

**Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу**



**Назив студијског програма: Машинско инжењерство**  
**Ниво студија: Мастер академске студије**  
**Модул: Друмски саобраћај**  
**Предмет: Одржавање моторних возила и мотора 2**  
**Број индекса: 316/2011**

**Славица Д. Мачужић**

**Анализа утицаја конструкције и техничког стања**  
**кочног система на безбедност саобраћаја**  
**мастер рад**

**Комисија за преглед и одбрану:**

1. Др Божидар В. Крстић

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

**Датум одбране:** \_\_\_\_\_

**Оцена:** \_\_\_\_\_

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да обрати посебну пажњу на следеће:

- Конструктивна извођења и конструктивне карактеристике кочних система савремених друмских возила
- Узроци појаве неисправности кочног система савремених друмских возила
- Кочни систем возила као узрочник појаве саобраћајних незгода и могућности елиминисања овог узрочника
- Утврђивање техничког стања кочног система савремених возила (дијагностика кочног система)
- Одржавање кочног система савремених возила
- За конкретно моторно возило анализирати узроке појаве неисправности кочног система, дефинисати начин утврђивања њиховог техничког стања, дати предлог оптималног начина коришћења и одржавања ради свођења могућности појаве отказа на најмању могућу меру
- Дати предлог мера у циљу унапређења система одржавања конкретних кочних система и смањења могућности појаве отказа.

Препоручена литература:

- [1] Јанковић Д., Ивановић Г., Тодоровић Ј., Ракичевић Б.: Теорија кретања моторних возила, Универзитет у Београду, Машински факултет у Београду, 2001.
- [2] Јанићијевић Н., Јанковић Д., Тодоровић Ј.: Конструкција моторних возила, Универзитет у Београду, Машински факултет у Београду, 1987.
- [3] Крстић Б.: Анализа поузданости виталних делова моторних возила на основу података из експлоатације, Зборник радова *Yuto* 2000, Херцег Нови, стр. 45-50.
- [4] Милидраг С., Поповић З.: Саобраћајне незгоде, судари и хаварије моторних возила, Југословенско друштво за моторе и возила, Београд, 2004.

Крагујевац, 2013

ментор:  
Др Божидар В. Крстић

## РЕЗИМЕ

У раду су објашњени принципи заснивања хидрауличког кочног система, начини остваривања кочних сила код возила као и могућност примене одговарајуће изведбе добоша и диск кочница. Узрок отказа и начини њиховог отклањања су дефинисани у даљем раду. Изведба кочне инсталације је детаљно објашњена при чему су узети у обзир предности и недостаци који се могу појавити.

Приступ савременим уређајем за дијагностику кочног система са ABS-ом је детаљно одрађен кроз практичан пример. Утицај појединих компонената кочног система битно утичу на безбедност учесника у саобраћају при чему се томе посвећује посебна пажња, а кроз анализу делова кочног система у даљем раду, незгоде се могу минимизирати.

**Кључне речи:** *кочни систем, дијагностика, добош кочница, диск кочница.*

## Summary

The paper explains the principles of establishing a hydraulic braking system, their realization of forces in vehicles and the ability to apply appropriate design drum and disc brakes. The cause of failure and ways of their solution are defined in future work. Performance brake installation is explained in detail also taking into account the advantages and disadvantages that may arise. Access to modern diagnostic devices braking system with ABS is thoroughly done through a practical example. The impact of individual components of the braking system substantially affect the safety of road users where it is given special attention, and the analysis of parts of the brake system in future work, accidents can be minimized.

**Key words:** *braking systems, diagnostics, drum brakes, disc brakes.*

## САДРЖАЈ

|                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. 0 Увод</b>                                                                                                | <b>1</b>  |
| 1.1 Енергетска анализа                                                                                          | 4         |
| 1.2 Динамичка анализа кочења                                                                                    | 11        |
| 1.2.1 Максималне вредности силе кочења                                                                          | 12        |
| <b>2.0 Конструктивна извођења и конструктивне карактеристике кочних система савремених друмских возила</b>      | <b>17</b> |
| 2.1 Процес кочења                                                                                               |           |
| 2.2 Стабилност возила при кочењу                                                                                | 22        |
| 2.3 Кочнице                                                                                                     | 24        |
| 2.3.1 Добош кочнице                                                                                             | 26        |
| 2.3.2 Диск кочнице                                                                                              | 26        |
| 2.3.3 Механички преносни механизми                                                                              | 33        |
| 2.3.4 Хидраулични преносни механизми                                                                            | 36        |
| 2.3.5 Пнеуматски преносни механизми                                                                             | 37        |
| <b>3.0 Узроци појаве неисправности кочног система савремених друмских возила</b>                                | <b>41</b> |
| 3.1 Узрок и начин отказа добош кочнице                                                                          | 43        |
| 3.2 Облоге кочних плочица                                                                                       | 46        |
| 3.3 Кочни дискови                                                                                               | 53        |
| <b>4.0 Кочни систем возила као узрочник појаве саобраћајних незгода и могућности елиминисања овог узрочника</b> | <b>62</b> |
| <b>5.0 Утврђивање техничког стања кочног система савремених возила (дијагностика кочног система)</b>            | <b>72</b> |
| 5.1 ABS (Anti-lock Braking System) и дијагностика ABS-а                                                         | 83        |
|                                                                                                                 | 91        |
| <b>6.0 Одржавање кочног система савремених возила</b>                                                           | <b>94</b> |
| 6.1 Поступци одржавања кочних система                                                                           |           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>7.0 За конкретно моторно возило анализирати узроке појаве неисправности кчног система, дефинисати начин утврђивања њиховог техничког стања, дати предлог оптималног начина коришћења и оджавања ради свођења могућности појаве отказа на најмању могућу меру</b> | 96  |
| 7.1 Пример кочења за возило марке Pežo                                                                                                                                                                                                                              | 98  |
| 7.2 Утврђивање техничког стања кчног система на конкретном моторном возилу марке Alfa Romeo 147 применом дијагностичког уређаја                                                                                                                                     | 101 |
| 7.3 Одређивање параметара поузданости кчног система моторних возила на основу података из експлоатације                                                                                                                                                             | 107 |
| 7.3.1 Одређивање критичности делова кчног система анализираних моторних возила                                                                                                                                                                                      | 109 |
| 7.3.2 Формирање структуре стабла отказа за отказ кчног система моторног возила                                                                                                                                                                                      | 110 |
| <b>8.0 Дати предлог мера у циљу унапређења система одржавања конкретних кчних система и смањења могућности појаве отказа</b>                                                                                                                                        | 113 |
| <b>9. 0 Закључак</b>                                                                                                                                                                                                                                                | 114 |
| <b>Литература</b>                                                                                                                                                                                                                                                   | 115 |

## 1.0 Увод

Кочење возила представља процес који омогућава да се возило успори или заустави, у зависности од ситуације. Уређај који омогућује кочење је заправо цео низ елемената и посебних уређаја, тако да сви укупно чине систем за смањење брзине односно кочење.

Систем за кочење је уједно и уређај безбедности возила, јер од саме његове функционалности зависи безбедност возила током управљања.

Основни задатак система за кочење је да смањи брзину кретања возила до заустављања или до неке одређене брзине и то са одређеним контролисаним убрзањем.

Кочни систем поред максималних успорења, односно наглог заустављања у случају опасности, треба да омогући благо краткотрајно кочење, благо дуготрајно кочење на дугим низбрдицама, као и трајно задржавање возила у месту, односно паркирање.

Пред систем за кочење постављају се и општи захтеви везани за квалитет функције из разлога што се моторно возило са било каквим неисправностима на систему за кочење не може сматрати исправним за експлоатацију са аспекта безбедности.

Приликом кочења енергију кретања возила треба смањити како би возило успорило или се зауставило.

Брзина аутомобила у одређеним условима саобраћаја, као и максимална брзина на отвореном путу зависи од ефикасности уређаја за кочење, односно од могућности заустављања возила на што краћем делу пута. Познато је да возило са бољим ефектом кочења може да развије у експлоатацији и веће брзине кретања, па се из тог разлога кочне особине могу сматрати делом укупних динамичких особина аутомобила.

Све веће брзине савремених возила, интензивно побољшање погонских карактеристика, као и повећање укупних дозвољених тежина има за последицу стални раст кинетичке енергије моторних возила.

У условима све интензивнијег и развијенијег саобраћаја јавља се потреба за повећањем захтева који се постављају пред кочне системе и њихове извршне органе. Пошто је њихова основна улога да смање брзину возила или да исте држи непокретним ако су заустављена, схватљиво је да су они најважнији чиниоци активне безбедности у саобраћају.

Функционалне карактеристике једног кочног склопа, као што су ефикасност, поузданост и стабилност кочења су од приоритетног значаја и служе као основни параметри за вредновање једног кочног склопа.

Кочни системи су са становишта безбедности саобраћаја, као и општих услова коришћења и примене, веома значајни делови за рад свих врста моторних и прикључних возила. Они, зато представљају предмет строгих законских прописа.

Одговарајући закони дефинишу концепт, објашњавају принципе и постављају минималне захтеве за компоненте кочних система.

Из тог разлога је развој конструкције кочних система непрекидан и веома интензиван, што веома често доводи и до увођења нових конструкцијских решења и низа мањих или већих побољшања и измена, посебно у односу на материјале и технологију израде.

За систем за кочење се може рећи да остварује функције, као што су радно кочење, помоћно кочење, паркирно кочење и дуготрајно успоравање.

**Радно кочење** има задатак да омогући возачу да на ефикасан и брз начин смањи брзину кретања возила или да га заустави, без обзира на брзину којом се оно креће. Мора постојати могућност да возач оствари ово кочно дејство са свог седишта, без скидања руку са точка управљача.

**Радно кочење** морају имати сва возила осим прикључних возила категорије O1, прикључних возила категорије R1 највеће дозвољене масе до 1,5 t, ако њихова највећа дозвољена маса не прелази масу вучног возила спремног за вожњу, као и прикључних возила категорије R2 највеће дозвољене масе до 3 t, ако њихова највећа дозвољена маса не прелази масу вучног возила спремног за вожњу и када је прикључно возило означено знаком ограничења брзине до 30 km/h.

Улога **помоћног кочења** је та да омогући успоравање и заустављање возила ако дође до највише једног отказа у преносном систему радног кочења са регулисаним интензитетом кочења, при чему једна рука мора бити слободна ради управљања возилом.

**Помоћно кочење** морају имати сва возила категорије M и N, возила категорије T ако је њихова највећа конструктивна брзина већа од 30 km/h, возила категорије L5 и L7 ако њихова највећа маса прелази 1 t.

**Паркирно кочење** обезбеђује да се помоћу одговарајућег механичког уређаја спречи покретање заустављеног возила. Овај механички уређај се на моторном возилу изводи тако да га возач може употребити са возачког места или помоћу команде ако се ради о прикључном возилу.

**Паркирно кочење** морају имати сва возила осим категорија L1, L2, L3, L4, L6 и O1.

**Дуготрајно успоравање** возила омогућава успоравање истог при кретању на путу са подужним нагибом. Изводи се тако да га возач може употребити са возачког места, при чему једна рука мора бити слободна због управљања возилом.

Систем за **дуготрајно успоравање** морају имати сва моторна возила категорије M3 и остала моторна возила чија је највећа конструктивна брзина већа од 40 km/h.

Систем за дуготрајно успоравање може бити активиран од стране ограничавача брзине у циљу одржавања највеће подешене ограничене брзине возила.

Радно, помоћно и паркирно кочење моторних возила, осим на возилима категорије L и T, изводе се најмање са две независне команде, али радно и паркирно кочење не могу имати исту команду.

Кочни систем на моторним возилима са истом командом за радно и помоћно кочење мора имати паркирно кочење које се може активирати док је возило у покрету.

На моторним возилима која имају радно кочење са једним преносним кругом, радно и помоћно кочење не могу имати исту команду. Помоћно кочење у том случају мора имати посебну команду или она може бити иста са командом паркирног кочења ако се паркирно кочење може регулисати и активирати када је возило у покрету.

Кочни систем мора бити заптивен ради спречавања непотребног губитка кочног флуида. Ако се у кочном систему користи пренос кочне команде помоћу електричне енергије, онда такав кочни систем мора задовољити све прописане перформансе за одређену категорију возила и када овај пренос кочне команде не функционише.

У том случају на возилу мора постојати звучни или оптички сигнал упозорења који се активира у тренутку настанка неисправности у преносу кочне команде помоћу електричне енергије, а који престаје да функционише када се та неисправност отклони.

Кочни систем возила са пуним серво дејством мора бити конструисан тако да капацитет резервоара након осам узастопних активирања радног кочења, са пуним ходом команде, без допуњавања, мора обезбедити кочење према условима одређеним за помоћно кочење.

Радно кочење са делимичним серво дејством на моторним возилима мора обезбедити кочење са оствареним нормативима за помоћно кочење, у случају отказа тог серво механизма.

Смањење кинетичке енергије постиже се на два начина и то трансформацијом кинетичке енергије у потенцијалну и акумулирањем створене потенцијалне енергије, како би се она користила за погон и убрзавање и претварањем енергије кретања у топлоту.

Међутим, практично је немогуће акумулирати енергију која се ослобађа кочењем, посебно када се односи на кочење са максималном ефикасношћу, односно када треба остварити минимални пут заустављања. Систем акумулације енергије, без обзира на своје добро конструктивно решење, неповољно утиче на ефикасност кочења, погоршавајући кочне карактеристике возила. Из тог разлога се и на возилима са електропогоном или са инерционим акумулаторима увек примењује и систем кочења са претварањем енергије кретања у топлоту.

Претварање кинетичке енергије у топлоту представља основни начин кочења. Сила трења између покретних и непокретних делова кочница непосредно претвара кинетичку енергију у топлоту.

Поред промене динамичких стања возила, његових брзина и кретања, процес кочења одликују и промене енергетског стања. Процес кочења генерише одређену топлотну енергију, која непосредно утиче на температуру елемената кочнице.

Возило у току кретања поседује извесну количину кинетичке енергије, тако да је процес кочења праћен променама низа енергетских и динамичких карактеристика, те се оне проучавају са аспекта енергетске и динамичке анализе.

Енергетска анализа одређује енергетске промене у процесу кочења.

Динамичка анализа предвиђа законитости кретања коченог возила, односно успорење возила и пута кочења, као и стабилност возила у процесу кочења.

## 1.1 Енергетска анализа

На основу *слике 1.0* возило поседује кинетичку и потенцијалну енергију које се могу исказати једначином енергетског биланса, која гласи:

$$E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2} + \frac{E_a}{\eta_a} + E_t \quad (1.1)$$

$$E_k = E_{k1} + E_{k2}$$

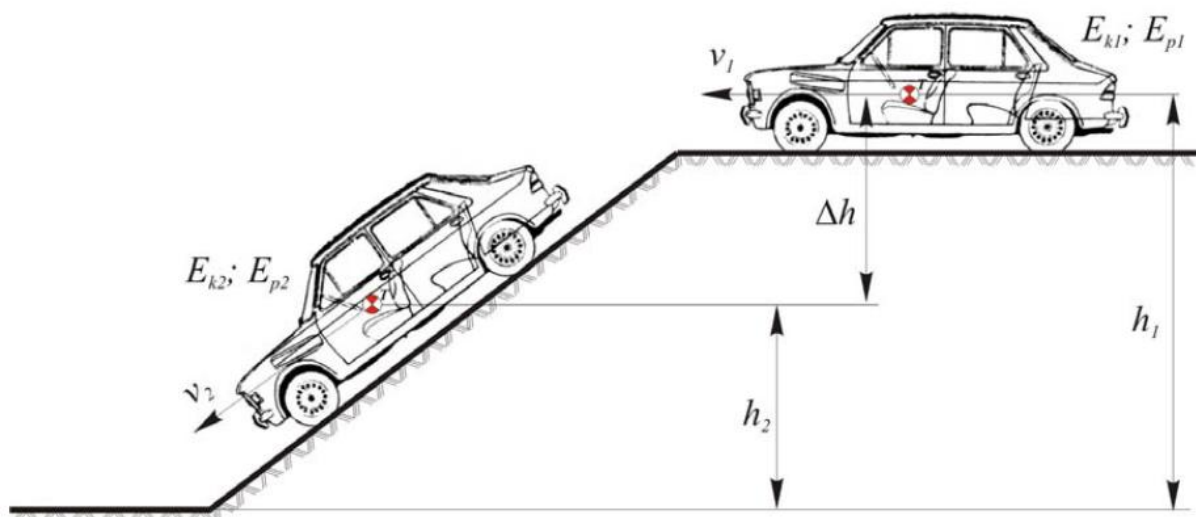
$$E_p = E_{p1} + E_{p2}$$

Вредности у претходној једначини представљају:

$E_k$ ,  $E_p$ ,  $E_a$  - одговарајућа кинетичка, потенцијална и акумулирана енергија

$E_t$  – енергија која се кочењем претвара у топлотну енергију

$\eta_a$  - степен корисности.



Слика 1.0 Шематски приказ промене енергије кретања возила [1]

Енергија која се одводи од возила у процесу кочења се може представити изразом

$$\frac{E_a}{\eta_a} + E_t.$$

За процес кочења се може рећи да представља један чист вид губитка енергије, уколико се иста не акумулира. Енергија која се неповратно губи ( $E_t = \Delta E_k + \Delta E_p$ ) преводи се у топлотну енергију  $E_t$  и таква се предаје околини.

Овај део енергије састоји се из:

- Дела промене кинетичке енергије  $\Delta E_k$  (која се губи успоравањем или кочењем до заустављања)
- Дела промене потенцијалне енергије  $\Delta E_p$  (која се губи процесом кочења на низбрдици).

### *Промена кинетичке енергије возила*

Кинетичка енергија возила се састоји од кинетичке енергије маса које се крећу транслаторно ( $E_{kt}$ ) и кинетичке енергије маса које имају обртно кретање ( $E_{ko}$ ).

Укупна кинетичка енергија износи:

$$E_k = E_{kt} + E_{ko} \quad (1.2)$$

$\Delta E_{kt}$  - је промена кинетичке енергије маса које имају транслаторно кретање и изражава се на следећи начин:

$$\Delta E_{kt} = m \int_{v_1}^{v_2} v dv \quad (1.3)$$

$\Delta E_{ko}$  — је промена енергије маса које имају обртно кретање (замајац мотора са својим моментом инерције  $J_z$  и точкови возила са својим моментом инерције  $J_t$ , којих има „ $i$ “ комада, изражава се као:

$$\Delta E_{ko} = \sum J \int_{\omega_1}^{\omega_2} \omega d\omega = J_z \int_{\omega_{z1}}^{\omega_{z2}} \omega_z d\omega_z + i J_t \int_{\omega_{t1}}^{\omega_{t2}} \omega_t d\omega_t \quad (1.4)$$

Промена обе кинетичке енергије (1.5) износи:

$$\Delta E_k = m \int_{v_1}^{v_2} v dv + \sum J \int_{\omega_1}^{\omega_2} \omega d\omega = m \int_{v_1}^{v_2} v dv + J_z \int_{\omega_{z1}}^{\omega_{z2}} \omega_z d\omega_z + i J_t \int_{\omega_{t1}}^{\omega_{t2}} \omega_t d\omega_t$$

Утицај осталих обртних маса, односно карданског вратила, снопова зупчаника у мењачу и погонском мосту се занемарује у даљем прорачуну.

Брзина точка износи:  $v_t = r_d \cdot \omega_t$ , односно угаона брзина точка износи:  $\omega_t = \frac{v_t}{r_d}$ .

Угаона брзина замајца износи:  $\omega_z = \omega_t \cdot i_o \cdot i_m$ .

На основу тога диференцијал брзине замајца износи:  $d\omega_z = d\omega_t \cdot i_o \cdot i_m$ , тако да је

$$\omega_z \cdot d\omega_z = \omega_t \cdot i_o^2 \cdot i_m^2.$$

Кинетичка енергија замајца се своди на кинетичку енергију точка, тако да се добија следећи израз:

$$J_z \int_{\omega_1}^{\omega_2} \omega_z d\omega_z = J_z \cdot i_o^2 \cdot i_m^2 \cdot \eta_t \int_{\omega_{t1}}^{\omega_{t2}} \omega_t d\omega_t \quad (1.6)$$

Уношењем једначине (1.6) у једначину (1.4) добија се следећи израз за кинетичку енергију обртних маса:

$$\Delta E_{\kappa 0} = J_z \cdot i_o^2 \cdot i_m^2 \cdot \eta_t \int_{\omega_{t1}}^{\omega_{t2}} \omega_t d\omega_t + i J_t \int_{\omega_{t1}}^{\omega_{t2}} \omega_t d\omega_t \quad (1.7)$$

$i_o$  - преносни однос у погонском мосту

$i_m$  - преносни однос у мењачу

$\eta_t$  - степен корисности трансмисије.

Како је  $\omega_t = \frac{v_t}{r_d}$ , одатле следи да је диференцијал једнак  $d\omega_t = \frac{1}{r_d} dv_t$ .

Из овога се добија да је промена кинетичке енергије обртних маса:

$$\Delta E_{\kappa 0} = \frac{J_z \cdot i_o^2 \cdot i_m^2 \cdot \eta_t}{r_d^2} \int_{v_{t1}}^{v_{t2}} v_t dv_t + i \frac{J_t}{r_d^2} \int_{v_{t1}}^{v_{t2}} v_t dv_t \quad (1.8)$$

Сада се једначина (1.8) помножи и подели са  $\frac{m}{m}$ , па иста добија следећи облик:

$$\Delta E_{\kappa 0} = m \int_{v_{t1}}^{v_{t2}} v_t dv_t \left( \frac{J_z \cdot i_o^2 \cdot i_m^2 \cdot \eta_t}{r_d^2 m} + i \frac{J_t}{r_d^2 m} \right) \quad (1.9)$$

$$\text{Смена: } \sigma_1 = \frac{J_z \cdot i_o^2 \cdot \eta_t}{r_d^2 m} \quad \text{и} \quad \sigma_2 = \frac{i \cdot J_t}{r_d^2 m} \quad (1.10)$$

Увођењем смена долази до промене кинетичке енергије обртних маса, односно добија се следећи израз:

$$\Delta E_{\kappa 0} = m (\sigma_1 \cdot i_m^2 + \sigma_2) \int_{v_1}^{v_2} v_t dv_t \quad (1.11)$$

$\sigma_1$  - утицај обртних маса замајца и елемената склопа спојнице  
 $\sigma_1 = 0,02$  до  $0,06$  за путничка возила.

$\sigma_2$  – утицај точкова као обртних маса  
 $\sigma_2 = 0,025$  до  $0,045$  за путничка возила.

На основу свега до сада, укупна промена кинетичке енергије возила може се написати као збир промена кинетичких енергија транслаторних и обртних маса, што је приказано следећим изразом:

$$\Delta E_k = m \int_{v_1}^{v_2} v_t dv_t + m (\sigma_1 \cdot i_m^2 + \sigma_2) \int_{v_1}^{v_2} v_t dv_t \quad (1.12)$$

Увођењем израза  $\delta = 1 + \sigma_1 \cdot i_m^2 + \sigma_2$  добија се коначан израз за кинетичку енергију возила:

$$\Delta E_k = m \cdot \delta \int_{v_1}^{v_2} v_t dv_t \quad (1.13)$$

За кочење са успорењем, промена кинетичке енергије возила износи:

$$\Delta E_k = \frac{m \cdot \delta}{2} (v_1^2 - v_2^2) \quad (1.14)$$

При кочењу возила са успорењем јављају се две брзине, једна је почетна која има већ своју вредност ( $v_1$ ), а друга се добије при коначном успорењу и има такође неку своју вредност ( $v_2$ ).

У случају кочења до заустављања, промена кинетичке енергије износи:

$$\Delta E_k = \frac{m \cdot \delta \cdot v_1^2}{2} \quad (1.15)$$

У случају кочења возила до заустављања постоји само утицај почетне брзине на процес кочења. Крајња вредност брзине приликом заустављања возила износи нула, па се зато утицај вредности ове друге брзине не узима у обзир.

На примеру путничког возила масе 1200 kg које се креће брзином од 30 m/s дат је приказ одређивања промене кинетичке енергије

а) за случај кочења са успорењем

б) за случај кочења до заустављања.

Утицај обртних маса се претпоставља да износи  $\delta = 1$ .

$$m = 1200 \text{ kg}$$

$$v_1 = 30 \text{ m/s (108 km/h)}$$

$$\begin{aligned} v_2 &= 0,5 \cdot v_1 \\ v_2 &= 0,5 \cdot 30 \\ v_2 &= 15 \text{ m/s (54 km/h)} \end{aligned}$$

а) За кочење са успорењем,  $\Delta E_k$  износи:

$$\Delta E_k = \frac{m \cdot \delta}{2} (v_1^2 - v_2^2)$$

$$\Delta E_k = \frac{1200 \cdot 1}{2} (30^2 - 15^2)$$

$$\Delta E_k = 600 \cdot (900 - 225)$$

$$\Delta E_k = 405000 \text{ J} = 405 \text{ kJ}$$

б) За случај кочења до заустављања ( $v_2=0$ ), промена кинетичке енергије износи:

$$\Delta E_k = \frac{m \cdot \delta \cdot v_1^2}{2}$$

$$\Delta E_k = \frac{1200 \cdot 1 \cdot 30^2}{2}$$

$$\Delta E_k = 540000 \text{ J} = 540 \text{ kJ}$$

### *Промена потенцијалне енергије*

Посматрано са *слике 1.0* промена потенцијалне енергије возила гласи:

$$\Delta E_p = m \cdot g (h_1 - h_2) \quad (1.16)$$

Општа једначина за случај промене енергије возила при кочењу гласи:

$$\Delta E = \frac{m \cdot \delta}{2} (v_1^2 - v_2^2) + m \cdot g (h_1 - h_2) - E_t - \frac{E_a}{\eta_a}$$

Енергија која се кочењем преводи у топлотну има следећи израз:

$$E_t = \frac{m \cdot \delta}{2} (v_1^2 - v_2^2) + m \cdot g (h_1 - h_2) \quad (1.17)$$

Промена укупне енергије за случајеве кочења гласи:

- \* **Спречавање убрзања** и одржања константне брзине на низбрдици (без промене брзине кретања  $\Delta v = 0$ )

$$E_t = \Delta E_p = m \cdot g (h_1 - h_2) \quad (1.18)$$

$E_t$  - енергија која се преводи у топлоту.

За случај одржања константне брзине на низбрдици, највећи утицај имају тренутни положаји висине тежишта возила ( $h_1, h_2$ ) приликом кретања.

- \* **За случај кочења до заустављања** ( $v_2 = 0$ )

$$E_t = \Delta E_k = \frac{m \cdot \delta \cdot v_1^2}{2} \quad (1.19)$$

$\delta$  - утицај обртних маса.

У другом случају, када се кочење возилом одвија до потпуног заустављања, енергија која се преводи у топлоту има исти образац као промена кинетичке енергије до заустављања возила.

На примеру путничког возила чија је маса 1200 kg и брзина кретања од 30 m/s, код кога се кочење врши на низбрдици нагиба 6% претпостављајући да је разлика у висини  $h_1 - h_2 = 180$  m и са успорењем од  $5 \text{ m/s}^2$ , признана је методологија одређивања времена кочења и максималне снаге:

а) за кочење до заустављања

б) за кочење на низбрдици.

Енергија која треба да се одузме ради одржавања константне брзине износи:

$$E_p = m \cdot g (h_1 - h_2)$$

$$E_p = 1200 \cdot 9,81 \cdot 180$$

$$E_p = 2118960 \text{ J} = 2119 \text{ kJ}$$

Енергија која се одузима кочницама има следећи облик:

$$E = \int_0^t P_k dt \quad (1.20)$$

$P_k$  - снага кочења на точковима

$t$  - време кочења.

а) **За кочење до заустављања** ( $v_2 = 0$ )

$$\Delta E_k = 540000 \text{ J} = 540 \text{ kJ}$$

$$\text{Време кочења: } t_k = \frac{V}{a} = \frac{30}{5} = 6 \text{ s}$$

$$\text{Средња снага: } P_k = \frac{E_k}{t} = F_k \cdot v_{sr} = m \cdot a \cdot \frac{v_1 + v_2}{2} \quad P_k = \frac{540}{6} = 90 \text{ kW}$$

Максимална снага:  $P_k = F_k \cdot v_{max}$ ,

$$P_k = m \cdot a \cdot v_{max} = 1200 \cdot 5 \cdot 30 = 180000 \text{ W} = 180 \text{ kW}$$

б) **За кочење на низбрдици** (претпостављена дужина  $S = 3000$  m, као и да се кочењем одржава константна брзина од 10 m/s).

$$\text{Време кочења: } t_k = \frac{S}{v} = \frac{3000}{10} = 300 \text{ s}$$

Снага кочења за израчунато време од 300 s:

$$P_{kmax} = \frac{E_p}{t_k} = \frac{2119}{300} = 7,06 \text{ Kw}$$

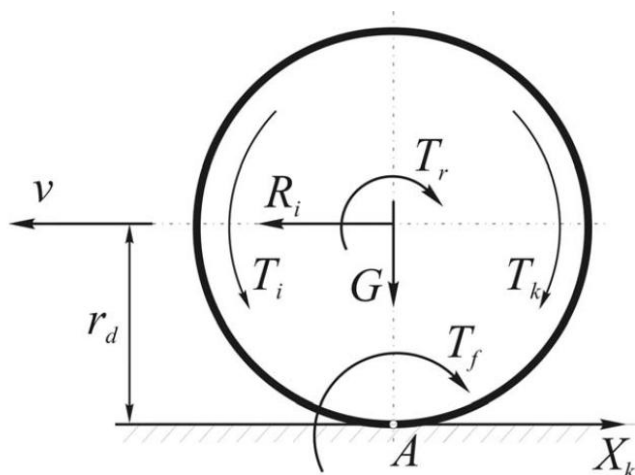
## 1.2 Динамичка анализа кочења

Са становишта динамичких стања возила, процес кочења се може остварити на два начина:

- \* Одређеним успорењем, чиме се постиже мања брзина од  $v_1$  до  $v_2$ , с тим да на крају кочења,  $v_2$  буде једнака нули ( $v_2=0$ ).
- \* Уз дејство неке силе обично силе гравитације на дужим падовима чиме се постиже стална брзина кретања  $v$ , односно спречава убрзавање. Тај процес се назива успоравање, а део кочног система који се користи за успоравање назива се успоривач.

Динамичка анализа је анализа којом се предвиђају закони кретања коченог возила, успорење, време и пут кочења. Процес кочења је праћен почетком дејства обртног момента кочења који се остварује у педалама кочница возила или у успоривачима. Смер обртног момента кочења је супротан од смера обртања точкова.

На месту контакта точка и подлоге јавља се тангентиона реакциона сила која има супротан смер од смера кретања возила и сила инерције, која има исти смер као и смер кретања возила. Уз помоћ тангентионе реакционе силе се уравнотежава компонента тежине возила  $G \cdot \sin \alpha$ , у случају када возило кочи на низбрдици.



Слика 1.1 Шема дејства сила и момената на кочени точак [1]

Ознаке на слици су:

$R_i$  [N] - Инерциона сила

$T_i$  [Nm] – Момент количине кретања обртних маса возила

$T_k$  [Nm] – Кочни момент

$T_r$  [Nm] – Момент трења у главчинама и преносном систему

$T_f$  [Nm] – Момент отпора котрљању

$X_k$  [N] – Тангентијална реакција тла настала под дејством кочења.

Уз претпоставку равнотеже хоризонталних сила  $\sum X_k = 0 \Rightarrow X_k = R_i$ .

Из једначине да је сума момената за тачку Т око тачке А једнака нули, добија се следеће:

$$\sum M_T^A = 0$$

$$R_i \cdot r_d + T_i - T_f - T_k - T_r = 0$$

(1.21)

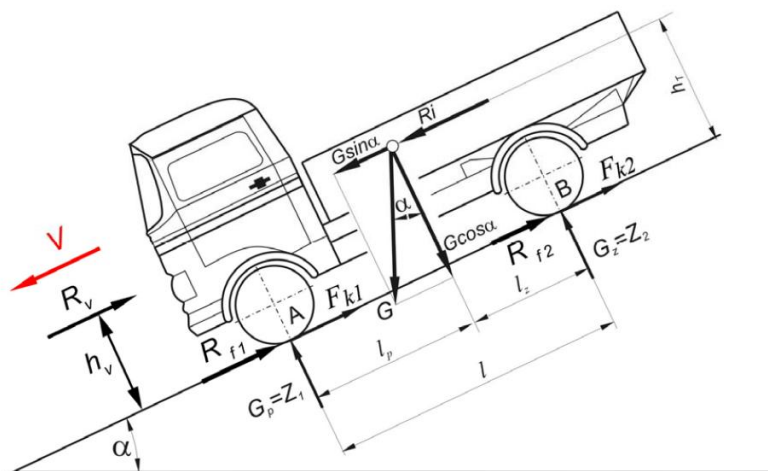
$$R_i = \frac{T_k + T_f + T_r - T_i}{r_d}$$

$r_d$  – полупречник точка.

Претпостављајући да је момент трења једнак нули ( $T_r = 0$ ), из једначине (1.21) добија се да је момент хоризонталне силе  $X_k \cdot r_d = T_k + T_f$ .

Максимална хоризонтална сила износи  $X_{kmax} = G \cdot \mu$ .

