkrožno obračanje na čim manjšem prostoru	48
4.3	Nevarnosti, značilne za vožnjo motornega kolesa	49
4.3.1	Voziščna površina	50
4.3.2	Vožnja v dežju.....	51
4.3.3	Bočni veter.....	51

4.3.4	Nizko sonce.....	51
4.3.5	Hladno vreme	51
4.3.6	Pojav nihanja motornega kolesa	52
4.3.7	Pristop k vožnji za minimiziranje vpliva dejavnikov tveganja.....	53
5	Prevoz potnika in tovora	55
5.1	Vpliv večje teže.....	55
5.2	Vpliv spremembe težišča motornega kolesa.....	56
5.3	Ravnanje voznika in potnika.....	57
6	Tehnične lastnosti vozila v zvezi s prometno varnostjo	58
6.1	Poznavanje najpomembnejših tehničnih podatkov in značilnosti vozila	58
6.2	Poznavanje in uporaba naprav, ki jih ima vozilo	58
6.3	Preventivni pregled vozila	58
7	Dodatek	60
7.1	Osnovni fizikalni pojmi, povezani z dinamiko vožnje enoslednih vozil	60
7.1.1	Hitrost.....	60
7.1.2	Pospešek.....	61
7.1.3	Sila	62
7.1.4	Navor sile.....	63
7.1.5	Vrtilna količina	65
7.2	Primeri.....	67

1 Uvod

Zahteve za voziške izpite so se skozi čas stalno spreminjale in dopolnjevale, predvsem se je njihova raven povečevala skladno z razvojem cestnega prometa in večjih pričakovanj glede znanj in spretnosti voznikov za zagotavljanje nemotenega varnega in umirjenega poteka cestnega prometa. Pri nas so se pri motornih kolesih stvari začele nadpovprečno hitro razvijati in spreminjati zadnjih 10 do 15 let. Pred tem se je na voziški izpit za kategorije A1, A2 in A gledalo bolj ali manj le kot na vožnjo enoslednega vozila v skladu s pravili cestnega prometa. Spoznanje, da je za varno vožnjo motornega kolesa potrebno veliko več, je spodbudilo postopen razvoj zahtev, ki se nanašajo tudi na druge dejavnike za varno udeležbo v cestnem prometu.

Osnovni namen priročnika je bil zajeti vse vsebine, ki jih vključujeta teoretični del programa usposabljanja kandidatov za voznike in teoretični del voziškega izpita ter se nanašajo izključno na kategorije A1, A2 in A. Na ta način je priročnik tudi dobra osnova za praktično usposabljanje, sicer pa se v področje tega dela usposabljanja posebej ne spušča. Struktura priročnika je usklajena s predlogom novega programa usposabljanja kandidatov za voznika in s programom voziškega izpita.

Skladno z namenom priročnika so na enem mestu zbrane vsebine, ki jih mora posameznik usvojiti, da lahko opravi teoretični del voziškega izpita za kategorije A1, A2 in A, razen splošnih vsebin, ki so del usposabljanja za pridobitev voziškega dovoljenja katere koli kategorije. Priročnik vloge šole vožnje ne zmanjšuje ne pri teoretičnem ne pri praktičnem delu usposabljanja. Posebej pomembno je, da učitelj predpisov in učitelj vožnje vsebino priročnika kandidatom za voznike po potrebi razložita oziroma da podajanje snovi prilagodita posameznikovemu predznanju in sposobnostim razumevanja in usvajanja vsebin ter teorijo v največji meri povežeta s prakso.

Priročnik je torej v prvi vrsti namenjen kandidatom za voznike kategorij A1, A2 in A ter tistim, ki jih usposabljuje, torej učiteljem predpisov in tudi učiteljem vožnje. Predvsem vsebine, ki se nanašajo na obvladovanje motornega kolesa, pa lahko koristijo vsem, ki bi želeli voziti varno in zanesljivo ter pri tem tudi vedeti in razumeti, kaj se skriva za določenim ravnanjem, da z njim dosežemo želeni cilj, z nekim drugim pa lahko morda spravimo sebe in druge v nevarno situacijo. S tem, ko nekaj razumemo in prakticiramo zavestno, zmanjšujemo verjetnost napake, do katere pride, kadar ravnanje temelji zgolj na izkustvu. Še posebej začetniki lahko na ta način tudi hitreje in zanesljiveje napredujejo.

Pri opisovanju tehnike vožnje motornega kolesa se je bilo težko izogniti vsaj osnovnim fizikalnim pojmom in zakonitostim. Povsod, kjer je fizike nekaj več, je posebej poudarjeno, katera znanja se od kandidata za voznika pričakujejo. Tisto več je namenjeno predvsem lažjemu razumevanju in pomnjenju dejstev, ni pa nujno ne za opravljanje izpita ne za kasnejšo samostojno vožnjo v cestnem prometu. Da s temi sicer koristnimi, a ne nujnimi informacijami priročnik ne bi bil preveč obremenjen, je za vse, ki bi ta znanja želeli osvežiti, dodano sedmo poglavje, ki vključuje tudi nekaj primerov njihove koristne uporabe. Rezultate naj si ogledajo tudi tisti, ki se v pot do njih ne bodo spuščali.

Do sedaj takšnega priročnika ni bilo. To je prvi korak, ki zapolnjuje praznino. Za dosego želenega cilja jih bo treba prav gotovo storiti še kar nekaj. Povratne informacije bralcev, še posebej strokovnjakov, bodo v pomoč, da bo vsaka naslednja izdaja boljša, razumljivejša in ravno prav obsežna glede na zahtevano in želeno teoretično znanje motorista začetnika. Prva izdaja je tudi razmeroma skromna

glede slikovnega in grafičnega materiala. Naslednje bodo nazornejše in tudi na ta način razumljivejše ter prijetnejše za branje.

2 Posebnosti pri splošnih predpisih, pravilih cestnega prometa in prometni signalizaciji

Vsebina tega poglavja vključuje določbe splošnih predpisov, ki se nanašajo na udeležbo motornih koles v cestnem prometu, ter posebnosti pri pravilih cestnega prometa in prometni signalizaciji, ki se nanašajo na vožnjo teh vozil. Navedene so le tiste določbe predpisov, ki so vključene v teoretični del izpita ali so za kandidata za voznika kako drugače pomembne. Kjer se je zdelo potrebno, je dodano tudi pojasnilo citirane določbe (ležeča pisava).

2.1 Zakoni

Zakoni, ki vključuje določbe, specifične za kategorijo A in so obenem vključene v program usposabljanja, so:

- Zakon o voznikih,
- Zakon o pravilih cestnega prometa,
- Zakon o motornih vozilih.

2.1.1 Zakon o voznikih

13. točka 2. člena določa, da je voznik začetnik voznik motornega vozila do dopolnjenega 21. leta starosti in voznik motornega vozila dve leti od prve pridobitve vozniškega dovoljenja ne glede na to, ali je bilo pridobljeno v Republiki Sloveniji ali tujini. Voznik začetnik je tudi voznik motornega vozila dve leti od prve pridobitve vozniškega dovoljenja za vožnjo motornih vozil kategorij A2, A ali B, čeprav že ima vozniško dovoljenje za vožnjo motornih vozil kategorij AM, A1, B1, F ali G.

Do dopolnjenega 21. leta starosti je torej vsakdo voznik začetnik. Če pa oseba na primer že ima dve leti vozniško dovoljenje kategorije B in je tudi že dopolnila 21 let ter pridobi še kategorijo A, ni voznik začetnik.

Četrty odstavek 31. člena določa, da mora kandidat za voznika, ki se usposablja na motornem vozilu kategorije A, pod pogojem, da se ne usposablja v vozilu z zaprto kabino in vgrajenim zadrževalnim sistemom, uporabljati zaščitno oblačilo ali telovnik. Zaščitno oblačilo ali telovnik mora biti v signalnih barvah in na zadnji strani označen s simbolom tablice »L« ter v vetru ne sme ovirati kandidata.

Peti odstavek 40. člena določa, da sme kandidat za voznika, ki se usposablja za vozniški izpit kategorije A2 ali A, na vadbeni površini voziti motorno vozilo kategorije A1 oziroma A2.

Postopnost v tem pogledu je torej mogoča samo na prvi stopnji usposabljanja, ki se obvezno izvaja na predpisani vadbeni površini.

Prvi odstavek 51. člena določa, da mora voznik začetnik, ki ima v Republiki Sloveniji stalno ali začasno prebivališče in je v Republiki Sloveniji opravil vozniški izpit in pridobil vozniško dovoljenje za vožnjo motornih vozil kategorij A2 ali A in B, opraviti program dodatnega usposabljanja voznikov začetnikov.

Če je torej nekdo voznik začetnik in ima na primer vozniško dovoljenje za kategoriji A2 in B, mora opraviti program dodatnega usposabljanja voznikov začetnikov za obe kategoriji.

Tretji odstavek 59. člena določa, da se voznško dovoljenje izda do dopolnjenega 21. leta starosti oziroma za dve leti po prvi pridobitvi voznškega dovoljenja za vožnjo motornih vozil kategorij A2 ali A in B. Vozniško dovoljenje se podaljša, ko voznik opravi program dodatnega usposabljanja voznikov začetnikov za eno izmed kategorij A2 ali A in B.

Če na primer nekdo že ima voznško dovoljenje kategorije B in ni več voznik začetnik ter pridobi še voznško dovoljenje kategorije A, se mu voznško dovoljenje za kategorijo A izda za dve leti in podaljša, ko opravi program voznika začetnika za to kategorijo.

Četrti odstavek istega člena določa, da se, če zakon ne določa drugače, voznško dovoljenje za vožnjo motornih vozil kategorij A1, A2 in A izda z veljavnostjo deset let. Po dopolnjeni starosti 70 let se voznško dovoljenje izda z veljavnostjo pet let.

Glede tega so določbe zakona enake kot za kategorijo B.

V skladu s prvim odstavkom 61. člena mora za vožnjo motornih vozil posamezne kategorije imeti voznik dopolnjeno naslednjo starost:

2. za vozila kategorije A1	16 let;
3. za vozila kategorije A2	18 let;
4. za vozila kategorije A, če ima imetnik dve leti voznško dovoljenje kategorije A2	20 let;
5. za vozila kategorije A	24 let;
6. za motorna trikolesa z močjo motorja, večjo od 15 kW	21 let.

62. člen določa, katera vozila spadajo v posamezno kategorijo, in sicer:

- V kategorijo A1 spadajo motorna kolesa na dveh kolesih s stransko prikolico ali brez nje, katerih prostornina motorja ne presega 125 cm³ in katerih moč motorja ne presega 11 kW, z razmerjem moč motorja/masa vozila, ki ne presega 0,1 kW/kg, ter trikolesa, katerih moč motorja ne presega 15 kW. Dovoljenje za vožnjo vozil te kategorije vključuje tudi dovoljenje za vožnjo vozil kategorij AM in G.
- V kategorijo A2 spadajo motorna kolesa na dveh kolesih s stransko prikolico ali brez nje, katerih moč motorja ne presega 35 kW in pri katerih razmerje med močjo motorja in maso vozila ne presega 0,2 kW/kg ter ne izvira iz vozila z močjo 70 kW ali več. Dovoljenje za vožnjo vozil te kategorije vključuje tudi dovoljenje za vožnjo vozil kategorij AM, A1 in G.
- V kategorijo A spadajo motorna kolesa na dveh kolesih s stransko prikolico ali brez nje in trikolesa. Dovoljenje za vožnjo vozil te kategorije vključuje tudi dovoljenje za vožnjo vozil kategorij AM, A1, A2 in G.
- Imetniki voznškega dovoljenja za vožnjo vozil kategorije B smejo v Republiki Sloveniji voziti tudi trikolesa.

73. člen določa, da je izpit iz prve pomoči tudi del izpita za voznike motornih vozil kategorij A1, A2 in A. Izpita ne opravlja kandidat za voznika, ki že ima voznško dovoljenje za katero od kategorij A1, A2, A, B1, B, BE, C1, C1E, C, CE, D1, D1E, D in DE.

2.1.2 Zakon o pravilih cestnega prometa

3. člen določa, da je enosledno vozilo, med katere spada tudi dvokolesno motorno kolo brez stranskega priklopnika, vozilo, katerega sled ni širša od 50 cm.

Tretji odstavek 17. člena določa, da pooblaščen uradna oseba med drugim prepove nadaljnjo vožnjo, če voznik ali potnik na motornem kolesu ne uporablja predpisane zaščitne čelade, kot je to določeno z zakonom, oziroma je ne uporablja tako, kot je to predvidel proizvajalec, dokler je ne uporabi na način, ki ga je predvideval proizvajalec.

34. člen določa, da morata voznik in potnik na motornem kolesu obvezno med vožnjo nositi na glavi ustrezno pripeto homologirano zaščitno motoristično čelado. Homologirane zaščitne motoristične čelade ni potrebno uporabljati vozniku in potniku na vozilu z vgrajenim zadrževalnim sistemom, ki izpolnjuje pogoje, predpisane s posebnim predpisom, kadar uporabljata v vozilo vgrajeni zadrževalni sistem.

45. člen določa, da mora voznik enoslednega vozila voziti tako, da ne zmanjšuje stabilnosti vozila, zlasti ne sme izpuščati krmila ali se voziti po enem kolesu.

53. člen določa za enosledna vozila izjemo glede prepovedi vožnje mimo kolone vozil, ustavljene na smernem vozišču, če se voznik po vožnji mimo ne bi mogel varno in brez oviranja vrniti na smerno vozišče za vožnjo v smeri, v kateri vozi, ali nadaljevati vožnje po prometnem pasu, po katerem vozi. Če je v takšnem primeru na smernem vozišču dovolj prostora, lahko voznik enoslednega vozila s primerno hitrostjo in pazljivostjo vozi mimo ustavljenega vozila ali kolone vozil po desni strani, razen če so se vozila v koloni ustavila pred križiščem.

74. člen določa, da lahko na enoslednih vozilih sega tovor največ pol metra preko sprednjega in zadnjega dela vozila, njegova širina pa ne sme presegati enega metra. Na enoslednih vozilih ni dovoljeno prevažati nezavarovanega nevarnega orodja (kose, vile ipd.).

81. člen določa, da je vleka enoslednega vozila prepovedana.

83. člen določa, da mora pešec, ki potiska enosledno vozilo, v primeru, ko ni mogoče uporabljati prometne površine, namenjene hoji pešcev, hoditi ob desnem robu vozišča v smeri hoje, enosledno vozilo pa voditi na svoji levi strani.

V 95. členu so združene posebne določbe glede udeležbe motornih koles v cestnem prometu, in sicer:

- Motornemu kolesu sme biti priklopljen lahki priklopnik za prtljago na največ dveh kolesih, ki ga vleče za seboj. Ta priklopnik ne sme biti širši od enega metra in mora biti pripet tako, da se ne more sam odpeti in da je zagotovljena njegova stabilnost.
- Voznik motornega kolesa sme prevažati potnika samo, če ima vozilo za potnika vgrajen poseben sedež in stopalke za noge ali če ima stranski priklopnik. Potnik na motornem kolesu mora imeti med vožnjo noge na stopalkah.
- Voznik motornega kolesa sme kot potnike voziti le osebe, starejše od 12 let.
- Voznik motornega kolesa ne sme voziti osebe, ki je očitno pod vplivom alkohola, prepovedanih drog, psihoaktivnih zdravil ali drugih psihoaktivnih snovi.

- Voznik motornega kolesa se ne sme držati za drugo vozilo, prevažati, vleči ali potiskati predmetov, ki bi ga ovirali pri vožnji, ali potiskati oziroma vleči drugih udeležencev cestnega prometa.

2.1.3 Zakon o motornih vozilih

3. člen, v katerem so zbrani pomeni v zakonu uporabljenih izrazov, sta tudi definicija motornega kolesa in motornega trikolesa:

- Motorno kolo (oziroma dvokolesno motorno kolo) je motorno vozilo z dvema kolesoma s stranskim priklopnikom ali brez njega, pri katerem delovna prostornina motorja z notranjim zgorevanjem presega 50 cm³ ali pri katerem konstrukcijsko določena hitrost presega 45 km/h.
- Motorno trikolo je motorno vozilo s tremi kolesi, nameščenimi simetrično na vzdolžno os vozila, pri katerem delovna prostornina motorja z notranjim zgorevanjem presega 50 cm³ ali pri katerem konstrukcijsko določena hitrost presega 45 km/h. Med motorna trikolesa spadajo tudi trikolesnik na motorni pogon, trikolesnik in gospodarski trikolesnik.

39. člen določa obveznosti lastnika glede odjave vozila pri registracijski organizaciji. Če je veljavnost prometnega dovoljenja potekla pred več kot enim letom, mora lastnik motornega kolesa motorno kolo odjaviti in hkrati z odjavo izročiti registrske tablice. Izročene registrske tablice za motorno kolo hrani registracijska organizacija eno leto od dneva izročitve. Če v tem roku s temi registrskimi tablicami ni registrirano isto vozilo, se izročene registrske tablice uničijo.

2.2 Podzakonski predpisi

Med podzakonskimi predpisi, ki vključujejo določbe, pomembne za opravljanje vozniškega izpita za kategorije A1, A2 in A, sta Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na cestah ter Pravilnik o delih in opremi vozil.

2.2.1 Pravilnik o prometni signalizaciji

Določb, ki bi se nanašale izključno na motorna kolesa, je zelo malo. Ob teh določbah je prikazanih še nekaj prometnih znakov, ki imajo za voznike motornih koles precej večjo težo kot za voznike dvoslednih vozil.



Vir: Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi cest

Risba 1: Znak »prepovedan promet za motorna kolesa in mopede« (2204)

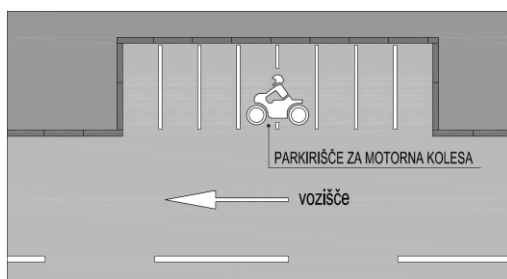
Znak »prepovedan promet za motorna kolesa in mopede« (2204) označuje cesto ali njen del, kjer je prepovedan promet za motorna kolesa, motorna kolesa s stransko prikolico, motorna trikolesa in mopede.



Vir: Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi cest

Risba 2: Znak »parkirni prostor za motorna kolesa« (5612-1)

»Parkirni prostor za motorna kolesa« (5612-1) je samostojna označba na prometni površini.



Vir: Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi cest

Risba 3: Znak »prostor za parkiranje motornih koles in mopedov« (5375)

»Prostor za parkiranje motornih koles in mopedov« (5375).

72. člen pravilnika, ki ureja področje varnostnih ograj, določa, da se mora dodatna zaščita varnostne ograje za motoriste postavljati na varnostnih ograjah zunaj naselij pod pogojem, da je delež motornih koles v povprečnem dnevnem prometu med motoristično sezono na odseku ceste večji od 2 %.

Prometni znaki, katerih opozorilo mora voznik motornega kolesa pri nadaljevanju vožnje jemati skrajno resno, pa so:



Neravno vozišče (1110)



Spolzko vozišče (1111)



Pršenje kamnitih zrn (1113)



Kamenje pada na vozišče (1114)



Živali na vozišču (1118)



Divje živali na cesti (1119)



Divje živali na cesti (1119-2)



Bočni veter (1121)

Vir: Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi cest

Risba 4: Znaki za nevarnost, katerih opozorila so za voznika motornega kolesa posebej pomembna

2.2.2 Pravilnik o delih in opremi vozil

Pravilnik o delih in opremi vozil deli motorna vozila po drugačni klasifikaciji kot Zakon o voznikih. Ta klasifikacija nima neposredne povezave s kategorijami voznških dovoljenj. Namenjena je predvsem za potrebe predpisov, ki se nanašajo na vozila.

Motorna vozila z dvema ali tremi kolesi sodijo v kategorijo L in so razdeljena na naslednji način:

- Kategorija L1e: »moped« – dvokolesno vozilo, katerega največja konstrukcijsko določena hitrost ne presega 45 km/h in katerega delovna prostornina ne presega 50 cm³ pri motorju z notranjim zgorevanjem oziroma največja trajna nazivna moč ne presega 4 kW pri elektromotorju.
- Kategorija L2e: »trikolesni moped« – trikolesno vozilo, katerega največja konstrukcijsko določena hitrost ne presega 45 km/h in katerega delovna prostornina ne presega 50 cm³ pri motorju na prisilni vžig oziroma največja nazivna moč ne presega 4 kW pri drugih motorjih z notranjim zgorevanjem ali največja trajna nazivna moč ne presega 4 kW pri elektromotorju.
- Kategorija L3e: »motorno kolo« – dvokolesno vozilo brez stranske prikolice, opremljeno z motorjem, katerega delovna prostornina presega 50 cm³, če je to motor z notranjim zgorevanjem, in/ali katerega največja konstrukcijsko določena hitrost presega 45 km/h.
- Kategorija L4e: »motorno kolo s stransko prikolico« – dvokolesno vozilo s stransko prikolico, opremljeno z motorjem, katerega delovna prostornina presega 50 cm³, če je to motor z notranjim zgorevanjem, in/ali katerega največja konstrukcijsko določena hitrost presega 45 km/h.
- Kategorija L5e: »motorno trikolo« – vozilo s tremi simetrično nameščenimi kolesi, opremljeno z motorjem, katerega delovna prostornina presega 50 cm³, če je to motor z notranjim zgorevanjem, in/ali katerega največja konstrukcijsko določena hitrost presega 45 km/h.

- Kategorija L6e: »lahko štirikolo« – štirikolesno vozilo z maso neobremenjenega vozila manjšo od 350 kg, brez mase baterij pri električnih vozilih, katerega največja konstrukcijsko določena hitrost ne presega 45 km/h in katerega delovna prostornina motorja ne presega 50 cm³ pri motorjih na prisilni vžig ali katerega največja nazivna moč motorja ne presega 4 kW pri drugih motorjih z notranjim zgorevanjem ali katerega največja trajna nazivna močne presega 4 kW pri elektromotorjih.
- Kategorija L7e: »štirikolo« – štirikolesno vozilo, razen lahkih štirikoles, z maso neobremenjenega vozila, ki ne presega 400 kg (550 kg za vozila za prevoz blaga), brez mase baterij pri električnih vozilih, katerega največja nazivna moč motorja ne presega 15 kW.

Podrobnosti so navedene v pravilniku, ki ureja odobritve dvo- in trikolesnih motornih vozil.

Ta klasifikacija torej nima nobene neposredne zveze s tisto, nam vsem bolj domačo, ki jo uporablja Zakon o voznikih (AM, A, B ...) in je povezana s tem, katera vozila sme voziti oseba z vozniškim dovoljenjem določene kategorije. Tukaj uporabljena klasifikacija ima drug namen, in sicer določitev pogojev, ki jih mora izpolnjevati določena vrsta vozil gleda na svojo konstrukcijsko izvedbo in namen uporabe. V priročniku je klasifikacija navedena za razumevanje določb pravilnika ter ni del vsebin programa usposabljanja in vozniškega izpita.

4. člen pravilnika določa, da sodi komplet za prvo pomoč za motoriste med obvezno opremo za vozila kategorij L (razen kategorij L1e in L2e).

18. člen določa, da mora biti globina kanalov v dezenu pnevmatik (merjena na mestu ob kazalniku obrabe) po celotnem obsegu in širini na pnevmatikah vozil kategorije L najmanj 1 mm. Pnevmatike za vozila kategorij te kategorije se ne smejo narezovati.

19. člen pravilnika določa, da se obnovljene pnevmatike ne smejo uporabljati na vozilih kategorije L.

23. člen določa, da morajo biti zaščitne čelade, namenjene voznikom in potnikom na vozilih kategorije L, homologirane po Pravilniku UN/ECE R 22.

3 Zaščitna oprema in vidnost voznikov motornih koles za druge udeležence cestnega prometa

Z uporabo ustrezne zaščitne motoristične opreme, z ustreznim lastnim ravnanjem ter znanjem in izkušnjami o predvidenem ravnanju drugih lahko preprečimo marsikatero prometno nesrečo, če pa že pride do nje, ublažimo njene mogoče posledice. V tem poglavju so v zvezi s tem zbrane nekatere temeljne informacije o motoristični zaščitni opremi in ravnanju z njo ter o tem, kaj lahko stori vsak posameznik, da ga kot voznika motornega kolesa drugi udeleženci cestnega prometa ne bi spregledali.

3.1 Zaščitna oprema

Ta točka vsebuje vsebine o značilnostih kakovostne zaščitne motoristične opreme ter razumevanju pomena njene uporabe (ali je na primer dovolj dobra tudi nenamenska oprema, kakšne značilnosti ima zaščitna motoristična oprema nasploh in kakšne njen posamezen kos), ugotavljanju ustreznosti velikosti homologirane zaščitne motoristične čelade (v nadaljnjem besedilu: motoristična čelada) ter pravilni namestitvi zaščitne motoristične opreme, ki jo sestavljajo oblačila, obutev, rokavice, motoristična čelada in morebitni drugi (dodatni) kosi motoristične zaščitne opreme.

3.1.1 Homologirana zaščitna motoristična čelada

Motoristična čelada predstavlja najpomembnejši del zaščitne motoristične opreme. Glavi voznika in potnika na motornem kolesu ščiti pred poškodbami v primeru prometne nesreče (oziroma jih vsaj omili) ter pred vplivi iz okolja, kot so veter, dež, prah, mrčes in drugo. Ključne značilnosti, ki jih iščemo pri dobri motoristični čeladi, so čim boljša raven zaščite, dobra vidljivost iz nje, zračnost in vidnost za druge udeležence cestnega prometa, relativno majhna teža, čim nižja raven hrupa pri višjih hitrostih, pri izbiri pa je pomembna tudi njena ustreznost velikosti.

3.1.1.1 Tipi motoristične čelade

Izbiramo lahko med različnimi tipi motorističnih čelad, kot so (na fotografiji 1 z leve proti desni) integralne, preklopne, jet in cross. Čelade istega tipa se razlikujejo tudi glede na to, za vožnjo kakšnega motornega kolesa so namenjene, na primer integralne v povezavi s položajem voznika pri vožnji in posledično zornim kotom opazovanja skozi vizir.



Fotografija 1: Različni tipi motorističnih čelad

Najboljšo zaščito nudijo integralne motoristične čelade, najmanjšo pa jet motoristične čelade, ki so primerne predvsem za vožnjo mopeda in morda za motorna kolesa v mestni vožnji, kadar so temperature visoke, kot kompromis med vzdržnostjo pod motoristično čelado v mestni gneči in varnostjo. Če jet čelada nima vizirja, je nujna uporaba ustreznih očal. Preklopne motoristične čelade so lahko konstruirane in testirane za uporabo kot odprte (jet) in kot zaprte motoristične čelade ali pa zgolj kot zaprte. Od tega je torej odvisno, ali je takšno motoristično čelado dopustno uporabljati odprto tudi med vožnjo. Seveda pa je z vidika varnosti bolje, da je takšna motoristična čelada vedno zaprta, ne glede na izvedbo in hitrost vožnje, funkcijo preklopa pa izkoristimo ob postankih za lažje komuniciranje, na primer na bencinski črpalki.

3.1.1.2 Funkcionalnost motoristične čelade

Kot že rečeno, sta temeljni funkciji motoristične čelade zaščita glave v primeru prometne nesreče in zaščita pred vplivi okolja. Raven zaščite je najbolj odvisna od uporabljenih materialov. Optimalna kombinacija sta ravno prav trdna zunanja školjka in notranji vložek, ki prejeta energijo čim bolj razprši in vpije. Ta zaščitna funkcija do določene mere vpliva na slabše slušno zaznavanje in tudi na zmanjšano vidno polje, predvsem po višini, pri nižjih hitrostih pa tudi levo-desno. Pomembni sta tudi teža motoristične čelade in raven hrupa, ki ga pri višjih hitrostih povzroča zračni piš, ki vplivata na počutje in zbranost predvsem pri daljših vožnjah.

Vidno zaznavanje poteka pri motoristični čeladi skozi vizir, ki naj ga voznik zapre že takoj na začetku vožnje ne glede na morebitno visoko zunanjo temperaturo. Že pri majhnih hitrostih se lahko v motoristično čelado ujame žuželka, na primer čebela, kar lahko pripelje do nekontroliranih in paničnih reakcij voznika. Vizir ima poleg položaja odprto/zaprto še vsaj en položaj, namenjen večjemu pretoku zraka skozi motoristično čelado. V poštev pride pri hudi vročini in počasni vožnji ali v primeru hladnejšega vremena in visoke zračne vlažnosti. Žuželko lahko zračni tok zanese v čelado tudi pri priprtem vizirju! Dandanašnji vložki proti rosenju vizirja so zelo učinkoviti v vseh pogojih vožnje in ob njihovi uporabi pripiranje vizirja med vožnjo niti ni potrebno. Bolj kot rosenje vizirja je lahko problem rosenje morebitnih korekcijskih očal.



