

**Висока техничка школа
струковних студија из Урошевца
са привременим седиштем у Звечану**



ЗБОРНИК РАДОВА

II део

Звечан, 2008. године

ЗБОРНИК РАДОВА
ВИСОКА ТЕХНИЧКА ШКОЛА
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА ИЗ УРОШЕВЦА
Web address: www.vtsurosevac.com
E_mail: vts.uros@sezampro.yu

Издавач:

ВИСОКА ТЕХНИЧКА ШКОЛА
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА ИЗ УРОШЕВЦА
Звечан, Бранислава Нушића бр. 6

За издавача:

мр Милорад Дурлевић, директор

Штампање одобрено Одлуком Наставног већа Високе техничке школе струковних студија из Урошевца бр. 24/9 од 25. 09. 2008. год.
--

Главни и одговорни уредник:

Милорад Ристић, секретар

Компјутерска обрада:

Ненад Марковић, дипл. инг. ел.

Технички уредници:

Ненад Марковић, дипл. инг. ел.

мр Радивоје Вукашиновић, дипл. инг. маш.

мр Слободан Миладиновић, дипл. инг. маш.

Редакциони одбор:

др Предраг Павић, председник

мр Милорад Дурлевић, члан

мр Бранислав Цвејић, члан

мр Мухамед Сарван, члан

др Момчило Вујичић, члан

Тираж:

100 примерака

Штампа:

“Свен” Ниш

Умножавање није дозвољено

САДРЖАЈ

Предраг Павић, Милорад Дурлевић Алгоритам за статички прорачун особних жичара	3
Предраг Павић, Мухамед Сарван Модели једноужних жичара и диференцијалне једначине кретања возила	9
Момчило Вујичић, Ненад Марковић Анализа електрификације градског подручја различитих група потрошача у функцији опадајуће ампераже помоћу Шарлове расподеле	14
Ненад Марковић, Момчило Вујичић, Сања Марковић Fuzzy скуп и fuzzy функција припадности	21
Момчило Вујичић, Предраг Стошић Предности објектно оријентисаних језика, програмирање у Visual Basicu	26
Драган Милчић, Слободан Миладиновић Веза интегрисаног програмског система за конструисање преносника снаге-PTD са CAD системом	32
Слободан Миладиновић, Драган Милчић Експлоатационо мерење обртног момента на радном тачку роторног багера у функцији методологије прорачуна структурних елемената	41
Слободан Миладиновић, Милорад Дурлевић Информациони систем одржавања техничких система	48
Бранислав Цвејић Модел управљања енергетске ефикасности у саобраћају	58
Бранислав Цвејић Линеарни економски модели панел података	62
Радивоје Вукашиновић Прорачун вратила у AutoCAD Mechanical 2008	69
Радивоје Вукашиновић Сагоревање у моторима, важан процес који се мора контролисати	78
Радивоје Вукашиновић Анализа фактора који утичу на нежељене појаве у процесу сагоревања код ото мотора	90
Влатко Вуковић Примена модела локацијског проблема медијане за избор локација складишта	97
Предраг Станојевић, Драгана Станојевић Утицај црта личности, мотивације и ставова на љутњу и агресивно понашање у саобраћају	106

Радомир Гордић Моделирање кретања саобраћајног тока применом теорије масовног опслуживања	117
Радомир Гордић Моделирање кретања војне моторизоване колоне	128
Slobodan Makragić, Predrag Živković Numerical analysis of working wheel's carrying structure of roto dredging machine in working conditions	142
Слободан Макарагић Анализа динамичког понашања конструкција применом методе коначних елемената	148
Предраг Ралевић Оптимизација транспорта различите врсте робе применом методе динамичког програмирања	156
Предраг Ралевић, Бобан Ђоровић, Дејан Живковић, Станика Милић Графичка метода за оптимално одређивање ширине пролаза при паркирању путничког возила за угао паркирања од 90°	161
Slobodan Bjelić, Nenad Marković, Uroš Jakšić Electrical distribution network supervisory control and protection	167
Jelena Rajović Application of some English synonyms	176
Jelena Rajović English equivalents to Serbian expressions	179
Душко Парезановић Методичко дидактичке основе решавања формула или скупа формула	182
Душко Парезановић Примена савремених информационо-комуникационих технологија у финансијском књиговодству	193
Дамњан Радосављевић Directx 9.0 програмирање у C++ програмском језику	200
Дамњан Радосављевић Основне карактеристике C++ програма	209
Дамњан Радосављевић Креирање конзолне апликације у Visual C++	216
Драгослав Јаносевић, Стеван Недељковић Синтеза погона обртних платформи хидрауличких багера	224

АЛГОРИТАМ ЗА СТАТИЧКИ ПРОРАЧУН ОСОБНИХ ЖИЧАРА

Предраг Павић¹, Милорад Дурлевић²

Резиме: У раду су дати обрасци за статички прорачун једноужних жичара. Прорачун је базиран на упрошћеном поступку где се ланчаница замењује квадратном параболом. Резултати прорачуна налазе се у границама техничке тачности.

Кључне речи: Једноужне жичаре, угиби, силе у ужадима, резултујуће силе.

УВОД

При изради рада уочили смо да је већина аутора разматрала ову проблематику уопштено и да ниједан аутор није дао алгоритам прорачуна што у много чему отежава упознавање са овом материјом. Циљ овог рада је да, свима који желе да се упознају са овим транспортним системима, помогне и усмери их на тачно одређене сегменте литературе као и на део постојеће литературе.

АЛГОРИТАМ СТАТИЧКОГ ПРОРАЧУНА

1. Коса дужина поља:

$$l_{ki} = \sqrt{h_i^2 + l_i^2} \text{ (m)}$$

где је:

$h_i(m)$ – висинска разлика поља,

$l_i(m)$ – хоризонтална дужина поља,

$l_{ki}(m)$ – коса дужина поља.

2. Нагиб поља:

$$P_{ni} = \frac{h_i}{l_i} \cdot 100 \text{ (\%)}$$

¹ др Предраг Павић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_ mail: mts.uros@sezampro.yu

² мр Милорад Дурлевић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_ mail: mts.uros@sezampro.yu

3. Угао нагиба поља:

$$\gamma_i = \arctg \left[\frac{P_{ni}}{100} \right] (^\circ)$$

4. Хоризонтална дужина трасе:

$$L = \sum_1^n l_i (m)$$

5. Висинска разлика трасе:

$$H = \sum_1^n h_i (m)$$

6. Укупна коса дужина трасе:

$$L_k = \sum_1^n l_{ki} (m)$$

7. Просечан нагиб трасе:

$$P_n = \frac{H}{L} \cdot 100 (\%)$$

8. Максимални угиб ланчанице у пољу:

$$f_{sr} = \frac{l_{ki}^2 \cdot q^*}{8F_{sr}} (m)$$

9. Специфично оптерећење (q^*):

а) само уже:

$$q^* = q_1 (N/m)$$

б) Од тежине седишта:

$$q^* = \frac{M_{sd} \cdot g}{a} (N/m)$$

ц) Пуно оптерећење (седиште + скијаша + уже):

$$q^* = \frac{M_{sd} \cdot g}{a} + \frac{M_{sk} \cdot n_{sk}}{a} g + q_1 (N/m)$$

где је:

M_{sd} – маса седишта изражена у (kg),

M_{sk} – маса скијаша (kg),

a – хоризонтално растојање између седишта (m),

n_{sk} – број скијаша на седишту. За двоседу жичару је $n_{sk} = 2$,

q_1 – јединична тежина транспортног ужета (N/m),

$g = 9,81 (m/sec^2)$.

10. Дужина ланчанице једног распона:

$$L_{oi} = l_i + \frac{h_i^2}{2l_i} + \frac{8f_{sr}^2}{3 \cdot l_i} (m)$$

11. Средња вредност силе у распону:

$$F_{H1} = F_{sr1} \cdot \cos \gamma (m), F_{H2} = F_{sr2} \cdot \cos \gamma (m)$$

12. Укупна непрекидна дужина ужета:

$$L_u = \sum L_{oi} + D_u \cdot \pi (m)$$

D_y – пречник ужетњаке (m).

13. Временски размак седишта:

$$t_s = \frac{3600 \cdot n_{sk}}{Q} (sec)$$

n_{sk} – број скијаша по седишту,

Q – капацитет жичаре (ski / h).

14. Дужински размак између седишта:

$$a = t_{sr} \cdot v_{tr} (m)$$

$v_{tr} = 2,5 (m / sec)$ – за скијаше са скијама,

$v_{tr} = 1,7 - 2,0 (m / sec)$ – за пешаке,

$v_t = 1,0 (m / sec)$ – транспортна брзина додатним погоном,

$v_t = 0,3 (m / sec)$ – ревизиона брзина.

15. Број седишта:

$$n_s = \frac{L_u}{a} (kom)$$

L_y – укупна непрекидна дужина ужета (m).

16. Специфично оптерећење од ужета са седиштима:

$$q_{us} = q_1 + \frac{M_{sed}}{a} \cdot g (N / m)$$

q_1 – јединична маса ужета (N / m),

$M_{sed} = 90 (kg)$ – маса седишта.

17. Пуно специфично оптерећење:

$$q_p = q_{us} + \frac{n_{sk} M_{sk}}{a} g (N / m)$$

$M_{sk} = 80 (kg)$ – маса једног скијаша.

Специфично оптерећење зависно од случаја:

$$q^* = q_p ; q^* = q_{us} ; q^* = q_1$$

18. Затезна сила на ослонцу:

$$F_{i+1} = F_i \pm S_{oi} \pm P_{ini} (N)$$

F_i – силе на ослонцима,

S_{oi} – силе отпора,

P_{ini} – инерцијалне силе.

19. Затезна сила на средини распона:

$$F_{sr} = F_{mi} = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} (N)$$

20. Максимални угиб ланчанице на средини поља:

$$f_{sr} = \frac{q^* \cdot l_{ki}^2}{8 \cdot F_{sr}} (m)$$

21. Константна затезна сила:

$$KZS = F_1 + F_2 (N)$$

F_1 – наилазна сила на погонској ужетњачи,

F_2 – излазна сила на погонској ужетњачи.

22. Маса против тега:

$$G_T = KZS (N)$$

23. Угао нагиба ланчанице:

$$\alpha_i = \gamma_i - \frac{q^* \cdot l_{ki}}{2F_{sr}}$$

$$\beta_i = \gamma_i + \frac{q^* \cdot l_{ki}}{2F_{sr}}$$

24. Преломни угао суседних ланчаница:

$$\theta_i = \beta_i - \alpha_{i+1}$$

25. Сила на ослонцу:

$$R = 2F_i \cdot \sin\left(\frac{\theta_i}{2}\right) (N)$$

26. Компоненте силе на ослонцима:

$$x_A = F_i \cos \alpha_{i+1} \quad y_A = F_i \sin \alpha_{i+1}$$

$$x_B = F_i \cos \beta_i \quad y_B = F_i \sin \beta_i$$

$$x = x_A + x_B \quad x = y_A + y_B$$

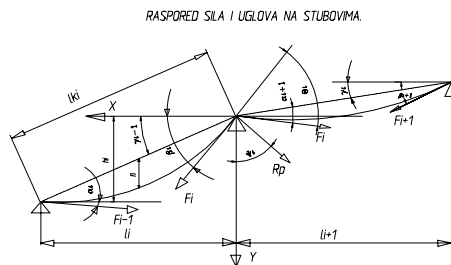
27. Резултујућа сила на ослонцу:

$$R_A = \sqrt{x_A^2 + y_A^2} (N)$$

28. Угао дејства резултујуће силе на ослонцу:

$$\psi = \arctg \frac{x}{y}$$

На слици 1 дат је распоред сила и углова на стубовима. Значење појединих ознака није потребно посебно дати јер се исте налазе на слици.



Слика 1.

ЗАКЉУЧАК

Циљ овог рада је да се да поступак (алгоритам) прорачуна особних једноужних жичара ради бољег увида у општу литературу и ради лакшег упознавања са овом тематиком. На бази ових података може се изградити програм за статички прорачун једноужних жичара које се обзиром на садашње конструкције могу користити као и теретне жичаре. У прилогу рада достављен је цртеж на коме се могу видети значења појединих ознака (силе на стубовима, преломни углови у карактеристичним тачкама, правац и смер дејства резултујуће силе на стубовима, ...).

Напоменимо и то да је овакав алгоритам дат за случај да се затезање ужета врши помоћу контратега који затеже погонску групу смештену на покретним колицима. Новије конструкције жичара и ски лифтова конструисане су тако да је затезање ужета остварено хидрауликом што омогућује "мекши рад" постројења а такође утиче и на смањење осцилација које могу настати при кретању тега за затезање.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Absenger F.: *Beitrag zur Berechnung von Zwei seilbahnen*, Disertation, Wien, 1943.
- [2] Барамидзе К. М., И. Ј., ...: *Пассазирские подвесные канатные дороги*, Машгиз, Москва, 1962.
- [3] Czitary E.: *Seilscweitebahnen*, Springer-Verlag, Wien, 1962.
- [4] Дедијер С., Трајковић В., ...: *Истраживање утицајних фактора оптерећења на линији једноужетних и двоужетних жичара*, ..., Научно-истраживачки пројекат, СИЗ СР Србије, књига I и II, Београд, 1984.
- [5] Дивизијев В.: *В' Зени линије и кабелни кранове*, Техника, Софија, 1975.
- [6] Engel E.: *Zur Statik der Seile von Zweiseilbahnen*, ISR, 2/1961.
- [7] Кацурин В. К. *Гибкие нити с'малуми стрелками*, Москва, 1965.
- [8] Синковић М.: *Висеће жичне железнице*, Техничка књига Загреб, 1951.
- [9] Беркман М. Б., ...: *Подвесные канатные дороги*, Машиностроение, Москва, 1984.
- [10] Кацурин В. К.: *Гибкие нити с'малуми стрелками*, Москва, 1956.
- [11] Трајковић В.: *Прилог проучавању промене оптерећења на линији жичаре при кретању вагонета код двоужетних жичаних железница-жичара*, Докторска дисертација, Ниш, 1980.
- [12] Владић Ј.: *Степен сигурности против проклизавања и његов утицај на погонске карактеристике тракастих транспортера*, Зборник радова ФТН, НР 13, 1982.
- [13] Dukielski A. J.: *Badane drgan lin nosnych metod modelowania*, Przegląd Mechaniczny, 1958.
- [14] Владић Ј.: *Прилог одређивању степена сигурности против проклизавања челичног ужета на погонској узници*, VI SNEITS, Београд, 1982.
- [15] *Проблеми динамичке анализе жичара*, SMEITS, IX Београд, 1986.
- [16] *Опита литература*.

ALGORITHM FOR ONE-ROPE SKI-CHAIRS CALCULATION

Summary: *Formulae for statical calculation of one-rope ski-chairs are represented in this work calculation is based on simplified process in which catenary is replaced with quadratic parabola. Calculated results are limits of technical precision.*

Key words: *One-rope ski chairs, deflections, rope forces, resulting forces.*

МОДЕЛИ ЈЕДНОУЖНИХ ЖИЧАРА И ДИФЕРЕНЦИЈАЛНЕ ЈЕДНАЧИНЕ КРЕТАЊА ВОЗИЛА

Предраг Павић¹, Мухамед Сарван²

Резиме: Жичаре као транспортна средства често налазе примену у рударству. Нове конструкције једноужних жичара су капацитета до $1000(t/h)$. Ниска цена транспорта материјала даје овим системима предност у односу на друге транспортне системе.

Кључне речи: Једноужне жичаре, силе у ужадима, модели.

УВОД

Овде се наводе само неки од основних узрока који условљавају већу сложеност динамичке анализе жичара у односу на већину техничких система: Узимајући у обзир чињеницу да се дужине жичара крећу и до 10 km , услови рачунске симулације њиховог понашања су веома неповољни.

Жичаре су технички системи који се састоје од великог броја делова као што су: возила, стубови, носеће и вучно уже, ужнице и котурне батерије, погонски механизам, затезни тегови ..., што и при условима дискретизације модела континуума, захтева анализу динамичког система са изузетно великим бројем степени слободе кретања.

Дефинисање меродавних параметара прелазних режима рада жичаре (покретање и кочење) представља комплексан задатак, посебно имајући у виду утицај брзине простирања поремећаја дуж линије који је код "мањих" система занемарљив.

Услед сталних промена оптерећења транспортног ужета при кретању возила и због изражене геометријске нелинеарности система уже-покретни ослонци, кружне фреквенције слободних осцилација су променљиве и зависе од почетних услова.

Код транспортног ужета једноужних жичара а посебно код вучног ужета двоужних жичара јављају се ефекти параметарских осцилација који су уочљиви за време приближавања стубу.

¹ др Предраг Павић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, E_mail: mts.uros@sezampro.yu

² мр Мухамед Сарван, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, E_mail: muksar@hotmail.com

Треба напоменути да код жичара не постоји, у класичном смислу, период стационарног рада, обзиром на стално присутне значајне промене брзине и оптерећења елемената. Условно се може говорити о стационарном режиму рада погонског механизма са тзв. "тврдим" управљањем.

Узрок појави осциловања код жичара може бити и геометријска нетачност и неуравнотеженост обртних делова, затим валовитост површине ужета и други узроци.

Прелазак возила преко стубова је узрок различитих осцилаторних процеса који се могу сврстати у принудне осцилације са непериодичном силом.

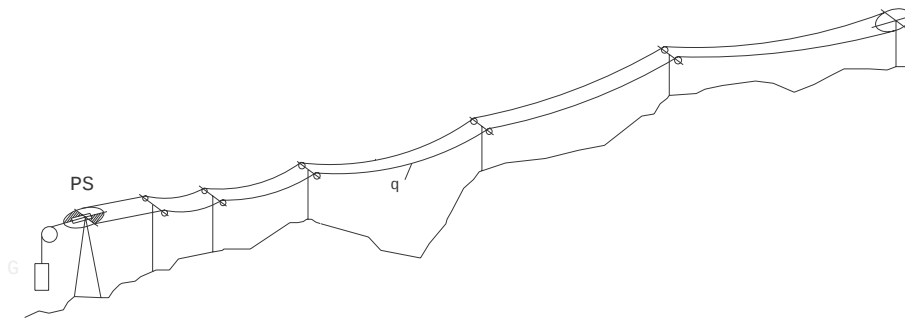
Као извори осцилаторних процеса код жичара, јављају се утицаји тренутног отпадања леда и снега.

Значајан проблем при описивању жичара је и чињеница да се претходно набројани ефекти могу јављати посебно и истовремено у свим могућим комбинацијама.

Све ово условљава избор одговарајућег динамичког модела. При изради рада уочили смо да је већина аутора разматрала ову проблематику уопштено и да ниједан аутор није дао алгоритам прорачуна што у много чему отежава упознавање са овом материјом. Циљ овог рада је да, свима који желе да се упознају са овим транспортним системима, помогне и усмери их на тачно одређене сегменте литературе као и на део постојеће литературе.

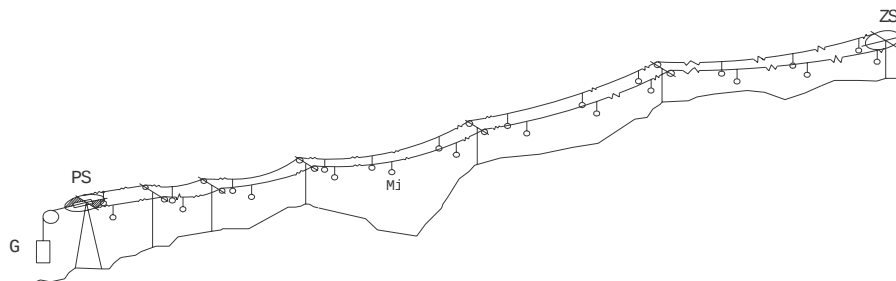
МОДЕЛИ

За челично уже, обешено између два ослонца, модел континуума даје најтачнији аналитички опис његовог понашања. То је модел са равномерном расподељеном масом и одговарајућим граничним условима који се описују системом нелинеарних парцијалних диференцијалних једначина. Налажење решења оваквог система једначина је изузетно компликовано а у одређеним случајевима и немогуће. Поступцима линеаризације, за случајеве слободно обешеног ужета са релативно малим угибом, ($\phi_0 / l < 0,125$), што је испуњено код жичара, могуће је поступак упростити. На слици 1, представљен је модел континуум.



Слика 1. Модел континуума једноужне жичаре

Даље поједностављење би се огледало у формирању тзв. дискретних модела код кога се модел континуума замењује концентрисаним масама међусобно повезаним еластичним безтежинским везама са одговарајућим редукованим карактеристикама. На слици 2, представљен је модел једноужне жичаре са концентрисаним масама.



Слика 2. Модел једноужне жичаре са концентрисаним масама

У аналитичком смислу, систем парцијалних се замењује системом обичних диференцијалних једначина које су знатно једноставније за решавање, што је посебно важно, могу се користити и опште, детаљно разрађене, теорије. При том је неопходно ове дискретне моделе правилно дефинисати, тако да се могу анализирати најзначајнији ефекти динамичког понашања слободно обешеног челичног ужета.

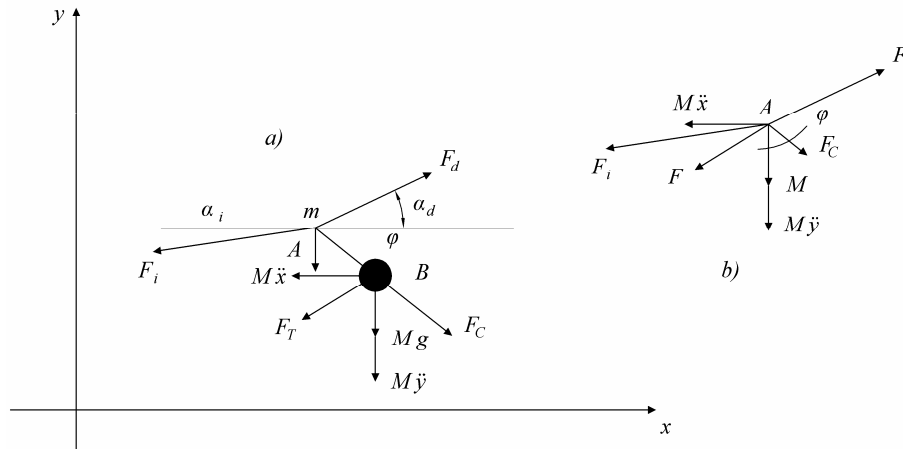
Посебан проблем анализе динамичког понашања ужета је уска веза са његовом статичком равнотежном конфигурацијом, односно, ако се промени статичко оптерећење ужета, истовремено се мења и слика његовог осциловања. Ова чињеница не дозвољава испитивање динамике ужета независно од статичких услова, што није карактеристика класичне теорије осциловања еластичних система (штапови, вратила, носачи, ...).

На основу претходних разматрања, основне претпоставке које се уводе при дефинисању рачунске методе за анализу динамичког понашања жичара су:

- посматра се само осциловање у вертикалној равни (раван угиба), односно аналитичко описивање динамичког понашања ће се извршити у дводимензионалном координатном систему,
- осциловања изазвана дејством ветра нису обухваћена анализом, а утицај температуре се уводи само при дефинисању статичких услова,
- у разматрање се уводи појам "идеалног ужета" којим се преносе само затезне силе у правцу његове осе. Савојна крутост оваквог ужета је равна нули а унутрашње трење се занемарује.

ДИФЕРЕНЦИЈАЛНЕ ЈЕДНАЧИНЕ КРЕТАЊА ВОЗИЛА

Динамичко понашање возила једноужних жичара се са великом тачношћу може описати преко модела математичког односно физичког клатна. На слици 3 приказан је модел возила једноужних жичара.



Слика 3. Модел возила једноужних жичара

У тачки A делује тежина горњег дела возила или редукована маса ужета док је у тачки B концентрисана маса доњег дела возила (кабина, седишта, тежина путника, ...). При кретању тачка B врши релативно кретање (њихање око тачке A) док је кретање тачке A преносно кретање. Како возило има три степена слободе (x, y, φ) три диференцијалне једначине кретања се добијају применом Даламберовог принципа за равнотежу активних и инерцијалних сила. Сагласно слици 3 може се написати:

$$\sum X_i = 0; \quad m \cdot \ddot{x} = \Delta X - M \cdot \ddot{x} - F_T \cdot \cos \varphi + F_C \cdot \sin \varphi$$

где је:

$$\Delta X = X_d - X_l$$

$$X_d = F_d \cdot \cos \alpha_d$$

$$X_l = F_l \cdot \cos \alpha_l$$

X_d – хоризонтална компонента силе у ужету са десне стране,

X_l – хоризонтална компонента силе у ужету са леве стране,

$$F_T = M \cdot l \cdot \ddot{\varphi}$$

F_T – тангенцијална компонента инерцијалне силе и

$$F_C = M \cdot l \cdot \dot{\varphi}^2$$

F_C – нормална компонента инерцијалне силе.

$$\sum Y_i = 0 \quad m \cdot \ddot{y} = \Delta Y - M \cdot g - M \cdot \ddot{y} - F_T \cdot \sin \varphi - F_C \cdot \cos \varphi$$

$$\Delta Y = Y_d - Y_l \quad Y_d = F_d \cdot \sin \alpha_d \quad Y_l = F_l \cdot \sin \alpha_l$$

где је:

Y_d – вертикална компонента силе у ужету са десне стране и

Y_l – вертикална компонента силе у ужету са леве стране.

Сагласно слици 3.а следи:

$$\sum M_A = 0$$

$$J \cdot \ddot{\varphi} + M \cdot g \cdot l \cdot \sin \varphi + M \cdot \ddot{y} \cdot l \cdot \sin \varphi + F_T \cdot l + M \cdot \ddot{x} \cdot l \cdot \cos \varphi = 0$$

где је:

$J = M \cdot l^2$ – момент инерције масе возила за тачку вешања,

$$M \cdot l^2 \cdot \ddot{\varphi} + M \cdot g \cdot l \cdot \sin \varphi + M \cdot \ddot{y} \cdot l \cdot \sin \varphi + F_T \cdot l + M \cdot \ddot{x} \cdot l \cdot \cos \varphi = 0$$

Након сређивања добија се израз:

$$l \cdot \ddot{\varphi} + g \cdot \sin \varphi + \ddot{y} \cdot \sin \varphi + \frac{F_T}{M} + \ddot{x} \cdot \cos \varphi = 0$$

ЗАКЉУЧАК

Да би се стварни осцилаторни објекат могао аналитички описати, уводе се одређена поједностављења, са одређеним степеном идеализације реалног процеса врши се формирање одговарајућег динамичког модела. Наравно модел је утолико тачнији уколико се уводе мање поједностављења, али истовремено његова аналитичка обрада постаје компликованија. Другим речима, моделирање стварних процеса представља компромис који мора бити примерен конкретном случају.

Модел са дискретним масама је погодан за математичку обраду и стога се исти модел препоручује.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Проблеми динамичке анализе жичара*, SMEITS, IX Београд, 1986.
- [2] Владић Ј.: *Рачунске и експерименталне методе за статичку и динамичку анализу жичара*, Институт за механизацију Нови Сад, 1991.
- [3] Дедијер С., Трајковић В., ...: *Истраживање утицајних фактора оптерећења на линији једноужетних и двоужетних жичара*, ..., Научно-истраживачки пројекат, СИЗ СР Србије, књига I и II, Београд, 1984.
- [4] Дивизиев В.: *В' жени линији и кабелни кранове*, Техника, Софија, 1975.
- [5] *Опита литература*.

MODELS OF SINGLE ROPE CABLE WAYS AND DIFFERENTIAL EQUATIONS OF VEHICLE MOVEMENT

Summary: *Chair-lifts as a transportation means are often applied in mining. New constructions of chair-lifts have capacity of up to 1000(t/h). Low material transport price gives this transport systems advantage over other transport systems.*

Key words: *One-rope chair lifts, rope forces, models.*

АНАЛИЗА ЕЛЕКТРИФИКАЦИЈЕ ГРАДСКОГ ПОДРУЧЈА РАЗЛИЧИТИХ ГРУПА ПОТРОШАЧА У ФУНКЦИЈИ ОПАДАЈУЋЕГ ОПТЕРЕЋЕЊА ПОМОЋУ ШАРЛОВЕ РАСПОДЕЛЕ

Момчило Вујичић¹, Ненад Марковић²

Резиме: Потребно је утврдити основне методе за израду прогнозе електричне енергије и вршине снаге. Вршина снага и проводник су најважнији елементи електричних инсталација који спаја извор са пријемником. У раду ћемо користити следећу научну методу; статистичку методу. Циљ статистичке методе је да се варијација што јасније прикаже, да се испитивањем њене карактеристике дође до типичне вредности обележја и да се пронађу односи и везе које постоје између варијација различитих обележја.

Кључне речи: Електрификација, вршина снага, електрична енергија, статистика.

УВОД

Енергетску карактеристику градског подручја чини претежно непознат начин загревања стамбених просторија (ТА пећи, угаљ, уље за ложење итд.) и сразмерно велика заступљеност пословних просторија. Постоје и потрошачи који користе централно грејање из локалних (градских) котларница или појединачних електричних котлова.

Електрификација је извршена према нивоима и типовима потрошача. За различите групе потрошача тј. за различите типове електрификације у домаћинству, анализираћемо појединачне групе од "n" истих стамбених јединица.

¹ др Момчило Вујичић, ванр. проф, Технички факултет Чачак, Светог Саве 65, Чачак, Е_mail: vujicic@tfc.kg.ac.yu, vujicic_momcilo@yahoo.com

² Ненад Марковић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_mail: nen.mark@sezampro.yu

ШАРЛОВА РАСПОДЕЛА

Поменута статистичка метода је једна од метода којом ћемо анализирати електрификацију градског подручја различитих група потрошача у функцији опадајућег оптерећења.

Нормална расподела се јавља у симетричним компонентама т.ј. крива

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

је симетрична у односу на праву $x = m$.

Уједно ова расподела може да буде и асиметрична расподела. У том случају, када асиметрија по апсолутној величини није превише велика, расподела се може упоредити помоћу Шарловог закона. Густина закона Шарла исказује се једначином:

$$f_S(x) = f(x) + \frac{1}{\sigma} \left[\frac{S_k(X)}{6} z_u (u^3 - 3u) + \frac{E_x(X)}{24} z_u (u^4 - 6u^2 + 3) \right] \quad (2)$$

где је:

$f(x)$ – густина нормалног закона расподеле,

$$u = \frac{x - m}{\sigma}$$

$$z_u = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{u^2}{2}}$$

$S_k(X)$ – асиметрија и

$E_x(X)$ – спљоштеност (ексцес).

Није тешко запазити да ако је $S_k(X) = 0$ и $E_x(X) = 0$, то расподела Шарла припада нормалној расподели. Расподела Шарла се у том случају може записати у облику:

$$P = \frac{h}{\sigma} \cdot z_u \left[1 + \frac{S_k(X)}{6} (u^3 - 3u) + \frac{E_x(X)}{24} (u^4 - 6u^2 + 3) \right] \quad (3)$$

ПРИМЕР ГРУПЕ ПОТРОШАЧА СА ОПАДАЈУЋИМ ОПТЕРЕЋЕЊЕМ

У следећем примеру посматраћемо упоредне податке за прогнозирану 2015. годину. То је година за коју се прорачунава (прогнозира) вршна снага: година > 2000. Бавићемо се анализом минималне и максималне вршне снаге узимајући у обзир различите групе потрошача.

Шарл расподела Прогнозирана вршна снага P_{vmin} за 2015. годину

I	0÷ 500	500÷ 1000	1000÷ 1500	1500÷ 2000	2000÷ 2500	2500÷ 3000
n_x	27	42	42	53	72	64

$$n = 300 \quad W_x = n_x/n$$

X	250	750	1250	1750	2250	2750
W_x	0,09	0,14	0,14	0,18	0,24	0,21

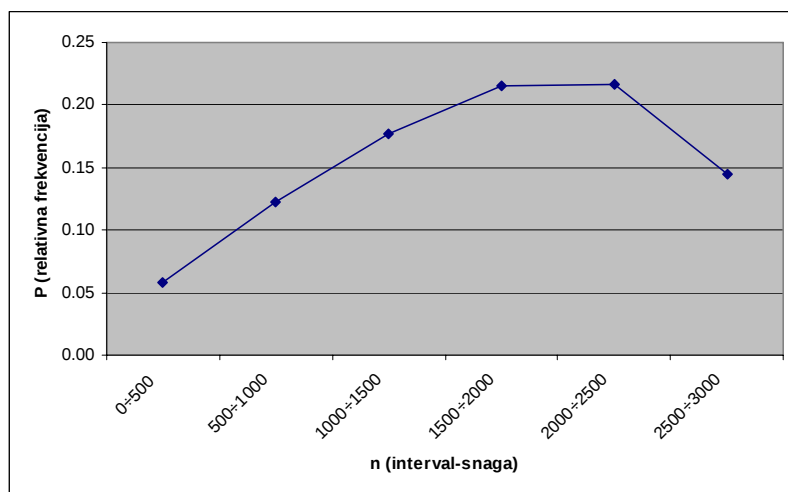
$$X = 500T - 250$$

T	1	2	3	4	5	6
W	0,09	0,14	0,14	0,18	0,24	0,21

T	W	WT	WT^2	WT^3	WT^4
1	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
2	0,14	0,28	0,56	1,12	2,24
3	0,14	0,42	1,26	3,78	11,34
4	0,18	0,71	2,83	11,31	45,23
5	0,24	1,20	6,00	30,00	150,00
6	0,21	1,28	7,68	46,08	276,48
		3,98	18,42	92,38	485,38

$$\begin{aligned}
 M(T) &= 3,98 \\
 M(X) &= 1738 \\
 M(T^2) &= 18,42 \\
 D(T) &= 2,60 \\
 \sigma(T) &= 1,61 \\
 \sigma(X) &= 500\sigma(T) = 806,7 \\
 \mu_3(T) &= \alpha_3 - 3\alpha_1\alpha_2 + 2\alpha_1^3 = -1,56 \\
 S_k(T) &= \mu_3(T)/\sigma^3(T) = -0,37 \\
 \mu_4(T) &= \alpha_4 - 4\alpha_1\alpha_3 + 6\alpha_1^2\alpha_2 - 3\alpha_1^4 = 13,17 \\
 \sigma_4(T) &= 6,77 \\
 E_x(T) &= \mu_4(T)/\sigma_4(T) - 500 = -1,06
 \end{aligned}
 \quad
 \begin{aligned}
 M^2(T) &= 15,81 \\
 z_u &= (1/\sqrt{2\pi i})(\exp(-U^2/2)) \\
 U &= (X-M)/\sigma \\
 a &= 0,31/6*(U^3-3U) \\
 b &= 0,23/24*(U^4-6U^2+3)
 \end{aligned}
 \quad
 \begin{aligned}
 \alpha_4 &= 485,38 \\
 \alpha_3 &= 92,38 \\
 \alpha_2 &= 18,42 \\
 \alpha_1 &= 3,98
 \end{aligned}$$

X	U	z_u	U^2	U^3	U^4	$3U$	$6U^2$	a	b	S	P
250	-1,85	0,07	3,40	-6,28	11,59	-5,54	20,43	0,05	0,26	1,30	0,06
750	-1,23	0,19	1,50	-1,84	2,25	-3,68	9,01	-0,11	0,17	1,05	0,12
1250	-0,61	0,33	0,37	-0,22	0,13	-1,82	2,20	-0,10	-0,04	0,86	0,18
1750	0,01	0,40	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	-0,13	0,87	0,22
2250	0,63	0,33	0,40	0,26	0,16	1,90	2,41	0,10	-0,03	1,07	0,22
2750	1,25	0,18	1,57	1,97	2,47	3,76	9,44	0,11	0,17	1,29	0,14



Слика 1. Одговарајућа крива вршиног оптерећења $P_{v\max}$ групе домаћинства у зависности од релативне фреквенције и интервала-снаге

Шарл расподела Прогнозирана вршина снага $P_{v\max}$ за 2015. годину

I	0÷ 500	500÷ 1000	1000÷ 1500	1500÷ 2000	2000÷ 2500	2500÷ 3000	3000÷ 3500	3500÷ 4000	4000÷ 4500
n_x	20	29	34	33	39	46	46	41	12

$$n = 300 \quad W_x = n_x/n$$

X	250	750	1250	1750	2250	2750	3250	3750	4250
W_x	0,07	0,10	0,11	0,11	0,13	0,15	0,15	0,14	0,04

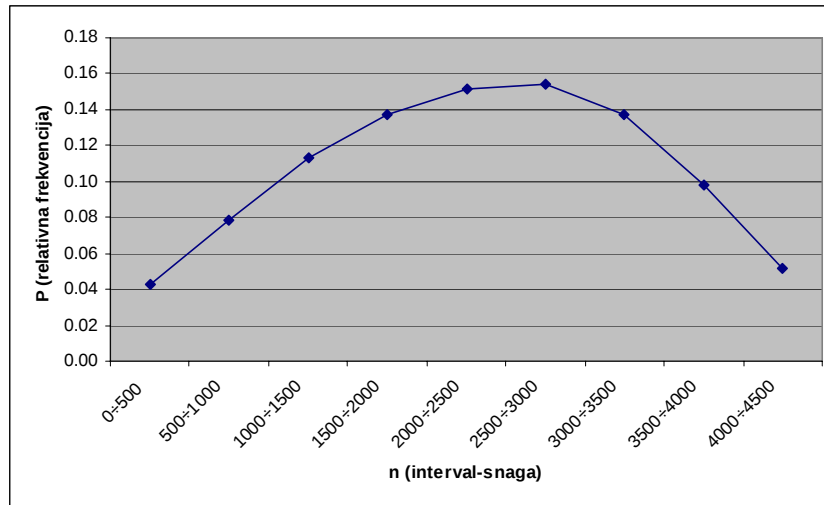
$$X = 500T - 250$$

T	1	2	3	4	5	6	7	8	9
W	0,07	0,10	0,11	0,11	0,13	0,15	0,15	0,14	0,04

T	W	WT	WT^2	WT^3	WT^4
1	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
2	0,10	0,19	0,39	0,77	1,55
3	0,11	0,34	1,02	3,06	9,18
4	0,11	0,44	1,76	7,04	28,16
5	0,13	0,65	3,25	16,25	81,25
6	0,15	0,92	5,52	33,12	198,72
7	0,15	1,07	7,51	52,59	368,15
8	0,14	1,09	8,75	69,97	559,79
9	0,04	0,36	3,24	29,16	262,44
		5,14	31,50	212,04	1509,30

$M(T)=$	5,14			
$M(X)=$	2318			$\alpha_4=1509,30$
$M(T^2)=$	31,50	$M^2(T)=$	26,39	$\alpha_3=212,04$
$D(T)=$	5,12			$\alpha_2=31,50$
$\sigma(T)=$	2,26			$\alpha_1=5,14$
$\sigma(X)=500\sigma(T)=$	1131			
$\mu_3(T)=\alpha_3-3\alpha_1\alpha_2+2\alpha_1^3=$	-2,36		$z_u=(1/\sqrt{2\pi})(\exp(-U^2/2))$	
$S_k(T)=\mu_3(T)/\sigma^3(T)=$	-0,20		$U=(X-M)/\sigma$	
$\mu_4(T)=\alpha_4-4\alpha_1\alpha_3+6\alpha_1^2\alpha_2-3\alpha_1^4=$	51,46			
$\sigma_4(T)=$	26,19		$a=0,31/6*(U^3-3U)$	
$E_x(T)=\mu_4(T)/\sigma_4(T)-500=$	-1,04		$b=0,23/24*(U^4-6U^2+3)$	

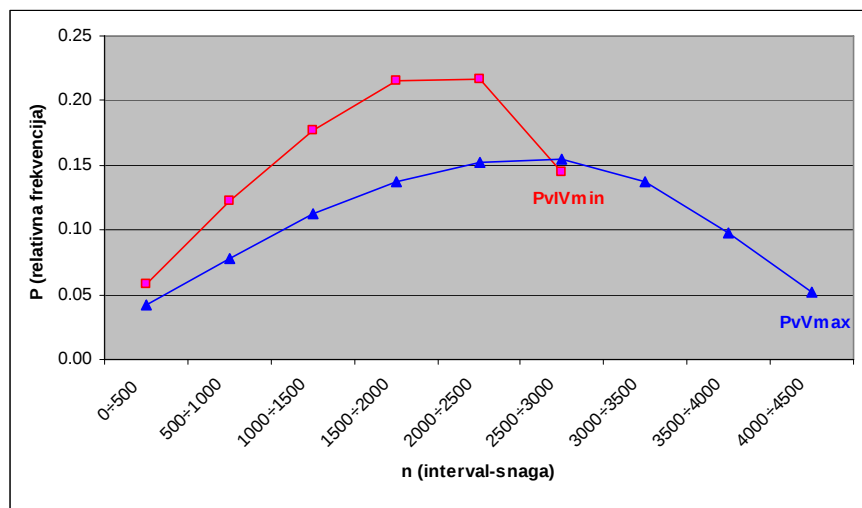
X	U	z_u	U^2	U^3	U^4	$3U$	$6U^2$	a	b	S	P
250	-1,83	0,07	3,34	-6,11	11,18	-5,49	20,06	0,02	0,26	1,28	0,04
750	-1,39	0,15	1,92	-2,67	3,70	-4,16	11,53	-0,05	0,21	1,16	0,08
1250	-0,94	0,26	0,89	-0,84	0,80	-2,83	5,35	-0,07	0,07	1,00	0,11
1750	-0,50	0,35	0,25	-0,13	0,06	-1,51	1,51	-0,05	-0,07	0,88	0,14
2250	-0,06	0,40	0,00	0,00	0,00	-0,18	0,02	-0,01	-0,13	0,86	0,15
2750	0,38	0,37	0,15	0,06	0,02	1,14	0,87	0,04	-0,09	0,94	0,15
3250	0,82	0,28	0,68	0,56	0,46	2,47	4,07	0,07	0,03	1,09	0,14
3750	1,27	0,18	1,60	2,03	2,57	3,80	9,61	0,06	0,18	1,24	0,10
4250	1,71	0,09	2,92	4,98	8,50	5,12	17,50	0,00	0,26	1,27	0,05



Слика 2. Одговарајућа крива вршиног оптерећења P_{vmax} групе домаћинства у зависности од релативне фреквенције и интервала-снаге

Укупна прогнозирана вршна снага P_{vmin} и P_{vmax} за 2015. годину

	0÷ 500	500÷ 1000	1000÷ 1500	1500÷ 2000	2000÷ 2500	2500÷ 3000	3000÷ 3500	3500÷ 4000	4000÷ 4500
P_{vmin}	0,06	0,12	0,18	0,22	0,22	0,14			
P_{vmax}	0,04	0,08	0,11	0,14	0,15	0,15	0,14	0,10	0,05



Слика 3. Одговарајућа крива вршиног оптерећења P_{vmin} и P_{vmax} групе домаћинства у зависности од релативне фреквенције и интервала-снаге

ЗАКЉУЧАК

После изједначавања по Шарловом закону са одговарајућим фреквенцијама добија се упоредна фреквенција. Задатим статистичким таблицама долазимо до закључка да су оне довољно блиске једна другој.