### 1.2.1 Максималне вредности силе кочења



Слика 1.2 Динамичке силе које делују на возило у току кретања [1]

Из равнотеже момената за тачку А (предњих точкова) добија се следеће:

$$\sum M_A = 0$$

$$Z_2 \cdot l - G \cdot l_p \cdot \cos \alpha \pm G \cdot h_t \cdot \sin \alpha - R_i \cdot h_t - R_v \cdot h_v = 0 \quad (1.22)$$

Из равнотеже момената за тачку В (задњих точкова) добија се следеће:

$$\sum M_B = 0$$

$$Z_1 \cdot l - G \cdot l_z \cdot \cos \alpha \pm G \cdot h_t \cdot \sin \alpha + R_i \cdot h_t + R_v \cdot h_v = 0 \quad (1.23)$$

Уз претпоставку да је  $h_v = h_t$  добија се следећи облик једначина:

$$\text{За предњу осовину } Z_1 = \frac{G \cdot l_z \cdot \cos \alpha + h_t (R_i - R_v \pm G \cdot \sin \alpha)}{l} \quad (1.24)$$

$$\text{За задњу осовину } Z_2 = \frac{G \cdot l_p \cdot \cos \alpha - h_t (R_i - R_v \pm G \cdot \sin \alpha)}{l} \quad (1.25)$$

Са *слике 1.2* се види да сума свих сила које делују на возило има следећи облик:

$$\sum X = 0$$

$$F_{k1} + F_{k2} + R_{f1} + R_{f2} + R_v - R_i \pm G \cdot \sin \alpha = 0 \quad (1.26)$$

Усвајајући да је:

$$F_{k1} + F_{k2} = F_k \quad \text{и} \quad R_{f1} + R_{f2} = R_f \quad \Rightarrow \quad F_k + R_f = R_i - R_v \pm G \cdot \sin \alpha \quad (1.27)$$

Увођењем једначине (1.27) у једначине (1.24) и (1.25) добија се следеће:

$$Z_1 = \frac{G \cdot l_z \cdot \cos \alpha + h_t (F_k + R_f)}{l} \quad (1.28)$$

$$Z_2 = \frac{G \cdot l_p \cdot \cos \alpha - h_t (F_k + R_f)}{l} \quad (1.29)$$

### ***Кочење само предњим точковима***

Максимална сила кочења за кочне точкове износи:

$$F_{k1max} = Z_1 \cdot \mu$$

Увођењем овог израза у једначину (1.28) добија се израз за максималну силу кочења на предњим точковима:

$$F_k = F_{k1} = G \cdot \cos \alpha \frac{l_z + h_t \cdot f}{l - h_t \cdot \mu} \quad (1.30)$$

### ***Кочење само задњим точковима***

Максимална сила кочења за кочне точкове износи:

$$F_{k2max} = Z_2 \cdot \mu$$

Уношењем овог израза у једначину **(1.29)** добија се израз за максималну силу кочења на предњим точковима:

$$F_k = F_{k2} = G \cdot \cos \alpha \frac{l_p - h_t \cdot f}{l + h_t \cdot \mu} \quad (1.31)$$

### ***Кочење свим точковима***

$$F_{kmax} = F_{k1} + F_{k2} = \mu (Z_1 + Z_2) \quad (1.32)$$

$$F_{kmax} = G \cdot \mu \cdot \cos \alpha$$

Сила кочења на предњој осовини износи:

$$F_{k1} = G \cdot \mu \cdot \cos \alpha \frac{l_z + h_t (\mu + f)}{l} \quad (1.33)$$

Сила кочења на задњој осовини износи:

$$F_{k2} = G \cdot \mu \cdot \cos \alpha \frac{l_p - h_t (\mu + f)}{l} \quad (1.34)$$

Однос кочних сила по осовинама гласи:

$$\frac{F_{k1}}{F_{k2}} = \frac{l_z + h_t (\mu + f)}{l_p - h_t (\mu + f)} \quad (1.35)$$

Коефицијент расподеле кочних сила је:

$$\beta_k = \frac{F_{k1}}{F_k} \Rightarrow F_{k1} = F_k \cdot \beta_k \quad \text{и} \quad F_{k2} = F_k (1 - \beta_k) \quad (1.36)$$

На основу израза (1.36) однос кочних сила износи:

$$\frac{F_{k1}}{F_{k2}} = \frac{l_z + h_t (\mu + f)}{l_p - h_t (\mu + f)} = \frac{\beta_k}{1 - \beta_k} \quad (1.37)$$

Коефицијент расподеле кочних сила има следећи облик:

$$\beta_k = \frac{l_z + h_t (\mu + f)}{l} \quad (1.38)$$

Када је коефицијент приањања већи од коефицијента котрљања ( $\mu > f$ ), коефицијент расподеле кочних сила добија следећи облик:

$$\beta_k = \frac{l_z + h_t \cdot \mu}{l} \quad \text{и} \quad 1 - \beta_k = \frac{l_p - h_t \cdot \mu}{l} \quad (1.39)$$

Силе кочења по осовинама у односу на укупну силу кочења имају следећу вредност:

$$F_{k1} = F_k \frac{l_z + h_t \cdot \mu}{l} \quad \text{и} \quad F_{k2} = F_k \frac{l_p - h_t \cdot \mu}{l} \quad (1.40)$$

### **Одређивање максималног успорења**

Када је у питању идеалан случај заустављања, односно када се занемаре отпори  $R_\alpha = R_v = 0$ , остаје само отпор који се јавља дејством силе инерције.

$R_\alpha$  - отпор нагиба пута

$R_v$  - отпор ваздуха.

Отпор инерције гласи:

$$R_i = m \cdot a \cdot \delta = F_k + R_f \quad (1.41)$$

Максимално успорење за случај кочења само предњим точковима износи:

$$F_k = F_{k1} = Z_1 \cdot \mu \rightarrow m \cdot a \cdot \delta = F_{k1} = G \cdot \cos \alpha \frac{l_z + h_t \cdot f}{l - h_t \cdot \mu} + G \cdot f \quad (1.42)$$

Ако је  $\cos \alpha = 0$  и како је  $G = m \cdot g$ , максимално успорење добија облик:

$$a_p = \frac{g}{\delta} \frac{(l_z \cdot \mu + l \cdot f)}{l - h_t \cdot \mu} \quad (1.43)$$

Максимално успорење за случај *кочења само задњим точковима* износи:

$$F_k = F_{k2} = Z_2 \cdot \mu \rightarrow m \cdot a \cdot \delta = F_{k1} = G \cdot \cos \alpha \frac{l_p - h_t \cdot f}{l + h_t \cdot \mu} + G \cdot f \quad (1.44)$$

Ако је  $\cos \alpha = 0$  и како је  $G = m \cdot g$ , максимално успорење добија облик:

$$a_z = \frac{g}{\delta} \frac{(l_p \cdot \mu - l \cdot f)}{l + h_t \cdot \mu} \quad (1.45)$$

Максимално успорење за случај *кочења свим точковима* износи:

$$m \cdot a \cdot \delta = G (\mu + f) \rightarrow F_k = F_{k1} + F_{k2} = G (\mu + f)$$

$$a = \frac{g}{\delta} (\mu + f) \quad (1.46)$$

Кочни коефицијент има следећи израз:

$$k_k = \frac{F_k}{m \cdot g} = \frac{m \cdot a}{m \cdot g} = \frac{a}{g} \quad (1.47)$$

Кочни коефицијент узима у обзир масу самог возила и силу кочења која се остварује на точковима, као и то да је он бездимензиона величина.

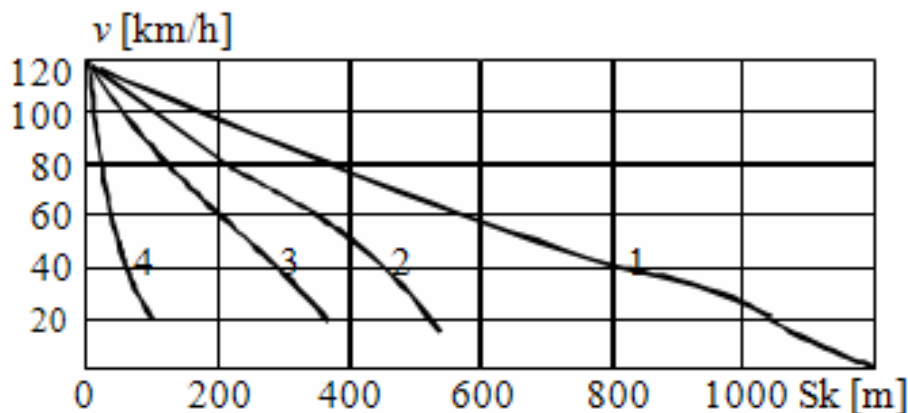
## 2.0 Конструктивна извођења и конструктивне карактеристике кочних система савремених друмских возила

Уређај за заустављање представља један од најважнијих система на возилу, посматрано са аспекта безбедности саобраћаја. Имајући у виду да је задатак уређаја за заустављање веома захтеван, на возило се уграђују следећи кочни системи:

- Радна кочница
- Помоћна кочница
- Паркирна кочница.

Процес кочења се остварује на тај начин што возач делује ногом или руком притиском на команду кочења. Појава трења између покретних и непокретних елемената кочнице настаје приликом активирања система за кочење [5].

Основни услов који треба сваки кочни систем да испуни је тај да уз максималну могућу ефикасност не угрози стабилност и управљивост возила приликом кочења, односно када се у току кочења не угрози стабилност кретања точка по подлози.



Слика 2.1 Зависност кочног пута од начина кочења [5]

Између подлоге и точка приликом кочења јавља се кочна сила која има правац супротан правцу кретања точка.

Ако је кочна сила једнака нули ( $F_k = 0$ ), возило ће се у том случају зауставити под дејством силе отпора котрљања (крива 1).

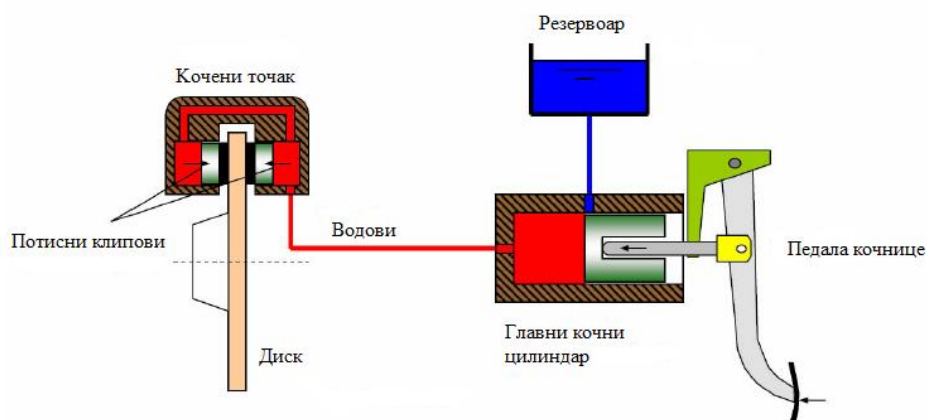
При кочењу мотором пут возила се знатно скраћује до потпуног заустављања, што је приказано кривом 2.

Повећање момента отпора на вратилу мотора условљава пораст ефекта кочења, који се остварује ако се искључи рад мотора и тада мотор ради као компресор (крива 3). Најбоље

ефекат кочења се може добити употребом посебног система за кочење возила чија је улога да делује непосредно на точкове или на једно од вратила трансмисије, који остварује знатну кочну силу  $F_k$ , што је приказано *кривом 4*.

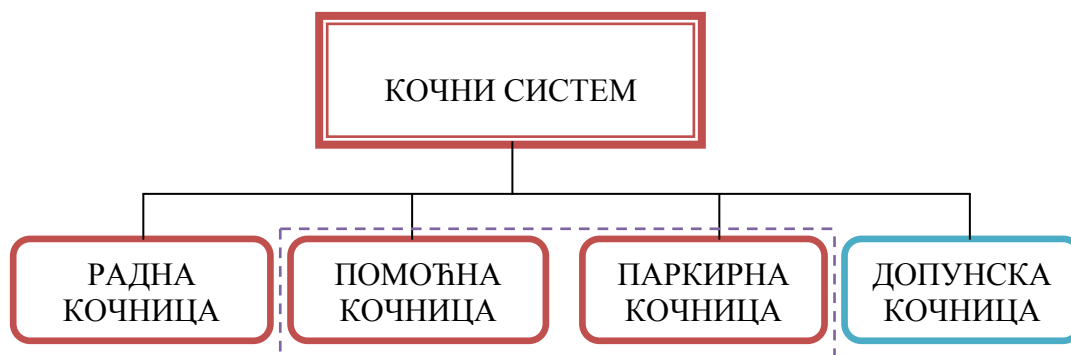
Кочни систем мора испунити следеће услове:

- Обезбедити минимални пут кочења или максимално успорење при наглом кочењу
- Обезбедити стабилност возила при кочењу
- Обезбедити потребан комфор путника приликом кочења
- Обезбедити добро функционисање кочног система и при учесталом кочењу
- Обезбедити дуг век трајања.



Слика 2.2 Кочни систем

Кочни систем представља сложени систем, састављен из више подсистема који обједињују већи број склопова и елемената, што је приказано *сликом 2.3*.



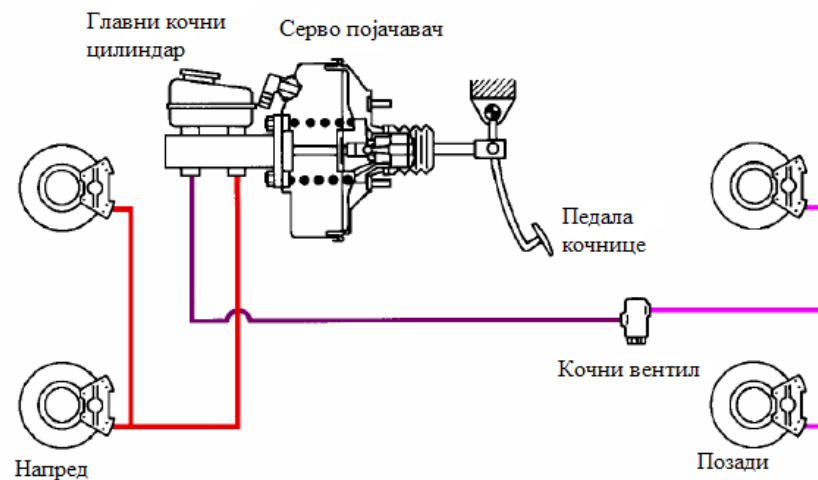
Слика 2.3 Структура кочног система

**Радна кочница** има улогу да обавља најважније задатке кочног система, то јест кочење возила максималним успорењем, као и све друге врсте кочења која су у мањој опасности.

Задатак **помоћне кочнице** је да обезбеди могућност кочења возила у случају да је дошло до отказа радне кочнице. Улога њеног постављања је ради повећања безбедности возила, као и у остваривању што бољих перформанси кочног система.

**Паркирна кочница** има задатак да обезбеди трајно заустављање возила, односно паркирно кочење. Она може преузети задатак и помоћне кочнице ако се њено активирање омогући и приликом кретања возила.

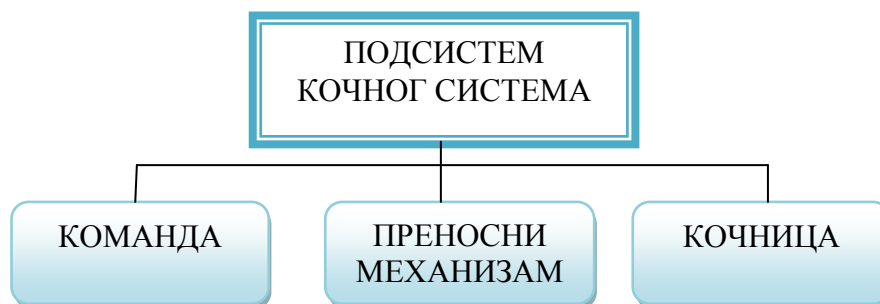
**Допунска кочница или успоривач** је намењена благом, дуготрајном кочењу при кретању возила на дужим падовима. Уколико возило поседује успоривач, он се обично користи и за сва друга блага успоравања, која се у многим случајевима остварују радном кочицом.



Слика 2.4 Шема кочног система

Сваки наведени кочни подсистем поседује исте функционалне компоненте:

- Команда
- Преносни механизам
- Кочница.



*Слика 2.5 Подсистеми кочног система*

Сваки подсистем мора да поседује своју команду, која је постављена тако да буде лако доступна возачу. Улога **команде** је активирање одговарајућег подсистема, односно помоћне, радне и друге кочнице.

Команда радне кочнице је конструисана као папучица постављена непосредно испред седишта возача, тако да њено активирање возач може да изврши без померања својих руку са точка управљача [3].

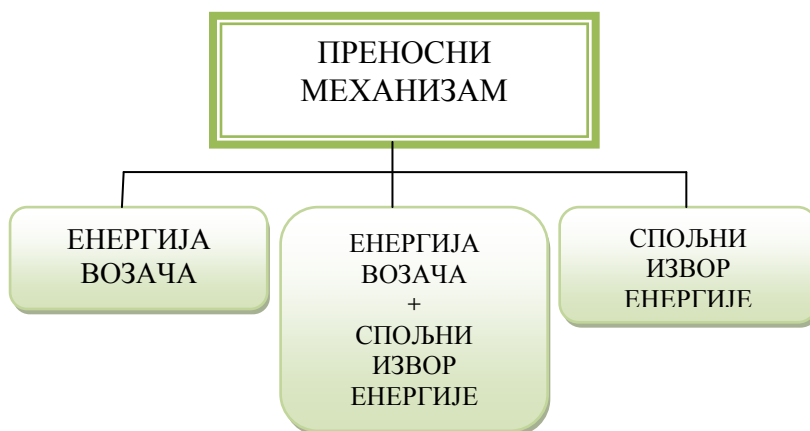
Команда за помоћну и паркирну кочницу је обично изведена у облику ручице, која је постављена уз седиште возача. Приликом њеног активирања возач користи једну руку, док другу држи на точку управљача.

Команда за допунску кочницу је најчешће изведена као ручна, у облику ручице или полуге, али често се изводи и као ножна команда и то непосредно уз команду радне кочнице, где је омогућено истовремено активирање.

Преносни механизми кочних система се изводе на више различитих начина.

У основи постоје три решења извођења преносног механизма:

- Преношење енергије возача
- Преношење енергије возача уз делимично коришћење спољног енергетског извора или резервоара
- Преношење енергије и других спољних извора, а на основу импулса који потичу од возача.



*Слика 2.6 Преносни механизми*

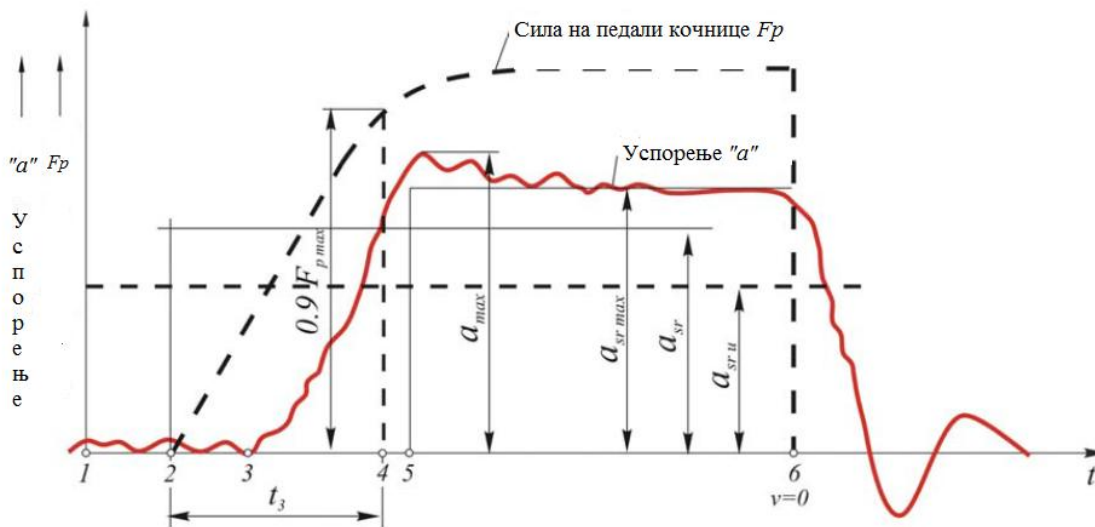
У зависности од врсте преносних елемената, преносни механизми могу бити:

- Механички
- Хидраулички
- Пнеуматски
- Комбиновани.

**Преносни механизам** има улогу да добијени импулс од команде пренесе до извршног органа, односно кочнице.

## 2.1 Процес кочења

Кочење возила се може вршити са искљученом или без искључене спојнице, али притом се мора нагласити да кочење са укљученом спојницом одговара режиму успоравања, док кочење са искљученом спојницом одговара снажним кочењима.



**Слика 2.7** Пример једног дијаграма кочења [1]

Са дијаграма се може видети, да сила на команди кочног система почиње да расте са одређеним закашњењем у односу на тренутак у коме кочење треба почети, на пример појава неке препреке на путу. Ово је на дијаграму приказано *тачком 1*. Након тога, сила на команди расте у одређеном тренутку, где се са закашњењем јавља и успорење возила. Као и сила на команди тако и успорење почиње постепено да се повећава.

Прописима је утврђено да од почетка деловања на команду кочног система (почетак притиска на педалу кочнице), односно од тренутка када притисак у најудаљенијем кочном цилиндру постигне 10% своје максималне вредности па до тренутка када овај притисак постигне 75% максималне вредности, не сме да протеку више од 0,6 секунди.

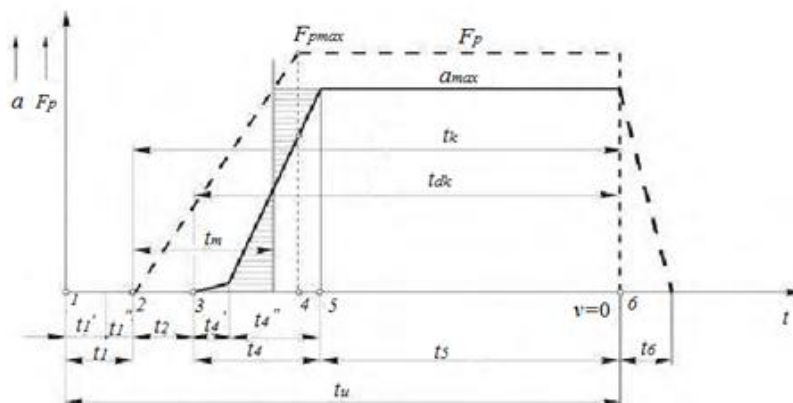
Из сличних разлога се захтева да време одзива ваздушнoг система механизма приколице не сме бити веће од 0,4 секунди, с тим да одзив одговарајућег дела механизма на вучном возилу тада може износити највише 0,2 секунде.

На основу овако дефинисаних времена реакције система кочења, постоје и различите дефиниције средњег успорења (средње максимално успорење, средње успорење и укупно успорење).

Средње максимално успорење ( $a_{srmax}$ ) односи се на време активног дејства максималне силе кочења ( $t_5$ ).

Средње успорење ( $a_{sr}$ ) односи се на укупно време кочења  $t_k$ .

У пракси се највише користе дефиниције средњег максималног и укупног средњег успорења.



Слика 2.8 Упростиђени дијаграм кочења [1]

Са горе, наведеног дијаграма, се могу уочити поједини карактеристични интервали времена, којима се објашњава потпуни процес кочења. На основу претходна два дијаграма, процес кочења је представљен на следећи начин [1].

**Тачка „1“** је карактеристична по томе, што се у њој јавља потреба за кочењем, као и то, да је у тачки „1“  $t = 0$ . То се може описати тако што је возач у том тренутку проценио да треба зауставити возило и то на што краћем растојању. Време од тренутка када возач уочи препреку до тренутка када почиње да делује на команду кочног система назива се време реаговања возача. Ово време је на дијаграму означено са  $t_1$ .

Време реаговања возача се састоји из два временска периода, односно времена  $t_1'$  у коме возач уочава да треба да кочи и времена  $t_1''$  које представља период од премештања ноге са педале гаса на педалу кочнице.

У тачки „2“ после времена реаговања возача, сила на команди  $F_p$  почиње постепено да расте, у зависности од брзине активирања команде.

**Тачка „3“** објашњава процес када возило почиње да успорава у односу на појаву силе на команди, али са одређеним закашњењем. Ово закашњење представља време одзива кочног система и на слици 2.8 означено је са  $t_2$ .

Време активирања кочног система је на слици 2.8 представљено као  $t_4$  и оно садржи два временска периода време  $t_4'$  које означава завршну компоненту одзива кочног система и време  $t_4''$  које одговара порасту силе на команди ( $F_p$ ).

**Тачка „4“** означава да у том делу сила на команди достиже своју највећу вредност и то, после времена активирања команде  $t_3$ , приказано на слици 2.8.

Максимално успорење се постиже после истека временског интервала  $t_4$ , што објашњава тачка „5“.

Кочење добијено уз помоћ максималног успорења и максималне силе на команди остварује се све до заустављања возила. То је приказано тачком „6“, односно временом  $t_5$ .

Када возач престаје да делује на команду, сила на команди достиже скоро вредност нула.

Време откочивања је означено као време  $t_6$  и оно представља тренутак када успорење постепено опада.

Процес кочења се остварује са силама и успорењима који се мењају током времена.

## 2.2 Стабилност возила при кочењу

При изразито великим кочењима возач настоји да у што краћем временском року заустави возило и у том случају кочне силе на точковима могу достигнути границу приањања. У том тренутку долази до блокирања точкова.

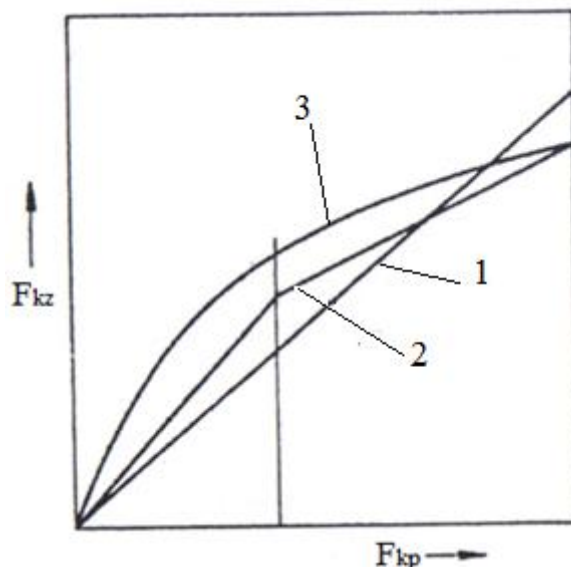
До губитка стабилности може доћи и због поремећаја момента који изазива неједнаке силе на точковима једне осовине.

Најбољи случај је тај да уопште до блокирања точкова и не дође. Међутим, ако се то ипак догоди, боље је да блокирају прво предњи точкови јер тиме постоји мања могућност за превртањем возила.

Један од најсигурнијих начина за обезбеђивање стабилности возила при кочењу је спречавање појаве блокирања кочених точкова. Ово се постиже посебним против-блокирајућим уређајима и конструкцијом кочног система.

Један од недостатака система за аутоматску регулацију кочних сила је њихова цена, то јест што су они релативно скупи и што се још увек не примењују на моторним возилима, осим у посебним случајевима, односно по посебној поруџбини.

Да би расподела кочних сила била што приближнија идеалној користе се разни „коректори“ чија је улога да делимично задовоље захтеве идеалне расподеле.



Слика 2.9 Карактеристика једног коректора [2]

Са *слике 2.9* може се уочити да линеарна расподела се прелама у одређеној тачки, где се остварује при одређеној вредности успорења или при одређеном притиску у преносном механизму [2].

Линија (1) са *слике 2.9* представља константну расподелу кочних сила на предњим и задњим точковима возила. При повећању силе кочења на точковима предње осовине сразмерно се повећава и сила кочења на точковима задње осовине.

То означава да је однос кочних сила на предњој и задњој осовини исти. Овај случај није погодан за нагла успорења возилом јер би претходно блокирали задњи точкови и тиме би се нарушила стабилност возила.

Линија (2) представља расподелу кочних сила са коректором кочења. За одговарајућу вредност силе кочења на предњој осовини, у одговарајућем односу се врши расподела кочне силе на задњој осовини. При даљем повећању кочне силе на предњој осовини сила кочења на задњој осовини се такође повећава, али са мањим интензитетом јер је ограничена уз помоћ коректора кочења. У екстремним случајевима, када је извршено нагло кочење, максимално успорење возила, точкови на задњој осовини су мање оптерећени за разлику од предњих. Да би се спречило блокирање задњих точкова уз помоћ коректора кочења се ограничава сила кочења на тој осовини. Ово је најједноставнији начин ограничавања силе кочења између осовина и могућност одржавања сигурне стабилности возила.

Линија (3) представља најидеалнији случај расподеле кочних сила при чему се максимално може искористити коефицијент приањања точкова и тиме добити максимална кочна сила на точковима обе осовине. Овај случај у пракси је тешко изводљив али се увек томе тежи.

Расподела са коректором кочења тежи идеалној расподели кочних сила, што је и приказано *сликом 2.9*.

Важно је истаћи да се при конструисању атхезионих кривих морају узети у обзир и регулатори кочних сила, односно коректори кочења, уколико су уграђени у кочни систем. Коректори имају задатак да кочне моменте на појединим кочницама, односно точковима, ускладе са расположивим приањањем. Ови регулатори, односно коректори кочења су најчешће ограничених могућности и обезбеђују регулацију кочних сила само у одређеном степену то јест при одређеним променама кочних сила. Са претходне слике се може видети да се линеарна карактеристика ломи у одређеној тачки, што се остварује при одређеном притиску у преносном механизму или приликом успорења.

Корекција се обично остварује ограничавањем кочних сила на задњим точковима, док се у предње точкове доводи максималан притисак, који је диктиран силом са педале кочнице.

Постоји више различитих конструкција коректора, односно уређаја за кориговање закона расподеле кочних сила између предњих и задњих точкова.

Одређена решења могу се оцењивати и разврставати према неким основним обележјима, од којих су следећа: регулишући параметар то јест величина на основу које се врши регулисање и карактер измене расподеле кочних сила по осовинама.

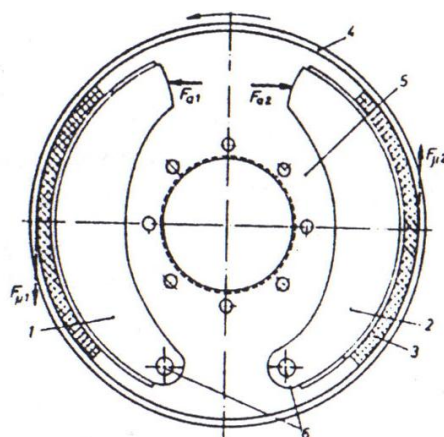
За све кочне системе, без обзира да ли се користи коректор или не и код којих не постоји могућност вршења аутоматске регулације кочних сила, потребно је веома добро одабрати расподелу кочних сила, од чега зависи који ће точкови пре блокирати и при којим успорењима.

## 2.3 Кочнице

### 2.3.1 Добош кочнице

Добош кочнице представљају типичан пример радијалне кочнице, код које нормалне силе на фрикционој површини делују у правцу радијуса добоша. Силе притиска на фрикционој површини делују као носачи фрикционих облога са унутрашње стране добоша, односно папуче.

Добош кочнице се могу конструкцијски решавати на разне начине, а једно од најједноставнијег решења је кочница простог дејства, то јест *симплекс кочница*.



**Слика 2.10** Шема симплекс кочнице 1, 2 – папуче, 3 – облога, 4 – добош, 5 – носач папуча, 6 – осовиница.

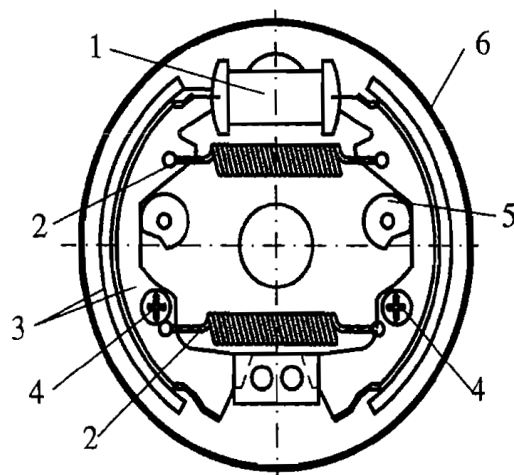
Активирање папуча врши се силама  $F_{a1}$  и  $F_{a2}$ , које делују на супротним крајевима обе папуче.

**Папуча „1“** се назива „наилазна“, јер сила активирања исте папуче, односно сила  $F_{a1}$  има за дати смер обртања добоша исти карактер у односу на ослонац папуче.

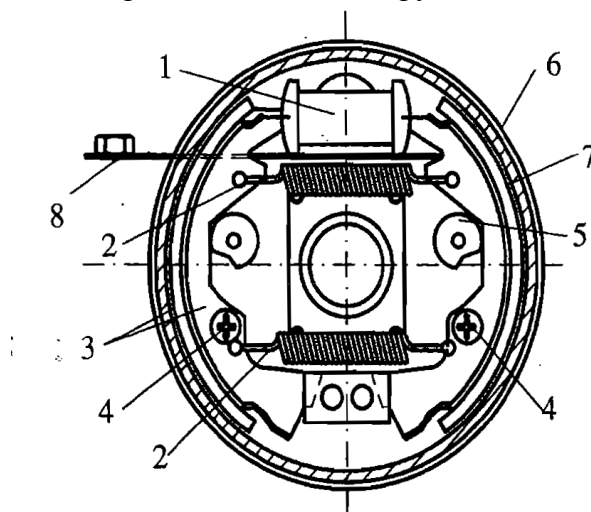
**Папуча „2“** је позната под називом „силазна“, јер су моменти силе активирања и силе трења осовинице супротног смера.

Папуча „1“, односно наилазна папуча је позната по томе што је оптерећенија више него силазна па самим тим долази до бржег хабања њене облоге.

Битно је нагласити да приликом кретања возила уназад мења се и карактер папуча, односно наилазна постаје силазна и обрнуто.



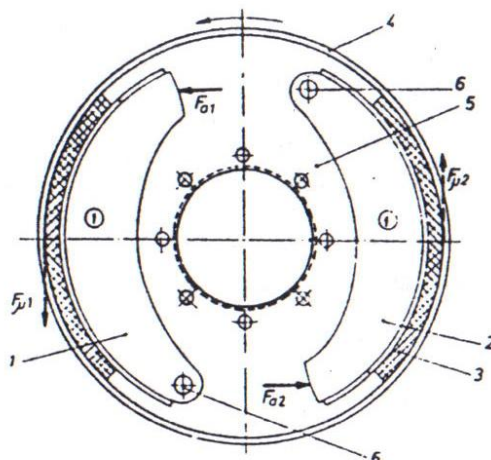
**Слика 2.11** Предња добош – кочница (смплекс) 1 - кочни цилиндар, 2 – повратна опруга, 3 – папуча с облогом, 4 – тањирић, осовиница и опруга, 5 – ексцентар, 6 – носач кочнице.



**Слика 2.12** Задња добош – кочница (смплекс) 1 - кочни цилиндар, 2 – повратна опруга, 3 – папуча с облогом, 4 – тањирић, осовиница и опруга, 5 – ексцентар, 6 – носач кочнице, 7 – добош кочнице, 8 – полука са осовиницом за остварење везе с командом ручне кочнице.

Кочнице које су простог дејства могу се активирати на више начина, на пример помоћу механичких или хидрауличких механизма. Механички механизми се често могу командовати пнеуматски, па онда смплекс кочнице постају врло једноставне [3].