Fotografija 2: Vizir motoristične čelade

Pri vožnji motornega kolesa je še bolj kot pri dvoslednih vozilih pomembna zaščita pred močnim ali nizkim soncem, saj postane moteče že dosti prej. Uporaba sončnih očal je lahko tvegana, saj jih voznik ne more enostavno sneti ob prehodu iz sončnega v senčni predel ali na primer ob vstopu v (nerazsvetljen) predor. Smiselno enako velja tudi za uporabo zatemnjenega vizirja. Najbolj praktičen je v motoristično čelado integriran dodatni sončni vizir, ki ga je mogoče spustiti ali dvigniti z enostavnim gibom roke.

Motoristične čelade imajo tudi zračnike/kanale, ki omogočajo pretok zraka skozi čelado. Njihova funkcija je predvsem lažje prenašanje vožnje v vročini. Tudi zagotavljanje učinkovitega zračenja brez občutka »prepiha« je značilnost kakovostne motoristične čelade.

Pomemben dejavnik kakovosti motoristične čelade je tudi raven hrupa, ki ga povzroča piš vetra pri višjih hitrostih, in kako kljubuje aerodinamičnim silam. Tako pretiran hrup kot zračni upor in sila vzgona, ki nastaja ob gibanju skozi zrak, utrujajo voznika in zmanjšujejo njegovo zbranost in sposobnost zanesljivega ravnanja.

Pri vožnji motornega kolesa je glava voznika najbolj izstopajoč del, ki je najbolj viden za druge udeležence cestnega prometa in se ga najhitreje zazna, če je na njej motoristična čelada živih, signalnih barv. Vsi drugi dodatki, ki pripomorejo k večji vidnosti, so seveda tudi dobrodošli, ne morejo pa se primerjati z barvno vpadljivo motoristično čelado.

Tako kot to izrecno določa Zakon o pravilih cestnega prometa, je treba motoristično čelado vedno skrbno zapeti. Sile, ki se pojavijo pri prometni nesreči ali tudi samo ob »nedolžnem« padcu, zlahka snamejo z glave odpeto motoristično čelado.

3.1.1.3 Skrb za motoristično čelado

Čist in nepoškodovan vizir je eden od predpogojev za učinkovito opazovanje pri vožnji. Poškodbe podobno kot zamegljen vizir povzročajo odboj in lom svetlobe, kar pomembno vpliva na pravočasno in pravilno zaznavanje okolice. Najbolj tvegane situacije pri vožnji s takšnim vizirjem so pri srečevanju z drugimi vozniki zaradi loma in odboja svetlobe, ki prihaja iz njihovih žarometov, ali kadar vozniku sonce nizko sveti v oči.

Spraskan ali kako drugače poškodovan vizir nadomestimo z novim. Čistimo ga z mehko krpo in mlačno vodo, ki jo po potrebi kombiniramo z blagimi namenskimi čistili. Nikoli ne uporabljamo abrazivnih čistil, topil in drugih agresivnih sredstev. Isto velja tudi za čiščenje drugih zunanjih delov motoristične čelade. Podloga je običajno snemljiva in pralna.

Motoristično čelado shranjujemo v čistem in suhem prostoru, najbolje pri sobni temperaturi, v originalni tekstilni vreči, stran od virov toplote. Zadnje velja tudi za primere, ko motoristično čelado odložimo le za kratek čas (ne puščamo je, na primer, na motornem kolesu v stiku z vročim izpušnim sistemom ali v njegovi neposredni bližini).

Če je motoristična čelada prestregla udarec, ni nujno, da so zaradi tega na njej vidne kakršne koli očitne poškodbe. Morda je na zunanjem delu školjke videti le drobno vdrtino ali celo samo prasko, katere posledica pa je lokalno uničena funkcionalnost notranjega vložka, katerega funkcija je absorbiranje in razporeditev energije udarca. Če imamo kakršen koli dvom, ali je motoristična čelada še vedno polno funkcionalna, jo vrnemo proizvajalcu v strokovni pregled ali pa jo zavržemo.

Tudi motoristična čelada, za katero se pravilno skrbi, pravilno hrani in ni nikoli prestregla kakršnega koli udarca, z leti izgublja svojo prvotno zaščitno funkcijo, zato je koristno, da jo po določenem obdobju zamenjamo z novo. Materiali se starajo, notranjo oblogo motoristične čelade (vložek iz polistirena) pa uničujejo tudi visoke temperature, svetloba in topila, kot so hlapi naftnih derivatov. Novejša motoristična čelada ni le na novo izdelana, običajno je narejena tudi iz sodobnejših materialov in v skladu z razvojem znanja in tehnologije.

3.1.1.4 Izbira velikosti motoristične čelade

Motoristična čelada ne nudi udobja, ne sme pa niti tiščati, razen na obrazu, kjer mora opazno stisniti ličnice (kar pa tudi ne sme biti boleče). Posebej nevarno je, če motoristična čelada pritiska na čelo ali teme, zoprno pa je tudi vsako drugo tiščanje, ki naredi vožnjo neprijetno in lahko vpliva na zbranost

voznika. Pri odločitvi o ustreznosti velikosti motoristične čelade si pomagamo predvsem z naslednjimi preizkusi oziroma občutki:

- ne stiska glave in ne povzroča bolečin,
- opazno, a brez bolečin stisne ličnici,
- pri njenem premikanju potegne podloga kožo za seboj,
- pri naglem premiku glave levo-desno usklajeno sledi gibu.

Pred dokončno odločitvijo glede ustrezne velikosti motoristične čelade jo je treba imeti čim dlje časa na glavi. Večkrat se sprva nemoteče tiščanje po desetih, dvajsetih minutah spremeni v neprijetno, kasneje lahko tudi nezno bolečino.

3.1.2 Motoristična oblačila, rokavice in obutev

Zakon o pravilih cestnega prometa določa kot obvezno zaščitno opremo za voznika in potnika na motornem kolesu le motoristično čelado, podzakonski predpisi, ki urejajo področje usposabljanja v šolah vožnje in vozniški izpit, pa tudi ostalo zaščitno motoristično opremo. Prav pa bi bilo, da bi motoristi ves čas uporabljali vso zaščitno opremo, ne glede na to, kako daleč in kako hitro se kdo namerava peljati.

Tudi ostala motoristična zaščitna oprema ima enako funkcijo kot motoristična čelada, torej nudi zaščito v primeru prometne nesreče ali padca nasploh ter zaščito pred vplivi okolja.

Pri izdelavi motoristične zaščitne opreme se uporabljajo različni materiali, ki nudijo različno raven zaščite in udobja, razlikujejo pa se tudi po namenu uporabe v skladu z razlikami pri vožnji različnih tipov motornih koles (športna, potovalna, enduro, cross ...). Ključni funkciji, ki ju morajo izpolnjevati zaščitna oblačila, rokavice in obutev, sta odpornost na drgnjenje in raztrganje ter zaščita izpostavljenih delov telesa pred posledicami udarcev.

Vsako zaščitno motoristično oblačilo, ki se uporablja za usposabljanje kandidatov za voznika in opravljanje vozniškega izpita, mora imeti vdelano zaščito za kolena, boke, hrbtenico, komolce in ramena (če oblačila katerega od naštetih elementov zaščite nimajo, se jih lahko nadomesti z ustreznim kosom dodatne motoristične zaščitne opreme, kot so ščitniki za kolena, komolce in hrbtenico, brezrokavnik z vdelano zračno blazino ipd.). Za motoristične zaščitne rokavice posebnih pogojev ni, zaščitna motoristična obutev pa mora imeti vdelano zaščito za prste, peto in gleženj ter ustrezno čvrst in proti obrabi odporen podplat, kar je praviloma značilnost vsake namenske motoristične zaščitne obutve. Za rokavice je ob morebitnem bližnjem srečanju z asfaltom najbolje, da so usnjene z ustrezno dodatno zaščito členkov in da dobro pokrivajo zapestja, pri obutvi pa je možnih več dokaj enakovrednih rešitev.

V kolikor motoristična zaščitna oprema ni izdelana za namen, ki proizvajalcem ne daje kaj prida izbire pri materialih (npr. usnje), se običajno teži k temu, da je zračna, da torej omogoča odvajanje vlage s telesa, da je obenem vsaj za krajši čas vodoneprepustna, da se, če se zmoči, hitro suši, ne plapola v vetru in da nudi vsaj nekaj prilagodljivosti za vožnjo pri različnih temperaturah zraka (da ima več odstranljivih slojev). Predvsem pri višjih hitrostih ohlapna oblačila zmanjšujejo stabilnost motornega kolesa, če se napolnijo z zrakom pa voznika tudi pomembno ovirajo pri opazovanju dogajanja za vozilom v vzratnih ogledalih.

Motoristi si v prometnih nesrečah najpogosteje poškodujejo noge. Pa ne zato, ker bi bile noge najbolj izpostavljene in ranljive, pač pa zato, ker sodijo motoristične zaščitne hlače in obuvala med tisto opremo, ki si jo motoristi najredkeje nadenejo, še posebej, če se odpravijo le na krajšo pot ali kam, kjer bi si želeli sleči motoristično zaščitno opremo. Najdejo pa se tudi taki, ki si na primer motoristične zaščitne obutve nikoli ne nabavijo, saj menijo, da je primerna tudi nenamenska obutev, kar pa nikakor ne drži.

3.2 Vidnost voznika motornega kolesa za druge udeležence cestnega prometa

Svojo večjo vidnost lahko voznik motornega kolesa doseže z uporabo motoristične čelade in motorističnih oblačil živih, signalnih barv, o čemer je bilo že pisano v poglavju o motoristični zaščitni opremi. Niso pa temna, barvno neizrazita oblačila ali oblačila barv, ki se zlahka zlijejo z ozadjem, edini možni razlog, da kdo spregleda voznika motornega kolesa ali da ga opazi prepozno. Dejavniki, ki igrajo pomembno vlogo, so še vsaj hitrost, dinamika in linija vožnje ter ravnanje voznika motornega kolesa in tistih, ki ga lahko morebiti spregledajo. Zavedajmo se, da je najpogostejši vzrok, zaradi katerega pride do prometnih nesreč, v katere so vpleteni vozniki motornih koles, ta, da jih drugi udeleženci cestnega prometa spregledajo ali prepozno opazijo.

Vozniku osebnega avtomobila, na primer, lahko pogled na motorno kolo zakrije konstrukcijska značilnost vozila, kot so stebrički, ki razmejujejo steklene površine. Še posebej nevarno je, če se križišču vsak iz svoje smeri približujeta motorno kolo in osebni avtomobil, pri tem pa ostaja kot pogleda med njima ves čas enak. Če je v takem primeru motorno kolo skrito pogledu voznika osebnega avtomobila na začetku opazovanja, bo tako ostalo ves čas oziroma toliko časa, dokler si vozili ne bosta tako blizu, da bo motorno kolo postalo optično dovolj veliko, da se ne bo moglo več skriti za stebriček. Enak učinek lahko povzročijo tudi okraski na armaturni plošči ali obešeni na notranje vzvratno ogledalo. Za določen čas lahko motorno kolo pogledu drugega udeleženca cestnega prometa skrijejo tudi prometna signalizacija ter razni infrastrukturni objekti in oprema cest.

Če začne voznik motornega kolesa prehitevati pred križiščem, tako da ga prehitevano vozilo zakriva, ga voznik, ki se na križišču vključuje na prednostno cesto, ne more videti (prehitevanje na križišču pri vožnji po prednostni cesti je dovoljeno). Verjetnost, da voznik ni zaznal prehitevanja, ko bi ga morda lahko, in da tudi ne predvideva takega dogodka, je velika. Takšne okoliščine je treba predvideti in se takšnemu ravnanju izogniti, četudi ni formalno prepovedano.

Kadar se udeleženec cestnega prometa pri opazovanju osredotoča na dogajanje, ki predstavlja ozadje celotne slike, se lahko zgodi, da spregleda tisto, kar je na tej sliki v ospredju. Taka situacija je na primer pri vključevanju na prednostno cesto. Voznik je osredotočen na motorna vozila, ki vozijo relativno hitro. Osredotoča se na dogajanje, ki je vsaj nekaj deset metrov stran od križišča. V takšni situaciji lahko spregleda kolesarja, ki je razmeroma počasen in povsem blizu križišča, pa čeprav se nahaja v njegovem vidnem polju. Podobno se lahko zgodi, da voznik, ki se vključuje na prednostno cesto, spregleda voznika motornega kolesa, ki prehiteva tovorno vozilo tudi v situaciji, ko ni skrit za tovornim vozilom, pač pa se nahaja na njegovem vidnem boku (tovorno vozilo in motorno kolo se približujeta vozniku na neprednostni cesti z njegove desne strani).

V primerih, v katerih se motorno kolo zlije z ozadjem ali pa ga drug udeleženec cestnega prometa ne vidi, ker je osredotočen na tisto, kar je v njegovem vidnem polju za motornim kolesom, postane

motorno kolo ob približevanju opazovalcu zaradi učinka optičnega večanja objekta v določenem trenutku vidno. Če se to zgodi zelo pozno, lahko pričakujemo panično reakcijo opazovalca. Če je morda voznik motornega kolesa ocenil, da bo tisti, ki ga je spregledal, še pravočasno odpeljal in mu s tem sprostil pot, se lahko zgodi, da bo v trenutku, ko ga bo zagledal, enostavno stopil na zavoro.

Kaj lahko storimo kot vozniki motornega kolesa, da zmanjšamo verjetnost, da bi se znašli v kateri od zgoraj opisanih situacij?

- Če zaradi takšne ali drugačne ovire ni mogoče vzpostaviti očesnega stika z drugim udeležencem cestnega prometa, ki bi nas moral videti, ali pa na primer sploh ne moremo videti voznika, je treba vedno imeti dovolj rezerve, da lahko ustrezno reagiramo v primeru, da nas je tak udeleženec cestnega prometa dejansko spregledal.
- Izogibamo se situacij, kjer bi sicer bili »v prvem planu«, pozornost drugega udeleženca cestnega prometa pa bi bila zaradi okoliščin usmerjena v dogajanje za nami.
- Vozimo s hitrostmi, ki niso le predpisane, pač pa jih v določenih okoliščinah od voznikov udeleženci cestnega prometa tudi pričakujejo. Ljudje smo nagnjeni k temu, da predpostavljamo standardne situacije in nas odstopanje od njih lahko preseneti. To velja tudi in še posebej za cestni promet.
- Če smo ocenili, da nas nekdo ne vidi, lahko s spremembo linije vožnje, hitrosti ali pa tudi kakšnim premikom telesa ali okončine (če hitrost vožnje in druge okoliščine to dopuščajo) pritegnemo pozornost udeleženca cestnega prometa (na primer dvignemo roko, kot da bi hoteli dvigniti vizir). Pri premiku ali gibu je koristno, če je tisto, kar spremeni položaj, opaznih, signalnih barv. Tudi v teh primerih ohranjamo potrebno rezervo, da lahko rešimo nastalo situacijo, če nas udeleženec cestnega prometa kljub vsemu trudu spregleda.
- V kočljivih situacijah se izogibamo uporabe svetlobnih opozorilnih znakov, če si jih je mogoče napačno razložiti. S takšnim signalom opozorimo na svojo prisotnost, ne sme pa ponujati možnosti, da se ga razume, da na primer nekemu odstopamo prednost.
- Ne vozimo v mrtvih kotih vzratnih ogledal drugih vozil. To velja tako v primerih, ko se nahajamo ob boku drugega vozila (na primer pri vožnji po sosednjem prometnem pasu), kot pri vožnji za vozilom. Če je pred nami vozečemu vozilu omogočen pogled nazaj samo s pomočjo zunanjih vzratnih ogledal, poskrbimo za takšno oddaljenost in lego na vozišču, da vidimo ves čas vsaj eno od njegovih vzratnih ogledal.

4 Vožnja motornega kolesa

To poglavje poleg teoretičnih znanj glede upravljanja z motornim kolesom pri vožnji (spretnosti vožnje motornega kolesa, ki se nanašajo na tehniko vožnje pri različnih hitrostih, spreminjanje smeri, zaviranje, pospeševanje ter vožnjo v različnih okoliščinah in pogojih) vključuje tudi znanja, ki se nanašajo na pripravo na vožnjo ter dejanja ob njenem končanju. Predmet poglavja niso pravila vožnje in s tem povezano ravnanje voznika motornega kolesa.

4.1 Pred in po koncu vožnje

Naloge, s katerimi se voznik motornega kolesa sooča pred in po koncu vožnje, so predvsem pregled vozila, njegovo parkiranje na stransko ali centralno stojalo in odstranitev z njega, sedanje na motorno kolo in vstajanje z njega, hoja okoli njega, potiskanje motornega kolesa ter nastavitve vzratnih ogledal in ugotavljanje mrtvih kotov. Voznik mora vedeti tudi to, kako se lotiti dviganja motornega kolesa s tal.

4.1.1 Pregled motornega kolesa

Pred začetkom vsake vožnje voznik opravi vsaj vizualni pregled motornega kolesa in preveri delovanje svetlobne opreme in zavor. Ostala dejanja v zvezi s preveritvijo tehničnega stanja motornega kolesa, ki jih voznik ne opravi nujno pred vsako vožnjo, so navedena v šestem poglavju o tehničnih lastnostih vozila v zvezi s prometno varnostjo.

4.1.2 Postavljanje motornega kolesa na stojalo in odstranjevanje z njega

Motorno kolo ima lahko centralno, stransko ali obe stojali. Naslonjeno na stransko naslonjalo tvori motorno kolo stabilen sistem, ki ga je težko porušiti. Pogoj za to je, da je parkirano na čim bolj ravni podlagi, da so tla na mestu stika s stojalom trdna in da je krmilo obrnjeno v smer, na kateri je naslon stojala. Stojalo spustimo, preden sestopimo z motornega kolesa, in ga dvignemo, ko že sedimo na njem.

Postavljanje motornega kolesa na centralno stojalo zahteva pravilno tehniko in nekaj vaje. Pri nekaterih motornih kolesih gre lažje, pri drugih težje. Pomembno je, da je podlaga, na kateri bo stalo stojalo, čim bolj vodoravna in trdna. Motorno kolo, postavljeno na centralno stojalo, je manj stabilno in hitro lahko pride do prevrnitve. Pri postavljanju smo pozorni, da se obe tački stojala dotikata tal. Z nogo stopimo na vzvod stojala, z levo roko primemo levo ročko krmila, z desno pa za sedež, ročaj ob sedežu ali drugo primerno mesto ter istočasno z lastno težo pritisnemo na vzvod na stojalu in z desno roko potegnemo motorno kolo navzgor in rahlo nazaj. Glede postavljanja na centralno stojalo motorna kolesa še zdaleč niso enaka in zahtevajo nekaj individualnega pristopa ter še posebej prakse.

Motorno kolo odstranimo s centralnega stojala, ko sedimo na njem. Če to počnemo, ko stojimo poleg njega, tvegamo, da se nagne v nasprotno smer in pade. Z nogama se opremo ob tla, ga prevesimo nazaj, tako da se zadnje kolo dotakne tal, in ga nato s telesom zanihamo naprej, da se stojalo zapre.

4.1.3 Sedanje na motorno kolo in vstajanje z njega

Na motorno kolo praviloma sedamo, ko je naslonjeno na stransko ali centralno stojalo. Če sedamo na prosto stoječe motorno kolo (na primer z njegove desne strani), ga držimo za krmilo, stiskamo ročico

zavore in ga rahlo naslonimo na svoj bok. Nogo, s katero bomo okobalili motorno kolo, dodobra pokrčimo v kolenu in dvignemo preko sedeža. Na smiselno enak način izpeljemo vstajanje z motornega kolesa. Voznik mora biti večč sedanja na in vstajanja (sestopanja) z motorno kolesa z obeh strani.



Fotografija 3: Sedanje na motorno kolo

Motorno kolo ima zaščito, ki prepreči, da bi se voznik odpeljal s spuščnim stranskim stojalom, zato v takšnem primeru motor (agregat) ugasne takoj, ko voznik iz prostega teka prestavi v prestavo.

4.1.4 Hoja okrog prosto stoječega motornega kolesa

Včasih smo primorani priti z ene na drugo stran motornega kolesa. Ena od možnosti je, da z ene strani sedemo nanj in z druge vstanemo z njega ali pa gremo okoli prostostoječega motornega kolesa.



Fotografija 4: Hoja okrog prosto stoječega motornega kolesa

V primeru hoje je najpomembnejše, da ne hitimo in da je motorno kolo ves čas čim bliže navpičnemu položaju. V tem primeru ni potrebna praktično nikakršna moč za to, da motorno kolo ohranja svoj

pokončni položaj. Lahko ga držimo z dvema prstoma, kot je prikazano na levi fotografiji (Fotografija 4). Kljub temu ne tvegamo po nepotrebnem in smo zato pri hoji okrog motornega kolesa ves čas v položaju, da ga lahko vsak trenutek primemo z obema rokama. Počasi se pomikamo okrog motornega kolesa, pri tem pa ga preprijemamo za izpostavljene dele, ki nudijo primeren oprijem (vzratna ogledala, vetrna zaščita, ročaji ob zadnjem sedežu ...).

4.1.5 Potiskanje motornega kolesa

Pri potiskanju motornega kolesa enako kot pri sedanju na motorno kolo vozilo rahlo naslonimo na svoj bok. To je še posebej pomembno, če je motorno kolo težje, voznik pa telesno šibkejši. Med potiskanjem z obema rokama držimo krmilo in smo v pripravljenosti z občutkom uporabiti prednjo zavoro. Motorno kolo potiskamo na svoji levi strani. S tem usvojimo pravilen način potiskanja motornega kolesa na cesti, kjer ni ustrezne površine za ta namen zunaj vozišča. Med potiskanjem je pogled usmerjen naprej, tako kot med vožnjo motornega kolesa, pri ustavitvi pa je treba nežno stisniti ročico zavore.



Fotografija 5: Potiskanje motornega kolesa

4.1.6 Nastavitev vzratnih ogledal in ugotavljanje mrtvih kotov

Vzratni ogledali nastavimo tako, da v njih ravno še vidimo del sebe, obenem pa zajameta čim večji vidni kot. Na ta način dosežemo, da so mrtvi koti tako tik za nami kot na naših bokih čim manjši ter da imamo s tem, ko v vzratnih ogledalih vidimo tudi del sebe (običajno del ramen in rok), orientacijo, kje se udeleženci v cestnem prometu, ki jih vidimo, dejansko nahajajo.

Pred začetkom vožnje po javnih cestah tudi preverimo, točno kje in kolikšni so mrtvi koti vzratnih ogledal ter točno kam in koliko se je treba posledično ozreti, da jih lahko premostimo z neposrednim

pogledom na bok. Ta postopek opravimo takrat, ko gremo z določenim motornim kolesom prvič v cestni promet ali pa tudi večkrat, če ga vozimo zelo poredko in nam te informacije uidejo iz spomina.

4.1.7 Dvigovanje motornega kolesa s tal

Motorno kolo se lahko znajde na svojem boku bodisi zaradi padca pri vožnji bodisi se prevrne pri parkiranju ali ko je že parkirano. V vsakem primeru ga je treba ponovno spraviti pokonci. Spodaj sta prikazana dva načina dvigovanja. Pri obeh, če je le mogoče, poskrbimo, da je motorno kolo v prestavi in se na ta način ne more vzdolžno premakniti. Za dvigovanje uporabimo predvsem moč nog in skrbimo, da ne obremenimo hrbtenice bolj, kot je to nujno potrebno. Tehnika dvigovanja je predvsem del praktične spretnosti, zato ni predmet teoretičnega dela izpita.



Fotografija 6: Dvigovanje motornega kolesa s tal

4.2 Tehnika vožnje motornega kolesa

Teoretična znanja v zvezi s tehniko vožnje motornega kolesa, ki se pričakujejo od kandidata za voznika, se nanašajo na pravilno ravnanje pri izpeljavi temeljnih spretnosti, kot sta spreminjanje hitrosti in smeri vožnje. Poudarek je na tem, da se pravilno ravnanje ne le sprejme kot dejstvo, pač pa da se tudi razume razloge zanj. To zadnje omogoča boljše pomnjenje, hitrejši napredek pri praktičnem usposabljanju in tudi kasneje pri samostojni udeležbi v cestnem prometu.

Potrebne spretnosti za začetek usposabljanja na javnih cestah mora kandidat za voznika pridobiti na vadbeni površini. Vsakršna površnost, neučakanost ali hitenje se lahko kasneje maščujejo. Pa ne le kot počasnejše napredovanje, ker se kandidat za voznika ukvarja bolj sam s seboj kot s cestnim prometom, pri vožnji enoslednih vozil ima lahko že manjša napaka resne posledice, učitelj vožnje pa lahko zagotavlja varnost le verbalno preko komunikacijske povezave. Vse ostalo je v rokah kandidata za voznika.

4.2.1 Osnovni elementi vožnje

Učenje začetnih elementov vožnje vključuje usvojitev pravilnega položaja voznika na motornem kolesu, pravilno opazovanje dogajanja ob sebi in za sabo ter obvladovanje vozila pri nizkih hitrostih (speljevanje in ustavitev, polževa vožnja, pospeševanje, menjava prestavnih razmerij, zmanjševanje hitrosti, vijuganje, vožnja osmice in slaloma, speljevanje na strmini idr.).

4.2.1.1 Položaj voznika na motornem kolesu

Za pravilen položaj na motornem kolesu je pomembna že njegova izbira. Vsakdo ne more varno in učinkovito upravljati z vsemi motornimi kolesi. Motorno kolo mora vozniku (glede na njegove telesne značilnosti) omogočati doseči vsaj sprejemljivo ergonomijo, tako da ga je sposoben obvladovati v vseh običajnih prometnih situacijah. Položaj se razlikuje tudi glede na tip motornega kolesa. Na športnem motornem kolesu nikakor ni in ne more biti enak na primer tistemu na čoperju.

Na tipu motornih kolesih, ki se običajno uporabljajo za usposabljanje in vozniške izpite, je voznik rahlo nagnjen naprej, roke ima v komolcih nekoliko upognjene, kolena pa so pokrčena približno pod pravim kotom. Pogled je usmerjen razmeroma daleč naprej in v želeno smer vožnje, glava pa je za pravilno delovanje ravnotežnostnega organa in zaradi pravilnega vidnega zaznavanja okolice tudi pri vožnji v nagibu v pokončnem položaju. Zapestja in dlani so v liniji podlahti, da pri vožnji čez neravnine ne bi prišlo do nehotenega dodajanja ali odvzemanja plina, prsti pa na ročici sklopke in zavore, da ju je voznik pripravljen v trenutku uporabiti. Na zavorni ročici ima voznik običajno en ali dva prsta. S tem se prepreči pregroba uporaba prednje zavore in obenem ohranja boljši nadzor nad ročico plina. Voznik s stegni objame motorno kolo, položaj stopal pa je vzporeden z vzdolžno linijo motornega kolesa. Drža stopal s prsti navzven (račja drža) ali s prsti izrazito proti tlom predstavlja resno nevarnost, da vozniku pri vožnji v nagibu podlaga zagrabi stopalo, posledica pa je lahko zapleten zlom gležnja. Na stopalki sloni prednji del stopala, tako da lahko voznik uporabi menjalnik ali zadnjo zavoro le s pomikom stopala naprej. Voziti s stopali, potisnjenimi pod stopalki zavore oziroma menjalnika, je podobno nevarno kot račja drža stopal, poleg tega pa pomeni še pomembno izgubo časa, kadar je treba hitro aktivirati zadnjo zavoro.



Fotografija 7: Položaj na motornem kolesu

Da se lahko čim bolj približamo optimalnemu položaju za vožnjo motornega kolesa, izkoristimo v največji možni meri tudi vse prilagoditve, ki jih ponuja motorno kolo, ki ga vozimo (prilagoditve oddaljenosti oziroma položaja ročic prednje zavore in sklopke, krmila, stopalk, oddaljenost sedeža od tal idr.).