Међутим, дефинитивно решење питања о сагласности статистичке и теоријске расподеле можемо закључити тек после тога када будемо испитали критеријуме сагласности (Пирсонова, Романовског, Колмогорова).

Укупна прогнозирана вршна снага P_{vmin} и P_{vmax} за 2015. годину огледа се у томе да ће све остале израчунате вредности из групе потрошача бити унутар ових кривих.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] П. Е. Данко, А. Г. Попов, Т. Я. Кожевникова, *Вышая математика*, Высшая школа, Москва, 1980.
- [2] С. Вукадиновић, *Елементи теорије вероватноће и математичке статистике*, Привредни преглед, Београд, 1973.

- [3] М. Танасковић, Т. Бојковић, Д. Перић, *Дистрибуција електричне енергије*, Академска мисао, Београд, 2007.
- [4] С. Максимовић, М. Танасковић, *Прорачун вршине снаге групе потрошача применом коефицијента једновремености*, Друго југословенско саветовање о електродистрибутивним мрежама, Херцег Нови, 2000.
- [5] Ј. Нахман, *Методје анализе поузданости електроенергетских система*, Научна књига, Београд, 1992.
- [6] М. Танасковић, Т. Бојковић, Д. Перић, В. Шилкут, *Зборник решених проблема из дистрибуције и продаје електричне енергије*, Међународни академски клуб, Београд, 2006.

ANALYSIS OF URBAN AREA ELECTRIFICATION OF DIFFERENT CONSUMERS' GROUPS IN A FUNCTION OF DECREASING AMPERAGE BY SHARL'S DIVISION

Summary: *It is necessary to determine fundamental methods for creation of forecasting of electrical energy and peak power. Peak power and conductor are the most important elements of electrical installation that connects source to receiver. In this paper, we will present following scientific method: statistical method. Goal of statistical method is to present variation in a more clear way; to determine, by examining its characteristics, typical value of marks; and to find relations and constrains that exists among variations of different marks.*

Key words: *Electrification, peak power, electrical energy, statistics.*

FAZZY СКУП И FAZZY ФУНКЦИЈА ПРИПАДНОСТИ

Ненад Марковић¹, Момчило Вујичић², Сања Марковић³

Резиме: *Непрецизност, постепеност су само неке од ствари које нас терају да уведемо fuzzy скупове и fuzzy функције припадности. Недостатак квалитетног описа за поједине појмове, тј. превелики губитак информација у појединим случајевима захтевају од нас неки прилагодљивији метод од метода класичних скупова.*

Кључне речи: *Скуп, fuzzy скуп, fuzzy функција припадности.*

УВОД

У раду је за неке појмове описивање путем fuzzy скупова много конкретније, не захтева од нас да реагујемо од случаја до случаја већ нам омогућава да реагујемо у континуитету не занемарујући одређене вредности приписујући их некој од приближних вредности. Fuzzy скупови и фази функције припадности нам омогућавају да за сваки новонастали случај извршимо степен корекције за тачно ону вредност која је потребна, без заокруживања.

АНАЛИЗА FAZZY СКУПА

Непрецизност и постепеност су ствари које су веома честе у стварном животу. Чак можемо рећи да веома мало ствари сагледавамо потпуно прецизно.

Нпр: близу – далеко
висок – низак
топло – хладно
велико – мало

користимо много чешће него прецизну и тачну меру, за описивање света који нас окружује. Да би ове непрецизности и постепености представили и систематски обрадили, потребне су нам и адекватне мере за њихову обраду.

Основни елемент за такво приказивање у fuzzy технологијама назива се fuzzy skup.

¹ Ненад Марковић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_mail: nen.mark@sezampro.yu

² др Момчило Вујичић, ванр. проф, Технички факултет Чачак, Светог Саве 65, Чачак, Е_mail: vujicic@tfc.kg.ac.yu, vujicic@yu1.net

³ Сања Марковић, дипл. економиста, Висока техничка школа струковних студија Звечан, Е_mail: sanja.pz@sezampro.yu

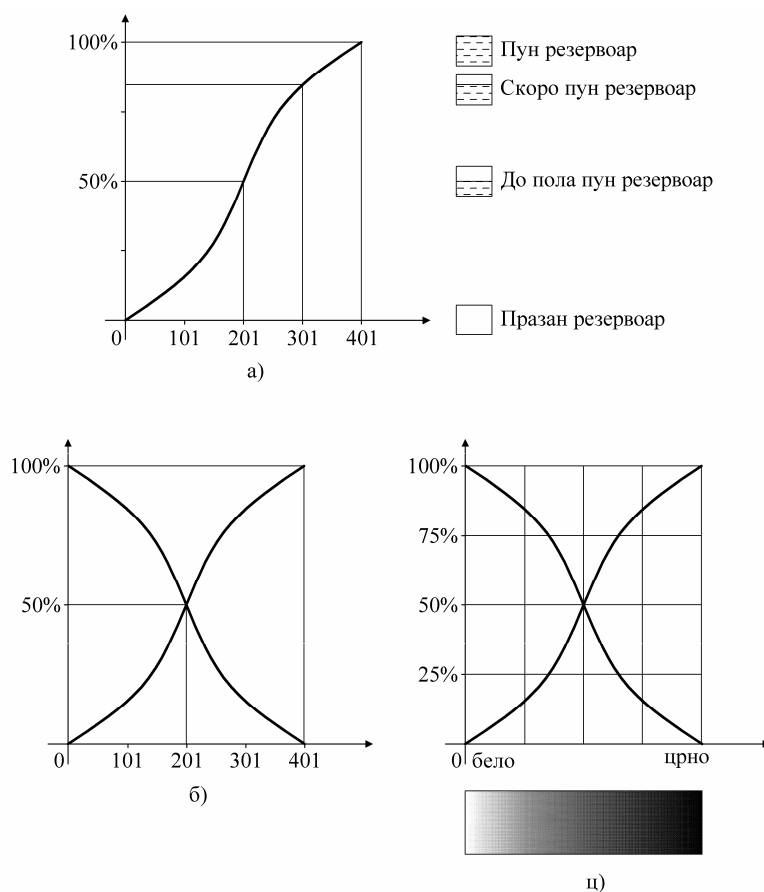
Код дискретних скупова, сваки елемент припада скупу елемената са истим својствима; док код fuzzy скупова, у скупу се налазе елементи са сличним својствима. тј. дискретан skup је:

Скуп црних шаховских фигура; све фигуре имају исто својство, црне су боје, и припадају свом скупу са припадношћу од 100% или на скали од 0 до 1 имају припадност 1.

Fuzzy skup може бити:

Скуп високих мушкараца; овом скупу припада Yao Ming са 229 cm, али истом скупу припада и Владе Дивац са 213 cm, као и Предраг Даниловић са 200 cm. Сви они припадају скупу високих мушкараца само што им је са порастом висине и степен припадности скупу високих мушкараца већи.

На слици 1 дат је пример fuzzy скупа.



Слика 1. Описивање функције припадности

Слика 1.а нам описује појам пун резервоар, тј. функцију припадности којом описујемо појам пун резервоар. Fuzzy функција припадности описује степен припадности неког елемента у fuzzy скупу. У нашем случају капацитет резервоара је 40 литара, уколико у њему има 20 литара горива онда је он

напуњен 50% или "допола пун", уколико има 30 литара онда је он "скоро пун" и његова функција припадности износи 75%.

На исти начин можемо описати прелаз, односно градацију од беле до црне боје, што показује како можемо представити неке од сложенијих проблема. Овде видимо да су fuzzy скупови веома повољни за представљање потпуности, тако да се жељена нијанса сиве боје добија мешањем беле и црне боје у жељеном односу нпр: 60% : 40% или црно / бело = 3/2.

Такође са слике 1.б и 1.ц можемо уочити да се супротним функцијама могу дефинисати појмови празан резервоар и црна боја.

Математички fuzzy функцију припадности дефинишемо:

Нека је дат непразан skup X . Fuzzy skup A и X се описује функцијом припадности:

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$$

где $\mu_A(x)$ представља степен припадности x fuzzy скупу A , за свако $x \in X$.

X се назива надskup или универзални skup.

Fuzzy skup A у потпуности можемо представити:

$$A = \{(x, \mu_A(x)), x \in X\}$$

Уколико је X коначан skup, као у великом броју практичних случајева ($x = \{x_1, x_2, x_3 \dots x_n\}$), fuzzy skup A можемо представити:

$$A = \frac{\mu_1}{x_1} + \frac{\mu_2}{x_2} + \dots + \frac{\mu_n}{X_n} = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{X_i} \quad (1)$$

при чему $+$ и Σ представљају унију или набрајање (видети лингвистичке променљиве).

Чланови $\frac{\mu_i}{X_i}$, $i = 1, 2, \dots, n$ значе да је μ_i степен припадности елемената X_i .

Репрезентација fuzzy скупа (1) се назива дискретна презентација. Уколико имамо случај да је X бесконачан и непрекидни skup са елементима $x \in X$, тада fuzzy skup A можемо представити:

$$A = \int_{x \in X} \frac{\mu_A(x)}{X}$$

$\int$ – представља унију или набрајање бесконачно много чланова.

ПРИМЕР

Дефинисаћемо skup A , где је skup A skup веома брзих аутомобила. Skup брзина је $X = \{160 [km/h], 170 [km/h], 220 [km/h], 230 [km/h], 320 [km/h], 345 [km/h]\}$. Можемо рећи да је ауто брз уколико се креће брзином већом од $200 [km/h]$, а да је веома брз ако се креће преко $300 [km/h]$. Fuzzy функција припадности изгледаће:

$$\text{веома брз аутомобил} = \frac{160}{0,0} + \frac{170}{0,0} + \frac{220}{0,2} + \frac{230}{0,3} + \frac{320}{1,0} + \frac{345}{1,0}$$

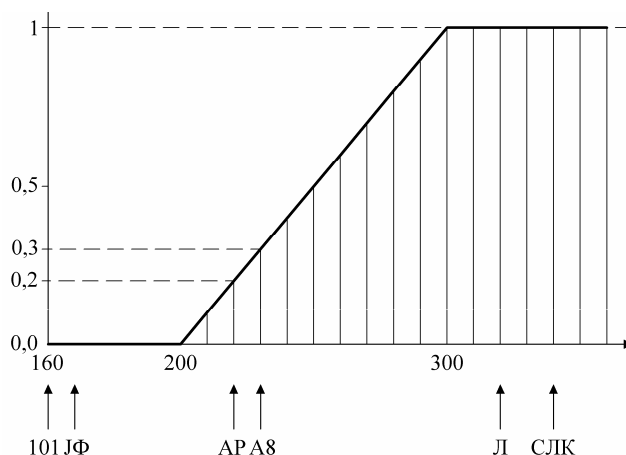
Уколико претпоставимо да скуп x представља њихова имена: $x = \{ \text{Застава 101, Југо Флорида, Алфа Ромео, Ауди А8, Ламборџини, Мерцедес СЛК} \}$, тада можемо написати нови fuzzy скуп где уместо брзине користимо име аутомобила:

$$\begin{aligned} & \text{веома брз аутомобил} = \\ & = \frac{\text{Застава 101}}{0,0} + \frac{\text{Југо Флорида}}{0,0} + \frac{\text{Алфа Ромео}}{0,2} + \frac{\text{Ауди А8}}{0,3} + \frac{\text{Ламборџини}}{1,0} + \frac{\text{СЛК}}{1,0} \end{aligned}$$

Табела 1.

Марка аутомобила	Брзина km/h	Степен припадности
Застава 101	160	0,0
Југо Флорида	170	0,0
Алфа Ромео	220	0,2
Ауди А8	230	0,3
Ламборџини	320	1,0
СЛК	345	1,0

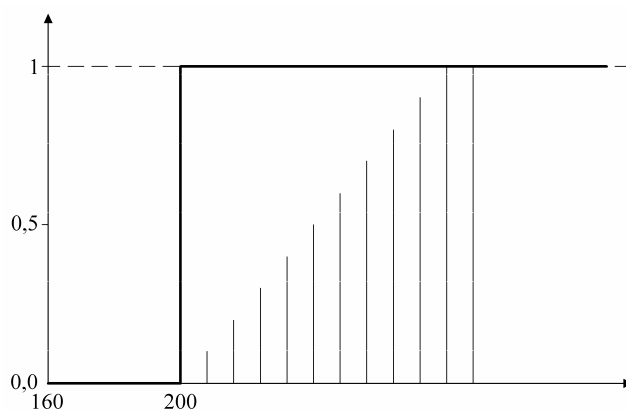
Пример овог fuzzy скупа илустроваћемо на слици 2.



Слика 2. Fuzzy скуп у функцији коришћења имена аутомобила

Fuzzy скуп је проширење и опуштење дискретних скупова. На једноставан начин можемо да од fuzzy скупа направимо дискретан скуп. То радимо тако што одредимо граничну вредност и једноставно добијемо припадност 0,0 или 1,0. Уколико за наш случај ограничимо брзину на $200 [km/h]$ добићемо слику 3. Цена коју плаћамо након овога је губитак могућности за прецизније и софистицираније проучавање.

Уколико користимо fuzzy скуп можемо нпр. направити паметну веш машину која на основу тврде воде одређује количину омекшивача, прашка и штеди електричну енергију.



Слика 3. *Fazzy функција припадности у функцији коришћења брзине аутомобила*

ЗАКЉУЧАК

Циљ рада је био приближавање појмова *fazzy* скупа и *fazzy* функције припадности ширем аудиторијуму и студентима. Ово је једна од метода којом се могу послужити да би лакше описивали појмове из стварног света, као и метод који нам може донети велике користи при уштеди енергије и прилагођавању наше идеје поднебљу на коме треба да буде реализована. Ове методе се већ дуго времена користе и усавршавају пре свега у Јапану, колевци фази логике, а једнако и у другим развијеним деловима света. У прилог овоме говори и велики број производа великих светских брендова који своје производе заснивају управо на фази правилима.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] П. Субашић, *Фази логика и неуронске мреже*, Техничка књига, 1994.
- [2] G. J. KIM, B. Yvan, *Fuzzy Sets and Fuzzy logic, Theory and Applications*, Prentice Hall, 1995.
- [3] S. Murakami, M. Mukaidona, N. Honda, Y. Maeda, Y. Wataca, M. Sakawa, *Лекције о фази системима*, Kougyou chousakai, Tokio, Japan, 1992.

FAZZY SET AND FAZZY FUNCTION OF BELONGING

Summary: *Impreciseness, gradation are just few of the things that force us to introduce fuzzy sets and fuzzy functions of belonging. Lack of qualitative description of certain terms, that is, huge loss of information in certain cases, demands from us to introduce method that will be more adaptable than classic sets method is.*

Key words: *Set, fuzzy set, fuzzy function of belonging.*

ПРЕДНОСТИ ОБЈЕКТНО ОРЈЕНТИСАНИХ ЈЕЗИКА, ПРОГРАМИРАЊЕ У VISUAL BASICU

Момчило Вујичић¹, Предраг Стошић²

Резиме: Развојем објектно орјентисаних језика добијамо могућност обуке студената бржим и ефективнијим начинима. Објектно орјентисан језик као што је Visual Basic је лак за рад, а веома моћан програмски језик. Сваки тип апликације се може написати у Visual Basicu. Погодан је за почетнике и студенте који први пут уче програмирање, јер врло лако овладавају техником програмирања. Visual Basic можемо искористити за програмирање било ког другог система. Синтакса језика најбоље одговара развоју Windows апликација. Visual Basic команде у ствари представљају именице и глаголе, које користимо сваког дана. Поред успешних развојних окружења, као што су Visual C++, Borland Delphi, Power Soft i Power Bilder, мишљење је да Visual Basic представља основну развојну платформу.

Кључне речи: Програмирање, апликације, синтакса.

УВОД

Visual Basic је једноставан, моћан језик, који је лак за учење. Visual Basic нам омогућава довољно нових могућности које задовољавају све потребе наставника и студента, у циљу бржег, ефикаснијег учења и овладавања програмирањем. Visual Basic додаје довољно нових могућности које ће задовољити и програмере са највећим захтевима. Овај објектно орјентисани језик, омогућава пребацивање наших програмерских вештина тако да можемо програмирати било који други систем, не учивши нови програмски језик да би тесно повезали систем са Word, Exel или другим производима. Visual Basic програмер је такође вешт у Word, Access или Power Point програмирању. Једина разлика између програмирања у Wordu или Excelu и програмирању у Visual Basicu је начин на који постављате код иза апликације. Писање Word апликације тј. алата за управљање сликама или документима, захтева исте кодне конвенције које користимо у Visual Basic језику (Get, True, Visible итд.). Visual Basic команде у ствари представљају именице и глаголе, које користимо сваког дана.

¹ др Момчило Вујичић, ванр. проф, Технички факултет Чачак, Светог Саве 65, Чачак, Е_mail: vujicic@tfc.kg.ac.yu, vujicic@yu1.net

² Предраг Стошић, дипл. инг. електротехнике, Техничка школа Горњи Милановац, Е_mail: pexel@yu1.net

VISUAL BASIC У ОДНОСУ НА ДРУГЕ ПРОГРАМЕ

Visual Basic је програмски језик лак за учење, свенаменски симболични код инструкција. Visual Basic је веома моћан језик. Са мало команди може да изведе задатке које би другачије захтевали десетине и више десетина кодних линија у традиционалним језицима. Visual Basic је робусни објектно оријентисан језик. Синтакса VB-а најбоље одговара развоју Windows апликација. Та синтакса формира срж скрипт језика, уграђених у све Microsoft Office апликације. Access, Exel, Word и Power Point користе Visual Basic за апликације (као VBA познатији), потпуно исту синтаксу језика као у Visual Basicu.

Развојни систем C језика, и апликације писане за рад под UNIX-ом, користиле су се пре Visual Basica. Ово је у школству одржано и до данас. Као надоградња користи се и Visual C⁺⁺. C је веома моћан програмски језик. Не постоји ништа што се не може урадити са C, или C⁺⁺, објектно оријентисаним наследником C-а. Међутим веома је важно нагласити да је сваки успешан C или C⁺⁺ програмер морао да савлада веома стрм успон учења. C и C⁺⁺ језици поред своје велике моћи карактеришу се веома тешком језичком синтаксом. У овим језицима постоје стотине важних функција којима треба овладати и програмских конвенција које треба усвојити, пре него што постанемо веома добри програмери у овим језицима. Успешно овладавање језиком C⁺⁺ захтева значајно посвећивање процесу учења.

СЛИЧНОСТИ VBA

Свако ко познаје Visual Basic језик неће имати проблема да програмира у VBScript. Писање Word апликације тј. алата за управљање сликама или документима, захтева исте кодне конвенције које користимо у Visual Basic језику. Visual Basic је једноставан, моћан језик, који је лак за учење и додаје довољно нових могућности које ће задовољити све потребе и програмере са највећим захтевима.

Од 1996, већ дванаест година, Microsoft је почео да даје VBA лиценцу другим произвођачима софтвера. Од тада апликације изван Microsoft Office породице могу да деле исти програмски језик са Access, Exel, Word и Power Point. Тако имамо да AutoCad, апликације за конструисање подржано рачунаром производ Autodesk корпорације и Visio објектно оријентисани графички пакет производ Visio корпорације су били међу првим производима који су користили VBA.

ДА ЛИ ЈЕ VISUAL BASIC ПРАВИ ИЗБОР

Доступна су нам многа друга успешна развојна окружења, као што су Borland Delphi, Visual C⁺⁺, PowerSoft и PowerBilder. Али чињеница је да преко Visual Basica, велики број програмера свих нивоа праве своје апликације, што нам је показатељ да је велики производ. Има више својих издања што га не зауставља да настави са развојем и унапређењем. Најновије, важне

технологије су представљене у Visual Basic-у пре њиховог појављивања у другим Microsoft производима. Овај програм нам омогућава креирање посебних библиотека и објеката, који се могу читати у току извршавања, или повезати у апликације које се дистрибуирају. Рачунарски часописи усмерени ка програмерима апликација, препуни су огласа који промовишу Visual Basic додатке и развојне алате. Сви часописи садрже чланке о темама и технологијама овог програма. Овај програм је Microsoft-ов производ који је привржен Visual Basicу и VBA. Microsoft је највећа и најуспешнија софтверска компанија. Visual Basic је доступан у 3 издања: Standard, Professional i Enterprise. Свако издање намењено је одређеним сегментима програмера апликација и према томе је и цењен. Због ових разлога и многих других које нисмо навели Visual Basic је, несумњиво, најатрактивније развојно окружење тренутно доступно.

ПРИМЕР УРАЂЕНОГ ЗАДАТКА У VISUAL BASIC ПРОГРАМУ

У овом делу рада представљен је један задатак који може бити пример употребе овог програма, у циљу учења програмирања. Студентима је омогућено да на адекватан начин сем учења програмирања, вежбају, проверавају своје знање. Студентима је омогућено да имају сопствену креативност, односно могу програмирати у било ком другом систему, а да не морају да уче нови програмски језик.

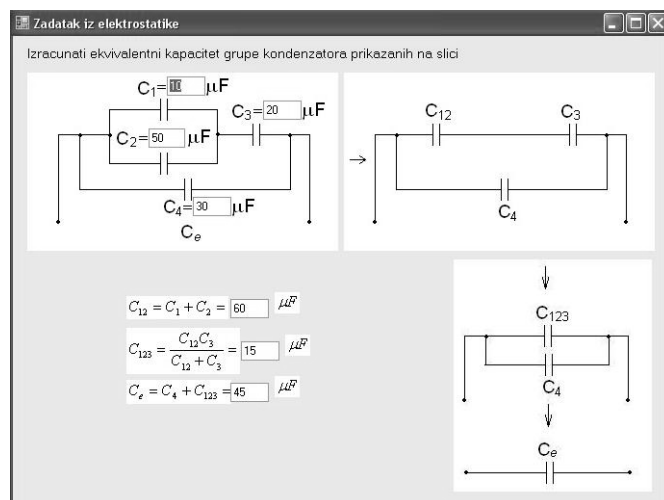
Даћемо пример из електростатике, опште познату ствар где се израчунава еквивалентна капацитивност групе кондензатора. Разликујемо два начина везивања кондензатора:

* Редни

$$C_{12} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

* Паралелни

$$C_{12} = C_1 + C_2$$



Kod:

```
Public Class ElStatZad1
    Dim c1v As Decimal = 0
    Dim c2v As Decimal = 0
    Dim c3v As Decimal = 0
    Dim c12v As Decimal = 0
    Dim c123v As Decimal = 0
    Dim c4v As Decimal = 0
    Dim cev As Decimal = 0

    Private Sub TextBox4_TextChanged(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
c2.TextChanged

        Try
            c1v = c1.Text
            c2v = c2.Text
            c3v = c3.Text
            c4v = c4.Text
            c12v = c1v + c2v
            c12.Text = c12v
            c123v = (c12v * c3v) / (c12v + c3v)
            c123.Text = c123v
            cev = c4v + c123v
            ce.Text = cev
        Catch ex As Exception
        End Try
    End Sub

    Private Sub TextBox1_TextChanged(ByVal sender As
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
c1.TextChanged

        Try
            c1v = c1.Text
            c2v = c2.Text
            c3v = c3.Text
            c4v = c4.Text
            c12v = c1v + c2v
            c12.Text = c12v
            c123v = (c12v * c3v) / (c12v + c3v)
            c123.Text = c123v
            cev = c4v + c123v
            ce.Text = cev
        Catch ex As Exception
        End Try
    End Sub
```

```
Private Sub c3_TextChanged(ByVal sender As  
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles  
c3.TextChanged
```

```
Try
```

```
    c1v = c1.Text  
    c2v = c2.Text  
    c3v = c3.Text  
    c4v = c4.Text  
    c12v = c1v + c2v  
    c12.Text = c12v  
    c123v = (c12v * c3v) / (c12v + c3v)  
    c123.Text = c123v  
    cev = c4v + c123v  
    ce.Text = cev
```

```
Catch ex As Exception
```

```
End Try
```

```
End Sub
```

```
Private Sub c4_TextChanged(ByVal sender As  
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles  
c4.TextChanged
```

```
Try
```

```
    c1v = c1.Text  
    c2v = c2.Text  
    c3v = c3.Text  
    c4v = c4.Text  
    c12v = c1v + c2v  
    c12.Text = c12v  
    c123v = (c12v * c3v) / (c12v + c3v)  
    c123.Text = c123v  
    cev = c4v + c123v  
    ce.Text = cev
```

```
Catch ex As Exception
```

```
End Try
```

```
End Sub
```

```
Private Sub ElStatZad1_Load(ByVal sender As  
System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles  
MyBase.Load
```

```
    c1.Text = 10  
    c2.Text = 50  
    c3.Text = 20  
    c4.Text = 30
```

```
End Sub
```

```
End Class
```

ЗАКЉУЧАК

Објектно оријентисани програмски пакет као Visual Basic је моћан и лак за рад. У другим развојним окружењима не могу се осетити додатне користи за учење и коришћење универзалног програмског језика. Скоро сваки тип апликације се може написати у Visual Basic-у. Погодан је за почетнике и студенте који први пут уче програмирање. Почетници и студенти, врло лако овладавају техником програмирања. Visual Basic је вредан алат, који можемо ефикасно искористити у сопственој креативности и развијању способности за структурирање базе податка.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Norton P., Groh M.: *Visual Basic 6*, Компјутер библиотека, Чачак, 1999.
- [2] Amundsen M., Smith C.: *Научите Visual Basic 6 за 21 дан: програмирање базе података*, Компјутер библиотека, Чачак, 1999. (Чачак: Светлост).
- [3] www.wikipedia.com
- [4] www.novosti.co.yu
- [5] www.praxis.net/~mgroh

THE ADVANTAGES OF OBJECT-ORIENTED LANGUAGES, PROGRAMING IN VISUAL BASIC

Summary: *Development of object-oriented languages give us opportunity to train students on faster and more effective ways. Visual basic as an object-oriented language is easy to work with and it is powerfull language. With Visual basic, we can write every kind of application. It is suitable for students who begins to learn programing, for they can easily learn the programing technique. Visual basic can be used for programing of any other sistem. Visual basic syntax is very adequate for Windows aplication development. Visual basic commands are, in fact, nouns and verbs which are used in everyday conversation. Beside successful development environment such as Visual C++, Borland Delphi, Power Soft and Power Bilder, it is considered that Visual basic represents the basic development platform.*

Key words: *Programing, applications, syntax.*

ЕКСПЛОАТАЦИОНО МЕРЕЊЕ ОБРТНОГ МОМЕНТА НА РАДНОМ ТОЧКУ РОТОРНОГ БАГЕРА У ФУНКЦИЈИ МЕТОДОЛОГИЈЕ ПРОРАЧУНА СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНАТА

Слободан Миладиновић¹, Драган Милчић²

Резиме: Конструисање зупчастих преносника снаге као сложених машинских система представља сложен пројектно конструкцијски задатак за чије решавање је неопходна примена савремених метода конструисања. Експлоатациони услови при прорачуну зупчастих преносника узимају се у обзир преко фактора радних услова K_A . Овај фактор креће се у веома широким границама ($1 \div 2,5$). Висок степен тачности прорачуна елемената зупчастог преносника снаге може се постићи симулацијом експлоатационих услова, односно увођењем нормираних спектра оптерећења. У раду је дата методологија прорачуна структурних елемената преносника радног точка роторног багера.

Кључне речи: Радни точак, обртни момент, роторни багер.

УВОД

Најзначајнији чинилац у погледу сигурности и поузданости МС је чврстоћа његових структурних елемената. Чврстоћа се може разматрати и као мерило квалитета делова. Прорачун чврстоће се врши упоређивањем радних и критичних напона, па се оцена квалитета своди на оцену тачности величина радних и критичних напона.

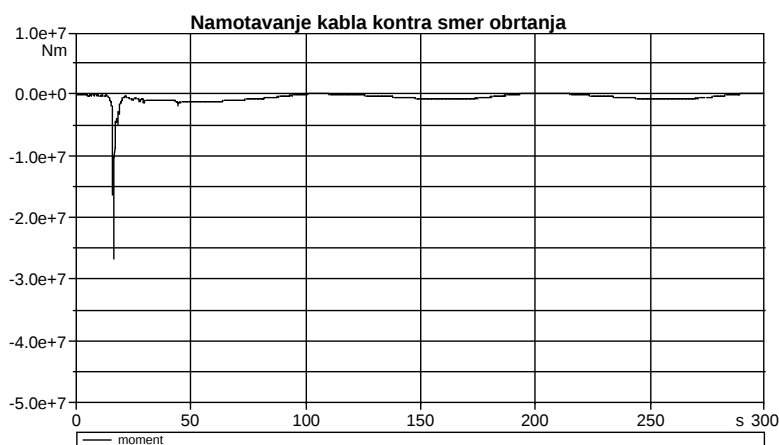
Тачност прорачуна радних напона зависи од ваљаности примењених метода и начина одређивања оптерећења. Ваљаност методе одређује њена могућност за идентификацију стања, место и величину највећих напона. Квалитет примењених метода се проверава експерименталним путем. Величина радног напона зависи од оптерећења, те је према томе неопходно познавати стварне вредности оптерећења у експлоатационим условима. Дакле, неопходно је познавати величину, ток промене, учестаност као и вероватноћу појаве највећих напона који се јављају у радном веку у посматраном делу или елементу конструкције.

¹ мр Слободан Миладиновић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_mail: mihajlom@bankerinter.net

² др Драган Милчић, ванр. проф, Машински факултет Ниш, Е_mail: milcic@masfak.ni.ac.yu

Садашња провера сигурности против разарања машинских делова врши се одређивањем номиналног оптерећења, односно номиналног радног напона који одговара најчесталијем напону у току рада. Експлоатациони услови, односно појаве оптерећења већих од номиналних узима се у обзир преко фактора радних услова који се бира приближно из одговарајућих таблица. Није тешко закључити да је овакав начин одређивања радног напона приближан што доводи до неадекватних димензија елемената конструкција.

Висок степен тачности при димензионисању и провери сигурности против разарања може се постићи мерењем експлоатационих оптерећења и идентификацијом спектра оптерећења виталних елемената конструкције. Спектри оптерећења добијају се на основу експлоатационих мерења МС у процесу рада за одређене услове, па према томе сваки спектар оптерећења има своју вероватноћу појаве. Избор меродавног спектра решава се увођењем више спектра репрезентата за одређене радне услове, чиме се омогућује довољно тачна процена за све међу услове.

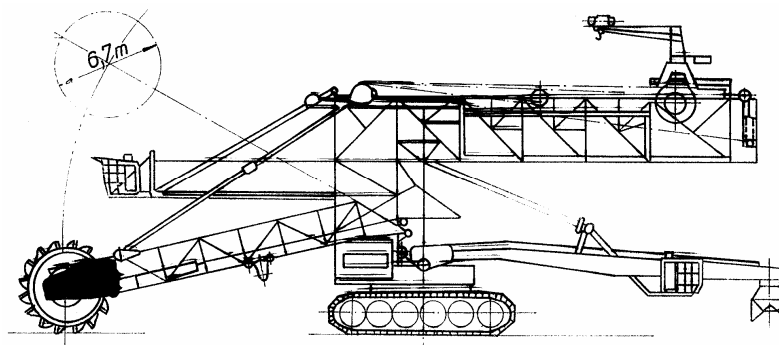


МЕТОДОЛОГИЈА ПРОРАЧУНА ЕЛЕМЕНАТА ПРЕНОСНИКА РАДНОГ ТОЧКА РОТОРНОГ БАГЕРА

Роторни багер је једна од најважнијих машина БТО система, на основу чијих карактеристика се димензионишу и остале компоненете система. Ефикасност рада целог система зависи углавном од рада роторног багера. Облик конструкције роторног багера и његове димензије зависе од захтеваног капацитета, начина утовара материјала и специфичних услова површинских копова, као што су: стабилност терена где раде, чврстоћа материјала и дозвољено површинско оптерећење тла на које се ослања роторни багер.

Данас постоји читав низ различитих конструкција роторних багера, који се разликују по пречнику радног точка, броју и облику кашика на њему, положају преносника за погон радног точка у односу на стрелу и радни точак итд.

Роторни багери се производе углавном као јединични производи према условима и карактеристикама радних средина у којима треба да врше ископ угља или јаловине, слика 1.



Слика 1. Роторни багер

Радни точак заједно са погонским системом (електромотор-преносник снаге) представља велику концентрисану масу на врло неповољном положају (врху стреле) која је при раду изложена сталном контакту са откопаваним масивом, а тиме и оптерећењима сложеног динамичког карактера.

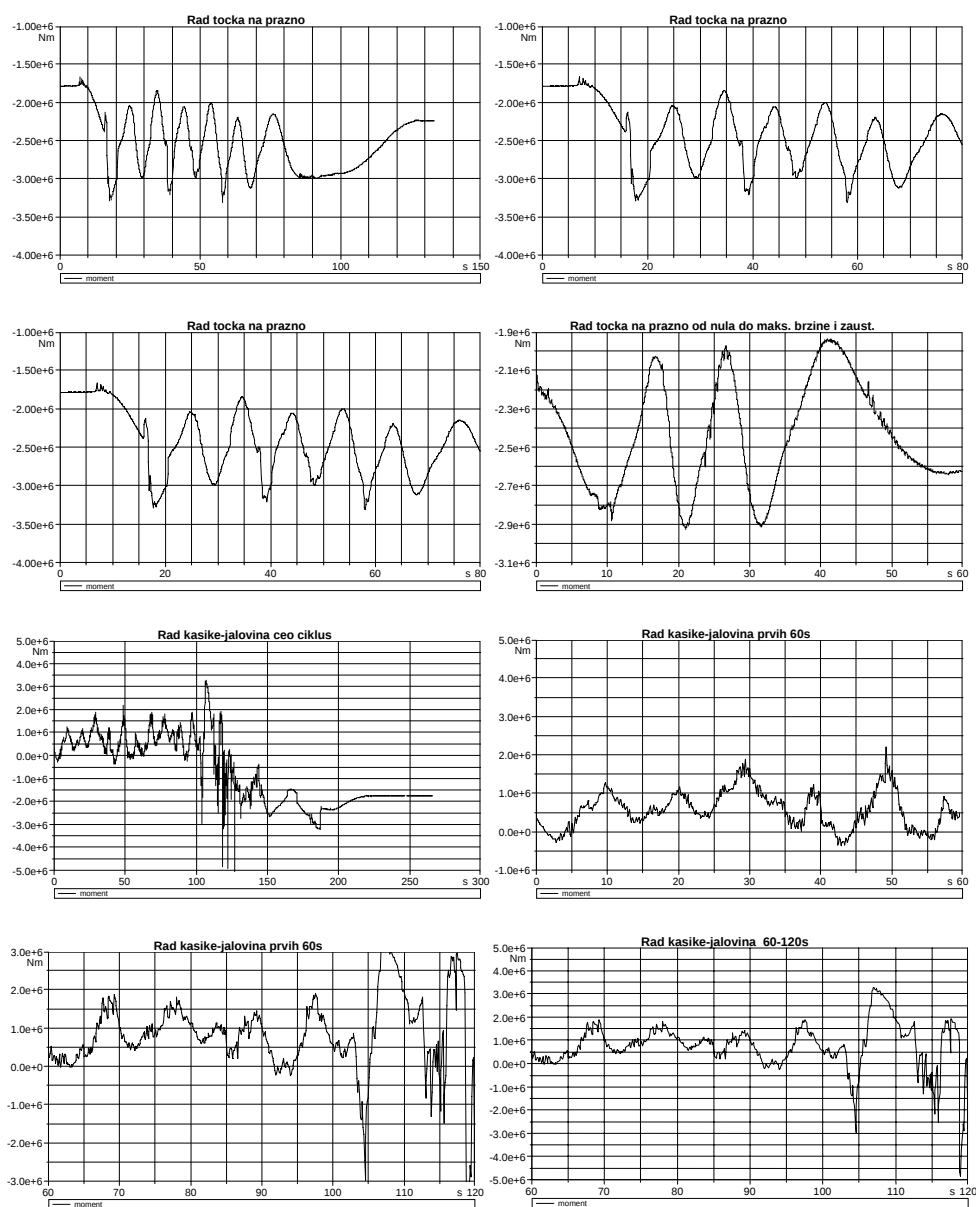
Зупчасти преносник радног точка, слика 2, има значајан утицај на конструкцију багера, јер је у непосредној вези са радним точком односно стрелом и целокупном конструкцијом багера.