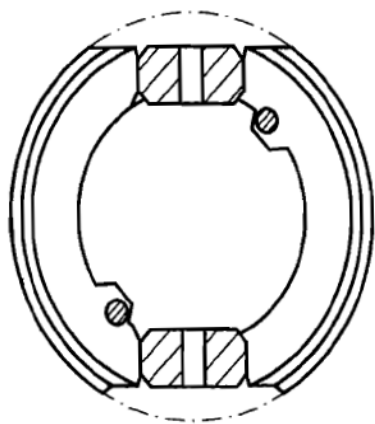
Дуплекс кочнице или кочнице двоструког дејства су добош кочнице код којих су обе папуче наилазне, односно за исту силу активирања остварују веће кочне моменте.



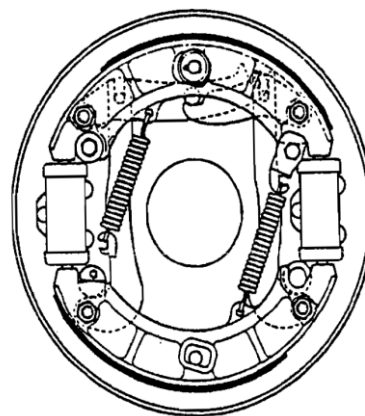
Слика 2.13 Шема дуплекс кочнице

Код дуплекс кочнице ослањање и активирање папуча врши се на њиховим супротним крајевима, једна папуча се активира, а друга се ослања. При кретању возила уназад, остварени кочни момент је знатно нижи него код симплекс кочнице, јер промена смера добоша мења и карактер кочних папуча. За ово се може рећи да је један од већих недостатака кочница двоструког дејства. Међутим, ово се може решити коришћењем кочнице обостраног двоструког дејства, то јест, дуо-дуплекс кочнице, где се обе папуче ослањају на супротним крајевима у односу на смер обртања добоша [3].

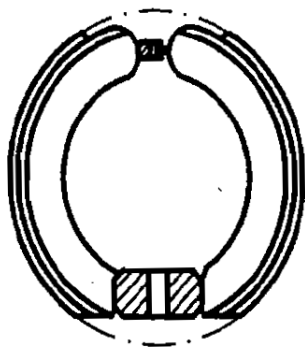
Дуо-дуплекс кочнице дају високе кочне моменте за исту силу активирања. Недостатак ових кочница је тај што је кочни момент праћен већом осетљивошћу на промене коефицијента трења.



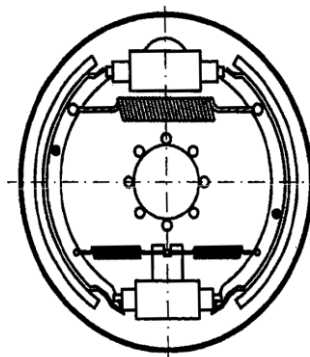
Слика 2.14 Шема дуо-дуплекс кочнице



Слика 2.15 Дуо-дуплекс кочница

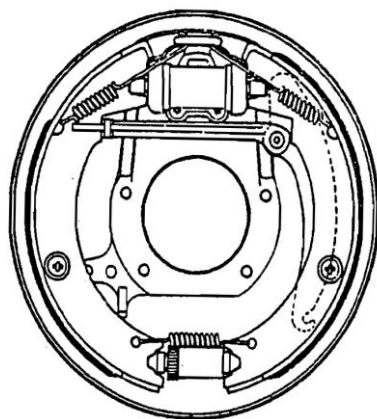


*Слика 2.16 Шема кочнице са серво дејством (серво кочнице)*



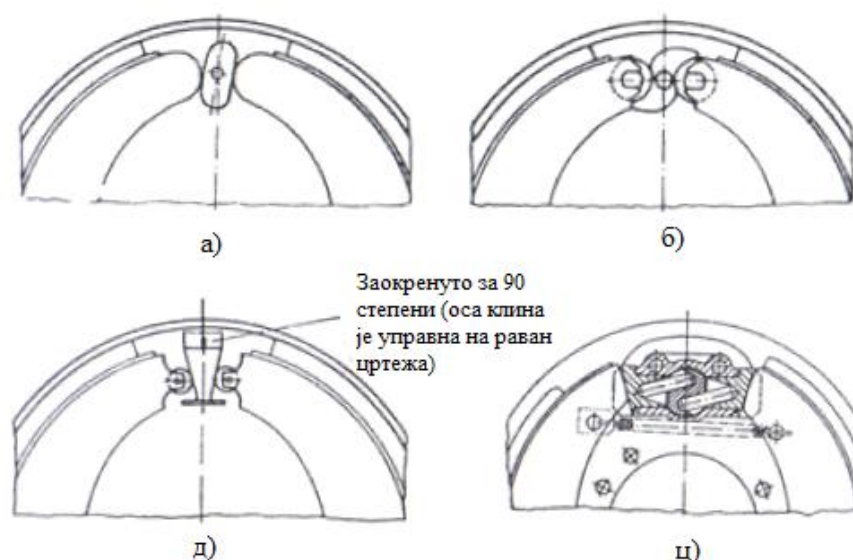
*Слика 2.17 Серво кочница*

Када се возило креће уназад, серво кочница се у том случају не употребљава, па се из тог разлога примењује решење система активирања и ослањања које омогућује да обе папуче буду увек наилазне. Ово решење је познато под називом *серво-кочнице обостраног типа* или *дуо-серво кочнице*.



*Слика 2.18 Дуо-серво кочница*

Механизми за активирање папуча, односно кочнице, могу се изводити као механички или хидраулички.



Слика 2.19 Основна извођења механичких механизма за активирање папуча [3]

На слици 2.19 приказана су основна извођења механичких механизма који се користе и код механичких и код пнеуматских кочница.

Прве две конструкције представљају механизме са брегом под а) са равним брегом, под б) са брегом који је облика „S“. Под ц) је представљена конструкција са кулисним механизмом, а под д) је приказан механизам са клином.

Код наведених конструкција брег се налази на вратилу који преко одговарајуће полуге добија информацију момента потребног за активирање кочнице.

Под случајем б), код механизма са брегом облика „S“, ваљчићи на врховима папуча нису неопходни, односно могу се изоставити.

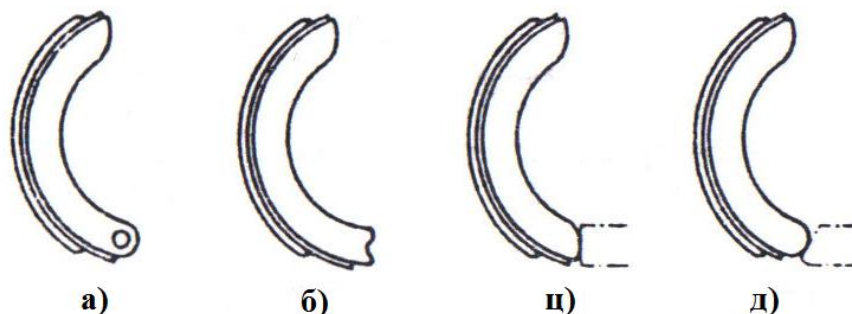
Механизми са клином се могу реализовати на више начина и то на пример, ваљчићи могу бити везани за клин, а могу бити и изостављени.

Кочни цилиндар је чврсто везан за носач папуча. У њему се налазе један клип (дуплекс кочнице) или два клипа (симплекс и дуо-дуплекс кочнице), преко којих се помоћу хидростатичког притиска делује непосредно на папуче.

За паркирну односно помоћну кочницу која се активира хидраулички користе се посебни механички механизми. Ти посебни механички системи се користе само у случајевима када је реч о системима код којих се и за паркирно кочење користи иста кочница.

Посебни механички механизам не сме да омета функцију радне кочнице као и то да мора бити независан од механизма који се користи за радно кочење.

Код симплекс кочнице папуче се могу ослањати, поред две непокретне осовинице које су везане за носач папуче и на једну централну осовиницу.

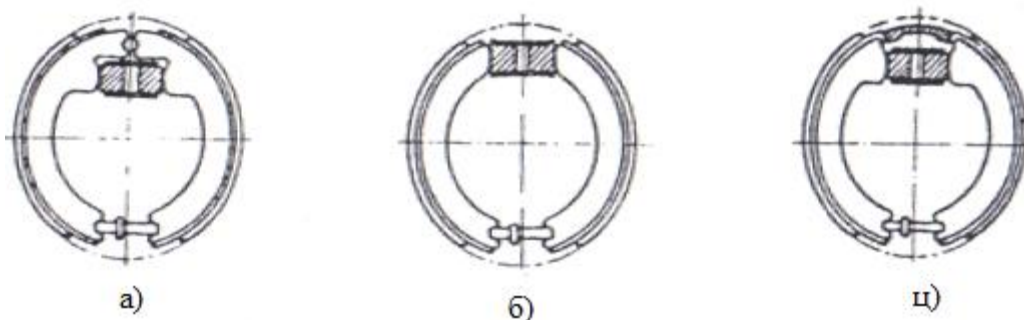


Слика 2.20 Најчешћи облици папуча

Папуча представљена под а) на претходној слици, припада кочници са две осовинице, за сваку папучу посебно. Под б) је представљена конструкција код које се обе папуче ослањају о једну централно постављену осовиницу.

Папуче означене под ц) и д) су карактеристичне по томе што се ослањање врши на већој површини ослоначног елемента. У овом случају се ради о клизним ослонцима, који поред ротације папучама омогућавају и translацију по површини ослањања.

За посебан начин ослањања се може рећи да се примењује код кочница са обостраним дејством, то јест код дуо-дуплекс и дуо-серво.



Слика 2.21 Положај ослонаца папуча дуо-серво кочнице

На слици 2.21 је приказана промена положаја ослонаца папуча дуо-серво кочнице код хидраулички активираних кочница и то на више начина.

За конструкцију под а) на централно постављеној осовиници ослања се једна или друга папуча, зависно од смера обртања.

Шема под б) описује да се клип који се налази уз другој наилазној плочи увлачи у цилиндар и својим проширеним делом належа на кућиште.

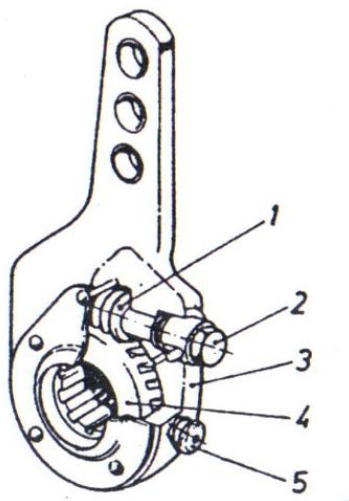
Конструкција под ц) је примењива у честим ситуацијама и за ову шему је битно да се за ослањање папуче користи један посебно обликовани елемент. Тај елемент је постављен изнад кочног цилиндра на који се ослања папуча. Папуча за дати смер обртања добија карактер друге наилазне папуче.

Посебан проблем код свих добош кочница је истрошење кочних облога. Подешавање кочнице у циљу компензације истрошења облоге може се вршити на два начина и то:

- Ручно
- Аутоматски.

Системи ручног подешавања су једноставне конструкције и као такви се увек користе када се потреба за подешавањем јавља често, односно када су периоди између два подешавања довољно дуги. Међутим, код већине кочница ово није могуће остварити, јер је познато да се ово односи на кочнице великих маса. Код ових система, са спољне стране добош кочнице врши се окретање зупчастог точка. На тај начин се преко двоструког навојног пара изазива аксијално померање притискивача папуча, то јест повећање распона ослонаца. Контрола и подешавање зазора врши се периодично.

Механизми за ручно подешавање код добош кочнице са механичким активирањем могу се решити на више начина, односно свде се на промену дужине командне полуге.



**Слика 2.22** Пример решења за пнеуматско активирање полуга са пужним механизмом  
1 – пуж, 2 – навртка, 3 – куглица, 4 – пужни точак, 5 – мазалица.

На **слици 2.22** је приказано решење које се користи за пнеуматско активирање полуга са пужним механизмом.

Пужни точак се налази на ожљебљеном делу вратила брега и спрегнут је са пужем.

Када навртка почиње да се окреће преко механизма слободног хода са куглицом, пуж закреће пужни точак и остварује подешавање брега према папучама. Подмазивање механизма врши се мазалицом.

Уређаји за аутоматско подешавање, поред тога што су сложенији, често су и непоуздани у раду. Они представљају дискретан систем регулације.

Унутар механизма налази се сабијена опруга, чија се енергија користи за регулацију. Ако је зазор између добоша и кочних облога мањи од померања, односно корака, не врши се заокретање, односно регулација. Након достизања одређене вредности зазора, елемент са унутрашњим навојем извршиће одговарајуће заокретање под утицајем напегнуте опруге. Механизми за аутоматску регулацију имају предност у односу на механизме са ручним подешавањем из разлога што не захтевају периодичну контролу зазора и периодично подешавање.

Величину зазора између облога и добоша прописује произвођач. Поузданост и радни век кочница у знатној мери зависе од равномерности хабања фрикционих елемената. Равномерна расподела притиска на фрикционим површинама утиче на равномерно хабање, постизање максималних перформанси кочница и друго.

Конструктивно решење добош кочнице утиче на расподелу кочних момената односно површинског притиска на папучама.

Код симплекс кочнице, истрошење облоге наилазне папуче је знатно веће него код силазне папуче због неједнаке силе притиска на додирним површинама.

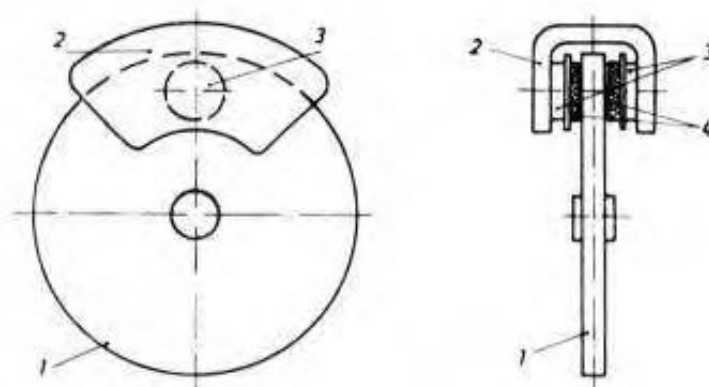
Еластичне деформације добоша знатно утичу на расподелу притиска по лучној дужини фрикционе облоге, као и то да умањују кочни момент који развиј кочница преко два пута.

### 2.3.2 Диск кочнице

Диск кочнице се могу конструкцијски изводити на више начина, од којих су основна:

- Диск кочница са стегом и делимичним захватом површине диска
- Ламеласти диск кочница са пуним захватом.

Основно извођење диск кочница је заправо диск кочница са стегом, која је приказана на *слици 2.23*.



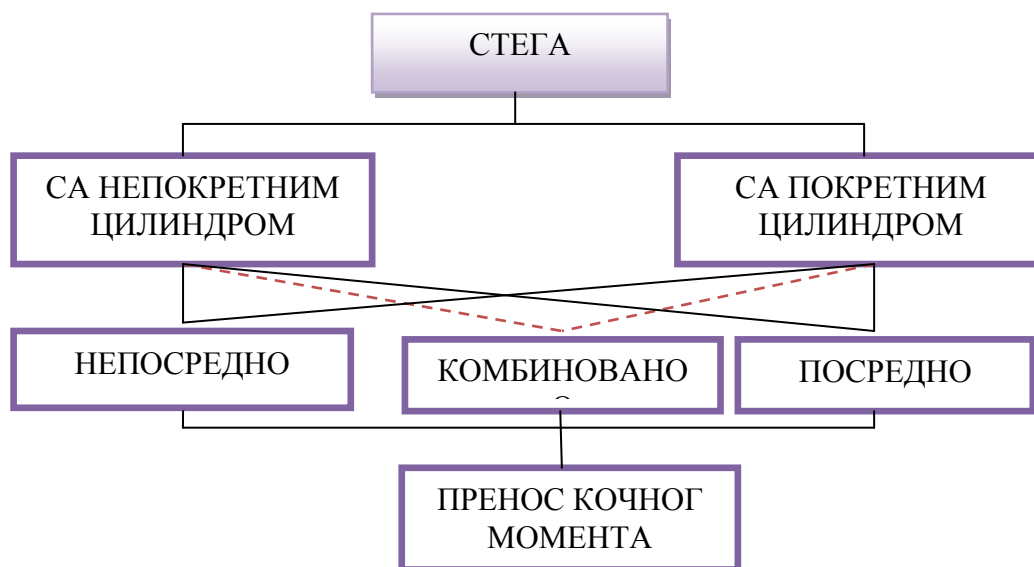
**Слика 2.23** Основно извођење диск кочнице 1 – диск кочница, 2 – стега, 3 – механизам, 4 – фрикциони материјал.

За овај случај, диск кочница је везана са точком, а стега је чврсто везана за елементе носеће структуре, то јест иста је непокретна.

Механизам помоћу кога се остварује притисак на фрикциони диск је смештен у стеги. Овај механизам може бити механички (пнеуматски) и хидраулички. Притисак на диску се остварује преко плочица које су обложене фрикционим материјалом.

Највише примењива конструкцијска извођења диск кочница је диск кочница са хидрауличким активирањем.

На *слици 2.24* је приказан начин везивања кочног цилиндра, односно хидрауличног механизма за активирање кочница и то на више различитих начина.



**Слика 2.24** Везивање кочног цилиндра, односно хидрауличног механизма

Са слике се може видети да постоје две врсте стега:

- Круте (са непокретним цилиндром)
- Померљиве (са покретним цилиндром)

Хидраулички цилиндар код крутих стега је непосредно и круто везан за стегу, а преко ње и за носећу структуру. Ова стега у односу на диск увек има стални положај, конструкцијски дефинисан.

Поред наведеног, постоје стеге код којих је кочни цилиндар покретан према диску, што значи да се у овом случају стега подешава према диску. Ово представља конструкцију са померљивим стегама, које се у данашње време све више користе.

Предност ове конструкције се огледа у томе што постоји могућност да се стега подешава према диску, нарочито у вези са истрошењем фрикционих облога, што омогућава равномерније истрошење, а самим тим продужује и век трајања.

Осим предности у покретљивости дела стеге, постоји још једна предност која се огледа у преношењу кочног момента на структуру возила.

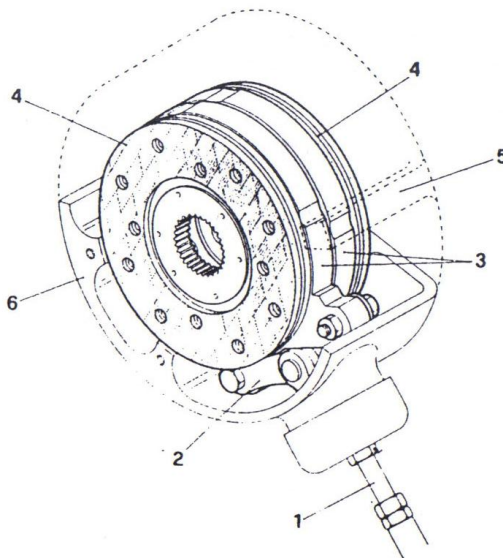
У овом случају разликују се три могућа решења:

- Конструкције које обезбеђују преношење кочног момента са фрикционих плочица и њихових носача на непокретне делове возила
- Конструкције које преносе кочни момент делимично и преко кочног цилиндра
- Конструкције које омогућују пренос кочног момента у потпуности преко кочног цилиндра.

Са *слике 2.24* се може видети да се обе конструкције стеге могу решавати на било која од три понуђена начина. Круте стеге су изведене обично са непосредним и посредним преносом, а ређе са комбинованим преносом кочног момента.

Ламеласте диск кочнице се првенствено користе код трактора и других радних возила. У односу на диск кочнице са стегом, ламеласте кочнице остварују веће кочне моменте за исту силу активирања. То се може навести као њихова предност, посебно код возила где је потребна само енергија возача, па је зато њихова примена највише заступљена код трактора, где су преносни механизми кочних система чисто механички.

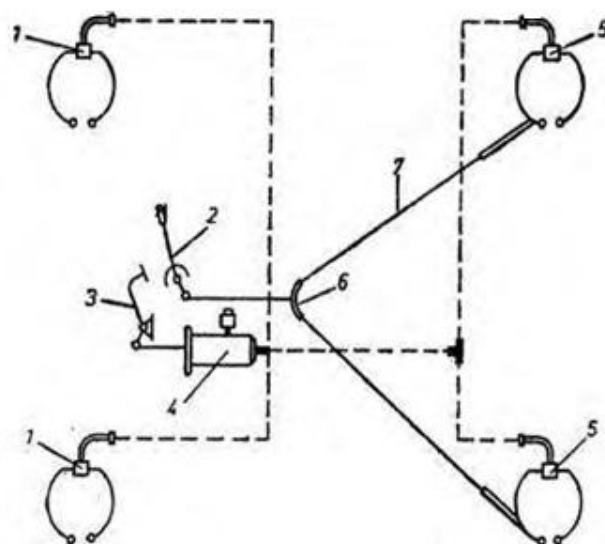
Мана ових кочница је велика осетљивост на промене коефицијента трења. На *слици 2.25* је приказан изглед ламеласте кочнице, чија се уградња врши код пољопривредних трактора.



Слика 2.25 Ламеласта кочница

### 2.3.3 Механички преносни механизми

Механички преносни механизми представљају најједноставнија и најјефтинија решења. За њих се може рећи да су поуздани, али и поред тога захтевају посебну пажњу о одржавању по питању корозије. Главна предност им је та што омогућавају трајну заоченост возила, односно кочно дејство им се не мења током времена. Из овог разлога спадају у обавезне и основне механизме паркирне кочнице.

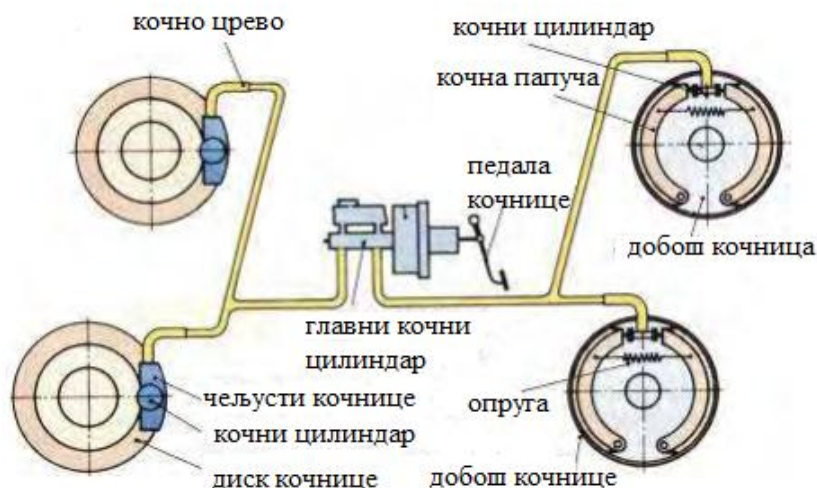


**Слика 2.26** Приказана је шема извођења механичког преносног механизма паркирне кочнице једног путничког возила 1 – предњи точак, 2 – ручица ручне кочнице, 3 – ножна команда, 4 – главни кочни цилиндар, 5 – задњи точак, 6 – затега, 7 – уже.

Активирање кочница за паркирно кочење може се остварити и дејством сабијене опруге, односно помоћу опружних акумулатора. Ови уређаји се често повезују са пнеуматским кочним цилиндрима у комбиноване цилиндри. Том комбинацијом они омогућавају активирање кочница малим силама [1].

### 2.3.4 Хидраулични преносни механизми

Хидраулични преносни механизми кочних система су сложеније градње и као такви представљају хидростатичке системе.



Слика 2.27 Функционална шема хидрауличног преносног механизма [1]

Са *слике 2.27* се види да се сила на педали преноси на главни кочни цилиндар, а даље се разводи преко две независне гране, на предње диск кочнице и задње добош кочнице.

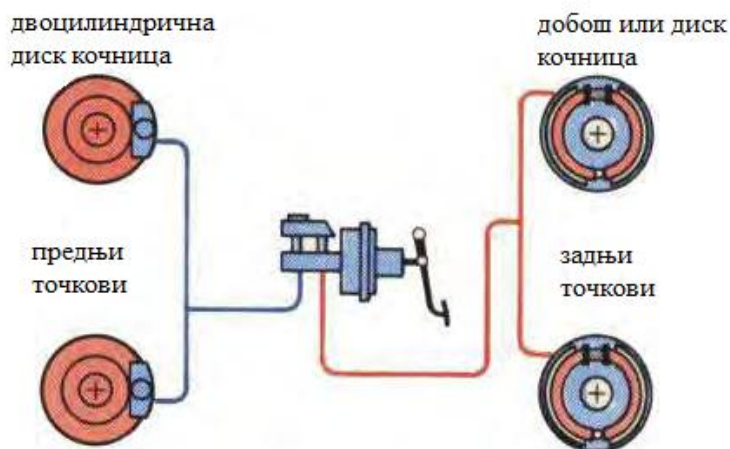
На претходној слици је приказан хидраулични разводни механизам са два независна кочна круга (кочни круг предњих кочница и кочни круг задњих кочница), тако да у случају отказивања једног кочног круга други је и даље у функцији, што значи да возило има могућност за кочење али са смањеним перформансама кочења.

*Принцип рада је следећи:*

Притиском ноге на педалу кочнице повећава се притисак у главном кочном цилиндру, па се на тај начин, исти равномерно распоређује до радних кочних цилиндара. У тим цилиндрима се клипови размичу и делују на кочне елементе у кочницама.

Код возила новије генерације као предње кочнице се користе диск кочнице, а на задњим диск или добош кочнице. Примена добош кочнице омогућује лакше остваривање дејства паркирне кочнице.

Хидраулични системи раде са притисцима од 120-200 bar, што зависи од кочног цилиндра, односно хода клипа у главном кочном цилиндру.



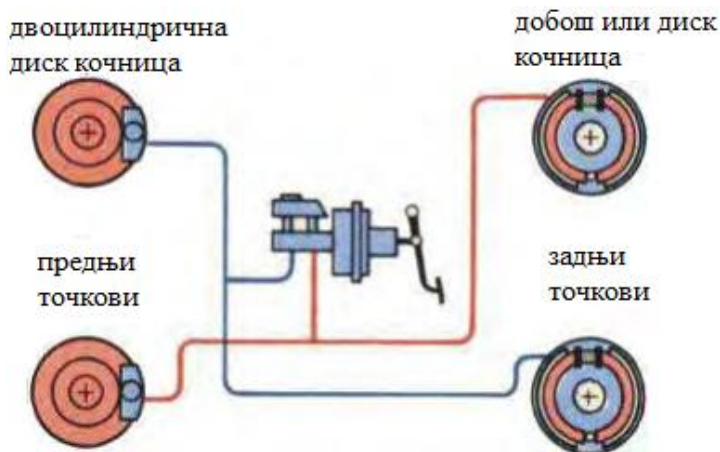
**Слика 2.28** Функционална шема двокружног система са две независно различите гране

Двокружни кочни системи се конструишу на три начина:

- Са две независно различите гране
- Као дијагонални систем
- Као троугаони систем.

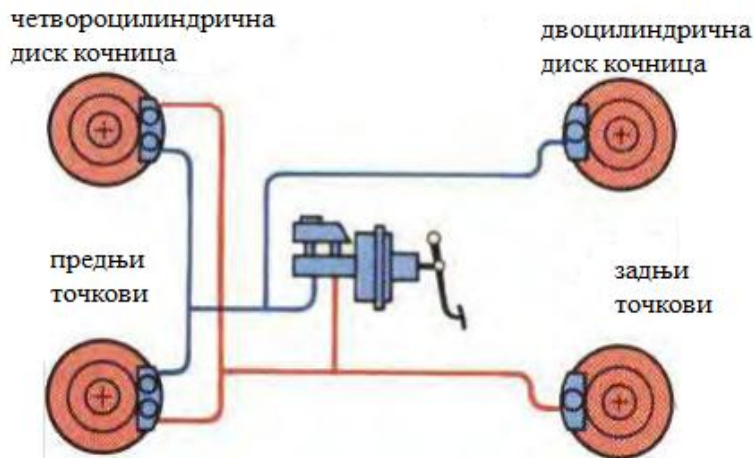
Систем са две називисно различите гране је карактеристичан по томе што једну грану чине кочице предњих, а другу грану кочице задњих точкова. Расподела кочних сила по осовинама је могућа у свим односима, што зависи од расподеле тежине. Расподела кочних сила код теретних возила је у односу најчешће 70% : 30% [1].

Дијагонални систем представља независно кочење по два точка, с тим што су у једном кругу увек по један предњи и један задњи точак. И код овог система је могуће остваривање различитих сила кочења.



**Слика 2.29** Функционална шема двоструког дејства са дијагоналном расподелом

Троугаони систем се примењује код вишецилиндричних диск кочница (од два до четири цилиндра), што представља могућност да оба круга увек делују на оба предња точка и на по један задњи точак.



*Слика 2.30 Функционална шема двоструког дејства са троугаоном расподелом*

### 2.3.5 Пнеуматски преносни механизми

Пнеуматски преносни механизми су механизми са пуним серво дејством, слични одговарајућим хидрауличким механизмима. Њихова улога је обезбеђивање активирања кочница искључиво помоћу спољњег енергетског извора, то јест сабијеног ваздуха. Ови механизми обезбеђују бољи одзив кочница, али недостатак им је што су мање безбедни. Пнеуматски преносни механизми су сложене конструкције и сачињава их већи број уређаја и компонената који су такође сложене градње. Њихова структура зависи од врсте возила и њихове намене.

Основу свих пнеуматских преносних махазама чини подсистем за припрему сабијеног ваздуха. У овај систем спада, пре свега, компресор који добија погон од мотора са унутрашњим сагоревањем возила.

Код возила која су опремљена пнеуматским кочним системима, морају да постоје контролни прикључци за испитивање притиска ваздуха ради одређивања сила кочења на свакој осовини у току коришћења возила и то:

- У сваком независном кругу кочног система, на најближем и најприступачнијем месту најнеповољније постављеног кочног цилиндра са становишта мерења времена одзива

- Код кочних система у којима постоје уређаји за модулацију притиска, испред и иза овог уређаја, на најближем доступном месту. Ако је овај уређај пнеуматски управљан, потребно је да постоји допунски контролни прикључак због симулирања оптерећеног стања. Међутим, уколико овај уређај не постоји, довољан је један контролни прикључак који треба бити еквивалентан напред поменутом прикључку постављеном иза регулатора.

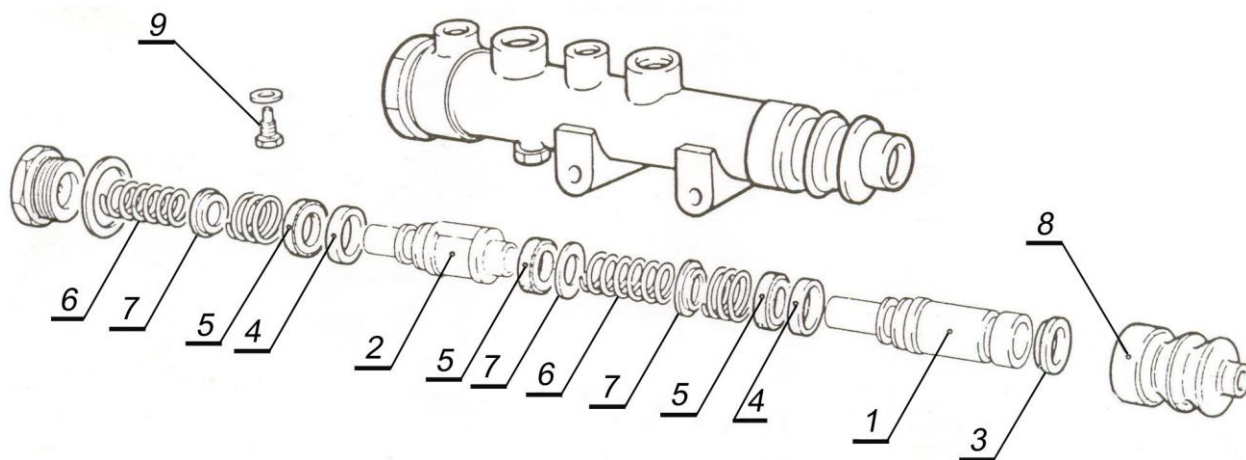
Контролни прикључци требају бити тако постављени да имају могућност лаког приступа и то:

- На најближем и најприступачнијем месту код најнеповољнијег постављеног уређаја за смештај енергије
- У сваком независном кругу кочног система, како би се омогућила провера улазног и излазног притиска целог преносног вода.

### 3.0 Узроци појаве неисправности кочог система савремених друмских возила

Системи за кочење представљају један сложени систем код моторних возила, чија је функција максимално омогућавање безбедности возила у саобраћају. За овај систем се може рећи да је један од највећих узрочника саобраћајних незгода. По питању критичности отказа елемената система за кочење, може се рећи да је са аспекта поузданости и функционисања, главни цилиндар један од најкритичнијих елемената.

Главни кочни цилиндар представља један од основних компоненти хидрауличног преносног механизма радне кочнице система за кочење моторних возила. Данас су у употреби разне врсте главног цилиндра, од којих је на слици 2.35 приказана шема истог са двограном инсталацијом.



**Слика 3.1** Главни кочни цилиндар за двогране инсталације 1 – клип главног кочног цилиндра, 2 – међуклип, 3, 4 и 5 – прстенасте заптивке, 6 – повратна опруга, 7 – еластична плочица, 8 – заптивна капа, 9 – завртањ.

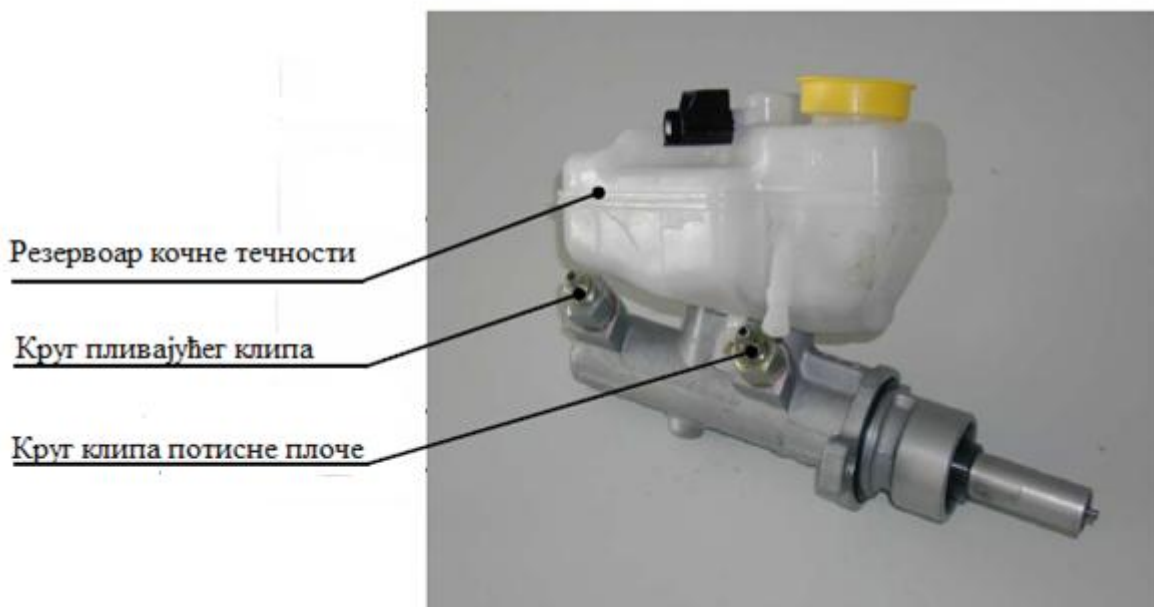
Функционисање главног кочног цилиндра се састоји у следећем начину. Сила којом се делује на педалу кочнице се преноси преко полужног механизма на клип главног кочног цилиндра.