4.2.1.2 Opazovanje dogajanja za vozilom in ob njem

Tisto, kar voznik vidi v vzratnih ogledalih, mu lahko da informacijo, da premika ni mogoče varno izpeljati, ne morejo pa v splošnem vzratna ogledala dati informacije, da je premik varen. Pri motornem kolesu so mrtvi koti vzratnih ogledal običajno večji kot pri osebni avtomobilu, pa tudi bočne razdalje do drugih udeležencev cestnega prometa so večje, zato je kontrola mrtvih kotov še pomembnejša, obenem pa vsako obračanje glave ali celo telesa, še posebej pretirano, bolj vpliva na varno vožnjo kot pri vožnji z dvoslednimi vozili.

Dokler v vzratnih ogledalih vidimo, da premika ne moremo začeti, se ne obračamo. Mrtvi kot preverimo šele, ko v vzratnih ogledalih ocenimo, da bi bilo premik mogoče varno izpeljati. Pri višjih hitrostih, če okoliščine to dopuščajo, z daljšim spremljanjem dogajanja v vzratnih ogledalih (z več zaporednimi pogledi v vzratna ogledala) nadomestimo potrebo po oziranju v mrtve kote. To na primer pride v poštev pri zapuščanju avtoceste ali prehitevanju. Če ob časovno daljšem spremljanju dogajanja za vozilom v vzratnih ogledalih ni opaziti nobenega vozila, potem bi se vozilo, ki bi teoretično bilo v mrtvem kotu, moralo ves čas opazovanja voziti z enako hitrostjo kot mi (niti ne bi zaostalo, da bi se pojavilo v vidnem polju vzratnih ogledal, niti ne bi pospešilo oziroma bilo hitrejše od nas, da bi se pojavilo na boku v našem neposrednem vidnem polju). Brez kontrole mrtvih kotov vzratnih ogledal pa ne gre tam, kjer imamo možnost le dveh ali treh zaporednih pogledov v vzratna ogledala (običajno to velja za vožnjo v naseljih) ali kjer so velike bočne razdalje do morebitnih udeležencev cestnega prometa, ki jih moramo pri premiku upoštevati (na primer pri vključevanju na avtocesto, kjer so pomembne tudi namere morebitnih voznikov, ki ne vozijo po skrajnem desnem prometnem pasu).

4.2.1.3 Obvladovanje vozila pri nizkih hitrostih

Motorno kolo se obnaša pri nizkih hitrostih (tja nekje do 20 km/h) povsem drugače kot kasneje pri višjih hitrostih. Konstrukcijske značilnosti (geometrija) in fizikalne zakonitosti mu namreč omogočajo, da pri višjih hitrosti samo ohranja stabilnost (smer naravnost in s tem povezan pokončni položaj),¹ voznik pa mora to stabilnost porušiti, če želi spremeniti smer vožnje.

Pri nizkih hitrostih je voznik tisti, ki skrbi za ravnotežje predvsem z usklajenimi gibi telesa in krmila. Spreminjanje smeri motornega kolesa poteka neposredno z obračanjem krmila v želeno smer, nizki hitrosti voznik prilagodi tudi način uporabe zavor. Sodobna motorna kolesa za vsakdanjo vožnjo so stabilna že pri relativno nizkih hitrostih, tako da so v nadaljevanju opisana ravnanja uporabna le takrat, ko vozimo resnično počasi.

Pri nizkih hitrostih sta za nadzor hitrosti ključna natančno in usklajeno delo z ročico sklopke in ročico plina. Po speljevanju noge čimprej dvignemo na stopalki, ob ustavitvi pa najprej ustavimo in nato spustimo noge na tla. Če smo dovolj visoki, položimo na tla najprej peto in nato prste. V primeru postavljanja nog na tla pred popolno ustavitvijo ostanejo le-te za telesom in nadzor nad motornim kolesom je slabši. Če se motorno kolo nekoliko nagne, se lahko zgodi, da ne bomo mogli več preprečiti njegovega padca.

¹ Več o tem v točki 4.2.2.1 Vožnja naravnost ali kaj drži motorno kolo pokonci.

Če ugotovimo, da je padec motornega kolesa na mestu neizbežen, se ne trudimo s preprečitvijo oziroma ublažitvijo poškodb motornega kolesa, pač pa poskrbimo zase. Z nogo, ki je na tleh, poskočimo vstran in preprečimo, da bi ostala pod motornim kolesom.

Ko še vedno vozimo počasi, pa vendarle dovolj hitro, da ostrejša sprememba smeri izpeljemo v opaznem nagibu, postane za ohranjanje stabilnosti pomembna pravilna uporaba zavor. Uporabljamo obe zavori usklajeno ali pa le zadnjo. Ob uporabi prednje zavore pride do posedanja prednjih vilic, ob uporabi zadnje pa se zadnje (nihajne) vilice nekoliko poravnajo. Prvo dejstvo lahko pri nizki hitrosti pomeni težave z ravnotežjem, drugo deluje na stabilnost motornega kolesa pozitivno.

Pri višjih hitrostih sta sredobežna sila in vrtilna količina dovolj veliki, da ju lahko voznik s pridom izkorišča za učinkovito spreminjanje smeri vožnje,² medtem ko začne ob zelo nizki hitrosti pri vožnji v nagibu sila teže takoj, ko zmanjšamo hitrost, »polagati« motorno kolo na tla. Tudi navor, ki ga pri vožnji v nagibu ob uporabi prednje zavore glede na krmilno os ustvarja sila teže, pripomore k temu, da se motorno kolo »zalomi« in izdatno nagne v smer obračanja krmila. Enako učinkuje v določenih položajih motornega kolesa tudi vztrajnostna sila, ki nasprotuje zmanjševanju hitrosti. Vožnja v opaznem nagibu pri nizkih hitrostih tudi pomeni, da gre za razmeroma ostro spreminjanje smeri. V takih primerih ni veliko manevrskega prostora, s katerim bi voznik hipno zmanjšal nagib ali še ostreje zavil, da bi na ta način preprečil sili teže, da dokončno »položi« motorno kolo z voznikom vred na tla. To dogajanje lahko nekoliko ublaži uporaba zadnje zavore, ki ustvarja navor, ki želi motorno kolo smerno izravnati, predvsem pa uporaba zadnje zavore v teh okoliščinah ne povzroča dodatnih težav. Ob hkratni uporabi plina in zadnje zavore je pri takšnih manevrih mogoče za ohranjanje ravnotežja in želene smeri vožnje zelo natančno in nadzorovano po malem povečevati ali zmanjševati hitrost.

Voznik lahko pri nizki hitrosti ohranja potrebno stabilnost motornega kolesa predvsem z ustrezno kombinacijo uporabe zavor, plina in sklopke. Takšen primer spreminjanja smeri je na primer vožnja osmice na vadbeni površini.

Za usklajeno uporabo plina, sklopke in zavor je potrebno precej vaje. Obvladovanje motornega kolesa pri nizki hitrosti je v bistvu zahtevnejše kot pri hitrostih, pri katerih motorno kolo samo ohranja in tudi ponovno vzpostavlja stabilen pokončni položaj, le posledice napak so v prvem primeru neprimerno blažje.

Smiselno enako kot pri nizkih hitrostih uporabljamo zavore tudi pri vožnji po makadamski cesti, še posebej pri vožnji po klancu navzdol, kjer se uporabe prednje zavore izogibamo.

Od kandidata za voznika se glede teoretičnih znanj o obvladovanju motornega kolesa pri zelo nizkih hitrostih pričakuje, da ve vsaj naslednje:

- ravnotežje zagotavlja voznik predvsem z usklajenimi gibi krmila in telesa ob pomoči usklajene uporabe plina, sklopke in (predvsem) zadnje zavore,
- uporaba prednje zavore lahko pomeni težave z ravnotežjem,
- če je le mogoče, uporabi voznik za zmanjšanje hitrosti zadnjo zavoro,
- ob zmanjšanju hitrosti v nagibu se motorno kolo takoj še bolj nagne.

² O tem v točki 4.2.2.3 Spreminjanje smeri.

4.2.2 Zahtevnejši elementi vožnje

Zahtevnejši elementi vožnje pravzaprav niso nič drugega kot različne oblike spreminjanja hitrosti in smeri vožnje pri višjih hitrostih. Teoretična znanja, ki so v pomoč pri njihovi usvojitvi, se nanašajo predvsem na varno in učinkovito pospeševanje in zaviranje, naglo ustavitev pri višjih hitrostih in postopek spreminjanja smeri vožnje. Del vsebine so še nekatere druge spretnosti, kot so obračanje na strmini (polkrožno in z manevriranjem), polkrožno obračanje na čim manjšem prostoru in pomikanje motornega kolesa vzvratno na strmini, ko smo usmerjeni po klancu navzdol.

4.2.2.1 Vožnja naravnost ali kaj drži motorno kolo pokonci

Pri opisu obvladovanja motornega kolesa pri nizkih hitrostih smo omenili, da od določene hitrosti naprej motorno kolo samo ohranja pokončni položaj in smer vožnje naravnost. Eden od razlogov za to je ta, da se z večanjem hitrosti zmanjšuje učinek zunanjih sil, ki bi lahko spravile motorno kolo iz ravnotežja. Ključna dejavnika za to sta gibalna in vrtilna količina, za vračanje v pokončni položaj pa je pomembna geometrija prednjega dela motornega kolesa.

Za kandidata za voznika je v zvezi s tem, kaj od določene hitrosti naprej drži motorno kolo pokonci in kaj ga v primeru motenj spet stabilizira, dovolj, če ve in razume naslednje:

- Gibalna količina,³ ki se upira spremembi smeri in hitrosti motornega kolesa, se premo sorazmerno povečuje z njegovo hitrostjo in maso. Hitreje kot torej vozi voznik in večja kot je masa njegovega motornega kolesa, sorazmerno manjši vpliv na stabilnost bodo imele nanj sile zaradi zunanjih vplivov, kot so na primer bočni veter ali poškodbe na vozišču.
- Vrteči se deli motornega kolesa (kolesa in tudi deli pogonskega agregata, kot sta vztrajnik in glavna gred) se upirajo spremembi tako glede hitrosti vrtenja kot glede smeri osi, okrog katere se vrtijo. Pri spremembi hitrosti vrtenja so učinki smiselno enaki kot pri spremembi hitrosti pri gibalni količini.
- Če se zasuka os vrtečega se telesa v eni ravnini (na primer os prednjega kolesa zaradi obračanja krmila), se to odrazi s silo, ki ustvarja navor, ki želi vrteče se telo zasukati še v ravnini, ki je pravokotna na ravnino vrtečega se dela (zaradi obračanja krmila se motorno kolo nagne, in sicer na nasprotno stran, kot je obračanje krmila).
- Prednji del motornega kolesa je zasnovan tako, da se krmilo samo vrača v položaj za vožnjo naravnost, ko prenehajo sile, ki so povzročile njegov zasuk. Ta konstrukcijska lastnost se imenuje predtek.
- Predtek se med vožnjo spreminja. V okoliščinah, v katerih se zmanjša ali celo preide iz pozitivnega v negativni predtek, postane obvladovanje motornega kolesa oteženo. Voznik zato skrbi, da ovire, kot so na primer udarne jame, robniki ali zgolj naprave ali konstrukcije za umirjanje hitrosti (»hitrostne ovire«), zadene v čim bolj pokončnem položaju in pri vožnji naravnost.
- Že manjši posegi, ki spremenijo geometrijo ali težo prednjega dela motornega kolesa, lahko pomembno spremenijo njegove vozne lastnosti.

³ Gibalna količina je enaka zmnožku mase in hitrosti ter je opisana v točki 7.1.3 Sila.

4.2.2.1.1 Vztrajnostna sila

Vztrajnostna sila nasprotuje spremembi hitrosti motornega kolesa tako po velikosti kot po smeri. Povzroči jo sprememba gibalne količine, ki je premo sorazmerna hitrosti in masi motornega kolesa. Večja kot sta torej masa in/ali hitrost motornega kolesa, večja mora biti zunanja sila za enak učinek na motorno kolo v gibanju. Udarne jame, bočni veter, sunki zračne mase ob srečevanju z velikimi vozili in vplivanja voznika bodo torej pri višji hitrosti in večji masi motornega kolesa manj opazni kot sicer. Večja masa in/ali hitrost motornega kolesa pomenita tudi potrebo po večji zavorni sili za enak učinek.

4.2.2.1.2 Vrtilna količina

Vrtilna količina⁴ je za vrteče se telo enako kot gibalna količina za premo gibanje. Večja kot je hitrost vrtenja in večja kot je masa vrtečega se dela motornega kolesa, večja je vrtilna količina. Pri vrtilni količini je pomembna še razporeditev mase glede na oddaljenost od središča vrtenja (t. i. vztrajnostni moment telesa). Tako na primer pnevmatika na kolesu ob enaki masi kot platišče doprinese bistveno več k skupni vrtilni količini vrtečega se kolesa. Pri pospeševanju in zaviranju se torej ne spreminja samo hitrost mase motornega kolesa, pač pa tudi vrtilna količina vrtečih se koles in tudi vrtečih se delov pogonskega agregata. To zadnje je odvisno od obratov motorja in je lahko neodvisno od hitrosti vožnje oziroma z njo ni neposredno povezano.

Vrtilna količina se ne upira spremembi samo po svoji velikosti, da bi se torej povečala ali zmanjšala frekvenca vrtečega se telesa, pač pa se upira tudi spremembi smeri osi vrtenja. Njeni vzporedni premiki nimajo nobenega učinka, saj os pri tem ohranja svojo smer. Dokler se motorno kolo pelje naravnost, se položaj osi koles ves čas spreminja, vendar to nima nobenega vpliva na njegovo stabilnost. Če pa želimo spremeniti smer osi vrtenja (na primer pri nagibu motornega kolesa ali pri zasuku krmila), je potrebna za to sila ali točneje, ustvariti je treba potreben navor sile. Pri večjih hitrostih mora voznik za enako velik zasuk krmila uporabiti bistveno večjo silo kot pri nizkih hitrostih. To dejstvo na primer pomembno vpliva na učinkovito izogibanje nenadnim oviram pri višjih hitrostih.

Bolj kot upiranje spremembi pa je v povezavi z vrtilno količino pomembno dejstvo, da sprememba smeri osi vrtenja v eni ravnini ustvari silo, ki želi doseči spremembo smeri osi še v drugi, nanjo pravokotni ravnini. Če torej z zasukom krmila obrnemo kolo v eno smer, povzroči to tudi njegov nagib, in sicer v nasprotno smer, kot je bil zasuk krmila. Zavijanje v levo ima torej za posledico nagib v desno in obratno.

Povzemimo vpliv vrtilne količine na stabilnost motornega kolesa:

1. Vrtilna količina se upira spremembi (smiselno enako kot to velja za vztrajnostno silo pri premem gibanju). Pri tem sodelujejo vrtilne količine obeh vrtečih se koles in pa tudi ročične gredi in vztrajnika motorja (agregata). Prvo je odvisno od hitrosti, drugo je (lahko) od hitrosti neodvisno oziroma z njo ni neposredno povezano. Prispevek k stabilnosti, ki ga dajeta ročična gred in vztrajnik, se lahko, če je to potrebno, s pridom izkoristi pri nizkih hitrostih s povečanjem motornih obratov.

⁴ Vrtilna količina je opisana v točki 7.1.5.

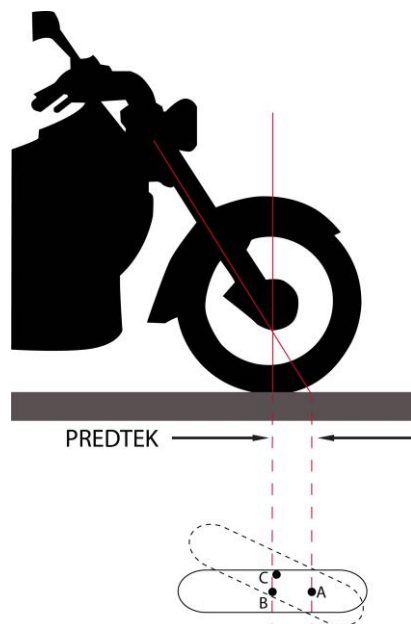
2. Naslednji pomemben učinek vrtilne količine za stabilnost motornega kolesa pride do izraza, če se motorno kolo nagne, krmilo pa ostane v svojem osnovnem položaju za vožnjo naravnost. Smer osi vrtečih se koles se je spremenila, kar ustvari navor, ki želi zasukati osi koles še okrog navpične osi. V bistvu gre tukaj za obratno stvar kot pri učinku obračanja krmila,⁵ le da se zaradi togega položaja krmila sprememba vrtilne količine okrog navpične osi v tem primeru izrazi kot »lomljenje« motornega kolesa. Reakcija pnevmatik v tem primeru sili motorno kolo nazaj v navpičen položaj.
3. Ko motorno kolo vozi v zavoj, pomeni, da se spreminja tudi smer osi vrtečih se koles. Ta sprememba smeri vrtilne količine vrtečih se koles povzroča vrtenje okrog vzdolžne osi, torej moment, ki želi motorno kolo spraviti v pokončen položaj in posledično v premo gibanje.

Če je učinek vrtilne količine in njene spremembe – gledano za vsak učinek posebej – še razumljiv, pa je kombinacija zapletena in tudi do določene mere nepredvidljiva.

4.2.2.1.3 Geometrija prednjega dela motornega kolesa

V prejšnjih dveh točkah opisani učinki vztrajnostne sile in vrtilne količine za stabilnost so neodvisni od geometrije motornega kolesa. Vendarle pa se morajo vsa enosledna vozila, če želimo, da so obvladljiva, podrediti določenim zakonitostim, ki se jih doseže z zasnovo (geometrijo) njihovega prednjega dela.

Z geometrijo prednjega dela motorno kolo izkorišča fizikalne zakonitosti, ki omogočajo, da se po vsakokratni (nehoteni) izgubi ravnotežja spet povrne v svoj stabilen položaj za vožnjo naravnost. Ob nagibu sila teže v isto smer obrne tudi krmilo, sredobežna (centrifugalna) sila, ki nastane kot posledica krožnega gibanja, dvigne motor, krmilo pa poravna navor rezultante sil, ki učinkujejo na stiku prednje pnevmatike s podlago in ustvarjajo navor okrog krmilne osi. Opisani učinki se dosežejo z nagibom vilic in predtekom.



Risba 5: Predtek

⁵ Glej tudi točko 4.2.2.3.1 Začetek spreminjanja smeri, kjer je opisano nasprotno usmerjanje.

Predtek je konstrukcijska lastnost, kjer je točka na tleh, ki jo dobimo, če linijo vilic potegnemo skozi krmilni ležaj vse do tal pred (pozitiven predtek) ali za (negativen predtek) točko, v kateri se prednje kolo dotika tal. Da vozilo samo od sebe teži k vožnji naravnost (se poravna, ko sile, ki so ga spravile v krožno gibanje, prenehajo), potrebuje pozitiven predtek.

Prednje kolo se pri krmiljenju ne obrača okrog točke, v kateri se pnevmatika dotika podlage, pač pa okrog točke, ki je presečišče podlage in osi, ki poteka od krmilnega ležaja vzdolž vilic do podlage. Točka A ostaja ves čas v istem položaju glede na šasijo motornega kolesa. Z obračanjem krmila se točka A nikamor ne premakne. Tako pri vožnji naravnost kot pri vožnji v zavoju je v liniji vlečne sile, ki deluje v točki stika zadnje pnevmatike s podlago. Premika (bolje rečeno izmika) se točka B, ki se premakne v nasprotno smer, kot je zelena smer vožnje. Ko sila na krmilo, ki sili motorno kolo v spremembo smeri, preneha, se krmilo poravna. Poravna ga rezultanta sil, ki delujejo na stiku pnevmatike s podlago. Ta rezultanta je vedno usmerjena proti notranjosti zavoja, tako da pri pozitivnem predteku ustvari navor, ki krmilo poravna, v primeru negativnega predteka pa bi krmilo še dodatno zasukalo. To zadnje bi motorno kolo naredilo praktično neobvladljivo. Čeprav ni nobeno motorno kolo zasnovano in izdelano z negativnim predtekom, pa se le-ta lahko pojavi v določenih okoliščinah, ki so opisane v nadaljevanju.

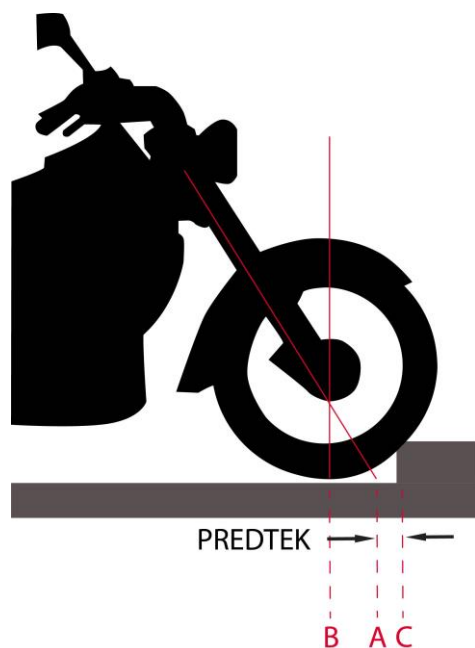


Risba 6: Učinek predteka na izravnavo zasukanega krmila

Ključna komponenta rezultante sil, ki poravna krmilo, je sila trenja, ki nasprotuje sredobežni sili in na ta način omogoča vožnjo v zavoj. Njena velikost je torej premo sorazmerna s sredobežno silo, odvisna pa je še od mase in geometrije motornega kolesa (teže, s katero prednje kolo pritiska na podlago), nagiba motornega kolesa,⁶ kota zasuka krmila in koeficienta drsnega trenja.

Kot je bilo že zgoraj opisano, pozitiven predtek omogoča, da se krmilo pri vožnji z določeno hitrostjo samo poravna, če motorno kolo kaj vrže iz ravnotežja. Večji predtek in večja teža, s katero pritiska prednje kolo na podlago, zagotavljata večjo smerno stabilnost motornega kolesa in ga hkrati delata bolj okornega, če je treba smer vožnje spremeniti razmeroma hitro, izdatno ali pri nizki hitrosti.

Predtek se med vožnjo zaradi spreminjanja kota zadnjih nihajnih vilic ter stiskanja in raztezanja vzmeti prednjih vilic spreminja. Ta sprememba ni posebej očitna in pri vsakdanji umirjeni vožnji nima pomembnega vpliva na stabilnost. Bolj problematična sta neravno vozišče in vožnja čez ovire, morda celo čez robnike. V tem primeru se točka, v kateri se pnevmatika sicer stika s podlago, lahko prestavi daleč naprej, tudi pred točko, v kateri seka podlago os, okoli katere se vrti krmilo. To pa pomeni, da ima v tistem trenutku motorno kolo negativen predtek in je v primeru spreminjanja smeri težko obvladljivo, zato je pomembno, da neravnine na vozišču, kot so udarne jame, železniški tiri ali zgolj hitrostne ovire, prevozimo s čim bolj vzravnanim motornim kolesom (torej v čim manjšem nagibu) in neravnino zadenemo čim bolj pravokotno. S tem zmanjšamo možnost padca, ki bi ga lahko povzročilo zmanjšanje predteka ali celo negativen predtek v trenutku, ko motorno kolo zadene neravnino. Majhen ali nikakršen predtek namreč pomeni, da je motorno kolo smerno nestabilno in težavno za obvladovanje v opisanih situacijah.



Risba 7: Pojav negativnega predteka

⁶ Povsod, kjer se v tem priročniku omenja nagib motornega kolesa, je mišljen nagib skupaj z voznikom in morebitnim tovorom (prtljago). Voznik in tovor sta izrecno omenjena le tam, kjer je bilo to potrebno posebej poudariti.

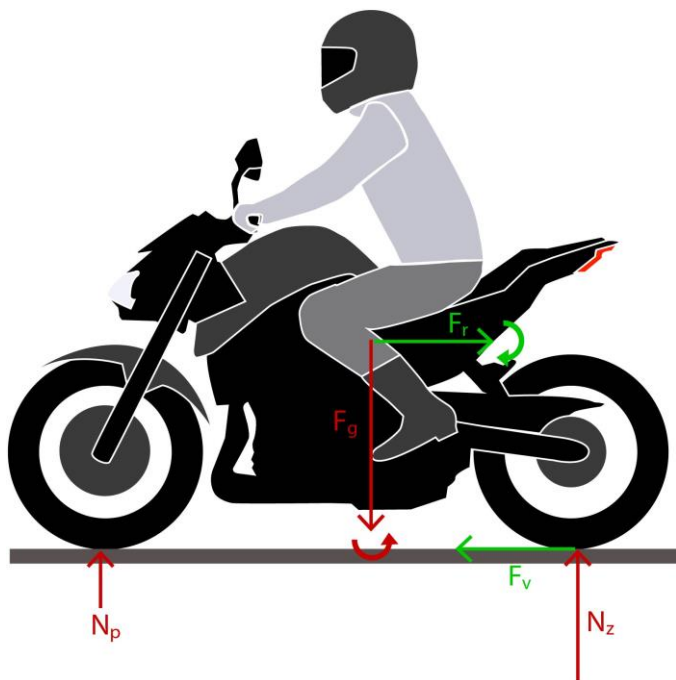
Spreminjanje velikosti koles, pnevmatik (na primer že samo razmerje med njeno širino in višino) in kota nagiba vilic vpliva na velikost predteka. Morebitni tovrstni posegi imajo za posledico spremenjene vozne lastnosti motornega kolesa.

4.2.2.2 Spreminjanje hitrosti

Pri vožnji, razen morda po avtocesti, se hitrost večino časa spreminja. Dokler je intenzivnost povečevanja in zmanjševanja hitrosti zmerna in je takšna tudi sama hitrost, to nima posebnega vpliva na varnost vožnje, zato bo predmet te točke le vpliv odločnega pospeševanja in zaviranja na vozne lastnosti motornega kolesa.

4.2.2.2.1 Prenos teže

Pri pospeševanju in zaviranju delujeta vlečna in zavorna sila v ravnini vozišča (na stiku pnevmatik z voziščem). Tako ena kot druga želita spremeniti hitrost motornega kolesa. Tema silama nasprotuje vztrajnostna sila, ki ima svoje prijemališče v težišču motornega kolesa. Pri pospeševanju se razbremeni prednji in dodatno obremeni zadnji del vozila. Vztrajnostna sila (sprememba gibalne količine) nasprotuje pospeševanju in ustvarja navor sile, ki želi motorno kolo zavrteti okrog dotikališča zadnjega kolesa s podlago. V skrajnem primeru lahko pride do dviga prednjega kolesa, kar pa ni odvisno le od pospeška, ki ga lahko motorno kolo ponudi in voznik izkoristi, pač pa tudi od medosne razdalje, višine težišča, trenja, ki je na razpolago, in ravnanja voznika. Medosna razdalja in višina težišča določata, kolikšen je navor sile teže, ki preprečuje dvig prednjega kolesa, koeficient drsnega trenja pa določa največjo možno vlečno silo, ki jo je mogoče s pnevmatike prenesti na podlago. Pri zaviranju je vse skupaj smiselno enako, le da se takrat razbremeni zadnje kolo, ki lahko povsem izgubi stik s podlago.⁷



Risba 8: Sila teže ter vztrajnostna in vlečna sila pri pospeševanju

⁷ O tem v točki 4.2.2.2.2. Učinkovita uporaba zavor.

Potrebno se je zavedati, da razbremenjeno prednje kolo pomembno vpliva na lastnost motornega kolesa, da samo skrbi za ohranjanje potrebne stabilnosti za vožnjo naravnost. Manjša teža pomeni lahkotnejše krmilo in obenem bistveno zmanjšan učinek zmožnosti njegove samodejne izravnave, ki je bil predstavljen pri opisu geometrije prednjega dela motornega kolesa. Če pride pri pospeševanju do dviga prednjega kolesa od tal, se ročica vztrajnostne sile začne povečevati, ročica sile teže pa zmanjševati. To pomeni, da je navor sile, ki dviguje motorno kolo in ga želi skupaj z njegovim voznikom položiti na hrbet, vedno večji, navor sile, ki temu nasprotuje, pa vedno manjši.

Pri zaviranju je dodatna obremenitev ali razbremenitev sprednjega ali zadnjega dela odvisna od načina in intenzivnosti uporabe sprednje in zadnje zavore, kar je predstavljeno v nadaljevanju.

4.2.2.2 Učinkovita uporaba zavor

Pri vsakdanji vožnji in običajnem zaviranju, ko vse poteka umirjeno in po pričakovanjih, način zaviranja posebej ne vpliva na doseg želenega učinka zavor. Če je voznik prisiljen v odločno zaviranje ali mora iz zavor celo iztisniti njihov maksimum, pa to ne gre brez njihove optimalne uporabe.