Слика 2. Зупчасти преносник радног точка роторног багера

Предходно познавање напонског и деформационог стања, као и динамичко понашање преносника у процесу копања имало би посебни значај, ради правилног приступа у формирању његове конструкције.

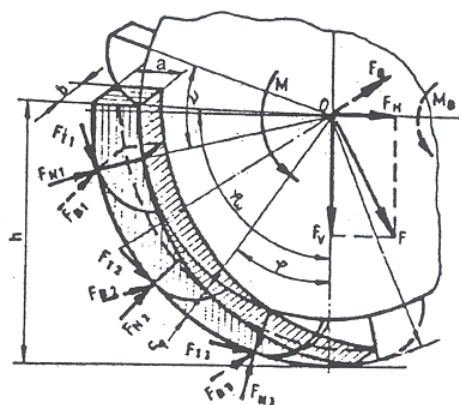
Експериментално одређивање обртног момента у реалним експлоатационим условима приказано је на дијаграмима, слика 3.



Слика 3. Дијаграми

Мерење обртног момента извршено је на роторном багеру *SRS-1300*. Мерење је урађено применом мерних трака које су постављене на излазном вратилу радног точка.

У процесу копања угља или јаловине радни точак, а преко њега и преносник, мора да савлада отпоре који настају при узајамном деловању резних елемената на кашици радног точка са откопним масивом, слика 4.



Слика 4. Приказ оптерећења радног точка роторног багера

Најважнији отпори које мора да савлада преносник су: отпор копања, отпор подизања откопаног материјала, отпор трења стене о стену, отпор трења кофице о масиву. Сви ови отпори чине спољашње силе које оптерећују преносник. Међутим сва оптерећења могу се свести на три компоненте:

- тангенцијална сила F_m која делује дуж тангенте на трајекторију копања,
- нормална сила F_n која делује нормално на тангенту и
- бочна сила F_b која делује управно на раван радног точка.

Сила F_m има правац усмерен по трајекторији кашике, једнака је по величини, али супротног смера од силе коју ствара погонски мотор радног точка ради остваривања процеса копања. Појављује се као последица торзионог момента и представља тангенцијалну силу као главну величину за одређивање осталих карактеристика погонског система за копање.

Сила F_n представља нормални отпор копања. Ова компоненте отпора могу мењати свој правац зависно од затупљености зуба или резних ивица кашика.

Сила F_b представља бочну компоненту, односно величину на основу које се одређује снага погона механизма за кружно кретање, као и за прорачун радног точка и стреле радног точка на торзију и савијање у попречној равни.

$$F_t = K_f \cdot S \cdot b$$

где је:

K_f – специфични отпор копања,

S – дебљина реза, b – ширина реза.

Према Домбровском однос тангенцијалне и нормалне силе је изражен релацијом:

$$F_n = (0,45 \div 0,55 \cdot F_t)$$

Укупан отпор копања F израчунава се:

$$F = \sqrt{F_t^2 + F_n^2 + F_b^2}$$

На основу изложеног, целокупно спољашње оптерећење може да се сведе на обртни момент M и радијалну силу F који делују у равни обртања точка, што је приказано на слици 3.

Сви горе наведени отпори представљају спољашња оптерећења која преносник треба да пренесе. На интензитет и правац наведених отпора имају утицај тежине ископаног материјала у кашикама, сопствена тежина радног точка, као и силе трења у ослоним елементима и механизмима преносника.

С обзиром да је процес копања багером, због цикличног уласка и изласка кофица из захвата са масивом периодичног карактера, а с обзиром на структуру тла случајног карактера, то је тачно одређивање обртног момента на излазном вратилу теоријским путем у облику јединствене математичке функције немогуће. Неопходно је извршити експлоатационо мерење обртног момента на излазном вратилу преносника као доминантног параметра за прорачун свих структурних елемената зупчастог преносника (зупчаници, вратила, лежајеви, начин везивања зупчаника за вратила, итд.)

Најпогоднији облик приказа случајних процеса радних оптерећења и напона је њихова дискретизација и статистичка обрада у циљу добијања спектра оптерећења, односно функције расподеле појединих дискретизованих величина, које карактеришу радна оптерећења и напрезања.

Добијање спектра оптерећења структурних елемената преносника снаге радног точка роторног багера захтева следећи поступак:

1. избор методе дискретизације измерене величине у експлоатационим условима; у овом случају обртни момент на излазном вратилу преносника,
2. статистичка обрада података дискретизованог обележја и њихов графички и аналитички опис законима теорије вероватноће и математичке статистике.

ЗАКЉУЧАК

Могућности прорачуна носивости, структурних елемената зупчастих преносника снаге радног точка роторног багера, треба пре свега тражити у идентификацији тачних експлоатационих оптерећења, примени савремених метода и средстава прорачуна и симулације, конструкционим решењима, примени савремених материјала и технологије односно постизањем потребног нивоа квалитета израде. Мерењем експлоатационих оптерећења на излазном вратилу преносника радног точка роторног багера и накнадном обрадом измерених података могу се добити одговарајући спектри оптерећења. Избор меродавног спектра оптерећења врши се увођењем више спектра репрезентата за одређене радне услове при чему сваки од њих има своју вероватноћу појаве. Проблем се најлакше решава увођењем нормираних спектра оптерећења са тежњом да се формирају каталози нормираних спектра оптерећења за репрезентативне машинске системе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Миладиновић, С.: *Избор преносника снаге за погон радног точка роторног багера на домаћим угљенокопима*. Други скуп о конструисању, обликовању и дизајну КОД 2002, Нови Кнежевац, мај, 2002.
- [2] Миладиновић, С.: *Истраживање и развој погонског система радног точка рото багера с обзиром на поузданост виталних подсистема*, Магистарски рад, Ниш, 1993.
- [3] Миладиновић, С., Милчић Д.: *Конструисање кућишта преносника*, Шести Северов симпозијум о механичким преносницима, Суботица, 1997.

EXPLOITATIONAL MEASURING TORQUES OF THE BUCKET-WHEEL EXCAVATOR WHEEL GEAR IN FUNCTION METHODOLOGY OF CALCULATION OF STRUCTURAL ELEMENTS

Summary: *Gear power transmitters design as a complex mechanical systems is a complex designing task that demands modern design methods in order to be resolved. The exploitation conditions in the calculation of the gears power transmitters are taken into consideration through the operating conditions factors K_A . This factor ranges between $(1 \div 2,5)$. The high degree of precision in the calculation of the elements of the gear power transmitters can be achieved by the simulation of the exploitation conditions, that is by the introductions of the standardized load spectres. The paper presents the calculation methodology of the structural elements of the bucket-wheel excavator wheel gear.*

Key words: *Working wheel, revolution moment roto- digger.*

ВЕЗА ИНТЕГРИСАНОГ ПРОГРАМСКОГ СИСТЕМА ЗА КОНСТРУИСАЊЕ ПРЕНОСНИКА СНАГЕ-PTD СА CAD СИСТЕМОМ

Драган Милчић¹, Слободан Миладиновић²

Резиме: Основни предуслов успешног предузећа је да задржи постојеће тржиште и евентуално га прошири. Да би се то успело неопходно је одговарати захтевима тржишта у дужем низу година. А тржиште поставља стално све сложеније захтеве у погледу продуктивности, квалитета и брзине освајања нових производа. Одлучујући фактори успеха предузећа су: висока брзина у иновацији и производњи, присутност на међународном тржишту, висок стандардни квалитет производа и економичност у свим областима предузећа. У раду је приказан интегрисани програмски систем за конструисање преносника снаге PTD, који се развија на Машинском факултету у Нишу, и веза тог система са CAD системима (SolidWorks и Inventor) у циљу аутоматизације процеса конструисања преносника снаге.

Кључне речи: Конструисање, систем за конструисање делова преносника снаге, CAD.

УВОД

Тржиште поставља стално све сложеније захтеве у погледу продуктивности, квалитета и брзине освајања нових производа. Интензиван развој доводи до пораста пројектно-конструкцијских задатака са све већим степеном компликованости. Конвенционално "традиционално" конструисање које је засновано на емпирији и интуицији не дозвољава успешно праћење развоја осталих области људске делатности. Данас се у инжењерској пракси намеће као императив примена рачунара у свим фазама процеса конструисања.

Конструисање је претежно креативни на науци и искуству заснован процес који се одвија по узастопним етапама при чему се полази од идеје, а на крају се добија конструкционо технолошка документација за производњу машинског система. То је процес трансформације идеје у пројекат као основе за производњу. Циљ конструисања је да за техничке проблеме налази

¹ др Драган Милчић, ванр. проф, Машински факултет Ниш, E_mail: milcic@masfak.ni.ac.yu

² мр Слободан Миладиновић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, E_mail: mihajlom@bankerinter.net

оптимална решења, односно да испуни све захтеве везане за производњу, експлоатацију и рециклажу, а да при томе машински систем (производ, конструкција) буде конкурентан на тржишту. Процес конструисања се одвија по тачно дефинисаним корацима и фазама. Да би конструктор дошао до оптималног решења, врло је важно да на самом почетку процеса конструисања буде прецизно постављен конструкциони задатак и по могућности свеобухватно анализиран. Као резултат ове фазе добија се листа захтева које машински систем треба да испуни.

Друга фаза је конципирање идејног решења. Формирањем структуре функција, денивелише се општа (глобална) функција на парцијалне и елементарне функције. Ове функције углавном се свде на трансформацију енергије (силе, моменти, кретање), преношење енергије, итд. За дефинисање извршилаца елементарних функција полази се од математичког описа наведене трансформације. Трансформација се може остварити на основу механичког принципа, хидрауличног принципа, пнеуматског, електричног, магнетног, термичког, хемијског, принципа итд. Најчешће је у примени механички принцип који се базира на основним физичким законима. Комбинацијом појединих принципских решења добија се већи број концепционих варијанти. Оценом ових варијанти са техноекономског аспекта бира се оптимална варијанта.

Трећа фаза је фаза обликовања у којој се дефинишу извршиоци принципских решења. Први део ове фазе (развој конструкције) обухвата претходни прорачун, где се најпре дефинишу полазне димензије, а затим и облик дела. Бира се материјал и поступак израде и утврђују основне димензије дела. У овој фази поред креативности неопходно је извршити већи број итерационих корака, чиме се увек иде ка вишем нивоу у погледу дефинисања конструкционог решења. Ово је јако компликована фаза јер захтева комбинацију прорачуна и дефинисање облика и често више пута понављање истих корака уз одговарајуће измене.

Други део фазе обликовања обухвата разраду нацрта и израду техничке односно производне документације. То значи не само израду склопног цртежа на основу почетних нацрта, већ и оптимизацију облика делова, дефинисање квалитета обраде површина, захтева у погледу тачности израде, итд.

Четврта фаза обухвата израду документације у којој се раде цртежи делова, комплетира техничка документација и проверава тачност података на цртежима.

За ново време које је пред нама, неопходан је профил савременог конструктора трећег миленијума, који влада новим алатима, који ће бити способан да одговори високим захтевима који су неопходни за рад у конструкционом бироу. Као што је напред речено, примена рачунара у процесу развоја нових производа се намеће у свим фазама процеса конструисања. CAD и CAE алати примењени у процесу конструисања заузимају значајно место у његовој аутоматизацији [7, 9].

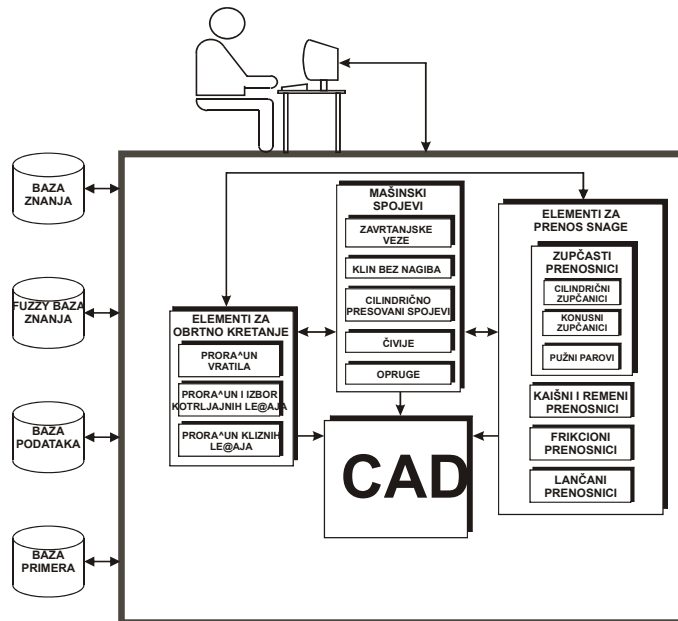
PTD-ИНТЕГРИСАНИ СИСТЕМ ЗА КОНСТРУИСАЊЕ ПРЕНОСНИКА СНАГЕ

Систем за конструисање зупчастих преносника снаге је врло сложене и хетерогене структуре. Систем је развијен на модуларном принципу који омогућава извршавање, уз помоћ рачунара, појединих активности и задатака конструктора. Овај програмски систем је део интелигентног интегрисаног система за конструисање зупчастих преносника снаге развијеног на Машинском факултету у Нишу [1, 2, 3, 5, 8]. Основни задатак овог система је да омогући интегрисану примену различитих програмских модула и система развијених од стране аутора и различитих фирми, а који су намењени аутоматизацији појединих активности у конструисању зупчастих преносника снаге. Због тога се софтверска платформа, развијеног система, ослања на максималну примену свих расположивих стандарда у области размене података, комуникација и рачунарства.

Интегрисани програмски систем за конструисање преносника снаге PTD, слика 1 чине три целине:

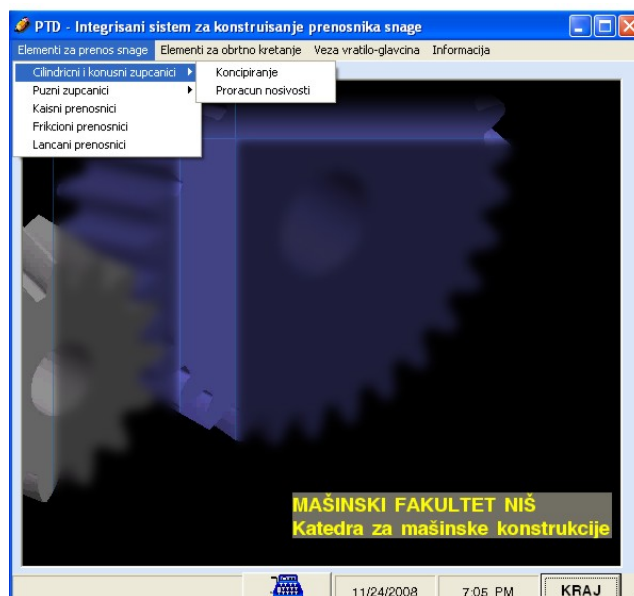
1. програмски модули за прорачун елемената за пренос снаге,
2. програмски модули за прорачун елемената за обртно кретање,
3. програмски модули за прорачун машинских спојева.

Првом целином програмског система PTD, која се односи на прорачун елемената за пренос снаге, обухваћени су програмски модули за прорачун цилиндричних, конусних и пужних зупчаника, фрикционих, ланчаних каишних и ремених преносника.



Слика 1. Архитектура програмског система PTD

Другом целином обухваћени су програмски модули за прорачун вратила, клизних и котрљајних лежајева, а трећом целином обухваћени су програмски модули за прорачун клинова, жлебних веза, цилиндричних пресованих спојева, завртањских веза, опруга и чивија.



Слика 2. Кориснички интерфејс програмског система PTD

ВЕЗА ПРОГРАМСКИ СИСТЕМ PTD ЗА ПРОРАЧУН МАШИНСКИХ ЕЛЕМЕНАТА И CAD СИСТЕМА ЗА ОБЛИКОВАЊЕ ДЕЛОВА

Обликовање производа је битна фаза процеса конструисања. Теорија обликовања је научна дисциплина чији је предмет проучавања поступак и методика формирања облика машинских делова, склопова и структуре целе машине.

Моделирање машинског дела је извршна операција процеса формирања облика. Геометријски моделирати машински део значи дефинисати његов облик у 3D простору.

Моделирање машинског система остварује се у неколико нивоа, сагласно структури машине или система. Ако се узме да је основна јединица машински део, више делова функционално повезаних чине склоп или подсклоп, а више склопова, подсклопова функционално повезаних чине машинску групу или машину, отуда је схватљива подела моделирања облика у конструисању на: моделирање делова, моделирање склопова и моделирање система. Један од излазних података из процеса обликовања јесте виртуелни модел који даје димензије и облик елемента или склопа (геометријски потпуно одређен у тродимензионалном простору-3D).

За креирање таквих виртуелних модела користе се CAD системи (Computer Aided Design), који као излаз дају тродимензионалне геометријске моделе, а

којима се могу додати својства реалне материјалности елемента. Тиме се употпуњује процес конструисања и олакшава даљи процес разраде производа док се применом параметарског моделирања може скратити процес разраде сличних (фамилија) елемената и постићи виши квалитет конструисања.

Програмски систем РТД, слика 2, је интегрисани систем за прорачун и обликовање делова преносника снаге, који се већ дуже време развија на Машинском факултету у Нишу. У овом раду је приказана програмски модул за прорачун и обликовање ремених преносника [4].

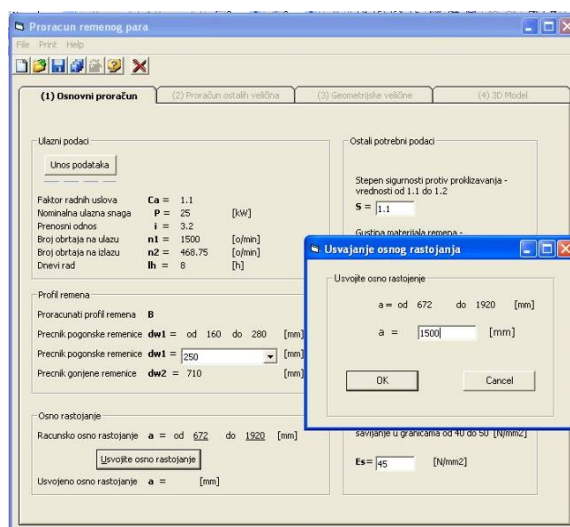
ПРОГРАМСКИ МОДУЛ ЗА ПРОРАЧУН И ОБЛИКОВАЊЕ РЕМЕНИХ ПРЕНОСНИКА

Саставни део интегрисаног интелигентног система за конструисање преносника снаге РТД је и програмски модул за прорачун и обликовање ремених преносника. Овај програмски модул је редизајниран и направљен искорак у правцу аутоматизације процеса обликовања ременица.

Програм за прорачун ремених преносника захтева од корисника унос основних параметара: номиналну снагу, преносни однос, број обртаја на улазу или излазу преносника, карактеристике рада-радну машину, погонску машину и дневни рад, слика 3.

Слика 3. Унос улазних података у програм за прорачун ремених преносника

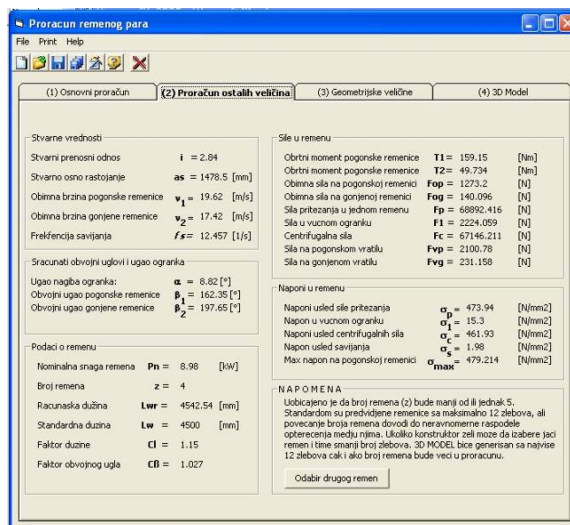
Након исправног уноса података, програм прелази на основни прорачун ременог преносника. Том приликом, програм усваја тип ремена, број ремена, предлаже стандардне димензије ременица, слика 4.



Слика 4. Основни прорачун ремених преносника

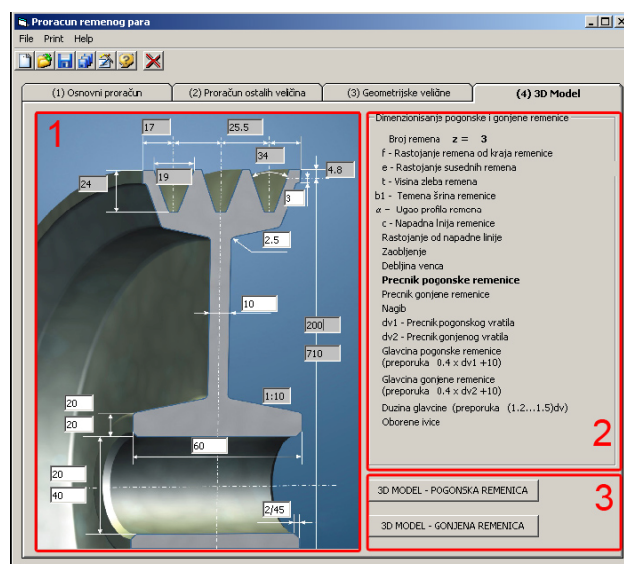
Корисник мора да усвоји стандардне димензије ременица и тада му програм омогућава избор осног растојања. На основу добијених димензија, програм прорачунава минималну и максималну вредност осног растојања и даје могућност конструктору да унесе вредност осног растојања у одговарајућем опсегу.

Прорачун осталих величина се врши аутоматски. Једино уколико је број усвојених ремена већи од 12, програм упозорава корисника да је број ремена већи од дозвољеног броја. Наравно, корисник софтвера-конструктор може да усвајањем другог типа ремена добије ремени преносник са мањим бројем ремена. У овом тренутку, овим софтвером су обухваћени ремени нормалне ширине.



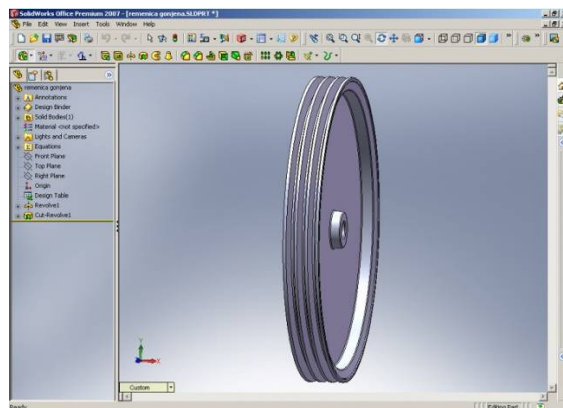
Слика 5. Прорачун осталих величина ременог пара

Као коначни излаз из овог програмског модула добија се генерисан 3D модел ременице. Наравно, неопходне су информације о главчини (пречник и дужина главчине) и телу ременице (дебљина плоче, број отвора и пречник отвора, ако се ради о великим пречницима ременица ($> 300\text{ mm}$)).



Слика 6. 3D модел прорачунате ременице

Генерисање готовог 3D модела се не врши аутоматски већ на захтев корисника, слика 6. Потребне димензије за генерисање модела се уписују у Microsoft Excel табелу, која служи као база података. Наиме, претходно је измоделирана базична ременица, чије су димензије параметарски повезане са Microsoft Excel табелом. Након успешног покретања апликације, SolidWorks покреће базичну ременицу, активира линк према Microsoft Excel табели и преписује вредности из табеле у модел. Ременица се Rebuild и добија се ременица са димензијама које су добијене прорачуном, слика 7.



Слика 7. 3D модел ременице добијен у SolidWorks

ЗАКЉУЧАК

На основу напред наведеног може се закључити следеће:

1. Примена СА технологија, у нашим предузећима, у процесу развоја производа је неминовна у све већој мери.
2. Увођењем СА технологија као подршка процесу развоја производа добијају се следећи ефекти:
 - време извођења процеса конструисања је скраћено,
 - цена процеса конструисања је нижа у односу на мануелно конструисање од 10% па чак до 90%,
 - квалитет резултата конструисања је значајно виши,
 - предузеће својим производом постаје конкурентно на домаћем и светском тржишту.
3. Саставни део интегрисаног програмског система за конструисање преносника снаге-PTD, који се развија на Машинском факултету у Нишу, су програмски модули: за прорачун преносника снаге (зупчасти и пужни преносници, каишни, ланчани и фрикциони преносници), за прорачун елемената за обртно кретање и за прорачун машинских спојева.
4. Неки програмски модули програмског система PTD за прорачун делова преносника снаге су повезани са CAD системима (SolidWorks, Autodesk Inventor) у циљу аутоматизације процеса конструисања.
5. Веза софтвера за прорачун делова преносника снаге и CAD система је остварена преко Microsoft Excel.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Милчић, Д.: *Развој интелигентног интегрисаног система за конструисање зупчастих преносника снаге*, Докторска дисертација, Машински факултет, Ниш, 2001.
- [2] Milčić, D., Miltenović, V.: *Design of Gear Drives as Virtual Process*, The International Conference on Gears 2005, September 14th to 16th, 2005, Garching near Munich, Germany, VDI-Berichte Nr. 1904, pp. 399-415, 2005.
- [3] Miltenović, V., Milčić, D.: *Intelligent integrated system for the gear power transmitters design*, 4th World Congress on Gearing and Power Transmission, pp.143-155, Paris, 16-18. mart 1999.
- [4] Milčić, D., Anđelković, B., Mijajlović, M.: *Decisions Making In Design Process-Examples Of Artificial Intelligence Application*, "Machine Design" Monograph, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, ADEKO-Association For Design, Elements And Constructions, Monograph, pp. 13 do 21, ISBN 978-86-7892-038-7, Novi Sad, 2007.
- [5] Milčić, D., Anđelković, B., Mijajlović, M.: *Automatisation of power transmitter's design process within ZPS system*, "Machine Design"-Monograph, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, ADEKO-Association For Design, Elements And Constructions, Monograph, page 1 do 8, ISBN 978-86-7892-105-6, Novi Sad, 2008.

- [6] Милчић, Д., Јаношевић, Д., Јовановић, М.: *Примена СА-технологија у развоју производа*, Часопис ИМК-14 ИСТРАЖИВАЊЕ И РАЗВОЈ, Година VIII, Број (14-15), стр. 55-60, 1-2/2002.
- [7] Милчић, Д.: *Програмски систем за конструисање преносника снаге PTD 3.0*, Зборник радова, Ју Инфо 2005, Копаоник, 2005.
- [8] Милчић, Д., Мијајловић, М.: *Параметарско моделирање делова зупчастог преносника снаге*, Трећи скуп о конструисању, обликовању и дизајну 3. КОД, 19.5.2004, стр. 67-72, Нови Сад, 2004.
- [9] Јаношевић, Д., Милчић, Д.: *Виртуални развој производа*, VIII Међународна конференција флексибилне технологије, стр. 89-90, Нови Сад, 2003.

CONNECTION INTEGRATED PROGRAME SYSTEM FOR DESIGN POWER TRANSMITTERS-PTD WITH CAD SYSTEMS

Summary: *The basic precondition of successful company is to save the existing market and eventual to expand it. In order to succeed in these intentions it is necessary to respond the demands of market in a long period of time. The market imposes continually the more and more complex demands concerning productivity, quality and quick implementation of new products. The main factors of a successful company are: rapid innovations in production, presence at international market, high quality standards of products and economic efficiency in all sectors of company. In this paper are presented programe system for design power transmitters, which is development an Mechanical faculty of Nis, and connection this system with CAD systems (SolidWorks and Inventor) in targets automation design process power transmitters.*

Key words: *Design, Programe system for design power transmitter's, CAD.*

ИНФОРМАЦИОНИ СИСТЕМ ОДРЖАВАЊА ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

Слободан Миладиновић¹, Милорад Дурлевић²

Резиме: *Повишење нивоа ефективности процеса техничке експлоатације у директној је зависности од искоришћења статистичких података о историјату рада техничког система. У вези са тим јавља се неопходност стварања јединственог информационог система, који мора одговорати усвојеном скупу показатеља ефективности процеса техничке експлоатације, а такође мора задовољити опште захтеве у односу на информације о поузданости (ефективности) техничких система. Информативно обезбеђење мора бити формирано на основу системског прилаза, одражавајући хијерархијски карактер структуре процеса техничке експлоатације и комплексни карактер анализе његове ефективности.*

Кључне речи: *Информациони систем, одржавање, технички систем, поузданост.*

УВОД

Код разраде информационог система морају бити тачно одређени путеви проласка информација, почев од попуњавања примарног облика вођења експлоатационих информација до њихове систематизације у стандардним сабирним облицима. При томе мора бити обезбеђена могућност увођења информација са примарних скупљача у електронске рачунаре.

Под целовитом информација подразумева се постојање свих података неопходних за добијање оцено и анализе о ефективности процеса техничке експлоатације система на различитим нивоима хијерархијске структуре, као и за решавање задатака на спровођењу и усавршавању система одржавања.

С обзиром на то да се информације користе за оперативнo управљање ефективношћу процеса техничке експлоатације система, оне неће служити својој намени, уколико њихов доток не буде благовремен. Стварање континуитета дотока информација за сваки тип техничког система у свим етапама процеса техничке експлоатације, омогућава њихово коришћење за прогнозирање показатеља поузданости (ефективности) техничког система. Ти

¹ мр Слободан Миладиновић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_ mail: mihajlom@bankerinter.net

² мр Милорад Дурлевић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_ mail: vts.uros@sezampro.yu

подаци могу бити коришћени приликом разраде техничких захтева за нове типове техничких система.

Информациони систем у одржавању представља сложени динамички систем, па се у овом кратком приказу и не може у тој својој сложености ни приближно детаљно обрадити.

Свака јединица одржавања мора имати свој уобичајени систем информација или информациони систем и без употребе рачунара. Увођење рачунара у неки постојећи информациони систем захтева врло детаљно анализирање тог информационог система, његово значајно реорганизовање и допуњавање.

Зато је, ради утврђивања постојећег нивоа развоја информационог система одржавања у радној организацији (на бази чега треба извршити пројектовање новог, потребно прво извршити анализу постојећег система на основу које се могу идентификовати сви главни проблеми и недостаци у постојећем информационом систему.

ЦИЉ ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА ОДРЖАВАЊА

Циљ информационог система одржавања мора бити извршење свих радова одржавања, па су за то потребне следеће информације:

- потребни извршиоци и њихова обука,
- време (термин),
- место (у погону, радионици и сл.),
- врста,
- потребне специјалне лабораторије и радионице,
- потребни алати, прибори, инструменти и транспортна средства,
- потребни материјали и резервни делови,
- предвиђено трајање,
- координација и др.

Информациони систем одржавања, односно његови делови комуницирају са информационим системима производног пословног система, и то нарочито са:

- производним,
- набавним,
- обрачунским и књиговодственим,
- кадровским.

Пројектом информационог система потребно је обухватити:

1. податке (изворишта, токове и одредишта),
2. носиоце података и информација и базе података,
3. обраду података и обликовање информација,
4. поступке анализе добијених информација, и
5. поступке одлучивања.

Изворни подаци

Овим се одређује које су излазне информације потребне да би се о одређеним особинама посматраног техничког система доносили потребне одлуке.

Од изузетног значаја при пројектовању информационих система је утврђивање потребне и довољне структуре података, места њиховог настајања, токова, поступака обраде и релевантних информација за процес одлучивања.

У свом начелном и општем случају присутне су две основне врсте података, два основна информациона сегмента. Први се односи непосредно на рад система, тј. на време у којем је посматрани систем у стању "у раду", а други на време у којем је систем у стању "у отказу".

У прву групу спадају подаци о условима под којима систем ради, односно условима макро и микрооколине, радним оптерећењима, оствареним радним резултатима (учинак), застојима због чекања на посао, разлозима недостатака посла, условима и трајању складиштења, подацима о руковооцима, итд. У ову групу спадају и подаци који се односе на појаву стања "у отказу", време појаве стања "у отказу", начин појаве, условима запажања.

Друга група података односи се на време у којем се систем налази од настанка до отклањања неисправности. Ови подаци су посебно значајни за одређивање карактеристика поузданости и готовости. У ову групу спадају подаци који показују време трајања стања "у отказу", узроке отказа делова "у отказу", како је неисправност наступила, што је основни узрок појаве стања итд. Надаље, неопходни су подаци о томе како је неисправност отклоњена, да ли су делови замењени или оправљени, колико је трајала интервенција, ко је и на који начин обавио и слично. Битни су и подаци о чекању на оправку, о разлозима чекања (недостатак капацитета, резервних делова и сл.), као и о укупним трошковима интервенције. Одређивање најповољнијих изворишта података, детаљно пројектовање система информација уз издвајање основних података о временима "у отказу" и узроцима настанка потребни су подаци о систему, деловима система и релацијама између делова и њихових карактеристика.

Носиоци података и информација

Носиоци података и информација представљају подлоге које у себи садрже резултате процеса мерења-издвајања поступака и истовремено средства за транспорт и обраду података у циљу добијања релевантних информација о стању система. Подаци морају бити једнозначно наведени, без икаквих субјективних описа. При томе број носилаца података и информација треба да буде што мањи, али ипак довољан за испуњење постављеног захтева.

Основни носиоци података и информација неопходних за управљање логистичким системом одржавања могу бити:

1. Структурна карта система-садржи преглед саставних делова система чије се одржавање прати (врста, ознака, опис, степен значајности, место постављања и др.).
2. Карта саставних делова система-садржи податке релевантне за извођење процеса рада и поступака одржавања система (подаци у погледу врсте, типа, времена рада, тежине, снаге, радне карактеристике система и др.).

3. Карта понашања (извештај о раду) система-садржи основне податке о појави стања "у отказу" система. Служи за анализу рада система (опис отказа, начин манифестовања отказа, локација, могући узрок, трошкови отклањања отказа, губици због застоја у производњи).
4. Временска слика стања-садржи податке о радном месту, и временску слику стања ("у раду" и "у отказу") у току 24 сата рада система како је приказано у табели 1.

Табела 1. Временска слика стања

Временска слика стања			ООУР-Погон: Технички систем: Период праћења:				Лист листова	
Р. бр.	Ознака	Назив	1	2		23	24	укупно

5. Преглед показатеља поузданости-одређивање карактеристика поузданости базира се на статистичким подацима о отказима техничких система, откривених у току рада и у различитим стањима процеса одржавања.

Табела 2. Карта праћења показатеља поузданости

Показатељи поузданости				Технички систем: Место уградње: Период праћења:								
р. бр.	временски период рада	број отказа	фреквенција отказа	непоузданост	поузданост	интензитет отказа	средње време у раду	средње време у отказу	оперативна готовост	средње време трајања оправки	погодност одржавања	ефективност система
	T_i	N_i	$f = \frac{N_i}{\sum N_i}$	$F = \sum f_i$	$R = 1 - F$	$\lambda = \frac{f}{R}$	T_{ur}	T_{uo}	σ_{cp}		PO	E
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Основна документација у систему одржавања

Основна документација у систему одржавања, која чини базу информационог система и управљачке функције одржавања, може се сврстати у следеће три групе:

1. Конструкциона документација:

- склопни цртеж опреме,
- цртеж склопова,
- радионички цртеж,
- шема инсталација, и друго.

У процесу одржавања цртеж, као конструкциона документација, не треба увек да се прави по свим техничким прописима. Црта се обично једноставније, оловком, без техничких средстава, и то најчешће у тзв. изометријској мрежи.

2. Технолошка документација:

- технолошки поступак,
- карта подмазивања,
- дефектациони картон.

Основну технолошку документацију представља технолошки поступак. Технолошки поступак се користи за технолошку припрему радова одржавања. Поред основних података за идентификацију-број радног налога и посао одржавања који треба обавити, технолошки поступак у одржавању садржи и следеће податке: опис послова по појединим операцијама одржавања, потребни материјал и резервне делове, потребне посебне алате и приборе, услуге других радних група и радионица, потребно време за поједине операције, извођаче по струци и броју, рокове, трошкове и др. Операција се овде дефинише као онај део процеса рада, односно технолошког процеса одржавања, који се обавља на једном радном месту са истим извршиоцима и уз исту припрему алата и прибора.

3. Планска документација:

- радни налог,
- упутства за одржавање,
- картон резервних делова, и слично.

Значајнија документа из којих се узимају подаци за израду базе података за информациони систем одржавања су:

1. Радни налог (захтев за рад). Радни налог се користи за: отклањање отказа, све планске оправке (активности одржавања), друге веће једнократне радове у одржавању (као што су реконструкције, дијагностика и др.). Он служи као обавештење о отказу, а издаје се када се отказ отклони на лицу места. За превентивне радове одржавања, као што су превентивни прегледи, чишћење, подмазивање и технички прегледи може се издати исти налог.

2. Требовање за резервне делове и материјале. Овај документ садржи податке о материјалима, резервним деловима и трошковима. На истом документу захтева предлаже се више ставки материјала и резервних делова за исти радни налог, исто место трошкова и исти магацин. Ово поједностављује исписивање, јер пет вазних података (датум, број захтевнице, број радног налога, место трошкова и ознака магацина) не треба писати за сваку ставку. О овоме ће више бити говора касније.