На свом задњем делу, клип има заптивку, чија је улога спречавање истицања флуида у спољну средину у току процеса кочења.

Прстенасте заптивке омогућавају унутрашње заптивање радног простора. Повећавање притиска се врши уз помоћ померања клипова као и сабијања повратних опруга. На тај начин се отварају двосмерни вентили, као и то да се притисак преноси цевима до серво уређаја и врши се њихово активирање.

Улога заптивне капе је да спречи продирање корозивних, абразивних и других штетних примеса на клизну површину цилиндра.

Завртањ служи да испушта ваздух из главног кочног цилиндра.



Слика 3.2 Главни кочни цилиндар

Главни кочни цилиндар преводи померање педале кочнице у кочни притисак, а притисак се преноси до хидроагрегата преко два круга.



Слика 3.3 Хидроагрегат

Хидроагрегат је контролисан и управљан од стране управљачке електронике аутомобила. Он омогућава селективно појачање и сабијање кочног притиска, помоћу управљаних вентила. Поред тога, он омогућава и возно-динамичка подешавања и управљање попут ABS-а и ESP-а.

### **3.1 Узрок и начин отказа добош кочнице**

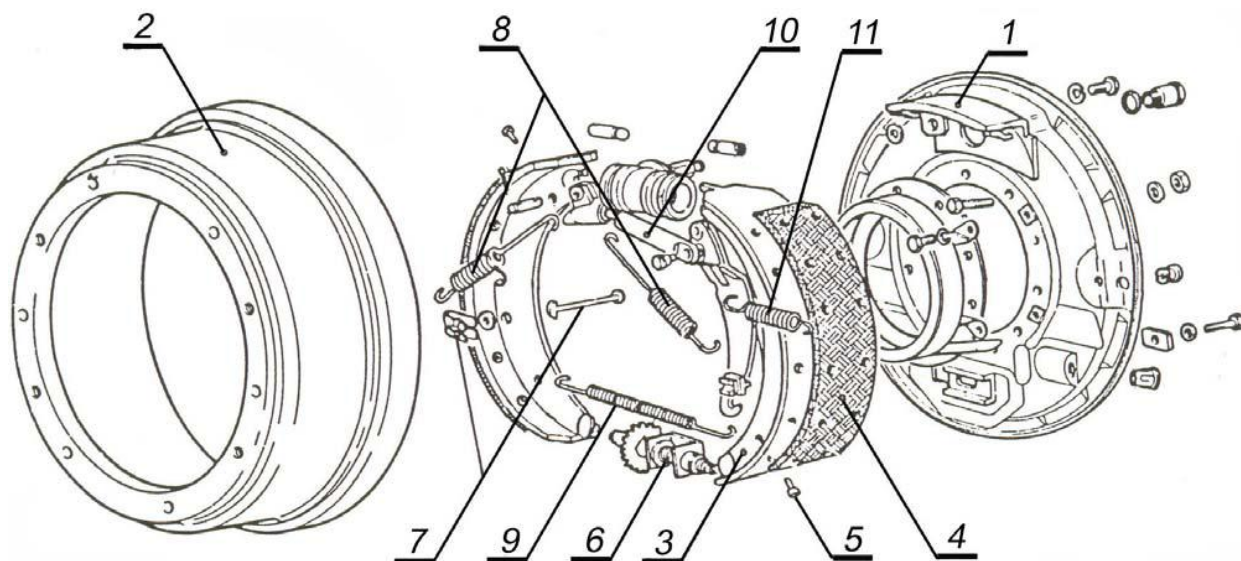
Добош кочница се састоји од покретних и непокретних елемената. Непокретни елементи су везани за носећу структуру преко носача папуча. Активирањем кочница, папуче се приљубљују уз добош и на тај начин се врши претварање кинетичке енергије у топлоту, односно врши се кочење возила. Папуче добош кочнице представљају склоп који се састоји од металног носећег дела и фриксионе облоге.

Веза између папуче и фриксионе облоге може се остварити на више начина, од којих су следећи:

- Закивањем (закивцима)
- Лепљењем (само лепком или лепком и хемијским процесом у току вулканизације)
- Комбинацијом претходна два начина (у зависности од врсте кочница).

Папуче код симплекс кочница су доњим крајем ослоњене на непокретни ослонац. На горње крајеве папуча делују силе које их размичу и на тај начин се остварује сила трења између добоша и облога папуча.

Елементи за придржавање папуча имају задатак да обезбеде положај папуча, да се приликом активирања кочница, брже и боље, исте доведу у контакт са добошем. Опруга која омогућава померање папуча уз минималне отпоре представља саставни део елемената за придржавање папуча.



**Слика 3.4** Делови добош кочнице задњих точкова 1 – носач папуча кочнице, 2 – добош, 3 – папуча кочнице, 4 – облога папуче, 5 – закивак, 6 – уређај за подешавање зазора, 7 – елементи за придржавање папуче, 8 – краће повратне опруге, 9 – дужа повратна опруга, 10 – полужни механизам паркирне кочнице, 11 – повратна опруга.

Кочнице задњих точкова на возилу представљају извршне органе радне и паркирне кочнице. Активирање папуча за паркирно кочење врши се преко полужног механизма. Након престанка дејства паркирне кочнице, опруга враћа полужни механизам за активирање кочнице у положај пре активирања.

Битно је да зазор између добоша и кочних облога код добош кочница буде правилно подешен. Велики зазор повећава ход педале команде радне кочнице и продужава време одзива система, што неповољно утиче на безбедност саобраћаја.

Поред наведеног, велики зазор повећава ход клипова кочних цилиндра, чиме се повећава хабање клипова, цилиндара и заптивних елемената.

Код путничких возила, регулација зазора се може вршити преко ексцентара, клизних елемената на ребрима папуча или преко посебно изведених кочних цилиндара.

Код теретних моторних возила омогућава се велико истрошење кочних облога, па је из тог разлога потребно да се обезбеде већа померања папуча. Регулација зазора у овом случају се може вршити помоћу механизма за подешавање, који се уграђује на доњој страни папуча кочнице на место ослонаца.

Током времена због појаве трења јавља се истрошење фрикционих површина добоша и облога папуча. Ако је фрикциона облога похабана до закивака, осим што се смањује кочни момент, долази и до стварања буке приликом кочења услед трења метала о метал.

Прашина, која у случају оштећења заптивних капа кочног цилиндра, може доспети до клизних површина датог елемента и на тај начин погоршати услове трења, настаје под дејством хабања облога и добоша.

При раду кочнице на фрикционој облози формира се кора од чађи, која има негативна својства, односно својства која се битно разликују од основног фрикционог материјала, што доводи до знатног смањења коефицијента трења кочних облога.

Истицање уља из кочних цилиндара услед нехерметичности, доводи до замашћености облога папуча и смањења коефицијента трења. Обнављање радне способности кочнице услед замашћености врши се тако што се најпре отклони узрок отказа заменом заптивних прстенова кочног цилиндра или комплетног цилиндра, а након тога се врши чишћење унутрашњости кочнице и брушење фрикционих површина облога.

Неравномерно кочење такође има негативан утицај и то тако што представља посебан вид трајних отказа трења код којих је осим смањења кочног момента изражено и јако подрхтавање кочница приликом кочења.

Подрхтавање кочнице настаје због следећих узрока:

- Услед неравномерне расподеле притиска по лучној дужини облоге
- Због геометријског одступања фрикционих површина
- Због механичког оштећења фрикционих елемената
- Услед отказа носача папуча кочница
- Услед отказа елемената за придржавање папуча.

Овалност добоша настаје услед топлотних деформација. Пуцање елемената добош кочнице може бити опасно ако такав део које је захваћен добошем, дође у простор између облоге и добоша. У том случају настаје кочење точка и када кочница није активна, што предствља опасност за безбедност саобраћаја.

Кашњење одзива добош кочнице настаје услед неподешености зазора између облога и добоша.

Пролазни откази трења могу настати услед:

- квашења унутрашњости кочнице водом
- дуготрајног кочења при кретању возила на низбрдици
- непотпуног откочивања у тренутку када кочница није активирана.

Присуство воде у унутрашњости кочнице доводи до смањења коефицијента трења и оствареног кочног момента.

Када се врши дуготрајно кочење при кретању возила на низбрдици, топлота добијена претварањем кинетичке енергије возила је већа од топлоте коју елементи кочнице предају околини. На тај начин се јавља висока радна температура свих елемената добош кочнице.

Висока радна температура поред тога што утиче на коефицијент трења, утиче и на деформацију елемената, као и на убрзано старење заптивних елемената кочног цилиндра.

### 3.2 Облоге кочних плочица

Већина путничких возила на предњој осовини има кочне системе са дисковима, док у зависности од оптерећења, на задњој осовини се користе кочни системи или са дисковима или са добошима.

Сила проузрокована од стране возача, односно притиском ноге возача, која се преноси са кочне папуче уз помоћ кочног система притиска кочну плочицу на кочни диск. Као последица дејства фрикционе силе велики део кинетичке енергије претвара се у топлоту за веома кратак временски период. Механичко и топлотно оптерећење настало том приликом знатно утиче на кочни диск и кочне плочице.

Кочни дискови и кочне плочице представљају један од основних функционалних елемената кочног система и из тог разлога се од њих захтева следеће:

- стабилна вредност коефицијента трења унутар широког распона температура
- мала зависност коефицијента трења у односу на силу притиска између фрикционих елемената
- добра механичка чврстоћа и отпорност на деформације
- хабање у оквиру прописаних граничних вредности
- толеранције за саставне делове унутар прописаних граничних вредности
- адекватно хабање контактних површина облога кочних плочица и кочних дискова.

Током кочења долази до појаве одређених вибрација које се у зависности од фреквенција описују различитим изразима. У ниско-фреквентном распону вибрација ти звуци се могу назвати као „зујање“, а за звуке у средњем и високо-фреквентном распону се може дати назив „шкрипљење“.

Правилан одабир материјала кочне облоге веома је важан као и процена укупног стања целог кочног система.

На оштећење масе облоге изазвано *корозијом* се могу навести следећи узроци:

- одвајање на ивицама изазвано употребом нових кочних плочица на изразито истрошеним кочним дисковима
- недовољна сила потискивања плочице ка диску
- друга механичка преоптерећења
- често високо термичко оптерећење кочних облога плочица.



*Слика 3.5 Приказ одвајања масе облоге изазвано корозијом [6]*

На *слици 3.5* је приказано одвајање масе облоге, односно одвајање ивица чији је узрочник појава корозије.



*Слика 3.6 Интезивно продирање корозије*

Одвајање масе облоге изазвано *термичким разарањем* доводи до следећег:

- фрикциони материјал се распада (због кртости делимично се круни и долази до оштећења међуслоја и лепка)
- облога се одваја у целости (долази до скидања дела премаза лака)

- појава делимичне промене боје носача облоге
- облога кочне плочице почиње да отврдњава, долази до промене боје саме облоге где се делимично појављује бео пепео.



*Слика 3.7 Изглед одвајања масе облоге под дејством термичког оптерећења*

За конкретан случај са слике је представљено да су облоге кочних плочица биле изложене дуже од 15-20 минута на температури изнад максимално дозвољене, што је довело до појаве разарања одређених састојака.

Одвајање масе облоге изазвано *механичким утицајима* доводи до следећег:

- материјал кочне облоге одваја се од металног носача облоге
- до раздвајања долази изнад места лепљења фрикционог материјала и металног носача
- на металном носачу фрикционог материјала препознаје се оштећење које је изазвано савијањем металног носача.



*Слика 3.8 Оштећење облоге масе услед механичких утицаја [6]*

Кочне плочице се могу оштетити механичким утицајем приликом рада или при неадекватној монтажи.

**Табела 1. Одвајање и узрок фрикционог материјала од металног носача облоге [6]**

| Одвајање изазива                                       | Узрок                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Корозија                                               | 1. Одвајање ивица изазвано истрошеним кочним диском; мала сила притиска плочице на диск<br>2. Константно високотемпературно оптерећење кочних облога на плочицама |
| Неправилности код производње                           | Међуслој неправилно распоређен                                                                                                                                    |
| Лепак, међуслој и фрикциони материјал термички разорен | Кочне облоге на плочицама биле су дуже од 15-20 минута изложене температури која је виша од максимално дозвољене                                                  |
| Механичко оштећење                                     | Услед пада кочних плочица                                                                                                                                         |

**Табела 2. Последице и идентификација структуре фрикционог материјала [6]**

| Последице                                                         | Идентификациона карактеристика                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Фрикциони материјал постаје порозан                               | На металном носачу облоге има јасних трагова корозије, остатка лепка                                                                             |
| Облога се одваја већ при изложеном малом оптерећењу               | Метални носач облоге је гладак или су носач и лепак само делимично видљиви                                                                       |
| Материјал облоге се раздваја и долази до оштећења подлоге и лепка | Долази до скидања премаза лака. Метални носач облоге попримио плаву боју                                                                         |
| Фрикциони материјал се одваја од металног носача облоге           | Кочне облоге на плочицама су као нове, раздвајање се догодило изнад лепка, односно подлоге. На металном носачу облоге се могу приметити оштећења |

Оштећења која настају током *експлоатације* изазивају следеће појаве:

- пукотине на површини
- крзање ивица
- раздвајање слојева, односно одвајање ивица
- лоше налегање плочице на диск.

Неправилности настале у *процесу производње* могу се појавити приликом пресовања фрикционог материјала. Пукотине које се у том тренутку појављују ни у ком случају нису дозвољене.



**Слика 3.9** Пукотине између слојева на новој кочној облози настале у процесу производње



**Слика 3.10** Искрзане ивице фрикционог материјала настале у процесу производње

На *слици 3.11* је приказан изглед страног тела у фрикционом материјалу.



*Слика 3.11 Страно тело у маси фрикционог материјала*

Појављивање страних тела у маси фрикционих материјала је недопустива. Нехомогеност површине фрикционог материјала је допуштена до 5% одступања.

### 3.3 Кочни дискови

Подрхтавање кочница представља појаву одређеног момента кочења што изазива неуједначење силе кочења на различитим деловима кочног диска током његовог окретања. Притом се разликују две врсте подрхтавања кочница:

- подрхтавање кочница приликом успоравања возила са већих брзина на мање брзине
- подрхтавање кочница при свакој брзини кретања.

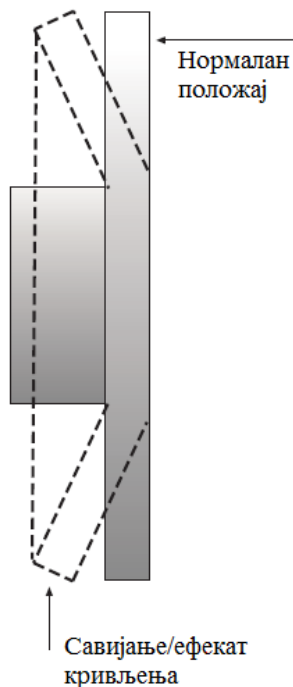
Подрхтавање кочница приликом успоравања возила са већих брзина на мање брзине карактеришу следећи појмови:

- Настали звук је у фреквентном опсегу између 100 и 250 Hz, током кочења интензитет звука може да варира, али не утиче битно на сам процес кочења
- Промене у обртном моменту често се могу осетити као вибрације на точку управљача, пулсирање кочне папуче и као вибрације на појединим деловима каросерије.

Интензитет поменутих појава зависи од интензитета самог кочења. Подрхтавање кочница приликом успоравања возила са већих брзина на мање брзине условљава појаву округлих мрља на кочној површини самог диска. Те промене су настале у самом процесу кочења услед локалног прегревања које ствара трајну промену у структури материјала самог диска. Нанети фрикциони материјал на диску скида се приликом нормалног кочења, што то није случај када је у питању појава мрља. Формиране мрље које имају већу тврдоћу од материјала од којег је направљен кочни диск, могу се уклонити само машинском обрадом. При машинској обради диска на коме се налазе формиране мрље, неопходно је у потпуности уклонити места веће тврдоће. Међутим, да би ризик био што мањи најбоље је извршити замену тог диска новим диском.



*Слика 3.12 Локално прегрејани кочни диск са мрљама [6]*



**Слика 3.13** Изглед нормалног положаја и ефекта савијања кочног диска [6]

Формирање мрља настаје локалним прегревањем, који је проузрокован низом фактора:

- Под одређеним условима диск се може извити услед наглог кочења, што може довести до појаве трајног деформисања диска
- Дебљина диска је испод минималне вредности што утиче на смањење способности акумулирања и одвођења топлоте
- Облоге кочних плочица су превише истрошене и имају недовољан кочни ефекат
- Кочни систем не функционише у најбољој могућој мери под утицајем разних фактора.

Поред наведеног, мора се обратити пажња и на друге факторе као што су балансираност точкова, истрошеност лежачева у склопу вешања точкова и механизма за управљање, као и стање целе предње осовине.

Из тих разлога неопходно је детаљно вршити испитивање насталих оштећења, али то испитивање најбоље је препустити стручном лицу.

Процес испитивања узрока подрхтавања кочница приликом успоравања возила са већих брзина на мање брзине се састоји у следећем:

- Прво се мора утврдити да ли поменуто подрхтавање настаје на предњој или задњој осовини
- Потребно је извршити визуелни преглед како би се утврдило које су компоненте похабане и проценити обим похабаности. Потрошене или оштећене дискове као и потрошене кочне плочице морају се заменити новим на оба краја осовине
- Проверити да ли су намонтиране плочице у складу са препоруком произвођача возила
- Проверити функционално стање кочног система
- Проверити да ли су точкови уравнотежени
- Проверити стање система вешања и управљачког механизма, уколико постоји било какав неисправан део, заменити га
- Проверити стање лежајева точкова сваки посебно и извршити замену ако је неопходно.

Избор адекватног фрикционог материјала плочице повољно утиче на подрхтавање кочница приликом успоравања возила са већих брзина на мање брзине, уколико је стање других компоненти на возилу беспрекорно.

Подрхтавање кочница при свакој брзини кретања може се утврдити током нормалног кочења на основу пулсирања папуче кочнице, осцилацијама на управљачу и на основу вибрација елемената осовине и каросерије.

Карактеристична разлика у односу на подрхтавање кочница приликом успоравања возила са већих брзина на мање брзине се огледа у томе да се ефекти подрхтавања кочница при свакој брзини кретања могу јавити код скоро сваког поступка кочења. У тим условима фреквенција се креће унутар знатно нижег опсега, између 5 и 50 Hz.

Један од главних узрока за настанак подрхтавања кочница при свакој брзини кретања је неједнака дебљина фрикционог прстена кочног диска. Неисправност лежаја и неуравнотеженост точкова појачавају додатно овај ефекат.

Кочне плочице током вожње налазе се у контакту са кочним диском чак и када се кочница не користи. Локални контакт између кочног диска и кочне облоге настаје при сваком обртању точка. Међутим, имајући у виду да су силе додиривања при томе релативно слабе, на месту контакта на кочном диску долази до хабања. Локално трошење диска може изазвати локалну варијацију у дебљини кочних површина диска. Разлика у дебљини се може смањити приликом нормалног кочења.

Фактори који утичу на генерисање разлике у дебљини су:

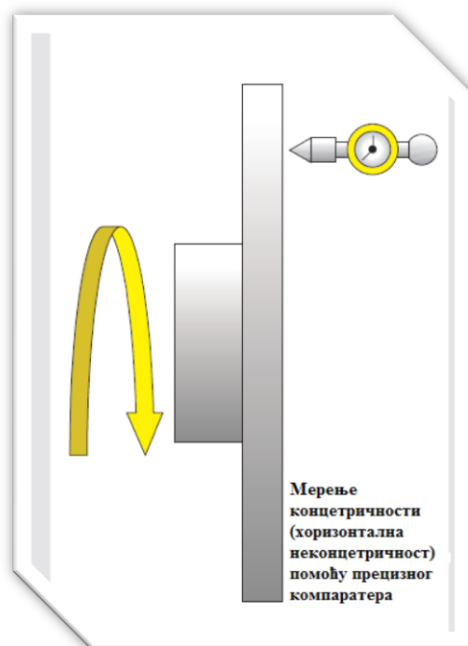
- Неправилност у концентричности кочних дискова у монтираном стању
- Додиривање кочних плочица у тренуцима када се кочница не користи
- Могућност кочних облога плочица да током нормалног кочења смање постојеће разлике у дебљини кочних дискова
- Услови коришћења возила и услови коришћења пута, као и начин вожње.

Када се испитује подрхтавање кочнице треба урадити следеће:

- Провера концентричности, која се врши на дисковима монтираним на возило са прописно монтираним точковима. Иста се врши помоћу компаратера око 10-15 mm испод спољњег полупречника диска. Компаратер мора имати прецизност мерења минимално 0,01 mm. Мерење је могуће извршити и на средњем полупречнику фриксионе површине диска. Очитавање се мери након неколико пуних обртаја точка и за новија возила одступање не сме прекорачити 0,070 mm, док за проблематична возила то одступање је мање од 0,040 mm.

Код старијих возила у већини случајева није могуће постићи тако ниске измерене вредности, што захтева друге толеранције делова. Код ових возила одступање диска од правца осе ротације не сме бити већа од 0,10 mm.

- Мерење одступања диска од правца осе ротације представља такође део испитивања. Поменуто одступање не сме бити веће од 0,030 mm мерено на највећем могућем пречнику главчине. Ако мерење показује веће вредности треба заменити главчину, али под условом да су сви остали склопови у реду.
- Таласасост кочног диска такође има утицаја на подрхтавање. Из тог разлога је потребно обавити проверу паралелности самог диска. Иста не би требала да пређе вредност од 0,050 mm. Извођење овог мерења је могуће извршити само специјлним уређајима.
- Мерење разлике у дебљини фриксионог прстена кочног диска може се вршити само помоћу специјлних уређаја. Довољна прецизност се може постићи и прецизним микрометарским завртњем који поседује прецизност мерења од +0,001 mm. У овом случају мерење се врши на 12-15 тачака обима диска, као и око 10-15 mm испод спољашњег фриксионог полупречника.



*Слика 3.14 Мерење концентричности*

Начин вожње, услови у саобраћају и стање пута су једни од битних фактора који проузрокују настајање разлике у дебљини кочних дискова. Вожња аутопутем као и преласком неколико километара уз веома мали број кочења може довести до генерисања разлике у дебљини дискова која може изазвати појаву подрхтавања.

Након дужег периода некоришћења возила у присуству влаге могуће је да се на површини диска који се налази насупрот плочицама дође до појаве корозије, што има за последицу неравномерно трошење диска. У случају спајања материјала корозијом, спој је могуће раскинути лаганим трзајним оптерећењем код покретања возила. Ако је у питању интензивнија адхезија потребно је демонтирати кочни систем. У том случају кочни диск се мора избрусити или заменити. У случају оштећења кочних плочица потребно их је заменити.



*Слика 3.15 Кочни диск са мрљама насталим услед некоришћења возила*

Уколико на кочном систему нема одређених недостатака у конструктивном смислу, кочни диск може допринети шкрипању само уколико је размак између плочица и дискова неадекватан или је површина диска оштећена или кородирана.

Да би се отклонили недостаци, потребно је придржавати се следећег:

- Проверити истрошеност и стање површина кочних облога на плочицама и кочних дискова
- Проверити да ли су монтиране кочне плочице адекватне
- Проверити да ли постоји несметана покретљивост елемената за вођење плочице.

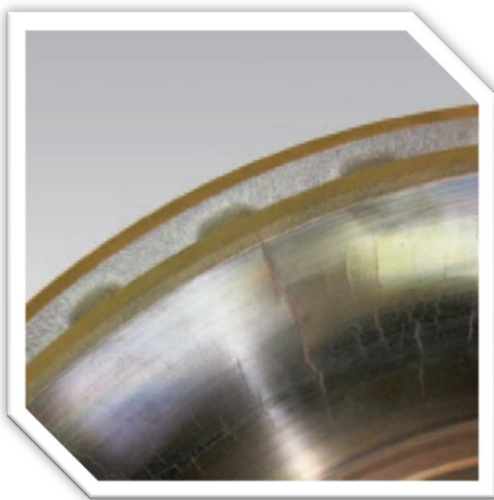
Кочни дискови постижу ефекат кочења путем сувог трења приликом чега долази до појаве вибрација које се испољавају као звук кочења. Модерном технологијом већи део звукова се може санирати.

У већини случајева, посебно на предњој осовини, узрок неефикасног кочења није увек кочни диск. Тада је потребно утврдити да се проблем не налази у одабиру лошег квалитета кочних плочица или да се кочне плочице нису похабале. Поред тога потребно је проверити да фрикционе површине плочица и дискова нису оштећене, као и то да ли је цео кочни систем у функционалном стању.

Код кочних дискова на задњој осовини може се десити да дође до појаве корозије и то због недовољне потисне силе којом кочни клип потискује плочицу на диск. Возач није у могућности да осети ово стање због мање кочне силе коју систем шаље ка задњој осовини.

Оптерећења која се јављају услед изненадних и великих промена температура у материјалу, на површини фрикционог прстена кочног диска могу изазвати настанак пукотина у структури лива. Пукотине имају лоше дејство на чврстоћу дела и у зависности од величине и оптерећења могу утицати на појаву лома материјала. Како би се избегао ризик најбоље је заменити кочне дискове ако су пукотине уочљиве голим оком.

Осим опасности од лома, пукотине проузрокују и веће хабање материјала на кочним облогама плочица.



*Слика 3.16 Кочни диск са израженим пукотинама од топлоте*



*Слика 3.17 Пукотине у кочном диску [6]*

Узроци за појаву бразди на фрикционом диску могу бити следећи:

- Неадекватни фрикциони материјал кочних облога плочица
- Утицај нечистоћа на кочне дискове, односно кочне облоге плочица
- Утицај корозије
- Преоптерећење кочног система
- Неадекватан материјал од којег је диск направљен.

Бразде се разликују од финих до веома грубих и могу се појављивати у различитим облицима.



*Слика 3.18 Кочни диск са браздама*



*Слика 3.19 Изглед кородираног диска*

Време трајања кочних дискова као и кочних облога плочица је једна од бројних компонената која има главну улогу приликом конструисања. Одређени дискови могу имати краћи радни век, јер су дизајнирани на посебан начин, на пример да би се спречили ефекти подрхтавања кочница.



*Слика 3.20 Диск са шупљином у ливу*

Фактори који утичу на век трајања кочног диска су следећи:

- Стил возње
- Услови саобраћаја
- Климатски услови експлоатације
- Количина честица прашине
- Квалитет материјала диска и његова структура
- Агресивност кочне облоге плочица
- Стање клизних елемената, стање вођица и клипа.



*Слика 3.21 Пукотине у пределу капе кочног диска*

Због многих фактора који утичу на век трајања диска, исти се може посматрати само у статичком смислу. За неке дискове се може рећи да трају 10 до 15 пута дуже од других кочних дискова. Неки могу трајати 20.000 km, а неки чак и 300.000 km. Ово је разлог због којег је немогуће тачно дефинисати век трајања кочног диска.

## **4.0 Кочни систем возила као узрочник појаве саобраћајних незгода и могућности елиминисања овог узрочника**

За техничку ефикасност кочних система моторног возила битно је познавати граничне вредности карактеристичних параметара везаних за:

- ❖ Услове експлоатације
- ❖ Максимално успорење
- ❖ Пут и време кочења.

Код кочног система као обавезан услов наводи се расподела сила кочења међу осовинама буде таква, да свака осовина у погледу ефикасности кочења мора задовољити најмање 30% од прописаног кочног коефицијента.

За возила код којих радна и помоћна кочница делују преко истих извршних елемената, односно кочних облога и добоша, повлачењем паркирне кочнице може се утврдити да ли су исправни ови, поменути елементи. У случају да се оствари велика сила кочења, то јест точкови блокирају при испитивању паркирне кочнице, може се рећи да се грешка налази у неисправно подешеном ARSK вентилу или у неисправним кочним цилиндрима.

Најчешћи откази су истрошеност појединих делова система и то следећим редом:

- ❖ Диск плочице
- ❖ Кочне папучице
- ❖ Дискови кочнице
- ❖ Кочни добоши
- ❖ Механизам ручне кочнице
- ❖ Блокаде појединих делова задњих и предњих кочница.

Од укупне кочне силе на предње кочнице одлази 70% силе кочења, а на задње само 30%. Из овог разлога су предње кочнице јаче димензиониране, док им је век трајања краћи два до три пута од задњих кочница. Најчешће су предње кочнице израђене као диск, односно са диск плочицама, док задње могу бити израђене са кочним добошем.

Предњи дискови и диск плочице су често изложени механичким, динамичким и термичким оптерећењима.



*Слика 4.1 Диск кочнице*

Температура на дисковима у току процеса кочења при брзини од 130 km/h достиже 300 °C, а при 180 km/h достиже 500 °C, док код узастопног кочења достиже вредност температуре од 800 °C. Трајне промене на диску кочнице изазивају радни услови и претходно поменута оптерећења што доводи до истрошења кочне површине и деформације самог диска.

Деформација диска може утицати на појаву вибрације кочнице у процесу кочења, па из тог разлога није пожељно обрађивати дискове на стругу.

Век трајања добош кочница је три до четири пута дужи од диск кочница. Њихова замена се врши због трошења кочне површине, као и због тога што постају ексцентрични.

Код ових кочница машинска обрада није препоручљива јер се на тај начин повећава њихов пречник и смањује контакт између добоша и кочне облоге.

У ситуацији када на возилу дође до изненадних пуцања кочних црева није могуће утврдити начин даљег кретања возила. Када дође до појаве ове неисправности на возилу, исто по својој инерцији наставља даље кретање, а возач у овом случају нема могућности да успостави контролу над возилом.

Као узрок настајања саобраћајне незгоде могу имати утицаја и кочне облоге. Код теретних возила се често, услед неадекватног одржавања појављује увећан зазор и замашћивање кочних површина на појединим точковима, што се може и визуелно проверити.

Ако дође до пропуштања кочне течности на кочне површине због присуства веће количине прљавштине и трошења фрикционих облога, доћи ће до формирања одређеног слоја прљавштине и масноће. Те настале особине, односно прљавштине и масноће могу се лако уочити на наплатцима возила.

Када настане отказ на кочном апарату, точкови више немају могућност остваривања потребне силе кочења, односно немају могућност ни благог заустављања. Случај када точак не кочи довољном силом може довести до дестабилизације возила што проузрокује немогућност даљег управљања.

Визуелном провером стања пнеуматика, као и стања у коме се налазе наплатци точкова могуће је уочити поједине неисправности кочног апарата.

Смањена сила кочења на појединим точковима као и мала разлика у сили кочења на точковима исте осовине може проузроковати недовољну стабилност возила у нормалним условима вожње, што овај случај није лако уочљив за возача.

Међутим, када се ради о екстремним кочењима, ова врста неисправности може довести до губитка стабилности возила као и његовог скретања са пута. Поред овога, недовољна сила кочења додатно продужава пут кочења возила.

Први услов исправности кочног система је та, да вредност кочног коефицијента буде изнад минимално прописаних вредности. Вредности кочног коефицијента су дефинисане за сваку категорију возила посебно, што је и приказано следећим табелама.

*Табела 3. Граничне вредности кочног коефицијента у зависности од категорије возила и врсте кочница [2]*

| Кочни коефицијент     |               |                 |                   |               |                 |
|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------|-----------------|
| Стари закон           |               |                 | Нови закон        |               |                 |
| Категорија возила     | Радна кочница | Помоћна кочница | Категорија возила | Радна кочница | Помоћна кочница |
| Мотоцикли             | 35            | -               | L                 | 40            | 20              |
| Путнички аутомобили   | 55            | 25              | M1                | 50            | 20              |
| Теретна возила        | 45            | 20              | N                 | 45            | 20              |
| Аутобуси и тролејбуси | 50            | 25              | M2, M3            | 50            | 20              |
| Прикључна возила      | 45            | 20              | O                 | 40            | 20              |
| Трактори              | 25            | 15              | T, C, K5a         | 25            | -               |
| Тракторске приколице  | 25            | 15              | R, K5b            | 25            | -               |

*Табела 4. Граничне вредности силе активирања у зависности од категорије возила и врсте кочница [2]*

| Сила активирања       |               |                 |                   |               |                 |
|-----------------------|---------------|-----------------|-------------------|---------------|-----------------|
| Стари закон           |               |                 | Нови закон        |               |                 |
| Категорија возила     | Радна кочница | Помоћна кочница | Категорија возила | Радна кочница | Помоћна кочница |
| Мотоцикли             | 50/25*        | -               | L                 | 50/20*        | 50/20*          |
| Путнички аутомобили   | 50            | 40              | M1                | 50/-          | 50/40*          |
| Теретна возила        | 70            | 60              | N                 | 70/-          | 70/60*          |
| Аутобуси и тролејбуси | 70            | 60              | M2, M3            | 70/-          | 70/60*          |
| Прикључна возила      | -             | -               | O                 | RK≤6,5 bar**  | -               |
| Трактори              | 60            | 30              | T, C, K5a         | 60/40*        | -               |
| Тракторске приколице  | -             | -               | R, K5b            | -             | -               |

- \* подаци се односе на ножно, односно ручно активирање кочнице
- \* РК-притисак у командном воду приликом кочења у двоводним пнеуматским системима.

Други битан услов који кочни систем мора да задовољи јесте да разлика сила кочења на точковима исте осовине не буде већа од 30%. У претходном закону та граница је износила 20%.

Трећи услов који кочни систем треба да задовољи је да на свакој осовини буде најмање 1/3 кочног коефицијента прописаног за ту врсту возила.

Утицај кочног система на појаву саобраћајних незгода се може видети и кроз следеће.

У саобраћајној незгоди су учествовали путничко возило и бициклиста.

Пут је ширине 6,1 m, сув, асфалтни, доброг квалитета са коефицијентом приањања  $\varphi = 0,75$ .

Услови одвијања саобраћаја су нормални и видљивост је добра.