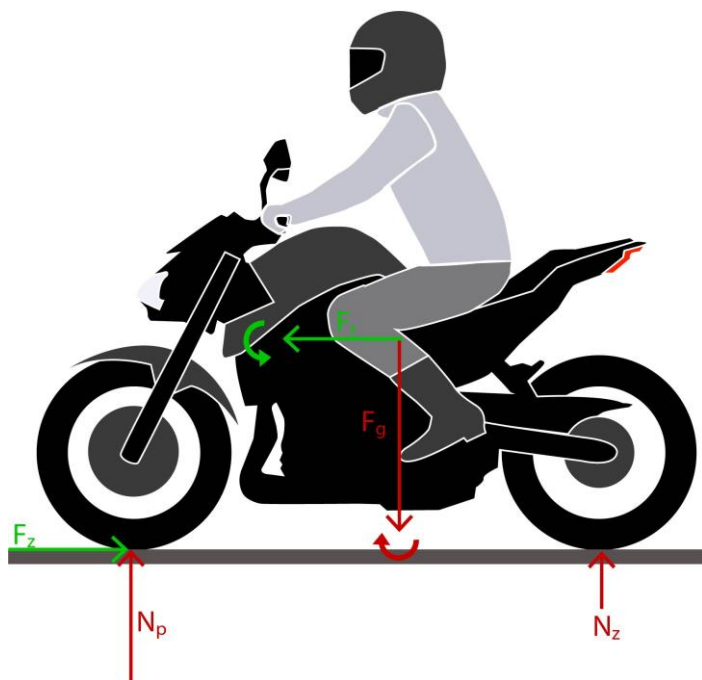
Pri pravilni uporabi zavor igrajo ključno vlogo zavorni sili, ki se pojavita na stiku pnevmatik s podlago, vztrajnostna sila, ki deluje v težišču motornega kolesa skupaj z voznikom in morebitnim drugim bremenom (potnikom, prtljago, tovorom), ter posedanje prednjih vilic in sprememba kota zadnjih nihajnih vilic. Pri odločnem zaviranju bomo predpostavili, da voznik vozi naravnost ali si vsaj želi, da bi temu bilo tako.

Poglejmo si najprej učinek uporabe samo prednje ali samo zadnje zavore. Začnimo z zadnjo. Ko jo voznik aktivira, se nihajne vilice nekoliko zravnavajo, težišče se malce zniža, za odtenek se podaljša medosna razdalja, razporeditev teže med prednje in zadnje kolo pa ostaja bolj ali manj nespremenjena. Prednje kolo se prosto vrti in tako ne predstavlja nobene oporne točke, okrog katere bi vztrajnostna sila hotela zavrteti motorno kolo. Sila trenja, ki določa največji možni zavorni učinek, je odvisna od teže, s katero pnevmatika pritiska ob podlago, in koeficienta drsnega trenja med pnevmatiko in podlago. Če je na primer teža motornega kolesa enakomerno razporejena med prednje in zadnje kolo, potem lahko ob uporabi samo zadnje zavore voznik izkoristi kvečjemu polovico razpoložljive zavorne sile. Vozniki večkrat uporabljajo samo zadnjo zavoro, ker jim to daje občutek večje stabilnosti in večjega nadzora nad motornim kolesom pri zaviranju. To ni le občutek, pač pa tudi dejstvo. K temu prispeva znižanje težišča, podaljšanje medosne razdalje, nespremenjen položaj vzmeti prednji vilic in učinek navora sil, ki pri morebitnih spremembah smeri vožnje pomaga ohraniti nadzor nad motornim kolesom. Vendar pa so vse pozitivne strani brezpredmetne, če voznik ne uspe pravočasno zmanjšati hitrosti ali ustaviti.

Kaj pa če uporabimo samo prednjo zavoro? V tem primeru se začnejo posedati prednje vilice, težišče se zniža, medosna razdalja pa zmanjša. Prvo je za stabilnost dobro, drugo slabo. Posedanje vilic vpliva tudi na zmanjšanje predteka, zaradi česar je motorno kolo med ostrim zaviranjem smerno manj stabilno. Vztrajnostna sila želi motorno kolo zavrteti okrog stične točke med prednjo pnevmatiko in podlago, sila teže pa temu nasprotuje. Koliko teže motornega kolesa se bo preneslo na prednje kolo in koliko se bo zaradi tega razbremenilo zadnje kolo, je odvisno od pojemka ter razmerja med višino težišča in medosno razdaljo motornega kolesa.⁸ Pri športnem motornem kolesu se bo zadnje kolo

⁸ Glej Primer 6 v točki 7.2.

lahko dvignilo od podlage, pri čoperju, na primer, do tega ne more priti (prej bo prišlo do zdrsa prednje pnevmatike). Tudi pri večini drugih tipov motornih koles ne bo prišlo do dviga zadnjega kolesa, če se bo voznik med zaviranjem vzravnal na sedežu, torej pomaknil s telesom nekoliko nazaj, in ne bo dopustil, da bi ga vztrajnostna sila potisnila naprej ali celo dvignila s sedeža proti krmilu.



Risba 9: Zaviranje samo s prednjo zavoro

Uporaba prednje zavore je torej pri odločnem zmanjševanju hitrosti nujna. Ker smo lahko ugotovili, da ima ostro zaviranje s prednjo zavoro tudi slabe plati, vedno uporabimo tudi zadnjo zavoro, kolikor pač to lahko glede na tip motornega kolesa prispeva k skupnemu zavornemu učinku. Običajno dosežemo največji skupni učinek, če zadnjo zavoro »pohodimo« ravno toliko, da lahko da največ od sebe, prednjo pa »ožamemo«. To zadnje pomeni, da ročice ne stisnemo v trenutku, pač pa preidemo do maksimalnega zaviranja v nekaj desetinkah sekunde, tako da zavorni učinek sledi posedanju prednjih vilic. Če bi prednjo zavoro želeli takoj maksimalno izkoristiti, bi prišlo do zdrsa prednjega kolesa oziroma takojšnjega aktiviranja ABS. Pri vožnji s stalno hitrostjo je namreč na prednjem kolesu največ polovica celotne teže motornega kolesa in je zato temu sorazmerna tudi največja možna zavorna sila. S posedanjem prednjih vilic in prenosom teže na prednje kolo lahko prednja zavora postopno prevzame vedno večji delež celotne razpoložljive zavorne sile.

Če motorno kolo nima ABS, je še toliko pomembneje, da voznik s pravilno uporabo prednje zavore enakomerno in postopno prenese težo na prednje kolo in da z odvzemanjem in dodajanjem zavorne sile ne povzroči občutnega nihanja prednjih vilic.

Pri vožnji motornega kolesa lahko ob odvzemu plina (brez uporabe zavor) hitrost pade bistveno hitreje, kot se to zgodi na primer pri osebnem avtomobilu. To se zgodi predvsem pri višjih hitrostih. Ob odvzetem plinu razmeroma hitro pade hitrost zaradi večjega zračnega upora ob relativno majhni masi (sila zračnega upora se povečuje s kvadratom hitrosti in je odvisna od čelne površine ter oblike in značilnosti površine vozila in voznika, nič pa od njune mase), pa tudi, ker zaradi vožnje z višjimi obrati motor (agregat vozila) intenzivneje zavira. Če vozi za nami voznik na majhni razdalji, ga lahko

na takšno zmanjšanje hitrosti opozorimo z rahlim pritiskom na zavoro, še bolje z več zaporednimi pritiski, tako da se pri tem prižiga zavorna svetilka.

4.2.2.2.3 Kombinirani ali integralni zavorni sistem

Poleg ABS, ki pri zaviranju preprečuje blokiranje koles in je pri novih motornih kolesih obvezen del serijske opreme, so motorna kolesa vse pogosteje opremljena tudi s kombiniranim ali integralnim zavornim sistemom. Takšen sistem aktivira prednjo in zadnjo zavoro ob uporabi ročice oziroma stopalke le ene od njiju. Ti sistemi se med seboj razlikujejo. Pri mopedih – skuterjih se običajno ob aktiviranju ene ali druge zavore zavorna moč enakomerno porazdeli med obe zavori. Boljši sistemi pa se s porazdelitvijo zavorne sile skušajo približati tisti optimalni. Tudi ni nujno, da se ob aktiviranju katere koli zavore aktivirata obe ali da se aktivirata istočasno. Kakor koli, takšni sistemi so lahko vozniku v pomoč, ne morejo pa nadomestiti njegove presoje glede pravilne uporabe zavor v določenih okoliščinah, zato tudi v teh primerih voznik uporablja obe zavori in obenem ravna v skladu s podatki in morebitnimi navodili proizvajalca.

4.2.2.2.4 Blokiranje zadnjega kolesa

Na morebitno blokado zadnjega kolesa med zaviranjem se pogosto gleda kot na nekaj, kar na varno in učinkovito zaviranje nima posebnega vpliva, vendar temu ni tako. Če zadnje kolo med zaviranjem blokira, ima to lahko več negativnih posledic. Ena od njih je, da se izniči učinek vrtilne količine zadnjega kolesa, ki pri višjih hitrostih opazno prispeva k stabilnosti motornega kolesa. Druga je, da če se zaviranje ne dogaja pri vožnji povsem naravnost, lahko to zalomi motorno kolo. Posebej nevarno je, če pri višji hitrosti voznik v takšni situaciji popusti zadnjo zavoro in ga hipna izravnavna motornega kolesa lahko katapultira z njega. Tretja posledica pa je, da se kinetična energija, ki jo sicer med zaviranjem pretvarjajo v toploto zavore (segrevajo se zavorni koluti), ob blokiranju kolesa pretvarja v toploto pnevmatike in podlage. Grejeta se asfalt in pnevmatike. Pnevmatike se lahko pri tem hitro poškodujejo do te mere, da niso več varne (mehanske poškodbe in spremenjena kemijska struktura pnevmatike). Pri motornem kolesu z ABS do zadnjih dveh negativnih posledic ne more priti.

Dokler poteka zaviranje pri vožnji povsem naravnost, voznik običajno sploh ne zazna, da zadnje kolo blokira. Zato je pomembno, da z vajo pridobi občutek, kolikšen je maksimalen možen pritisk na stopalko zadnje zavore, da pri tem kolo še ne blokira.

4.2.2.3 Spreminjanje smeri

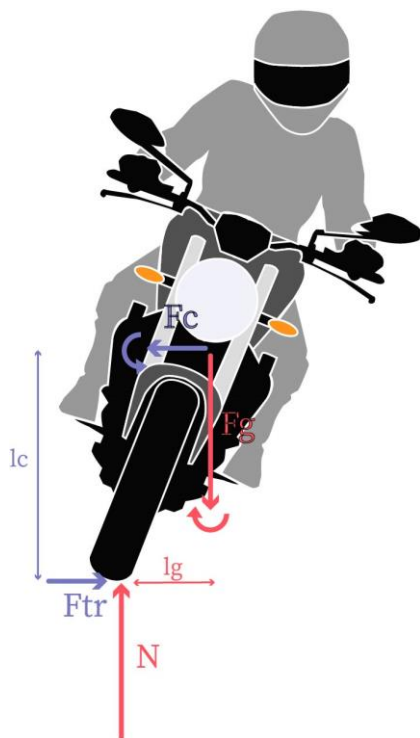
Spreminjanje smeri je verjetno tisti del vožnje motornega kolesa, ki najbolj privlači motoriste, obenem pa je to tudi spretnost, za usvojitev katere si je treba vzeti največ časa.

4.2.2.3.1 Začetek spreminjanja smeri

Pri hitrostih okoli 20 km/h se začne postopek spreminjanja smeri z obračanjem krmila v nasprotno smer od tiste, v katero želi voznik zaviti. To je tako imenovano **nasprotno usmerjanje**, ki je ključno za učinkovito spreminjanje smeri vožnje pri višjih hitrostih. Pri tem načinu zavijanja voznik s pritiskom na ročico komaj opazno obrne krmilo v nasprotno smer, kot želi zaviti, in s tem destabilizira motorno kolo. Motorno kolo se usmeri v smer, v katero je voznik obrnil krmilo (torej v nasprotno od želene) in se začne gibati po krožnici. Sredobežna sila, ki pri tem nastane, nagne voznika in motorno kolo v želeno smer, pri tem pa je v pomoč tudi nastala sprememba vrtilne količine prednjega kolesa, ki ima

enak učinek. Za ponovno vzpostavitev ravnotežja se mora sedaj krmilo obrniti v smer nagiba (če se to ne bi zgodilo, bi bil padec neizbežen). Zaradi geometrije prednjega dela motornega kolesa gravitacija sama zasuka prednje kolo takoj, ko voznik preneha s pritiskom na ročico krmila. Na ta način se začne krožno gibanje v želeno smer. Sprememba smeri vožnje se torej začne s kratkotrajnim gibanjem v nasprotno smer od želene.⁹

Med vožnjo skozi zavoj imamo stabilno stanje, dokler sta navora sile teže in sredobežne sile v ravnotežju. Da ne bi prišlo do zdrsa, morata biti v ravnotežju tudi sili trenja in sredobežna sila.



Risba 10: Delovanje sil na motorno kolo pri vožnji v zavoj

Glede na to, da je motorno kolo mogoče voziti in spreminjati smer vožnje tudi brez držanja krmila (česar se seveda ne sme in tudi ne počne v cestnem prometu), bi morda kdo oporekal principu nasprotnega usmerjanja. Nekateri motoristi trdijo, da se zgolj nagnejo za dosego želene spremembe smeri in motorno kolo sledi njihovemu namenu. Drži, da se da tudi na ta način spremeniti smer, je pa to običajno počasnejše in manj natančno kot princip nasprotnega usmerjanja. V bistvu gre tudi v tem primeru za isti princip, le rezultat se doseže po drugi poti. Voznik se najprej za trenutek nagne na nasprotno stran, kot je želena sprememba smeri. Nagibu motornega kolesa sledi tudi obračanje krmila v isto smer (po zaslugi geometrije prednjega dela motornega kolesa). S tem se ustvarita potrebna sredobežna sila in ustrezna sprememba vrtilne količine, ki potisneta motorno kolo v nagib v želeno smer. Spremembo smeri samo z nagibanjem se lahko izpelje tudi tako, da se postopek začne z zelo počasnim nagibanjem v želeno smer vožnje. Zaradi počasnega spreminjanja smeri vektorja

⁹ Glede tega glej tudi točko 4.2.2.1 Vožnja naravnost ali kaj drži motorno kolo pokonci.

vrtilne količine¹⁰ v tem primeru prevlada sila teže, ki potisne motorno kolo v zeleno smer vožnje. Največkrat pa voznik ob tem, ko se začne nagibati, z roko nezavedno poveča pritisk na ročico krmila na tisti strani, na katero se je začel nagibati. S tem rahlo obrne krmilo v nasprotno smer in v bistvu sočasno izpelje postopek nasprotnega usmerjanja in spreminjanja smeri z nagibanjem.

Dejansko se motorno kolo usmerja na različne načine in z različnimi kombinacijami. Način, ki si ga bo izbral voznik, je odvisen od značilnosti motornega kolesa in zavoja ter od drugih okoliščin, pa tudi od zelenega sloga vožnje, v nobenem primeru pa ni mogoče izigrati fizikalnih zakonov.

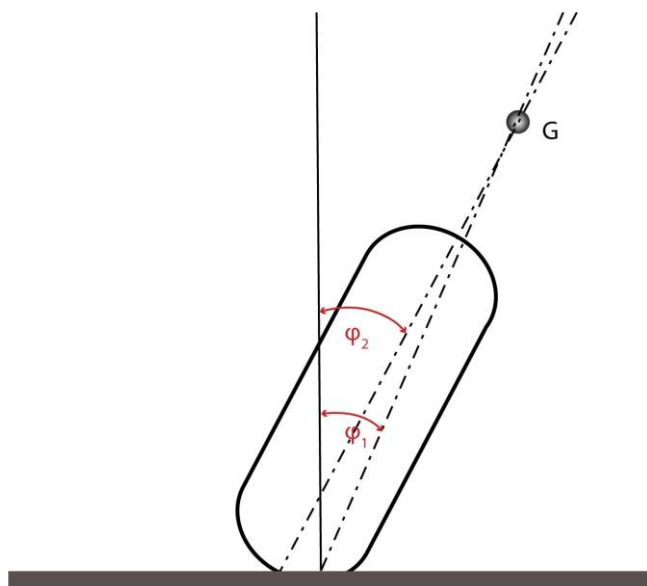
Če je na primer zaradi izogiba nenadni oviri potrebno čim hitreje spremeniti smer vožnje, je najučinkovitejša potisna tehnika, pri kateri voznik istočasno pritisne na ročico krmila na strani, na katero bo nagnil motorno kolo (kot da jo želi odriniti od sebe), in potisne motorno kolo proti tlom, sam pa pri tem ostane v pokončnem položaju.

Za začetnika je prav gotovo dobrodošlo, če osnovne principe usvoji zavestno, nato pa z izkušnjami od načrtnega in zavestnega vse bolj prehaja k nezavednemu in na videz intuitivnemu ravnanju.

4.2.2.3.2 Vožnja skozi zavoj

Pri vožnji po delu zavoja, na katerem motorno kolo vozi s stalno hitrostjo po krožnem loku, so sile, ki delujejo nanj, in navori, ki jih te sile ustvarjajo, v ravnovesju (glej Risbo 10). Sila teže in sredobežna sila ustvarjata nasprotna si navora sil. Prva sili motorno kolo proti podlagi na notranji strani zavoja, druga pa ga želi vzravnati oziroma zvrniti na zunanjo stran zavoja. Dokler sta hitrost vožnje in nagib usklajena, imamo stabilno stanje. Zavoj z določenim radijem je mogoče izpeljati s točno določenim nagibom ne glede na konstrukcijske značilnosti motornega kolesa, njegovo maso in njeno razporeditev. Različen položaj voznika oziroma tehnika vožnje v zavoju lahko pomeni različen kot naklona motornega kolesa, ne pa tudi celotnega sistema, ki ga dopolnjujeta še voznik in morebitni tovor. Te trditve veljajo, če zanemarimo širino in obliko pnevmatik, sicer pa moramo upoštevati, da kot naklona predstavlja kot med navpičnico in premico, ki poteka skozi dotikališče pnevmatik s podlago in težišče motornega kolesa skupaj z voznikom in morebitnim tovorom. Ker se v nagibu površina, na kateri se pnevmatika dotika podlage, pomakne proti notranjosti zavoja, to pomeni, da je ta kot (to je kot, ki določa velikost navora sile teže in sredobežne sile) manjši od tistega, ki ga določa premica skozi težišče in sredino pnevmatike. Na naklon v zavoju torej vplivata tudi širina in oblika pnevmatik, in sicer to pomeni, da bo ob enakem slogu vožnje motorno kolo s širšimi pnevmatikami v zavoju bolj nagnjeno. Podobno bo nagib večji tudi v primeru, če je pnevmatika izrabljena neenakomerno, in sicer bolj po sredini tekalne površine kot ob straneh, če torej nima več svoje začetne zaobljenosti (morda kot posledica veliko prevoženih kilometrov s potnikom in prtljago po avtocesti). To je dodaten razlog, da se izrabljene pnevmatike pravočasno nadomestijo z novimi.

¹⁰ Učinek spremembe vrtilne količine je odvisen od tega, za koliko se spremeni smer vektorja, in od tega, kako hitro se zgodi sprememba, torej smiselno enako, kot je velikost sile zaradi spremembe gibalne količine odvisna od velikosti spremembe hitrosti in časa, v katerem je do spremembe prišlo.



Risba 11: Potek osi nagiba pri vožnji v zavoj

4.2.2.3.3 Spreminjanje hitrosti in radija zavoja

Spreminjanje hitrosti, radija zavoja in nagiba motornega kolesa mora za ohranjanje stabilnosti potekati usklajeno.

Z zmanjševanjem hitrosti se zmanjša sredobežna sila. Motorno kolo začne težiti k temu, da bi padlo v smeri zavoja. V takem primeru se mora bodisi povečati radij zavoja bodisi zmanjšati nagib. Če smo se na primer znašli v zavoj, kjer se v drugem delu njegov radij zmanjšuje, istočasno zmanjšamo hitrost in po potrebi povečamo nagib. Nagib lahko povečamo neposredno, z nasprotnim usmerjanjem ali tudi s kombinacijo obojega. Kateri način bomo izbrali, je odvisno tudi od konstrukcijskih lastnosti motornega kolesa. Pri motornem kolesu z izrazitim učinkom samodejne izravnave krmila bomo dali večjo težo spreminjanju smeri z nagibanjem, pri takšnem, ki ga je težko nagniti, na primer zaradi zelo nizkega težišča, pa nasprotnemu usmerjanju. Če je spremembo smeri ali njen popravek treba narediti zelo hitro, je praviloma nasprotno usmerjanje učinkovitejše, še posebej v kombinaciji s potisno tehniko vožnje, kjer voznik ostaja v bolj ali manj pokončnem položaju, motorno kolo pa s pritiskom na krmilo potiska v željeni nagib.

4.2.2.3.4 Zdrs zadnjega kolesa v zavoj.

Če v zavoj zadnje kolo blokira, začne drseti v smeri tangente na linijo zavoja. To zalomi motorno kolo. V desnem zavoj se zadnje kolo začne odmikati od desnega roba, v levem zavoj pa drseti proti njemu. Do podobnega učinka pride tudi v primeru, če zadnje kolo začne drseti zaradi pretiranega pospeševanja v zavoj. Če voznik v takšnem primeru v trenutku popusti zavoro oziroma odvzame plin (kar se žal največkrat tudi povsem instinktivno zgodi), zadnje kolo spet začne slediti liniji zavoja. Ker se to zgodi hipoma, lahko voznik izgubi ravnotežje ali ga celo vrže (katapultira) z motornega kolesa.

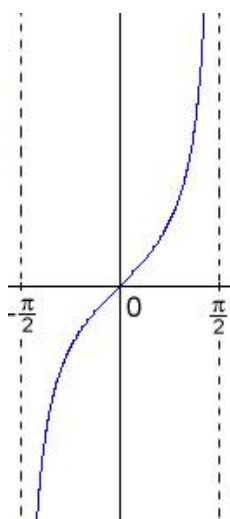
4.2.2.3.5 Kombinacija spreminjanja hitrosti in smeri vožnje

Motoristi so pogosto prepričani, da med spreminjanjem smeri absolutno ne smejo zavirati. Drži, da ostro, agresivno spreminjanje smeri in zaviranje ne gresta skupaj. Enako velja tudi za spreminjanje smeri in ostro zaviranje. Oprijem med pnevmatikami in podlago omejuje razpoložljiva sila trenja. Pri

vožnji v zavoju se del trenja porabi za nasprotovanje bočni sili (sredobežni sili), ki nasprotuje želenemu ukrivljanju linije vožnje. Pri vsakdanji vožnji v skladu s predpisi se za ta namen le redko porabi več kot polovica razpoložljivega oprijema.

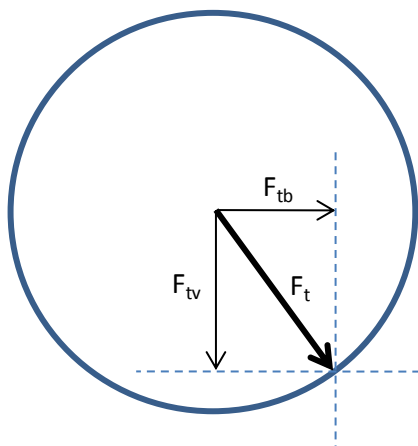
Bočne sile se pri povečevanju nagiba ne povečujejo linearno, pač pa kot tangens naklonskega kota. Sila trenja, ki nasprotuje sredobežni sili, ter vlečna oziroma zavorna sila tudi delujeta pravokotno ena na drugo, njuna vsota pa ni vsota absolutnih vrednosti, pač pa vektorska vsota.

Preglednica 1: Preostanek trenja pri vožnji v nagibu



Kot nagiba	Tangens kota	Preostanek trenja
15	0,268	0,96
27	0,510	0,86
30	0,577	0,82
35	0,700	0,71
40	0,839	0,54
41	0,869	0,49
42	0,900	0,44
43	0,933	0,36
44	0,966	0,26
45	1,000	0,00
50	1,192	

Zgoraj levo je grafično prikazana funkcija tangens, na desni pa so v preglednici navedene vrednosti tangensa nekaterih kotov ter preostanek trenja, ki ga ima voznik za morebitno zmanjševanje ali povečevanje hitrosti vožnje v zavoju. Dejansko smo pri morebitnem pospeševanju ali zaviranju pri vožnji skozi zavoj bistveno bolj omejeni in je zadeva kompleksnejša. Pri pospeševanju ali zaviranju se ob ohranjanju iste linije vožnje skozi zavoj spremeni nagib motornega kolesa. To pomeni, da lahko ob pospeševanju hitro zmanjka oprijema, pri zmanjševanju pa ga je na voljo vedno več, vendar se pri zaviranju dogaja nekaj drugega. Voznik ima občutek, da motorno kolo noče več slediti liniji zavoja. Ob uporabi zadnje zavore je to posledica navora sil, ki želi motorno kolo smerno izravnati, pri uporabi sprednje zavore pa prenosa teže na prednje kolo, ki izrazito poveča učinek samodejne izravnave krmila. Ob intenzivni uporabi prednje zavore je težko sploh začeti spreminjati smer. Številke v preglednici, ki kažejo na to, da bi lahko v nagibu, ki je le nekaj stopinj manjši od največjega dopustnega (45° za koeficient drsnega trenja 1,0), še vedno občutno zavirali, je torej treba vzeti s precejšnjo rezervo. Če gre za manjše popravke hitrosti, je podobno kot pri nizkih hitrostih najučinkovitejša hkratna uporaba zadnje zavore in plina.



Risba 12: Zavorna in sredobežna sila kot vektorska vsota

4.2.2.3.6 Lega na vozišču in opazovanje pri vožnji skozi zavoje

V skladu z Zakonom o pravilih cestnega prometa morajo na smernem vozišču brez označenih prometnih pasov voziti vozniki po desni strani smernega vozišča na takšni oddaljenosti od njegovega roba, da poteka promet varno in neovirano. Pri vožnji motornega kolesa je oddaljenost od roba smernega vozišča pogojena tudi s prostorom, ki ga voznik skupaj z vozilom zavzame pri vožnji v nagibu. Pri maksimalnem nagibu se širina smernega vozišča, ki jo zavzame motorno kolo z voznikom, približa tisti, ki jo zavzame manjši osebni avtomobil. Zaradi tega se voznik desnemu ovinku približa po levi kolesnici in levemu ovinku po desni kolesnici ter po začetni liniji nadaljuje tudi vožnjo skozi zavoj. Pri tem sta kot kolesnici mišljeni liniji, po katerih vozi večina dvoslednih vozil z levimi oziroma desnimi kolesi in sta običajno dobro vidni. Ti deli vozišča so običajno tudi najbolj čisti, kar je za varno vožnjo enoslednih vozil bistvenega pomena, je pa tudi res, da so kolesnice tisti del, ki je najbolj obrabljen in pogosto tudi poškodovan del vozišča. Takšna lega pri vožnji skozi zavoje je pozitivna tudi zaradi tega, ker omogoča vozniku dobro preglednost nad potekom ceste tako pri približevanju kot tudi ves čas vožnje skozi ovinek. Opisani liniji vožnje sta optimalni z vidika varnosti in ne predstavljata idealnih linij športne vožnje skozi zavoje. Javne ceste niso dirkališče.

Pri vožnji motornega kolesa je še bolj kot pri vožnji drugih vozil pomembno, kam voznik usmerja svoj pogled. Kamor gleda, bo tudi peljal oziroma vsaj hotel peljati. To velja tudi obratno. Če v določeno smer ne gleda, bo tja zelo težko peljal. Če voznik pri vožnji skozi ovinek strahoma pogleduje proti robu vozišča, je verjetnost, da se bo tam tudi znašel, zelo velika. Prav tako se težko izogne oviri, če ne zmore od nje odmakniti pogleda in ga usmeriti v smer rešitve.

Pri gibanju človek večino časa usmerja svojo pozornost na razdaljo, ki jo bo dosegel v treh sekundah. Za njegovo naravno hitrost gibanja je to povsem dovolj, pri vožnji motornega vozila pa je treba to razdaljo povečati, kar pa ne pomeni, da se pri vožnji opazuje zgolj daleč naprej. Značilnost človekovega opazovanja je tudi to, da okolice s pogledom ne preiskujemo zvezno (pogled po okolici ne drsi), pač pa se pogled na določenih mestih za nekaj trenutkov zaustavi, nato pa se pomakne naprej ali vrne na mesta, ki smo si jih že ogledali.