Овај документ "требовање" може се, у већини случајева, применити и као документ за враћање материјала у магацин, и то тако што се наслов захтев за

материјал" прецрта и у први ред у рубрици "назив материјала" упише "повратница материјала".

3. *Повратнице резервних делова и материјала.* Овим документом води се евиденција о неутрошеним резервним деловима и материјалима који се враћају у магацин.

4. *Преглед и спецификација времена-"радни лист".* Радни лист има све потребне рубрике за скупљање информација о утрошеном времену према извршиоцима и радним налозима. Документ се користи тако што сваки радник добије сваког дана један образац за евиденцију времена. Поред осталих података у образац се уноси: код (редовни, прековремени, ноћни рад, одсутност); број утрошених сати; број радног налога; место и врста рада на одржавању и слично.

5. *Карта превентивне активности (превентивног рада).* Код превентивних радова одржавања, посебно за периодичне прегледе, постоји већи број информација, од којих су следеће главне: ко треба да изврши рад (извршилац), када треба да изврши рад (термин), где треба да изврши превентивну интервенцију (место), шта треба да уради, како треба да ради (начин), какав алат и материјал треба за извршење, колико времена треба да ради, каква је координација потребна и др.

СИМБОЛИ КОЈИ СЕ КОРИСТЕ КОД ОЗНАЧАВАЊА У БАЗИ ПОДАТАКА

У савременим процесима одржавања користе се разни симболи означавања потребних информација код одржавања техничких система.

На пример, КО треба да изврши рад-уместо описа користе се симболи, као: М -механичар или бравар, Е-електричар, П-подмазивач, Р-радник, послужилац, итд. Када је ШТА у питању могу се користити симболи као: Д-деловање: технички систем нормално ради у току извођења превентивне интервенције-координација није потребна, З-застој техничког система или координација није потребна, јер превентивни послови не ометају много производњу, К-координација је потребна (посебни услови, застој итд.).

За друге информације се дају јасне ознаке, често са симболима. На пример, место где се ради јасно означава "шта треба радити" (напише се одређено): "испитај ниво уља", "измери температуру" и сл. "Како треба радити", потребно је описати метод и начин рада, а алати и друга средства наводе се одређено и конкретно.

Треба давати и потребно време за извођење радова у минутима, сатима и сл. Када се обаве неки превентивни радови одржавања, потребна је координација као: заустављање техничког система, припрема, сарадња радника из одржавања и производње и сл.

При превентивним прегледима потребно је да се користе тзв. општи стандарди, тј. документација која има општи типизирани изглед.

На основу података из листе превентивног прегледа и пратеће техничке документације, дефинише се књига саставних целина, и то виталних, за сваки технички систем.

6. *Извештај о извршеном поступку одржавања.* Садржи број налога за рад, извршиоца посла, начин оправке, замењене делове, карактер и узрок отказа, време извођења, узроке чекања, трошкове и друго.

7. *Карта-извештај о техничкој дијагностици.* Обухвата методе техничке дијагностике, шифру дијагнозе, параметре техничког стања система, прогнозу стања система и слично.

8. *Термин план (за терминирање и лансирање).* За терминирање, лансирање и извођење превентивних прегледа, чишћења и подмазивања постоји више разних докумената.

9. *Обрасци за извештаје о примопредаји, наруџби, пријави, итд.*

10. *Документа о резервним деловима и материјалима.* Документација која се односи на резервне делове и материјале садржи све податке који се односе на: наручивање, набавку, складиштење и управљање резервним деловима. Неки од докумената су: каталог делова, захтев за набавку, карта резервног дела и др.

11. *Остала документа.* За рационално спровођење организације, припрему и праћење радова одржавања потребно је још докумената који би преносили и обрађивали информације. Та подручја где су потребни носиоци информација, поред већ набројаних су:

- евиденција и књиговодство техничких система,
- управљање периодичним прегледима и подмазивањем,
- планирање, терминирање и праћење поступака превентивног одржавања,
- чување и анализа података о отказима,
- конструкциони-технолошки подаци техничких система,
- упутства за руковање и одржавање техничких система (правилници и др.),
- интерни пренос информација у одржавању и у координацији с другим службама,
- остала подручја која се могу понекад појавити.

12. *Техничка упутства и стандарди.* Техничка упутства о одржавању техничких система дају произвођачи опреме или се накнадно припремају за сваки технолошки систем. Стандарди су званични прописи који се морају поштовати код одржавања техничких система.

ОБРАДА ПОДАТАКА И ОБЛИКОВАЊЕ ИНФОРМАЦИЈА

Обрада података врши се у циљу добијања информација довољно објективног карактера за доношење потребних одлука. Подаци који се прикупљају на месту обраде морају бити сређени на одговарајући начин. Реч је о формирању одговарајућих датотека које садрже одређену врсту података. Резултат обраде је информација о стању која служи за доношење одлука о потребама подешавања система, чиме се затвара процес повратне спреге. Обрада података има за циљ, поред осталог, утврђивање компонената ефективности система.

РАЧУНАРСКА ПОДРШКА ЛОГИСТИЧКОМ СИСТЕМУ ОДРЖАВАЊА

Због обиља информационих ресурса у логистичком систему одржавања, са становишта ефикасног управљања том функцијом, неопходно је да информационом базом управља рачунар. Шема управљања логистичким системом одржавања приказана је на слици 1.



Слика 1. Основна структура софтвера за логистички систем одржавања

Софтвер за модел одржавања може имати више модула. Модул за логистику, чији је модел приказан на слици 2 представља базу података информационог система одржавања у више нивоа.

Формирање базе података може се вршити на основу информација из процеса експлоатације, чиме је могуће израчунати логистичке параметре. Шема базе података одржавања приказана је на слици 3.

Прва фаза у развоју интегралног софтвера за тотални логистички систем одржавања односи се на фазу експлоатације.

ЗАКЉУЧАК

У савременој индустријској производњи у циљу повећања квалитета производа неопходно је увести информациони систем у свим сегментима производног процеса.

Информациони систем у потпуности одређује проток информација почев од дефинисања свих компонената једног производа до пројектовања производње и експлоатације. Информациони систем обухвата све податке неопходне за добијање оцене и анализе о ефективности процеса техничке експлоатације система у реалним радним условима.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Миладиновић С.: Машински елементи 1, Свен, Ниш, 2005.
- [2] Миладиновић С.: Машински елементи 2, Свен, Ниш, 2005.
- [3] Миладиновић С.: Збирка задатака из машинских елемената, Свен, Ниш, 2008.
- [4] Milčić, D., Miltenović, V.: *Design of Gear Drives as Virtual Process*, The International Conference on Gears 2005, September 14th to 16th, 2005, Garching near Munich, Germany, VDI-Berichte Nr. 1904, pp. 399-415, 2005.
- [5] Milčić, D., Anđelković, B., Mijajlović, M.: *Decisions Making In Design Process-Examples Of Artificial Intelligence Application*, "Machine Design"-Monograph, University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, ADEKO-Association For Design, Elements And Constructions, Monograph, pp. 13 do 21, ISBN 978-86-7892-038-7, Novi Sad, 2007.
- [6] Јаношевић, Д., Милчић, Д.: *Виртуални развој производа*, VIII Међународна конференција флексибилне технологије, стр. 89-90, Нови Сад, 2003.

INFORMATION SYSTEMS FOR MAINTENANCE OF TECHNICAL SYSTEMS

Summary: *Increase of efficiency level of technical exploitation process directly depends on utilisation of statistical data on working history of mechanical system. Regarding this, it is necessary to create unique information system, which must be equivalent to adopted set of indicators of mechanical exploitation efficiency process, and also must satisfy general requests regarding information on reliability (efficiency) of technical systems. Informative security must be formed according to systematic approach, reflecting hierarchical character of a technical exploitation process structure and complex character of analysis of its.*

Key words: *Information systems, maintenance, technical system, reliability.*

МОДЕЛ УПРАВЉАЊА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ У САОБРАЋАЈУ

Бранислав Цвејић¹

Резиме: Енергетска ефикасност у саобраћају представља степен потрошње енергената у саобраћају. ЕЕ означава достигнути ниво потрошње свих активности на потрошњу енергетике. За постизање енергетске ефикасности претражују се и стварају нови модели управљања. Потрошња енергетике у различитим видовима саобраћаја је различита као и у разним земљама света. Потрошњу енергије на различите начине схватају у појединим врстама саобраћаја као и потрошњу у целини. Идеална енергетска ефикасност би била када се перцепције и читавања по свим видовима саобраћаја подударају.

Кључне речи: Енергетска ефикасност, модели управљања, математичко моделирање.

УВОД

Како то по правилу није случај, наведене разлике се морају смањивати моделима управљања енергетске ефикасности. Имплементацијом нових и досад познатих модела повећава се енергетска ефикасност и то представља пут успеха логистичког контролинга.

У поставци енергетске ефикасности у саобраћају полази се од захтева да је степен ефикасности што већи за исти km/t или $km/$ по путнику.

Можда би најједноставнија, а самим тим и најпрактичнија била да се превоз путника и робе достави у право време у одговарајућој количини и на траженом месту. На овај начин он представља output енергетске ефикасности. Добро изабрани модел је самим тим и референца енергетске ефикасности преко које крајњи корисници оцењују њену ваљаност.

Доношење одлуке о коришћењу модела за одређивање енергетске ефикасности је све више условљено правилним разумевањем динстинкције између стварне и очекиване потрошње. У последње време за стратегијско одабирање модела усваја се онај модел који смањује константне разлике између перцепције и очекиване енергетске ефикасности.

Потрошачке перцепције могу бити субјективне и изведене на основу досадашњих искуства и оне саме по себи нису добре за повећање енергетске ефикасности. Због тога је потребно познавати (или ако је то могуће, пронаћи

¹ мр Бранислав Цвејић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е-mail: vts.uros@sezampro.yu

нове) моделе. У турбулентној саобраћајној стварности егзистира готово константна разлика између онога што се очекује и чињеничног стања. Успешна техника за смањење наведене дискрепанце, састоји се у постепеном решавању свих видова транспорта и њиховог међусобног повезивања и као њихових разлика које је потребно смањивати.

УПОРЕЂЕЊЕ КОНКРЕТНЕ ПОТРОШЊЕ ПО ВИДОВИМА ТРАНСПОРТА КОД НАС И У СВЕТУ

Конкретизација промене модела енергетске ефикасности почиње са базичним питањем које се пред имплементацију сваке логистичке стратегије. Проблем који се поставља из домена енергетске ефикасности односи се на истраживању сегмената потрошње. Прецизније речено, ти сегменти представљају компоненте (саобраћаја) потрошње по типовима саобраћаја. Логистички менаџери морају посегнути за неком од техника истраживања тржишта, као што је на пример: упоређење потрошње у земљама у окружењу и свету.

Табела 1.

	Елементи енергетске ефикасности						Земље у свету				
		<i>S</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>A₁</i>	<i>B₁</i>	<i>C₁</i>	<i>D₁</i>	<i>E₁</i>
<i>mil.t.</i>	сопствена производња течног горива										
<i>MWx</i>	сопствена производња електричне енергије										
<i>kcal</i>	сопствена потрошња остале енергије										

S – Србија

A – Црна Гора

B – Македонија

C – БиХ

D – Хрватска

E – Словенија

F – Аустрија

G – Бугарска

H – Грчка

A₁ – Немачка

B₁ – Велика Британија

C₁ – Руска федерација

D₁ – Ирак

E₁ – Иран

F₁ – Кувајт

G₁ – Венецуела

H₁ – САД

I₁ – Канада

Оваквим упоређивањем добијамо на ком смо ми нивоу енергетске ефикасности. Но, то није довољно да се наша ефикасност сврстава у профитабилне конкурентске функције државе.

Ефикасност Земље која се бави енергетском ефикасношћу у саобраћају огледа се у конкурентан ниво енергетске ефикасности. То се постиже стратегијом прилагођавања одређених типова саобраћаја и њихових сегмената.

Одређивање базичних компонената енергетске ефикасности је почетни стадијум у дефинисању целокупне политике државе за енергетску ефикасност. Колико је значајно да сваки вид саобраћаја одреди релативне компоненте енергетске ефикасности, још је важније да се утврди њихов релативни значај и односи који постоје између њих. Ово представља други сегмент у постављању одредаба (ее) у саобраћају.

Ова фаза испитивања помоћи ће нам да се узима број битних елемената у конституисању (ее) у саобраћају, чиме се могу уштедети неки неопходни трошкови логистике.

Одређивање релативног положаја најзначајнијих компоненти транспорта у односу на целокупни саобраћај је други корак ка повећању (ее) у саобраћају.

Анализом потрошње по видовима транспорта, како у земљи, тако у иностранству и матричном анализом главних компонената и најважнијих фактора енергетске ефикасности (ее), добиће се оцена (уз стандардне грешке) базичних елемената саобраћаја.

Сегментација земаља је фаза у поступку која води ка успостављању квалитета енергетске ефикасности у саобраћају утемељена на дефинисаним ситуацијама. Модел анализе земаља S , A_i , B_i , ..., A_1 ; B_1 је дата у табели 2.

Табела 2.

Врста транспорта	Србија	Земље света								
		A_1	B_1	C_1	D_1	E_1	F_1	G_1	H_1	I_1
друмски										
водни										
ваздушни										
цевни										
железнички										
ПТТ										
комбиновани										

Интрафазним повезивањем предходних корака држава поставља се пакет мера прилагођен енергетској ефикасности у саобраћају. Ово се сада операционализује КОНТРИБУЦИОНОМ (заједничком) матрицом.

ПАКЕТ МЕРА ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ У САОБРАЋАЈУ ПРИКАЗОМ КОНТРИБУЦИОНОМ МАТРИЦОМ

Дефинисани пакети мера побољшања енергетске ефикасности су подложни променама из неколико разлога. Проблеми могу настати због неадекватне имплементације појединих компоненти саобраћаја, промењених тржишних

услова (са аспекта пада или раста цене енергената), лоших ресурса у земљи (људи, технологија). Тада дефинисани пакет мера (ее) може стварати непотребне трошкове у логистичком систему, али и у целом пословном систему државе. Стога је и у овом случају, као и након сваке дефинитивне одлуке о изабирању модела, неопходна перманентна контрола. Она мора да покрије различита поља на којима се потенцијално могу јавити грешке у систему (ее) саобраћаја. Наравно, повремено ревидирање ових фаза примене модела у поставци дефинисања пакета мера (ее) је пожељан корак.

Табела 3.

Рангови приоритета	Расположивост залиха горива (производња + увоз)	Потрошња по км/т	Потрошња по путник/км	Друмски саобраћај	Водни саобраћај	Ваздушни саобраћај	Цевни саобраћај	Комбиновани саобраћај
1–5								
6–10								
11–15								
16–20								

ЗАКЉУЧАК

Овај модел носи јасну поруку: сваки напор који се предузима у циљу постављања ефикасног и ефективност потрошње енергената у саобраћају мора проћи кроз четири наведена корака.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ламбић, М., Толмач Д., Тасић И., Стојићевећ Д.: *Енергетска ефикасност*, Друштво за сунчеву енергију "СРБИЈА СОЛАР", Зрењанин, 2004.
 [2] Ламбић М.: *Енергетика*, Технички факултет "Михајло Пупин", Зрењанин, 2003.

ADMINISTRATION MODEL OF ENERGETIC EFFICIENCY IN TRAFFIC

Summary: *Energetic efficiency in traffic represents level of consumption of fuel in traffic. EE denotes achieved level of consumption of all activities on consumption of energetic. For achievement of energetic efficiency new administration models are created. Consumption of energetic in different forms of traffic differs from country to country. Consumption of energy in a certain types of traffic is differently considered as well as the total consumption. Ideal energetic efficiency would exist when all perceptions and reading at all fields are coordinated.*

Key words: *Energetic efficiency, administration models, mathematical modelling.*

ЛИНЕАРНИ ЕКОНОМСКИ МОДЕЛИ ПАНЕЛ ПОДАТАКА

Бранислав Цвејић¹

Резиме: *Модели панел података односе се на велики број јединица посматрања (физичка лица, предузећа, географски региони и слично) у одређеном броју временских тачака. Свака панел опсервација има две димензије: структурну и временску димензију. На тај начин се све релевантне информације из узорка користе у оцењивању коефицијента регресиивног модела.*

Кључне речи: *Панел метода, економски модели, математичко моделирање.*

УВОД

Панел серије садрже знатно већи број података, повећавајући тако број степени слободе и смањујући стопе колинеарности између експланаторних варијабли. На тај начин се обезбеђује већа ефикасност економетријских оцена непознатих параметара модела и омогућује се спецификовање и тестирање параметара са мање рестриктивним предпоставкама.

Серије панел података су првенствено оријентисане на анализу структуре и хетерогености између јединице посматрања, али и на анализу промена у структури и посматраном временском периоду. Хетерогеност подразумева утицај независних променљивих на зависну променљиву од јединице до јединице посматрања. Занемаривање хетерогености може довести до неконзистентних оцена и погрешном статистичком закључивању. Да би се такве грешке приликом закључивања не би догодиле, пре избора линеарног модела, приступа се тестирању да ли су регресиони параметри варијабилни за све јединице посматрања (за свако $i = 1, 2, \dots, N$) и за све временске периоде (за свако $t = 1, 2, \dots, T$). Најчешће коришћени тест назива се тест анализе коваријансе.

За тестирање хетерогености регресионих параметара, често се користи и тест заснован на статистици LAGRANGE-овог мултипликатора.

У приказивању модела података полази се од општег облика регресионог модела:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{k=1}^K \beta_{kit} \cdot X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

¹ мр Бранислав Цвејић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_ mail: vts.uros@sezampro.yu

где је:

Y_{it} – вредност зависне променљиве за i – ту јединицу посматрања у периоду t ,

X_{kit} – вредност k – те експлоатарне промене за i – ту јединицу посматрања у периоду t ,

β_{kit} – непознати параметри, који могу бити варијабилни од заједнице посматрања и у посматраном периоду,

ε_{it} – случајне грешке са $E(\varepsilon_{it}) = 0$, $E(\varepsilon_{it}^2) = \sigma_\varepsilon^2$.

ПРИМЕР

Кад подаци поседују две димензије (структурну и временску), кључно питање је како моделирати структурну и временску зависност изабраних параметара у моделу. Различити скупови претпоставки о хетерогености између јединица посматрања у посматраном периоду, воде различитим моделима. Преглед најшире коришћених линеарних панел модела података је:

1. Ако су сви параметри модела константни:

$$(\alpha_{it} = \alpha)$$

$$(\beta_{kit} = \beta_k)$$

тада одговара модел облика:

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^K \beta_k \cdot X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

са хетероскедастичношћу и аутокорелисаном серије грешака. Предпоставке модела су:

- случајне грешке посматрања све разлике које постоје између јединица посматрања и временских периода,
- вектор случајних грешака следи ауторегресивни процес првог реда,
- резидуална варијанса може варирати између јединица посматрања.

2. У случају када су сви регресиони параметри уз експлоатационе променљиве константни, а слободни чланови обухватају разлике између јединица посматрања, тј. варијабилни су по јединицама, тада се оцењује модел облика:

$$Y_{it} = \bar{\alpha} + \mu_i + \sum_{k=1}^K \beta_k \cdot X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

где је:

$\bar{\alpha} + \mu_i = \alpha_i$ – слободни члан i – те јединице посматрања,

$\bar{\alpha}$ – просечна вредност члана,

μ_i – представља одступање од просечне вредности за i – ту јединицу посматрања.

3. Када су сви регресивни параметри уз експлаторне променљиве константни, а слободни чланови варијабилни и по јединицама посматрања и по временским периодима ($\alpha_{it} = \bar{\alpha} + \mu_i + \lambda_t$), тада се оцењује модел облика:

$$Y_{it} = \bar{\alpha} + \mu_i + \lambda_t + \sum_{k=1}^K \beta_k \cdot X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

У датом периоду, временски ефекти λ_t представљају утицај фактора који су заједнички за све јединице посматрања.

4. Уколико се регресиони параметри уз експлаторне променљиве варијабилни по јединицама посматрања ($\beta_{kit} = \beta_{ki}$), тада највише одговара модел облика:

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=1}^K (\bar{\beta}_k + \mu_{ki}) \cdot X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

5. Када су регресиони параметри варијабилни по јединицама посматрања, и по временским периодима ($\beta_{kit} = \bar{\beta}_k + \mu_{ki} + \lambda_{kt}$), тада највише одговара HISAO-ов модел стохастичких параметара (*Hisao random coefficient model*):

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{k=1}^K (\bar{\beta}_k + \mu_{ki} + \lambda_{kt}) \cdot X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Први корак у анализи панел података је, тестирање да ли су регресиони параметри хомогени (константни за свако i и за свако t).

Најчешће коришћена процедура у идентификовању извора узрочних варијација је **тест анализе коваријансе**.

У поступку тестирања почињемо од линеарног модела само са једном експлаторном варијаблом:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_{it} X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

Тестира се хомогеност регресионих параметара β_{it} и хомогеност слободних чланова (одсечка α_{it}). Тестирање се спроводи у три главна корака.

1. Први корак-односи се на тестирање укупне хомогености (*overall homogeneity*), односно тестирање хипотезе о хомогености свих јединица посматрања у свим временским периодима. Уколико се прихвати нулта хипотеза да постоји хомогеност параметара, не прелази се на другу етапу тестирања и следи поступак оцењивања класичним моделом најмањих квадрата два параметра α и β једне регресионе једначине.

$$Y_{it} = \alpha + \beta \cdot X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

У супротном, када се закључи хетерогеност између јединица посматрања и у различитим временским периодима прелази се на другу етапу тестирања.

2. Други корак се састоји у тестирању хомогености регресионих параметара β_{it} . Ако се хипотеза о хомогености не одбаци, наставља се тестирање.

3. Трећи корак се састоји у тестирању хомогености слободних чланова регресионог модела (α_{it}).

Предпоставка је да су регресиони параметри константни у посматраном временском периоду, али могу бити варијабилни између јединица посматрања. Постоји неколико типова ограничења а то су:

Први тип ограничења је дат следећом хипотезом:

$$H_0: \quad \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_N = \alpha \\ \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N = \beta$$

(сви регресиони параметри су хомогени).

$$H_1: \quad \text{регресиони параметри нису хомогени.}$$

Модел без ограничења има облик:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_i \cdot X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

а оцене параметра тог модела су:

$$\hat{\beta}_i = \frac{W_{xy,i}}{W_{xx,i}}, \quad \hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \hat{\beta}_i \bar{x}_i \quad (10)$$

где је:

$$\left. \begin{aligned} W_{xx,i} &= \sum_{t=1}^T (X_{it} - \bar{X}_i)^2 \\ W_{xy,i} &= \sum_{t=1}^T (X_{it} - \bar{X}_i)(Y_{it} - \bar{Y}_i) \\ W_{yy,i} &= \sum_{t=1}^T (Y_{it} - \bar{Y}_i)^2 \\ \bar{X}_i &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T X_{it} \\ \bar{Y}_i &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Y_{it} \end{aligned} \right\} \quad (10.a)$$

$\bar{X}_i$ и $\bar{Y}_i$ су аритметичке средине X и Y променљиве, за i -ту јединицу посматрања. Оцене $\hat{\beta}_i$ и $\hat{\alpha}_i$ се зову оцене унутар групе (*within-group estimates*). За i -ту групу резидуална сума квадрата је:

$$RSS_i = W_{yy,i} - \frac{W_{xy,i}^2}{W_{xx,i}}, \text{ са } T-2 \text{ степена слободе.}$$

Укупна резидуална сума квадрата у моделу без ограничења је:

$$S_1 = \sum_{i=1}^N RSS_i \text{ са } NT - 2N \text{ степена слободе.}$$

Модел (8) је модел са ограничењем задатим хипотезом H_0 , а оцено параметара тог модела су:

$$\hat{\beta}_i = \frac{T_{xy}}{T_{xx}}, \quad \hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta} \cdot \bar{x} \quad (11)$$

где је:

$$\left. \begin{aligned} T_{xx} &= \sum_i \sum_t (X_{it} - \bar{X}_i)^2 \\ T_{xy} &= \sum_i \sum_t (X_{it} - \bar{X}_i)(Y_{it} - \bar{Y}_i) \\ T_{yy} &= \sum_i \sum_t (Y_{it} - \bar{Y}_i)^2 \\ \bar{X} &= \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T X_{it} \\ \bar{Y} &= \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T Y_{it} \end{aligned} \right\} \quad (11.a)$$

$\bar{X}$ и $\bar{Y}$ су просечне вредности променљивих X и Y израчунате на основу свих NT података.

Резидуална сума квадрата модела са ограничењем је:

$$S_2 = T_{yy} - \frac{T_{xy}^2}{T_{xx}} \text{ са } NT - 2 \text{ степена слободе.}$$

Тестирање хипотезе о хомогености регресионих параметара заснива се на F тесту. Статистика теста је облика:

$$F = \frac{\frac{(S_2 - S_1)}{(2N - 2)}}{\frac{S_1}{(NT - 2N)}} \quad (12)$$

Ако статистика теста није сигнафикантна, следи оцењивање једне регресионе јединице, тј. оцењивање модела са ограничењем. Ако је F статистика сигнафикантна, корак који следи је испитати да ли се хетерогеност односи на слободне чланове или на регресионе параметре уз експланатарну променљиву.

Ограничење које је дато хипотезом:

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_N = \beta \text{ али } \alpha_1 \text{ нису хомогени,}$$

$$H_1: \text{ слободни чланови и регресиони параметри уз независну променљиву су хетерогени.}$$

Модел са ограничењем, које је дато хипотезом H_0 , је облика:

$$Y_{it} = \alpha_1 + \beta \cdot X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

оцене параметра модела су:

$$\hat{\beta} = \frac{W_{xy}}{W_{xx}}, \quad \hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \hat{\beta} \cdot \bar{x}_i \quad (14)$$

где је:

$$\left. \begin{aligned} W_{xx} &= \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T X_{it} (X_{it} - \bar{X}_i) = \sum_i W_{xx,i} \\ W_{xy} &= \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T X_{it} (Y_{it} - \bar{Y}_i) = \sum_i W_{xy,i} \\ T_{yy} &= \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T Y_{it} (Y_{it} - \bar{Y}_i) = \sum_i W_{yy,i} \end{aligned} \right\} \quad (14.a)$$

Резидуална сума квадрата модела (13) је:

$$S_3 = W_{yy} - \frac{W_{xy}^2}{W_{xx}} \text{ са } NT - (N+1) \text{ степени слободе.}$$

Статистика на основу које се тестира постављена хипотеза је облика:

$$F = \frac{\frac{(S_3 - S_1)}{(N-1)}}{\frac{S_1}{(NT - 2N)}} \quad (15)$$

Ако је статистика F сигнафикантна, значи да постоје специфични индивидуални ефекти, тј. да се слободни чланови, којима су ови ефекти обухваћени, разликују између јединица посматрања. Избор модела за оцењивање зависи од претпоставке о слободним члановима (α_1 фиксни параметар или случајна променљива).

ЗАКЉУЧАК

За тестирање хомогености регресионих параметара, могу се искористити и тестови засновани LAGRANGE-овим мултипликаторима. Ови тестови су комплементарни тесту анализе коваријансе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ламбић, М., Толмач Д., Тасић И., Стојићевић Д.: *Енергетска ефикасност*, Друштво за сунчеву енергију "СРБИЈА СОЛАР", Зрењанин, 2004.
- [2] Ламбић М.: *Енергетика*, Технички факултет "Михајло Пупин", Зрењанин, 2003.

LINEAR ECONOMIC MODELS OF PANEL DATA

Summary: *Panel data models refer to huge number observation units (physical persons, companies, geographic regions etc) in a certain number of time points. Each panel observation has two dimensions: structural and time dimension. In that way all relevant information from sample are used in grading of regressive model coefficients.*

Key words: *Panel method, economical method, mathematic modeling.*

САГОРЕВАЊЕ У МОТОРИМА, ВАЖАН ПРОЦЕС КОЈИ СЕ МОРА КОНТРОЛИСАТИ

Радивоје Вукашиновић¹

Резиме: Процес сагоревања у радном простору мотора је кључни процес када долази до ослобађања топлотне енергије садржане у гориву која се даљом енергетском трансформацијом претвара у механички рад, обртање коленастог вратила мотора. Топлота ослобођена хемијским реакцијама сагоревања врши загревање гасова у радном простору мотора, при чему долази до повишења њихове температуре и притиска, односно расте потенцијална енергија гасова. Ова потенцијална енергија се у току процеса ширења претвара у механичку енергију, кретање клипа, а посредством клипног механизма даље се претвара у обртање коленастог вратила. Због тога од начина на који се одвија сагоревање битно зависе карактеристике мотора, како у погледу развијене снаге и економичности (потрошње горива), тако и у погледу његових еколошких карактеристика, токсичности издувне емисије, буке и сл.

Кључне речи: Мотори, сагоревање, гориво, ваздух, притисак, свећица, комора.

ПРОЦЕС ОБРАЗОВАЊА СМЕШЕ И САГОРЕВАЊА КОД ОТО И ДИЗЕЛ МОТОРА

Ток сагоревања у мотору битно зависи од начина образовања смеше и уско је повезан са њим. Од тога како се одвијају ова два процеса зависи да ли се мотор приближава **ото** или **дизел** принципу рада. У сваком случају, без обзира да ли се ради о ото или дизел мотору, процес сагоревања је условљен формирањем смеше, које, практично, почиње већ дозирањем горива у струју ваздуха, након чега следи мешање ове две компоненте и испаравање горива (премда се ове две, задње поменуте појаве, у ствари, доста преплићу или одвијају истовремено), да би, на крају, дошло до иницирања упаљења и сагоревања створене смеше.

Међутим, без обзира што се исти процеси јављају и код ото и код дизел мотора, битна је разлика у начину, месту и расположивом времену за одвијање ових фаза образовања смеше и сагоревања код ова два типа мотора.

¹ мр Радивоје Вукашиновић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_mail: rade10@absolutok.net

Код **ото мотора**, да би се обавило брзо сагоревање и ослобађање топлоте неопходно је образовати **хомогену** (добро измешану) смешу пре сагоревања. Пошто квалитет хомогенизације битно зависи од дужине времена мешања и испаравања горива, то процес образовања смеше мора отпочети знатно пре сагоревања, што значи ван цилиндра, како би се обезбедило довољно време и простор за мешање. Зато се код ото мотора дозирање горива у струји ваздуха (било карбурацијом, било убризгавањем) обавља скоро увек ван цилиндра, да би се тај процес, након усисавања, наставио у цилиндру, током сабијања, све до упаљења. На крају сабијања, формирана **хомогена смеша** не сме бити у условима самопаљења како не би сва тренутно сагорела у целој запремини, односно како не би дошло до неконтролисаног детонатног сагоревања (које је могуће с обзиром да се ради о хомогеној смеси). Због тога се упаљење мора вршити дириговано (страном енергијом) на тај начин што се прво упаљење иницира варницом на електродама свећице, одакле се сагоревање даље наставља тако што се сферни пламен простира кроз комору постепено захватајући слој по слој свеже смеше и ослобађајући топлоту.

Насупрот томе, код **дизел мотора** не сме се формирати хомогена смеша, већ се мора радити са **хетерогеном** (неизмешаном) смешом тако да се законом мешања (односно образовања смеше) диктира жељени ток сагоревања, који треба да буде такав да обезбеди умерену промену притиска у цилиндру током ослобађања топлоте. Са друге стране, жељени закон мешања постиже се убризгавањем горива по одређеном закону. Да се закон убризгавања и закон сагоревања не би битније разликовали и да не би дошло до нежељене хомогенизације, мора се обавити убризгавање горива непосредно пре самог сагоревања. Убризгано гориво испарава, долази у додир са ваздухом и након стварања упаљиве смеше пали се спонтано, под дејством високе температуре сабијеног ваздуха (изнад температуре самопаљења горива). То практично значи да, ће део испарелог горива доспети у контакт са ваздухом, он сагорева ослобађајући топлоту. Такав вид сагоревања, који је диктиран образовањем смеше, назива се **дифузно сагоревање**.

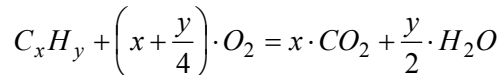
КАРАКТЕРИСТИКЕ ГОРИВЕ И РАДНЕ СМЕШЕ

Сагоревање је процес оксидације горива (сједињавања са кисеоником). Како за сагоревање у мотору нема расположивог чистог кисеоника, користи се кисеоник из ваздуха који представља мешавину азота, кисеоника и у врло малој колични неких других (инертних) гасова, чији је утицај безначајан и у овом случају ће бити занемарен. Посматрано запремински, ваздух се састоји од приближно 79% азота (N_2) и 21% кисеоника (O_2). Запремински удео азота у ваздуху, дакле, износи $r_{N_2} = 0,79$ а кисеоника $r_{O_2} = 0,21$. Ако се састав ваздуха посматра масено онда је нешто другачији и износи $r_{N_2} = 0,77$ и $r_{O_2} = 0,23$.

Горива која се користе у моторима, а која су минералног (нафтног) порекла, састављена су од различитих врста угљоводоника. У општем случају

хемијска ознака угљоводоника са "h" атома угљеника (C) и "y" атома водоника (H) може се написати као C_xH_y . Под претпоставком потпуног сагоревања, угљеник из горива сагоревајући формира угљендиоксид (CO_2) а водоник водену пару (H_2O). Ако је вишак горива систем се назива богата смеша, а ако је вишак кисеоника онда се такав систем назива сиромашна смеша.

За потпуно сагоревање угљоводоничног горива потребна је одређена количина кисеоника која се може одредити на основу тзв. "стехиометријске" једначине сагоревања, балансирањем материје пре и после сагоревања, односно леве и десне стране једначине. Стехиометријска једначина сагоревања угљоводоничног горива има облик:



С обзиром да се за сагоревање користи ваздух и имајући у виду састав ваздуха, стехиометријска једначина сагоревања гласи:

$$\begin{aligned} C_x \cdot H_y + \left(x + \frac{y}{4}\right) \cdot O_2 + \frac{0,79}{0,21} \cdot \left(x + \frac{y}{4}\right) \cdot N_2 \\ = x \cdot CO_2 + \frac{y}{2} \cdot H_2O + \frac{0,79}{0,21} \cdot \left(x + \frac{y}{4}\right) \cdot N_2 \end{aligned}$$

На левој страни једначине је, дакле, смеша, састављена од горива и одговарајуће количине ваздуха, а на десној страни продукти потпуног сагоревања. Количина ваздуха потребна за потпуно сагоревање горива (количина ваздуха која садржи тачно онолико кисеоника колико је потребно за потпуно сагоревање) назива се: **стехиометријска** или **теоријска** количина ваздуха и обележава се са L_0 . На основу горње једначине и ако се изрази у масеним јединицама: kg ваздуха потребног за сагоревање $1 kg$ горива [$kg\ vaz./kg.\ gor.$], стехиометријска количина ваздуха износи:

$$L_0 = 4,76 \cdot \left(x + \frac{y}{4}\right) \cdot \frac{\mu_{vaz}}{\mu_{gor}} \left[\frac{kg.vaz}{kg.gor} \right]$$

где је:

μ_{vaz} – моларна маса ваздуха која приближно износи $\mu_{vaz} \approx 29 [kg.vaz/mol.vaz]$,
 μ_{gor} – моларна маса горива која с обзиром на састав горива приближно износи $\mu_{gor} \approx (12 \cdot x + y) [kg.gor/mol.gor]$.

У пракси ото мотор може радити са стехиометријском смешом али и са смешом која се по саставу разликује од стехиометријске, односно, по $1 kg$ горива садржи више или мање ваздуха од стехиометријске количине L_0 . Због тога се у пракси састав гориве смеше изражава преко тзв. **кофицијента вишка ваздуха**, који се обележава са грчким словом " λ " и дефинисан је као однос (количник) **стварне** количине ваздуха која се при формирању смеше доводи по $1 kg$ горива, L_{stv} , и **стехиометријске** количине L_0 , тј.:

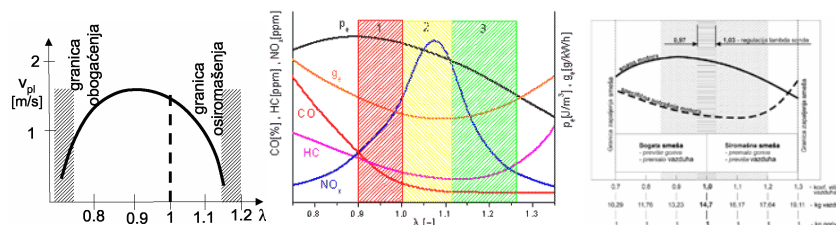
$$\lambda = L_{stv}/L_0$$

Из дефиниције коефицијента вишка ваздуха следи следећа веза између његове вредности и састава смеше:

$\lambda = 1$ – такву смешу називамо **теоријском** или **стехиометријском**. Она садржи тачно онолико ваздуха колико је теоријски потребно за сагоревање горива. Управо око овог подручја регулације ($\lambda = 0,97...1,03$) добијају се оптималне карактеристике сагоревања те се код мотора са управљаним катализаторима сво време сагоревања у стационарним условима (при константном притиску на папучицу акцелератора) смеша настоји да се одржи у овом оптималном подручју.

$\lambda < 1$ – такву смешу називамо **богатом**. Она садржи мање ваздуха (и кисеоника) него што је теоријски потребно за потпуно сагоревање (односно, богата је у погледу горива). Бензински мотори постижу своју највећу снагу у овом подручју, када је маса ваздуха мања за 5 до 15% од теоретски потребне тј. $\lambda = 0,85...0,95$. Наравно, ово је праћено повишеном специфичном потрошњом горива. Ако би фактор ваздуха постао премален ($\lambda < 0,7$) смеша више не би била запаљива те би изостало паљење. Јасно је да се при сагоревању богате смеше у продуктима сагоревања морају јавити и продукти непотпуног сагоревања, у првом реду угљенмоноксид (CO) и остаци несагорелог горива, јер ваздуха ни теоријски нема довољно за потпуно сагоревање.

$\lambda > 1$ – такву смешу називамо **сиромашном**. Она садржи више ваздуха (и кисеоника) него што је теоријски потребно за сагоревање горива (односно, сиромашна је у погледу горива). Јасно је да се при сагоревању сиромашне смеше у продуктима сагоревања јавља и кисеоник. Бензински мотори постижу најмању специфичну потрошњу горива у овом подручју, када је маса ваздуха већа за 10 до 20% од теоретски потребне тј. $\lambda = 1,1...1,2$. Наравно, у овом подручју смањене су техничке карактеристике мотора. Граница паљења смеше у овом смеру је у случају када је $\lambda > 1,3$.