Аутомобил је налетео на бициклисту, који је био на челу колоне од укупно четворице бициклиста. Вожња је била у истом правцу и смеру свих учесника у саобраћајној незгоди.

Моторно возило, прошло је поред тројице бициклиста, који су се кретали паралелно и налетео на првог бициклисту, који је возио на челу колоне на удаљености 10 до 15 m, испред осталих.

На путу је регистрован траг кочења само једне стране моторног возила, као и зауставни пут моторног возила. Поставља се питање који су точкови моторног возила били у фази интензивног кочења, као и положај моторног возила у тренутку контакта са бициклистом.

#### Основни материјал за вредновање тока саобраћајне незгоде

Имајући у виду податке судског списка, коришћени су само релевантни подаци за објективну оцену тока саобраћајне незгоде и то:

- Део записника са увиђаја саобраћајне незгоде од стране Саобраћајне полиције
- Непотпуни подаци из записника о ванредном техничком прегледу моторног возила
- Изјава сведока, бициклиста, учесника у саобраћају
- Технички подаци о моторном возилу према подацима произвођача

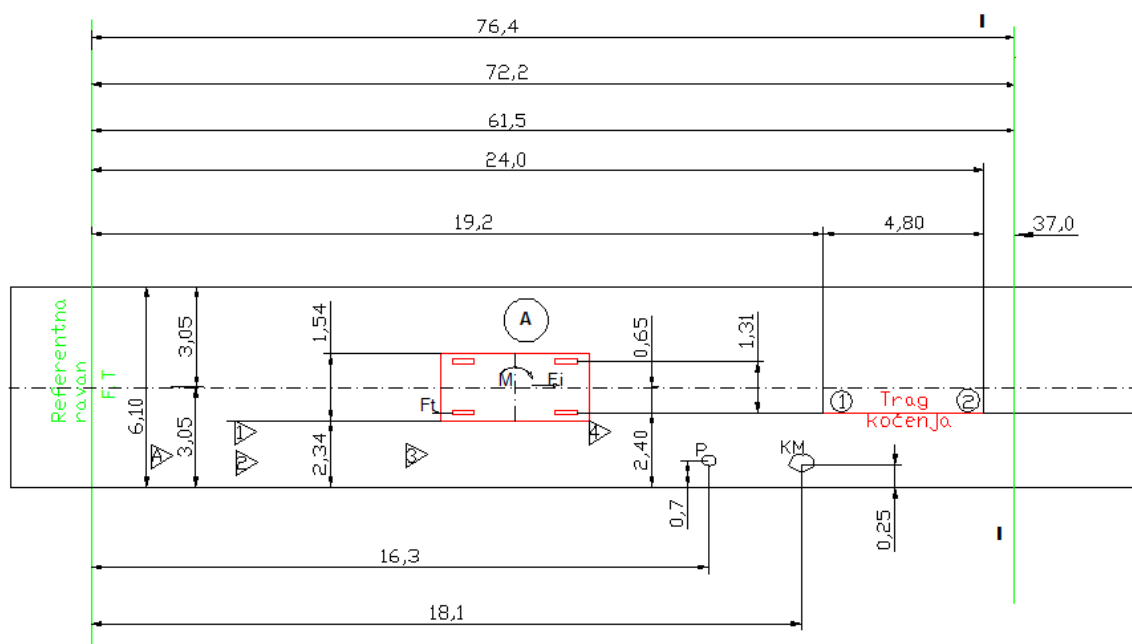
- Извештај АГЕНЦИЈЕ ЗА САОБРАЋАЈНА ВЕШТАЧЕЊА
- Налаз и мишљења вештака Саобраћајног одсека
- Пресуда Општинског суда у Темерину.

Основни технички подаци моторног возила:

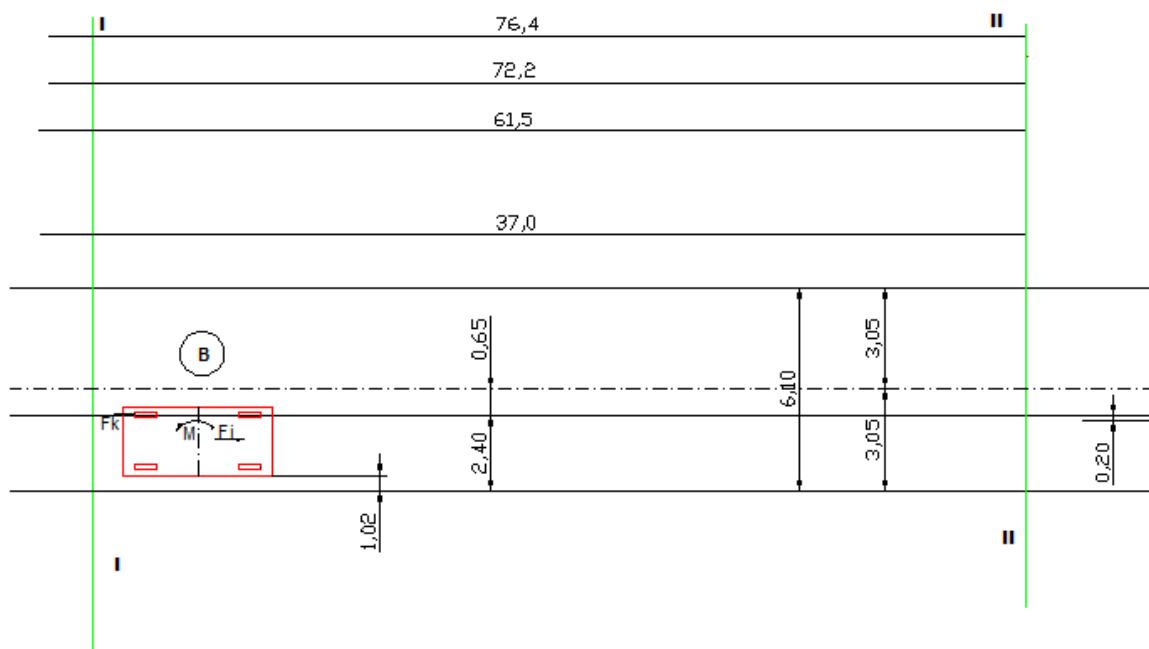
- Снага мотора  $P = 41,8 \text{ kW (55 KS)}$
- Маса моторног возила  $M = 725 \text{ kg}$
- Дужина моторног возила  $L = 3490 \text{ mm}$
- Ширина моторног возила  $\check{S} = 1540 \text{ mm}$
- Висина моторног возила  $V = 1330 \text{ mm}$
- Осовински размак  $l_o = 2150 \text{ mm}$
- Траг предњих точкова  $T_1 = 1310 \text{ mm}$
- Траг задњих точкова  $T_2 = 1310 \text{ mm}$
- Максимална брзина  $V_{max} = 145 \text{ km/h}$ .

Основни технички подаци о бициклима нису познати. Габаритна ширина је реално процењена на 700 mm.

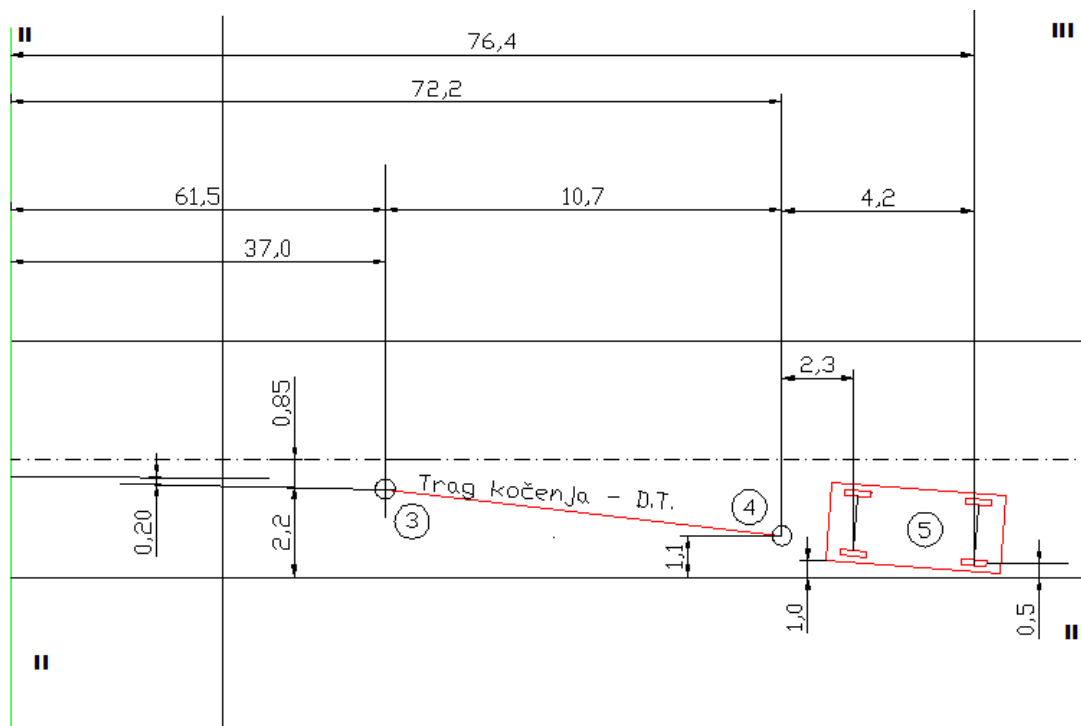
На основу напред наведеног расположивог материјала, направљена је реконструкција просторно временског стања саобраћајне незгоде у две могуће комбинације : „А“ и „В“, што је приказано на цртежу у одређеној размери.



Слика 4.2 Просторно временско стање саобраћајне незгоде (први сегмент) [7]



Слика 4.3 Просторно временско стање саобраћајне незгоде (други сегмент) [7]



Слика 4.4 Просторно временско стање саобраћајне незгоде (трећи сегмент) [7]

Прва анализа у комбинацији „А“ обрађује случај да је траг кочења био реализован са десним точковима. Друга анализа обрађује комбинацију „В“, када би траг кочења био реализован кочењем точкова леве стране.

Оба случаја кочења, говоре о неисправном функционисању кочног система, што се у нормалној експлоатацији моторних возила не сме дозволити. Кочење се мора изводити са приближно истим интензитетом кочних сила по десној и левој страни, у супротном возило је нестабилно и угрожава безбедност у саобраћају.

На основу напред неведене чињенице, било је неопходно спровести комплетан технички преглед кочног механизма. На пробном столу требало је испитати кочне силе предње осовине на десном и левом точку, а затим то исто поновити на задњој осовини. Вредновани интензитети сила морали су бити у прилогу судског списка.

Ови подаци били би од изузетне важности за коначну оцену узрока саобраћајне незгоде. У конкретном случају, овај се процес мора спроводити приближном аналитичком расправом.

#### Анализа просторно временског стања саобраћајне незгоде у првој „А“ комбинацији. Кочење десним точковима

На основу комплетне анализе саобраћајне незгоде, уважавајући изјаве сведока, једино поверљива информација од које се може поћи у формирању просторно временског стања, јесте записник Саобраћајне полиције.

Верификован је траг кочења само једне стране моторног возила, како је то приказано на цртежу у тачкама (1-2), траг кочења  $L_{k-1} = 4,8 \text{ m}$  и тачкама (3-4), траг кочења  $L_{k-2} = 10,7 \text{ m}$ . За прву аналитичку расправу узет је случај кочења десним точковима.

Према цртежу у прилогу, моторно возило се налазило у вожњи по средини пута, који иначе нема изведену хоризонталну сигнализацију, која служи возачу за просторну оријентацију. До ивице асфалтне траке пута остаје простор од 2,34 m што представља довољно места за мимоилажење са бициклистима. Ако су прва двојица бициклиста ишла упоредо, онда је њихов минимални габаритни простор ширине 1,05 m ( $700+350 = 1050 \text{ mm}$ ) био довољан за мимоилажење са моторним возилом.

У другом случају, комбинације „В“ да је кочење било левим точковима, габарит слободног простора је сведен на 1,02 m што не даје могућност безбедног мимоилажења возила и бициклиста.

*Брзину* моторног возила није могуће аналитички тачно одређивати, како је то наведено у приложеним извештајима вештака Агенције.

*Успорење* моторног возила не може се произвољно усвајати већ се показује у функцији услова експлоатације и конструкције моторног возила.

Могу се навести једначине за случај активног кочења на сва четири точка, кочење предњим точковима или кочењем задњим точковима.

$$b = (j)_{4to\check{c}} = \frac{g}{\delta'} \cdot (\varphi + f) = \dots \approx 6,8 \text{ m/s}^2$$

$$b = (j)_{pred.to\check{c}} = \frac{g(l_2 \cdot \varphi + f \cdot L)}{\delta'(L - h_t \cdot \varphi)} = \dots \approx 4,2 \text{ m/s}^2$$

$$b = (j)_{zad.to\check{c}} = \frac{g(l_1 \cdot \varphi + f \cdot L)}{\delta'(L + h_t \cdot \varphi)} = \dots \approx 2,9 \text{ m/s}^2$$

Ове једначине се могу користити код двокружног кочног система када један од подсистема откаже. Ако дође до поремећаја у функционисању десног и левог точка на истој осовини, овај принцип губи смисао, односно кочнице се налазе у отказу.

Не постоје поверљиви подаци за одређивање губитка брзине од тачке 2 до тачке 3. У овом случају се не показују никакви показатељи кочења на дужини од 37 m.

После првог кочења на путу (1-2), возач осети заносење у десну страну, што дејство активних сила то реализује моментом удесно, возач попушта кочницу за кратко време, а потом је поново користи како би зауставио возило. На овом делу пута настаје процес слободног заустављања под дејством активних сила отпора кретања. Поновно активирање кочнице од тачке (3-4) у дужини од 10,7 m возило се зауставља. Овом приликом могу се дати само граничне максималне вредности брзине као да је систем кочења у потпуности био исправан.

Према литератури фирме „Ате“ произвођача кочних механизма путничких возила, налазе се номограми и табеле за одређивање перформанси кочења путничких моторних возила. Ови подаци се односе на потпуно исправан кочни систем моторног возила, „Ате“ BREMSEN SERVICE.

На добром асфалтном путу са коефицијентом приањања 0,75 на путу активног кочења,  $S_{k-1} = 4,6$  m за време од 1,12 s успори се возило за 30 km/h. На путу кочења од  $S_{k-2} = 10,7$  m одређена је брзина заустављања од 45,6 km/h за време од 1,7 s.

Занемарујући губитак брзине на путу слободног заустављања, може се дефинисати брзина возила са знатном резервом, у моменту контакта возило-бициклиста, у случају исправних кочница.

$$V_{kon} = V_{1-2} + V_{3-4} = 30 + 45,6 = 75,6 \text{ km/h} = (75,6/3,6) = 21 \text{ m/s.}$$

Ако се пође од тога да су кочнице исправне, онда брзина возила у тачки 2 би била 45,6 km/h, односно 12,66 m/s. На путу од 37 m, возило је прошло за три секунде.

$$t = \frac{S}{V} = \frac{37}{12,66} = 2,96 \text{ s.}$$

За овако кратак временски период, возач није имао времена да разумно маневрише на путу. Возило је продужило вожњу у истом правцу и дошло у положај „3“ када је настао процес поновног кочења. На овом путу, возило је променило положај у десну страну за 0,20 m што може бити узрок његовог заношења, као и то да је кочење било точковима десне стране.

Анализа просторно временског стања саобраћајне незгоде у другој „В“ комбинацији, кочења левом страном точкова моторног возила, даје следеће констатације.

У експлоатацији моторних возила, није познат случај да исправан кочни систем у кратком временском периоду мења интензитет кочних сила са десне на леву страну кочних точкова.

У првом моменту кочења, блокирају точкови на левој страни, а затим после три секунде поновљеног кочења блокирају точкови на десној страни моторног возила. Најбоља могућност прерасподеле оптерећења по осовинама моторног возила је могућа у случају присутних динамичких сила. Ове силе се јављају у вожњи моторног возила на путу променљиве конфигурације пута, приликом убрзавања или успоравања истог. Оне делују у тежиште моторног возила и врше промену оптерећења по осовинама. На овај начин, могуће је блокирање предњих или задњих точкова, а не десне или леве стране.

Вожња моторног возила је била у правцу и утицај центрифугалних сила је искључен овом приликом на поремећај динамичких сила на леву и десну страну кочених точкова.

Ове појаве у пракси нису пожељне због заношења и превртања моторног возила као и смањења ефикасности успорења моторног возила. Она је сведена на минимум код исправних кочних система, увођењем допунског система, на пример ABS-а.

На основу претходног, закључак ће бити једноставан. Кочни систем је био неисправан, а блокирање точкова је реализовано само на десној страни.

Кинематика кретања моторног возила се може посматрати и са другог аспекта.

Ако је моторно возило у моменту првог кочења имало положај као што је наведено у претпоставци позиције „В“, онда је његов пут од тачке „2“ до тачке „3“ и траг кочења од тачке „3“ до тачке „4“ и коначног заустављања, морало мењати своју трајекторију.

Ово је практично и теоретски немогуће . На путу од 37 m за време од три секунде, возач не може направити овај маневар.

Моторно возило из положаја „А“ не мења своју трајекторију, већ иде по правцу и само је зането у десну страну за величину 0,20 m, због утицаја спрега сила приликом првог асиметричног кочења само десном страном.

Ова чињеница још једном потврђује да је моторно возило у моменту првог кочења имало положај у тачки „А“ и да је кочење реализовано само точковима десне стране.

На основу претходно обрађених аналитичких података, а на основу расположивог материјала у судском спису укључујући записник саобраћајне полиције, може се донети једнозначан закључак:

*Пут кочења је реализован блокирањем десних точкова моторног возила и да су кочнице биле у неисправном стању.*

## **5.0 Утврђивање техничког стања кочног система савремених возила (дијагностика кочног система)**

Моторно возило представља један од најсложенијих техничких система на кога делују многобројни фактори, што утиче на појаву разних врста отказа. Велики број појаве неисправности и њихових узрока захтева потребу одређених анализа начина отклањања тих непожељних појава.

Многи неповољни утицаји који се одвијају током коришћења возила, као што су хабање, корозија, у великој мери утичу на појаву отказа на возилу. Одређене врсте грешака, као што су ломови, деформације, неподешености, представљају основни начин манифестовања грешака, при конструисању и изради, на појаву отказа возила.

Поред конструктивних грешака, утицај на појаву отказа возила имају врста и квалитет примењених материјала као и неадекватна технологија израде делова возила.

Произвођач има улогу да обезбеди квалитет свих возила истог типа постигнут код возила код којих су извршена хомологацијска и друга испитивања због атестирања компонената или возила као целине. Поред тога, потребно је обратити пажњу и на то, да квалитет резервних делова мора бити исти као и квалитет делова који се први пут уграђују.

Током коришћења возила погоршавају се карактеристике горива, мазива и других техничких флуида. Пројектант и произвођач возила упозоравају корисника, упутствима за коришћење возила, да користи возило на начин и у условима за које је оно пројектовано.

Појава лома одређених делова на возилу настаје због немогућности истих да издрже оптерећења којима су изложени током коришћења возила.

**Табела 5. Узроци и начини отклањања делова кочног система [9]**

| Узрок неисправности                                                                                                                        | Начин отклањања                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Непотпуни ход педале</b>                                                                                                                |                                                                                                                          |
| 1. Бубрење манжетне главног цилиндра због коришћења погрешне течности или због присуства бензина, петролеума или минералних уља у течности | Испрати хидраулични систем алкохолом или кочном течностју; заменити оштећене гумене делове и течности; одстранити ваздух |
| 2. Хабање клипа због нечистоће или примене некавалитетне течности                                                                          | Очистити и пропумпати цео хидраулични систем                                                                             |
| 3. Хабање клипа главног цилиндра због продирања воде, оштећења заштитне капице или нарушавање херметичности манжетна                       | Проверити главни цилиндар, заменити клип и капицу или заптивне манжетне, да вода не би продирала у цилиндар              |
| <b>Смањена сила притискања на педалу („мека педала“)</b>                                                                                   |                                                                                                                          |
| 1. Присуство ваздуха у кочном систему                                                                                                      | Извршити пропумпавање система                                                                                            |
| 2. Оштећење црева                                                                                                                          | Заменити оштећена црева; пропумпати цео систем                                                                           |
| 3. Продирање ваздуха у главни кочни цилиндар због недовољне херметичности унутрашње манжетне клипа                                         | Заменити унутрашњу манжетну; пропумпати цео систем                                                                       |
| 4. Запушавање отвора у резервоару главног цилиндра, услед чега долази до депресије у главном цилиндру и продора ваздуха кроз манжетне      | Употреба течности са ниском тачком кључања                                                                               |
| <b>Смањени радни ход педале кочнице („тврда педала“)</b>                                                                                   |                                                                                                                          |
| 1. Запушавање отвора за компензацију главног кочног цилиндра                                                                               | Очистити отвор и пропумпати цео хидраулични систем                                                                       |
| 2. Затварање отвора за компензацију главног кочног цилиндра због бубрења унутрашње манжетне                                                | Испрати цео систем алкохолом или кочном течностју, заменити манжетне и кочну течност; пропумпати цео систем              |
| <b>При кочењу, педала се спушта за величину већу него што је њен радни ход</b>                                                             |                                                                                                                          |
| 1. Присуство ваздуха у кочном систему                                                                                                      | Одстранити ваздух из система пропумпавањем                                                                               |
| 2. Нема течности у резервоару                                                                                                              | Долити кочну течност, по потреби, пропумпати систем                                                                      |
| 3. Оштећење гумених манжетни кочног цилиндра                                                                                               | Заменити манжетне и пропумпати систем                                                                                    |

|                                                                         |                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Приликом кочења педала се нагло спушта при лакој притиску</b>        |                                                                                                                          |
| 1. Оштећење манжетне главног кочног цилиндра                            | Заменити манжетне, проверити да нема струготине, храпавости или удубљења на површини цилиндра, а затим пропумпати систем |
| 2. Течност истиче кроз спојеве                                          | Притегнути спојеве и по потреби заменити оштећене делове; пропумпати систем                                              |
| 3. Истицање течности из црева                                           | Заменити оштећено црево (користити само црева прописана од стране произвођача) и пропумпати систем                       |
| 4. Низак ниво течности у резервоарима                                   | Долити течности до нормалног нивоа                                                                                       |
| <b>Заношење или скретање аутомобила у страну при кочењу</b>             |                                                                                                                          |
| 1. Истицање кочне течности у једном од цилиндара на точковима           | Осушити, очистити или заменити манжетне и пропумпати систем                                                              |
| 2. Корозија на ивицама цилиндара кочнице                                | Одстранити корозију и заменити заштитну капицу                                                                           |
| 3. Хабање клипа кочног цилиндра на точку                                | Проверити и отклонити похабаност клипа у кочном цилиндру, по потреби, заменити оштећене делове                           |
| 4. Запушавање црева                                                     | Заменити црево или га прочистити; пропумпати систем                                                                      |
| <b>Кочење точкова аутомобила при вожњи са опуштеном педалом кочнице</b> |                                                                                                                          |
| 1. Запушавање отвора за компензацију у главном цилиндру                 | Прочистити и пропумпати систем                                                                                           |
| 2. Нема слободног хода педале кочнице                                   | Подесити зазор „гурача“ до лаког додира са клипом                                                                        |
| 3. Хабање клипа главног кочног цилиндра                                 | Проверити главни кочни цилиндар, пропумпати систем                                                                       |
| <b>Кочење једног од точкова при отпуштеној педали кочнице</b>           |                                                                                                                          |
| 1. Ослабила или поломљена стезна опруга папуча кочница                  | Заменити опруге                                                                                                          |
| 2. Хабање клипа у цилиндру точка због корозије или нечистоће            | Расклопити цилиндар, очистити и опрати делове, оштећене делове заменити                                                  |
| 3. Нема зазора између папуча и добоша                                   | Подесити зазор                                                                                                           |
| 4. Повећано „бацање“ кочног диска                                       | Проверити бацање диска, при бацању већем од 0,15 mm, пребрусити диск                                                     |

| <b>Кочнице шкрипе или „цвиле“</b>                    |                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.</b> Ослабљена затезна опруга кочних папуча     | Проверити стезну опругу и по потреби, заменити је                                                                                          |
| <b>2.</b> Лом или ослабљене кочне плочице            | Заменити плочице                                                                                                                           |
| <b>3.</b> Замашћење кочних облога                    | Очистити кочне облоге металном четком, топлом водом и детергентом                                                                          |
| <b>Повећани притисак на педали при кочењу</b>        |                                                                                                                                            |
| <b>1.</b> Течност истиче из цилиндра предњих точкова | Скинути држаче, заманити гумене манжетне и очистити фрикционе облоге                                                                       |
| <b>2.</b> Течност истиче из цилиндра задњих точкова  | Испрати и осушити фрикционе облоге на папучама кочница, проверити цилиндар на точку, заменити оштећене делове на точку и пропумпати систем |
| <b>3.</b> Присуство ваздуха у кочном систему         | Одстранити ваздух из система пропумпавањем                                                                                                 |
| <b>4.</b> Истрошене фрикционе облоге и плочице       | Заменити фрикционе облоге и плочице                                                                                                        |

Фактори који утичу на услове коришћења возила су следећи:

- ❖ Интензитет коришћења
- ❖ Утицај подлоге
- ❖ Утицај околине
- ❖ Начин коришћења.

Неправилно руковање возилом, поред тога што утиче на појаву удеса, има утицаја и на појаву одређених отказа. Неадекватно руковање педалом спојнице и педалом кочнице доводи до повећане истрошености фрикционих елемената, као и до појаве отказа.

Правилно одржавање возила представља важан предуслов за одлагање појаве отказа као и побољшање квалитета возила и продужетак века његовог трајања.

Савремена возила су постала доста сложена, састављена од великог броја саставних делова, па самим тим се од њих и захтевају сложенији задаци током коришћења. Поред детаљног сагледавања могућности појаве отказа на возилу, неопходно је идентификовати и симптоме разних видова промене стања.

Дијагностика је научна дисциплина која се бави истраживањем веза између промена стања возила и промена његових структурних параметара [8].

Дијагностика возила представља објективну методу утврђивања стања возила у коме се оно налази.

Поступак који претходи свакој операцији, односно који представља прву фазу дијагностике је процес постављања дијагнозе. Постављање дијагнозе има улогу да утврди да ли се возило налази у исправном стању или не, као и да се утврде узроци његове неисправности. За време процеса дијагностицирања потребно је направити списак симптома и отказа који се могу манифестовати преко наведених симптома, што значи да је потребно утврдити узрочно-последичне везе између симптома и отказа [8].

Лице које обавља дијагностицирање возила мора познавати структуру возила, као и значење многобројних симптома, да би успешно утврдило стање у коме се возило налази.

Као дијагностички параметри код возила најчешће се узимају:

- ❖ Потрошња горива
- ❖ Снага на погонским точковима
- ❖ Време залета у датом интервалу брзине
- ❖ Максимално успорење при кочењу
- ❖ Садржај штетних материја у издувним гасовима.

Код система за кочење се као дијагностички параметар узима следеће:

- ❖ Сила кочења на точковима
- ❖ Разлика силе кочења на точковима једне осовине
- ❖ Слободан ход педале кочнице
- ❖ Радни ход педале кочнице
- ❖ Истрошеност фрикционих облога кочница
- ❖ Максимално успорење возила при кочењу и др.

За дијагностику се може рећи да се бави стањем возила у тренутку посматрања, али и предикцијом, односно прогнозом стања у будућности, као и ретроспекцијом, односно прошлошћу возила. Анализу стања возила неопходно је извршити узимајући у обзир све утицаје, без обзира да ли потичу од услова коришћења или од примењеног система одржавања.

Табела 6. Неисправности појединих уређаја кочног система [9]

| Уређај за заустављање возила – кочни систем |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                      |        |        |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------|--------|--------|
| Назив дела уређаја                          | Неисправности                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | КОД неисправности | Степен неисправности |        |        |
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   | Мале                 | Велике | Опасне |
| <b>Радно кочење</b>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Непрописан коефицијент кочења при прописаној сили на команди</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                            | 020101            | 0                    | 1      | 1      |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Кочење не постоји бар на једном коченом точку</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                           | 020102            | 0                    | 1      | 1      |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Непрописна разлика сила кочења</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                          | 020103            | 0                    | 1      | 1      |
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   | 0                    |        |        |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Неравномеран пораст силе кочења</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                         | 020104            |                      | 1      | 1      |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>неотпуштање, односно неједнакост отпуштања кочница</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      | 020105            | 0                    | 1      | 1      |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>кашњење одзива кочног система</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                           | 020106            | 0                    | 1      | 1      |
| <b>Помоћно кочење</b>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>неуједначеност силе кочења по обрту точка (овалност)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                    | 020107            | 0                    | 1      | 1      |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>непрописан коефицијент кочења при прописаној сили на команди</li> <li>кочење не постоји бар на једном коченом точку</li> <li>непрописна разлика сила кочења</li> <li>неравномеран пораст силе кочења</li> <li>неотпуштање, односно неједнакост отпуштања кочница</li> <li>кашњење одзива кочног система</li> </ul> | 020201            | 0                    | 1      | 1      |
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   | 0                    | 1      | 1      |
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 020202            | 0                    | 1      | 1      |
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   | 0                    | 1      | 1      |
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 020203            | 0                    | 1      | 1      |
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 020204            | 0                    | 1      | 1      |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>неотпуштање, односно неједнакост отпуштања кочница</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                      | 020205            | 0                    | 1      | 1      |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>кашњење одзива кочног система</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                           | 020206            | 0                    | 1      | 1      |

|                                         |                                                                                                                                  |        |   |   |   |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|
| <b>Паркирно<br/>кочење</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>непрописан коефицијент кочења при прописаној сили на команди</li> </ul>                   | 020301 | 0 | 1 | 1 |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>кочење не постоји на коченим точковима једне стране</li> </ul>                            | 020302 | 0 | 1 | 1 |
| <b>Дуготрајно<br/>успоравање</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>неисправност елемената система</li> </ul>                                                 | 020401 | 0 | 1 | 1 |
| <b>Команда радне<br/>кочнице</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>превелики или премали ход за активирање преносног механизма</li> </ul>                    | 020501 | 1 | 1 | 0 |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење, недостатак или истрошеност противклизајуће подлоге или носача педале</li> </ul> | 020502 | 1 | 1 | 0 |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>превелики зазор у елементима</li> </ul>                                                   | 020503 | 0 | 1 | 0 |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>неисправност инерционе команде</li> </ul>                                                 | 020504 | 0 | 1 | 0 |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>враћање команде у неутрални положај</li> </ul>                                            | 020505 | 0 | 1 | 0 |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>непричвршћеност команде</li> </ul>                                                        | 020506 | 0 | 1 | 0 |
| <b>Команда<br/>паркирне<br/>кочнице</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>превелики или премали ход за активирање преносног механизма</li> </ul>                    | 020601 | 1 | 1 | 0 |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>механичка оштећења</li> </ul>                                                             | 020602 | 1 | 1 | 0 |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>немогућност блокирања команде у крајњем положају</li> </ul>                               | 020603 | 0 | 1 | 0 |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>враћање команде у неутрални положај</li> </ul>                                            | 020604 | 0 | 1 | 0 |
|                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>непричвршћеност команде</li> </ul>                                                        | 020605 | 0 | 1 | 0 |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                             |        |   |   |   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|
| <b>Ваздушни<br/>преносни<br/>механизам</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење, неучвршћеност, незаптивеност, корозија цевовода и спојница</li> </ul>                                                                                                                      | 020701 | 0 | 1 | 0 |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење, нагњечење, неучвршћеност, незаптивеност и бубрење еластичних црева и спојница</li> </ul>                                                                                                   | 020702 | 0 | 1 | 0 |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>присуство уља у елементима система и предуго време потребно да компресор постигне радни притисак</li> </ul>                                                                                          | 020703 | 0 | 1 | 0 |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећења, корозија, неправилна монтажа и недовољни капацитет резервоара ваздуха</li> </ul>                                                                                                           | 020704 | 0 | 1 | 1 |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>нефункционалност контролног манометра у кабини</li> </ul>                                                                                                                                            | 020705 | 0 | 1 | 0 |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>нефункционалност, неподешеност притиска и неправилна монтажа регулатора притиска</li> </ul>                                                                                                          | 020706 | 0 | 1 | 1 |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>нефункционалност, неподешеност, испуштање ваздуха, корозија, оштећење полуга аутоматског регулатора сила кочења (АРСК), непостојање плочице са подацима за подешавање АРСК вентила</li> </ul>        | 020707 | 0 | 1 | 1 |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>нефункционалност, неисправност одзива и висине притиска ваздуха елемената управљања кочењем прикључног возила (командни вентил приколице, елементи преноса командног и напојног притиска)</li> </ul> | 020708 | 1 | 1 | 0 |
|                                            |                                                                                                                                                                                                                                             | 020709 | 0 | 1 | 1 |
|                                            |                                                                                                                                                                                                                                             | 020710 | 1 | 1 | 0 |

|                                            |                                                                                                                                                                                                        |        |   |   |   |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|
| <b>Ваздушни<br/>преносни<br/>механизам</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• непостојање или нефункционалност испитних прикључака</li> </ul>                                                                                               | 020711 | 1 | 1 | 0 |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• неисправност елемента (електрични водови, сензори и индикатори) противблокирајућег система (ABS)</li> </ul>                                                   | 020712 | 1 | 1 | 1 |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• хемијско-механичка оштећења спојничких глава и спојница и неодговарајућа боја, оштећење, неодговарајућа дужина и боја црева, боја спојничких глава</li> </ul> | 020713 | 0 | 1 | 1 |
|                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• некомплетност система и нефункционалност елемената</li> </ul>                                                                                                 |        |   |   |   |

|                                              |                                                                                                                                                                                                       |        |   |   |   |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|
| <b>Хидраулични<br/>преносни<br/>мехаизам</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење, неучвршћеност, ненеаптивеност, корозија цевовода и спојница</li> </ul>                                                                               | 020801 | 0 | 1 | 1 |
|                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење, нагњечење, неучвршћеност, неаптивеност и бубрење еластичних црева и спојница</li> </ul>                                                              | 020802 | 0 | 1 | 1 |
|                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>нефункционалан извор потпритиска или надпритиска</li> </ul>                                                                                                    | 020803 | 0 | 1 | 1 |
|                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење, корозија и неаптивена веза са извором потпритиска или надпритиска</li> </ul>                                                                         | 020804 | 0 | 1 | 1 |
|                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>нефункционалност, неподешеност, неаптивеност, корозија, оштећење полуга и непостојање регулатора притиска</li> </ul>                                           | 020805 | 0 | 1 | 0 |
|                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>нефункционалност, неаптивеност, корозија или неправилна монтажа кочних цилиндара</li> </ul>                                                                    | 020806 | 0 | 1 | 1 |
|                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење и некомплетност кочне посуде, неодговарајући ниво кочне течности, неисправност индикатора нивоа, превелики садржај влаге у кочној течности</li> </ul> | 020807 | 1 | 1 | 1 |
|                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>непрописан садржај влаге у кочној течности</li> </ul>                                                                                                          | 020808 | 1 | 1 | 0 |
|                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>некомплетност система и нефункционалност елемената</li> </ul>                                                                                                  | 020809 | 0 | 1 | 1 |

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |   |   |   |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---|---|---|
| <b>Механички<br/>преносни<br/>механизам</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење ужади и заштитног омотача</li> </ul>                                                                                                                                                              | 020901 | 0 | 1 | 1 |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>неисправност елемената кочног система са инерцијом командом</li> </ul>                                                                                                                                     | 020902 | 0 | 1 | 1 |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење преносних полуга</li> </ul>                                                                                                                                                                       | 020904 | 0 | 1 | 1 |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>некомплетност система и нефункционалност елемената</li> </ul>                                                                                                                                              | 020905 | 0 | 1 | 1 |
| <b>Кочнице</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење дискова (овалност, избразданост, напрснуће, промена боје услед температуре, постојање руба насталог деловањем фрикционих облога и сл.), присуство уља, непостојање заштитних елемената</li> </ul> | 021001 | 0 | 1 | 1 |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>оштећење добоша (овалност, промена боје услед температуре и сл.), присуство уља</li> </ul>                                                                                                                 | 021001 | 0 | 1 | 1 |
|                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>превелика истрошеност фрикционих облога</li> </ul>                                                                                                                                                         | 021002 | 0 |   |   |
|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |   | 1 | 1 |

## 5.1 ABS (Anti-lock Braking System) и дијагностика ABS-a

У сталној тежњи за повећањем сигурности учесника у саобраћају, у последњих пар деценија се све више развијају посебни, независни, електронски системи који поспешују рад комплетног кчног система аутомобила. Најпознатији и најчешће примењивани систем је свакако ABS (Anti-lock Braking System). Овакав систем као и сви остали електронски системи не представља основни део кчног система већ додатни систем на основу постојећег кчног система.