Pri vožnji skozi zavoj povežemo človekov naravni način opazovanja z načrtnim usmerjanjem pogleda. Za natančno vodenje motornega kolesa po želeni liniji skozi zavoj pogledujemo proti točkam, ki jih bomo dosegli v času dveh do treh sekund, vmes pa pogledujemo tudi v globino zavoja, proti

njegovemu izteku in naprej proti nadaljnjemu poteku ceste. S prvim poskrbimo, da vozimo po želeni liniji, z drugim, da lahko pravilno ocenimo značilnosti zavoja in nadaljnji potek ceste ter pravočasno opazimo morebitne okoliščine, ki zahtevajo prilagoditev vožnje.

4.2.2.4 Geometrijski in tehnični elementi cest, pomembni za vožnjo motornega kolesa

Za varnejšo vožnjo motornega kolesa je koristno tudi poznavanje in razumevanje nekaterih geometrijskih in tehničnih elementov cest, ki zagotavljajo voznodinamične pogoje za varen potek cestnega prometa. Ključni pri tem so elementi cestnega zavoja (krivine), njihovo medsebojno povezovanje in povezovanje z delom ceste, grajene v premi, prečni naklon vozišča, in preglednost v zavoju, v manjši meri pa tudi cestni prevoji.

4.2.2.4.1 Cestni zavoji

Os ceste poteka bodisi v premi (v ravni liniji) bodisi v krivini. Ovinki so običajno sestavljeni iz treh delov. Prvi in zadnji sta prehodnici, ki povezujeta srednji del zavoja s premo ali s predhodnim oziroma naslednjim zavojem, njuna funkcija pa je postopno povečevanje oziroma zmanjševanje radija zavoja. Srednji del ovinka ima praviloma obliko krožnega loka. Pri vožnji skozi takšen standarden zavoj se pri približevanju ovinek optično zapira, v srednjem krožnem delu ga je videti ves čas enako, v zadnjem delu pa se začne optično odpirati. V skladu s tem voznik v prvem delu ovinka povečuje naklon motornega kolesa, v osrednjem je ves čas enak, v zadnjem pa se postopno vrača v pokončen položaj. Bočne sile se zaradi vožnje skozi takšen ovinek torej povečujejo in zmanjšujejo postopno. V skladu s tem lahko varno potekata tudi zmanjševanje hitrosti in pospeševanje.



Fotografija 8: Optično zaznavanje poteka ovinka

Krožni lok je osnovni geometrijski element, ki omogoča prilagoditev trase ceste voznodinamičnim potrebam in prostoru, skozi katerega poteka. Ker učinkuje na vozila v gibanju, se to praviloma upošteva tako, da dolžina in polmer loka omogočata hitrost vožnje, ki je najbližja predvideni potovalni hitrosti. Medtem ko polmer krožnega loka vpliva na dopustno hitrost vožnje, učinkuje dolžina krožnega loka predvsem na njeno udobje. Idealna dolžina je takšna, da traja vožnja po krožnem loku 5 do 7 sekund, najmanjša pa takšna, da traja vožnja vsaj sekundo do sekundo in pol, kolikor je povprečni reakcijski čas. Zadostna dolžina krožnega loka je za varno in udobno vožnjo enoslednega vozila še pomembnejša kot za vožnjo dvoslednega vozila. Kratki krožni loki zahtevajo od voznika motornega kolesa spretnost hitrega in natančnega prehajanja iz enega nagiba v drugega,

podobno kot to poteka pri aritmičnem slalomu, ki je eden od elementov preizkušanja spretnosti na voznškem izpitu.

Krožne loke se praviloma izbira tako, da se v največji možni meri vključujejo v naravni prostor in omogočajo skladno kreiranje nivelete ceste¹¹ ter medsebojno skladnost sosednjih krožnih lokov. Pri sestavljanju krožnih lokov se upoštevajo tudi dopustne vrednosti polmerov sosednjih krivin. Polmeri krožnih lokov se povečujejo oziroma zmanjšujejo postopno, tako da vsaj na cestah višjih kategorij ne moremo naleteti na nenaden prehod iz blagega v oster zavoj. Če je na primer polmer krožnega loka zavoja 200 m, smemo pričakovati, da polmer loka v predhodnem ali naslednjem zavoju ni manjši od 150 m in ne večji od 280 m.

Skladno sosledje krivin in ustrezni prehodi med njimi ter usklajenost z okoljem, skozi katerega poteka cesta, veliko pripomorejo k pravilnemu vizualnemu zaznavanju trase ceste in posledično varnejšemu poteku cestnega prometa.



Fotografija 9: Skladno sestavljanje krivin in prilagajanje trase ceste okolju

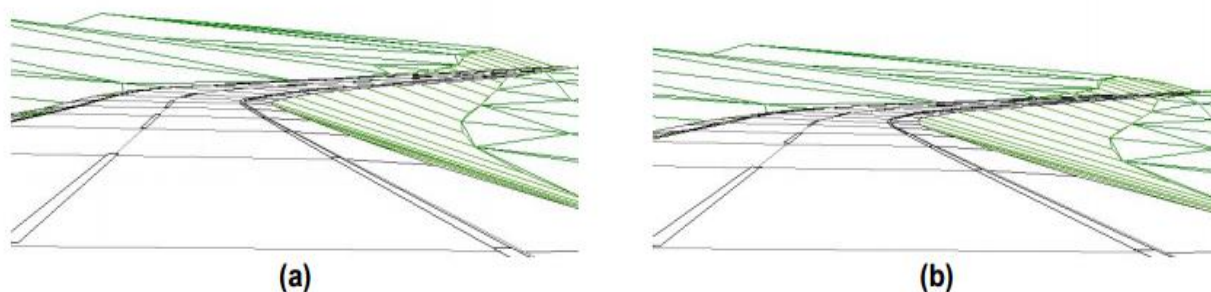
Posebno nevarnost predstavljajo zavoji, pri katerih se njihov polmer v drugem delu začne zmanjševati. Ko voznik pričakuje, da se bo ovinek začel odpirati, se ta, nasprotno, dodatno zapre. Če je voznik pripeljal v ovinek na meji zdrsa pnevmatik, nima prave rešitve, v nasprotnem primeru pa lahko z uporabo principa nasprotnega usmerjanja poveča nagib motornega kolesa in dodatno ukrivi linijo svoje vožnje. To zadnje ni edina možna rešitev, saj je pri vožnji skozi ovinek z nekaj rezerve mogoče do določene mere tudi zavirati.¹² Takšnih neugodnih in nevarnih zavojev na cestah višjih kategorij praviloma ni, so pa tudi izjeme. Takšni so na primer nekateri uvozi na avtocesto, kjer se v fazi pred prihodom na pospeševalni pas polmer zavoja zmanjša. Na teh delih cest je hitrost praviloma

¹¹ Niveleta predstavlja vertikalni (višinski) potek osi ceste.

¹² O tem v točki 4.2.2.3.5 Kombinacija spreminjanja hitrosti in smeri vožnje.

omejena na 40 km/h na uro. Ob vožnji z ustrežno hitrostjo in varnostno razdaljo do vozil pred sabo takšen zavoj ne predstavlja težave. Na maloprometnih cestah (na cestah, na katerih je povprečni letni dnevni pretok manjši od 500 vozil), kjer se lahko samo zagotavlja prevoznost in dimenzioniranje tehničnih elementov ceste glede na voznodinamične pogoje ni nujno, pa verjetnost, da naletimo na takšen neugoden ovinek, ni več zanemarljiva. Pomembno je, da na takšnih cestah dosledno prilagajamo hitrost vožnje preglednosti ovinka, torej razdalji, na kateri lahko vidimo in pravilno presodimo potek ceste. Njen nestandardni potek nas ne sme presenetiti. Če opazimo, da se ovinek začne ponovno oziroma dodatno vizualno zapirati, moramo imeti možnost temu prilagoditi hitrost vožnje.

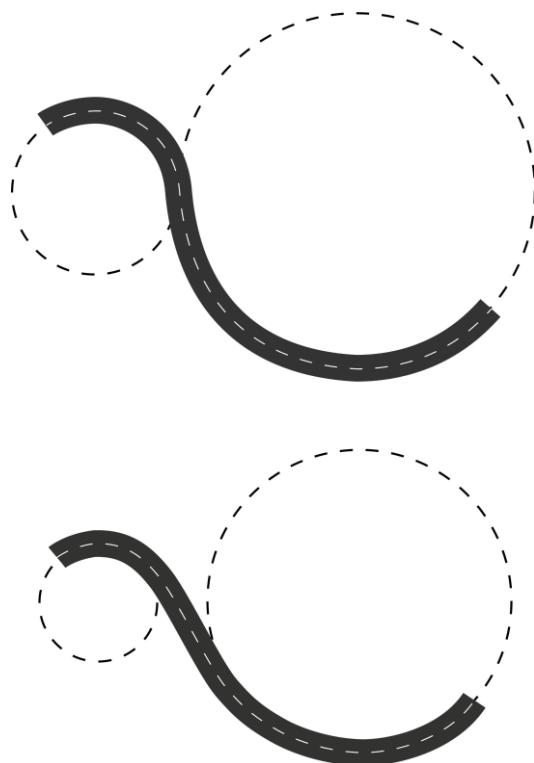
Kot že omenjeno, se krožni loki med seboj ali s premo ne povezujejo neposredno. Prehod mora biti postopen. Element za trasiranje cest, ki zagotavlja medsebojno zvezno povezovanje krožnih lokov ali krožnega loka s premo ter optično in estetsko izvedbo trasiranja, se imenuje prehodnica.



Vir: TSC 03.300 Geometrijski elementi cestne osi in vozišča, str. 32

Risba 13: Estetski izgled prehoda iz preme v krivino brez (a) in z uporabo prehodnice (b)

Če med dvema nasprotnosmernima krožnima lokoma ne bi bilo prehodnice, bi moral voznik motornega kolesa v trenutku preiti iz vožnje v nagibu na eno stran v vožnjo v nagibu na drugo stran, bočni pospešek pa bi v trenutku spremenil smer za 180°. To dvoje je nemogoče, zato je uporaba prehodnice nujna. Opusti se lahko le na cestah z elementi za projektno hitrost do 40 km/h. Prehodnica je tudi pomemben element pri trasiranju cest zaradi pravočasnega in pravilnega optičnega zaznavanja poteka ceste (optično zapiranje in odpiranje zavoja). Na Risbi 14 je na njeni zgornji polovici prikazana povezava dveh krožnih lokov brez uporabe prehodnice. Na videz deluje prehod usklajeno, dejansko pa v trenutku preide eno kroženje v drugo. Prehod mora biti nujno izveden postopno, kot je to prikazano na spodnji polovici risbe.

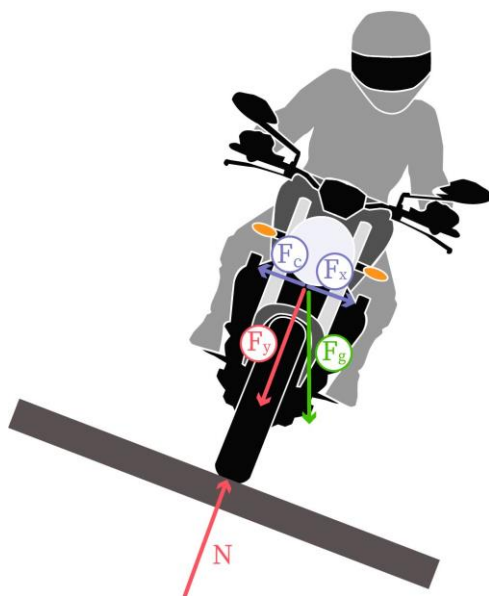


Risba 14: Prehod med dvema krožna lokoma s prehodnico (spodaj) in brez nje (zgoraj)

Pri vajah, ki se opravljajo na vadbeni površini, si pri elementih, kot sta na primer aritmični slalom ali izogib oviri, kandidat za voznika sam ustvari prehodnico (linijo), po kateri preide iz vožnje po enem krožnem loku v vožnjo po drugem ali iz vožnje v premi v vožnjo po krožnem loku in obratno. Spretnejši kot je pri teh prehodih, z večjo hitrostjo lahko vozi, saj je posledično polmer krožnega loka lahko večji in bočne sile manjše. Hitrost, s katero lahko voznik opravi določeno spremembo, je odvisna tudi od mase in konstrukcijskih lastnosti motornega kolesa. Večja masa, na primer, pomeni večjo vztrajnostno silo, ki se bolj upira željeni spremembi hitrosti ali smeri.

4.2.2.4.2 Prečni naklon vozišča

Vozišče je praviloma grajeno v prečnem nagibu. Namen tega je zagotavljanje varnega poteka prometa (voznodinamičnih pogojev v zavojih) in preprečevanje zastajanja vode na vozišču. Praviloma je nagib usmerjen proti središču krožnega loka. Voznik motornega kolesa se zaradi tega za isti učinek nagne glede na ravnino vozišča za toliko kotnih stopinj manj, kot znaša prečni nagib vozišča. Zaradi tega je vožnja pri isti hitrosti varnejša oziroma lahko voznik zavoj prevozi z večjo hitrostjo. Pri maksimalnem prečnem naklonu asfaltnega in cementnobetonskega vozišča, ki znaša sedem odstotkov, pomeni to pri nagibu motornega kolesa štiri kotne stopinje. Na spodnji sliki je predstavljen primer, kjer se vozniku pri vožnji skozi zavoj z določeno hitrostjo zaradi prečnega naklona vozišča (gledano na ravnino podlage) sploh ni treba nagniti.



Risba 15: Vpliv prečnega naklona vozišča na nagib pri vožnji v zavoju

Na določenih cestah je dopusten tudi nasprotnosmerni naklon, katerega uporaba pa je omejena glede na minimalni dopustni polmer loka takšnega ovinka, zato pri vožnji s predpisanimi hitrostmi to ne predstavlja nevarnosti za voznika motornega kolesa. Izjema glede tega so krožna križišča.

Vozišče krožnega križišča ima praviloma dvo odstotni prečni nagib, ki je enostranski in usmerjen proti zunanjemu robu krožnega križišča. Ko torej voznik zapelje na krožno križišče, je prečni naklon usmerjen proti središču njegove krivulje zavijanja, pri vožnji po krožnem križišču pa ta predstavlja nasprotnosmerni naklon, kar pri vožnji v pogojih, ki povečujejo spolzkost vozišča (na primer v dežju), pomembno povečuje možnost zdrsa. Ob zapuščanju krožnega križišča je prečni naklon spet usmerjen proti središču krivulje zavijanja. Zaradi navedenih dejstev mora voznik motornega kolesa opisanim pogojem prilagoditi hitrost vožnja že pred vstopom na krožno križišče.

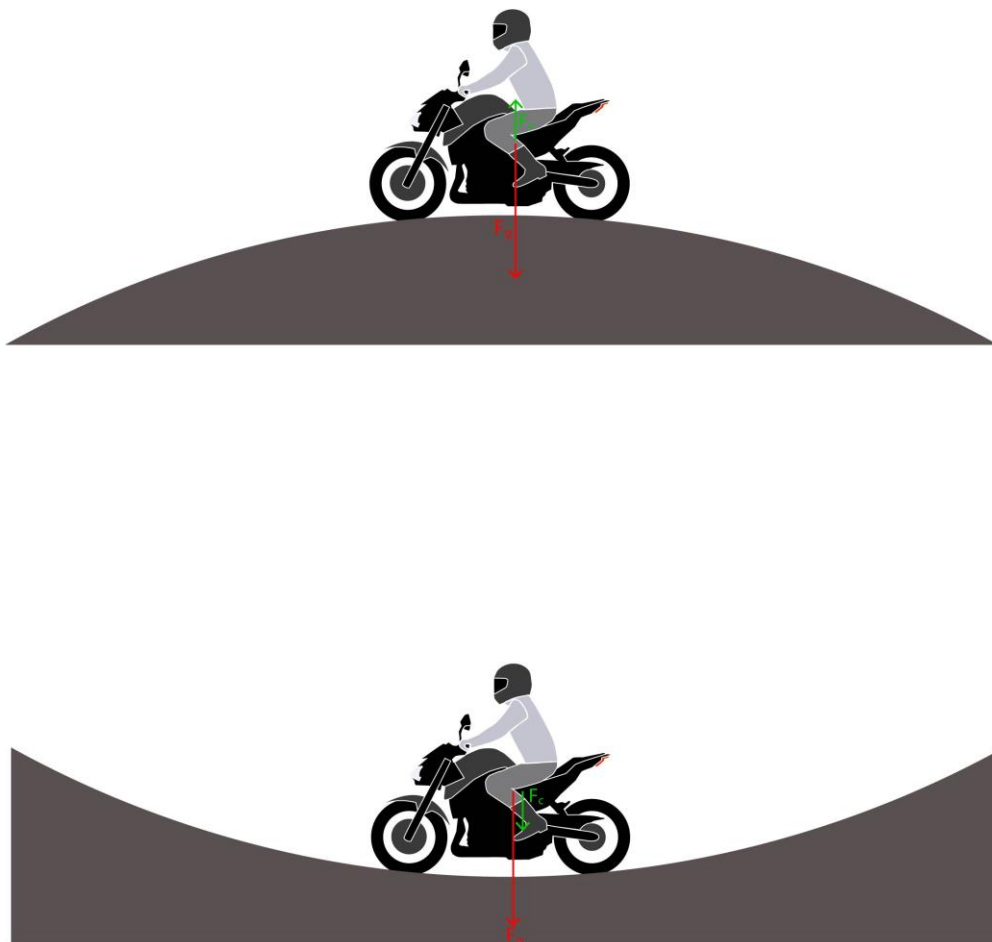
Mejne vrednosti prečnega nagiba vozišča so povezane z minimalnim potrebnim nagibom za odtekanje vode in maksimalnim dopustnim nagibom, pri katerem še ne pride do zdrsa vozila v mirovanju (npr. v primeru poledice).

Posebno pozornost je treba nameniti delom ceste, na katerih se izvede sprememba nagiba (prehod iz enega zavoja v drugega ali v premo). Izvede se na mestih, kjer usklajeno poteka spreminjanje bočne sile s spreminjanjem zakrivljenosti trase. Na območju prehoda med nasprotnima nagiboma (območje vijačenja) prihaja do nagibov, ki so manjši od sicer minimalnih dopustnih. Zaradi tega obstaja na tem območju velika verjetnost zastajanja vode. Po drugi strani pa lahko pri intenzivnejšem spreminjanju prečnega nagiba (spreminjanju nagiba na kratki razdalji) pride do posledic, ki jih voznik občuti kot neudobne, v skrajnem primeru se lahko pri previsokih hitrostih zaradi tega pojavi tudi problem stabilnosti.

4.2.2.4.3 Prevoji

Kadar pri višinskem poteku ceste ta na razmeroma kratki razdalji preide z vzpona v klanec navzdol ali obratno, govorimo o prevojih. Gledano v vzdolžnem profilu, vozi vozilo pri vožnji po prevoju po krožnem loku. Nanj torej deluje sredobežna sila, ki ga sili stran od središča kroženja, smiselno enako

kot pri vožnji skozi ovinek. Zaradi tega je teža vozila, ki pritiska na podlago, večja ali manjša, kot bi bila, če bi vozilo peljalo po vzdolžno ravni podlagi (sredobežna sila se prišteje ali pa odšteje od sile teže).



Risba 16: Sile zaradi vožnje po prevoju

Na cestah višjih kategorij je vpliv prevojev na zmanjšanje ali povečanje teže motornega kolesa zanemarljiv (največ nekaj odstotkov). Pri cestah nižjih kategorij in pri (pre)hitri vožnji pa lahko prevoj zaradi zmanjšanja teže pobere tudi desetino razpoložljivega drsnega trenja (sila trenja je premo sorazmerno odvisna od teže, torej sile, s katero motorno kolo pritiska na podlago, in koeficienta drsnega trenja). Delež zmanjšanja teže je lahko še višji na že omenjenih maloprometnih cestah, kjer mora biti voznik pozoren predvsem na okoliščine, v katerih pri vožnji čez ostrejši prevoj (pri prehodu z vzpona v klanec navzdol) ostreje spreminja smer vožnje.

Pri približevanju prevoju in vožnji čezenj (kjer cesta preide iz vzpona v klanec navzdol), predstavlja nevarnost predvsem zmanjšana preglednost. V takšnih okoliščinah prilagodimo hitrost razdalji, na kateri lahko vidimo vozišče, da nas ne bi presenetili potek ceste, ovira ali zgolj stanje vozišča.

4.2.2.4.4 Preglednost

Ceste morajo zagotavljati preglednost, ki omogoča pravočasno zmanjšanje hitrosti in zaustavitev vozila. Zaustavitvena razdalja, ki se upošteva pri načrtovanju zagotavljanja preglednosti na cestah, je določena precej rezervirano (mokro, čisto vozišče, upoštevanje minimalnega dopustnega koeficienta

drsnega trenja, reakcijski čas 2 sekundi). Ne glede na to lahko že manjša prekoračitev dovoljene hitrosti pomeni, da voznik vozi na srečo in da ne more več ustrezno reagirati, ko se morebitna ovira na cesti pojavi v njegovem vidnem polju. Predpisano preglednost pogosto zmanjšuje tudi (pre)bujno rastlinje ob cesti.

4.2.2.5 Nekatere druge uporabne spretnosti

Na tem mestu bodo predstavljene nekatere uporabne spretnosti, ki lahko voznika motornega kolesa rešijo iz zagate ali pa mu olajšajo določen manever.

4.2.2.5.1 Obračanje na strmini

Pri vožnji v strmino se lahko znajdemo v situaciji, ko želimo ali celo moramo obrniti motorno kolo in nadaljevati vožnjo v smeri, iz katere smo pripeljali. Glede na širino vozišča in druge cestnoprometne okoliščine, značilnosti motornega kolesa ter tudi našo izurjenost in postavo (velikost, moč) se v osnovi lahko postopka lotimo na dva načina, in sicer tako, da obrnemo bodisi polkrožno bodisi z manevriranjem.

Polkrožno obračanje z motornim kolesom poteka na enak način, kot se ta manever izvaja tudi z dvoslednimi vozili. Posebnost je le to, da moramo ves čas obračanja paziti, da se lahko v primeru ustavitve opremo na desno nogo, torej na tisto, ki je na strani strmine. Če bi se skušali upreti na levo nogo, bi nam zaradi vzdolžnega nagiba vozišča lahko zmanjkalo tal pod nogami in padec bi bil neizbežen.

Pri obračanju z manevriranjem prav tako začnemo z ustavitvijo ob desnem robu vozišča. Nato zapeljemo do levega roba tako, da smo usmerjeni prečno glede na vzdolžni naklon vozišča.



Fotografija 10: Obračanje na strmini z manevriranjem

Paziti moramo, da se ne usmerimo po klancu navzdol, saj bi bili v tem primeru prisiljeni pomakniti motorno kolo vzvratno po strmini. Zatem s potiskanjem z obema nogama ali samo desno nogo pomaknemo motorno kolo prečno po strmini toliko nazaj, da lahko z vožnjo naprej dokončamo obračanje. Pomembno je, da je ves čas manevra motorno kolo v takšnem položaju, da se lahko na tla upremo z desno nogo, torej enako kot pri polkrožnem obračanju. Pri enem in drugem obračanju tudi ves čas spremljamo dogajanje za in ob vozilu ter s predpisanimi znaki nakazujemo premike. Glede na

zamudnost postopka ter relativno nebogljenost in izpostavljenost ob tem je pomembno, da z manevriranjem obračamo le na resnično preglednih delih cest in le ob zelo redkem prometu.

4.2.2.5.2 Pomikanje pomikanje motornega kolesa vzvratno na strmini

Zgodi se lahko, da se ustavimo na klancu, obrnjeni v smeri navzdol, in da nadaljevanje vožnje ni mogoče, prav tako tudi ni na voljo dovolj prostora, da bi motorno kolo obrnili z manevriranjem. To se nam lahko zgodi po lastni nerodnosti, ko se nam na primer ne izide polkrožno obračanje, lahko pa nas v takšno zagato spravijo s svojim ravnanjem drugi vozniki. Če moramo za rešitev iz situacije motorno kolo pomakniti nekoliko vzvratno, se tega lotimo tako, da zavremo prednje kolo, s težo telesa sunkovito potisnemo krmilo preko vilic proti tlom ter v trenutku, ko vzmetenje začne potiskati krmilo navzgor, sprostimo zavoro in razbremenimo krmilo. Postopek ponavljamo, dokler ne pridobimo dovolj prostora za nadaljevanje vožnje ali obračanje z manevriranjem.



Fotografija 11: Pomikanje motornega kolesa vzvratno na klancu navzdol

4.2.2.5.3 Obračanje motornega kolesa na mestu

V določenih okoliščinah si lahko pomagamo tudi z obračanjem motornega kolesa na mestu, in sicer z zasukom na stranskem stojalu. To storimo na naslednji način:

- k motornemu kolesu pristopimo s strani, na kateri je naslonjeno na stransko stojalo;
- z levo roko primemo za desno ročico krmila in krmilo obrnemo skrajno desno;
- z desno roko primemo za del motornega kolesa ob sedežu, ki nudi dober oprijem (ročaji za potnika, nosilci kovčkov, blatnik ...);
- motorno kolo previdno nagnemo proti sebi, in sicer tako, da se najprej dvigne zadnje in nato še prednje kolo;
- ko motorno kolo sloni samo še na stojalu, se skupaj z njim začnemo obračati v nasprotni smeri gibanja urinih kazalcev (če bi ga obračali v smeri gibanja urinih kazalcev, bi se stransko stojalo lahko zaprlo);
- ko dosežemo želeni položaj, motorno kolo spustimo nazaj na kolesa.

Če to počnemo na strmini, pazimo, da motorno kolo spustimo na kolesa na mestu, ki zagotavlja stabilen položaj motornemu kolesu, naslonjenemu na stransko stojalo.



Fotografija 12: Obračanje motornega kolesa na mestu

4.2.2.5.4 Polkrožno obračanje na čim manjšem prostoru

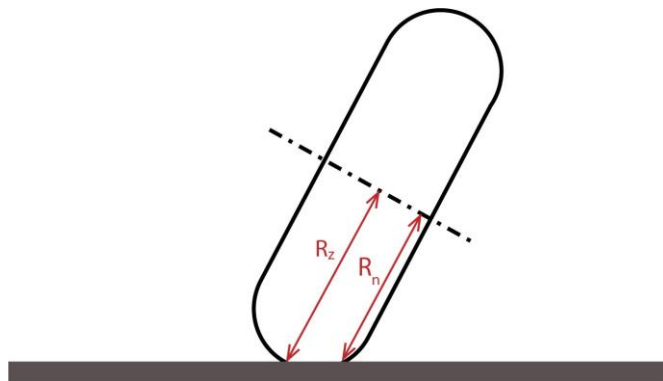
Kadar moramo z motornim kolesom obrniti, je najbolj elegantno in tudi najvarneje, če lahko to izpeljemo s polkrožnim obračanjem. V primeru manevriranja, če to počnemo na javni cesti, smo dlje časa izpostavljeni, saj v tem času predstavljamo oviro za druge udeležence cestnega prometa, sami pa v primeru nevarnosti tudi težko hitro in učinkovito ukrepamo.

Pri polkrožnem obračanju na čim manjšem prostoru lahko enak cilj dosežemo na različne načine. Vsi načini pa imajo skupno to, da voznik med obračanjem teži k temu, da doseže čim večji nagib motornega kolesa, sam pa ostane v čim bolj pokončnem položaju ali pa celo prenese svojo težo na zunanjo stran zavoja, s čimer poveča potreben nagib motornega kolesa.



Fotografija 13: Polkrožno obračanje na majhnem prostoru

Pnevmatika motornega kolesa je ovalno oblikovana. Ker se tal ne dotika v točki, pač pa na določeni ploskvi, je del pnevmatike, ki se dotika podlage na notranji strani zavoja, bližje osi kolesa kot pa tisti del, ki se podlage dotika na zunanji strani. Vse točke na obodu pnevmatike se vrtijo z enako kotno hitrostjo, zaradi različne oddaljenosti od osi pa imajo različno obodno hitrost. To pomeni, da se površina pnevmatike na notranji strani zavoja vrti počasneje kot na zunanji. Sila trenja, ki pri tem nastaja, deformira pnevmatiko in ustvarja navor sile, ki želi še bolj ukriviti linijo vožnje.



Risba 17: Pnevmatika pri vožnji v nagibu in prikaz oddaljenosti stika s podlago od osi vrtenja

Pnevmatika bi se v nagibu želela gibati po krožnici s takšnim polmerom, da bi bila pot, ki jo opravi katera koli točka ploskve, na kateri se dotika podlage, usklajena s hitrostjo njenega gibanja. Tako ostro motorno kolo ne more zaviti, ga pa prej omenjeni navor sile zaradi deformacije in spodrsavanja pnevmatike na njeni notranji strani sili v vožnjo po krožnem loku s čim manjšim radijem.