Слика 1. а) Брзина простирања пламена и границе осиромашења
 б) Ефекат састава смеше на емисију токсичних састојака у издувним гасовима, развијену снагу и потрошњу горива код ото мотора. 1-област регулације старијих мотора, 2-област регулације садашњих мотора, 3-потенцијална област регулације будућих мотора,
 $\lambda = 1$ -област рада мотора са катализатором и повратном спрегом

Да би наступило сагоревање, у мотор је потребно довести гориво и ваздух. Теоретски посматрано да би потпуно изгорео 1 kg бензина потребно је довести 14,7 kg ваздуха. Као резултат сагоревања у овом билансу маса добиће се 15,7 kg издувног гаса.

Фактор ваздуха је сигурно најважнија величина према којој се одређују радна стања и карактеристике мотора, слика 1. Од састава смеше зависи њена топлотна моћ термодинамичке особине (спец. топлотни капацитет и сл.) и, што је посебно важно, брзина сагоревања, односно брзина простирања пламена кроз несагорелу смешу. Отуда састав гориве смеше има великог утицаја на ток процеса сагоревања у мотору и тиме и на развијену снагу, економичност (потрошњу горива) и састав издувних гасова.

Ради илустрације, на слици 1.а приказан је начин зависности брзине простирања пламена v_p , кроз хомогену смешу у комори сагоревања ото мотора у функцији састава смеше који је израшен коефицијентом вишка ваздуха λ . Дијаграм се односи на бензин као основно гориво ото мотора али у начину важи и за друга угљоводонична горива. Види се да максимум брзине сагоревања лежи у области благо богате смеше ($\lambda \approx 0,85...0,95$). Такође и услови паљења и формирања језгра пламена најповољнији при таквом саставу смеше.

Уколико се смеша обогаћује повећањем удела горива у смеси, брзина сагоревања опада, код већег обогаћења се јавља и црни дим у издувним гасовима, да би се на крају дошло до "**границе обогаћења**" када паљење и сагоревање није могуће. Обогаћење смеше доводи до смањења развијене количине топлоте јер је сагоревање због недостатка кисеоника непотпуно, чиме се смањује топлотна моћ смеше. До изостанка сагоревања долази због отежаног контакта молекула горива и кисеоника и смањења топлотне моћи смеше која постаје недовољна за одржавање хемијских реакција сагоревања. Граница обогаћења смеше је при коефицијенту вишка ваздуха $\lambda \approx 0,4...0,6$. Треба, такође рећи да граница обогаћења са аспекта квалитета рада мотора није интересантна (осим чињенице да јој се састав смеше не сме приближити) јер су сви параметри (снага, економичност, издувна емисија) у њеној близини врло неповољни.

Стехиометријска смеша ($\lambda = 1$) има највећу топлотну моћ али је брзина сагоревања нешто мања него са благо богатом смешом. Даљим осиромашењем (смањењем удела горива) топлотна моћ смеше и брзина сагоревања опадају, тако да и стабилност процеса сагоревања опада, најпре у деловима коморе у близини релативно хладних зидова, а затим и шире, да би се на крају дошло до "**границе осиромашења**" када паљење и сагоревање изостају. Граница осиромашења је врло интересантна јер је рад са сиромашном смешом веома економичан а и састав издувних гасова повољан. У просеку се јавља при коефицијенту вишка ваздуха $\lambda \approx 1,2...1,3$ али ову вредност треба узети само орјентационо јер она доста зависи од многих услова који се јављају при раду мотора, као што су нпр. температура смеше, садржај заосталих инертних гасова и сл. Граница

осиромашења, такође зависи и од конструкције коморе сагоревања и струјних услова који владају у њој (турбулентно струјање), положаја свећице и снаге електричне варнице и сл. Врше се интензивна истраживања са циљем проширења границе осиромашења.

У сваком случају генерално се може закључити да су границе упаљивости хомогене смеше веома уске, а када се узму у обзир реални услови експлоатације и потребна резерва у саставу смеше, која обезбеђује безбедно одстојање од граница упаљивости, реалне границе су још уже.

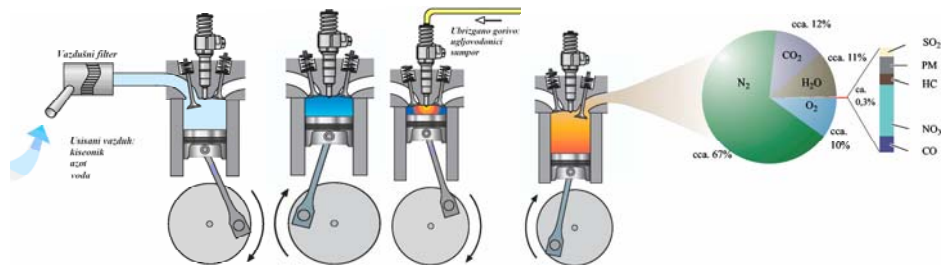
Формирану смешу горива и ваздуха која се доводи мотору, како је већ речено, називамо **горивом смешом**. Међутим, у цилиндру мотора увек има продуката сагоревања из претходног радног циклуса који не могу бити издувани у спољну околину, јер заостају у комори сагоревања (компресионом простору). Према томе, тзв. **радну смешу** представља мешавина гориве смеше и заосталих продуката сагоревања који су инертни и неповољно утичу на процес упаљења и простирања пламена. Релативни удео заосталих гасова је при пуном оптерећењу мотора мали јер се мотор напаја великом количином свеже гориве смеше. Међутим при малом оптерећењу (малом "гасу") удео заосталих гасова је знатан (и до 15%), због чега су и услови за одвијање процеса сагоревања неповољнији а границе упаљивости уже.

Може се сада поставити питање: зашто се код ото мотора користе различити састави смеше, а не користи увек стехиометријска смеша, што би на први поглед било сасвим логичан одговор јер је делом садржан у горњем дијаграму, слика 1: благо богата смеша ($\lambda \approx 0,9$) има највећу брзину простирања пламена и због тога мотор при раду са таквом смешом развија највећу снагу. С друге стране, сиромашна смеша има најповољније термодинамичке особине због чега се са благо сиромашном смешом ($\lambda \approx 1,05 \dots 1,15$) постиже највећа могућа економичност рада мотора, односно, најмања потрошња горива по јединици развијене снаге, слика 1. Сада се поставља питање: како помирити ове захтеве и какав састав смеше користити. Богата смеша се користи онда када се жели максимална снага мотора, дакле, при пуном "гасу", када су сви други захтеви подређени могућности извлачења што веће снаге из мотора. Насупрот томе, при делимичном оптерећењу ("гасу") у првом плану је економичност рада мотора и тада се користи благо сиромашна смеша. У пракси су захтеви нешто комплекснији, али остаје генерално правило: систем за остварење смеше, без обзира да ли се ради о карбуратору или убризгавању горива, регулисан је тако да при делимичним оптерећењима даје благо сиромашну смешу, а при пуном оптерећењу ("гасу") благо богату смешу. У пракси се код модерних мотора донекле одступа од овог правила уколико је мотор опремљен тзв. **катализатором**, уређајем за накнадну неутрализацију токсичних компоненти издувних гасова, који захтева нешто другачији састав смеше.

ОСНОВНО О САГОРЕВАЊУ И ПРОДУКТИМА САГОРЕВАЊА У БЕНЗИНСКИМ МОТОРИМА

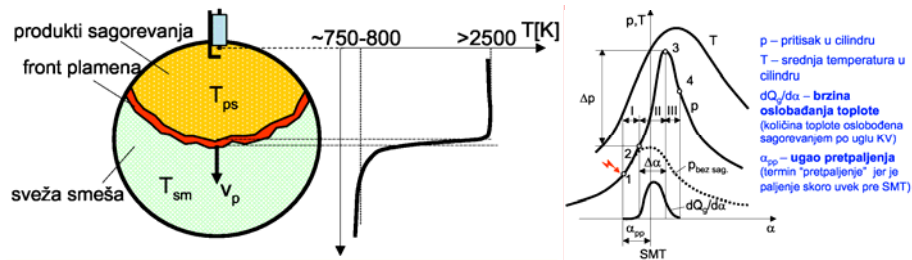
Иако се за бензинске motore каже да се припрема смеше одвија ван простора за сагоревање, новије конструкције бензинских мотора изводе се директним убризгавањем горива (MITSUBISHI-GDI; RENAULT-IDE, VOLKSWAGEN-FSI итд.) па се припрема смеше обавља у самом простору сагоревања-цилиндру.

Пред почетак сагоревања у комори је хомогена смеша која не сме бити у условима самопаљења. Упаљење се реализује електричном варницом на електродама свећице. Температура ел. лука је $4-6000\text{ K}$ тако да се пали и сагорева околна смеша. У почетку је ослобођена топлота релативно мала а одавање топлоте на околне зидове и слојеве смеше релативно велико. Један део ослобођене топлоте се преноси на суседне слојеве смеше који се пале и почињу да сагоревају. Овај процес се у почетку одвија релативно малом брзином (релативно споро загревање околних слојева смеше), док се у околини свећице не формира стабилно језгро пламена.



Слика 2. Принцип рада 4-тактних ото мотора са садржајем
свежег пуњења и продукцима сагоревања

Даље се услед пораста ослобођене топлоте процес убрзава, суседни слојеви смеше се брже загревају и пале и сагоревање се одвија простирањем фронта пламена кроз још несагорелу смешу одређеном брзином (v_p) све до супротног краја коморе, односно, док не сагори целокупна смеша. Фронт пламена уствари треба схватити као уску зону приближно сферног облика са центром на електродама свећице, у којој се одвијају хемијске реакције сагоревања. Само код врло интензивног струјања облик фронта пламена може битије одступати од сферичног. У самој зони реакција (фронт пламена) је врло велики градијент промене температуре јер несагорела смеша има нормално температуру $T_{sm} = (750 - 800\text{ K})$ док је у зони сагорелог гаса температуре $T_{ps} > 2500\text{ K}$, слика 3. Процес сагоревања започиње прескакањем варнице у тачки 1 за угао претпаљења (α_{pp}) пре CMT , слика 3. Претпаљење је пре CMT како би се главни део сагоревања обавио при min . запремини у близини CMT .



Слика 3. Шема процеса сагоревања са дијаграмом промене температуре и притиска у процесу сагоревања

Разликују се три карактеристичне фазе које су на слици означене римским бројевима:

I фаза-период притајеног сагоревања

II фаза-период главног сагоревања

III фаза-период догоревања

I ФАЗА-ПЕРИОД ПРИТАЈЕНОГ САГОРЕВАЊА. Представља у ствари период формирања стабилног језгра пламена у околини свећице. Као што је речено у том периоду сагоревање је релативно споро јер је ослобођена топлота мала и скоро сва се троши на загревање околне смеше и предаје хладним зидовима, тако да је пораст унутрашње енергије гаса мали и нема видног пораста притиска у односу на линију без сагоревања. Због тога се и назива "период притајеног сагоревања" (*ППС*).

Може се узети да *ППС* траје до видљивог одвајања линије притиска са сагоревањем у односу на линију без сагоревања, (тачка 2), слика 3. У току овог периода сагори приближно 2-5% смеше, али је из наведених разлога његово временско и угаоно трајање знатно. Чак се понекад може десити да се стабилно језгро пламена уопште не створи већ дође до његовог гашења (хладни околни зидови, сиромашна смеша, недовољна енергија варнице). Ова појава је позната као-изостанак упаљења и нормално се дешава у занемарљиво малом броју циклуса. Тежи се да се обезбеде услови да овај период буде што је могуће краћи а основни утицајни чиниоци на његову дужину су следећи:

1. Састав смеше-врло битан утицај. За упаљење богатије и нарочито сиромашније смеше потребна је већа енергија варнице. Најлакше упаљење и најкраћи *ППС* је са благо богатом смешом $\lambda \approx 0,9$.
2. Коефицијент заосталих гасова γ_r , односно количина инертних гасова заосталих из претходног циклуса. Пораст γ_r , који је карактеристичан за мало оптерећење мотора (притворен лептир), значајно продужава *ППС*. То је последица отежаног контакта честица горива и кисеоника, смањења топлотне моћи такве радне смеше и непотребног трошења развијене топлоте на загревање инертних гасова.
3. Интензивно струјање у околини свећице је непожељно јер повећава одавање топлоте зидовима и тиме продужава *ППС*.

4. Повећана температура смеше у тренутку паљења (која расте са порастом степена сабијања ε , смањењем интензитета хлађења, предгревањем смеше, смањењем α_{pp} поспешује упаљење и скраћује ППС.
5. Повећање енергије варнице и повољна конструкција врха свећице поспешују упаљење и скраћују ППС.
6. Врста горива утиче на потребну минималну енергију за упаљење (мада је она за комерцијална угљоводонична горива приближно иста).

II ФАЗА-ПЕРИОД ГЛАВНОГ САГОРЕВАЊА или ПЕРИОД ПРОСТИРАЊА ПЛАМЕНА. У току овог периода фронт пламена се простира кроз комору сагоревања захватајући нове количине свеже смеше и у току њега сагори највећи део смеше (90-95%). Пожељно је да се то оствари у близини СМТ, тако да се предузимају све мере да се брзина простирања фронта пламена кроз свежу смешу максимално убрза.

Средњи градијент пораста притиска у II фази $\Delta p / \Delta \alpha$ је при нормалном сагоревању око $2,5-3,5 \text{ bar} / ^\circ K$.

У току II фазе ипак не успева да сагори сва смеша. Један мањи део смеше (до око 5%) у близини хладних зидова, где је одавање топлоте велико, сагорева споро на почетку линије ширења. Та III фаза је ПЕРИОД ДОГОРЕВАЊА и непожељна је јер је ослобађање топлоте у току ширења неефикасно.

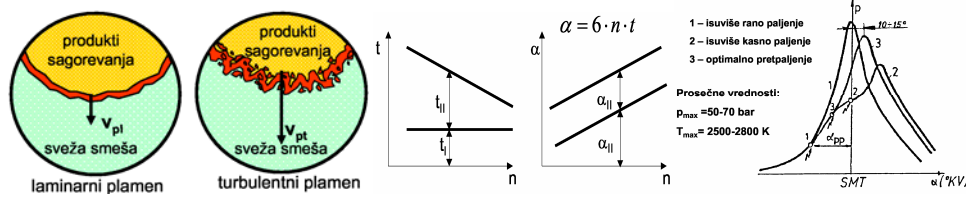
Узима се да II фаза главног сагоревања траје до постизања мах. притиска циклуса, (тачка 3), а III фаза догоревања приближно до достизања мах. средње температуре гасова, (тачка 4).

УТИЦАЈНИ ЧИНИОЦИ НА ПЕРИОД ГЛАВНОГ САГОРЕВАЊА

1. Састав смеше- A не само да утиче на регуларност упаљења већ битно утиче на брзину простирања пламена. Највећа брзина простирања пламена је кроз благо богату смешу са $\lambda \approx 0,9$. Међутим, и са повољним саставом смеше, брзина пламена је у мирној средини врло мала и недовољна за благовремено сагоревање. Пламен у мирној средини или у средини у којој смеша струји "Ламинарно" се назива "Ламинарни пламен" а његова брзина "ламинарна брзина" v_{pl} . Ламинарна брзина је врло мала чак и са повољним саставом смеше ($\lambda \approx 0,9$), а са обогаћењем и нарочито осиромашењем брзо опада.
2. Турбуленција у комори сагоревања. За разлику од ламинарног струјања где су брзине мале и струјнице приближно паралелне, турбуленција је хаотично струјање са низом већих и мањих вртлога. Пламен у турбулентној средини се назива "турбулентни пламен" и његова брзина простирања v_{pt} далеко већа (за ред величине). У условима турбулентног струјања смеша фронт пламена се цепа и

разуђује тако да је његова површина захватања свеже смеше далеко већа а такође и пренос топлоте у зону несагореле смеше далеко интензивнији. Турбуленција се у мотору изазива током усисавања јер се при струјању преко усисног вентила стварају вртлози. То је тзв. усисна турбуленција која је интензивна али делимично слаби у току сабијања. Други начин стварања турбуленције је "ефектом истискивања" пред крај сабијања када се из уског процепа (2-3 mm) између равног дела главе и чела клипа при приближавању клипа *СМТ* смеша истискује према комори при чему се стварају вртлози. Што је зона истискивања веће површине то је и овај вид турбуленције интензивнији. Интензитет оба вида турбуленције је пропорционалан броју обртаја.

3. Конструкција коморе сагоревања-добра комора сагоревања треба да задовољи неке опште принципе:
 - а) Да је компактна и концентрисана око свећице. Тиме се смањују топлотни губици и омогућава развој фронта пламена веће површине као и скраћење пута фронта пламена до најудаљенијих делова коморе.
 - б) Да својим обликом омогући стварање интензивне турбуленције ефектом истискивања.
 - в) Да обликом и положајем омогући смештај релативно великих вентила и повољан приступ усисног канала (без већег ломљења струје) како би се остварио добар коефицијент пуњења.
4. Положај свећице. Да би пут фронта пламена до најудаљенијих делова коморе био што краћи свећица треба да је лоцирана што ближе центру коморе. Понекад се, посебно код већих цилиндарских запремина, користе две свећице.
5. Температура несагореле смеше (која зависи од степена сабијања, температуре околине, предгревања смеше, интензитета хлађења, материјала клипа и главе). Већа температура омогућава брже загревање несагореле смеше и простирање пламена. Ипак утицај температуре је већи на I фазу, док у II фази доминира утицај турбуленције.
6. Број обртаја мотора директно утиче на интензитет турбулентног струјања у комори и тиме на брзину простирања пламена. Дакле, са порастом броја обртаја због пораста брзине простирања пламена, скраћује се временско трајање II фазе процеса сагоревања t_I док се трајање I фазе t_I не мења. Међутим, да би се процес сагоревања обавило у близини *СМТ*, битно је његово угаоно трајање. Како се угаони пут коленастог вратила за исто време линеарно повећава са порастом броја обртаја, то се и угаоно трајање I фазе α_I продужава, док се угаоно трајање II фазе α_{II} приближно не мења. Због тога, да би се II фаза обавила у близини *СМТ*, потребно је са порастом броја обртаја све раније започињати процес сагоревања, односно, повећавати угао претпаљења α_{pp} .



Слика 4. а) Ламинарни и турбулентни пламен
Сагоревања, б) Утицај тренутка паљења

7. Оптерећење мотора (отвор лептира). При смањењу оптерећења (притварању лептира) и непромењеном броју обртаја, смањује се количина усисане свежје смесе и расте коефицијент заосталих гасова γ_r . Тиме се и временски и угаоно продужава трајање I фазе а у мањој мери и II фазе. Због тога је са притварањем лептира потребно повећавати угао претпаљења.
8. Угао претпаљења α_{pp} -дефинише положај одвијања процеса сагоревања у односу на SMT и веома је важан регулациони параметар. Оптималан α_{pp} , (тачка 3), слика 4, даје приближно главно сагоревање у околини SMT тако да се максимални притисак развија око $10-15^\circ KV$ после SMT . Касно паљење, тј. исувише мали α_{pp} (тачка 2), даје развучено и неефикасно сагоревање после SMT , при чему је економичност умањена, а температуре гасова у току ширења и издувавања високе. Прерано паљење, тј. исувише велики α_{pp} (тачка 1), је такође непожељно, јер производи повећање негативног рада сабијања (што смањује економичност) и непотребно висок максимални притисак и температуру циклуса. Превелико претпаљење може изазвати и детонантно сагоревање. У складу са 6. и 7. оптимална вредност угла претпаљења се мења са променом броја обртаја и оптерећења мотора.

ЗАКЉУЧАК

Суштина је у томе да процес сагоревања у мотору мора бити контролисан, посебно у смислу његове динамике, тј. количине топлоте која се ослобађа у јединици времена, или како се то посматра код мотора, по углу обртања коленастог вратила. С једне стране, процес сагоревања не сме бити сувише брз, тренутан јер то представља експлозију, тј. детонацију.

У таквим условима је пораст притиска и температуре у радном простору мотора тако брз да је рад мотора превише "тврђ" и у екстремним условима може доћи до озбиљних оштећења, па и разарања мотора. Управо у начину на који се врши упаљење горива и контрола одвијања процеса сагоревања је битна разлика између сагоревања у **ото мотору** (бензинском мотору) и **дизел мотору**.

Да би се та разлика схватила неопходно је било најпре у раду размотрити образовање гориве смеше јер је тај процес у тесној вези са одвијањем самог процеса сагоревања.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Томић, М., Петровић, С.: *Мотори СУС*, Машински факултет, Београд, 1994.
- [2] Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R.W.: *Combustion*, Springer, Karlsruhe, 2006.
- [3] Петровић, С., Томић, М.: *Основи клипних мотора*, Машински факултет, Београд, 1991.
- [4] Живковић, М. Ц.: *Теорија мотора*, Машински факултет, Београд, 1982.
- [5] Вукашиновић, Р: *Мотори СУС*, ВТШ Урошевац, Звечан 2006.

COMBUSTION IN ENGINES, AN IMPORTANT PROCESS THAT MUST BE CONTROLLED

Summary: *Combustion process in working space of an engine is crucial process during releasing of heating energy consisted in fuel, when with further energetic transformation transforms into mechanical work, rotation of joint engine shift. Heating released in chemical combustion reactions performs heating of gases in working space on engine, which increase their temperature and pressure, namely potential energy of gases increases. During the process of enlargement this potential energy converts into mechanical energy, movement of piston, and by piston mechanism converts into rotation of joint shaft. Characteristics of engine mainly depends on the way in which combustion works, in the sense of developed power and savings (fuel consumption), as well as in the sense of their environment characteristics, toxicity of exhausting emission, noise etc.*

Key words: *Engines, combustion, fuel, air, pressure, spark-plug, chamber.*

ПРОРАЧУН ВРАТИЛА У AUTOCAD MECHANICAL 2008

Радивоје Вукашиновић¹

Резиме: У овом раду извршен је прорачун вратила једног редуктора. Да би се извршио прорачун постојећег вратила потребно је дефинисати његову контуру, положај нападних сила и ослонаца. Сви потребни подаци за цртање одговарајућих дијаграма момената и деформација, рачунају се према устаљеној пракси (шаблону).

Кључне речи: AutoCAD Mechanical 2008, вратило.

УВОД

Са AutoCAD Mechanical 2008, можемо извршити прорачун вратила, конструисаног уз помоћ картице Shaft Generator из менија Content, или посебном конструкцијом. Статички прорачун потребан је за конструисање вратила и одређивање оптерећења лежајева.

AutoCAD Mechanical нема логику инжењерског шаблона. Прорачун вратила можете извршити само ако сте обучени за рад са овим програмом.

Поступак прорачуна вратила је следећи:

ОТВОРИТИ ЈЕДАН ФАЈЛ

1. Отворити фајл *tut shafts* у *acadm\tutorial* фолдеру.

Toolbutton



Menu	File	➤	Open
Command	OPEN		

На цртежу ће се појавити вратило у две пројекције.

2. Зумирање вратила

Toolbutton



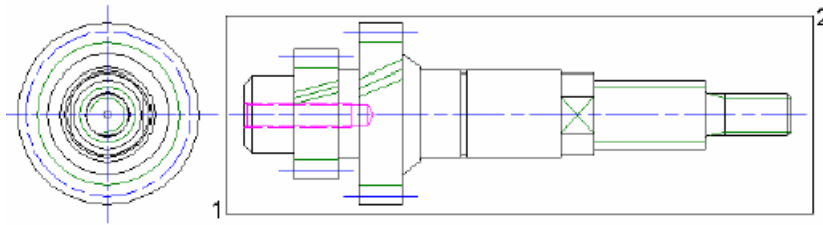
Menu	View	➤	Zoom	➤	Window
Command	ZOOM				

¹ мр Радивоје Вукашиновић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_mail: rade10@absolutok.net

3. На командној линији појављују се следећа упутства:

Specify first corner: Обележити прву тачку угла правоугаоника (1)

Specify opposite corner: Обележити супротну тачку угла правоугаоника (2)



Слика 1.

Снимити фајл под неким именом.

КРЕИРАЊЕ КОНТУРЕ ВРАТИЛА

Пре било каквог прорачуна вратила мора се креирати његова контура.

1. Start Shaft Calculator.

Toolbutton



2. **Menu**

Content



Calculations



Shaft Calculation

Command

AMSHAFTCALC

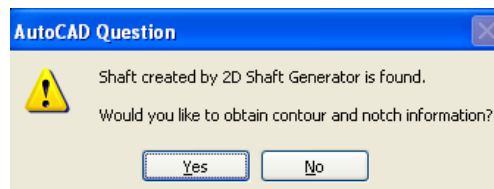
3. На командној линији појављују се следећа упутства:

Select contour or [Create contour/Strength] <Create>: C, ENTER

Select objects: *Selektovati vratilo*

Select objects: ENTER

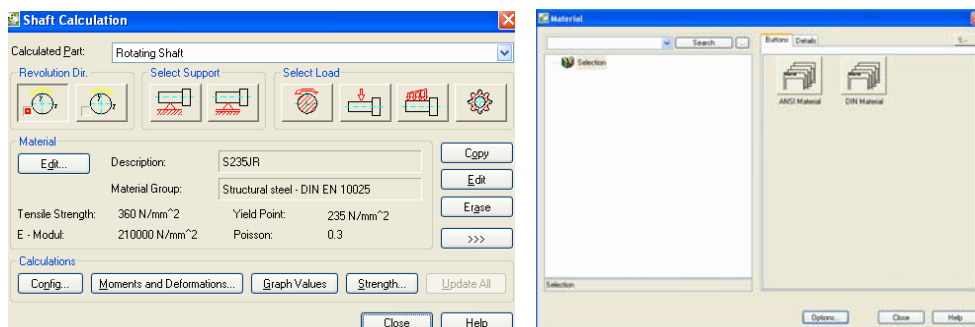
4. У AutoCAD отвара се картица AutoCAD Questin са дијалог боксом, изабрати Yes.



5. На командној линији појављују се следећа упутства:

Specify contour position: ENTER

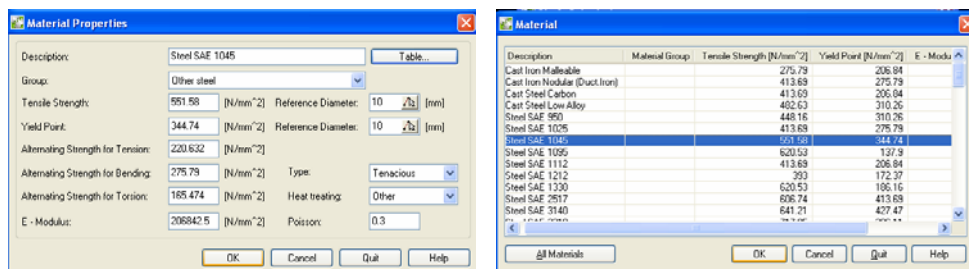
После креирања контуре вратила на монитору се отвара картица Shaft Calculation са дијалог боксом у којој се налази прозор у коме се врши избор материјала за вратило.



ИЗБОР МАТЕРИЈАЛА

Избор материјала врши се једноставно коришћењем готових табела.

1. У прозору Material, картице Shaft Calculation, кликнути на Edit. На монитору се отвара картица Material Properties.
2. У картици Material Properties кликом на прозор Table отвара се картица Material са избором материјала у ANSI и DIN стандарду.
3. Кликком на прозору један од ова два стандарда (ANSI Material) отвара се картица са ознакама материјала и њиховим карактеристикама. Селектујемо материјал *Steel SAE 1045*.
4. Кликком на прозор OK отвара се картица Material Properties са механичким карактеристикама изабраног материјала.

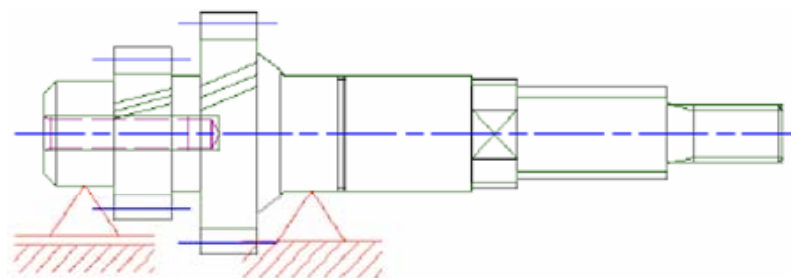


ОДРЕЂИВАЊЕ ОСЛОНАЦА ВРАТИЛА

Кликком на ОК прозора картице Material Properties завршен је избор материјала вратила а отвара се картица Shaft Calculation.

1. Кликком на икону  за покретни ослонац у командној линији отвара се дијалог:
Specify insertion point: Селектује се средина леве стране цилиндричног дела вратила.
2. Кликком на икону  за непокретни ослонац у командној линији отвара се дијалог:
Specify insertion point: Селектује се средина трећег цилиндричног дела вратила.

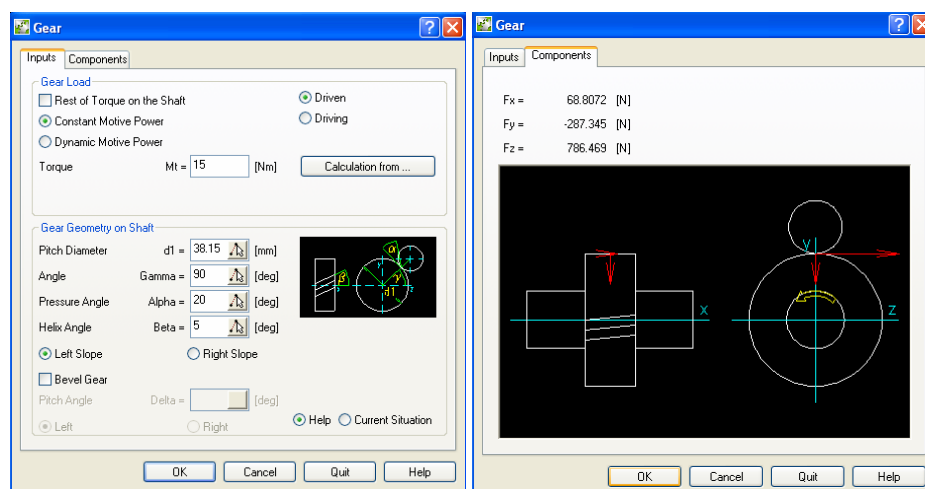
Ослонци вратила су одређени и приказани као на слици 2:



Слика 2.

ЦРТАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ЕЛЕМЕНАТА НА ВРАТИЛО

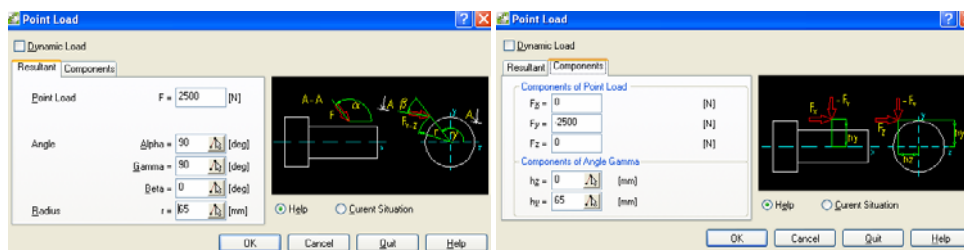
1. У картици Shaft Calculation прозора Calculated Part бирамо Rotating Shaft.
2.  Кликком на икону зупчаника у статусној линији појављује се дијалог: Specify insertion point: Селектујемо средину другог зупчаника. На монитору се појављује картица Gear са прозорима Inputs и Components.



3. У картици Inputs прозора Gear Load: одређујемо да ли је зупчаник погонски или гоњени, уписујемо обртни момент, а у прозору Gear geometry on shaft дефинишемо геометријске величине посматраног зупчаника и положај спрегнутог зупчаника. У картици Components добијамо шему оптерећења и интензитете оптерећења.

4.  Кликком на икону Point Load на статусној линији појављује се следећи дијалог:
Specify insertion point: Селектујемо средину профилног дела
Specify rotation angle: ENTER

5. Отвара се картица Point Load са два прозора Resultant и Components.



У картици прозора убацујемо вредност I положаја оптерећења а у картици прозора Components вредности и шему компонената оптерећења. Кликом на прозор ОК отвара се поново картица Shaft Calculation.

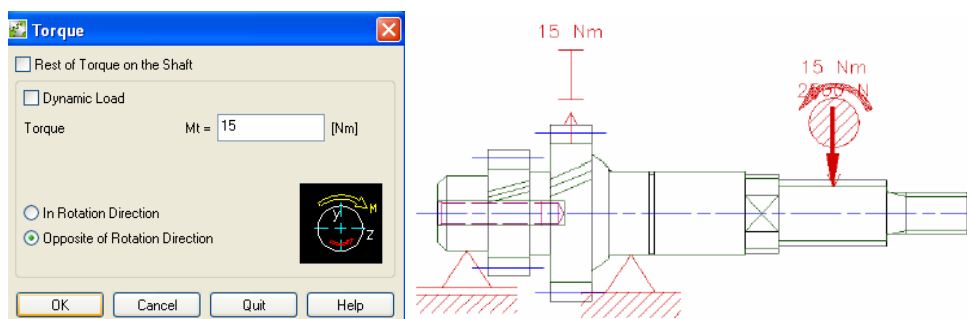
6.  Кликом на икону обртног момента у командној линији, отвара се дијалог:

Specify insertion point: Селекујемо средину профилног дела вратила.

7. Отвара се картица Torque са дијалог боксом:

Torque: $M_t = 15 \text{ Nm}$.

Кликом на прозор ОК на монитору се појављује картица Shaft Calculation.



Сви подаци потребни за прорачун вратила су дефинисани.

ПРОРАЧУН И УБАЦИВАЊЕ РЕЗУЛТАТА

Извршити прорачун момената и деформација и резултате убацити у докуменат.

Поступак прорачуна вратила:

1. У картици Shaft Calculation кликнути на прозор Moments and Deformations.

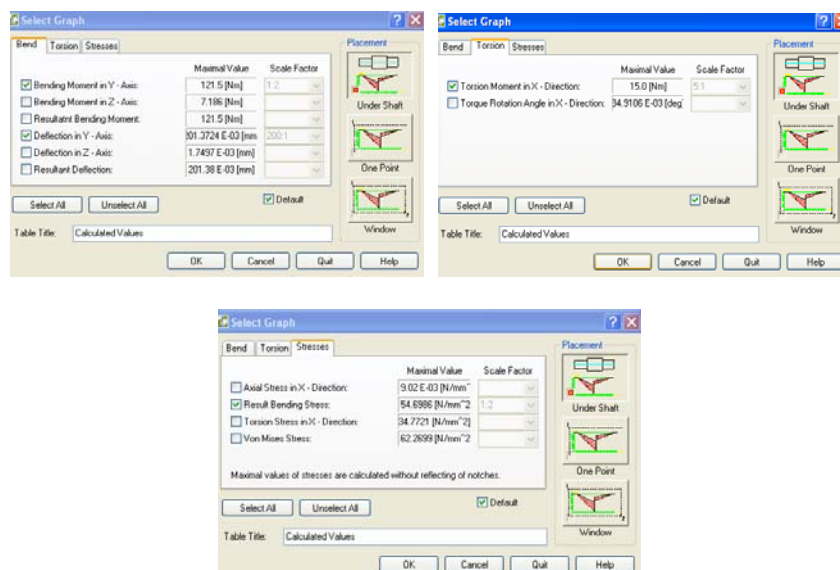
2. У картици Select Graph селекувати у прозору:

Bend: Bending Moment in Y - Axis, Deflection in Y - Axis

Torsion: Torsion Moment in X - Direction

Stresses: Result Bending Stress

Table Title: Shaft Calculation Exercise



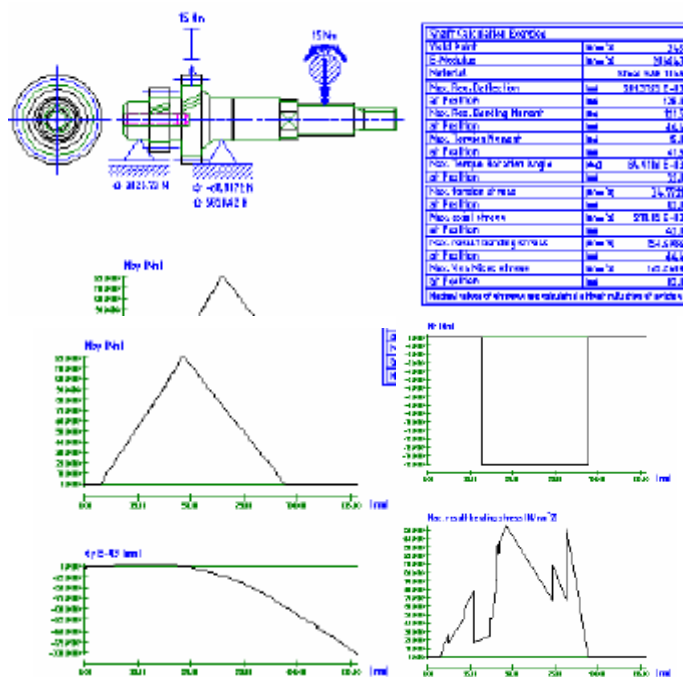
1. Кликом на ОК на командној линији отвара се дијалог бокс:

Specify insertion point: *Изабрати одговарајућу тачку на цртежу вратила.*

Резултати прорачуна и дијаграми деформација и обртних момената су уметнути.

2. Затворити Shaft Calculation

Добијени резултати приказани су на следећем цртежу:



Calculated Values		
Yield Point	(N/mm ²)	345
E-Modulus	(N/mm ²)	206843
Material		Steel SAE 1045
Max. Res. Deflection	(mm)	201.3722 E-03
at Position	(mm)	128.0
Max. Res. Bending Moment	(Nm)	12.15
at Position	(mm)	46.4
Max. Torsion Moment	(Nm)	15.0
at Position	(mm)	4.15
Max. Torque Rotation Angle	(deg)	84.9106 E-03
at Position	(mm)	32.0
Max. torsion stress	(N/mm ²)	34.7721
at Position	(mm)	82.0
Max. axial stress	(N/mm ²)	219.02 E-03
at Position	(mm)	63.0
Max. result bending stress	(N/mm ²)	154.6986
at Position	(mm)	46.4
Max. Von Mises stress	(N/mm ²)	162.2699
at Position	(mm)	82.0
Maximal values of stresses are calculated without reflection of notches.		