Приликом уградње овог система учињени су многи напори да се један такав систем прилагоди возачу, а и возач њему, при чему се поставља међусобна зависност у погледу тренутка коришћења. Дакле, ABS је посебан уређај са засебним системом, који помаже да се на сигуран и безбедан начин заустави кретање возила у што краћем временском тренутку. Тиме би се знатно смањио зауставни пут кочења возилом при чему има за циљ заустављање без блокирања самих точкова. Он је, заправо спој електронских и хидрауличких компоненти, додатних механизма за управљање који би спречили блокирање точкова приликом кочења, те на тај начин скраћује зауставни пут возила и омогућује потпуну управљивост возила приликом кочења.

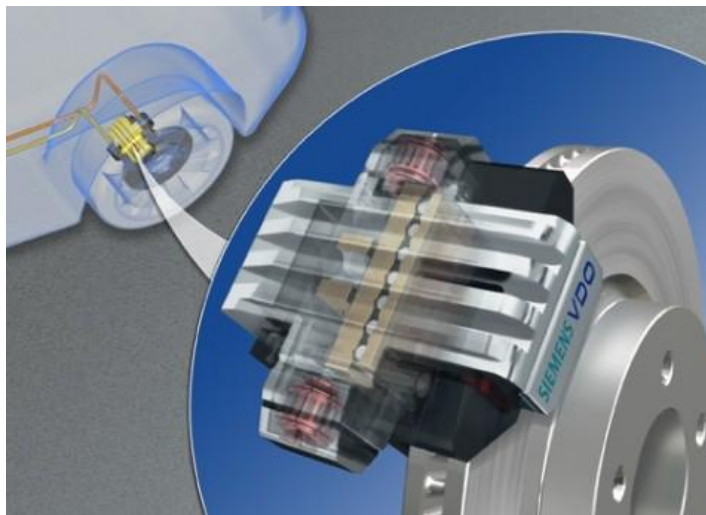
Блокирањем точкова при кочењу знатно се смањује коефицијент трења, посебно у попречном смеру. Због тога се продужује зауставни пут, а аутомобил постаје потпуно неуправљив.

ABS је електронско-хидраулични систем са интегрисаном управљачком јединицом. На основу информација од сензора за „праћење“ окретања точкова, ABS ствара момент кочења на сваком точку и спречава блокирање.

Функција ABS уређаја је да одржава контролу управљања возила, односно да спречи блокирање точкова приликом кочења.

У тренутку кад се одређени точак заустави активира се сензор који преко система електромагнетних вентила снижава притисак уља у кчном цилиндру, све док се кчни момент толико не смањи да се точкови почињу поново окретати. У том тренутку сензор активира електромагнетне вентиле у супротном смеру, притисак уља и интензитет кочења се повећа, те се на граници блокирања точкова циклус поново враћа на почетак.

Први ABS уређаји били су двоканални, односно опремљени само са два сензора који су постављани на два дијагонална точка. Средином осамдесетих година почели су се користити троканални, с једним сензором на погонском диференцијалу и два сензора на преосталим точковима. Од пре неколико година сви аутомобили су опремљени четвороканалним ABS уређајем са сензорима на сваком точку.



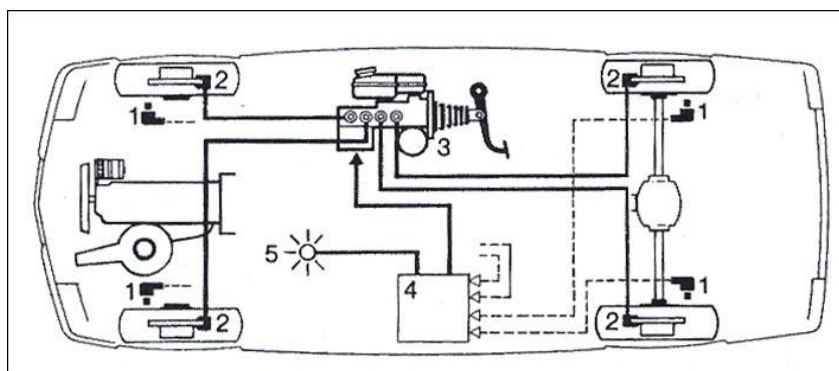
**Слика 5.1** Четвороканални АБС уређај

Подрхтавање педале кочнице је знак да АБС покушава спасити одређену ситуацију која се тренутно догађа. Осцилације педале могу бити и до 15 пута у секунди.

Као предност АБС-а може се навести то што се возило у критичној ситуацији зауставља, а возач је способан да у великој мери контролише његову путању.

Код аутомобила који имају уграђен овај систем, негде на инструмент табли постоји лампица са овом трословном ознаком. Приликом стартовања мотора, она засветли неколико секунди и искључи се. То је знак исправности система, а ако се деси да се лампица не укључује или да се не искључује после покретања мотора, онда је у питању нека неисправност на овом систему.

Битно је знати да АБС делује само у екстремним ситуацијама, што се осети, а не све време и при сваком кочењу.

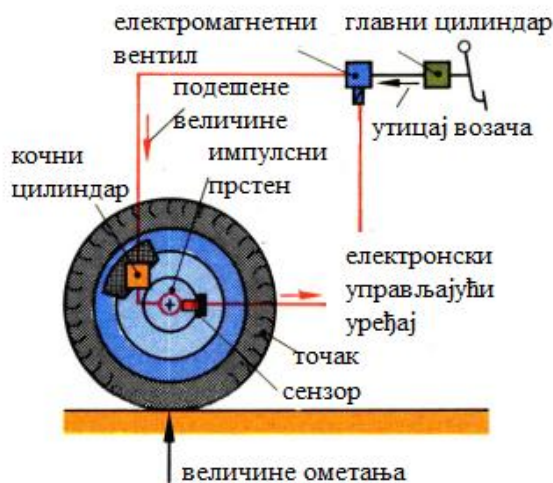


**Слика 5.2** Блок шема АБС система на возило 1. Сензор брзине точкова, 2. Кочни цилиндри на точковима, 3. Хидро-агрегат са главним кочним цилиндром, 4. Електронска управљачка јединица, 5. Сигнална лампица.

Електронска управљачка јединица (ЕУЈ) (4) добија информацију од сензора брзине (1) са свих точкова возила о броју обртаја точкова. На основу броја обртаја точкова ЕУЈ прорачунава обимну брзину точкова (угаона брзина точкова), а логичка кола у ЕУЈ одређују референтну брзину возила (транслаторну брзину возила).

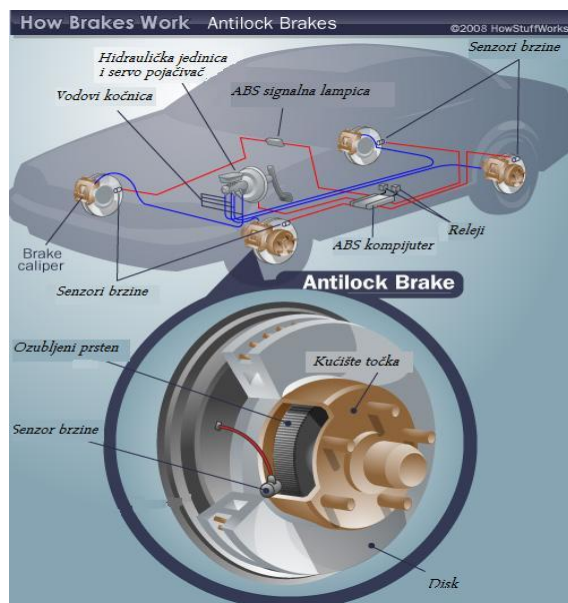
На основу разлике ових двеју брзина ЕУЈ шаље електрични сигнал извршном органу хидро-агрегату са кочним цилиндром (3). Када је педала кочнице нагло притиснута, притисак у хидроагрегату са кочним цилиндром порасте. Тај исти притисак се доводи на све извршне кочне цилиндрице точкова возила. Да би се ефикасно искористио тренутни коефицијент пријањања, а да не би дошло до блокирања точкова мора се зауставити пораст притиска у кочној инсталацији.

Захваљујући сензорима брзине точкова електронска управљачка јединица у сваком тренутку има у виду број обртаја точкова и прорачунава потребан струјни сигнал који ће бити доведен хидро-агрегату ради смањења или повећања притиска у кочној инсталацији. Притисак се у кочној инсталацији смањује када неки од точкова тежи блокирању. Када се притисак у инсталацији на точку који је био у фази блокирања смањи точак почиње да убрзава. Како точак убрзава тако се и притисак у кочној инсталацији на том точку повећава желећи да смањи број обртаја точка.



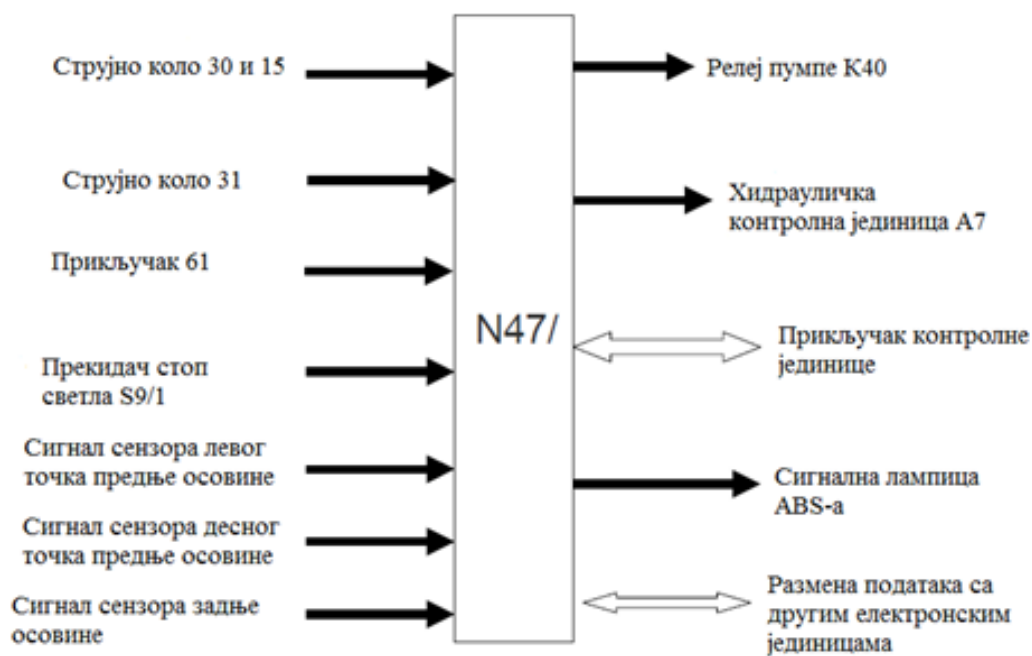
Слика 5.3 Функционисање ABS система

Циклуси понављања притиска између минималне и максималне вредности варирају са понављањима од 4 до 10 регулационих циклуса у секунди. У склопу хидро-агрегата се налазе електромагнетни вентили који имају улогу реализације различитих фаза циклуса као што су смањење, повећање и задржавање притиска у кочној инсталацији и водовима сваког точка. Возач при нагом кочењу осећа промену притиска у виду подрхтавања педале кочнице.

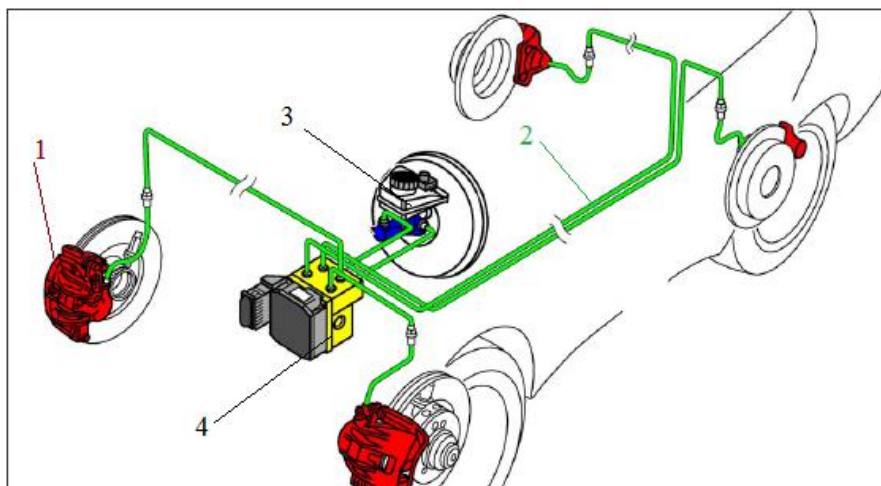


Слика 5.4 Приказ позиције компонената АБС система

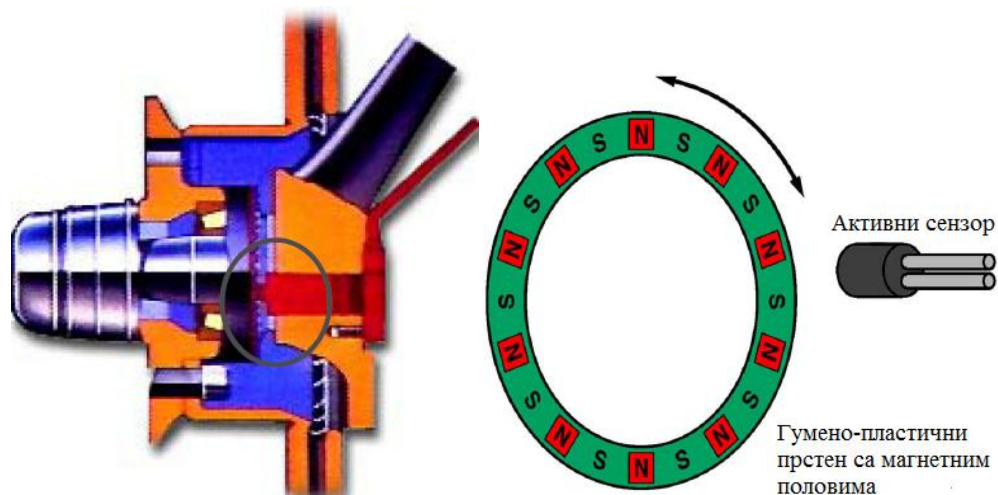
На темељу информација од сензора за праћење окретања точкова, односно дискова кочница, ABS дозира момент кочења на сваком точку посебно и спречава блокирање. У тренутку када се одређени точак заустави, активира се сензор, који преко склопа електромагнетских вентила смањује притисак уља у кочном цилиндру, све док се кочни момент толико не смањи да се точкови поново почну окретати. У том тренутку контролер активира електромагнетске вентиле у супротном смеру, притисак уља и интензитет кочења се повећава, па се на граници блокирања точка циклус поново враћа на почетак.



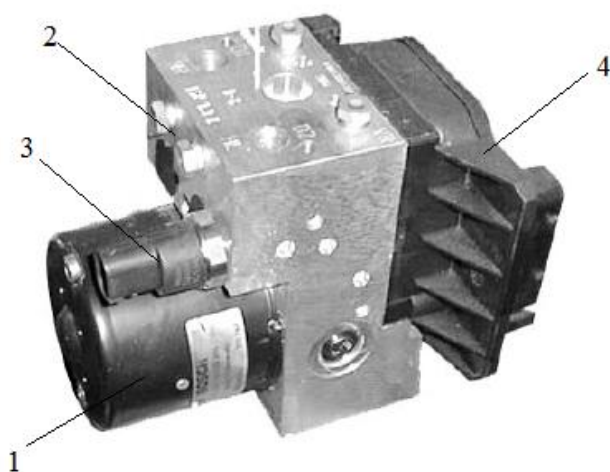
Слика 5.5 ABS блок дијаграм



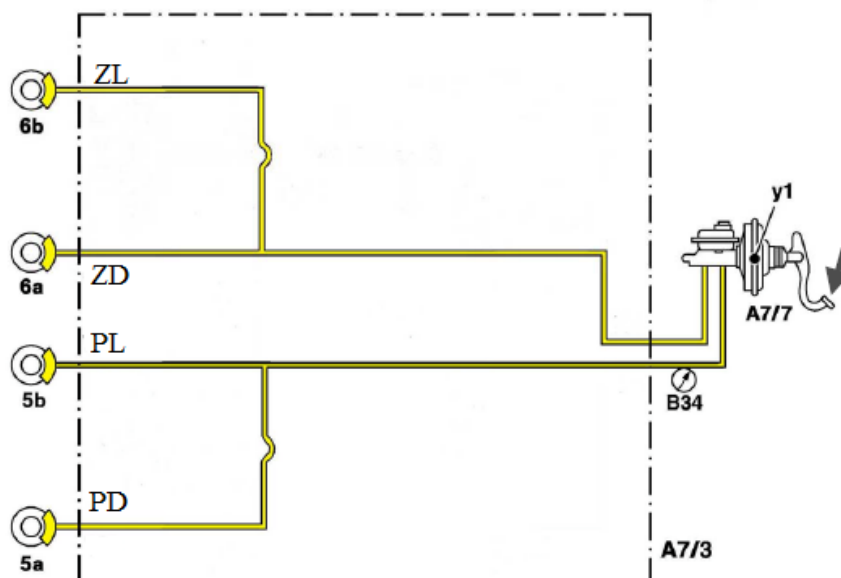
Слика 5.6 Шема ABS-а 1- кочне чељусти са цилиндрима, 2 – хидраулични цевни водови, 3 – главни кочни цилиндар, 4 – електронска управљачка јединица ABS-а.



Слика 5.7 Положај и изглед сензора брзине точка

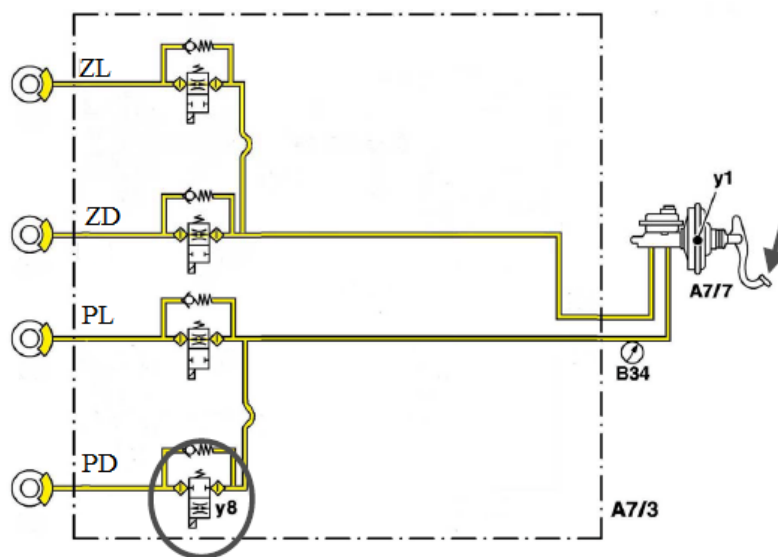


Слика 5.8 Хидраулична јединица ABS-а 1 – електрична пумпа, 2 – соленоидни вентили, 3 – сензор притиска, 4 – електронски контролни прикључак.



Слика 5.9 Шематски приказ инсталације класичног кочног система

Функционисање класичног кочног система се заснива на константном радном притиску током трајања процеса кочења. То има за циљ последицу неконтролисаног довођења притиска кочне течности на кочне цилиндри. У зависности од жеље возача за потребним успорењем, кочна папуча се спушта под дејством силе возача, за одговарајући угао. Притисак у инсталацији је у функцији дејства силе возача на кочну папучу. Притисак кочне течности се код задњих точкова возила ограничава преко коректора кочења.



Слика 5.10 Шематски приказ инсталације ABS система

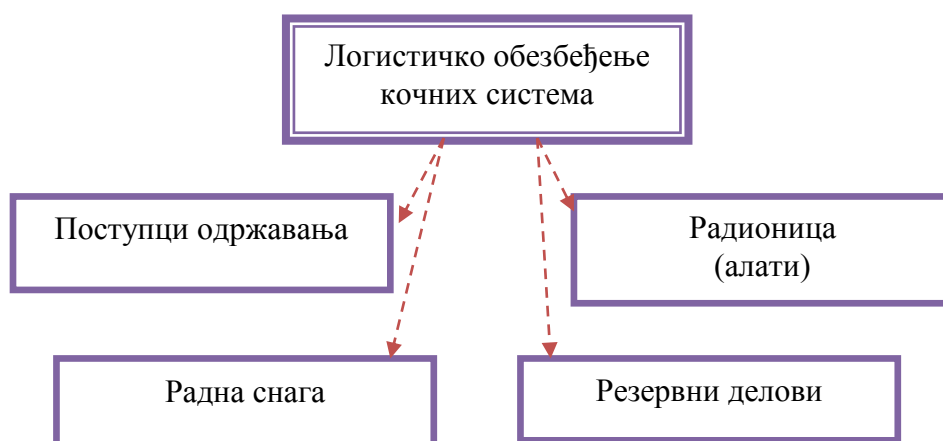
Кочна инсталација ABS система се заснива на постојању класичне кочне инсталације са одређеним изменама. Ту се, пре свега, наводе додатни уређаји и делови који су додати на класичну кочну инсталацију. Функционисање кочне инсталације ABS система се заснива на следећем. Притиском на педалу кочнице у главном кочном цилиндру се остварује повећање притиска кочне течности који се даље расподељује преко цевовода до хидрауличке јединице ABS-а. За сваки точак у хидрауличкој јединици ABS-а постоји по један соленоидни вентил и по један неповратни вентил. Соленоидни вентили су управљани од стране електронске управљачке јединице ABS-а. Захваљујући томе, притисак у кочној инсталацији за сваки точак се посебно одређује и тиме се елиминише блокирање точкова. У случају да један од точкова током процеса кочења наиђе на мањи коефицијент приањања него што је на осталим точковима, притисак се на том точку смањује, како би се избегло блокирање истог и омогућило безбедно заустављање возила. Повећање и смањење притиска у кочној инсталацији омогућава електрична пумпа која се налази у саставу хидрауличке јединице ABS-а. Постизање потребног притиска у кочној инсталацији се врши од стране свих улазних вредности параметара који се обрађују у електронској управљачкој јединици ABS-а. Излазне вредности из електронске управљачке јединице одређују процес кочења за сваки точак посебно.

## 6.0 Одржавање кочног система савремених возила

Одржавање возила има задатак да омогући обезбеђење услова за његово несметано функционисање. Утврђивање стања возила представља један од основних задатака које треба решавати у оквиру одржавања возила. У том случају посебну улогу има могућност идентификације различитих видова промене стања.

Систем одржавања има великог утицаја и на трошкове коришћења возила.

Под одржавањем се подразумева спровођење одређених поступака, чији је задатак спречавање појаве отказа и одређених застоја који су изазвани отказима. Међутим, ако дође до појаве отказа, поступци одржавања имају улогу да омогуће систему поновно функционисање. Да би један систем успешно функционисао потребно је да се обезбеде сви елементи који су неопходни за његов рад, односно сви елементи интегралне логистичке подршке. Под логистичком подршком се подразумева скуп мера које су потребне да би један систем успешно обављао своје задатке, односно функционисао.



*Слика 6.1 Интегрална логистичка подршка за кочни систем*

Приликом пројектовања кочног система мора се водити рачуна да се обезбеде и основни елементи система одржавања, односно поступке које треба примењивати у одржавању и потребне материјалне услове, као што су:

- ✚ Алати и уређаји
- ✚ Опрема радионице
- ✚ Извршиоци поступака одржавања.

Лице које обавља поступке одржавања мора бити квалификовано, односно обучено за послове којима се бави. Поред тога мора постојати и потребна количина резервних делова и потрошних материјала.

Логистичко обезбеђење кочног система зависи од пројектанта, односно произвођача кочног система као и од корисника возила.

Код кочних система, поступци одржавања морају се спроводити на више места, у различитим радионичким или технолошким условима. Једноставни поступци могу се спроводити на самом возилу или у радионицама мање техничке опремљености, док се поступци одржавања на сложеним уређајима, као што су компоненте механичког или хидрауличног преносног механизма са серво дејством, обављају у специјализованим радионицама. Механички или хидраулички преносни механизми без серво дејства (замена кочних облога и друго) могу се одржавати у радионицама мање техничко-кадровске опремљености.

Неисправност возила представља један од честих узрочника настанка саобраћајних незгода. Врло често услед одређених неисправности на возилу у опасним ситуацијама и наглом реаговању возача долази до отказа појединих система на возилу.

Откази на возилу могу настати тренутно у насталој опасној ситуацији, постојати од раније, а возачи их нису уочили и постојати од раније, а возачи су их морали уочити.

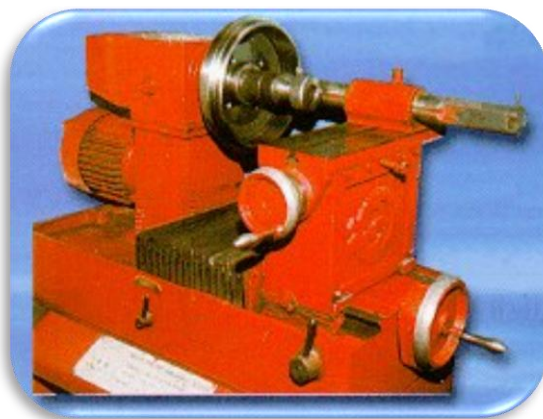
Појава шкрипања без вибрација, кочнице слабо или уопште не раде указује на то да су се оштетиле кочне плочице и да их треба заменити. Звук се јавља из разлога што их је произвођач направио на такав начин да упозоравају возача да је време за замену и потребно је у што краћем временском року исте заменити.

Осећај вибрације у процесу кочења указује на то да је време заменити или дорадити кочне дискове. Неки дискови имају довољну дебљину да се могу дорадити и након тога опет бити глатки, али се то ипак не препоручује. Најбоље и најсигурније је заменити кочне дискове.

Кочне клипове је потребно заменити када дође до појаве неких проблема са дисковима. Плочице и дискови се мењају у пару, док то није случај са кочним клиповима, њих није потребно мењати у комплету.

Приликом вожње, ако педала кочнице не реагује у најбољој могућој мери, указује се на то да постоји проблем у вези са хидрауличким системом. Систем је састављен од цилиндра код педале, посуде са кочним уљем и системом цеви. Потребно је обратити пажњу на ниво кочног уља у посуди. Ако се ниво уља налази између ознака MIN и MAX, онда се проблем налази на неком другом месту. Међутим, ако је ниво испод нормалног, то указује на цурење уља.

Кочна течност (уље) представља битну карактеристику у целом кочном систему. Током коришћења, као и дужег стајања, кочна течност губи вискозитет и претвара се у воду. Вода делује негативно на систем за кочење изазивајући појаву корозије. Појава корозије се манифестује прво код задњих кочних цилиндара, па онда код предњих и главног кочног цилиндра и на крају они блокирају. Највећи проблем се може јавити приликом дужих кочења и то, када лош квалитет кочне течности приликом великог загревања пређе у пару која не ствара притисак на цилиндрице, већ педала кочнице не реагује што утиче на то да се возило не заустави.



*Слика 6.2 Машина за обраду дискова и добоша*

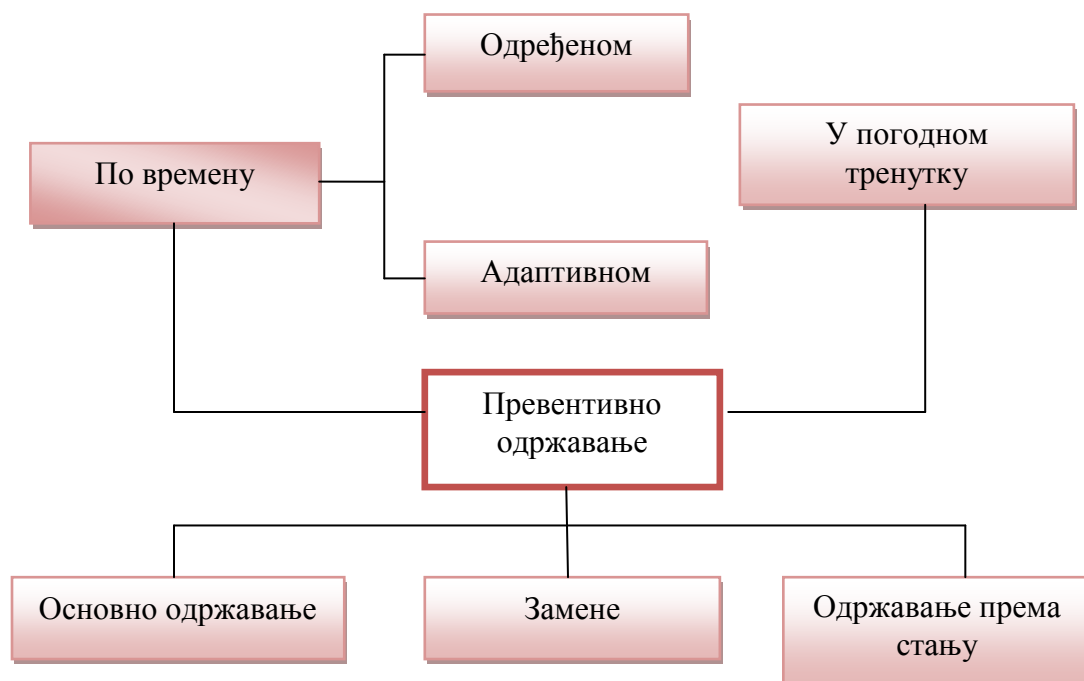
Површина диска или добоша која належе на плочицу мора бити равна и без оштећења и то из следећих разлога:

- ✚ Правилно и равномерно трошење плочица
- ✚ Да би се обезбедила правилна сила кочења
- ✚ Да би се избегла вибрација на педали кочнице.

При свакој замени диск плочица потребно је обавезно прегледати дискове и добоше.

## 6.1 Поступци одржавања кочних система

Одржавање кочних система се концепцијски решава као превентивно, односно, настоји се да се благовременим спровођењем поступака одржавања спречи изненадна појава отказа. Превентивно одржавање се може решити на више начина, различитим поступцима, као што је приказано на *слици 6.3*.



*Слика 6.3 Поступци превентивног одржавања*

У поступцима одржавања, превентивно одржавање се може реализовати као „превентивне замене“, „основно одржавање“ и као „одржавање према стању“.

*Превентивна замена* елемената се врши када се достигне висока вероватноћа да ће у наредном периоду доћи до њиховог отказа. То заправо значи да се ови поступци спроводе само на бази информација о поузданости, занемарујући стање у коме се посматрани елемент налази у тренутку када га треба заменити.

Превентивну замену треба спровести онда када се елемент, који се треба заменити, налази у периоду отказа, односно када је интензитет појаве отказа растући.

*Одржавање према стању* представља поступак одржавања који непосредно зависи од стања у коме се одређени систем налази. Ова врста превентивног одржавања има улогу да претпостави могућност да се у сваком тренутку одреди стање у коме се систем налази, као и могућности да се у зависности од константованог стања предузму одговарајуће мере.

*Основно одржавање* представља значајан вид превентивног одржавања. Поступци овог одржавања обухватају активности које се обављају непосредно на возилу, односно на систему у радним условима, а не у радионици.

У поступке основног одржавања спадају:

- ✚ Надзор над радом свих уређаја и саставних делова
- ✚ Доливање техничких течности
- ✚ Подмазивање
- ✚ Прање и друго.

*Превентивно одржавање по времену* представља поступке који се изводе после одређеног периода рада система. Овај период може бити унапред одређен или се може подешавати према стању система.

*Превентивно одржавање у погодном тренутку* означава поступке који се спроводе у времену када се систем налази у „стању у отказу“.

На основу претходног, може се рећи да је кочни систем најповољније одржавати поступцима који одговарају „одржавању према стању“ укључујући и поступке основног одржавања. Ова концепција се може лако реализовати на велики број елемената кочног система, посебно код елемената чије су радне карактеристике слабе.

## 7.0 За конкретно моторно возило анализирати узроке појаве неисправности кочног система, дефинисати начин утврђивања њиховог техничког стања, дати предлог оптималног начина коришћења и оджавања ради свођења могућности појаве отказа на најмању могућу меру

За конкретно моторно возило, марке VOLKSWAGEN, типа GOLF CL TDI је извршен технички преглед на основу кога су добијене вредности сила кочења на предњој и задњој осовини.

На основу познатих вредности са техничког прегледа, могуће је одредити кочни коефицијент за конкретно возило, што је приказано на следећи начин.

$$k = \frac{\sum F_{ki}}{U_m \cdot 10} \cdot 100 \text{ [%]}$$

$F_{ki}$  - сума свих сила кочења на предњој и задњој осовини

$$F_{ki} = F_{pl} + F_{pd} + F_{zl} + F_{zd}$$

$F_{pl}$  – сила кочења на предњој осовини (лево)

$F_{pd}$  - сила кочења на предњој осовини (десно)

$F_{zl}$  - сила кочења на задњој осовини (лево)

$F_{zd}$  - сила кочења на задњој осовини (десно).