Opisani učinek lahko preizkusimo s potiskanjem motornega kolesa z maksimalno zasukanim krmilom (krmilo zasukamo na desno stran, če motorno kolo potiskamo ob svojem levem boku). Označimo začetni položaj in najprej potiskamo motorno kolo naprej v čim bolj pokončnem položaju (toliko časa, da z njim polkrožno obrnemo) in nato v enakem položaju še nazaj. Ko smo spet na začetnem položaju, lahko vidimo, da smo tam, kjer smo začeli s potiskanjem. Nato potiskamo motorno kolo naprej tako kot v prvem primeru, torej v pokončnem položaju, nazaj grede pa ga nagnemo in naslonimo nase. Ko se vrnemo v izhodišče, lahko vidimo, da je bil radij zavoja ob povratku manjši kot pri potiskanju motornega kolesa naprej. Takšen poskus seveda naredimo le, če masa motornega kolesa in naša telesna moč omogočata, da ga lahko potiskamo v izrazitem nagibu.

4.3 Nevarnosti, značilne za vožnjo motornega kolesa

Predmet te vsebine so dejavniki in okoliščine, ki predstavljajo povečano nevarnost za voznika motornega kolesa in jih nista »zakrivila« voznik ali motorno kolo, z izjemo pojava nihanja motornega kolesa. To so predvsem vozne razmere, ki so pogojene z vozno podlago oziroma cesto nasploh ter z vremenskimi in drugimi okoliščinami.

Če nevarnosti predvidimo, jih pravočasno prepoznamo in jim prilagodimo vožnjo, potem ne predstavljajo posebnega tveganja. Poškodovano vozišče, na primer, je nevarno, vožnja po njem pa je tvegano početje, če voznik vozi z neprilagojeno hitrostjo.

4.3.1 Voziščna površina

Nevarnosti za vožnjo motornega kolesa, ki so povezane z značilnostmi vozišča in poteka ceste nasploh, so bile predstavljene pri vsebini o geometrijskih in tehničnih elementih cest, pomembnih za vožnjo motornega kolesa. Na tem mestu bo govora le o stanju voziščne površine.

Suh, kakovosten asfalt in dobre pnevmatike omogočajo koeficient drsnega trenja približno 1,0, kar teoretično dopušča vožnjo v zavoju v nagibu 45° in pri hitrosti 50 km/h zavorno pot 10 m. Kakor hitro pa je voziščna površina obrabljena, mokra, onesnažena ali iz kakršnega koli drugega razloga nudi pnevmatikam slabši oprijem, se pogoji vožnje pomembno spremenijo. Isto velja tudi za pnevmatiko, ki zaradi starosti, obrablenosti ali poškodb ne nudi več ustreznega oprijema.

Moker, od dežja dobro spran asfalt omogoča približno dve tretjini siceršnjega oprijema. Pri maksimalnem zaviranju to pomeni, da se zavorna razdalja podaljša za 50 %, maksimalni možni nagib pri vožnji pa bo 34°, če bi bil na enakem suhem asfaltu 45°. Zavorna razdalja je obratno sorazmerna s koeficientom drsnega trenja (zmanjšanje trenja na 2/3 siceršnjega torej pomeni podaljšanje zavorne poti na 3/2 siceršnje), kot nagiba pri vožnji v zavoju in koeficient drsnega trenja pa povezuje funkcija tangens. Okoliščine, ki dodatno povečujejo spolzkost (oljni madeži, pesek, zemlja, odpadlo listje ipd.), lahko v takšnih pogojih spremenijo cesto v drsalnico. Vožnja v takih pogojih je tvegana in stresna ter se ji, če je le mogoče, odpovemo.

Možnost zdrsa oziroma izgubo nadzora nad motornim kolesom nasploh povečujejo še:

- označbe na prometnih površinah,
- pokrovi jaškov,
- različne oblike poškodovanega vozišča,
- vozišče, popravljeno z različnimi tipi asfalta,
- zglajena obrabna plast asfalta (svetlo siv asfalt, ki se, kadar je moker, sveti),
- udarne jame, napolnjene z vodo,
- podhlajeno vozišče,
- zalivne zmesi, s katerimi so zapolnjene razpoke in stiki na vozišču,
- gorivo, razlito po vozišču ipd.

Nevarnost spolzkega vozišča je tudi na cestninskih postajah, bencinskih črpalkah, počivališčih, parkiriščih, mejnih prehodih in drugih podobnih površinah, kjer se vozila pogosto ustavljajo in so zaradi tega na prometni površini lahko mastni madeži. Na takih površinah lahko pride do padca tudi takrat, ko se voznik ustavi in položi nogo na tla ter zaradi spolzkosti podlage ne uspe zadržati teže motornega kolesa. Na asfaltni podlagi so takšni madeži dobro vidni, na betonskocementni pa skoraj neopazni.

Poleg same voziščne površine lahko predstavljajo nevarnost tudi prometna oprema in okolje ob cesti, ki v primeru trčenja oziroma padca povečujejo verjetnost poškodb voznika.

4.3.2 Vožnja v dežju

Vožnja v dežju je poleg v prejšnji točki opisanega zmanjšane oprijema med pnevmatikami in voziščem nevarna oziroma bolj tvegana še iz drugih razlogov. Eden večjih problemov v takšnih okoliščinah je za voznika motornega kolesa vidljivost. Motoristična čelada pač nima brisalcev. Težava je izrazita pri vožnji za drugim vozilom in še posebej ob srečevanju z nasprotnim prometom. Ob srečevanju s tovornim vozilom s priklopnikom, na primer, pride do trenutne popolne zaslepitve.

Pri srečevanju z velikimi vozili je poleg zaslepitve težava tudi udarec vodnega piša. Če vozimo 80 km/h in nasproti vozeče tovorno vozilo tudi, bomo šli skozi takšen vodni piš z relativno hitrostjo 160 km/h. To nam opazno zmanjšalo hitrost. Odvisno od motornega kolesa in našega položaja na njem je zmanjšanje lahko različno za motorno kolo in za voznika, kar je nevarno in utrujajoče.

Ob dežju se ozračje običajno ohladi, telo pa hitro izgublja toploto, če so na njem mokra oblačila. Če nimamo ustrezne opreme ali pa v takšnih pogojih vztrajamo z vožnjo toliko časa, da tudi sicer vodoodporna oblačila premočijo, se zaradi podhladitve posameznih delov telesa, na primer rok, pojavijo dodatne težave z obvladovanjem motornega kolesa in prometnih situacij.

4.3.3 Bočni veter

Zmeren bočni veter, katerega smer in jakost sta predvidljiva in se bistveno ne spreminjata, za voznika motornega kolesa ne predstavlja večje nevarnosti. Motorno kolo s svojo sposobnostjo samodejnega ohranjanja pokončnega položaja in popravkov za držanje smeri naravnost takšnim pogojem dobro kljubuje. Začetnik se sicer pri tem počuti precej nelagodno, sčasoma pa ugotovi, da je vožnja z zmerno hitrostjo tudi v takšnih pogojih povsem varna.

Nevaren je močan bočni veter, še posebej, če piha v sunkih. Pri vožnji v takšnih razmerah, če se ji že ni mogoče odpovedati, naj bo voznik predvsem pripravljen na popravke smeri zaradi sunkov vetra in na to, da ga veter ne preseneti na izpostavljenih mestih, kot so na primer mostovi, viadukti in ozke doline. Vozi naj z zmanjšano hitrostjo, močnejše poprime krmilo in skrbi, da ima na strani, na katero ga silijo sunki vetra, ves čas dovolj prostora.

4.3.4 Nizko sonce

Tako kot motoristična čelada nima brisalcev za vožnjo v dežju, tudi nima senčnika za zaščito pred nizkim soncem, ki bi bil primerljiv s tistim v vozilih z zaprto kabino. Sončni vizir je v pomoč pri vožnji ob močni sončni svetlobi, ko pa voznik pogleda neposredno v sonce, tudi ta rešitev ni več zadostna.

Če je le mogoče, načrtujemo pot glede ure dneva in smeri poti tako, da se izognemo neposrednemu gledanju v sonce. Pri vožnji v strmino nas lahko sonce zaslepi že takrat, ko je še razmeroma visoko na nebu. Predvidevajmo tudi takšne okoliščine. Problem so lahko tudi hitri prehodi s senčnega na s soncem obsijano področje, kjer lahko pride ob neposrednem pogledu v sonce do trenutne popolne zaslepitve.

4.3.5 Hladno vreme

Če je vozišče suho, je s primerno opremo voznika in motornega kolesa ter ob upoštevanju slabšega oprijema pnevmatik vožnja dokaj varna vse do temperatur nekje med pet in deset stopinj Celzija. Pri teh temperaturah tudi na izpostavljenih mestih ni nevarnosti poledice, razen v primeru občutno

podhlajenih tal, zato moramo ne le upoštevati temperaturo zraka, pač pa tudi predvideti temperaturo vozišča. Jeseni je vozišče večkrat toplejše kot zrak, spomladi ali ob zimski odjugi pa je običajno ravno nasprotno.

Pomembno je tudi, kako vožnjo pri nizkih temperaturah prenaša voznik. Če ima nekdo otrple prste na rokah že pri 15° Celzija, se ne bo ubadal s tem, kdaj je še dovolj toplo, da bodo pnevmatike imele dovolj oprijema in na izpostavljenih mestih ne bo nevarnosti poledice, saj se v hladnem vremenu enostavno ne bo odločil za vožnjo.

Nikakor pa ne greta skupaj hladno vreme in dež ali celo sneg. V takšnih pogojih niso več problem le cestni in vremenski pogoji. V roke in noge se zavleče mraz tudi tistim, ki s tem sicer nimajo posebnih težav, posledično pa v takšnih pogojih ni več mogoče varno voziti. Sposobnosti za vožnjo se v celoti močno zmanjšajo, kar je resna preizkušnja tudi za izkušenega motorista.

4.3.6 Pojav nihanja motornega kolesa

Vsako telo¹³ ima svojo lastno frekvenco nihanja. Odvisna je od njegovih mehanskih značilnosti, mase, velikosti, pritrjenosti ... Struna na kitari, če jo izmaknemo iz njene ravnovesne lege, zazveni s točno določeno njej lastno frekvenco. Če odpremo pokrov klavirja in vanj intoniramo določen ton, bo najglasneje zazvenela struna, ki ima najbolj podobno lastno frekvenco nihanja.

Kadar ima motnja, ki od zunaj povzroči nihanje nekega telesa, zelo podobno ali celo enako frekvenco, kot je njegova lastna frekvenca, telo z lahkoto zaniha. Če motnja vztraja, se amplituda nihanja (odmik od ravnovesne lege) začne povečevati (pride do resonance), sicer pa nihanje zaradi dušenja (energijskih izgub) postopno izzveni. V splošnem je vsako nihanje dušeno. To pomeni, da če telo zaniha, se zaradi energijskih izgub prej ali slej umiri. Da bi se nihanje ohranjalo ali da bi se celo povečevala amplituda, mora biti vpliv iz okolja usklajen s frekvenco nihanja. Pri vsakem nihaju mora v trenutku, ko gre telo skozi ravnovesno lego, zunanji vpliv dovesti potrebno energijo za ohranjanje ali povečevanje amplitude. Kot torej lahko ugotovimo, mora biti za pojav nihanja izpolnjenih kar nekaj pogojev, kljub temu pa ta pojav pri motornem kolesu ni tako zelo redek.

Motorno kolo je sestavljeno iz številnih delov. Če na primer zunanji vpliv povzroči tresenje dela vetrne zaščite, je to verjetno moteče, vendar običajno nenevarno. Problem je predvsem v primerih, ko zaniha (začne opletati) krmilo ali zadnji del motornega kolesa. Nihanje lahko povzročijo ali zmanjšajo siceršnji učinek njegovega dušenja različni dejavniki. Včasih je dovolj že samo vožnja s točno določeno hitrostjo in točno določenimi motornimi obrati.

Tresenje in opletanje krmila običajno povzroči neravna voziščna podlaga (vzdolžni in prečni kanali, tlakovano ali kamnito vozišče, poškodovano vozišče, tirnice ...), ki povzroči silo, ki spravi krmilo iz ravnovesja. Nihanje lahko bodisi samostojno bodisi v kombinaciji s prej navedenimi vzroki povzročijo tudi poškodovana ali neuravnotežena platišča, poškodovane ali neenakomerno obrabljene pnevmatike, zračnost ležajev kolesa in krmila ipd., torej različne nepravilnosti, katerih učinek je usklajen s frekvenco vrtenja kolesa. Običajno se pojavi pri višjih hitrostih in ima relativno visoko frekvenco in amplitudo ter je zaradi tega nevarno in težko obvladljivo. Na verjetnost pojava nihanja

¹³ Tukaj je kot telo mišljena vsaka od okolja ločena snovna celota in ne le telo kot snovni del človeškega ali živalskega bitja.

krmila, njegovo intenziteto in obvladljivost vplivajo tudi konstrukcijske lastnosti motornega kolesa, kot so predtek, teža prednjega dela motornega kolesa, pnevmatike, blažilniki krmila in krmilne uteži.

Nihanje oziroma opletanje motornega kolesa glede na njegovo vzdolžno in/ali navpično os se kaže kot kombinacija nagibanja motornega kolesa in opletanja njegovega zadnjega dela. Tudi to nihanje največkrat povzročijo zunanji vplivi v kombinaciji s konstrukcijskimi značilnostmi motornega kolesa in posrednimi ali neposrednimi vplivi voznika. Tako vplivajo na ta pojav neravna vozišča podlaga, stranski veter, poškodovana ali neoriginalna vetrna zaščita, razporeditev tovora (prtljage) na motornem kolesu, še posebej če je slabo pritrjen, ohlapna oblačila, položaj voznika, posegi v konstrukcijske značilnosti vozila idr. Izvor je torej lahko v vozniku, motornem kolesu ali okolici. Tudi na pojav in obvladljivost tega nihanja vplivajo konstrukcijske značilnosti motornega kolesa, kot so višina težišča, medosna razdalja ter način sedenja na motornem kolesu in z njim povezane aerodinamične sile pri višjih hitrostih.

To nihanje, če do njega pride, ima zelo nizko frekvenco in ga voznik običajno brez težav obvlada, največkrat povsem nezavedno, saj gre za frekvence in amplitude, na katere je človek navajen pri obvladovanju ravnotežja pri svojem naravnem gibanju.

Kaj storiti, če se pojavi nihanje? V splošnem velja, da je treba motorno kolo čimprej stabilizirati in preprečiti, da bi prišlo do resonance, da bi se torej amplituda nihanja začela povečevati. Uvodoma smo omenili, od česa vsega je odvisna lastna frekvenca telesa. Če se kar koli od tega spremeni, se torej spremeni tudi lastna frekvenca. Bolj kot je nihanje dušeno, prej tudi izzveni. V takšnih okoliščinah zato stisnemo sklopko in odvzamemo plin, postopno zmanjšujemo hitrost, močnejše poprimemo krmilo in če gre za nihanje krmila, ga dodatno obremenimo z lastno težo (se nagnemo nadenj).

4.3.7 Pristop k vožnji za minimiziranje vpliva dejavnikov tveganja

Voznik postopno usvaja vzorce prepoznavne nevarnih okoliščin in tveganih ravnanj ter si postopno gradi vzorce obnašanja, s katerimi zmanjša tveganje na zanj sprejemljivo raven. Ko govorimo o pristopu za minimiziranje vpliva dejavnikov tveganja, imamo pravzaprav v mislih nadzor nad samim seboj. Ti procesi lahko potekajo povsem nezavedno, lahko pa o njih zavestno razmišljamo ter jih s tem pospešimo in povečamo njihov učinek.

Največ prometnih nesreč se zgodi v bližini doma povzročitelja. Pa ne samo zaradi tega, ker običajno pot začnemo in končamo doma ter se zato največkrat nahajamo v bližini doma, pač pa tudi zato, ker takrat zbranost popusti in smo z mislimi že pri tem, kaj bomo počeli po končani vožnji. Okolje je več kot poznano in nas samo po sebi nič ne sili v pozorno vožnjo. Če o tem problemu zavestno razmišljamo, lahko učinek bližine doma in poznanega okolja presežemo. Morda si enostavno rečemo, da nimamo le pet, pač pa še petdeset kilometrov do doma in da okolice ne poznamo, zato jo bomo radovedno preiskovali, iskali s pogledom druge udeležence cestnega prometa, prometno signalizacijo in se spraševali, ali morda to in ono ne predstavlja kakšne nevarnosti za nas in druge udeležence cestnega prometa.

Vožnja v različnih cestnoprometnih okoljih in pogojih ima različne tipične nevarnosti. Vožnja v naselju, zunaj naselja ali po avtocesti, vožnja ponoči, v dežju ali ob nizkem soncu se glede tega med seboj pomembno razlikuje. Zato je pomembno, da večkrat v mislim preletimo, na kaj bomo v določenem okolju ali pogojih vožnje še posebej pozorni in kaj bomo storili, da ne bomo presenečeni

ali da ne bi šlo kaj narobe iz drugih razlogov. Ko na primer vozimo po cesti zunaj naselja, bomo razmišljali o morebitni divjadi, ki lahko nenadoma prečka vozišče, vključevanju traktorjev s kmetijskih in gozdnih površin, vozišču, onesnaženem z zemljo, o sunku zračne mase ob srečevanju z velikimi vozili ali kadar jih prehitavamo ipd. Opazovali in upoštevali bomo tudi prometne naprave in okolje ob cesti, ki lahko pomembno vplivajo na obseg in resnost posledic v primeru padca. Predvsem so to okoliščine, ki preprečujejo ali prekinjajo drsenje voznika ob padcu, kot so varnostne ograje, prometna signalizacija, brežine usekov, globoki jarki za odvodnjavanje, mostovi in brvi preko takšnih jarkov, drevesa ipd. Če bomo vozili v jesenskem času po cesti, ki poteka skozi gozd, bomo predvidevali listje na vozišču (ki se, če je mokro, nanj dobesedno prilepi) in upoštevali, da se vozišče počasneje suši. Če je morda prejšnji dan močnejše deževalo, nas na izpostavljenih mestih nanosi peska in zemlje na vozišču ne smejo presenetiti. Kjer je vozišče ozko, bankine pa so vozne, bomo na ovinkih prav tako predvideli nekaj peska na vozišču, pa tudi možnost, da lahko predvsem kakšno večje vozilo, ki pripelje iz nasprotne smeri, v ovinkih prehaja na smerno vozišče, po katerem vozimo. Pri vožnji po avtocesti se bomo na primer vprašali, ali se zaradi večjih bočnih razdalj morda nismo komu skrili v mrtvi kot njegovih vzvratnih ogledal, spremljali bomo promet daleč naprej, da nas ne preseneti morebitno naglo zmanjševanje hitrosti, pri premikih pa bomo tudi sami poskrbeli, da se nam kdo ne skrije v mrtvih kotih.

Pri vožnji v cestnem prometu torej ves čas aktivno razmišljamo o situacijah, ki so v določenem okolju pričakovane. Ne dovolimo si presenečenj glede dogodkov in pogojev vožnje, ki so v splošnem predvidljivi in obvladljivi.

5 Prevoz potnika in tovora

Vsebine tega poglavja se nanašajo na vpliv potnika in prevoza tovora (prtljage) na voznodinamične lastnosti motornega kolesa. Predpisi v zvezi s tem so navedeni v drugem poglavju, ki vključuje posebnosti pri splošnih predpisih, pravilih cestnega prometa in prometni signalizaciji. V vsebine teoretičnega dela voznškega izpita je prevoz potnika vključen, ker je prav, da značilnosti in nevarnosti tega početja pozna in se jih zaveda vsak motorist začetnik, tudi zato, da se tega ne bi lotil prezgodaj. Vožnja potnika na motornem kolesu namreč nikakor ni za začetnike.

5.1 Vpliv večje teže

Precej motoristov je prepričanih, da je večja teža zaradi potnika in tovora (prtljage) na motornem kolesu neposredno povezana z daljšo zavorno potjo. Drži, da je potrebna večja sila, če želimo upočasniti večjo maso. Sila je namreč premo sorazmerna z maso, ki jo upočasnjujemo (ali pospešujemo, če gre za povečevanje hitrosti), vendar je večja tudi razpoložljiva sila trenja, ki je potrebna, da lahko učinek zavor v obliki zavorne sile učinkuje na stiku med pnevmatiko in voziščem. Obe sili, torej tako vztrajnostna sila zaradi upočasnjevanja mase motornega kolesa kot zavorna sila, sta premo sorazmerno odvisni od iste mase, zato večja masa ni neposredno povezana z dolžino zavorne poti. Pri maksimalnem zaviranju, na primer, bo dolžina zavorne poti neodvisna od mase motornega kolesa, dokler bodo zavore kos povečani masi in bodo zmogle ustvariti zavorno silo za zaviranje na meji zdrsa koles. Na voznškem izpitu morata tako 50-kilogramsko dekle na motornem kolesu, ki sodi v kategorijo A1, kot 120-kilogramski možakar na težkem motornem kolesu pri preizkusu spretnosti zaviranja v sili ustaviti na enaki razdalji. Zavorna pot se zaradi večje mase predvsem v primeru prevoza potnika pogosto vseeno nekoliko podaljša, če voznik ni vajen intenzivnejše uporabe zavor in običajno vsaj v začetni fazi zaviranja zaradi tega v celoti ne izkoristi razpoložljive zavorne sile.

Zavore pri motornem kolesu so dimenzionirane za največjo dovoljeno maso motornega kolesa, kot jo je določil proizvajalec, in tudi še za kakšen kilogram več. Konec koncev to velja za vsa motorna vozila. Pomislimo le na težka tovorna vozila, ki se ravno tako učinkovito ustavijo tudi polno obremenjena.

Zavorna pot, kot nagiba motorista v zavoju in še kaj je neodvisno od mase motornega kolesa, kar smo lahko spoznali v četrtem poglavju. Lažje motorno kolo pa je v splošnem pri vožnji bolj odzivno in hitreje prilagodljivo potrebnim spremembam. Tega ni težko razumeti, če se spomnimo, da je sila premo sorazmerna z maso in pospeškom, ki ga da tej masi. Za enak pospešek večje mase je torej potrebna večja sila oziroma je motorno kolo z manjšo maso bolj odzivno ob uporabi enake sile kot težje. Pri prevozu potnika in tovora je treba torej upoštevati spremenjeno odzivnost motornega kolesa pri pospeševanju in spreminjanju smeri.

Da zavore niso več kos obremenitvi, pa se pri polno obremenjenem motornem kolesu prej zgodi ob njihovi intenzivni ponavljanju se uporabi, na primer ob dinamični vožnji po daljšem klancu navzdol. V takih pogojih se zavore lahko začnejo pregrevati. Prvi pokazatelj tega je padec zavornega učinka in če se voznik na tako opozorilo takoj ne odzove, ima lahko nadaljevanje vožnje tudi tragične posledice. Zavorna tekočina, v kateri so zaradi opustitve njene menjave v skladu z navodili proizvajalca prisotne voda in nečistoče, se prej začne uparjati. S tem izgubi eno svojih temeljnih značilnosti, potrebnih za pravilno delovanje zavor, to pa je odpornost proti stisljivosti.

Morebitna vleka priklopnega vozila z motornim kolesom pa pomembno vpliva na zavorno pot pri ostrem zaviranju. Masa, ki jo je treba upočasniti ali ustaviti, je večja, zavore pa so le na vlečnem vozilu, katerega masa je nespremenjena, zaradi česar velja enako tudi za razpoložljivo trenje ter posledično za razpoložljivo zavorno silo.

Preden se z motornim kolesom skupaj s potnikom in prtljago odpravimo na pot, preverimo, če ni morda presežena nosilnost motornega kolesa. Kadar je potrebno, prilagodimo večji obremenitvi tlak v pnevmatikah in prilagodimo vzmetenje zadnjega kolesa, če motorno kolo to omogoča. Pri morebitni namestitvi stranskih kovčkov upoštevamo določbo 74. člena Zakona o pravilih cestnega prometa, da na enoslednih vozilih širina tovora ne sme presežati enega metra.

5.2 Vpliv spremembe težišča motornega kolesa

V prejšnji točki smo ugotovili, da dodajanje teže na motorno kolo v splošnem ni neposredno povezano s podaljševanjem zavorne poti, vendar temu ni čisto tako. Pomembno je namreč, kje na motornem kolesu se nahaja dodana teža. Sprememba težišča vpliva na prenos teže med zaviranjem in posledično na razporeditev teže med prednje in zadnje kolo ter s tem na mogoč prispevek prednje oziroma zadnje zavore.¹⁴ Tej spremembi mora slediti tudi voznik, če želi v teh spremenjenih pogojih doseči maksimalen razpoložljiv učinek zavor.

Če je motorno kolo opremljeno s stranskima in zgornjim kovčkom, potem damo težje predmete v stranska, lažje pa v zgornji kovček. S tem znižamo težišče ali ga vsaj bistveno ne zvišamo ter tako zmanjšamo prenos teže na sprednje kolo med zaviranjem in s tem vse, kar to potegne za sabo. Nižje težišče pomeni tudi stabilnejše motorno kolo. Zaradi manjše ročice (razdalje od tal do težišča) je potrebna večja sila za doseg enakega učinka (navora sile). Po drugi strani pa je takšno motorno kolo tudi manj odzivno za spremembo smeri (predvsem pri počasni vožnji).



Fotografija 14: Motorno kolo z nameščenima stranskima in zgornjim kovčkom

¹⁴ Glej tudi točko 4.2.2.2.1 Prenos teže.

5.3 Ravnanje voznika in potnika

Vozne lastnosti se pri prevozu potnika opazno spremenijo, vendar pa splošni principi obvladovanja vožnje motornega kolesa, ki so uporabni za vse vrste motornih koles, ostajajo nespremenjeni. Izkušen motorist se bo zaradi tega uspel hitro prilagoditi zgoraj omenjenim spremenjenim voznim lastnostim. Toda tudi zanj velja, da vožnja potnika zahteva vajo. Nikar ne gremo že takoj v cestni promet – ne glede na siceršnje izkušnje z vožnjo motornega kolesa. Začnimo na vadbeni površini. Tudi potnik, ki še nima izkušenj z vožnjo na motornem kolesu, potrebuje navodila za ravnanje in vajo, da spretnosti postopno usvoji.

Potnik mora imeti možnost vpliva na ravnanje voznika, in sicer da zniža hitrost vožnje ali ustavi, če to potnik iz kakršnega koli razloga želi. Po drugi strani pa potnik ne seda na motorno kolo ali z njega vstaja, dokler mu to voznik izrecno ne dovoli oziroma naroči. Tega tudi praviloma ne počne, če na motornem kolesu ni voznika.

Če želimo, da se bo potnik med vožnjo počutil varno, moramo voziti z več rezerve kot sicer ter z mehkim pospeševanjem, zaviranjem in prehajanji iz nagiba v nagib.

Med sedanjem na motorno kolo in vstajanjem z njega potnik skrbi za to, da motorno kolo ostaja v svojem navpičnem položaju in s tem ne povzroča težav vozniku pri nadzoru nad prostostoječim motornim kolesom.

Med vožnjo potnik sedi tesno za voznikom in mu ne pomaga pri nagibih in se ne nagiba v nasprotno smer. Pri običajnem slogu vožnje, pri katerem se voznik nagiba skladno z nagibom motornega kolesa, potniku pravzaprav ni treba storiti ničesar. Posebej nevarno je tudi, če potnik voznika prehiteva z nagibom.

Pri močnejših zaviranjih naj se potnik upre na posodo za gorivo. V nasprotnem primeru bo poleg svoje teže moral voznik z rokami zadržati še težo potnika.

Voznik mora potniku pojasniti oziroma mu naročiti, da naj ne glede na to, kaj se dogaja, ne naredi nobenega nenadnega ali paničnega giba ter da naj ima ves čas noge na stopalkah in jih naj ne spušča na tla, dokler mu voznik ne namigne, da lahko vstane z motornega kolesa.

6 Tehnične lastnosti vozila v zvezi s prometno varnostjo

Od kandidata za voznika motornega kolesa se ne pričakuje posebnih tehničnih znanj s področja poznavanja motornih koles. Pričakovana teoretična znanja se nanašajo na poznavanje najpomembnejših tehničnih podatkov in značilnosti vozila, s katerim opravlja vozniški izpit, uporabo naprav, ki jih ima vozilo, poznavanje funkcij stikal, signalnih in opozorilnih svetilk ter redne in občasne preventivne preglede vozila.