ПРОРАЧУН ЈАЧИНЕ ВРАТИЛА

Провера јачине вратила на месту критичног пресека вратила

1. Рестартовати Shaft Calculation



Toolbutton

Menu

Content . Calculations . Shaft Calculation

Command

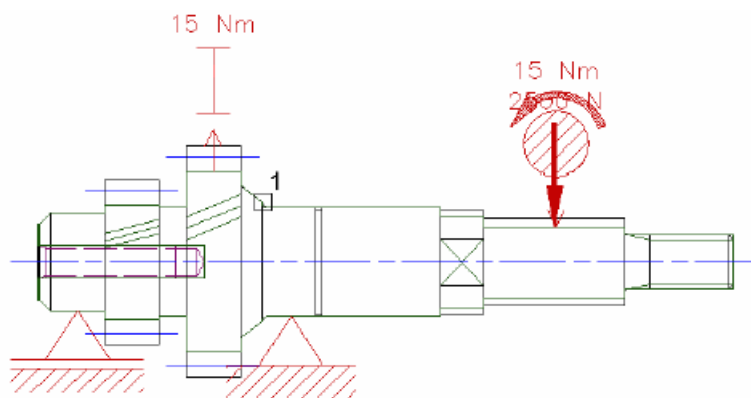
AMSHAFTCALC

2. У командној линији отвара се следећи дијалог

Select contour or [Create contour/Strength] <Create>: *Селектовати контуру вратила*

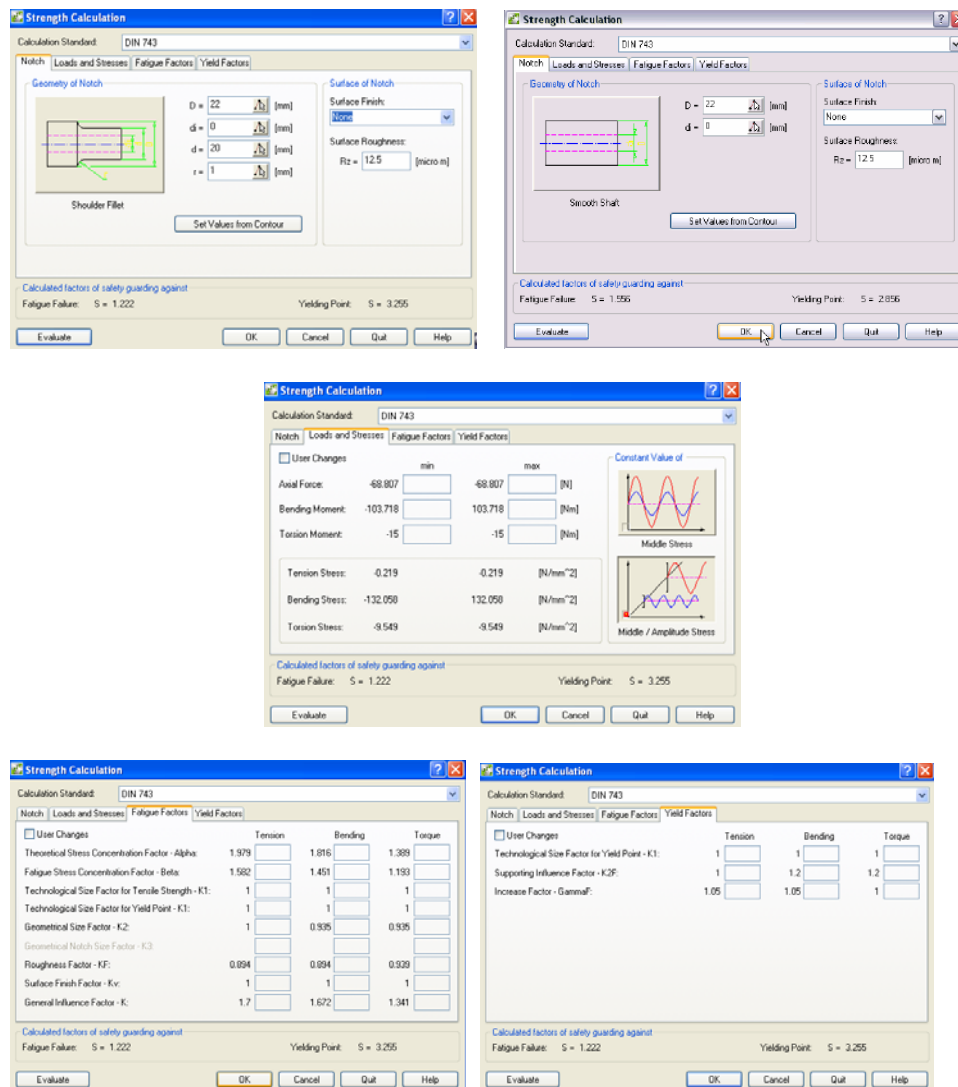
3. У картици Shaft Calculation кликнути на прозор Strength button, у статусној линији отвара се дијалог:

Specify calculation position on shaft or [Graph]: *Означити критични пресек вратила (1) на месту прелаза коничног у цилиндрични део вратила.*



Слика 3.

Отвара се картица Strength Calculation.



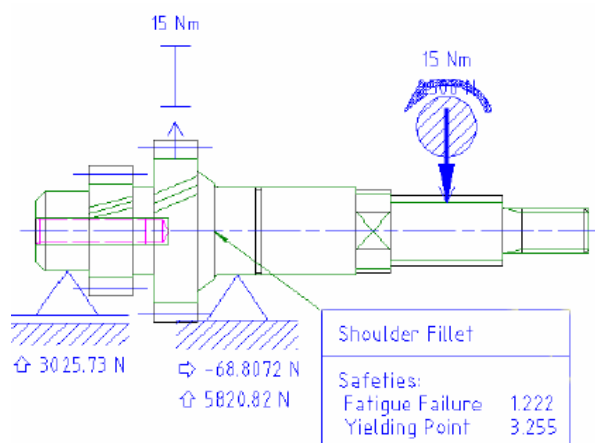
4. Кликот на ОК на статусној линији отвара се дијалог:

Specify next point <Symbol>: *Селектовати тачку испод вратила.*

Specify next point <Symbol>: *ENTER*

Како су степени сигурности већи од 1,0, нема потребе за реконструкцију вратила.

5. Затворити Shaft Calculation и снимити.



Слика 4.

ЗАКЉУЧАК

Циљ рада је да се кроз дати пример укаже на све предности које програм AutoCAD Mechanical 2008 пружа у поступку конструкције и прорачуна не само вратила већ и других машинских елемената (у раду и лежаја) у односу на класичан начин прорачуна. Једини проблем је елементарно познавање програма AutoCAD Mechanical 2008.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] AutoCAD Mechanical 2008.
- [2] Миладиновић С.: Машински елементи 1, Свен, Ниш, 2005.
- [3] Миладиновић С.: Машински елементи 2, Свен, Ниш, 2005.
- [4] Миладиновић С.: Збирка задатака из машинских елемената, Свен, Ниш, 2008.
- [5] Дурлевић М.: Механика I Статика, Свен, Ниш, 2005.
- [6] Дурлевић М.: Механика II Кинематика, Свен, Ниш, 2006.

CALCULATING SHAFTS IN AUTOCAD MECHANICAL 2009

Summary: *This paper presents calculation of shaft of a divider. In order to perform calculation of existing shaft it is necessary to define its contour, position of stalling forces and supports. All needed data for drawing of appropriate diagrams of moment and deformations are calculated according to permanent practice (scheme).*

Key words: *AutoCAD Mechanical 2008, shaft.*

АНАЛИЗА ФАКТОРА КОЈИ УТИЧУ НА НЕЖЕЉЕНЕ ПОЈАВЕ У ПРОЦЕСУ САГОРЕВАЊА КОД ОТО МОТОРА

Радивоје Вукашиновић¹

Резиме: *Поред нормалног одвијања сагоревања у ото мотору, овај процес могу пратити извесне нежељене појаве које или умањују ефикасност или угрожавају конструкцију (појава неконтролисаног паљења и детонација) или радну околину мотора (појава токсичних компонената у издувним гасовима мотора).*

Кључне речи: *Мотори, сагоревање, детонација, брзина, топлота, притисак.*

ПОЈАВА ДЕТОНАЦИЈЕ

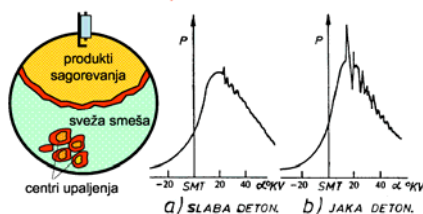
Један од веома негативних ненормалних видова сагоревања у ото мотору је појава детонантног сагоревања. Детонантно сагоревање је један вид експлозивног или запреминског сагоревања, током кога долази до тренутног ослобађања топлоте у већем делу смеше. Запреминско сагоревање настаје када се, у мањем или већем делу запремине радног простора, нађе хомогена смеша подвргнута истим условима који испуњавају критеријуме самопаљења (пре свега, да је температура смеше изнад температуре самопаљења). Тада долази до упаљења и тренутног сагоревања тог дела смеше, што ствара нагли пораст притиска и температуре у цилиндру.

Повољни услови за запреминско или експлозивно сагоревање јављају се испред фронта пламена јер је део још несагореле смеше подвргнут порасту температуре из следећег разлога: сабијања под дејством кретања клипа према *СМТ*; сабијања под дејством фронта пламена, односно, ширења сагорелих гасова иза фронта на рачун свеже смеше; под дејством преноса топлоте из зоне реакције на смешу испред фронта пламена, и, услед загревања под дејством топлих места у комори. Услед тог пораста температуре смеше, могу се јавити нови центри упаљења, испред фронта пламена, из којих се шири нови фронт пламена, слика 1.

Уколико се створи више нових центара у већем делу још несагореле смеше, доћи ће до бржег ослобађања топлоте и до бржег локалног пораста температуре и притиска. С обзиром да се промена притиска преноси брзином звука кроз комору, створени таласи притиска се шире кроз комору, одбијају о

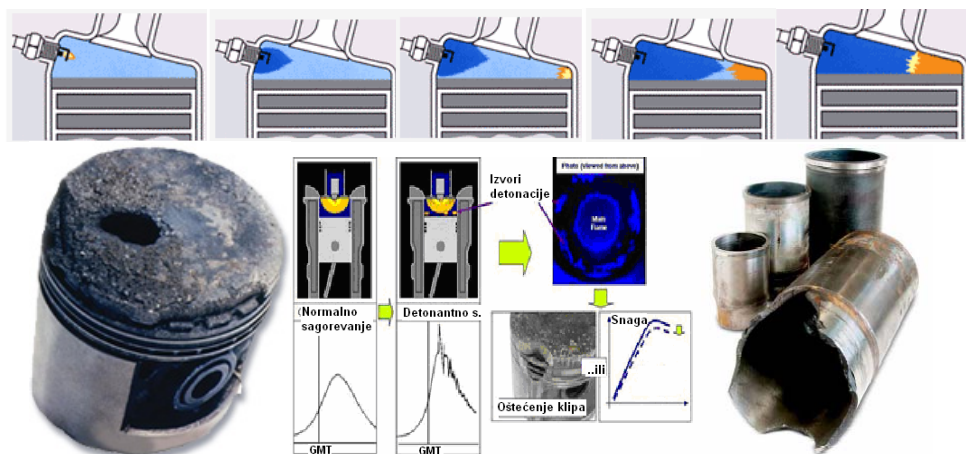
¹ мр Радивоје Вукашиновић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_mail: rade10@absolutok.net

зидове цилиндра и суперпонирају, тако да ствара таласе притиска у цилиндру мотора, што се манифестује високофреквентним осциловањем тока притиска, приказаним на слици 1. Овако остварен нагли пораст притиска у цилиндру ствара једно ударно дејство притиска на клип мотора и знатан пораст сила у клипном механизму. Тај пораст сила изазива разбијање уљног (мазајућег) слоја између клизних металних површина и њиховог удара једна о другу, што је праћено карактеристичним металним звуком који прати појаву детонације. Тај метални звук или звецкање је мањег или већег интензитета, зависно од интензитета детонације који зависи од количине несагореле смеше изложене запреминском сагоревању.



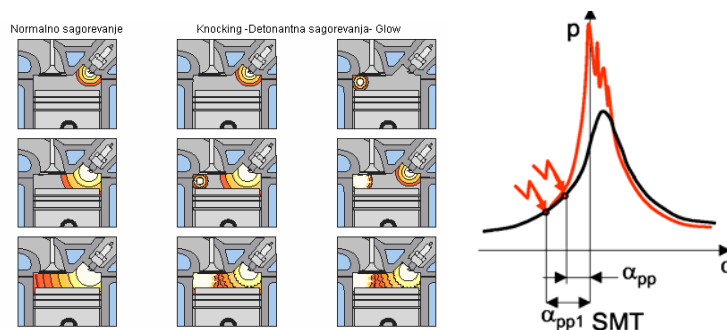
Слика 1. Појава центра упаљења у смеши испред фронта пламена и промена притиска у цилиндру током слабе а) и јаке, б) детонације

Пламени талас који тада настаје шири се по целом радном простору и сабија још несагорелу смешу од које се ствара низ нових жаришта око којих се шире таласи (који иначе потискују клип) брзином и до $300-500\text{ m/s}$ (када мотор ради како треба та брзина сагоревања износи $40-60\text{ m/s}$). Услед тих нових таласа смеша се још више сабија а самим тиме јако се повећавају температуре и притисци а реакције које се одвијају у самој ударној таласу који достиже брзине и преко 1000 m/s . При томе се нагло, изузетно великом брзином, ослобађа велика количина топлоте, што доводи до наглог пораста притиска и температуре.



Слика 2. Процес настајања детонантног сагоревања, узрок и последице

Услед превисоких температура у унутрашњости мотора може доћи до самозапаљења. Самопаљење смеше најчешће настаје због ужарених делова мотора (електрода свећице, издувни вентил или насlage). Момент паљења постаје неконтролисан, притисак расте као и температура мотора што касније доводи до деформација, али још важнија ствар јесте да се паљење помиче све раније. Мотор у раду је немиран и лагано вибрира, губи снагу (посебно на високим окретајима) и прегрејава се, а удари од неправилног рада посебно оптерећују лежачеве (посебно очице клипа или болцен те летећи лежачеви из разлога што више нема довољно филма уља између њих и радилице). При нормалном сагоревању простирањем фронта пламена пораст притиска је умерен ($2,5-3,5 \text{ bar} / ^\circ \text{KV}$) и равномеран у целом радном простору. Насупрот томе, при детонацији је пораст притиска локално тако велики да се не може континуално изједначити у целом простору већ се формирају таласи притиска који се простиру кроз радни простор, одбијају о зидове и суперпонирају, што се манифестује високофреквентним осциловањем притиска. При овако наглom порасту притиска настају ударна оптерећења и пораст сила у клипном механизму, тако да долази до разбијања уљног (мазајућег) филма на додирним површинама и међусобног удара металних површина што производи карактеристични метални звук.



Слика 3. Процес нормалног и детонантног сагоревања са одговарајућим дијаграмима промене притиска

Спољње манифестације детонантног сагоревања:

1. Поменути метални звук (сличан звецкању) који се може регистровати људским ухом.
2. Високофреквентне осцилације притиска у цилиндру се могу регистровати индицирањем (снимањем тока притиска у цилиндру). Ове осцилације притиска изазивају карактеристичне високофреквентне вибрације блока мотора које се такође могу регистровати давачем вибрација. Ова метода се код модерних система електронског управљања користи за детекцију евентуално настале детонације, након чега систем мења неке регулационе параметре у циљу елиминације детонације (нпр. смањење угла претпаљења).
3. При јаче израженој детонацији долази и до тенденције прегревања мотора као и пада снаге и економичности мотора.

Фактори који утичу на појаву детонације могу се сврстати у три групе: **припремни фактори**, **конструктивни** и **радни фактори**.

Од **припремних фактора** најважније је само гориво, односно, боље рећи његов октански број. Што је октански број горива већи могућност појаве детонације је мања. Гориво са већим октанским бројем поседује већи индукциони период претпламених реакција, односно, период који протекне од тренутка постизања температуре упаљења до ослобађања топлоте (сагоревања пламеном), што омогућује да главни фронт пламена прође кроз целу комору. Октански број горива зависи од врсте горива, структуре молекула горива и односа појединих група угљоводоника (аромата, парафина итд.) у гориву. Најједноставнији начин повећања октанске вредности је додавањем адитива који прекидају претпламене ланчане реакције. На жалост, ти адитиви су најчешће на бази једињења олова (тетра-етил или тетра-метил-олово) која, након сагоревања, дају токсичне остатке. Зато, тенденција је у свету, да се они што мање користе или да се замене другим нетоксичним састојцима. Данас се повећање ОБ углавном остварује поступком рафинације који омогућава већи удео цикличних угљоводоника

Конструктивни фактори који утичу на појаву детонације односе се на конструкцију мотора, а могу бити различити.

Степен сабијања битно утиче на могућност појаве детонације јер, једноставно, диктира и величину температуре смеше испред фронта пламена. С обзиром да овај фактор има примаран утицај на појаву детонације, то је он и ограничавајући фактор при избору конструкције мотора, примене горива и регулационих параметара мотор, од степена сабијања зависи и развијена снага и економичност мотора.

Конструкција коморе сагоревања утичу преко више параметара. Сви ти параметри, пре свега, треба да или убрзају простирање пламена или скрате његов пут како би се сагоревање завршило пре истека индукционог периода самопаљења, односно појаве детонације. Ти параметри су: компактност коморе, чиме се скраћује пут и време простирања пламена кроз комору а тиме и смањује могућност појаве детонације; положај свећице који треба да буде што више у центру коморе како би пут пламена до најудаљенијег дела коморе био што краћи; комора интензивније турбуленције убрзава простирање пламена и скраћује време сагоревања тако да смањује могућност појаве детонације, јер пламен брзо захвата делове смеше подложне детонацији; појава усијаних места у комори (ужарени талози, врели издувни вентили, усијане електроде свећице и др.) поспешује стварање центара упаљења (у том погледу најповољније је да свећица буде што ближе евентуалном усијаном месту, нпр. издувном вентилу, како би пламен што пре прекрио сагорелим гасовима то место); већи број свећица чиме се скраћује пут пламена и време сагоревања и тиме смањује могућност појаве детонације. Клип и глава од *Al* – легуре знатно боље спровode топлоту чиме се смањују температуре зидова и загревање несагореле смеше што је позитивно у превенцији детонације. Хлађење течностима је интензивније и доприноси отклањању опасности од детонације.

Радни фактори који утичу на могућност појаве детонације су следећи:

Угао претпаљења је важан радни параметар који може изазвати или спречити детонацију. У принципу, при ранијем претпаљењу (повећањем угла претпаљења α_{pr1}), већа је могућност појаве детонације, јер су тада притисци и температуре високи, пошто се сагоревање одвија при најмањој запремини радног простора (са клипом у *СМТ*). Смањење α_{pp} је врло ефикасан и главни начин елиминације детонације уколико је настала.

Режим рада битно утиче на могућност појаве детонације. Велика оптерећења мотора (пун "гас") значи више термичке нивое, а тиме и већу могућност појаве детонације. Најопаснији је режим пуног оптерећења а смањеног броја обртаја (када је нормално сагоревање успорено због смањене турбуленције), тако да је формирање центара упаљења вероватније.

Састав смеше утиче на дужину индукционог периода. Најсклонија детонацији је благо богата смеша $\lambda \approx 0,9$ (која се најбрже пали), која има најкраћи индукциони период претпламених реакција.

Стварање талога у комори утиче на појаву усијаних места и поспешује појаву детонације.

ТОКСИЧНОСТ ИЗДУВНИХ ГАСОВА ОТО МОТОРА

Потпуно сагоревање, приказано раније стехиометријским једначинама, идеалан је случај који се тешко може остварити у реалним условима у мотору. Осим продуката потпуног сагоревања, током сагоревања, у мотору се јављају и извесне токсичне компоненте међу којима су најважније следеће:

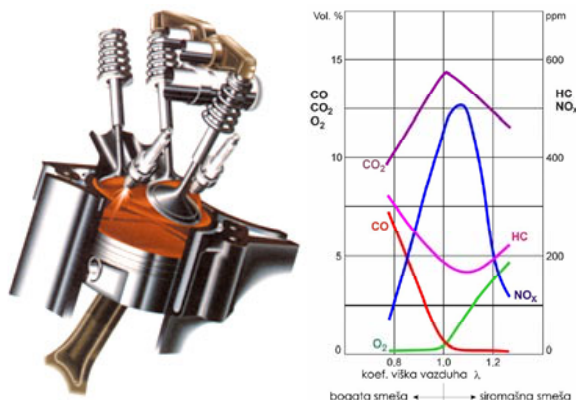
Угљенмоноксид (CO) везује хемоглобин у крви спречавајући развођење кисеоника по телу, што доводи до опасног тровања.

Несагорели угљоводоници (HC) иритирају слузокожу дисајних органа и очију, док тежи угљоводоници (пре свега ароматске основе) могу бити и канцерогени. Уобичајена ознака " HC " није хемијска формула већ симбол и подразумева различите врсте несагорелих угљоводоника (уствари остатака несагорелог горива).

Азотови оксиди (NO_x) пре свега азотмоноксид NO (који чини око 95% свих азотових оксида), азотдиоксид NO_2 и знатно мањи удео осталих азотових једињења са кисеоником, веома су токсичне компоненте, јер осим иритација и обољења дисајних путева, учествују (под дејством сунчаних зрака) на стварање тзв. фото-хемијског смога, штетног по људско здравље, и тзв. киселих киша штетних по биљни свет. Ознака " NO_x " је, дакле, симбол за различите оксиде азота.

Стварање ових компонената потиче из разних извора. Угљенмоноксид CO настаје као продукт непотпуног сагоревања, при недостатку ваздуха, због чега њега највише има при раду са богатом смешом. Несагорели угљоводоници HC се јављају као продукт незавршеног сагоревања због гашења пламена у близини зидова. Што је комора разуђенија, са више

релативно хладних зидова, то је емисија HC већа. Азотови оксиди настају као продукт оксидације азота из ваздуха при екстремно високим температурама које владају током сагоревања (махом изнад 2200 K). То значи да се они претежно формирају при високим оптерећењима мотора, али при раду са довољним вишком ваздуха, односно кисеоника.



Слика 3. а) Систем паљења са две свећице,
б) утицај састава смеше на састав продукта сагоревања

ЗАКЉУЧАК

Краткотрајна детонација не мора да буде опасна, али, ако се она понавља са појачаним интензитетом, онда последице детонације могу бити штетне по мотор. Главни проблем при детонацији је пораст механичких и термичких оптерећења. Иако пораст механичких оптерећења делова клипног механизма због ударног сагоревања представља проблем, обично су критичнија термичка оптерећења клипа јер, због наглог локалног ослобађања топлоте, а тиме и наглог пораста температуре, не успева да се та топлота равномерно разведе, већ изазива локалну концентрацију топлотног флуksа изнад дела клипа где се јављају центри упаљења. Топлота коју локално прима клип, не успева да се одведе на расхладни медијум, већ изазива деформације, топљење метала клипа и слично, што доводи до хаварије мотора. Допунске пратеће појаве јаке детонације су још пад снаге и губитак економичности. Због тога се појава детонације мора спречити.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Томић, М., Петровић, С.: *Мотори СУС*, Машински факултет, Београд, 1994.
- [2] Warnatz, J., Maas, U., Dibble, R.W.: *Combustion*, Springer, Karlsruhe, 2006.
- [3] Петровић, С., Томић, М.: *Основи клипних мотора*, Машински факултет, Београд, 1991.
- [4] Живковић, М. Ц.: *Теорија мотора*, Машински факултет, Београд, 1982.
- [5] Вукашиновић, Р.: *Мотори СУС*, ВТШ Урошевац, Звечан 2006.

ANALYSIS OF FACTORS THAT INFLUENCE THE UNWANTED MANIFESTATIONS IN THE COMBUSTION PROCESSES IN OTO ENGINES

Summary: *In normal realisation of combustion in oto engine, this process can be followed by undesired manifestations which decrease the efficiency or endanger construction (manifestation of uncontrolled ignition and detonation) or working environment of engine (manifestation of toxic component in exhausting gases of engine).*

Key words: *Engines, combustion, detonation, speed, heating, pressure.*

ПРИМЕНА МОДЕЛА ЛОКАЦИЈСКОГ ПРОБЛЕМА МЕДИЈАНЕ ЗА ИЗБОР ЛОКАЦИЈА СКЛАДИШТА

Влатко Вуковић¹

Резиме: *Одређивање локације складишта представља један од кључних проблема, који се појављују при оптимизацији логистичког система. У раду је приказана примена алгоритма којим се дефинише скуп допустивих решења за избор локација складишта и софтверска апликација математичког модела "локацијски проблем медијане" који решава проблем избора више локација, минимизирањем укупног транспортног рада на ефикасан, ефективан и рационалан начин.*

Кључне речи: *Складишта, локације, транспортни рад.*

УВОД

Оптимизација складишног система реализује се у три основне области: управљање залихама, локацији складишта и технологији складиштења.

Дефинисање локације складишта представља један од кључних проблема, који се појављују при оптимизацији логистичког система.

Планирање локација складишта засновано само на емпирији, без примене научних метода, умањује ефикасност приликом снабдевања, мања је поузданост, знатно су већи транспортни трошкови, и повећава се вероватноћа настанка саобраћајних незгода.

У овом раду је приказана методологија за одређивање локација складишта, тако да се минимизира укупни транспортни рад, који би био остварен, снабдевањем клијената из складишта лоцираних на локације одабране дефинисаном методологијом и приказана софтверска апликација која помоћу одабраног математичког модела "локацијски проблем медијане" решава овај проблем према задатој критеријумској функцији.

ЛОКАЦИЈСКИ ПРОБЛЕМ МЕДИЈАНЕ

У случају проблема медијане потребно је лоцирати један или више објеката на мрежи, тако да се минимизира просечно растојање (просечно време путовања, просечни транспортни трошкови) од корисника до објекта.

Проблем медијане први је формулисао Nakimi 1964 године [1].

¹ мр Влатко Вуковић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е-mail: yukvlatko@gmail.com

Размотримо неоријентисану мрежу $G = (N, A)$ који има n чворова. Означимо са a_i број захтева за опслугу из чвора i , са d_{ij} растојања између чвора i и чвора j , а са p број објеката, које треба лоцирати на мрежи. Објекте је могуће лоцирати у било ком од n чворова. Уведимо у разматрање бинарне променљиве x_{ij} које се дефинишу на следећи начин:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{колико } i \text{ добије опслугу у објекту лоцираном у чвору } j \\ 0, & \text{у осталим случајевима.} \end{cases}$$

Приликом лоцирања p објеката тежимо минимизирању укупног пређеног растојања између објеката и корисника, па је проблем p медијана могуће формулисати на следећи начин:

$$\text{минимизирати } F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i d_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

са ограничењима:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{jj} = p \quad (3)$$

$$x_{jj} \geq x_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, n; i \neq j \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad i, j = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Дефинисана критеријумска функција (1) минимизира укупно пређено растојање између објеката и корисника. Прво ограничење (2) је да сваки клијент буде снабдеван из само једног објекта. Другим ограничењем (3) се указује да треба да постоји укупно p објеката. Сваки клијент лоциран на локацији, где се налази објекат, опслужује се из тог објекта (4) и (5). Ово је исказано кроз треће ограничење.

Наkimi је доказао да постоји најмање један скуп p – медијана у чворовима мреже G , што значи да p оптималних локација објеката на мрежи, мора да се налази искључиво у чворовима [1].

На основу ове чињенице потребно је испитати само локације које се налазе у чворовима.

За решавање овог проблема у задњих четврт века развијен је велики број алгоритама.

Алгоритам за генерисање скупа допустивих решења подразумева, испитивање свих могућих решења p – медијана, израчунавање одговарајућих вредности дефинисане критеријумске функције и одређивање оптималног решења [1].

Овакав приступ могуће је применити једино у случају мрежа са мањим бројем чворова, на које треба лоцирати мањи број објеката.

Број могућих различитих распореда p објеката, на мрежи у којој постоји n чворова, једнак је броју комбинација без понављања од n елемената p – те класе, тј. једнак је $\binom{n}{p}$.

АЛГОРИТАМ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ЛОКАЦИЈЕ ЈЕДНОГ СКЛАДИШТА

Једноставан алгоритам, којим се генерише скуп допустивих решења и одређује локација једног складишта, састоји се од следећих алгоритамских корака:

КОРАК 1: Израчунати дужине најкраћих путева d_{ij} између свих пари чворова (i, j) мреже G и приказати их у матрици најкраћих путева D (чворови i представљају могуће локације за складишта, а чворови j представљају локације клијената којима је снабдевање неопходно).

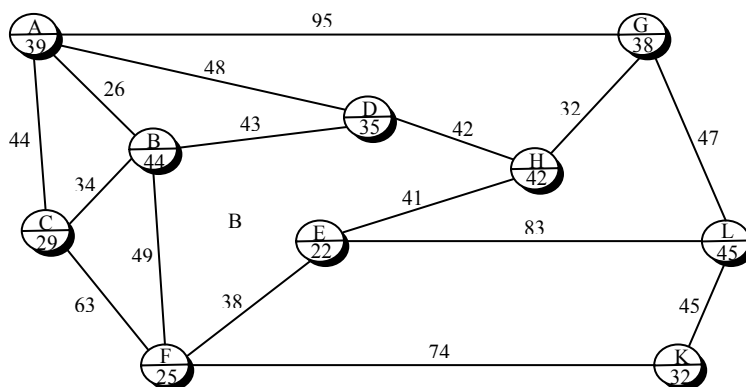
КОРАК 2: Помножити j – ту колону матрице најкраћих путева са количинама терета a_j из чвора j .

Елементи $a_j \cdot d_{ij}$ матрице $[a_j \cdot d_{ij}]$ представљају транспортни рад који остваре превозна средства из чвора j када се опслужују у чвору i .

Матрицу $[a_j \cdot d_{ij}]$ означити са D' .

КОРАК 3: Извршити сумирање дуж сваке врсте i матрице D' . Израз $\sum_{j=1}^n a_j \cdot d_{ij}$ представља укупни транспортни рад у случају да је складиште лоцирано у чвору i .

КОРАК 4: Чвор чијој врсти одговора најмањи укупни транспортни рад, представља локацију складишта [1].



Слика 1. Графички приказ примера за решавање локације једног складишта

Проблем који треба решити састоји се у следећем: *Где лоцирати складиште, тако да укупни транспортни рад остварен приликом снабдевања клијената из тог складишта буде минималан?*

Потребе клијената дате су на слици 1 у тонама, а растојања између клијената у километрима.

Дужине најкраћих путева између свих пари чворова мреже дате су у матрици:

$$[d_{ij}] =$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	L	K
A	0	26	44	48	113	75	95	90	142	149
B	26	0	34	43	87	49	117	85	164	123
C	44	34	0	77	101	63	139	119	182	137
D	48	43	77	0	83	92	74	42	121	166
E	113	87	101	83	0	38	73	41	83	112
F	75	49	63	92	38	0	111	79	119	74
G	95	117	139	74	73	111	0	32	47	92
H	90	85	119	42	41	79	32	0	79	124
L	142	164	182	121	83	119	47	79	0	45
K	149	123	137	166	112	74	92	124	45	0

Матрица $[a_j \cdot d_{ij}]$ има вредности:

$$[a_j \cdot d_{ij}] =$$

	A	B	C	D	E	F	G	H	L	K
A	0	1144	1276	1680	2486	1875	3610	3780	6390	4768
B	1014	0	986	1505	1914	1225	4446	3570	7380	3936
C	1716	1496	0	2695	2222	1575	5282	4998	8190	4384
D	1872	1892	2233	0	1826	2300	2812	1764	5445	5312
E	4407	3828	2929	2905	0	950	2774	1722	3735	3584
F	2925	2156	1827	3220	836	0	4218	3318	5355	2368
G	3705	5148	4031	2590	1606	2775	0	1344	2115	2944
H	3510	3740	3451	1470	902	1975	1216	0	3555	3968
L	5538	7216	5278	4235	1826	2975	1786	3318	0	1440
K	5811	5412	3973	5810	2464	1850	3496	5208	2025	0

Сумирањем по врстама матрице $[a_j \cdot d_{ij}]$ добијају се вредности укупног транспортног рада (табела 1), уколико би складиште било лоцирано на локацијама, дуж чијих врста се врши сумирање.

Складиште треба лоцирати на локацију означену као *H* (табела 1), јер је укупни транспортни рад најмањи 23787 (*tkm*). У случају да су планери или доносиоци одлука, спремни да прихвате и решење, које није оптимално, због других разлога који могу бити доминантни, у датом примеру складиште се може лоцирати и на локацију означену као *D* евентуално *B*, јер вредност критеријумске функције, битно не одступа од оптималног решења (локације *H*).

Табела 1. Укупни транспортни рад у зависности од локације складишта

Локација складишта	Укупни транспортни рад (tkm)	Локација складишта	Укупни транспортни рад (tkm)
<i>A</i>	27009	<i>F</i>	26223
<i>B</i>	25976	<i>G</i>	26258
<i>C</i>	32558	<i>H</i>	23787
<i>D</i>	25456	<i>K</i>	36049
<i>E</i>	26834	<i>L</i>	33612

АЛГОРИТАМ ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ ЛОКАЦИЈЕ ВИШЕ СКЛАДИШТА ПРИМЕНОМ АЛГОРИТМА ЗА ГЕНЕРИСАЊЕ СКУПА ДОПУСТИВИХ РЕШЕЊА

Алгоритам за генерисање скупа допустивих решења, подразумева испитивање свих могућих решења p – складишта, израчунавање одговарајућих вредности, дефинисане критеријумске функције и одређивање оптималног решења.

Број могућих различитих распореда p – складишта на мрежи, где је размештено n клијената, једнак је броју комбинација (6) без понављања од n елемената p – те класе [1].

$$\binom{n}{p} = \frac{n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdots [n-(p-1)]}{1 \cdot 2 \cdots (p-1) \cdot p} = \frac{n!}{p!(n-p)!} \quad (6)$$

за $p = 1, 2, \dots, n$.

Јасно је да је за већи број клијената и већи број могућих локација складишта потребно израчунати, велики број вредности. Тако на пример, за клијенте лоциране на 20 локација, ако се жели одабрати 5 локација за складишта, потребно је израчунати 15504 вредности, а за исти број локација складишта, за клијенте лоциране на 40 локација потребно је израчунати 658008 вредности, што је у реалном времену немогуће, без помоћи рачунара.

Алгоритам за генерисање скупа допустивих решења састоји се у следећем:

n – укупан број чворова у мрежи (укупан број кандидата за локацију p – складишта),

d_{ij} – дужина најкраћег пута од чвора i до чвора j ,

$d'_{ij} = a_j \cdot d_{ij}$ – транспортни рад које остваре превозна средства која су лоцирана у чвору j , а која се снабдевају из складишта лоцираног у чвору i ,

D' – матрица чији су елементи d'_{ij} ,

$x_p = \{v_{j1}, v_{j2}, \dots, v_{jp}\}$ – један од могућих подскупова од p локација.

За сваки од $\binom{n}{p}$ подскупова p – локација потребно је израчунати суму:

$$\sum_{j=1}^n \min \{d'_{j1j}, d'_{j2j}, \dots, d'_{j pj}\} \quad (7)$$

Подскуп p – локација коме одговара најмања вредност суме (7), представља скуп локација на којима треба лоцирати p – складишта. За дати пример, слика 1, ако је потребно лоцирати 2 складишта по истој критеријумској функцији, укупни број комбинација једнак је $\binom{n}{p} = \binom{10}{2} = 45$.

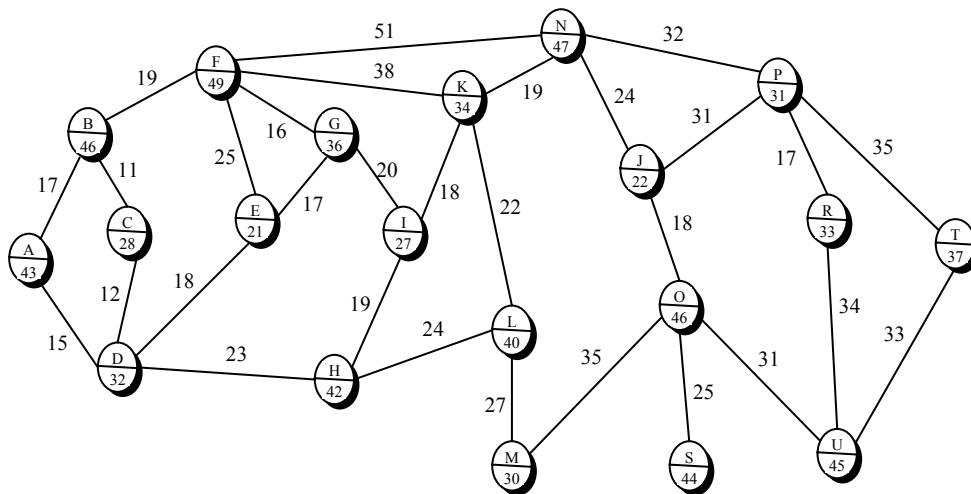
Најмањи укупни транспортни рад, ако би се складишта лоцирала на локације означене као B и G , био би $12739(tkm)$.

Из складишта лоцираног на локацију означену као B снабдевале би се клијенти размештени на локације означене као A, C, D, F , а из складишта лоцираног на локацију која је означена као G снабдевали би се клијенти размештени на локације означене као E, H, K, L .

Прво следеће решење, које најмање одступа од задате критеријумске функције је, ако би се за дати пример складишта лоцирала на локације означене као B и L .

СОФТВЕРСКА АПЛИКАЦИЈА ЗА ИЗНАЛАЖЕЊЕ ЛОКАЦИЈА СКЛАДИШТА

Математички модел "локацијски проблем медијана" пројектован је на основу постављене циљне критеријумске функције, минимизирања укупног транспортног рада приликом снабдевања клијената из складишта, малог броја једноставних алгоритамских корака из алгоритма за генерисање скупа допустивих решења и неопходних ограничења.



Слика 2. Графички приказ примера за решавање избора локације складишта применом софтверске апликације

Дефинисана ограничења у разматраном модулу, нису превише рестриктивна, јер задовољавају реалне потребе клијената.

Максималан број локација клијената у математичком моделу које треба снабдети је 40, а максималан број локација складишта је 5, превасходно из разлога, што би за тражење већег броја локација складишта, требало израчунати изузетно много вредности (за 6 локација складишта и 40 локација клијената потребно, је израчунати 3838380 вредности) за које је потребан моћан *PC*, да би се у неком рационалном времену, дошло до оптималних решења. Софтверска апликација је урађена у апликативном програму Visual Basic 6, који ради под Windows окружењем, најраспрострањенијем и најпознатијем оперативном систему. Овај апликативни програм омогућава лако коришћење и даје прихватљива и практична графичка решења [2]. Уписивање података је врло једноставно, потребно је уписати количине терета, које треба дотурити до сваке локације у тонама, а након тога у понуђену квадратну матрицу, чија је величина једнака броју локација, за које смо уписали количине терета, унети растојања у километрима, између локација суседних клијената, које су повезане путевима. Програмски пакет израчунава сва најкраћа растојања између свих пари чворова у датој квадратној матрици. Од података потребно је још уписати број локација на које треба формирати складишта.