$U_m$  - укупна маса возила на коју је додата и маса возача.

$$k = \frac{(F_{pl} + F_{pd} + F_{zl} + F_{zd})}{1215 \cdot 10} \cdot 100$$

$$k = \frac{(2120 + 1800 + 1160 + 1560)}{12150} \cdot 100$$

$$k = \frac{6640}{12150} \cdot 100$$

$$k = 0,54 = 54,65\%$$

Успорење возила се добија на следећи начин:

$$b = g \cdot k$$

$b$  – успорење возила

$g$  – убрзање силе Земљине теже

$k$  – кочни коефицијент.

$$b = 10 \cdot 0,54$$

$$b = 5,4 \text{ m/s}^2$$

Разлика силе кочења се добија помоћу следећег обрасца:

$$\Delta = \frac{F_{\text{manje}} - F_{\text{veće}}}{F_{\text{veće}}} \cdot 100 [\%]$$

Разлика силе кочења на предњој осовини износи:

$$\Delta p = \frac{1800 - 2120}{2120} \cdot 100$$

$$\Delta p = - 15,09\%$$

Разлика силе кочења на задњој осовини износи:

$$\Delta z = \frac{1160 - 1560}{1560} \cdot 100$$

$$\Delta z = - 25,64\%$$

На основу израчунатих вредности силе кочења на предњој и задњој осовини закључује се да су добијени подаци у границама нормале, односно одговарају вредностима прописаним законом. Разлика силе кочења на истој осовини левог и десног точка не сме бити већа од 30%, што је у конкретном случају остварено.

# HOFMANN safelane pro II

Datum 26.3.2013 Vreme 11:24:13

Copyright by HOFMANN

Firma  
Ulica  
Grad  
Tel.

Vlasnik vozila.....: TOMIC MILAN  
Adresa.....: AR, LJUBICKA 12  
Vozilo.....: AR002-BE  
Broj tablice.....:  
Dodatno  
Dodatno  
Dodatno

Dodatno

## Ispitivanje kocnica:

|                 |    | levo | razlika | desno | levo | razlika | desno | levo | razlika | desno              |
|-----------------|----|------|---------|-------|------|---------|-------|------|---------|--------------------|
| Otpor kotrlj.   | N  | 120  |         | 40    | 80   |         | 40    | 80   |         | 0                  |
| Sila kocenja    | N  | 2120 |         | 1800  | 1160 |         | 1560  | 1400 |         | 880                |
| Blok razlika.   | %  |      | 15      |       |      | 26      |       |      |         |                    |
| Max. razlika.   | %  |      |         |       |      |         |       |      |         |                    |
| Ovalnost        | %  |      |         |       |      |         |       |      |         |                    |
| Pritis. na ped. | N  |      |         |       |      |         |       |      |         |                    |
| Bocni pomeraj   | mm |      |         |       |      |         |       |      |         |                    |
| Test tezina     | Kg | 0    |         |       | 0    |         |       |      |         | Ukupna tezina 1215 |

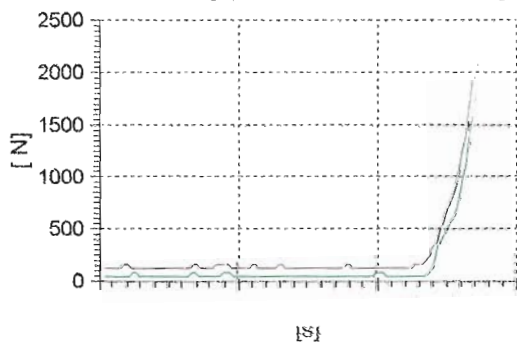
## Informacije o kocionim sistemima:

Radna kocnica >=50 % 56 %  
Otp. razlika <=50 %  
Pritisak pedale <=500 N  
Radna kocnica DOBRO  
Razlika DOBRO

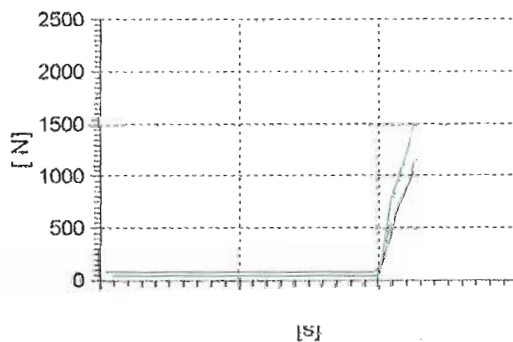
Usporeenje u % Parkir. kocnica >=15 % 19 %  
Otp. razlika  
Parkir. kocnica DOBRO  
Razlika

## Prednja osovina

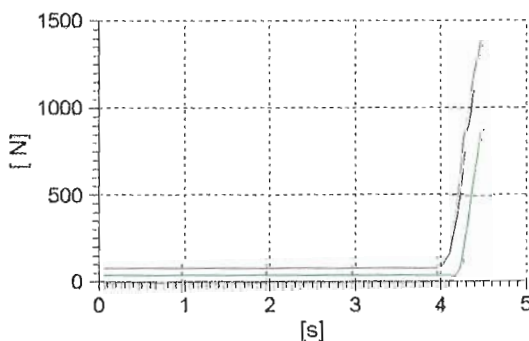
leva strana: crvena linija, desna strana: zelena linija



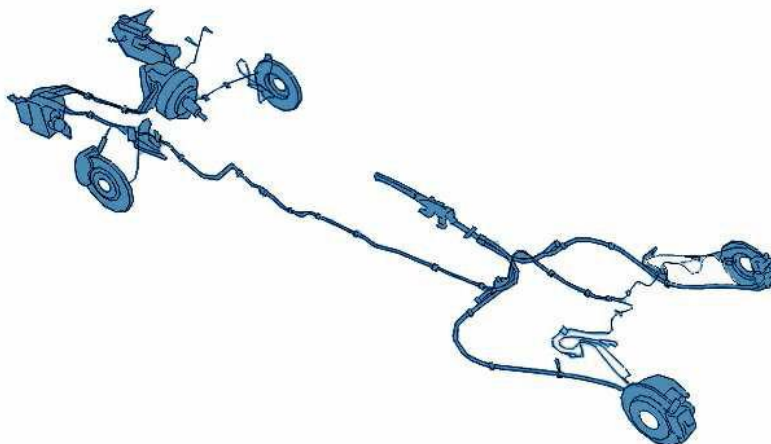
## Zadnja osovina



## Parkirna kocnica



## 7.1 Пример кочења за возило марке Pežo



*Слика 7.1 Инсталација кочења за возило марке Pežo*

Код овог возила, када је у питању неисправност хидрауличног блока ABS уређаја потребно је, приликом скидања блока поступити на следећи начин:

- Користити одговарајући алат, односно притискивач папуча
- Подићи возило помоћу одговарајуће дизалице
- Одспојити акумулатор
- Поставити притискивач на папучу кочнице да не би дошло до истискивања кочне течности приликом одвајања цеви кочница
- Скинути предњи леви точак и предњу леву завесицу.

Код овог поступка потребно је затворити улазе и излазе хидрауличног блока како би се спречио улаз страних тела.

По питању постављања, потребно је поставити хидраулички блок и његов носач, као и одређене вијке и прикључке.

Потребно је нагласити да чепове прикључних отвора цилиндара кочнице не треба скидати пре тренутка монтаже цеви и кочница.

Провера извитоперености диск кочнице се врши тако што се бројач компаратора ослања на 10 mm од обода диск кочнице. При тој провери потребно је компаратор подесити на вредност нула и заокренути диск кочницу за пун круг, полуосовином.

Допуштена извитопереност диск кочнице мора бити мања од 0,05 mm.

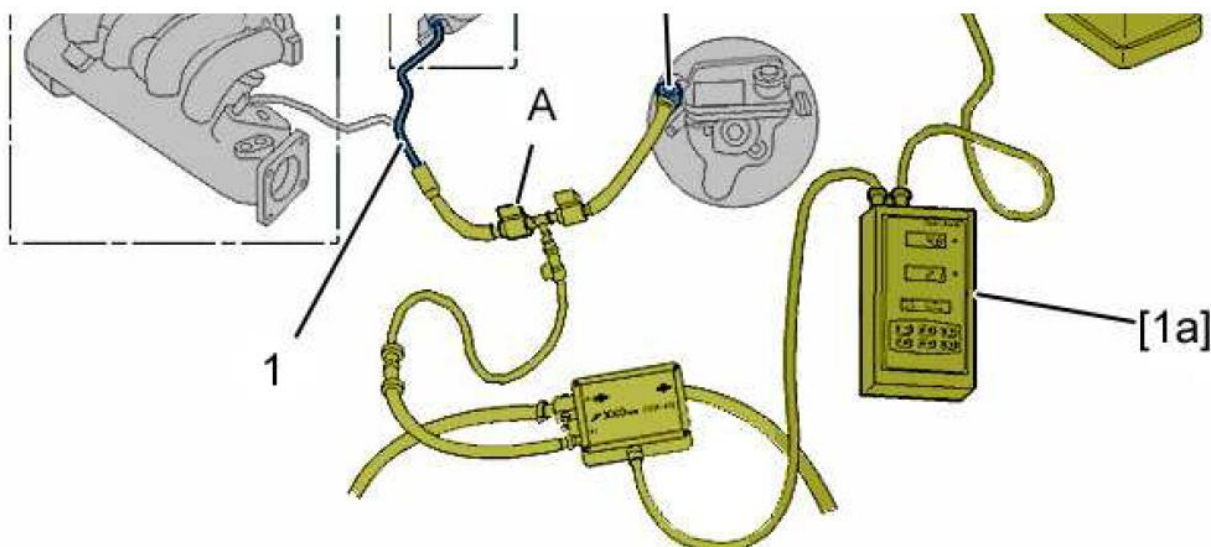
Када је у питању провера разлике дебљине диска кочнице, пре свега потребно је скинути точак са возила. Прислонити бројач компаратора на 5 mm од обода диск кочнице и при томе, компаратор подесити на вредност нула, а диск кочнице заокренути за пун круг.

Дозвољена разлика дебљине диска кочнице износи 0,01 mm.

Провера разлике дебљине диска се може вршити и помоћу микрометра.

Провера добош кочнице се врши тако што се прво отпусти паркирна кочница, а након тога се скине точак, па добош кочнице. Дозвољено померање добош кочнице износи 182 mm.

Провера електронике серво уређаја се врши када се мотор налази у празном ходу и при тој провери је потребно сачекати стабилизацију притиска. У истом тренутку потребно је затворити вентил (на слици означен са А), као и мерач времена на уређају (1a) подесити на вредност нула.



Слика 7.2 Провера електронике серво уређаја

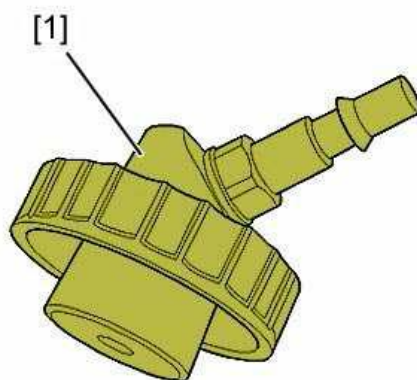
При овој контроли је битно не притискати папучу кочнице. Поред тога, промена притиска може бити највише 0,03 bar у 15 секунди.

Провера притиска вакуум пумпе се врши следећим редоследом:

- Отворити вентиле А и В
- Десетак пута притиснути папучу кочнице како би се у серво уређају успоставио атмосферски притисак
- Затворити вентил А
- Мерач времена на уређају поставити на вредност нула

Након тога је потребно покренути мотор и затим отворити вентил А. У том тренутку вредност притиска треба бити већа од -1 а мања од -0,8. Ако је вредност нетачна потребно је заменити цев и поновити поступак мерења.

Приликом пражњења и пуњења кочне течности као специјални алат користи се чеп за пуњење.



*Слика 7.3 Чеп за пуњење*

Скинути поклопац резервоара за кочну течност, затим изпразнити резервоар помоћу шприца и на крају поново поставити резервоар.

Када треба заменити неки део у кочној инсталацији, на пример кочни цилиндар, носач чељусти или неко кочно црево, испушта се мало кочног уља из кочне инсталације. То се ради из разлога, када су се заменили неки од претходно наведених делова, цеви су биле у додиру са ваздухом, па приликом враћања тих цеви у првобитни положај, у њима је остао ваздух помешан са кочним уљем. Овај случај је непожељан и због тога се на сваки кочни цилиндар, у близини сваког точка испушта мала количина кочне течности из кочне инсталације. У тој малој количини која изађе из система изађу и мехурићи ваздуха заједно са уљем. Овај процес траје неколико секунди док не почне да тече само чисто кочно уље. Када више нема мехурића ваздуха у кочном уљу онда се вијак завије и тако се за сваки кочни цилиндар понавља исти поступак.

## 7.2 Утврђивање техничког стања кчног система на конкретном моторном возилу марке **Alfa Romeo 147** применом дијагностичког уређаја

Дијагностичким уређајем „ETHOS“ извршена је анализа техничког стања кчног система (ABS-а) на возилу марке **Alfa Romeo 147**. Возило се пре испитивања налазило у технички исправном стању и нису се манифестовали никакви трагови могућих неисправности. Да би се извршила дијагностика возила потребно је имати све податке о возилу. Уколико се подаци о типу мотора и самом возилу не могу пронаћи онда се отварањем предњег поклопца мотора могу очитати подаци о мотору и правилно их унети у програм дијагностичког уређаја.



**Слика 7.4** Изглед конкретног возила **Alfa Romeo 147**

Уколико подаци за конкретно возило нису тачни онда се процес дијагностицирања прекида и није могуће остварити везу са електронским компонентама возила. Изглед једног дијагностичког уређаја приказан је на **слици 7.5**. Конструкција овог уређаја је сасвим једноставна због лакшег коришћења током рада и због могућства за прилагођавањем особама која су стручна за обављање ових активности.



**Слика 7.5** Изглед дијагностичког уређаја

Следећи корак приликом дијагностицирања се заснива на прикључивању дијагностичког уређаја на конкретно возило. Да би се остварила комуникација унутар путничког простора у пределу возача или сувозача налази се дијагностички прикључак. Приликом дијагностицирања овог возила дијагностички прикључак се налази унутар возила испод точка управљача, што је приказано *сликом 7.6*.



*Слика 7.6 Место прикључивања дијагностичког уређаја за конкретно возило*

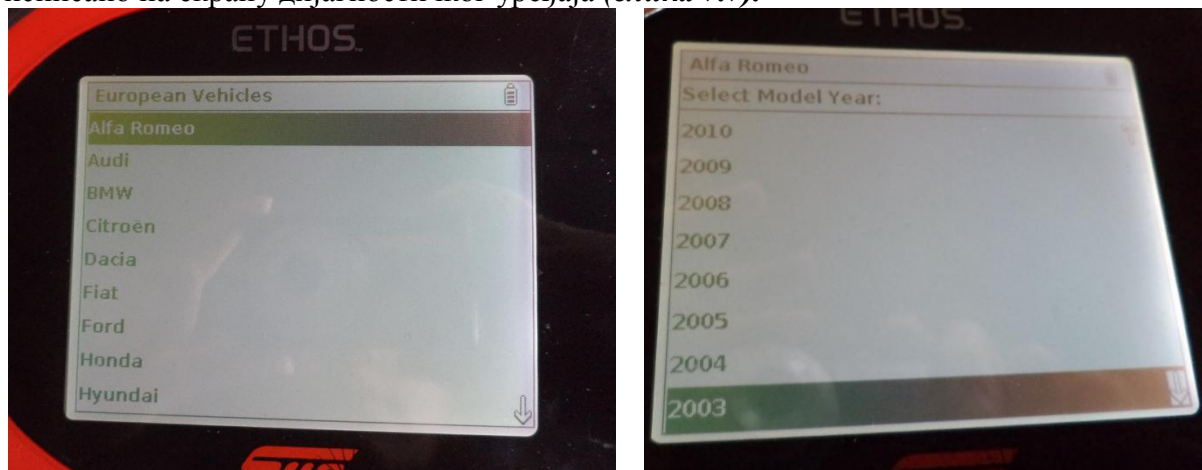
До овог места, за ово возило се долази на тај начин што се одвијају два вијка и скине се заштитна пластика. Поред овог прикључка се налази кутија са осигурачима и релеји. Да би се приступило даљем раду потребно је дати контакт кључа на возилу. На тај начин се успоставља комуникација између електронске управљачке јединице ABS-а и дијагностичког уређаја. Затим се бирају параметри возила који су неопходни за даљи процес дијагностицирања. То је приказано следећом сликом при чему се могу користити и следећи подменији у овом софтверском програму.



*Слика 7.7 Изглед почетног стања дијагностичког уређаја*

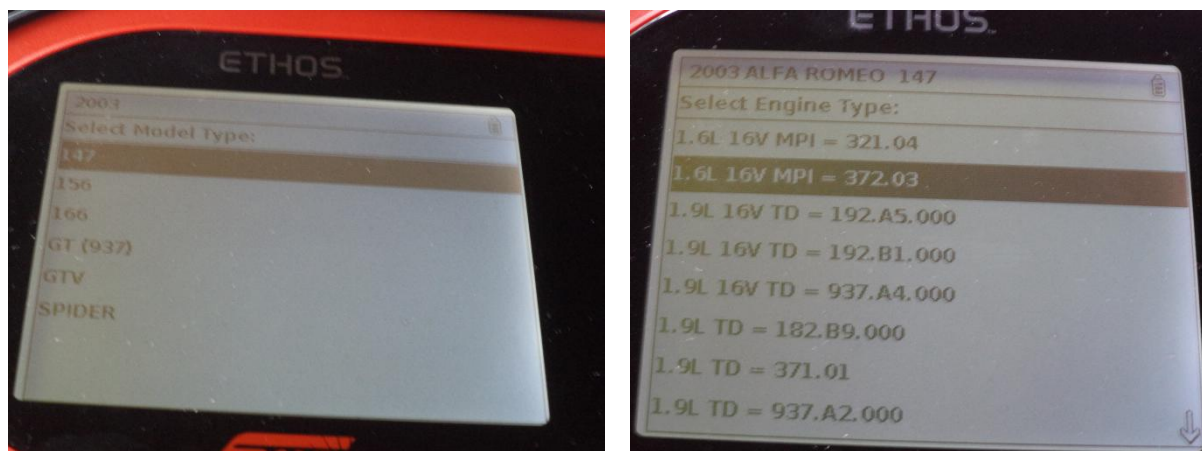
Након прикључивања дијагностичког уређаја и успостављањем контакта са возилом приступа се избору модела и типа возила које се дијагностицира. У првим корацима може се дијагностицирати исто возило више пута при чему се подаци не морају поновити.

У оквиру меморије дијагностичког уређаја већ постоји опција чувања података тако да се при сваком следећем дијагностицирању истог возила врши командом Last Vehicle исписано на екрану дијагностичког уређаја (слика 7.7).



Слика 7.8 Избор возила

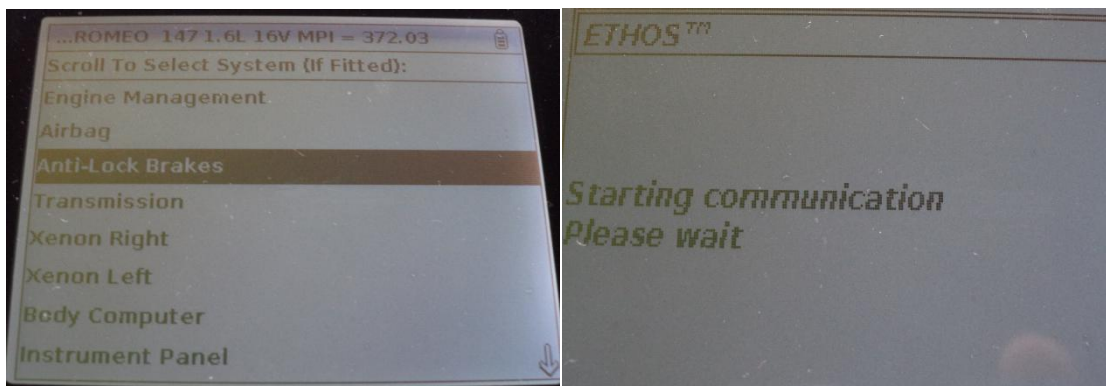
Приликом избора возила приступило се опцији која садржи податке за Европска возила у оквиру кога је садржано и возило Alfa Romeo. Након избора возила приступа се години производње модела возила, а за конкретно возило изабрана је 2003 година. Приказане опције које се узимају у обзир приликом уношења података за конкретно возило у базу дијагностичког уређаја приказане су на слици 7.8.



Слика 7.9 Тип возила и ознака мотора

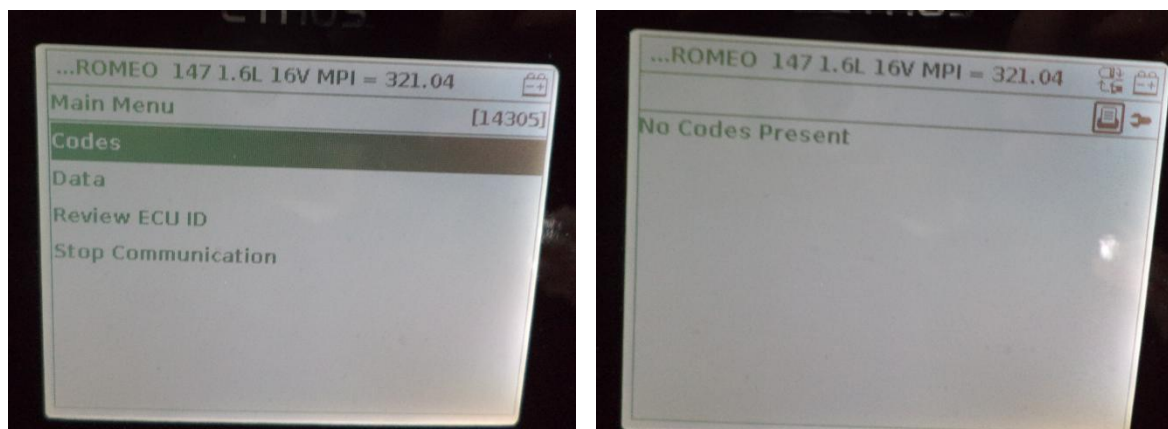
Наставља се са даљим уносом података у базу дијагностичког уређаја при чему се као изабрани параметри за модел возила усваја ознака 147, а може се видети на слици 7.9 као што је изабрана у конкретном примеру. За тип мотора изабрана је радна запремина мотора од 1600  $\text{cm}^3$ . Након изабране ознаке мотора притиском на тастер за потврду података улази се у менију са електронским управљачким јединицама које возило поседује. Дијагностички уређај има могућност читавања сваке електронске управљачке јединице. Та могућност је доступна уколико постоји могућност за приступање свакој електронској управљачкој јединици ако је конкретно возило садржи у свом саставу.

У конкретном случају се дијагностицирала електронска управљачка јединица ABS-а која управља и надзорише рад извршних електронских компонента ABS система.



*Слика 7.10 Приступ електронској управљачкој јединици ABS-а*

Након успостављања комуникације са јединицом ABS-а могу се читавати кодови грешака, односно неисправности што је приказано *сликом 7.11*.



*Слика 7.11 Очитавање кодова неисправности*

Очитавањем је утврђено да у овом случају ABS уређај је потпуно исправан, није пронађен ниједан код неисправности. Иако неисправности у систему ABS-а нису пронађене приступило се даљем дијагностицирању. За даље дијагностицирање узете су компоненте ABS система попут вредности са сензора брзине точкова, притисак електричне пумпе за ABS.



Слика 7.12 Приступ мерењу појединих компонента ABS система

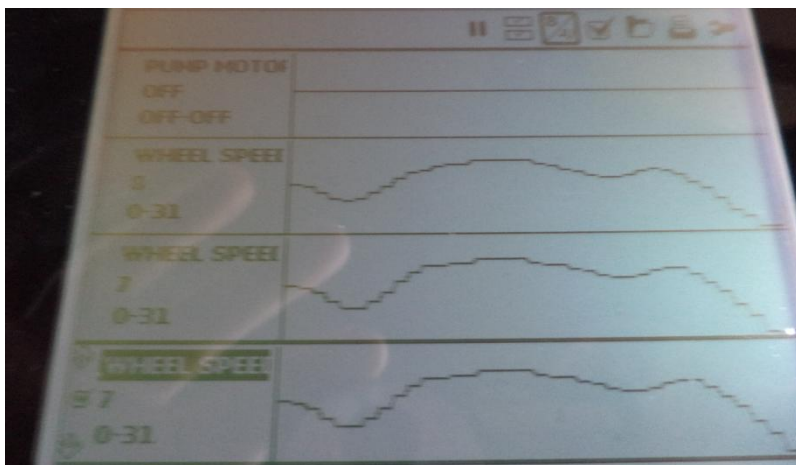
Када се приступа мерењу компонента ABS-а, мотор мора бити укључен. Када се возило не креће, а стоји у месту једино што би било могуће дијагностицирати код ABS система је импулс са сензора педале кочнице. При сваком покушају када се притисне педала кочнице дијагностички уређај приказује преко сензора импулс да је педала притиснута. То се може видети и када се возило не креће. Овај импулс се обрађује у електронској управљачкој јединици ABS-а и служи као референтни сигнал систему којим возач исказује жељу за кочењем возила.



Слика 7.13 Дијаграм промене брзине кретања предњег левог и предњег десног точка

Са слике 7.13 види се како је извршена промена брзине кретања возила предњег левог и десног точка. Распон мерења брзине је био у границама од почетне полазне вредности брзине возила до крајње вредности брзине кретања, у овом случају је било 21 km/h. Дијаграм са слике 7.13 је фотографисан тек након заустављања возила због тога постоји у продужетку дијаграма права линија која означава да је брзина 0 km/h. Електрични мотор пумпе за ABS је био искључен с обзиром да се возило зауставило па у кочној инсталацији није било потребе за кориговањем притиска.

Линије на оба дијаграма су исте па се сматра да је возило имало једнаку брзину кретања на оба точка, према томе возило се кретало праволинијски на одређеној деоници пута без икаквог скретања.



*Слика 7.14 Дијаграм промене брзине кретања задњег левог и задњег десног точка*

Измерене вредности брзина на задњим точковима су линијама приказане на **слици 7.14**. Вредности брзине на точковима задње осовине снимљене су током кретања возила. Распон вредности брзине кретања точкова возила је био у границама од 0 до 31 km/h. При неком успорењу је успешно фотографисан дијаграм брзина кретања точкова са дијагностичког уређаја.

Електрични мотор пумпе за ABS није реаговао на промену успорења возилом па се у горњем дијаграму са **слике 7.14** види само права линија. У случају већег успорења са могућим критичним последицама од блокирања точкова електрична пумпа ABS-а би се одазвала и то би се регистровало на дијаграму. Како током симулације кочног система возила није могло да се симулира критична ситуација при коме би се укључила електрична пумпа ABS-а у рад, онда се на екрану дијагностичког уређаја није регистровала никаква промена, већ само права линија.

На основу извршених мерења уређајем ETHOS и анализираних података, установљено је да конкретно возило Alfa Romeo 147 у оквиру кочног система са ABS-ом исправно функционише. Сви сензори су детектовали промену брзине на сваком точку возила дајући притом дијаграмски и нумерички приказ брзине. Електрична пумпа за ABS је такође у исправном стању јер није реаговала на минимална успорења возилом, а обично се само у критичним тренуцима кочења при скором блокирању точкова активира и коригује притисак на сваком точку преко електромагнетних вентила.

### 7.3 Одређивање параметара поузданости кочног система моторних возила на основу података из експлоатације

Да би се што боље извршило одржавање моторног возила, као и приближно дефинисаног питања његовог века трајања и поузданости саставних делова система, потребно је одредити параметре његове поузданости.

Најчешћи параметри поузданости су: поузданост, непоузданост, фреквенција појаве отказа, интензитет отказа и средње време безотказног рада. Функцију поузданости је могуће одредити под условом да постоје подаци о појави отказа возила са аспекта кочног система.

На основу података о времену рада између два узастопна отказа, приступа се одређивању којој се теоријској расподели поковавају времена рада до појаве отказа. Применом већег броја графичких и аналитичких метода о слагању експерименталних података, уз претпостављену расподелу поузданости, дошло се до тога да је Вејбулова расподела времена безотказног рада једна од најприхватљивијих за анализирање возила са аспекта појаве неисправности кочног система.

Изрази за одређивање функције поузданости  $R(t)$ , фреквенције појаве отказа  $f(t)$  и интензитета отказа  $\lambda(t)$  имају следеће облике:

$\gamma$  - параметар облика  
 $(\beta - \alpha)$  - параметар мере  
 $\alpha$  - параметар минималног рада.

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t-\alpha}{\beta-\alpha}\right)^\gamma} \quad (7.1)$$

$$f(t) = -\frac{dR(t)}{dt} = \frac{\gamma(t-\alpha)^{\gamma-1}}{(\beta-\alpha)^\gamma} \cdot e^{-\left(\frac{t-\alpha}{\beta-\alpha}\right)^\gamma} \quad (7.2)$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{\gamma(t-\alpha)^{\gamma-1}}{(\beta-\alpha)^\gamma} \quad (7.3)$$

**Табела 8.** Време рада до отказа кочног система анализираних возила [4]

| Редни број отказа | Време рада до појаве отказа (h) | Редни број отказа | Време рада до појаве отказа (h) |
|-------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| 1                 | 273                             | 19                | 389                             |
| 2                 | 284                             | 20                | 396                             |
| 3                 | 292                             | 21                | 397                             |
| 4                 | 298                             | 22                | 400                             |
| 5                 | 302                             | 23                | 440                             |
| 6                 | 308                             | 24                | 457                             |
| 7                 | 312                             | 25                | 471                             |
| 8                 | 321                             | 26                | 511                             |
| 9                 | 334                             | 27                | 554                             |
| 10                | 347                             | 28                | 590                             |
| 11                | 349                             | 29                | 601                             |
| 12                | 361                             | 30                | 603                             |
| 13                | 365                             | 31                | 633                             |
| 14                | 368                             | 32                | 640                             |
| 15                | 370                             | 33                | 641                             |
| 16                | 373                             | 34                | 654                             |
| 17                | 379                             | 35                | 679                             |
| 18                | 386                             | 36                | 699                             |

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{521}\right)^{2,85}} \quad f(t) = 0,0055 \cdot \left(\frac{t}{521}\right)^{1,85} \cdot e^{-\left(\frac{t}{521}\right)^{2,85}} \quad \lambda(t) = 0,0055 \cdot \left(\frac{t}{521}\right)^{1,85}$$

На основу претходних израза (7.1), (7.2), (7.3) могуће је одредити вредности броја часова рада (t) за задату поузданост после кога треба спроводити периодичне прегледе, периодичне замене или генералну ревизију. Поред тога могуће је одредити расположивост анализираних возила са аспекта кочног система, као и потребну радну снагу и делове.

**Табела 9.** Процењене вредности показатеља поузданости кочног система конкретних моторних возила [4]

| Временски интервал $t_i(R)$ | Број отказа у интервалу | $f(t)$ | $R(t)$ | $\lambda(t)$ |
|-----------------------------|-------------------------|--------|--------|--------------|
| 0÷300                       | 4                       | 0,0020 | 0,825  | 0,0022       |
| 300÷400                     | 17                      | 0,0029 | 0,643  | 0,0030       |
| 400÷500                     | 4                       | 0,0018 | 0,346  | 0,0049       |
| 500÷600                     | 3                       | 0,0015 | 0,301  | 0,0058       |
| 600÷700                     | 8                       | 0,0005 | 0,000  | 0,0076       |

### 7.3.1 Одређивање критичности делова кочног система анализираних моторних возила

Применом методе анализе облика, последица и критичности отказа анализираних возила са аспекта кочног система одређује се критичност отказа (R) као производ процењене вредности вероватноће појаве отказа (P), процењене озбиљности отказа за функционисање возила (C) и коефицијента тешкоће откривања отказа (D).

$$R = P \cdot C \cdot D \quad (7.4)$$

**Табела 10.** Ранг листа критичности кочног система анализираних возила [4]

| Назив склопа или дела                  | Облик отказа                                                               | Последица                                      | Критичност |   |   |     | Узрок отказа                                                                       |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------|---|---|-----|------------------------------------------------------------------------------------|
|                                        |                                                                            |                                                | P          | C | D | R   |                                                                                    |
| Добоши са папучама и кочним цилиндрима | Превелики ход педале кочнице                                               | Слабо кочење                                   | 7          | 7 | 3 | 147 | Недовољан зазор                                                                    |
|                                        | Облоге папуче стално додирују добош                                        | Прегревање и прекомерно трошење папуче кочнице | 3          | 5 | 3 | 54  | Додтрајао алат                                                                     |
| Главни-серво кочни уређај              | Кочење уз отпуштену педалу кочнице                                         | Трошење облога, повећана потрошња горива       | 4          | 6 | 4 | 96  | Неисправни заптивни прстенови цилиндра                                             |
|                                        | Велики ход педале кочнице                                                  | Слабо кочење                                   | 3          | 5 | 4 | 60  | Оштећени заптивни прстенови                                                        |
|                                        | Смањен ход педале и потребна велика сила да би се покренула папуча кочнице | Слабо кочење                                   | 4          | 3 | 4 | 48  | Зачепљен компензациони отвор                                                       |
| Моторна кочница                        | Не кочи                                                                    | Немогућност смањења брзине при кретању низбрдо | 4          | 4 | 4 | 64  | Неисправан радни цилиндар за прекид горива или радни цилиндар за затварање лептира |
| Компресор                              | Компресор не функционише                                                   | Отежано кочење                                 | 4          | 6 | 3 | 72  | Отказао ремен за погон компресора, неисправни вентили или клипни механизам         |

### 7.3.2 Формирање структуре стабла отказа за отказ кочног система моторног возила

Отказ система за кочење ће наступити ако се догоди отказ добоша са папучама и кочним цилиндрима или главног серво кочног уређаја или моторне кочнице и компресора.

Добош са папучама ће отказати ако настане отказ заптивача кочног цилиндра, опруге кочног цилиндра или заптивача кочног цилиндра.

Отказ главног серво-кочног уређаја наступиће када се догоди отказ серво цилиндра, примарног цилиндра, редукционог цилиндра, регулатора притиска, секундарног цилиндра. Серво цилиндар ће отказати ако настане отказ клипа, вентила или плочице вентила.

Регулатор притиска и регулациони вентил ће отказати када откажу мембрана, опруга или плочице вентила [4].