6.1 Poznavanje najpomembnejših tehničnih podatkov in značilnosti vozila

Najpomembnejši tehnični podatki in značilnosti vozila, s katerim kandidat za voznika opravlja izpit, so:

- znamka in tip vozila,
- vrsta, prostornina in moč motorja (npr. dvovaljni, štiritaktni, 748 cm³, 55 kW),
- način hlajenja motorja,
- vrsta prenosa moči (veriga, kardan, jermen),
- masa in nosilnost vozila,
- vrsta zavor (npr. spredaj in zadaj kolutne z ABS in s kombiniranim zavornim sistemom),
- priporočen tlak v pnevmatikah.

Od kandidata za voznika se glede zgornjih podatkov pričakuje, da jih razume in zna pojasniti, kaj pomenijo (npr. kaj pomeni, da ima motorno kolo kombiniran zavorni sistem in kaj to pomeni za uporabo zavor). Za tehnične značilnosti, kot je na primer vrsta prenosa, ki jo ima motorno kolo, se od kandidata pričakuje, da pozna in razume njihov vpliv na varno vožnjo v cestnem prometu. Preverjanje teh vsebin je predmet praktičnega dela izpita.

6.2 Poznavanje in uporaba naprav, ki jih ima vozilo

Od kandidata se pričakuje, da zna uporabljati dolge in zasenčene žaromete, utripalke, stikalo za ustavitev motorja v sili, svetlobne in zvočne opozorilne znake ter morebitne druge naprave ter da pozna funkcije signalnih in opozorilnih svetilk, ki jih ima motorno kolo. Uporaba naprav je predmet praktičnega dela izpita, poznavanje pomena stikal ter signalnih in opozorilnih svetilk pa tako teoretičnega kot praktičnega dela izpita.

6.3 Preventivni pregled vozila

Preventivni pregled vozila vključuje:

- pregled pred začetkom vsake vožnje, ko voznik opravi vsaj vizualni pregled motornega kolesa in preveri delovanje svetlobne opreme in zavor;
- občasne preglede stanja pnevmatik, platišč, zavor, verige (če jo motorno kolo ima), obvezne opreme in preverjanje nivoja tekočin, ki so potrebne za pravilno delovanje in uporabo vozila.

Kaj, kdaj in kako pogosto se to preverja, je predmet teoretičnega dela izpita, na praktičnem delu pa se preverja uporaba teh znanj. Predmet teoretičnega dela izpita je tudi znanje o tem, kakšne so mogoče posledice bodisi opuščanja preventivnih pregledov bodisi vožnje kljub ugotovljenim pomanjkljivostim.

Pri stanju pnevmatik se preverjajo morebitne poškodbe, obrabljenost (tudi morebitna neenakomerna obrabljenost po celotni tekalni površini), ustreznost polnilnega tlaka in po potrebi globina kanalov v dezenu ter starost pnevmatike. Izrabljenost pnevmatik povečuje verjetnost zdrsa, lahko povzroča neenakomerno prehajanje v nagib in nazaj v pokončen položaj, prej lahko pride do akvaplaninga, podaljša pa se tudi zavorna pot pri maksimalnem zaviranju. Neustrezen polnilni tlak vpliva na oprijem med pnevmatiko in voziščem, na stabilnost motornega kolesa pri vožnji skozi zavoj in tudi na temperaturo, na katero se pnevmatika ogreje. Stanje pnevmatik je najpogostejši tehnični vzrok za prometne nesreče voznikov motornih koles.

Pri zavorah se preverja nivo zavorne tekočine ter stanje ročice, stopalke, zavornih kolotov, zavornih oblog in tesnjenje (morebitno puščanje) hidravlične napeljave. Ob dvomu v polno funkcionalnost zavor voznik vožnje ne začne.

Pri verigi se preverja njena napetost, čistost in zaščitenost z mazivom. Ohlapna veriga lahko drsi po ščitniku, lahko se sname, večja in neenakomernejša je tudi njena obraba. To zadnje velja tudi za verigo, ki se je redno ne čisti in maže.

Pri tekočinah se poleg nivoja že omenjene zavorne tekočine preverja še nivo motornega olja in hladilne tekočine. Pri zračno hlajenih motorjih bomo pozorni tudi na morebitno umazanijo na hladilnih rebrih, ki zmanjšuje učinkovitost hlajenja.

7 Dodatek

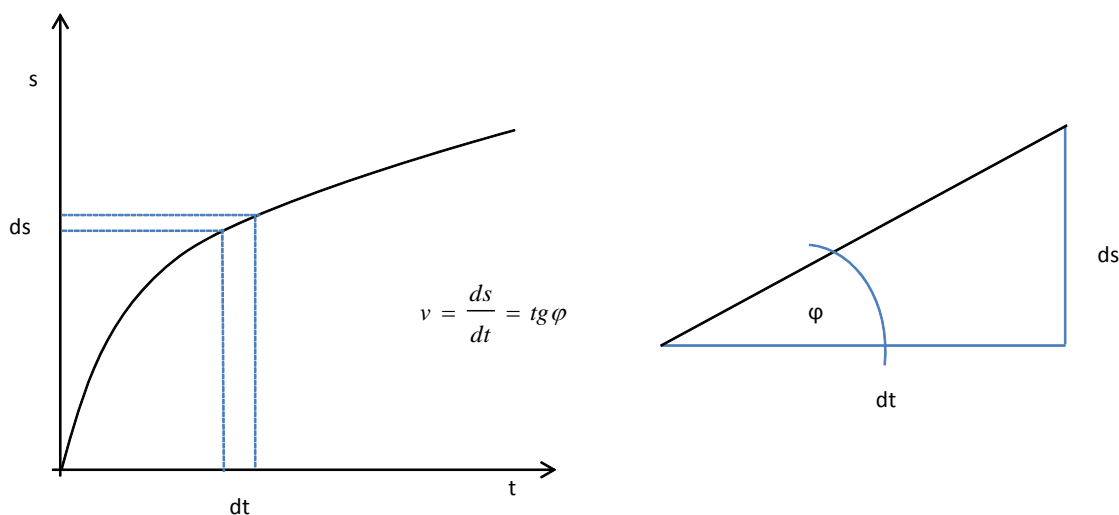
V tem poglavju so predstavljeni nekateri osnovni fizikalni pojmi, katerih poznavanje je v pomoč pri razumevanju vsebin od četrtega do šestega poglavja v zvezi z vožnjo motornega kolesa, niso pa predmet teoretičnega dela usposabljanja in seveda tudi ne vozniškega izpita. V drugem delu je nekaj primerov, ki se navezujejo na četrto poglavje. Bralec naj si jih ogleda, četudi se ne namerava spuščati v izračune, ki vodijo od podatkov do rezultata.

7.1 Osnovni fizikalni pojmi, povezani z dinamiko vožnje enoslednih vozil

Pri obravnavi dinamike vožnje enoslednih vozil bodo predstavljeni osnovni pojmi, povezani s spreminjanjem smeri in hitrosti gibanja enoslednega vozila.

7.1.1 Hitrost

Hitrost telesa je določena kot razmerje med spremembo lege telesa (razdaljo, ki jo je opravilo telo) in časom, v katerem je telo opravilo to spremembo. Če smo natančni, govorimo v tem primeru o povprečni hitrosti. Točna hitrost v je določena s prvim odvodom lege s po času t , to je z razmerjem med neskončno majhno spremembo lege in pripadajočo spremembo časa.



Risba 18: Grafični prikaz ugotavljanja trenutne hitrosti

Če se telo giblje s stalno hitrostjo (stalni sta tako velikost kot smer vektorja hitrosti), ima enačba, ki povezuje spremembo lege (opravljeno pot) s hitrostjo in časom, preprosto obliko.

$$s = v \cdot t$$

Enačba 1

Če na primer rečemo, da se vozilo giblje s hitrostjo 90 km/h, to pomeni, da bi vozilo s takšno hitrostjo v eni uri prevozilo 90 km dolgo razdaljo. Če potrebujemo podatek o hitrosti v metrih na sekundo, enostavno namesto kilometrov napišemo ustrezno število metrov, namesto ure pa število sekund, ki jih ima ena ura.

$$\frac{90\text{km}}{\text{h}} = \frac{90000\text{m}}{3600\text{s}} = \frac{90\text{m}}{3,6\text{s}} = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Enačba 2

Iz Enačbe 2 je mogoče razbrati, da je razmerje med hitrostjo, izraženo v km/h, in tisto, izraženo v m/s, 1 : 3,6 oziroma če pretvarjamo v obratni smeri, 3,6 : 1 (1 m/s = 3,6 km/h).

Ne smemo tudi pozabiti, da je hitrost vektor in je zato treba upoštevati, da je poleg velikosti pomembna še njegova smer.

7.1.2 Pospešek

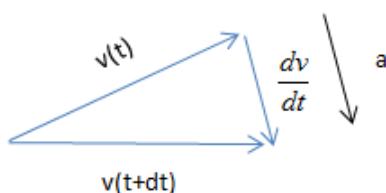
V splošnem se vektor hitrosti med gibanjem spreminja (gibanje je neenakomerno). Če se velikost hitrosti povečuje ali zmanjšuje, je gibanje pospešeno oziroma pojemajoče, če pa se spreminja smer hitrosti, je gibanje krivočrtno.

Smiselno enako kot hitrost je tudi pospešek razmerje, in sicer med spremembo hitrosti in časovno enoto, v kateri je prišlo do te spremembe. Pospešek je v danem trenutku določen kot odvod hitrosti po času oziroma drugi odvod lege po času.

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2s}{dt^2}$$

Enačba 3

Pri premem gibanju je pospešeno gibanje nazorno vidno. Telo se giblje z vedno večjo hitrostjo (oziroma z vedno manjšo, če gre za pojemek). Drugače pa je pri pospešku, ki povzroči spremembo smeri, ki torej ukrivlja smer gibanja telesa. Razlaga je preprosta, če se spomnimo, da je hitrost vektor. Da dobimo vektor, ki je po smeri različen od prvotnega, mu moramo prišteti nek vektor. Ta prišteti vektor predstavlja pospešek, ki ukrivlja sicer premočrtno gibanje.



Risba 19: Pospešek zaradi spremembe smeri hitrosti

Poseben primer krivočrtnega gibanja je enakomerno kroženje. Velikost hitrosti je ves čas enaka, prav tako pa tudi pospešek, ki ukrivlja smer gibanja. Tak pospešek imenujemo **radialni pospešek** in je ves čas usmerjen proti središču kroženja. V izpeljevanje enačb, povezanih s krožim gibanjem, se na tem mestu ne bomo spuščali, bomo pa zapisali enačbo, ki je potrebna pri izračunih, povezanih z vožnjo vozila skozi ovinek oziroma na splošno pri spremembi smeri.

$$a_r = \frac{v^2}{r}$$

Enačba 4

V Enačbi 4 je a_r radialni pospešek, torej tisti pospešek, ki ukrivlja gibanje, v je hitrost telesa, r pa polmer krožnice, po kateri se telo giblje.

Tako kot se z odvajanjem poti po času pride do hitrosti in v naslednjem koraku do pospeška, se po obratni poti z integriranjem pride od pospeška do hitrosti in nato še do poti.

$$v = \int a(t) dt \qquad s = \int v(t) dt$$

Enačba 5**Enačba 6**

Če je pospešek stalen, se enačbi poenostavita.

$$v = a \cdot t \qquad s = \frac{a \cdot t^2}{2}$$

Enačba 7**Enačba 8**

Večkrat potrebujemo tudi povezavo med hitrostjo in opravljeno potjo. Enačbo dobimo tako, da iz zgornje enačbe za hitrost (Enačba 7) izrazimo čas ter dobljeni izraz vstavimo v enačbo za pot (Enačba 8).

$$v^2 = 2 \cdot a \cdot s$$

Enačba 9

Vse zgornje enačbe predpostavljajo, da je začetna hitrost enaka nič. Če temu ni tako, je treba končnemu rezultatu v enačbah prišteti še začetno hitrost v_0 .

7.1.3 Sila

Spremembo hitrosti (pospešek) povzroči **učinkovanje sile** (F) na telo. Pospešek ima smer delujoče sile, je premo sorazmeren s silo in obratno sorazmeren z maso (m) telesa. Enačba, ki povezuje pospešek, maso in silo, je znana pod imenom Newtonov zakon dinamike ali II. Newtonov zakon.

$$a = \frac{F}{m} \qquad \text{ali} \qquad F = a \cdot m$$

Enačba 10**Enačba 11**

Sila je vektor, njeno velikost pa merimo v newtonih (N). Pospešek je pri dani sili tem manjši, čim večja je masa. Masa je torej merilo za vztrajnost telesa proti spremembi hitrosti. Če na telo hkrati učinkuje

več sil, je pospešek usmerjen v smer rezultante teh sil. Iz Enačbe 11 je tudi nazorno razvidno, da če na telo ne učinkuje nobena sila ali je rezultanta vseh sil nič, potem je tudi velikost pospeška enaka nič (če kar koli pomnožimo z nič, potem je rezultat enak nič). V tem primeru telo bodisi miruje bodisi se giblje enakomerno (premočrtno in s stalno hitrostjo).

Učinkovanje enega telesa na drugo je medsebojno. Če eno telo deluje na drugo s silo F , deluje istočasno drugo telo nazaj na prvotno z nasprotno enako silo. Ti sili sta sicer enako veliki in nasprotno usmerjeni, toda delujeta na telesi, ki imata običajno različni masi, in posledično povzročata različna pospeška. Težje telo dobi manjši pospešek kot lažje telo.

Newtonov zakon dinamike lahko z vpeljavo gibalne količine izrazimo tudi drugače. **Gibalna količina** je produkt mase telesa in njegove hitrosti ter je pokazatelj vztrajnosti telesa.

$$G = m \cdot v$$

Enačba 12

Gibalna količina se spremeni, če se spremeni hitrost telesa. Sprememba hitrosti v časovni enoti predstavlja pospešek (Enačba 3). To pomeni, da je sprememba gibalne količine v časovni enoti enaka sili, ki je to spremembo povzročila.

$$\frac{dG}{dt} = m \cdot \frac{dv}{dt} = m \cdot a = F$$

Enačba 13

7.1.4 Navor sile

Za razumevanje gibanja enoslednega vozila in še bolj za njegovo stabilnost je treba nujno poznati ter razumeti tudi **navor sile**, ki je določen kot vektorski produkt ročice (vektorja pravokotne oddaljenosti osi, tj. vrtilišča, od prijemališča sile) in sile. Navor merimo z enoto newton meter (Nm).

$$M = r \times F$$

Enačba 14

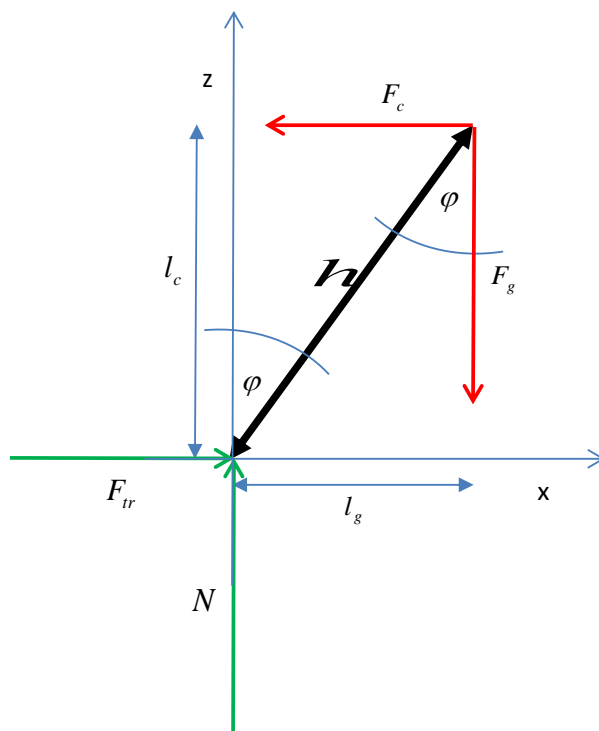
Če neko telo prebodemo z osjo, na primer skozi njegovo težišče, in ni nobene sile, ki bi preprečevala vrtenje tega telesa okoli osi, potem bo vsaka sila, ki ne bo vzporedna tej osi ali je ne bo sekala, povzročila vrtenje telesa. Nazorno si lahko predstavljamo navor sile na primeru vožnje motornega kolesa skozi ovinek (glej Risbo 10). Sredobežna sila, ki deluje vzporedno z ravnino vožnje, ustvarja navor, ki želi voznika in motorno kolo potisniti iz ovinka. Voznik se skupaj z motornim kolesom nagne in ta navor uravnoteži z navorom, ki ga ustvari sila teže, ki pri vožnji v nagibu ne poteka več skozi linijo dotikalnišča koles in vozišča. Ta linija tudi predstavlja os (vrtilišče), okrog katere želita ena in druga sila zavrteti motorno kolo skupaj z voznikom. Obe sili imata prijemališče v težišču motornega kolesa skupaj z voznikom in tovorom. Sila trenja in sila (reakcija) podlage sekata vrtilišče in zato ne ustvarjata navora glede na to os. Da lahko voznik prevozi ovinek brez padca, mora biti vsota prikazanih navorov enaka nič. To lahko zapišemo tudi v obliki enačbe:

$$l_c \times F_c + l_g \times F_g = 0$$

Enačba 15

Na vozilo delujejo različne sile, ki določajo njegovo gibanje in stabilnost. To so sila teže, sila podlage, kotalni upor, sila trenja, vlečne in zavorne sile ter aerodinamične sile. Vsaka od njih (lahko) ustvarja tudi navor, odvisno od možnih osi vrtenja. Pomemben vpliv imajo tudi sile in navori sil, ki izhajajo iz konstrukcijskih lastnosti vozil, pri enoslednih vozilih pa ima nezanemarljiv učinek tudi vrtilna količina zaradi vrtečih se koles in delov motorja.

Ostanimo še naprej pri vožnji skozi ovinek in nadomestimo Risbo 10 s spodnjim prikazom, na katerem je zaradi preglednosti motorno kolo z voznikom predstavljeno z daljico h , ki prikazuje njun nagib in višino težišča.



Risba 20: Delovanje sil na motorno kolo pri vožnji v nagibu

Pri prehitri vožnji skozi ovinek lahko pride bodisi do zdrsa motornega kolesa ali pa voznik zavoja ne zvozi, ker se glede na hitrost vožnje ne upa dovolj nagniti, čeprav okoliščine to dopuščajo. V našem primeru bo zaradi poenostavitve vozišče vodoravno. V primeru prečnega nagiba vozišča bi vse sile, ki ne delujejo pravokotno na podlago ali vzporedno z njo, morali razstaviti na ti dve komponenti. To ni posebej težka naloga, le izrazi postanejo precej nepregledni in se bomo zato temu tukaj izognili.

Motorno kolo bo pri vožnji skozi ovinek stabilno, dokler bodo vse sile in navori, ki jih te sile povzročajo, v ravnotežju. Napišimo najprej izraze za sile, s katerimi bomo operirali in iz katerih bomo izpeljali osnovne pogoje stabilnosti vožnje motornega kolesa v zavoju. Predznaki so usklajeni z označenim koordinatnim sistemom.

Centrifugalna sila:
$$F_c = -m \cdot a_c = -m \frac{v^2}{r}$$

Sila teže:
$$F_g = -m \cdot g$$

Sila podlage: $N = m \cdot g$

Sila trenja: $F_{tr} = \mu \cdot m \cdot g$

Sila trenja je enaka sili teže, pomnoženi s koeficientom drsnega trenja. Napišimo sedaj ravnotežnostno enačbo za os x, ki je usmerjena prečno na smer vožnje, za navpično os z in za navore sil glede ena os y (os y, ki poteka skozi dotikališči prednje in zadnje pnevmatike s podlago).

Os x: $F_c = F_{tr} \Rightarrow m \cdot \frac{v^2}{r} = \mu \cdot m \cdot g$

Če iz enačbe izrazimo hitrost, dobimo naslednji izraz: $v = \sqrt{\mu \cdot r \cdot g}$

Os z: $N = F_g = m \cdot g$

Za računanje navorov bomo kot vrtilišče izbrali težišče motornega kolesa z voznikom.

Centrifugalna sila in sila teže, ki sekata izbrano vrtilišče, nimata ročice in posledično ne ustvarjata nobenega navora. Navor ustvarjata sila (reakcija) podlage in sila trenja. Ta dva navora sta si tudi nasprotna.

$M_v: l_g \cdot N = l_c \cdot F_{tr} \Rightarrow h \cdot \sin \varphi \cdot m \cdot g = h \cdot \cos \varphi \cdot \mu \cdot m \cdot g$

Vidimo, da imamo na obeh straneh enačbe simbole za maso, višino težišča in gravitacijo. To pomeni, da se te veličine okrajšajo in da pogoji vožnje skozi ovinek niso neposredno povezani z nobeno od njih.

V nadaljevanju obe strani enačbe delimo z $m \cdot g \cdot h \cdot \cos \varphi$ in tako ugotovimo, da je tangens naklonskega kota ($\sin \varphi / \cos \varphi = \tan \varphi$), za katerega se motorno kolo in njegov voznik nagneta, enak izkoriščenemu koeficientu drsnega trenja. Če torej poznamo koeficient drsnega trenja, lahko izračunamo kot, pod katerim se je mogoče v takšnih pogojih največ nagniti.

$$\mu = \tan \varphi$$

Enačba 16

Ker sta nagib in hitrost vožnje med seboj neposredno povezana, pomeni maksimalen nagib tudi največjo možno hitrost vožnje skozi ovinek, pri kateri še ne pride do zdrsa.

Za računanje ravnotežja navorov bi lahko izbrali tudi katero koli drugo točko in rezultat bi bil vedno enak. Do enakega rezultata pri računanju navorov sil bi na primer prišli tudi v primeru, če bi za vrtilišče izbrali os, ki poteka skozi dotikališči prednje in zadnje pnevmatike z voziščem (izhodišče koordinatnega sistema na Risbi 20). V tem primeru bi navor ustvarjali centrifugalna sila in sila teže.

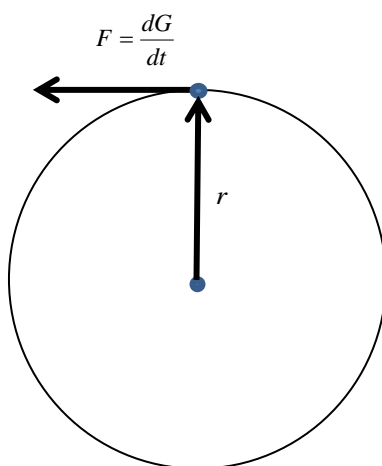
7.1.5 Vrtilna količina

Smiselno enako kot je pri premem gibanju za spremembo gibalne količine telesa potrebna sila, je za spremembo vrtilne količine vrtečega se telesa potreben navor sile. To velja tako za spremembo velikosti kot za spremembo smeri gibalne oziroma vrtilne količine.

$$M = \frac{d\Gamma}{dt}$$

Enačba 17

Za razumevanje vrtilne količine je najlažje preučiti kroženje točkastega telesa. Krožeče telo ima gibalno količino, ki je enaka produktu njegove mase in hitrosti. Če telo kroži enakomerno, se gibalna količina ves čas spreminja glede svoje smeri, nič pa glede velikosti. Vektor spremembe gibalne količine, ki sili telo v kroženje, je ves čas usmerjen radialno proti središču kroženja in na ta način glede na vrtilišče ne ustvarja nobenega navora. Če pa želimo povečati ali zmanjšati hitrost kroženja, mora na telo delovati sila tudi v smeri tangente na krožnico, po kateri telo kroži.

**Risba 21: Vrtilna količina točkastega kolesa**

Če silo, ki povzroča navor, nadomestimo s spremembo gibalne količine telesa, ki jo ta sila ustvarja, dobimo naslednji izraz:

$$M = r \times F = r \times \frac{dG}{dt}$$

Enačba 18

Z razrešitvijo vektorskega produkta v Enačbi 18 dobimo izraz, zapisan v Enačbi 17. Iz Enačb 17 in 18 lahko dobimo tudi izraz za gibalno količino.

$$\Gamma = r \times G = r \times m \cdot v$$

Enačba 19

Če obodno hitrost točkastega telesa v izrazimo z njegovo kotno hitrostjo ω , potem dobimo naslednji izraz za vrtilno količino:

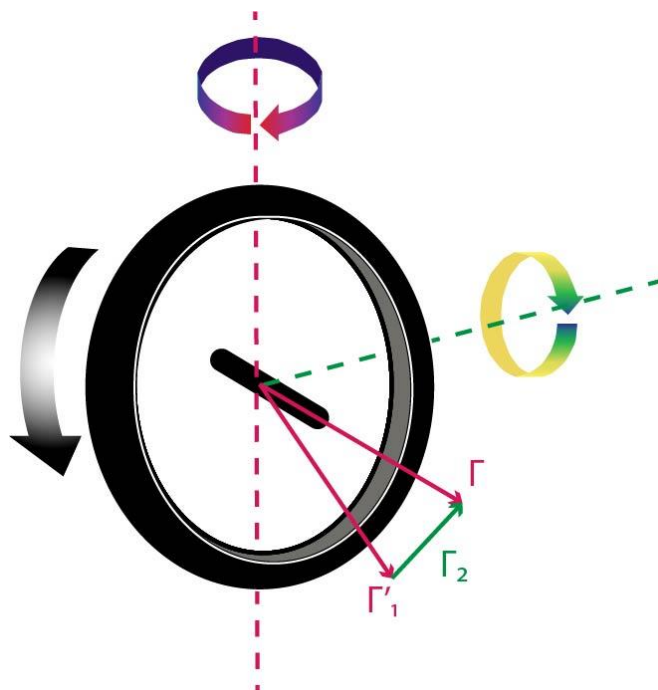
$$\Gamma = m \cdot r^2 \cdot \omega = J \cdot \omega$$

Enačba 20

Vektor gibalne količine je usmerjen pravokotno na ravnino kroženja telesa.

V Enačbo 20 smo vpeljali novo veličino, in sicer vztrajnostni moment vrtečega se telesa J . Tako kot se pri premem gibanju telo z večjo maso bolj upira spremembi hitrosti ali smeri gibanja, se tudi pri vrtenju telo z večjim vztrajnostnim momentom bolj upira spremembi hitrosti vrtenja in spremembi smeri osi, okoli katere se vrti. Vztrajnostni moment J je odvisen od mase telesa in njene razporeditve (oddaljenosti) glede na os vrtenja, in sicer se povečuje s kvadratom oddaljenosti masnega delca od osi vrtenja.

Pri vožnji z motornim kolesom se pri spreminjanju smeri spreminja smer vektorja vrtilne količine, katerega smer je pravokotna na ravnino vrtenja. Da se ohrani vektor, ki predstavlja vrtilno količino sistema pred začetkom spreminjanja smeri – tako po velikosti kot tudi po smeri – se mora vrtilna količina spremeniti še v drugi ravnini, in sicer pomeni to pri zavijanju levo/desno nagib v desno/levo. To fizikalna zakonitost dopolnjuje učinek centrifugalne sile, ki ga voznik motornega kolesa izkorišča pri uporabi principa nasprotnega usmerjanja.



Risba 22: Prikaz spremembe smeri vrtilne količine

Tudi pri vožnji v nagibu skozi zavoj se smer osi zavijanja ves čas spreminja. Ta sprememba ustvarja navor, ki sili motorno kolo nazaj v njegov navpičen položaj in prispeva k lastnosti enoslednega vozila, da se po spremembi smeri samo vrača v položaj za vožnjo naravnost.

7.2 Primeri

Primer 1

Izračunajmo, kolikšna je pot ustavljanja pri hitrosti 50 km/h in kolikšna pri 60 km/h. Predpostavimo, da je obrabna plast vozišča soliden suh asfalt s tornim koeficientom 0,8, kar omogoča maksimalen pojemek 8 m/s^2 . Motorno kolo med zaviranjem ne spreminja smeri.

Pot ustavljanja je sestavljena iz reakcijske in zavorne poti. V reakcijskem času (1 s) se vozilo giblje s stalno hitrostjo, zato za izračun poti uporabimo Enačbo 1.

$$s_r = v \cdot t = 13,9 \frac{m}{s} \cdot 1s = 13,9m$$

Za izračun zavorne poti uporabimo Enačbo 9, iz katere najprej izrazimo pot in jo nato izračunamo.

$$s_z = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{193 \frac{m^2}{s^2}}{16 \frac{m}{s^2}} = 12,1m$$

Pot ustavljanja pri hitrosti 50 km/h je torej ob danih predpostavkah 26 metrov. Na enak način pot ustavljanja izračunamo še za hitrost 60 km/h, kjer pridemo do rezultata 34 metrov.