Софтверска апликација нуди решење за локације складишта, са којих ће када се буде извршило снабдевање клијената, бити остварен најмањи транспортни рад, одређује који клијенти ће бити снабдевени из ког складишта и даје могућност, да се сагледа 100 најбољих решења сортираних по растућој вредности критеријумске функције. Један пример графичког приказа размештаја клијената и вредности количина терета са којима треба снабдети клијенте дат је на слици 2.

Изглед коначног решења на екрану *PC* рачунара, дат је на слици 3.

У табели 2 дат је приказ локација складишта у зависности од броја складишта, који клијенти ће бити снабдевени из којег складишта, као и вредности укупног транспортног рада.

Предлагач или доносилац одлуке може одабрати и неко друго решење које није оптимално, ако су други разлози значајни, а одабрано решење по вредности критеријумске функције, битно не одступа од оптималног.

KONACNO RESENJE
11831

Lokacija D = A, C, E, H,
Lokacija F = B, G,
Lokacija K = I, L, N,
Lokacija O = J, M, S, U,
Lokacija P = R, T,

Novi upis broja lokacija Novo izracunavanje

1	D.F.K.O.P	11831
2	D.G.K.O.P	12202
3	B.G.L.O.P	12273
4	D.F.K.O.R	12426
5	D.F.K.O.U	12442
6	B.F.K.O.P	12486
7	D.G.L.O.P	12495
8	A.G.L.O.P	12516
9	B.G.K.O.P	12526
10	B.D.K.O.P	12544
11	C.G.L.O.P	12549
12	D.F.L.O.P	12556
13	B.I.K.O.P	12571

Слика 3. Изглед коначног решења приказаног на екрану *PC* рачунара

Дефинисани математички модел омогућава, да се на врло једноставан начин, унесу измене настале на комуникацијама и тако се добију нова оптимална решења.

На сличан начин, унапред се могу добити варијантно оптимална решења, ако планери претпоставе које комуникације могу бити згушене или у прекиду.

Табела 2. Локације складишта у зависности од броја складишта и укупан транспортни рад

Број Ск	Локација Ск	Локација клијената које се снабдевају из тог складишта	Укупни транспортни рад (<i>tkm</i>)
1	<i>K</i>	Сви клијенти	37979
2	<i>D</i>	<i>A, B, C, E, F, G, H, I, K, L</i>	23702
	<i>O</i>	<i>J, M, N, P, R, S, T, U</i>	
3	<i>B</i>	<i>A, C, D, E, F, G</i>	18613
	<i>K</i>	<i>H, I, L, N</i>	
	<i>O</i>	<i>J, M, P, R, S, T, U</i>	
4	<i>B</i>	<i>A, C, D, E, F, G</i>	14437
	<i>K</i>	<i>H, I, L, N</i>	
	<i>O</i>	<i>J, M, S, U</i>	
	<i>P</i>	<i>R, T</i>	
5	<i>D</i>	<i>A, C, E, H</i>	11831
	<i>F</i>	<i>B, G</i>	
	<i>K</i>	<i>I, L, N</i>	
	<i>O</i>	<i>J, M, S, U</i>	
	<i>P</i>	<i>R, T</i>	

Најзначајнији позитивни атрибути пројектованог модела: квалитет, ефикасност, прецизност и економичност постигли би се применом у решавању проблема управљања залихама.

Сложеност система манипулисања, складиштења и транспорта роба, обим и карактер података и расположива технологија намећу рачунарске базе, као незаобилазно и изузетно погодно решење [3].

Може се закључити, да успешно решавање сложених проблема транспорта, подразумева интеграцију нових технологија управљања са географским информационим системом уз коришћење савремене рачунарске и информационе технике.

ЗАКЉУЧАК

Дефинисање локација складишта представља један од кључних проблема који се постављају при оптимизацији логистичког система.

Применом алгоритма за генерисање скупа допустивих решења и математичког модела "локацијски проблем медијане", елиминише се

планирање засновано на емпирији, а повећава се ефикасност приликом снабдевања, повећава се поузданост, транспортни трошкови се минимизирају и смањује се вероватноћа настанка саобраћајних незгода.

Планерима и доносиоцима одлука, овај алгоритам и софтверска апликација, значајну помоћ може пружити у решавању проблема управљања залихама.

Софтверска апликација омогућава да се на једноставан начин повеже са базом података и географским информационим системом (*GIS*).

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Теодоровић, Д.: *Транспортне мреже, алгоритамски приступ*, Универзитет у Београду, Београд, 1996.
- [2] Peter Norton, Michael Grah: *Visual Basic 6*, Компјутерска библиотека, Чачак, 1999.
- [3] Зборник радова, *Регулисање саобраћаја у градовима и насељима на прагу 21. века*, Сомбор, 2000.

LOCATING BOXES USING MODEL LOCATION'S PROBLEM OF MEDIANA

Summary: *One of the basic problems in optimizing of logistic system is to determine locations of the field boxes. In this work it has been presented the use of algoritam which definies an assembly of all acceptable solutions in choosing locations for the boxes, also, softer application of mathematical model named "location's problem of mediana" which solves the problem of choosing more than one field box by minimization of all transportation's activities in efficient, effective and rational manner.*

Key words: *Box, location, transportation's activities.*

УТИЦАЈ ЦРТА ЛИЧНОСТИ, МОТИВАЦИЈЕ И СТАВОВА НА ЉУТЊУ И АГРЕСИВНО ПОНАШАЊЕ У САОБРАЋАЈУ

Предраг Станојевић¹, Драгана Станојевић²

Резиме: Агресивна вожња је феномен који добија готово епидемијске размере свуда у свету. Да бисмо разумели ову појаву морамо знати који то елементи вожње провоцирају возаче да осете љутњу и потом да ту љутњу изразе у облику агресије. Циљ истраживања био је да се испитају индивидуалне варијабле различитости код возача у Србији у односу на љутњу и агресивно понашање у саобраћају. Испитивање ових разлика је извршено према полу, старости, возачком искуству, цртама личности, мотивацији и ставовима. Добијени резултати показују да не постоји разлика у доживљавању љутње и испољавању агресије зависно од пола испитаника; године не утичу на доживљену љутњу, али млађи испитаници више испољавају агресију током вожње од старијих испитаника. Мање искусни возачи доживљавају више укупне љутње и испољавају више агресије током вожње од искуснијих возача. Мотивација се показала као најважнији предиктор за предвиђање и љутње и агресије у вожњи.

Кључне речи: Љутња у вожњи, агресија у вожњи, мотивација возача.

УВОД

Агресивна вожња као, све учесталији, облик понашања возача сматра се једним од већих проблема скоро у свим земљама света. Наиме, вожња аутомобилом, под утицајем различитих околности, може постати стресна активност. Журба, нестрпљивост, гужва у саобраћају, надметање с другим возачима, самодоказивање, надокнађивање осећаја инфериорности, погрешни поступци других возача само су неки од узрока фрустрације и стреса у саобраћају, и који могу изазвати непријатељско, деструктивно понашање и агресију.

Агресија је [понашање](#) које карактерише контакт и комуникацију са другим [људима](#) са намером њиховог повређивања. Људска агресија се изражава директно путем вербалних, физичких или комбинованих напада или

¹ Предраг Станојевић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_ mail: stanojevicpredrag@yahoo.com

² Драгана Станојевић, дипл. психолог, Филозофски факултет, Косовска Митровица, Е_ mail: draganadj_2004@yahoo.com

индиректно кроз компензацију или индиректну агресију. Према истраживачима агресије, количина љутње која се доживљава у фрустрирајућим ситуацијама зависи од тога како особа интерпретира ту ситуацију и од објективних карактеристика ситуације (Berkowitz, 1993). Возачи који испољавају агресију у саобраћају своје понашање намећу другима, не обраћајући пажњу на њихова права у саобраћају и њихову вољу. Крајње последице оваквих односа на путевима су већи ризик и, следствено, већи број саобраћајних незгода са новим људским жртвама. Истраживања, која су се бавила овом проблематиком говоре у прилог овој претпоставци. Љутња, препирање са другим возачима и агресивна вожња повезани су са саобраћајним незгодама (Underwood и остали, 1999, Hemenway & Solnick, 1993, Tillman & Hobbes, 1949, Parry, 1968, Whitlock, 1971). Када узмемо у обзир и значајну учесталост појаве агресивне вожње (Joint, 1995; Lex, 1996; Америчка аутомобилска асоцијација, 1997) постајемо свесни велике потенцијалне опасности од оваквог понашања на путевима.

Агресивна вожња је појава на путевима која се мора обуздати и свести у друштвено прихватљиве границе. Да бисмо смањили или елиминисали агресивну вожњу морамо најпре спроводити мере којима ће се третирати њени узроци, а не појавни облици. То значи да је неопходно истраживањима утврдити који су узроци појаве љутње у вожњи, и самог агресивног понашања. Досадашња истраживања као основне предикторе су разматрала факторе у оквиру две целине: Факторе ситуације окружења и Индивидуалне варијабле различитости.

Истраживачки пројекат

Иако, агресивна вожња представља велику потенцијалну опасност, у Србији се не посвећује довољно пажње оваквим облицима понашања као засебном проблему. Сам појам није дефинисан, нити је агресивна вожња подложна законском или полицијском третману. Такође нису ни спроведена истраживања која се баве овом проблематиком.

Основни циљ овог истраживања био је утврђивање односа између структуре личности, мотивације и ставова са једне стране, и љутње и агресивног понашања током вожње са друге стране, односно у којој мери ови фактори доприносе јављању љутње и агресије у вожњи.

Такође, у овом истраживању испитан је и утицај демографских карактеристика возача (пол, старост), возачког искуства и изложености (пређена километража, учесталост учествовања у саобраћају) на осећање љутње и агресивно понашање у вожњи, као и повезаност између агресивне вожње, са једне стране, и саобраћајних незгода, ризичних ситуација и саобраћајних прекршаја, са друге стране.

У раду су постављене следеће хипотезе:

1. Постоје разлике у доживљавању љутње и испољавање агресије у вожњи зависно од демографских карактеристика.
- 1.1. Очекујемо да ће мушкарци чешће доживљавати љутњу и испољавати агресију у вожњи од жена.

- 1.2. Очекујемо да ће млађи возачи чешће доживљавати љутњу и испољавати агресију у вожњи од старијих.
- 1.3. Очекујемо да ће возачи са мање возачког искуства и пређене километраже чешће доживљавати љутњу и испољавати агресију у вожњи од возача са више возачког искуства и пређене километраже.
2. Очекујемо да постоји повезаност између структуре личности, са једне стране, и доживљавања љутње и испољавања агресије у вожњи, са друге стране.
3. Очекујемо да постоји повезаност између мотивације у вожњи, са једне стране, и доживљавања љутње и испољавања агресије у вожњи, са друге стране.
4. Очекујемо да постоји повезаност између ставова према вожњи, са једне стране, и доживљавања љутње и испољавања агресије у вожњи, са друге стране.
5. Очекујемо да постоји позитивна повезаност између љутње и агресије у вожњи.
6. Очекујемо да постоји позитивна повезаност између агресивне вожње са једне стране и ризичног понашања у саобраћају (саобраћајних незгода, умешаности у ризичне ситуације (замало незгоде) и саобраћајних прекршаја) са друге стране.

МЕТОД

Узорак

Узорак на коме је спроведено истраживање састојао се од 114 испитаника волонтера (82 мушкараца и 32 жене) са територије Србије. Просек година испитаника је био 33,5 године (од 19 до 60, $SD = 10,5$ год.), и просечна годишња километража је износила 18790 километара ($SD = 24685$). Жене возачи у овом узорку су биле млађе ($M = 29$, $SD = 9,3$ год.) од мушких возача ($M = 35$, $SD = 10,6$ год.). Жене су такође имале мању годишњу километражу ($M = 3147$, $SD = 5722$) од мушкараца ($M = 24896$, $SD = 26515$).

У општем упутству, испитаници су били замољени да искрено одговоре на питања, пажљиво прочитају питања, али да не троше пуно времена за сваки појединачан ајтем. Учесници су такође били уверавани да ће одговори бити искључиво третирани као анонимни и поверљиви. Од испитаника се није тражило да напишу своја имена на упитнике да би се смањиле могућности давања социјално пожељних одговора.

Технике за прикупљање података

Скала љутње у вожњи (UK DAS)

Скала љутње током вожње UK DAS (Lajunen и остали, 1998) се састоји од 21 ситуације у вожњи које имају потенцијал да провоцирају љутњу; оне су подељене на 3 субскеале: **Ометено кретање** ($\alpha = 0,82$) састоји се од 9 ајтема;

Немарна возња ($\alpha = 0,86$) састоји се од 9 ајтема; **Директна хостилност** ($\alpha = 0,84$) састоји се од 3 ајтема. Поузданост целе скале је $\alpha = 0,91$.

Скала испољавања љутње у возњи (DAX)

DAX је скала која се састоји од 49 ајтема (Deffenbacher, Lynch, и остали, 2002). DAX даје четири начина мерења испољавања љутње током возње. То су: 12-то делно **Испољавање вербалне агресивности** ($\alpha = 0,86$); 11-то делно **Испољавање личне физичке агресивности** ($\alpha = 0,74$); 11-то делна **Употреба возила за испољавање љутње** ($\alpha = 0,80$); и 15-то делно **Испољавање адаптивности/конструктивности** ($\alpha = 0,85$). Поузданост целе скале је 0,88.

Инвентар личности (NEO-PI-R)

Коришћена је скраћена верзија Инвентара личности NEO-PI-R (Ђурић-Јочић, Цамоња-Игњатовић, Кнежевић, 2004; према Costa и McCrae, 1992), који се састоји од 60 ајтема. Њоме се испитује пет домена личности: Неуротицизам, Екстраверзија, Отвореност, Сарадљивост, Савесност.

Упитник мотивације у возњи

Овај упитник направљен је за потребе овог истраживања. Састоји се од 30 ајтема. Овим упитником су испитани следећи мотиви: **Мотив журбе** испитан је са 6 ајтема ($\alpha = 0,80$); **Мотив остављања утиска** испитан је са 7 ајтема ($\alpha = 0,87$); **Мотив забавна возња** испитан је са 7 ајтема ($\alpha = 0,80$); **Мотив одговорности** испитан је са 5 ајтема ($\alpha = 0,65$), **Мотив страх од казне** испитан је са 5 ајтема ($\alpha = 0,67$).

Упитник ставова према безбедности саобраћаја

Овај упитник направљен је за потребе овог истраживања. Састоји се од 25 ајтема. Овим упитником су испитани следећи ставови: **Став према кршењу саобраћајних правила** испитан је са 6 ајтема ($\alpha = 0,73$); **Став према брзини** испитан је са 7 ајтема ($\alpha = 0,86$); **Став према возњи у пијаном стању** испитан је са 5 ајтема ($\alpha = 0,78$); **Став о безбедности на путу** испитан је са 5 ајтема ($\alpha = 0,68$). Поузданост целе скале ставова о безбедности саобраћаја је 0,88.

Упитник за прикупљање социо-демографских података, и додатна питања у вези возачког искустава и понашања током возње

Овај упитник састоји се од 7 ајтема, и састоји се од следећих делова: Социо-демографски подаци (пол, старост); Подаци о возачком искуству (колико дуго имате возачку дозволу, колико километара пређете годишње); Подаци о понашању током возње (у колико сте ризичних ситуација (замало незгода) били укључени као возачи у претходна три месеца, колико сте пута заустављени због саобраћајних прекршаја у претходна три месеца, у колико незгода сте били укључени као возачи у претходне три године).

РЕЗУЛТАТИ

Резултати истраживања у односу на постављене хипотезе:

1. Постоје разлике у доживљавању љутње и испољавање агресије у вожњи зависно од демографских карактеристика.

Не постоје статистички значајна разлика у доживљавању љутње и испољавању агресије између мушкараца и жена, и резултати добијени на нашем узорку не потврђују ову хипотезу.

Да бисмо утврдили да ли постоји разлика у доживљавању љутње и испољавању агресије током вожње у зависности од старости спровели смо поступак ANOVA са Scheffe post hoc тестом. Да би сагледали постојање разлика возаче смо поделили у три старосне групе: 18-30, 31-45 и 46 и више година. Не постоји статистички значајна разлика у доживљавању љутње према годинама. То значи да возачи у једнакој мери доживљавају љутњу без обзира на старост. Возачи који припадају старосној групи 18-30 год. испољавају значајно ($P < 0,05$) више агресивних одговора од обе преостале групе (31-45 и 46 и више). Такође значајна је разлика и у испољавању вербалне агресије ($P < 0,01$).

Добијени подаци нам говоре да је хипотеза делимично потврђена (у случају испољавања агресије, док у случају доживљавања љутње не постоје статистички значајне разлике).

Да би сагледали постојање разлика о односу на време поседовања возачке дозволе, возаче смо поделили у две групе: 0-5 и 6 и више година. Постоји разлика у доживљавању љутње о односу на возачко искуство. Возачи који имају возачку дозволу од 0-5 год. доживљавају више укупне љутње ($P < 0,05$), љутње због ометеног кретања ($P < 0,01$) и директне хостилности од стране другог возача ($P < 0,01$) у односу на возаче који имају дозволу 6 и више година. Сличне резултате смо добили и у погледу испољавања агресивности: Возачи који имају дозволу од 0-5 година испољавају више агресије (укупне агресије, вербалне и физичке агресије) ($P < 0,01$) у односу на возаче са дозволом 6 и више година. Такође постоји разлика у доживљавању љутње у односу на пређену километражу (возачи који просечно годишње пређу мање километра више доживљавају љутњу) ($P < 0,05$). Што се тиче испољавања агресије возачи који годишње пређу мање километара показују више укупне агресије ($P < 0,05$) и вербалне агресије ($P < 0,01$) у вожњи. На основу предочених резултата можемо закључити да возачи са мање возачког искуства и мање пређене километраже доживљавају више љутње и склонији су испољавању агресивних одговора у вожњи, и наша хипотеза је потврђена.

2. Очекујемо да постоји повезаност између структуре личности, са једне стране, и доживљавања љутње и испољавања агресије у вожњи, са друге стране.

Црта неуротицизма је позитивно повезана са укупном љутњом ($r = 0,318$, $P < 0,01$), љутњом због ометеног кретања ($r = 0,386$, $P < 0,01$), љутњом због

немарне вожње ($r = 0,229, P < 0,05$) и љутњом због директне хостилности од стране другог возача ($r = 0,190, P < 0,05$).

Црта екстравертности није значајно повезана са љутњом.

Црта отворености је негативно повезана са укупном љутњом ($r = -0,185, P < 0,05$) и љутњом због немарне вожње ($r = -0,187, P < 0,01$).

Црта сарадљивости је негативно повезана са укупном љутњом ($r = -0,270, P < 0,01$), љутњом због ометеног кретања ($r = -0,339, P < 0,01$), као и са љутњом због директне хостилности ($r = -0,295, P < 0,01$).

Црта савесности је негативно повезана са укупном љутњом ($r = -0,189, P < 0,05$) и љутњом због ометеног кретања ($r = -0,208, P < 0,05$).

Када је у питању агресија у вожњи резултати су показали следеће:

Неуротицизам је позитивно повезан са испољавањем вербалне агресије ($r = 0,283, P < 0,01$), физичке агресије ($r = 0,253, P < 0,01$), употребом возила за испољавање агресије ($r = 0,297, P < 0,01$) и укупном агресијом ($r = 0,326, P < 0,01$).

Екстраверзија није значајно повезана са испољавањем агресије.

Отвореност није значајно повезана са испољавањем агресије.

Сарадљивост је негативно повезана са испољавањем укупне агресије ($r = -0,288, P < 0,01$), вербалне агресије ($r = -0,271, P < 0,01$) и физичке агресије ($r = -0,212, P < 0,05$).

Савесност је негативно повезана са испољавањем укупне агресије током вожње ($r = -0,321, P < 0,01$), вербалне агресије ($r = -0,235, P < 0,01$), физичке агресије ($r = -0,337, P < 0,01$), и употребом возила за испољавање агресије ($r = -0,290, P < 0,01$).

3. Очекујемо да постоји повезаност између мотивације у вожњи, са једне стране, и доживљавања љутње и испољавања агресије у вожњи, са друге стране.

Постоји позитивна корелација између мотива журбе и укупне љутње ($r = 0,345, P < 0,01$), љутње због ометеног кретања ($r = 0,476, P < 0,01$) и љутње због директне хостилности ($r = 0,294, P < 0,01$). Мотив остављања утиска на друге је позитивно повезан са свим облицима љутње: са укупном љутњом ($r = 0,436, P < 0,01$), љутњом због ометеног кретања ($r = 0,572, P < 0,01$), љутњом због немарне вожње ($r = 0,240, P < 0,01$) и љутњом због директне хостилности ($r = 0,346, P < 0,01$). Мотив забаве у вожњи позитивно корелира са укупном љутњом ($r = 0,283, P < 0,01$), љутњом због ометеног кретања ($r = 0,436, P < 0,01$) и љутњом због директне хостилности ($r = 0,281, P < 0,01$). Мотиви избегавања казне и личне одговорности нису значајно корелирали са доживљавањем љутње током вожње.

Корелирајући мотиве и агресију током вожње добили смо следеће резултате: мотив журбе је позитивно повезан са укупном агресијом ($r = 0,534, P < 0,01$), вербалном агресијом ($r = 0,469, P < 0,01$), физичком агресијом ($r = 0,375, P < 0,01$), и употребом возила за испољавање агресије ($r = 0,510, P < 0,01$). Мотив остављања утиска на друге позитивно корелира са укупном агресијом ($r = 0,495, P < 0,01$), вербалном агресијом ($r = 0,338, P < 0,01$), физичком агресијом ($r = 0,501, P < 0,01$) и употребом возила за испољавање агресије (r

= 0,500, $P < 0,01$). Мотив забаве позитивно корелира са укупном агресијом ($r = 0,408$, $P < 0,01$), вербалном агресијом ($r = 0,287$, $P < 0,01$), физичком агресијом ($r = 0,322$, $P < 0,01$), и употребом возила за испољавање агресије ($r = 0,469$, $P < 0,01$). Мотив одговорности негативно корелира са физичком агресијом ($r = -0,285$, $P < 0,01$) и укупном агресијом ($r = -0,217$, $P < 0,05$), а позитивна корелација постоји са испољавањем адаптивности/конструктивности ($r = 0,318$, $P < 0,01$). Мотив избегавања казне није статистички значајно повезан са испољавањем агресије током вожње, али постоји позитивна повезаност са испољавањем адаптивности/конструктивности ($r = 0,382$, $P < 0,01$).

4. *Очекујемо да постоји повезаност између ставова према вожњи, са једне стране, и доживљавања љутње и испољавања агресије у вожњи, са друге стране.*

Позитиван став према кршењу саобраћајних правила позитивно је повезан са укупном љутњом ($r = 0,204$, $P < 0,05$), љутњом због ометеног кретања ($r = 0,371$, $P < 0,01$) и љутњом због директне хостилности ($r = 0,262$, $P < 0,01$). Позитиван став према алкохолу је позитивно повезан са укупном љутњом ($r = 0,281$, $P < 0,01$), љутњом због ометеног кретања ($r = 0,372$, $P < 0,01$) и љутњом због директне хостилности ($r = 0,306$, $P < 0,01$). Позитиван став према брзој вожњи позитивно корелира са укупном љутњом ($r = 0,344$, $P < 0,01$), љутњом због ометеног кретања ($r = 0,469$, $P < 0,01$) и љутњом због директне хостилности ($r = 0,322$, $P < 0,01$). Позитиван став према безбедности у саобраћају није статистички значајно корелирао са доживљавањем љутње током вожње.

Позитиван став према кршењу саобраћајних правила позитивно је повезан са испољавањем укупне агресије ($r = 0,428$, $P < 0,01$), вербалне агресије ($r = 0,344$, $P < 0,01$), физичке агресије ($r = 0,328$, $P < 0,01$) и употребом возила за испољавање агресије ($r = 0,435$, $P < 0,01$). Позитиван став према алкохолу је позитивно повезан са испољавањем укупне агресије ($r = 0,384$, $P < 0,01$), вербалне агресије ($r = 0,279$, $P < 0,01$), физичке агресије ($r = 0,405$, $P < 0,01$) и употребом возила за испољавање агресије ($r = 0,351$, $P < 0,01$). Позитиван став према брзој вожњи позитивно корелира са испољавањем укупне агресије ($r = 0,513$, $P < 0,01$), вербалне агресије ($r = 0,434$, $P < 0,01$), физичке агресије ($r = 0,393$, $P < 0,01$) и употребом возила за испољавање агресије ($r = 0,490$, $P < 0,01$). Позитиван став према безбедности у саобраћају негативно корелира са испољавањем укупне агресије ($r = -0,339$, $P < 0,01$), вербалне агресије ($r = -0,261$, $P < 0,01$), физичке агресије ($r = -0,364$, $P < 0,01$) и употребом возила за испољавање агресије ($r = -0,282$, $P < 0,01$). Постоји и позитивна корелација овог става са испољавањем адаптивности/конструктивности ($r = 0,205$, $P < 0,05$).

5. *Очекујемо да постоји позитивна повезаност између љутње и агресије у вожњи.*

Укупна љутња позитивно корелира са укупном агресијом током вожње ($r = 0,457$, $P < 0,01$) и свим подврстама агресије: вербалном ($r = 0,372$, $P < 0,01$),

физичком ($r = 0,368$, $P < 0,01$) и употребом возила за испољавање агресије ($r = 0,445$, $P < 0,01$). Љутња због ометеног кретања је позитивно повезана са укупном агресијом током вожње ($r = 0,548$, $P < 0,01$) и свим подврстама агресије: вербалном ($r = 0,420$, $P < 0,01$), физичком ($r = 0,447$, $P < 0,01$) и употребом возила за испољавање агресије ($r = 0,567$, $P < 0,01$). Љутња због немарне вожње других возача је позитивно повезана са укупном агресијом током вожње ($r = 0,292$, $P < 0,01$) и свим подврстама агресије: вербалном ($r = 0,250$, $P < 0,01$), физичком ($r = 0,248$, $P < 0,01$), и употребом возила за испољавање агресије ($r = 0,256$, $P < 0,01$). Љутња због директне хостилности других возача позитивно корелира са укупном агресијом током вожње ($r = 0,368$, $P < 0,01$) и свим подврстама агресије: вербалном ($r = 0,318$, $P < 0,01$), физичком ($r = 0,257$, $P < 0,01$) и употребом возила за испољавање агресије ($r = 0,361$, $P < 0,01$).

6. *Очекујемо да постоји позитивна повезаност између агресивне вожње са једне стране и ризичног понашања у саобраћају (саобраћајних незгода, умешаности у ризичне ситуације (замало незгода) и саобраћајних прекршаја) са друге стране.*

Постоји позитивна повезаност између испољавања укупне агресије ($r = 0,231$, $P < 0,05$), агресије употребом возила ($r = 0,231$, $P < 0,05$) и физичке агресије у вожњи ($r = 0,350$, $P < 0,01$) и броја саобраћајних незгода.

Постоји позитивна повезаност између испољавања укупне агресије ($r = 0,235$, $P < 0,05$), агресије употребом возила ($r = 0,282$, $P < 0,01$) и физичке агресије у вожњи ($r = 0,259$, $P < 0,01$) и укључености у ризичне ситуације.

Постоји позитивна повезаност између испољавања агресије употребом возила ($r = 0,208$, $P < 0,05$) и физичке агресије у вожњи ($r = 0,203$, $P < 0,05$) и броја саобраћајних прекршаја. Може се рећи да је дата хипотеза потврђена.

ДИСКУСИЈА

Главни циљ ове студије је био да процени утицај особина личности, мотивације и ставова на доживљавање љутње и испољавање агресије током вожње. Такође је сагледан утицај пола, старости и возачког искуства на љутњу и агресивно понашање у саобраћају, као и да ли постоји повезаност између самог агресивног понашања са једне стране и саобраћајних незгода, ризичних ситуација (замало незгода) и саобраћајних прекршаја са друге стране.

На самом почетку размотрићемо како пол, старост и возачко искуство утичу на доживљавање љутње и испољавање агресије у вожњи. У ранијим истраживањима откривено је да мушкарци врше опасније саобраћајне прекршаје и понашају се агресивно на путевима чешће од жена (Åberg и Rimmö, 1998; Blockley и Hartley, 1995; Lawton и остали, 1997; Reason и остали, 1990), тако да су и наша очекивања била да ће мушкарци пријавити већи степен љутње на UKDASU-у и чешће испољавање агресивних одговора на DAX-у. Међутим наша очекивања нису потврђена, јер није било претпостављених разлика у односу на пол.

У нашем истраживању није добијена значајна разлика у доживљавању љутње у зависности од старости возача. С друге стране, возачи који припадају старосној групи 18-30 година испољавају више агресивних одговора од возача старости 31-45 год. и 46 и више год. Ови резултати имплицирају да возачи различитог узраста једнако доживљавају љутњу током вожње, али реагују различито, у смислу да млађи возачи реагују агресивније.

Када је у питању разлика у односу на возачко искуство, резултати су нам показали да возачи који имају мање возачког искуства доживљавају више љутње и испољавају више агресије у вожњи у односу на возаче са више возачког искуства.

Што се тиче црта личности, наши резултати показују да се оне црте личности које се обично сматрају пожељним (изузев екстраверзије) негативно повезане са доживљавањем љутње и испољавањем агресије, док је неуротицизам позитивно повезан. То значи да можемо очекивати да су емоционално стабилне особе, сарадљиве и савесне у мањој мери склоне да доживе љутњу и испоље агресију током вожње. Око 20% варијансе доживљавања љутње и испољавања агресије у саобраћају се може предвидети на основу црта личности. Иако се испитивањима структуре личности учесника у саобраћају не придаје посебна важност овај проценат би могао подстакнути друге истраживаче да темељније испитају дату област.

Испитивање повезаности између мотива журбе, остављање утиска на друге, забаве у вожњи, избегавања казне и одговорности показало је да је мотивација изузетно важан фактор у доживљавању љутње и испољавању агресије током вожње. У доживљавању љутње током вожње 22% њене варијансе може се објаснити мотивацијом. При том се као најзначајнији мотив показао мотив остављања утиска на друге (обухвата 19% варијансе љутње током вожње). Када је у питању испољавање агресије током вожње најзначајнији је мотив журбе (29% варијансе), док мотивација у целини објашњава чак 35% варијансе агресије. Чини се да возачи који не успевају да задовоље свој мотив остављања утиска на друге у највећој мери доживљавају љутњу, док ометање достизања циља путовања у највећој мери изазива испољавање агресије у вожњи.

Већина испитаних ставова има очекивани однос према доживљавању љутње и испољавању агресије током вожње. За предикцију доживљавања љутње најбитнији је позитиван став према брзој вожњи (12% укупне варијансе), док ставови заједно одређују 15% варијансе љутње. Моћ предвиђања агресије током вожње помоћу ставова је знатно већа и износи 32% варијансе агресије. И овде је најзначајнији позитиван став према брзој вожњи (26% варијансе агресије).

Ако у једначину регресионе анализе уведемо мотивацију, личност и ставове видећемо да се на основу њих може одредити 35% варијансе љутње и 46% варијансе агресије. Иако су ти проценти значајни они остављају пуно простора за деловање неких других варијабли, као што су фактори ситуације и окружења. На основу до сада дискутованих резултата можемо закључити да је за предикцију љутње и агресије током вожње најзначајнија мотивација возача.

Према нашим очекивањима, корелације између љутње и агресије су значајне и позитивне, као и корелације подврста љутње и агресије. Агресију током вожње можемо предвиђати на основу доживљавања љутње (32% варијансе). За предвиђање агресије као најзначајнија показала се љутња због ометеног кретања (30% варијансе). Овај податак је посебно интересантан јер се слаже са подацима о предвиђању агресије током вожње помоћу мотива журбе. Наиме, мотив журбе је најзначајнији за испољавање агресије у вожњи, те је логично да особа која се љути због ометеног стицања до циља путовања показује агресивно понашање као реакцију на фрустрацију.

Када смо агресивну вожњу третирали као независну варијаблу у односу са ризичним понашањем у саобраћају добили смо очекиване резултате. Особе које се понашају агресивно у саобраћају имају већи број саобраћајних незгода, чешће су укључене у ризичне ситуације и праве већи број саобраћајних прекршаја.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Åberg L., Rimmö P.-A.: *Dimensions of aberrant driver behaviour*, Ergonomics 41:39-56, 1998.
- [2] American Automobile Association: *Aggressive driving three studies*. Washington, DC: American Automobile Association Foundation for Traffic Safety, 1997.
- [3] Baron RA., Richardson DR.: *Human Aggression* (2nd ed.). New York: Plenum Press, 1994.
- [4] Berkowitz L.: *Aggression: Its causes, consequences, and control*, Philadelphia, PA: Temple University Press, 1993.
- [5] Ellison-Potter P., Bell P., Deffenbacher J.: *The effects of trait driving anger, anonymity, and aggressive stimuli on aggressive driving behavior*, Journal of Applied Social Psychology 31:431-443, 2001.
- [6] Inić M.: *Bezbednost drumskog saobraćaja*, 6. izdanje, FTN Novi Sad, 2004.
- [7] Krahé B., Fenske I.: *Predicting aggressive driving behavior: The Role of macho personality, age, and power of car*, Aggressive Behavior 28:21-29, 2002.
- [8] McGarva AR., Steiner M.: *Provoked driver aggression and status: a field study*, Transportation Research Part F 3:167-179, 2000.
- [9] Näätänen R., Summala H.: *Road-user behavior and traffic accidents*, New York: American Elsevier Publishing Company, 1976.
- [10] Parker D., Lajunen T., Summala H.: *Anger and aggression among drivers in three European countries*, Accident Analysis and Prevention 34:229-235, 2002.
- [11] Parry MH.: *Aggression on the road*. London, Tavistock Publications, 1968.
- [12] Shinar D.: *Aggressive driving: the contribution of the drivers and the situation*, Transportation Research Part F 1:137-160, 1998.
- [13] Tillman WA., Hobbes GE.: *The accident prone automobile driver*, American Journal of Psychiatry 106:321-331, 1949.
- [14] Ulleberg, P., Rundmo, T.: *Personality, attitudes and risk perception as predictors of risky driving behaviour among young drivers*, Safety Science 41: 427-443, 2003.

EFFECTS OF PERSONALITY TRAITS, MOTIVATION AND ATTITUDES AT DRIVING ANGER AND AGGRESSIVE BEHAVIOR IN TRAFFIC

Summary: *Aggressive driving is a phenomenon that takes on almost epidemic proportions all over the world. In order to understand this phenomenon, we must know which elements provoke drivers to feel anger and later to express it through aggression. The goal of this study was examination of individual difference variables in drivers in Serbia in relation to anger and aggressive driving behaviour. Examination of these differences was performed according to gender, age, driving experience, personality traits, motivation and attitudes. Obtained results show that there is no difference between experiencing of anger and expression of aggression regarding gender of participants; age does not influence the experienced anger, but younger participants have expressed more aggressive driving from older participants. Less experienced drivers have experienced more total anger and have expressed more aggressive driving than more experienced drivers. Motivation showed itself as the most important predictor of aggressive driving.*

Key words: *Driving anger, aggressive driving, motivation of drivers.*

МОДЕЛИРАЊЕ КРЕТАЊА САОБРАЋАЈНОГ ТОКА ПРИМЕНОМ ТЕОРИЈЕ МАСОВНОГ ОПСЛУЖИВАЊА

Радомир Гордић¹

Резиме: У раду је приказано моделирање саобраћајног тока применом теорије масовног опслуживања. Разрађени и усавршени модел обезбеђује брзо и једноставно симулирање саобраћајног тока различитих карактеристика. Приказани су: основни појмови теорије масовног опслуживања примењени на кретање возила, основне карактеристике рада пута као система масовног опслуживања и методологија симулирања интервала слеђења и брзине возила.

Кључне речи: Љутња у вожњи, агресија у вожњи, мотивација возача.

УВОД

Саобраћајни ток, са својом разноврсношћу представља масовни процес, чије су основне карактеристике: проток, структура (састав) и средња брзина. Карактеристике тока и њихова промена зависе од великог броја фактора, па се зато ток возила може посматрати као низ случајних догађаја.

Због ових карактеристика саобраћајног тока и система возач-возило-пут-околина (В-В-П-О) у истраживању и оптимизацији саобраћајног тока може се ефикасно корисити теорија масовног опслуживања (ТМО), а кретање возила на путу може се посматрати као систем за масовно опслуживање (СМО) [1,2,3]. За такво истраживање неопходно је дефинисати терминологију и основне појмове, који ће се користити у раду, сагледати основне карактеристике рада пута као СМО и симулирати параметре кретања возила, интервал слеђења и брзину кретања.

ОСНОВНИ ПОЈМОВИ И ПРЕТПОСТАВКЕ ТЕОРИЈЕ МАСОВНОГ ОПСЛУЖИВАЊА ПРИМЕЊЕНЕ НА КРЕТАЊЕ ВОЗИЛА

Саобраћајна трака, представља, **канал опслуживања.** Захтев за опслуживање изражава се кроз наилазак динамичког одстојања² [3] (габарита) аутомобила L_d на одређени, попречни пресек пута (саобраћајне траке).

¹ др Радомир С. Гордић, дипл. инж. саобраћаја, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_mail: gordicradomir@gmail.com

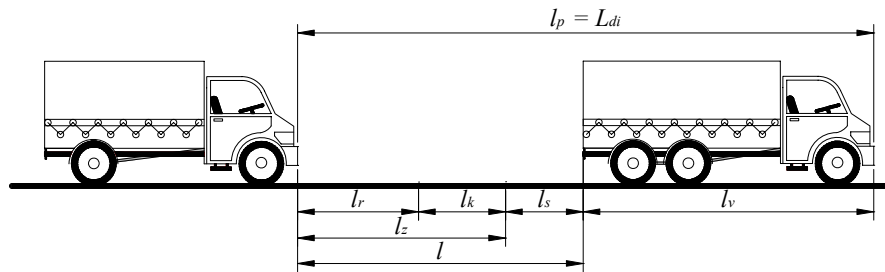
Опслуживање је, пропуштање динамичког одстојања аутомобила кроз одређени попречни пресек пута (саобраћајне траке).

Код овако усвојених појмова испуњен је основни захтев за рад канала, да се у њему код опслуживања налази само један захтев, тј. друга возила не долазе на попречни пресек док исти не буде слободан.

Време опслуживања је временски интервал у току кога возило пређе пут једнак динамичком одстојању:

$$t_{oi} = \frac{L_{di}}{V_i} [s] \quad (1)$$

Под **динамичким одстојањем** L_{di} [m] подразумева се безбедно растојање које обезбеђује кочење и потпуно заустављање возила пред препреком [4]. Елементи динамичког одстојања L_{di} – растојања слеђења возила у саобраћајном току, шематски су приказани на слици 1, а аналитички описани изразом (2).