Отказ четворокружног вентила настаће када настане отказ сигурносног вентила или основног вентила. Отказ компресора настаје онда када наступи отказ клипа, заптивача главе, клипњаче и клипних прстенова, лежаја, усисног и потисног вентила.

Клипњача ће отказати када наступи отказ лежаја мале и велике песнице [4].

Квантитативна и квалитативна анализа поузданости кочног система се одређује након развоја догађаја појаве отказа у стаблу отказа до базичних-примарних и секундарних догађаја. Вероватноћа отказа у кочном систему се изражава на следећи начин:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (7.5)$$

$P_1$  – вероватноћа отказа добоша са папучама и кочним цилиндрима

$P_2$  – вероватноћа отказа главног серво-кочног уређаја

$P_3$  – вероватноћа отказа моторске кочнице

$P_4$  – вероватноћа отказа компресора.

Вероватноћа отказа добоша са папучама и кочним цилиндрима се може изразити у следећем облику:

$$P_1 = 4P_{s11} + 4P_{s121} + 4P_{s122} + 4P_{s123} + 8P_{s13} + 12P_{s14} \quad (7.6)$$

$P_{B11}$  – вероватноћа отказа добоша

$P_{B121}$  – вероватноћа отказа заптивача кочног цилиндра

$P_{B122}$  – вероватноћа отказа опруге кочног цилиндра

$P_{B123}$  – вероватноћа отказа клипа кочног цилиндра

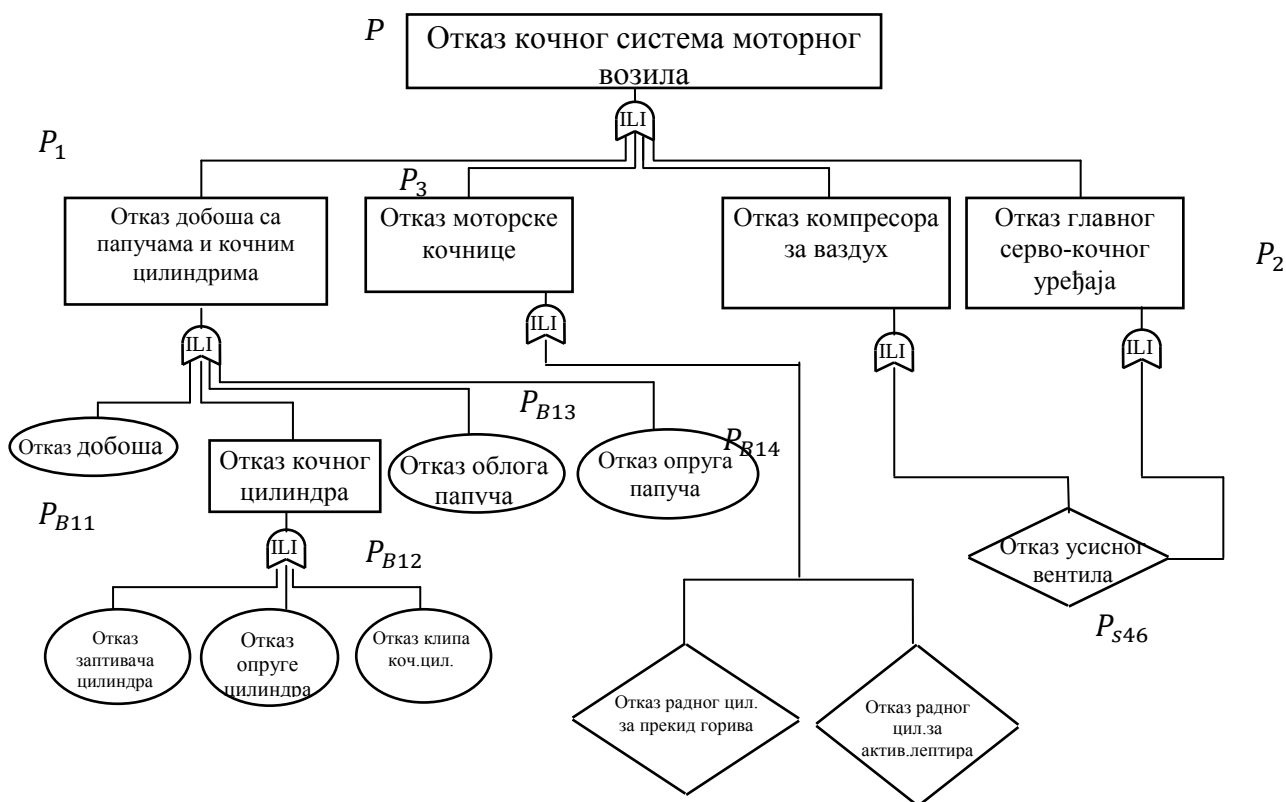
$P_{B13}$  – вероватноћа отказа облоге папуча кочница

$P_{B14}$  – вероватноћа отказа опруге папуча кочница

Вероватноћа отказа главног серво-кочног уређаја може се изразити у следећем облику:

$$P_2 = P_{s211} + 2P_{s212} + P_{s213} + P_{s221} + P_{s222} + P_{s223} + P_{s231} + P_{s232} + P_{s233} + 2P_{s241} + 4P_{s242} + P_{s23} + P_{s26} + P_{s27} + P_{s28} \quad (7.7)$$

$P_{B211}$  – вероватноћа отказа клипа  
 $P_{B212}$  – вероватноћа отказа клипа  
 $P_{B213}$  – вероватноћа отказа опруге  
 $P_{B221}$  – вероватноћа отказа мембране редукционог вентила  
 $P_{B222}$  – вероватноћа отказа опруге  
 $P_{B223}$  – вероватноћа отказа плочице редукционог вентила  
 $P_{B231}$  – вероватноћа отказа мембране регулатора притиска  
 $P_{B232}$  – вероватноћа отказа опруге регулатора притиска  
 $P_{B233}$  – вероватноћа отказа плочице вентила регулатора притиска  
 $P_{B241}$  – вероватноћа отказа сигурносног четворокружног вентила  
 $P_{B242}$  – вероватноћа отказа основног сигурносног четворокружног вентила  
 $P_{S25}$  – вероватноћа отказа управљачког вентила  
 $P_{S26}$  – вероватноћа отказа опружног акумулатора  
 $P_{S27}$  – вероватноћа отказа примарног цилиндра  
 $P_{S28}$  – вероватноћа отказа секундарног цилиндра



Слика 7.14 Структурна шема стабла отказа кочног система моторног возила [4]

Вероватноћа отказа моторне кочнице се изражава у следећем облику:

$$P_3 = P_{S31} + P_{S32} \quad (7.8)$$

$P_{s31}$  – вероватноћа отказа радног цилиндра за прекид одвода горива

$P_{s32}$  – вероватноћа отказа радног цилиндра за активирање лептира

Вероватноћа отказа компресора може се изразити као:

$$P_4 = P_{s41} + P_{s42} + P_{s431} + P_{s432} + P_{s44} + P_{s45} + P_{s46} + P_{s47} \quad (7.9)$$

$P_{B41}$  – вероватноћа отказа клипа компресора

$P_{B42}$  – вероватноћа отказа заптивача главе компресора

$P_{B431}$  – вероватноћа отказа лежаја мале песнице клипњаче компресора

$P_{B432}$  – вероватноћа отказа лежаја велике песнице клипњаче компресора

$P_{B44}$  – вероватноћа отказа клипних прстенова

$P_{B45}$  – вероватноћа отказа лежаја

$P_{B46}$  – вероватноћа отказа усисног вентила

$P_{B47}$  – вероватноћа отказа потисног вентила.

Конечан израз појаве вероватноће отказа кочног система се може написати у следећем облику:

$$P_t = P_{s11} + 4P_{s121} + 4P_{s122} + 4P_{s123} + 8P_{s13} + 12P_{s14} + P_{s211} + 2P_{s212} + P_{s213} + P_{s221} + P_{s222} + P_{s223} + P_{s231} + P_{s232} + P_{s233} + 2P_{s241} + 4P_{s242} + P_{s23} + P_{s26} + P_{s27} + P_{s28} + P_{s31} + P_{s32} + P_{s41} + P_{s42} + P_{s431} + P_{s432} + P_{s44} + P_{s45} + P_{s46} + P_{s47} \quad (7.10)$$

Применом одговарајуће методологије и уз коришћење података о понашању анализираног кочног система конкретног возила, у периоду од пет година експлоатације, одређене су карактеристике поузданости саставних делова овог система. Највећи број отказа у анализираном периоду код кочног система јавио се услед отказа облога папуча кочница и кочног цилиндра. Вредност поузданости кочног система анализираног возила износи 0,889. Правилном експлоатацијом и спровођењем одређених поступака одржавања, ова вредност се може повећати, што значи да би поузданост возила била већа [4].

## **8.0 Дати предлог мера у циљу унапређења система одржавања конкретних кочних система и смањења могућности појаве отказа**

Да би систем за кочење моторног возила био потпуно исправан и функционалан, потребно је увести низ предвиђених мера. У циљу избора најоптималнијег решења посматрају се резултати самог возила током експлоатације.

У конкретном случају се посматра кочни систем као целина возила обједињена бројним компонентама. За исправност свих компоненти кочног система потребна су одговарајућа решења која би могла бити од пресудног значаја током избора методе одржавања кочног система.

Теоријска начела диктирају свој темпо по којем би се практично реализовало решење предлога мера унапређења кочног система. Упркос томе, практична искуства се у многоструку разликују од прописаних теоретских остваривања. Посебан план и програм се прописује за сваки кочни систем, уважавајући све законске прописе. Предлог мера кочног система, у смислу унапређења је могуће остварити кроз реализацију временског периода одржавања. То се пре свега мисли на методу избора усвојеног система одржавања. За свако возило које се експлоатише постоји предлог мера којима се то возило подвргава.

Приликом избора система одржавања и начина обављања појединих операција, посебан акценат се ставља на координацију безбедносних мера.

За интервал замене појединих делова кочног система неопходно је унапред познавати животни век употребљених делова. Даље се кроз визуелну контролу истих и упоређивањем вредности резултата делова који су били употребљени у одговарајућем временском периоду, врши приближно оцењивање искоришћености материјала делова кочног система током експлоатације. Тиме би се могао одредити следећи период замене делова кочног система, а да се притом не угрози безбедност и стабилност возила приликом кочења.

Уколико је период замене кочних делова чешћи, онда су и трошкови опслуживања и трошкови замене појединих делова већи.

Конкретан кочни систем се може унапредити предлогом одређених мера, почевши од визуелне контроле појединих делова кочног система. Ту се пре свега, мисли на ниво кочног уља у посуди, визуелно стање дискова и кочних плочица, стање добоша и стање кочних папуча, одзив педале кочнице приликом кочења.

Редовним одржавањем кочног система се постиже максимална поузданост истог, као и смањење чешћих појава отказа.

Замена кочне течности је врло битан фактор који, уколико се изостави може довести до великих потешкоћа приликом рада кочног система. Кочна течност је подложна старењу, њене карактеристике се погоршавају па се у међувремену јављају изненадни откази.

Контролисањем интервала замене кочне течности и утврђивањем исправности стања свих делова доводи се до унапређења кочног система. Возило на тај начин постаје функционалније, што доводи до остваривања бољих перформанси процеса кочења.

## 9. 0 Закључак

Сва возила током експлоатације остварују различите брзине кретања које су од пресудног значаја за даљу анализу перформанси и безбедности целог возила. Кочни систем моторних возила је од суштинског значаја за реализацију заустављања возила на путу са различитим коефицијентима приањања између осовина или точкова на истој осовини. У експлоатацији су точкови возила и пут по коме се возило креће на врло малој контактної површини. Такав начин остваривања контакта између подлоге пута и површине точкова пнеуматика може да доведе до остваривања различитог понашања возила током свог кретања, а нарочито током заустављања. Некадашњи кочни системи су били реализовани на чистом механичком активирању педале кочнице и хидраулике без посредства појачавача и додатне електронике јер су брзине кретања возила биле мање и технолошки поступак израде електронских компонената био отежан. На савременим кочним системима возила у све већој мери се користе електронске компоненте почевши од сензора брзине точкова, електронске управљачке јединице ABS-а, електронски активирани помоћне кочнице, електромагнетних вентила у склопу хидрауличног дела ABS модулатора.

Компоненте кочног система је потребно редовно одржавати у специјално опремљеним објектима који поред замене делова нуде и могућност дијагностицирања истих. Перформансе кочног система зависе од начина и временског периода одржавања одређених делова и подухвата приликом замене делова. Приликом тестирања компонената кочног система строго се поштују захтеви који су прописани законом и реализованим правилницима при чему се одступања толеришу у наведеним границама.

Утврђивање техничког стања кочног система савремених возила се остварује применом дијагностичких уређаја који су данас постали најзаступљенији. Циљ коришћења дијагностичких уређаја код кочног система моторних возила је установљивање и отклањање насталих неисправности током процеса рада. Затим се након отклањања неисправности одређује следећи интервал провере техничког стања кочног система.

На безбедност свих учесника у саобраћају приликом управљања моторним возилом посебна пажња се захтева од стране возача. Начин функционисања кочног система зависи од поузданости делова кочног система. Из тог разлога је потребно обратити пажњу на квалитет коришћења кочне течности, као и период замене кочних облога, дискова и добоша.

## Литература

- [1] Стефановић А.: Друмска возила, Центар за моторе и моторна возила Машинског факултета у Нишу, 2010, Центар за безбедност саобраћаја у Крагујевцу, 2010.
- [2] Јанковић Д., Ивановић Г., Тодоровић Ј., Ракичевић Б.: Теорија кретања моторних возила, Универзитет у Београду, Машински факултет у Београду, 2001.
- [3] Јанићијевић Н., Јанковић Д., Тодоровић Ј.: Конструкција моторних возила, Универзитет у Београду, Машински факултет у Београду, 1987.
- [4] Крстић Б.: Анализа поузданости виталних делова моторних возила на основу података из експлоатације, Зборник радова *Yuto* 2000, Херцег Нови, стр. 45-50.
- [5] Вујић Н.: Систем за кочење моторног возила,  
[http://nikolavujic.weebly.com/uploads/3/4/8/0/3480733/sistem\\_za\\_kocenje.pdf](http://nikolavujic.weebly.com/uploads/3/4/8/0/3480733/sistem_za_kocenje.pdf),  
приступљено 27.04.2013.
- [6] TMD FRICTION, Процењивање недостатака кочних плочица и кочних дискова,  
<http://www.wagenint.rs/brosure/textarbros.pdf> , приступљено 20.05.2013.
- [7] Милидраг С., Поповић З.: Саобраћајне незгоде, судари и хаварије моторних возила, Југословенско друштво за моторе и возила, Београд, 2004.
- [8] Крстић Б.: Техничка експлоатација моторних возила и мотора, Универзитет у Крагујевцу. Машински факултет, Крагујевац, 2009.
- [9] Прилози нацрта правилника о техничком прегледу возила  
<http://www.st-carportal.rs/dokumenti/nptp.pdf> приступљено 27.05.2013.

## ПРИЛОЗИ

### ПРИЛОГ 1

#### П Р А В И Л Н И К

О ПОДЕЛИ МОТОРНИХ И ПРИКЉУЧНИХ ВОЗИЛА И ТЕХНИЧКИМ УСЛОВИМА ЗА ВОЗИЛА У САОБРАЋАЈУ НА ПУТЕВИМА („Службени гласник РС”, бр. 25/00, 25/02, 107/05, 108/05 – исправка и 123/07) и члана 43. став 2. Закона о Влади („Службени гласник РС”, бр. 55/05, 71/05 – исправка, 101/07, 65/08 и 16/11)

#### Уређаји за заустављање возила

##### Члан 29.

Уређаји за заустављање (у даљем тексту: кочни систем) мора да омогући возачу да на безбедан, брз и ефикасан начин прогресивно смањује брзину кретања возила, или да заустави возило или да задржи возило у месту ако је оно већ заустављено, без обзира на брзину којом се оно креће и оптерећење возила ако је оно у декларисаним границама, а на путу са подужним нагибом на коме је предвиђено кретање тог возила.

Кочни систем мора да задовољи све техничке услове прописане једнообразним техничким условима, односно услове прописане овим правилником.

##### Члан 30.

Кочне облоге не смеју да садрже азбест.

##### Члан 31.

Код возила која су опремљена пнеуматичким кочним системима, морају да постоје контролни прикључци за испитивање притиска ваздуха ради одређивања сила кочења на свакој осовини у току коришћења возила:

- У сваком независном кругу кочног система, на најближем и најприступачнијем месту најнеповољније постављеног кочног цилиндра са становишта мерења времена одзива према одговарајућем Правилнику.
- Код кочних система у којима постоје уређаји за модулацију притиска према одговарајућем.

Правилнику, испред и иза овог уређаја, на најближем доступном месту. Ако је овај уређај пнеуматички управљан, потребно је да постоји допунски контролни прикључак ради симулирања оптерећеног стања. Уколико овакав уређај не постоји, довољан је један

контролни прикључак који треба да буде еквивалентан напред поменутом прикључку постављеном иза регулатора.

Контролни прикључци треба да буду тако постављени да може лако да им се приђе са земље или из возила:

- На најближем и најприступачнијем месту код најнеповољније постављеног уређаја за смештај енергије у складу са одговарајућим Правилником.
- У сваком независном кругу кочног система, како би се омогућила провера улазног и излазног притиска целог преносног вода.

Контролни прикључци треба да буду у складу са т. 4 стандарда ИСО 3583:1984.

Доступност контролним прикључцима не сме да буде ограничена изменама уређаја и опреме или изменама у конструкцији возила.

Треба да се омогући развијање највеће силе кочења при статичким условима на уређају са ваљцима за мерење силе кочења.

За возила са пнеуматичким кочним системима морају да буду обезбеђени подаци у складу са захтевима једнообразних техничких услова. При чему је обухваћена и декларација референтних сила кочења. Подаци за пнеуматичке кочне системе о испитивању функционалности и ефикасности морају да се налазе на возилу, на видном месту и да буду неизбрисиви или да буду слободно доступни на неки други начин (приручници, електронски записи података и сл.).

### Члан 32.

Систем за кочење остварује следеће функције, под условима предвиђеним у овом правилнику:

1. Радно кочење;
2. Помоћно кочење;
3. Паркирно кочење;
4. Дуготрајно успоравање.

Радно кочење омогућава возачу да може на безбедан, брз и ефикасан начин прогресивно да смањује брзину кретања возила, или да га заустави, без обзира на брзину којом се оно креће и оптерећење возила ако је оно у декларисаним границама, а на путу са подужним нагибом на коме је предвидјено кретање тог возила. Мора да буде омогућено постепено мењање тог кочног дејства.

Мора да буде омогућено да возач 18 оствари ово кочно дејство са свог седишта, без скидања руку са команде уређаја за управљање.

Помоћно кочење омогућава да се возило успори и заустави ако дође до највише једног отказа у преносном систему радног кочења, са регулисаним интензитетом кочења, при чему једна рука мора бити слободна ради управљања возилом.

Паркирно кочење омогућава, да се помоћу одговарајућег механичког уређаја, спречи покретање заустављеног возила, при чему се на моторном возилу изводи тако да га возач

може употребити са возачког места, а на прикључном возилу тако да га возач може употребити са возачког места или помоћу команде на прикључном возилу.

Дуготрајно успоравање возила омогућава успоравање возила при кретању возила на путу са подужним падом, и изводи се тако да га возач може употребити са возачког места, при чему једна рука мора бити слободна ради управљања возилом.

### Члан 33.

Противблокирајући систем (у даљем тексту: АБС) је део радног кочења који аутоматски регулише проклизавање точкова, у правцу обротања, за време кочења.

У случају отказа АБС радно кочење мора обезбедити прописане функције и задовољити прописане нормативе кочења.

Сва возила категорија М2, М3, N2, N3, O3 и O4. регистрована први пут након 01.01.2010. године, морају да буду опремљена системом против блокирања точкова при кочењу.

Контрола исправности АБС мора бити обезбеђена путем оптичког индикатора који мора бити у видном пољу возача.

Моторно возило, са АБС-ом, које је предвиђено да вуче прикључно возило мора да буде опремљено и оптичким индикатором, који се налази у видном пољу возача за контролу исправности система АБС прикључног возила.

### Члан 34.

Радно кочење морају имати сва возила осим:

1. прикључних возила категорије O1.
2. прикључних возила категорије R1 највеће дозвољене масе до 1,5 t, ако њихова највећа дозвољена маса не прелази масу вучног возила спремног за вожњу.
3. прикључних возила категорије R2 највеће дозвољене масе до 3 t, ако њихова највећа дозвољена маса не прелази масу вучног возила спремног за вожњу и када је прикључно возило означено знаком ограничења брзине до 30 km/h.

Радно кочење са инерцијом командом на прикључним возилима, осим на полуприколицама, може бити изведено за категорије:

1. O1 и O2,
2. R2 највеће дозвољене масе до 3,5 t,  
R3 највеће дозвољене масе до 8 t када је прикључно возило означено знаком ограничења брзине до 25 km/h и када радно кочење делује на точкове задње осовине

1. R3 највеће дозвољене масе до 8 t када је прикључно возило означено знаком ограничења брзине до 40 km/h и када радно кочење делује на све точкове приколице.  
Помоћно кочење морају имати: сва возила категорије М и N, возила категорије Т ако је њихова највећа конструктивна брзина већа од 30 km/h, возила категорије L5 и L7 ако њихова највећа дозвољена маса прелази 1 t.

Паркирно кочење морају имати: сва возила осим возила категорија L1, L2, L3, L4, L6 и O1.

**Члан 35.**

Систем за дуготрајно успоравање морају да имају сва моторна возила категорије М3 и остала моторна возила преко 9 t највеће дозвољене масе, чија је највећа конструктивна брзина већа од 40 km/h, ако само под тим условом испуњавају захтеве једнообразних техничких услова.

Команда којом се активира дуготрајно успоравање моторних возила из претходног става овог члана, ако су она намењена за вучу прикључних возила, мора истовремено да обезбеди и активирање дуготрајног успоравања тих возила.

Радно кочење приколица и прикључних возила са централном осовином, чија највећа дозвољена маса прелази 9 t, и полуприколица чија највећа дозвољена маса умањена за највеће дозвољено статичко вертикално оптерећење на седло тегљача прелази 9 t, мора обезбедити дуготрајно успоравање када је активирано дуготрајно успоравање вучног возила.

Систем за дуготрајно успоравање моторног возила из става 1. мора обезбедити функцију дуготрајног успоравања прикључног возила са кочним коефицијентом од најмање 10%.

Систем за дуготрајно успоравање може бити активиран од стране ограничавача брзине у циљу одржавања највеће подешене ограничене брзине возила.

**Члан 36.**

Радно, помоћно и паркирно кочење моторних возила, осим на возилима категорија L и T, се изводе са најмање две независне команде, с тим што радно и паркирно кочење не могу имати исту команду.

Кочни систем на моторним возилима са истом командом за радно и помоћно кочење мора имати паркирно кочење које се може активирати док је возило у покрету.

На моторним возилима која имају радно кочење са једним преносним кругом, радно и помоћно кочење не могу имати исту команду. У том случају, помоћно кочење мора имати посебну команду, или она може бити иста са командом паркирног кочења ако се паркирно кочење може регулисати и активирати када је возило у покрету.

Радно кочење прикључног возила, осим возила са инерцијом командом, мора да буде активирано истом оном командом којом се активира и радно кочење вучног возила.

Поред тога, радно кочење прикључног возила, осим возила са инерцијом командом, мора да буде активирано истом оном командом којом се активира и помоћно кочење вучног возила.

**Члан 37.**

Кочни систем мора бити заптивен ради спречавања непотребног губитка кочног флуида. Заптивеност се испитује на прописан начин.

Ако се у кочном систему користи пренос кочне команде помоћу електричне енергије, онда такав кочни систем мора да задовољи све прописане перформансе за односну категорију возила и када овај пренос кочне команде не ради. У том случају на возилу мора да постоји звучни и/или оптички сигнал упозорења који се активира у тренутку настанка неисправности у преносу кочне команде помоћу електричне енергије, а који престаје да ради када се та неисправност отклони.

Кочни систем возила са пуним серво дејством мора бити изведен тако да капацитет резервоара, након 8 узастопних активирања радног кочења, са пуним ходом команде, без допуњавања, мора обезбедити кочење према нормативима одређеним за помоћно кочење.

Радно кочење са делимичним серво дејством, на моторним возилима, мора, у случају отказа тог серво механизма, обезбедити кочење са оствареним нормативима за помоћно кочење.

Након отказа у једном кочном кругу, други круг мора обезбедити кочење према нормативима одређеним за помоћно кочење, без угрожавања стабилности возила током кочења, као и активирање радног кочења прикључног возила.

Возило које има радно кочење са пуним серво дејством мора бити опремљено индикаторима, за сваки круг кочења, који дају оптички или звучни сигнал који се активира када ниво енергије у систему падне до границе која обезбеђује још четири узастопна кочења са пуним ходом команде а да при томе остане енергије за једно активирање са нормативом за помоћно кочење.

### Члан 38.

Прикључна возила која имају радно кочење са пнеуматичким преносним механизмом, осим возила категорије R, морају бити повезана са кочним системом вучног возила са најмање два вода, од којих један служи за пренос команде кочења са вучног возила а преостали за напајање прикључног возила из система напајања вучног возила.

Прикључна возила морају бити опремљена уређајем који обезбеђује аутоматско активирање радног кочења у случају прекида везе кочних система вучног и прикључног возила. Прикључна возила највеће дозвољене масе до 1,5 t не морају бити опремљени овим уређајем ако су опремљена додатним везама (ланци, челично уже...) које у случају отказа основног уређаја за спајање возила обезбеђују везу 21 вучног и прикључног возила при чему руда прикључног возила не сме да падне на тло или скрене у страну, до безбедног заустављања скупа возила.

Ако откаже кочни систем на прикључном возилу радно кочење вучног возила мора обезбедити кочење таквог скупа са оствареним нормативима за помоћно кочење.

Код скупа возила, радно кочење вучног и прикључног возила морају бити тако подешени да обезбеђују да кочење прикључног возила, осим оних са инерцијом командом, почиње истовремено или пре кочења вучног возила, односно у складу са препорукама произвођача.

Код моторних и прикључних возила дејство радног кочења мора бити на одговарајући начин расподељено по осовинама и точковима возила, као и међу возилима у скупу возила.

Возила са уграђеним уређајима који обезбеђују непрекидно подешавање интензитета кочења сразмерно промени оптерећења морају имати, на видном месту, декларисане податке о улазно - излазним карактеристикама тих уређаја.

#### Члан 39.

Радно кочење возила категорија L, M, N и прикључних возила категорија O мора дејствовати на све тачкове.

Вежа између тачкова и извршних елемената кочних површина (кочница) радног, помоћног и паркирног кочења мора бити чврста и поуздана.

Кочнице морају бити тако изведене да омогућавају лако, ручно или аутоматско, подешавање зазора у зависности од потрошености кочних облога. На возилима која имају АБС подешавање зазора у зависности од потрошености кочних облога мора бити аутоматско.

На моторним возилима која се погоне акумулисаном електричном енергијом, радно или помоћно кочење може бити изведено као електроотпорна или електромагнетна кочница.

На моторним возилима са хидростатичким преносом снаге, функција радне кочнице може бити, делимично или у потпуности, остварена разликом притисака у овом систему.

#### Члан 40.

Возила категорија L1 и L3 морају бити опремљена са два система радног кочења са независним командама и преносима, од којих један делује најмање на предњи точак, а други најмање на задњи точак.

Системи радног кочења из претходног става, могу имати заједничку команду кочења под условом да отказ у једном кочном систему не утиче на ефикасност другог.

Возила из става 1. овог члана не морају поседовати систем за паркирно кочење.

#### Члан 41.

Возила категорија L2, L5, L6 и L7 морају бити опремљена:

1. Са два независна система радног кочења који заједно активирани обезбеђују кочење свих тачкова или
2. Радним кочењем који делује на све тачкове и помоћним кочењем, при чему помоћно кочење може бити и паркирно кочење.

Возила категорије L5 и L7 морају имати паркирно кочење који делује на точак или тачкове најмање једне осовине. Систем за паркирно кочење мора бити независан од система радног кочења који делује на другу осовину или осовине и може бити један од система наведених у тачки 1.

#### Члан 42.

Возила категорије L4 морају имати систем за кочење уграђен и изведен са два система радног кочења са независним командама и преносима, од којих један делује најмање на предњи точак, а други најмање на задњи точак. Бочни точак мора бити кочен системом радног кочења, ако без кочења тог тачка, возило не задовољава норматив ефикасности радног кочења.

Систем радног кочења, који делује на бочни точак, се активира истом командом као и систем радног кочења задњег тачка.

#### Члан 43.

Возила категорије Т морају имати радно и паркирно кочење. Радно кочење мора деловати на оба точка најмање једне осовине.

Возило категорије Т опремљено радним кочењем са пуним серво дејством мора бити опремљено индикаторима, за сваки круг кочења, који дају оптички или звучни сигнал, када акумулисана енергија у кругу падне испод 65 % радног притиска.

Код возила категорије Т опремљеног радним кочењем са делимичним серво дејством, резерва енергије мора бити толика да се у случају престанка рада мотора возило може зауставити према нормативима за радно кочење, а у случају отказа било којег дела преносног система кочења, мора постојати могућност заустављања трактора с успорењем које износи бар 50 % од норматива за радно кочење.

Возила категорије Тm морају имати један систем радног кочења на предњој или задњој осовини с тим да у случају отказа кочења на једном точку мора бити исправно кочење на другом.

Возила категорије Тr морају да имају радно кочење.

#### Члан 44.

За потребе овог правилника, прописане вредности средњег успорења се изједначавају са кочним коефицијентом који представља однос успорења возила и убрзања земљине теже, а изражава се у процентима, при чему се за убрзање земљине теже узима вредност од 10 m/s<sup>2</sup>.

Прописане најмање вредности кочног коефицијента, које су наведене у табели 1, морају се остварити при дејству силе на команду кочног система која не сме прећи прописану силу активирања дату у истој табели.

Табела 1

| КАТЕГОРИЈА ВОЗИЛА | РАДНО КОЧЕЊЕ      |                  |                  | ПОМОЋНО КОЧЕЊЕ**  |                  |                  |
|-------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
|                   | Кочни коефицијент | Сила активирања  |                  | Кочни коефицијент | Сила активирања  |                  |
|                   |                   | Ножно активирање | Ручно активирање |                   | Ножно активирање | Ручно активирање |
|                   | Kp ≥ [%]          | F ≤ [даН]        | F ≤ [даН]        | Kp ≥ [%]          | F ≤ [даН]        | F ≤ [даН]        |
| L                 | 40                | 50               | 20               | 20                | 50               | 20               |
| M1                | 50                | 50               | -                | 20                | 50               | 40               |
| M2,M3             | 50                | 70               | -                | 20                | 70               | 60               |
| H                 | 45                | 70               | -                | 20                | 70               | 60               |
| O                 | 40                | PK ≤ 6,5 бар*    | -                | 20                | -                | -                |
| T                 | 25                | 60               | 40               | -                 | -                | -                |
| R                 | 25                | -                | -                | -                 | -                | -                |

„РК“ је притисак у командном воду приликом кочења у двоводним пнеуматичким системима.

Вредности за „ПОМОЋНО КОЧЕЊЕ“ у Табели 1 дато је за случај када је помоћно кочење изведено као посебан систем.

Нормативи кочног коефицијента из става 2. овог члана морају се остварити у свим дозвољеним условима оптерећења возила, без обзира да ли се испитивање врши уређајем за мерење успорења на путу када је возило у покрету или уређајем за мерење сила кочења са обртним ваљцима.

Возила која не могу да се испитају на уређају за мерење силе кочења са обртним ваљцима испитују се кочењем у вожњи помоћу уређаја за мерење успорења.

Паркирна кочница моторног возила, односно прикључног возила кад је оно одвојено од вучног возила, мора обезбедити кочење са кочним коефицијентом од 15%.

Сила којом се дејствује на команду паркирне кочнице не сме бити већа од 40 daN за путничке аутомобиле и тракторе, ни већа од 60 daN за друга моторна возила.

Нормативи из ставова 2. и 5. овог члана примјењују се, приликом испитивања уређајем за мерење кочних сила, при чему се кочни коефицијент рачуна као однос збира највећих сила кочења (измерених, односно измерених и коригованих одговарајућим факторима...) по обиму сваког од точкова и укупне масе возила, и изражава се у процентима.

Највећа дозвољена разлика сила кочења за радну кочницу на точковима исте осовине износи 30%. За израчунавање разлике силе кочења на точковима исте осовине узимају се највеће измерене силе кочења. За основицу израчунавања процента разлике силе кочења точкова на истој осовини узима се већа остварена сила кочења.

Неуједначеност силе кочења по обрту точка не сме бити већа од 20%. Проценат неуједначености силе кочења израчунава се на приближно половини највеће силе кочења. За основицу израчунавања процента неуједначености силе кочења узима се највећа сила кочења измерена при томе.

Систем радног кочења мора да издржи силу на команди од 100 daN.

Тачка кључања течности у кочном систему не сме да буде нижа од 155° C, односно кочна течност не сме да има више од 4 % влаге.

## Прилог 2

### ПРАВИЛНИК О ТЕХНИЧКОМ ПРЕГЛЕДУ ВОЗИЛА (Објављен у "Сл. Гласнику СРС", бр. 23/84)

#### Преглед уређаја за заустављање возила

#### Члан 15.

При прегледу уређаја за заустављање проверава се сигурност, брзина и ефикасност деловања уређаја за заустављање, а нарочито:

- највећа сила активирања и кочни коефицијент радне кочнице и помоћне кочнице
- разлика силе кочења на точковима исте осовине и синхронизовано деловање
- паркирна кочница
- слободан ход команди, одзив и реаговање
- постојање механичких или других оштећења или ослабљеност црева и цевовода
- пад притиска у пнеуматско-преносном уређају при узастопном кочењу
- пад притиска у пнеуматско-преносном уређају када није укључен систем за пуштање мотора у рад
- појава цурења уља при активирању кочница са хидрауличним преносним уређајем
- исправан рад успоривача, ако је прописан
- исправан рад уређаја који обезбеђује непрекидно подешавање интензитета кочења сразмерно промени оптерећења, ако је прописан
- исправност прикључака кочница за прикључна возила.

Приликом прегледа уређаја за заустављање, добија се кочни дијаграм за свако возило, осим мотоцикла, трактора, тракторске приколице, приколице са инерционом кочницом и возила чији осовински притисак прелази носивост ваљака. Одређивање кочног коефицијента ових возила, врши се помоћу мерача успорења на полигону.

Кочни дијаграм је саставни део записника о извршеном техничком прегледу и на њему се уносе регистарски број возила и датум испитивања кочница.