Vprašajmo se, s kolikšno hitrostjo je zadel oviro voznik, ki je vozil s 60 km/h v primerjavi z voznikom, ki je vozil s hitrostjo 50 km/h, če sta oba oviro opazila na istem mestu in je voznik, ki je vozil počasneje, ravno še uspel ustaviti pred oviro.

Za izračun uporabimo Enačbo 9. Hitrost pred trkom je enaka, kot če bi vozilo pospeševalo od hitrosti nič na razdalji osmih metrov (razlika v poti ustavljanja) s pospeškom 8 m/s^2 .

$$v = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} = \sqrt{16 \frac{m}{s^2} \cdot 8m} = 11,3 \frac{m}{s} = 40,7 \frac{km}{h}$$

Voznik, ki je vozil »borih« 10 km/h na uro hitreje, je torej zadel oviro z več kot 40 km/h. Če bi bila ta ovira na primer tovorno vozilo, katerega voznik je spregledal motorno kolo in mu zaprl pot, bi to za motorista pomenilo hude poškodbe, lahko tudi smrt.

Primer 2

V enakih okoliščinah, ki so bile predpostavljene v prvem primeru, je pri maksimalnem zaviranju štiri metre pred ustavitvijo hitrost 8 m/s, kar je nekaj manj kot 30 km/h. Če vozilo, tudi »le« motorno kolo, zadene pešca, se pri tej hitrosti trk lahko konča s smrtjo pešca, še posebej otroka. Nas bo zanimalo, pri kateri hitrosti vožnje lahko »privarčujemo« te štiri metre, če vozimo v pripravljenosti na zaviranje (prsti, pripravljeni na zavorni ročici, in stopalo na stopalki zavore).

Premik prstov in stopala za potrebe zaviranja lahko traja tudi četrta sekunda. V tem času vozimo s stalno hitrostjo, torej predstavlja to del reakcijske poti. Iz Enačbe 1 izrazimo hitrost in jo izračunamo.

$$v = \frac{s}{t} = \frac{4m}{\frac{1}{4}s} = 16 \frac{m}{s} = 57,6 \frac{km}{h}$$

Pri vožnji s hitrostjo približno 58 km/h bo torej ta na videz majhna razlika, ki ji pravimo vožnja v pripravljenosti na zaviranje, lahko na koncu pomenila tako velikansko razliko. Pri večjih hitrostih bo ta razlika še večja. Pri vožnji po avtocesti z največjo dovoljeno hitrostjo prevozimo v četrta sekunde devet metrov. Na takšni razdalji bomo pred ustavitvijo v že prej opisanih okoliščinah še vedno vozili z več kot 43 km/h. S takšno hitrostjo bo voznik naletel na vozilo pred sabo v primeru zastoja, če je začel zavirati samo četrta sekunde prepozno. Seveda pa lahko na to pogledamo tudi z drugega zornega kota.

Če bi voznik imeli samo devet metrov daljšo (varnostno) razdaljo do vozila pred sabo, ne bi prišlo do naleta.

Primer 3

Eden od elementov preizkušanja spretnosti na voznškem izpitu je tudi zaviranje v sili. Kandidat za voznika doseže hitrost 50 km/h in nato ustavi na razdalji, ki ne bi smela biti daljša od 10 m. Preverimo, če je to izvedljivo, kadar koeficient drsnega trenja med podlago na vadbeni površini in pnevmatikami motornega kolesa ni najboljši in znaša 0,8 (maksimalni možni pojemek pri zaviranju je torej 8 m/s²).

Uporabimo Enačbo 9, iz katere poprej izrazimo pot s .

$$s = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{(13,9 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 8 \frac{m}{s^2}} = 12,1 m$$

Vidimo lahko, da se ob takšnih pogojih to ne izide. Bralec se lahko sam poigra z računanjem in ugotovi, da se zahtevam elementa preizkušanja v takšnih pogojih na videz zadosti, če kandidat za voznika začne z zaviranjem 0,15 sekund bolj zgodaj ali če namesto 50 km/h doseže hitrost samo 45 km/h. Ključno pri tem elementu preizkušanja spretnosti je, da kandidat doseže zahtevano hitrost in nato hipno reagira ter ustavi na čim krajši razdalji, da torej pokaže, da je večč maksimalnega zaviranja v danih okoliščinah.

Primer 4

Izračunajmo, s kolikšno hitrostjo bi lahko vozili po krožnem križišču s polmerom 20 m, če je koeficient drsnega trenja 0,8.

$$v = \sqrt{\mu \cdot r \cdot g} = \sqrt{0,8 \cdot 20 m \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} = 12,5 \frac{m}{s} = 45,1 \frac{km}{h}$$

Izračunajmo še, za kolikšen kot se je moral voznik nagniti v danih pogojih.

Naklonski kot glede na vozišče izračunamo s pomočjo Enačbe 16:

$$\mu = \tan \varphi \quad \Rightarrow \quad \varphi = \arctan \mu = \arctan 0,8 = 38,7^\circ$$

Dobljeni kot nagiba se nanaša na nagib motornega kolesa glede na pravokotnico na voziščno podlago. Hitrost vožnje, ki smo jo izračunali, bi torej v danih pogojih držala, če bi bila voziščna podlaga v prečni smeri vodoravna. V zavoju je vozišče praviloma nagnjeno proti središču krivine. Pri tako ostrem zavoju (radij 20 m) ima vozišče maksimalno dopusten sedemodstotni prečni naklon, vozišče krožnega križišča pa ima običajno dvoidstotni nasprotni prečni naklon, kar pomeni, da je nagnjeno navzven. Izračunajmo, kolikšna je razlika v največji možni hitrosti pri vožnji skozi običajni zavoj in po krožnem križišču, če imata oba radij 20 m in je koeficient drsnega trenja 0,8.

Naklon v odstotkih moramo pretvoriti v kotne stopinje. Dvoidstotni prečni naklon (dva centimetra na meter) predstavlja 1,2°, sedemodstotni naklon (sedem centimetrov na meter) pa 4,0°.

Pri vožnji po krožnem križišču bo torej dejanski kot nagiba, ki bo določal mejno hitrost zdrsa, $37,5^\circ$, pri vožnji skozi ovinek pa $42,7^\circ$. Izračunajmo sedaj še obe hitrosti:

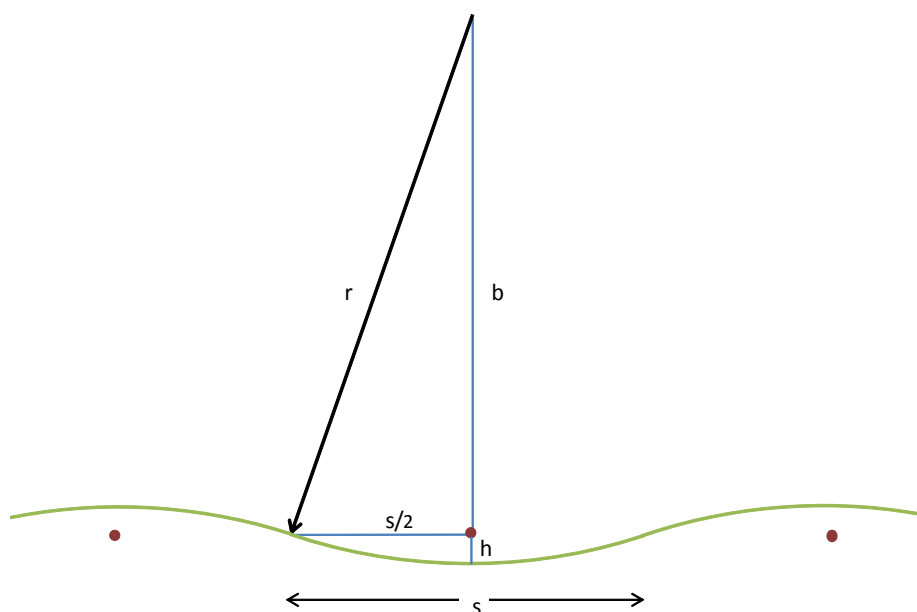
$$\mu_1 = \tan \varphi_1 = \tan 37,5^\circ = 0,77 \quad v_1 = \sqrt{\mu_1 \cdot r \cdot g} = \sqrt{0,77 \cdot 20m \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} = 12,3 \frac{m}{s} = 44,2 \frac{km}{h}$$

$$\mu_2 = \tan \varphi_2 = \tan 42,7^\circ = 0,92 \quad v_2 = \sqrt{\mu_2 \cdot r \cdot g} = \sqrt{0,92 \cdot 20m \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} = 13,4 \frac{m}{s} = 48,3 \frac{km}{h}$$

Razlika v mejnih hitrostih zdrsa bi torej bila dobre štiri kilometre na uro.

Primer 5

Izračunajmo, kakšen mora biti koeficient drsnega trenja, da lahko voznik z motornim kolesom izpelje slalom med linijo stožcev, ki so med seboj razmaknjeni 7 m, s hitrostjo 30 km/h (del preizkusa na voziškem izpitu za kategorijo A).



Risba 23: Vožnja slaloma

Predpostavimo, da je odmik h od stožca pol metra, in s pomočjo Pitagorovega izreka izračunajmo polmer krožnice, po kateri vozi voznik motornega kolesa med spreminjanjem smeri. Razdalja b je za h manjša od polmera krožnice, $s/2$ pa je polovična razdalja med stožci.

$$b^2 + \left(\frac{s}{2}\right)^2 = r^2$$

$$(r-h)^2 + \left(\frac{s}{2}\right)^2 = r^2$$

$$r^2 - 2 \cdot r \cdot h + h^2 + \frac{s^2}{4} = r^2$$

$$r = \frac{h^2 + \frac{s^2}{4}}{2 \cdot h} = \frac{1 + \frac{49}{4}}{2 \cdot \frac{1}{2}} = 12,5m$$

To je le približen izračun. Dejanski radij je manjši, saj je nemogoče v trenutku preiti iz enega zavoja v drug zavoj. Krožnici bi morala povezovati prehodnica. Dolžina in oblika potrebne prehodnice pa je pomembno povezana z izurjenostjo voznika, predvsem z obvladovanjem hitrega prehoda iz enega v drug nagib. Daljši kot je ta čas, ostrejši mora biti nato srednji del zavoja, predpostavljeni radij pa mora biti manjši.

Najprej izračunajmo, kolikšen mora biti koeficient drsnega trenja, da je ob danih predpostavkah mogoče izpeljati takšen slalom, potem pa bomo še izračunali, kolikšen je lahko minimalen radij osrednjega dela zavoja, ko voznik najizraziteje spreminja smer vožnje (običajno v višini stožca).

Iz enačbe, ki smo jo izpeljali pri računanju mejne hitrosti zdrsa, izrazimo koeficient drsnega trenja in ga izračunamo.

$$v^2 = \mu \cdot r \cdot g \qquad \mu = \frac{v^2}{r \cdot g} = \frac{8,3^2 \frac{m^2}{s^2}}{12,5m \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} = 0,56$$

V splošnem znaša koeficient bočnega trenja približno dve tretjini siceršnjega koeficienta drsnega trenja. Pri pnevmatikah, ki so namenjene motornim kolesom, je drugače, saj je pnevmatika posebej konstruirana za vožnjo v zavojih (vožnjo v nagibu) in je posledično tudi koeficient drsnega trenja primerljiv v vseh smereh oprijema.

Kot rečeno, je dejanska linija slaloma med tako postavljenimi stožci drugačna. Med prehodom iz enega v drug zavoj se radij zavoja najprej postopno zmanjša in nato spet poveča. Izračunajmo torej še minimalni radij zavoja na delu, kjer voznik najostreje spreminja smer vožnje. Koeficient drsnega trenja naj bo 0,8, torej gre za solidne pnevmatike in soliden suh asfalt, brez kakšnega presežka.

$$r = \frac{v^2}{\mu \cdot g} = \frac{8,3^2 \frac{m^2}{s^2}}{0,8 \cdot 9,8 \frac{m}{s^2}} = 8,8m$$

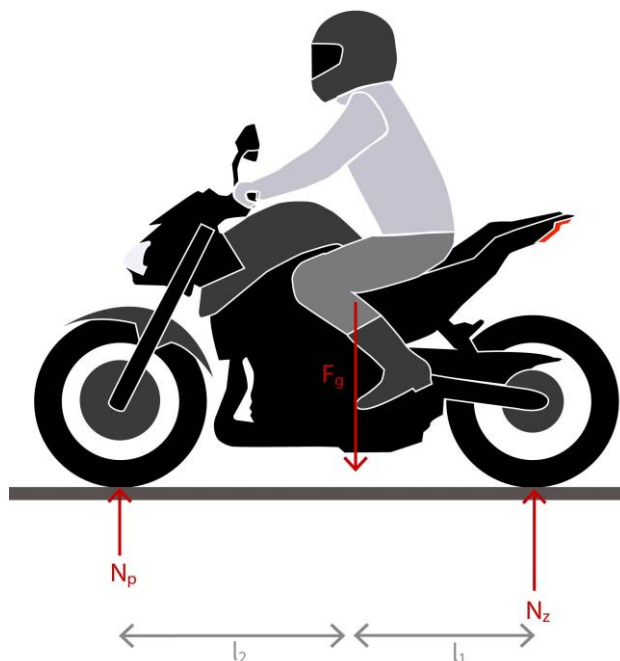
Vprašajmo se še, za koliko se bo moral voznik skupaj z motornim kolesom nagniti pri takšni vožnji skozi zavoj. Uporabimo enačbo 16 in obratno funkcijo (\tan^{-1} oziroma arkus tangens).

$$\arctan 0,8 = 38,7^\circ$$

Voznik se bo moral torej nagniti za $38,7^\circ$.

Primer 6

Pri zaviranju pride ob uporabi prednje zavore do prenosa teže na prednje kolo. Kolikšen bo ta prenos, je odvisno od medosne razdalje, višine težišča motornega kolesa (seveda skupaj z voznikom ter morebitnim potnikom in tovorom), vzdolžne oddaljenosti težišča od prednje oziroma zadnje osi in koeficienta drsnega trenja med voziščem in pnevmatikami.



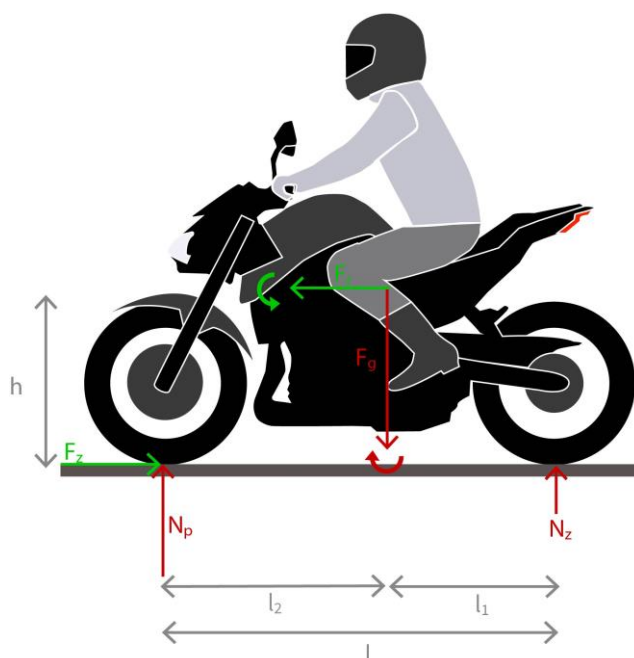
Risba 24: Razporeditev teže med prednje in zadnje kolo pri vožnji s stalno hitrostjo

Če motorno kolo miruje ali se giblje s stalno hitrostjo, potem je razmerje med težo, ki pritiska na podlago preko prednjega in zadnjega kolesa, naslednja:

$$F_p = m \cdot g \cdot \frac{l_1}{l} \qquad F_z = m \cdot g \cdot \frac{l_2}{l}$$

Pri tem je l_1 razdalja med težiščem in točko, v kateri se tal dotika zadnje kolo, l_2 pa razdalja med težiščem in dotikališčem med tlemi in prednjim kolesom. Tema dvema silama nasprotujeta sili podlage N_p in N_z , ki sta enako veliki in nasprotno usmerjeni.

Ko začne voznik zavirati, se sili teže ($m \cdot g$) in silama podlage (N_p in N_z) pridružita še vztrajnostna sila (F_R) in zavorna sila (F_Z). Ti dve sili ustvarjata navor, zaradi katerega pride do prenosa teže na prednje kolo in razbremenitve zadnjega kolesa. V odvisnosti od konstrukcijskih lastnosti motornega kolesa, opisanih v uvodu tega primera, lahko pride do popolne razbremenitve zadnjega kolesa in njegovega dviga od podlage ali pa del teže ostane na zadnjem kolesu, ker pride oziroma bi prišlo prej do zdrsa prednje pnevmatike. Zavorna sila je odvisna od teže na prednjem kolesu ($m_p \cdot g$) in koeficienta razpoložljivega drsnega trenja (μ). Preostanek teže na zadnjem kolesu je določen s produktom $m_z \cdot g$ in je enak razliki med celotno težo in težo na prednjem kolesu. Velikost vztrajnostne sile je enaka produktu celotne mase in pojemka ($m \cdot a$).



Risba 25: Prenos teže med zaviranjem s prednjo zavoro

Zapišimo ravnotežnostne enačbe za sile, ki v opisanem primeru delujejo na motorno kolo.

Vsota vseh sil v vodoravni smeri:

$$F_r - F_z = 0 \quad \Rightarrow \quad m \cdot a = m_p \cdot g \cdot \mu$$

Vsota vseh sil v navpični smeri:

$$N_z + N_p - m \cdot g = 0 \quad \Rightarrow \quad m_z \cdot g + m_p \cdot g = m \cdot g \quad \Rightarrow \quad m_z + m_p = m$$

Vsota vseh navorov sil okrog osi, pravokotne na smer vožnje skozi dotikališče prednje pnevmatike s tlemi:

$$l_2 \cdot m \cdot g - l \cdot N_z - h \cdot F_r = 0 \quad \Rightarrow \quad h \cdot m \cdot a = l_2 \cdot m \cdot g - l \cdot m_z \cdot g$$

Imamo sistem treh enačb in treh neznank, m_p , m_z in a . Z razrešitvijo sistema enačb pridemo do izraza, ki povezuje geometrijske lastnosti motornega kolesa, razporeditev teže in koeficient drsnega trenja ter v danih pogojih določa največji možni pojemek ob uporabi samo prednje zavore:

$$a = \frac{g \cdot (l - l_2)}{l/\mu - h}$$

Enačba 21: Pojemek ob zaviranju samo s prednjo zavoro

Iz enačbe je nazorno razvidno, kaj vpliva na povečanje in kaj na zmanjšanje prenosa teže ter posledično na večji ali manjši učinek zaviranja samo z uporabo prednje zavore (tisto, kar povečuje vrednost števca in zmanjšuje vrednost imenovalca ulomka, povečuje velikost pojemka in obratno). Prenos teže bo večji, če bo:

- težišče bliže prednjemu kolesu,
- težišče višje,
- koeficient drsnega trenja večji.

Na prvi dve alineji poleg geometrijskih lastnosti motornega kolesa vplivata tudi masa in položaj voznika skupaj z morebitnim potnikom in tovorom. Koeficient drsnega trenja med pnevmatikami in voziščem pa je odvisen od kakovosti in značilnosti pnevmatike ter vrste in kakovosti voziščne podlage. Na istem asfaltu bo na primer ob maksimalnem zaviranju s prednjo zavoro na mokri podlagi prišlo do manjšega prenosa teže kot na suhi.

Dodajmo še preglednico, ki prikazuje, kako se pri istem motornem kolesu spreminja maksimalni možni pojemek pri zaviranju samo s prednjo zavoro in kakšen delež ostaja v primeru neuporabe zadnje zavore neizkoriščen.

Preglednica 2: Maksimalni možni pojemek pri zaviranju samo s prednjo zavoro

Stanje vozišča	μ	l	l_2	h	Pojemek ob uporabi obeh zavore	Pojemek ob uporabi samo prednje zavore	Izkoristek
		m	m	m	m/s ²	m/s ²	%
Suho odlično	1,00	1,5	0,8	0,7	9,81	8,58	88
Suho običajno	0,80	1,5	0,8	0,7	7,85	5,84	74
Mokro	0,55	1,5	0,8	0,7	5,40	3,39	63
Spolzko	0,35	1,5	0,8	0,7	3,43	1,92	56

Na zgornjem primeru motornega kolesa z voznikom in polno obremenjenim zgornjim kovčkom (razmeroma visoko skupno težišče) vidimo, da lahko pri maksimalnem zaviranju samo s prednjo zavoro na solidnem suhem asfaltu izkoristimo približno tri četrtine celotnega razpoložljivega pojemka, vendar pa lahko ob maksimalnem zaviranju vseeno pride do prenosa celotne teže in posledično do dviga zadnjega kolesa, če se voznik nagne naprej ali ga vztrajnostna sila celo dvigne s sedeža. Če prisede potnik, se težišče pomakne nekoliko nazaj in obenem zviša. Prvo zmanjšuje prenos teže med zaviranjem, drugo ga povečuje. Kaj od tega bo imelo večji vpliv, je odvisno od konstrukcijske rešitve namestitve zadnjega sedeža na motornem kolesu.

Za konec izračunajmo še, kakšna bo razlika v zavorni poti pri maksimalnem zaviranju samo s prednjo zavoro in pri zaviranju z obema zavorama. Hitrost pred zaviranjem naj bo 72 km/h (20 m/s), podatki o motornem kolesu naj bodo enaki kot v zgornji preglednici, koeficient drsnega trenja pa naj bo 0,8.

Zavorno pot za zaviranje z obema zavorama izračunamo po vzoru Primera 1, pri čemer določa maksimalni pojemek koeficient drsnega trenja:

$$a = \mu \cdot g = 0,8 \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} = 7,85 \frac{m}{s^2}$$

$$s = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{400 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 7,85 \frac{m}{s^2}} = 25,5m$$

Za izračun pojemka pri zaviranju samo s prednjo zavoro bi uporabili Enačbo 21, vendar bomo ubrali bližnjico in podatek pridobili kar iz zgornje preglednice, zavorno pot pa bomo potem izračunali enako kot zgoraj:

$$s = \frac{v^2}{2 \cdot a} = \frac{400 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 5,84 \frac{m}{s^2}} = 34,2m$$

Razlika je očitna, še pomembnejši pa je podatek, da je preostanek hitrosti v trenutku, ko se motorno kolo v prvem primeru že ustavi, v drugem še vedno dobrih 42 km/h.

Primer 7 (vaja)

Predpostavimo, da glede na razmerje med višino težišča in medosno razdaljo motornega kolesa, ki ga vozimo, ostane pri maksimalnem zaviranju na zadnjem kolesu še 30 odstotkov teže. Če je na dobrem suhem asfaltu s solidnimi pnevmatikami maksimalni možni pojemek 10 m/s^2 , lahko z zadnjo zavoro v takšnem primeru zaviramo v najboljšem primeru tako močno, da dosežemo pojemek 3 m/s^2 (30 odstotkov celotnega možnega pojemka). Velikost predpisane vadbene površine omogoča, da dosežemo hitrost 50 km/h in nato z uporabo samo zadnje zavore ustavimo s pojemkom 3 m/s^2 . To zadnje se zgodi na razdalji dobrih 32 m. Če je torej ob začetni hitrosti 50 km/h zavorna pot dolga 32 m, pomeni, da smo zavirali s pojemkom 3 m/s^2 . Zdaj si mora le še naše stopalo zapomniti, kakšen je ta pritisk na stopalko zavore, ki omogoča maksimalen prispevek zadnje zavore pri sunkovitem zaviranju, da obenem pri tem ne pride do zdrsa pnevmatike. Za izpeljavo vaje se lahko izkoristi postavitve stožcev za vajo aritmičnega slaloma, kjer je razdalja med zadnjimi štirimi stožci ravno zelenih 32 m. Če ima motorno kolo ABS, vaja izgubi svoj temeljni namen.

Seznam fotografij, risb in preglednic

Risba 1: Znak »prepovedan promet za motorna kolesa in mopede« (2204).....	9
Risba 2: Znak »parkirni prostor za motorna kolesa« (5612-1).....	10
Risba 3: Znak »prostor za parkiranje motornih koles in mopedov« (5375).....	10
Risba 4: Znaki za nevarnost, katerih opozorila so za voznika motornega kolesa posebej pomembna	11
Risba 5: Predtek.....	28
Risba 6: Učinek predteka na izravnavo zasukanega krmila.....	29
Risba 7: Pojav negativnega predteka	30
Risba 8: Sila teže ter vztrajnostna in vlečna sila pri pospeševanju.....	31
Risba 9: Zaviranje samo s prednjo zavoro	33
Risba 10: Delovanje sil na motorno kolo pri vožnji v zavoju	35
Risba 11: Potek osi nagiba pri vožnji v zavoju	37
Risba 12: Zavorna in sredobežna sila kot vektorska vsota	39
Risba 13: Estetski izgled prehoda iz preme v krivino brez (a) in z uporabo prehodnice (b)	42
Risba 14: Prehod med dvema krožna lokoma s prehodnico (spodaj) in brez nje (zgoraj)	43
Risba 15: Vpliv prečnega naklona vozišča na nagib pri vožnji v zavoju.....	44
Risba 16: Sile zaradi vožnje po prevoju	45
Risba 17: Pnevmatika pri vožnji v nagibu in prikaz oddaljenosti stika s podlago od osi vrtenja.....	49
Risba 18: Grafični prikaz ugotavljanja trenutne hitrosti.....	60
Risba 19: Pospešek zaradi spremembe smeri hitrosti.....	61
Risba 20: Delovanje sil na motorno kolo pri vožnji v nagibu.....	64
Risba 21: Vrtilna količina točkastega kolesa.....	66
Risba 22: Prikaz spremembe smeri vrtilne količine.....	67
Risba 23: Vožnja slaloma	70
Risba 24: Razporeditev teže med prednje in zadnje kolo pri vožnji s stalno hitrostjo.....	72
Risba 25: Prenos teže med zaviranjem s prednjo zavoro.....	73
Fotografija 1: Različni tipi motorističnih čelad	13
Fotografija 2: Vizir motoristične čelade	14
Fotografija 3: Sedanje na motorno kolo.....	20
Fotografija 4: Hoja okrog prosto stoječega motornega kolesa	20

Fotografija 5: Potiskanje motornega kolesa.....	21
Fotografija 6: Dvigovanje motornega kolesa s tal	22
Fotografija 7: Položaj na motornem kolesu	23
Fotografija 8: Optično zaznavanje poteka ovinka	40
Fotografija 9: Skladno sestavljanje krivin in prilagajanje trase ceste okolju	41
Fotografija 10: Obračanje na strmini z manevriranjem	46
Fotografija 11: Pomikanje motornega kolesa vzvratno na klancu navzdol.....	47
Fotografija 12: Obračanje motornega kolesa na mestu.....	48
Fotografija 13: Polkrožno obračanje na majhnem prostoru	48
Fotografija 14: Motorno kolo z nameščenima stranskima in zgornjim kovčkom	56
Preglednica 1: Preostanek trenja pri vožnji v nagibu	38
Preglednica 2: Maksimalni možni pojemek pri zaviranju samo s prednjo zavoro	74

Viri

1. Zakon o voznikih (Uradni list RS, št. [85/16](#), [67/17](#) in [21/18](#) – ZNOrg)
2. Zakon o pravilih cestnega prometa (Uradni list RS, št. [82/13](#) – uradno prečiščeno besedilo, [69/17 – popr.](#), [68/16](#), [54/17](#) in [3/18](#) – odl. US)
3. Zakon o motornih vozilih (Uradni list RS, št. [75/17](#))
4. Pravilnik o delih in opremi vozil (Uradni list RS, št. [44/13](#), [36/14](#), [69/15](#), [44/17](#) in [75/17](#) – ZMV-1)
5. Pravilnik o projektiranju cest (Uradni list RS, št. [91/05](#), [26/06](#) in [109/10](#) – ZCes-1)
6. Pravilnik o prometni signalizaciji in prometni opremi na cestah (Uradni list RS, št. [99/15](#) in [46/17](#))
7. TSC 03.341:2011 Krožna križišča, Tehnična specifikacija za ceste, Direkcija RS za infrastrukturo, http://www.di.gov.si/si/delovna_podrocja_in_podatki/ceste_in_promet/tehnicne_specifikacije_za_ceste/
8. TSC 03.300 (predlog, oktober 2003) Geometrijski elementi cestne osi in vozišča, Tehnična specifikacija za ceste, Direkcija RS za infrastrukturo, https://www.fpp.uni-lj.si/mma_bin.php?id=2011111911211989