Слика 1. Елементи динамичког одстојања L_{di}
(растојања слеђења између возила) [2]

$$L_{di} = l_r + l_k + l_s + l_v = l_z + l_s + l_v = \frac{V_i \cdot t_r}{3,6} + \frac{V_i^2 \cdot k_e}{254,3(f + \mu + r \pm i)} + l_s + l_v [m] \quad (2)$$

где је:

l_r – дужина пута реаговања (возача и возила) [m],

l_k – дужина чистог пута кочења [m],

l_s – дужина сигурносног (динамичког l_d –) одстојања [m],

l_v – дужина возила [m],

l_z – дужина зауставног пута $l_r + l_k$ [m],

l – одстојање³ [4] између возила [m],

² У нашој литератури користи се појам "**брuto одстојање**", а у руској "**динамички габарит**". Сматрам најпогоднијим израз "**динамичко одстојање**" који се користи у овом раду, јер је то одстојање функција брзине и других динамичких карактеристика саобраћајног тока.

³ У Теорији саобраћајног тока уместо овог, користи се израз "**растојање**". У војном саобраћају овај термин пренет је из тактике, јер означава меру за распоред јединице по дубини. У тактици се простори између јединица по дубини називају "**одстојања**", а по фронту "**растојања**".

$l_p = L_{di}$ – прорачунско одстојање [5,6], динамички габарит, или бруто одстојање⁴ [m],

V_i – брзина кретања возила (V_u на уском грлу)-меродавна брзина [km / h],

t_r – време реаговања возача и возила (узима се највише 1 [s]),

k_e – коефицијент експлоатационог стања кочница (само ако нису кочени сви точкови),

f – коефицијент отпора ваздушне средине (до $V = 60$ [km / h] узима се 0),

μ – коефицијент уздужног пријањања точкова с коловозом,

$r(\omega)$ – коефицијент отпора котрљања,

i – уздужни нагиб пута (+ успон, - пад) у децималном облику (тангенс α).

Израз (2) у путоградњи представља критеријум за одређивање прегледности⁵ при кочењу. Код израчунавања L_{di} за t_r , μ и k_e узимају се просечне, а не рачунске вредности.

Параметар тока (потока)⁶ λ је број возила, који се појављује на попречном пресеку пута у јединици времена (у једној секунди) [7],

$$\lambda = \frac{Q}{3600} [\text{voz} / \text{s}], \quad (3)$$

где је:

Q – проток саобраћајног тока по десној саобраћајној траци [voz / h],

λ – интензитет улазног (неопслуженог) протока-потока аутомобила [voz / s].

Зависно од могућности несметаног проласка по траци (каналу опслуживања), могу настати различите ситуације које условљавају квалитет функционисања (рада) система. У основне показатеље који карактеришу рад овог система, код кретања возила спадају: време ометања, брзина тока, вероватноћа ометања и број ометаних возила.

Вероватноћа ометања изражава догађај који се јавља кад динамичко одстојање i – тог возила на датом попречном пресеку преклопи динамичко одстојање возила испред себе ($i-1$). Таква ситуација јавља се ако је у саобраћајном току забрањено претицање⁷. Тада је неопходно да i – то возило смањи брзину да би одржавало минимално безбедно одстојање, због чега долази до сметњи у току (кретању), па се ово може сматрати вероватноћом ометања.

⁴ У литератури има и другачијих схватања, В. М. Кисљаков и сар., под овим појмом подразумева зауставни пут возила. "Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и пешеходов", "Транспорт", Москва, 1979, стр. 33.

⁵ Прегледност представља могућност сагледавања сметње која изискује кочење. Правилник о техничким нормативима и основним увјетима којима јавне цесте изван насеља и њихови елементи морају удовољавати с гледишта сигурности промета, СЛ СФРЈ, 11, 1980.

⁶ У ТМО користи се израз "поток-проток клијената-догађаја-возила" а у Теорији саобраћајног тока, ток возила.

⁷ Такви су организовани колонски токови и токови на деоницама пута где је претицање забрањено из саобраћајно техничких разлога.

Време ометања γ_i је временски интервал у току кога је возило, које затекне попречни пресек пута заузет динамичким одстојањима других возила, принуђено да чека опслуживање на десној траци.

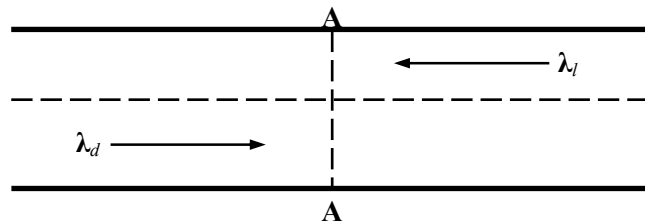
Средња брзина тока је брзина при задатом протоку (у функцији променљивог параметра). Представља брзину опслуженог тока и зависи од тренутне брзине m/v и квалитета рада СМО.

Ометано возило је оно које је принуђено да смањује брзину кретања на посматраном пресеку пута. Број ометаних возила зависи од: протока, његове структуре, брзине и густине, од стања и карактеристика пута, возила и околине.

Квалитет опслуживања се поред овога мери и брзином протока (тока) због тога што она зависи од вероватноће и времена ометања γ_i .

Ови појмови омогућавају да се применом основних поставки ТМО анализира интеракција аутомобила у току и опишу основне законитости саобраћајних токова у сврху оцене рада система В-В-П-О, као и ради оцене параметара саобраћајног тока у различитим путним, временским и организационим условима.

За описивање законитости кретања саобраћајног тока, од већег броја шема ТМО, најефикаснија је једноканална шема са задршком, слика 2.



Слика 2. Једноканална шема СМО са задршком [4]

У случају заузетости пресека $A-A$ возило из тока λ_d не може прећи на траку супротног смера и принуђено је да иде иза возила које задржава. Главни показатељ функционисања система у овом случају је време ометања γ_i .

ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РАДА ПУТА КАО СИСТЕМА МАСОВНОГ ОПСЛУЖИВАЊА

Средње време опслуживања динамичког одстојања на пресеку $A-A$ код приказане шеме СМО, слика 2 кад нема ометања биће једнако:

$$\bar{t}_0 = \frac{\bar{L}_d}{\bar{V}_0} \quad (4)$$

где је:

$\bar{V}_0$ – средња брзина ометеног кретања улазног тока,

$\bar{L}_d$ – средња вредност динамичног одстојања улазног потока.

За одређени проток Q_d возила у саобраћајном току, средње време заузетости пресека $A - A$ динамичким одстојањима је:

$$\bar{t} = Q_d \cdot \bar{t}_0 \quad (5)$$

Ако ово сведемо на један сат, добићемо релативно средње време (у односу на $3600 [s]$) заузетости пресека $A - A$,

$$\bar{t}_r = \frac{Q_d \cdot \bar{t}_0}{3600} = \lambda_d \cdot \bar{t}_{0i} \quad (6)$$

Ово је вероватноћа ометања. Ово је у ствари вероватноћа да ће наредно L_{di} захтевати опслугу пре него што претходно $L_{d(i-1)}$ буде опслужено. Због немогућности претицања наредно динамичко одстојање принуђено је да смањује брзину кретања због предходног одстојања. Возила која се нађу у овој ситуацији сматрамо да су ометана у слободном кретању од возила испред себе. Вероватноћу тог догађаја означимо са:

$$p_i = \lambda_d \cdot \bar{t}_{0i} \quad (7)$$

За кретање саобраћајног тока карактеристичне су, максимална брзина V_{max} и средња брзина $\bar{V}_0$. Максимална брзина је дозвољена брзина у конкретним условима. Средња брзина одржава кретање кад нема сметњи (нема возила која успоравају и заостају) па се може сматрати да одговара брзини слободног кретања (тока). Стварна брзина кретања се разликује због интеракција у току. Мерило квалитета кретања (ефикасности) на путу је стварна брзина, јер она одражава реалне услове кретања возила у току са задатим протоком и структуром.

Стварна брзина кретања зависи од:

- а) средње брзине кретања $\bar{V}_0$ (брзина слободног кретања-тока) и
- б) дисперзије брзине слободног тока, која одржава услове кретања и квалитет организације.

Предпоставимо да је брзина кретања моторних возила која су принуђена да смањују брзину једнака брзини ометаних возила. Брзина возила која нису принуђена да смањују брзину и чекају опслуживање зависи од дисперзије брзине и износи:

$$V = (1 - p_i) \cdot V_{si} [km/h] \quad (8)$$

где је:

V – компонента брзине возила која нису принуђена да смањују брзину кретања,

$P_n = 1 - p_i$ – вероватноћа да возила неће бити ометана у кретању и

V_{si} – стварна брзина кретања возила која не смањују брзину.

Према томе, брзина посматраног возила кроз пресек $A - A$ при заданом протоку једнака је:

$$V(Q) = p_i \cdot \bar{V}_0 + (1 - p_i) \cdot V_{si} [km/h] \quad (9)$$

Основни фактор који утиче на p_i , V_{si} и $V(Q)$ је минимално безбедно одстојање L_{bi} , које је веће или једнако L_{di} :

$$L_{bi} \geq L_{di} \quad (10)$$

Ако је L_{di} динамичко одстојање посматраног возила онда ће код слободног кретања (кад нема ометања) возило прећи L_{di} за време:

$$t_i = \frac{L_{di}}{V_0} \quad (11)$$

Код великог протока на брзину возила утичу и други аутомобили тока па је:

$$V(Q) \leq \bar{V}_{si}$$

У том случају време кретања возила на путу дужине L_{di} повећава се за интервал времена γ_i :

$$V_{si} = \frac{L_{di}}{t_i + \gamma_i} = \bar{V}_0 \frac{t_i}{t_i + \gamma_i} [km/h] \quad (12)$$

Кад се ово узме у обзир онда израз (9) има облик:

$$V(Q) = \bar{V}_0 \left\{ p_i + (1 - p_i) \frac{t_i}{t_i + \gamma_i} \right\} [km/h] \quad (13)$$

На овај начин може се одредити стварна брзина сваког возила, ако се зна γ_i . Према изразу (13) може се одредити брзина у функцији било ког параметра саобраћајног тока, или подсистема В-В-П-О, који се на улазу задаје као променљива величина.

За одређивање γ_i , размотримо прелаз од слободног кретања на згуснути ток неког потока. Код малог протока $Q \rightarrow 0$, брзине кретања кроз пресек $A - A$ одговарају брзинама слободног кретања. Ако повећамо проток Q долази до смањења брзине, односно прелази се од слободног кретања на згуснути ток. Ако повећамо Q , а задржимо брзину слободног кретања, V_0 потребно је дозволити међусобну независност кретања возила (дозволити претицање). Такав ток се може сматрати стихијским и неорганизованим. Деловање возача у току потчињено је захтеву ефикасног и безбедног кретања, па је зато такав ток организован и детерминисан. Са становишта ТМО стихијски и неорганизовани ток је проток клијената који долази (улази) у СМО; стварни ток аутомобила је излазни (опслужени) поток.

Излазни поток се карактерише рачунским протоком Q_d , брзином слободног кретања $\bar{V}_0$ и независном расподелом интервала између возила.

Опслуживањем ћемо сматрати пролазак возила динамичким одстојањем L_{di} кроз пресек $A - A$.

Време опслуживања је:

$$t_i = \frac{L_{di}}{V_i} [s] \quad (14)$$

Сматраћемо да је у неком моменту пресек $A - A$ заузет ако се на њему налази динамичко одстојање било ког возила. Пресек је просечно заузет у току:

$$\bar{t}_0 = \frac{L_0}{V_0} [s] \quad (15)$$

где је:

$L_0 = L_{di}$ – средња вредност динамичког одстојања,

$V_0 = V_{0i}$ – средња вредност брзине слободног кретања.

За време t_0 на пресек $A-A$ може доћи из улазног (потока): 0, 1, 2, ... возила.

Свако возило због потребе да одржава минимално безбедно одстојање од возила испред себе принуђено је да чека док се пресек не ослободи. Због тога се јавља застој у опслуживању кретања возила, односно време кретања возила кроз пресек $A-A$ се повећава за γ_i .

Нас интересује брзина потпуно одређеног возила. Тада се у моменту приласка посматраног возила пресеку $A-A$ испред њега налази $j-1$ ($j=0,1,2,\dots,k$) возила.

Издвојимо две следеће ситуације:

1. Због одржавања минималног безбедног одстојања прво возило у реду (и следећа) треба да чекају док се пресек $A-A$ не ослободи динамичког одстојања возила испред њега.
2. Последње возило (посматрано) реда треба да чека док кроз пресек $A-A$ прођу сва возила реда са минималним безбедним (одстојањем) интервалима. У том случају величина γ_i састоји се од два сабирка:

$$\gamma_i = \tau_i + T_i \text{ [s]} \quad (16)$$

где је:

τ_i – компонента γ_i , која одржава ситуацију 1,

T_i – компонента γ_i , која одржава ситуацију 2.

$$\gamma_i = \frac{1}{2} \lambda_d \cdot t_0 \left(1 - \frac{\sigma_0^2}{V_0^2} \right) \cdot \left\{ \frac{L_{di}}{V_0} + \frac{\lambda_u \cdot t_0^2}{1 - \lambda_u \cdot t_0} \right\} \text{ [s]} \quad (17)$$

где је:

σ_0^2 – дисперзија брзине ометаних возила (слободно кретање), у нашем случају средње брзине,

V_0 – брзина слободног (ометаног) кретања возила на датој деоници,

Q_d – проток директног (десног) и Q_i – проток сусретног (левог) тока,

σ – структура тока која омогућује да се одреди дисперзија брзине слободног кретања по формули:

$$\sigma_0^2 = \sum_i p_i \left[\sigma_i^2 + (V_0 - V_i)^2 \right] \quad (18)$$

СИМУЛАЦИЈА ИНТЕРВАЛА СЛЕЂЕЊА ВОЗИЛА У САОБРАЋАЈНОМ ТОКУ

Познато је да интервали наилаaska (слеђења) возила на пресек пута, (саобраћајне траке) имају експоненцијалну расподелу [7,8,9], а интензитет улазног потока износи λ [voz/s]. С обзиром на ову законитост интервали слеђења возила t_i [s] на пресеку $A-A$, слика 2, симулирају се на следећи начин:

На основу густине расподеле $f(t)$ случајне променљиве T , слика 3, која је једнака:

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t} \text{ за } \lambda > 0 \text{ и } t > 0 \quad (19)$$

израчунавамо функцију расподеле $F(t)$, слика 3, која је једнака:

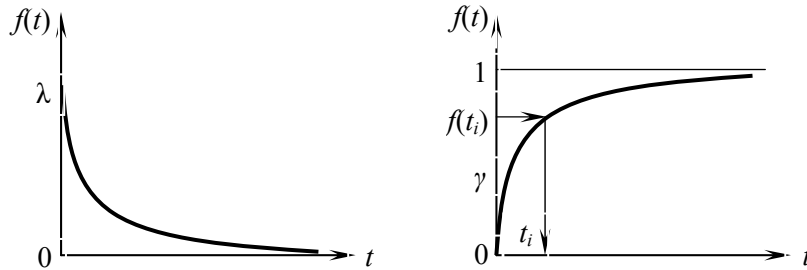
$$F(t) = \int_0^t f(t) dt = \int_0^t \lambda \cdot e^{-\lambda t} dt = 1 - e^{-\lambda t} \quad (20)$$

Функција расподеле $F(t)$ је равномерно расподељена на интервалу $(0,1)$. Ако се она изједначи са случајним бројем γ , који је такође равномерно расподељен на интервалу $(0,1)$, а који представља време ометања, биће:

$$1 - e^{-\lambda t} = \gamma$$

из чега следи:

$$t_i = -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - \gamma). \quad (21)$$



Слика 3. График густине $f(t)$ и функције $F(t)$ експоненцијалне расподеле [7,8]

Симулацијом различитих вредности случајног броја γ , добијају се различите вредности интервала слеђења возила у саобраћајном току. Пошто величина $1 - \gamma$ има исту расподелу као и γ , следи да је:

$$t_i = -\frac{1}{\lambda} \ln \gamma \quad (22)$$

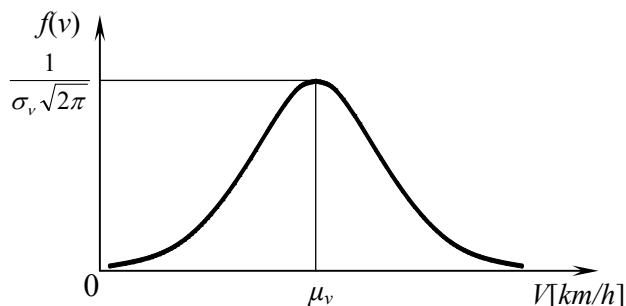
Израз (22) представља алгоритам за моделирање интервала слеђења возила у саобраћајном току, који има експоненцијалну расподелу, где је γ случајни број равномерно расподељен на интервалу $(0,1)$ а λ интензитет улазног потока $[voz / s]$.

СИМУЛИРАЊЕ БРЗИНЕ КРЕТАЊА ВОЗИЛА

Брзина кретања подлеже нормалној расподели [7,8,9], са математичким очекивањем μ_v и стандардним одступањем σ_v .

Густина нормалне расподеле $f(v)$, слика 4, гласи:

$$f(v) = \frac{1}{\sigma_v \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v - \mu_v)^2}{2\sigma_v^2}} \quad (23)$$


 Слика 4. График густине нормалне расподеле $f(v)$ [7,8]

Пошто је за симулацију брзине возила V потребно наћи функцију расподеле $F(v)$ и њену инверзну функцију $F^{-1}(v)$, па онда успоставити везу између брзине возила и случајног броја γ , погодније је наћи случајну променљиву T [4,7,9] која гласи:

$$T = \frac{V - \mu_v}{\sigma_v} \quad (24)$$

и симулирати њене вредности па из ње изразити V , које је једнако:

$$V = \mu_v + \sigma_v \cdot T \quad (25)$$

Симулација случајне променљиве T врши се на следећи начин:

$$T = \frac{Y - \mu_y}{\sigma_y} \quad (26)$$

Случајна променљива Y се добија ако се сабере n случајних бројева [9] према релацији:

$$Y = \sum_{i=1}^n \gamma_i \quad (27)$$

Параметри случајне променљиве Y су:

$$\mu_y = M(Y) = n \cdot M(\gamma) = n \cdot \frac{1}{2} = \frac{n}{2} \quad (28.1)$$

$$M(\gamma) = \frac{1}{2} \quad (28.2)$$

$$\sigma_y = D(Y) = n \cdot D(\gamma) = n \cdot \frac{1}{12} = \frac{n}{12} \quad (28.3)$$

$$D(\gamma) = \frac{1}{12} \quad (28.4)$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{n}{12}} \quad (28.5)$$

Стандардизована случајно променљива T је једнака:

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_i - \frac{n}{2}}{\sqrt{n/12}} \quad (29)$$

С обзиром да мали број сабирака случајних бројева γ у збиру даје случајно променљиву са нормалном расподелом, узима се да је $n = 12$.

Стандардизована случајно променљива T је једнака:

$$T = \sum_{i=1}^{12} \gamma_i - 6 \quad (30)$$

па на основу израза (25) и (30) следи да је:

$$V = \mu_v + \sigma_v \left(\sum_{i=1}^{12} \gamma_i - 6 \right) \quad (31)$$

Израз (31) представља алгоритам за моделирање брзине кретања возила у саобраћајном току, са нормалном расподелом брзине.

ЗАКЉУЧАК

Теорија масовног опслуживања, користи се у истраживању и оптимизацији свих логистичких послова, које карактеришу неодређеност и стохастички процеси. Због тога је примена метода ТМО, погодна за решавање различитих задатака у области саобраћаја.

Симулацијом брзине и интервала слеђења (наиласка) возила на пресек пута (саобраћајне траке) успоставља се имитациони модел саобраћајног тока. Основне карактеристике овако успостављеног саобраћајног тока су нумеричке карактеристике рада пута као СМО, у које спадају: време наиласка возила на пресек пута, време ометања, време опслуживања возила, време чекања СМО/канала/пресека пута, време ослобађања и време потпуне заузетости СМО, брзина слободног тока и брзина при задатом протоку (у функцији променљивог параметра), број ометаних и неометаних возила и вероватноћа ометања возила. Анализом ових карактеристика могу се сагледати интеракције између возила у саобраћајном току и анализирати основне величине за описивање колонског саобраћајног тока: брзина, густина и проток. Погодном процедуром на рачунару се могу графички приказати карактеристични параметри саобраћајног тока, па се тако могу добити дијаграми: "БРЗИНА-ТОК", "ТОК-ГУСТИНА" и "БРЗИНА-ГУСТИНА", који приказују законитости које владају у саобраћајним токовима. У моделу се могу варирати различити параметри саобраћајног тока и динамичког одстојања L_{di} (израз 2), у складу са резултатима ранијих истраживања, или се могу симулирати у току реализације модела⁸. На овај начин промене у саобраћајном току могу се посматрати у функцији променљивог параметра.

Према изнетом, имитационо моделирање као метода ТМО, може се ефикасно користити у истраживању и оптимизацији саобраћајног тока. Овај рад представља теоријско, а након реализације на рачунару и апликативно унапређење у области оптимизације и истраживања саобраћајног тока и кретања возила. Приказани модел, солидна је основа за унапређење управљања саобраћајем, а посебно истраживање критеријума ефикасности

⁸ У току реализације имитационог модела може се мењати 10 различитих параметара саобраћајног тока и динамичког одстојања.

саобраћајног тока, вишекритеријумско рангирање решења и оцену ефикасности кретања у реалном времену у сврху управљања саобраћајем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гордић С. Р.: *Израчунавање основних карактеристика рада пута као система масовног опслуживања*, семинарски рад из предмета "Операциона истраживања I", ТВА КоВ ЈНА, Загреб, 1983.
- [2] Гордић С. Р.: *Анализа кретања организованог колонског саобраћајног тока и критеријума његове ефикасности*, магистарски рад, ТВА КоВ ЈНА, Загреб, 1983. године.
- [3] Гордић С. Р.: *Ефикасност организованог војног колонског саобраћајног тока*, докторска дисертација, Војна академија, Школа националне одбране, Београд, 2005. године.
- [4] Калужский А. Ј. и сот.: *Применение теории массового обслуживания в проектировании автомобильных дорог*, Транспорт, Москва, 1969.
- [5] Белић С.: *Организација путног саобраћаја (војни део)*, ТШЦ КоВ ЈНА, Загреб, 1974.
- [6] Дозет С. и сар.: *Саобраћајно обезбеђење оружаних снага*, "ВИНЦ", Београд, 1988.
- [7] Вукадиновић В. С.: *Елементи теорије масовног опслуживања*, Научна књига, Београд, 1975.
- [8] Вукадиновић В. С.: *Елементи теорије вероватноће и математичке статистике*, Привредни преглед, Београд, 1978.
- [9] Вукадиновић В. С. и сар.: *Метода Монте-Карло*, скрипта Саобраћајни факултет, Београд, 1977.

MOVEMENT MODELING OF THE TRAFFIC FLOW BY APPLYING THE THEORY OF MASS SERVICE

Summary: *In the essay modeling of the traffic flow has been shown by applying the theory of mass service. Elaborated and perfected model provides fast and simple simulation of the traffic flow with different characteristics. Elements shown in the essay: basic terms of mass service theory applied on automobile movement, basic characteristics of road function as a system of mass service and simulation methods in following breaches and vehicle speed.*

Key words: *Model, traffic flow, dynamic distance, queueing.*

МОДЕЛИРАЊЕ КРЕТАЊА ВОЈНЕ МОТОРИЗОВАНЕ КОЛОНЕ

Радомир Гордић¹

Резиме: Овај рад представља реализацију имитационог модела приказаног у [1], којом је моделирано кретање војне моторизоване колоне. Разрађени и усавршени модел обезбеђује брзу и једноставну реализацију истраживања моторизованих колона различитих карактеристика. У раду су приказани: принципи функционисања колоне као система, организациона структура репрезентативног колонског тока, аналитички модели и упоредна анализа резултата моделирања реалног војног колонског тока аутомобилских јединица.

Кључне речи: Љутња у вожњи, агресија у вожњи, мотивација возача.

УВОД

Саобраћајна подршка борбених задатака војске може се унапредити повећањем ефикасности и оптимизацијом кретања. У реализацији борбених задатака војска се најчешће креће у организованим колонама. Да би извршили истраживање ефикасности и оптимизацију кретања организоване војне колоне извршено је њено моделирање. За то је разрађен и усавршен модел за симулацију кретања реалног (стварног) саобраћајног војног колонског тока аутомобилских јединица (*атј*) [2], који је развијен у истраживањима [3,4]. Да би се могло приступити моделирању² кретања војне моторизоване колоне, неопходно је познавати: функционисање колоне као система, њену организациону структуру, теоријске моделе организације кретања и специфичности репрезентативног колонског тока.

ФУНКЦИОНИСАЊЕ КОЛОНЕ КАО СИСТЕМА У ПРОСТОРУ И ВРЕМЕНУ

Колона³ је сложен организациони, динамички систем, кибернетских својстава, који се састоји од елемената-подсистема, који су такође, по својим

¹ др Радомир С. Гордић, дипл. инж. саоб, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е-mail: gordicradomir@gmail.com

² Одговарају и термин симулирању (симулација), или имитирању (имитација), јер су то синоними.

³ Под појмом "колоне" подразумева се војна моторизована колоне (колоне војних моторних возила).

карактеристикама сложени [2]. То је специфичан облик саобраћајног тока стохастичко-детерминистичких својстава чији се рад проучава као рад система за масовно опслуживање (СМО) коришћењем принципа и поставки теорије масовног опслуживања (ТМО).

Рад система одвија се на следећи начин. На попречни пресек пута $A-A$, слика 2, [1], који има по једну саобраћајну траку за кретање у оба смера, у случајним моментима времена T наилазе моторна возила (m/v) . Брзина кретања m/v , $V [km/h]$ је случајна величина. Време опслуживања m/v , $t_{0i} [s]$ је такође случајно.

Претходним истраживањима утврђено је:

- време опслуживања $t_{0i} [s]$ динамичког одстојања возила, $L_{di} [m]$ зависи од организације и стања система возач-возило-пут-околина (В-В-П-О) и на њега утиче више фактора, па се њихов утицај не може једнозначно и једноставно одредити коришћењем аналитичких метода [4],
- временски интервал $t_i [s]$ између наилаaska два узастопна возила има експоненцијалну расподелу [5,6,7], а интензитет улазног потока⁴ возила је $\lambda [voz/s]$,
- брзина кретања има нормалну расподелу [5,7,8], са математичким очекивањем μ_e и стандардним одступањем σ_e , које се разликују за поједине организационе облике колоне.

Пут ради непрекидно у току дана на следећи начин: возило које дође на опслуживање у тренутку t_i , ако је пресек $A-A$ слободан опслужује се пропуштањем његовог динамичког одстојања кроз пресек $A-A$, а ако је пресек $A-A$ заузет динамичким одстојањем претходног возила, возило смањује брзину кретања и чека да претходно динамичко одстојање буде опслужено, па се онда оно прима на опслуживање.

На основу ових података и уведених ограничења потребно је разрадити алгоритам за имитирање кретања колоне војних возила, написати програм за реализацију истог на рачунару и за $i=1,2,...,r$ реализација одредити нумеричке карактеристике рада система.

Да би решили уочени проблем, поред описаних карактеристика колоне, неопходно је познавати њену организациону (маршевску) структуру, начин груписања возила у војним колонама и специфичности репрезентативних колонских токова. Колонска кретања су, без обзира што садрже елементе детерминизма, због великог броја утицајних фактора, који су променљиви у простору и времену, стохастички процеси и има смисла проучавати их применом ТМО и Теорије вероватноће.

Стохастичка природа војног саобраћајног тока, условљена је у знатној мери деловањем возача, који управља возилом доносећи различите одлуке, на

⁴ У ТМО уобичајено је да се каже улазни, или излазни поток (клијената, догађаја и сл.). У овом случају то је саобраћајни ток-поток возила одређених карактеристика (интензитет, састав-структура и брзина).

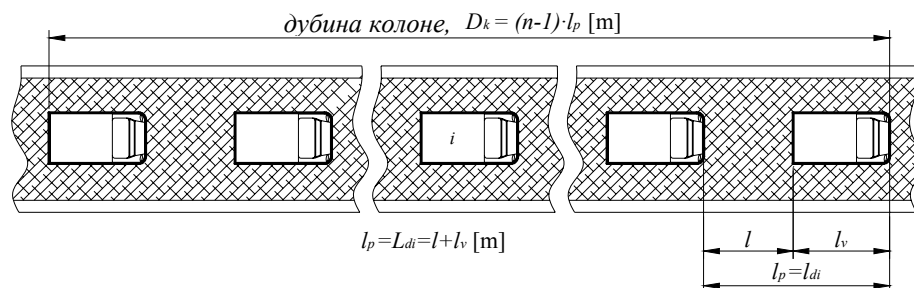
основу информација које "прима" од пута, околине и мерних уређаја на возилу, које су такође променљиве. Поред тога пут и путна ситуација, као и деловање осталих возила у току доприносе стохастичком карактеру система. Возило са својим уређајима, елементима надградње, стањем товара и терета, без обзира на прописане нормативе, у интеракцији са осталим елементима система, такође доприноси његовом стохастичком карактеру. Делови околине променљиви су у простору и времену и зависе од много фактора. Организационе мере зависе од стања система и деловања окружења, али и од субјективних карактеристика лица која их спроводе, па ни оне нису строго детерминистички одређене. Због тога се истраживани систем може симулирати са одређеним елементима случајности.

ОРГАНИЗАЦИОНА (МАРШЕВСКА) СТРУКТУРА РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГ КОЛОНСКОГ САОБРАЋАЈНОГ ТОКА

Организациона структура војних колона, са теоријског аспекта описана је у [9,10], а системски је анализирана у [2] (стр. 53-66, тачка III 1). Зависно од величине јединице, броја возила, густине саобраћаја, доба дана и начина кретања, колона се организује као: **хомогена** (непрекидна) и **нехомогена** (испрекидана).

Хомогена колона је непрекидни низ возила на прорачунским одстојањима l_p , слика 1. Примењује се за јединице са мањим бројем возила (највише 15 до 20 m/v).

Нехомогена колона је скуп више хомогених формација⁵ (колона) у оквиру једне колоне, слика 2. Примењује се за јединице са већим бројем возила. Зависно од начина груписања хомогених формација у колони, састава и броја возила у хомогеној формацији, постоје **формацијски** и **групни** систем организовања нехомогених колона. У пракси је могућ и трећи, **комбиновани** систем.



Слика 1. Хомогена (непрекидна) колона-формација [2]

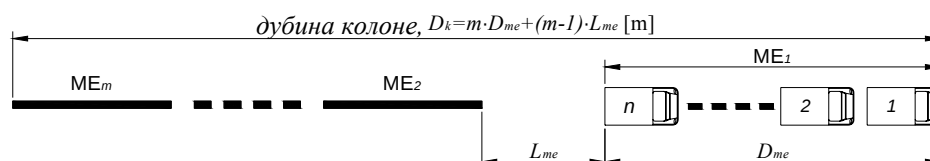
Формацијски систем груписања возила унутар **нехомогене** колоне је груписање возила и **хомогених** колона према формацијској структури

⁵ Појам "формација" има више значења. Потиче од латинске речи "formatio", што у конкретном случају значи **састав уређење** (војске).

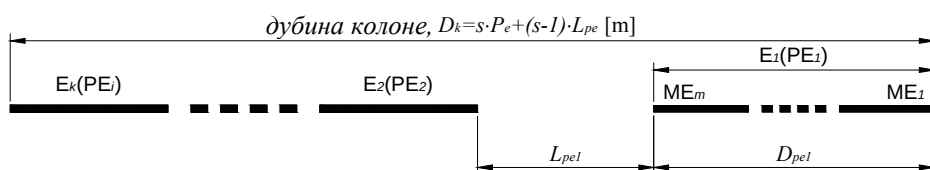
јединице. Суштина је да се возила, без обзира на динамичке карактеристике групишу у **хомогену** колону према припадности јединицама, а ова се укључује у више **нехомогене** колоне. Зависно од формацијске структуре и броја возила, груписање **хомогених** формација унутар **нехомогене** колоне може бити: *једноступено*, *двоступено* и *троступено*⁶, слика 2.

Нехомогене колоне су хијерархијски организоване, слика 2, а по саставу могу бити *једнообразне* и *неједнообразне*. Код *једнообразне* колоне сваки хијерархијски елеменат садржи исти број нижих хијерархијских елемената (подсистема), а код *неједнообразне* се број подсистема разликује на појединим хијерархијским нивоима.

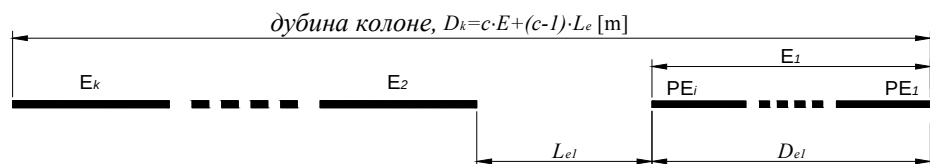
а) Једноступена



б) Двоступена



в) Троступена



Слика 2. Нехомогена (испгекидана) колона возила [2]

Број возила у колони *једнообразне* хијерархијске структуре добија се према изразу:

$$N = k \cdot i \cdot m \cdot n \quad (1)$$

где је:

N – број возила у колони,

k – број ешелона E у колони,

i – број подешелона (ПЕ) у ешелону,

m – број маршевских елемената-група (МЕ) у подешелону и

n – број возила у маршевском елементу-групи.

⁶ Ови појмови детаљно су објашњени у [2] (стр. 93-97, тачка IV 1.4).

У неједнообразној хијерархијској организацији број возила одређује се према изразу:

$$N = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} \quad (2)$$

где је:

i – број маршевских елемената а

j – број возила у маршевском елементу.

Одстојање између појединих формација унутар колоне (МЕ, ПЕ и Е)⁷ рачуна се од задње ивице зачелног возила, претходне, до предње ивице челног возила следеће формације, слика 2.

Зависно од услова и начина кретања колоне, препоручују се следећа одстојања [9,10,11]:

- између маршевских елемената, МЕ (унутар ПЕ и Е) 0,2-0,5 [km],
- између подешелона, ПЕ (унутар Е) 0,5-1,0 [km] и
- између подешелона, ПЕ и Е (унутар колоне) око 2,0 [km].

За формацијски систем груписања возила у колони карактеристично је да је брзина колоне условљена брзином најспоријег возила-средства у колони.

Групни систем организовања нехомогене колоне је груписање возила само у једном степену, са релативно малим бројем возила у појединим МЕ (групама), од 3 до 5. Возила се групишу према динамичким карактеристикама. Групу чине возила истих, или сличних динамичких особина. Код групног система већа су одстојања између возила, а одстојања између појединих МЕ-група релативно су мала.

За моделирање кретања колоне, треба знати карактеристике репрезентативног колонског тока који се истражује. У истраживању је симулиран реални (стварни) саобраћајни ток-колоне аутомобилских транспортних јединица⁸ (amj), по школској формацији. Овом формацијом установљене су следеће amj : аутомобилско одељење ($ато$), аутомобилски вод ($атв$), аутомобилска чета ($атч$) и аутомобилски батаљон ($атб$). Најмања јединица има 6, а највећа 187 m/v .

За наведене amj симулира се колонски ток одговарајуће организационе (маршевске) структуре са прорачунским одстојањем l_p , ($l_p = L_{di}$).

Брзина колоне је прописана [9,10] а одређује се зависно од услова кретања, задатка јединице и стања система. Возачима се задаје деонична брзина $V_d [km/h]$, (планирана-наређена).

Одстојање између возила у колони одређују се према изразу (2), слика 1 [1], а одстојања између формација су фиксна и одређују се у складу са прописаним нормативима [9,10,11]. Динамичко-сигурносно одстојање $l_{di} - l_{si}$ одређује се према уведеним аналитичким моделима. Модел симулације прилагођен је да узима у обзир специфичности колонског тока, кад треба повећати одстојање,

⁷ Објашњење ових појмова видети у [2] (стр. 93-97, тачка IV 1.4).

⁸ Организациона структура и састав колонског тока amj приказани су у [2] (стр. 96, тачка IV 1.4).

нпр. у рату, или кад се превозе специфични терети, у складу са тактичким критеријумима и прописаним нормативима. Овако добијена динамичка одстојања возила $L_{di} [m]$, изражавају се у временским јединицама, па се симулирају временски интервали слеђења возила $t_i [s]$ на пресек пута $A - A$, слика 2 [1]. Симулација интервала слеђења и брзине возила приказана је у [1].

АНАЛИТИЧКИ МОДЕЛИ⁹ ЗА СИМУЛАЦИЈУ КРЕТАЊА КОЛОНЕ

Код моделирања колонског саобраћајног тока, слика 1 и 2, поставља се питање како одредити (шта узети за) l_s ¹⁰, односно l_d , слика 1 [1]? У литератури се, као одговор на ово питање, нуде различите могућности:

$$l_s = 0$$
 ¹¹ (3.1)

$$l_s = l_v$$
 (3.2)

$$l_s = \frac{V_u}{10}$$
 (3.3)

$$l_s = f(v) = 0,5(l_r + l_k) = 0,5 \cdot l_z$$
 (3.4)

Сматра се да је основна карактеристика војног колонског тока брзина, па је логично да тај атрибут пресудно утиче на овај елемент модела, односно да се l_s одређује на основу брзине. Са аналитичког аспекта могућа су три модела колонског саобраћајног тока.

Модел апсолутног безбедног растојања (одстојања) слеђења

Овај модел подразумева да возило наилази на тренутну непокретну препреку на путу, односно да се возило испред њега тренутно зауставља.

Модел се математички може приказати изразом:

$$L_{di} = l_v + \left(\frac{V_u \cdot t_r}{3,6} + \frac{V_u^2}{254,3(\mu \pm i)} \right) \cdot 1,5$$
 (4)

Оваква претпоставка гарантује **потпуну-апсолутну безбедност**, јер се динамичко одстојање наредног возила L_{di+1} никад не може преклопити са одстојањем претходног возила L_{di} . Модел је у пракси **невероватан-немогућ** и карактеришу га велики и непотребни губици капацитета. Модел садржи све елементе приказане изразом (2) [1] и сматра се репрезентативним за војне колонске токове. Сигурносно одстојање, l_s је функција брзине и износи:

$$l_s = f(v) = 0,5 \cdot l_z$$

⁹ У неким изворима користи се термин теоријски модели.

¹⁰ У литератури се користи појам "динамичко одстојање", ако се изражава у функцији брзине, а ако је фиксно користи се израз "сигурносно одстојање", или [12] "резервно безбедно растојање возила".

¹¹ Неки аутори [7] узимају да је ово растојање $l_s = 0$, што се у војном саобраћају не може прихватити, јер би у екстремним ситуацијама безбедност саобраћаја била нарушена.

Модел реалног безбедног растојања (одстојања) слеђења

Овај модел математички се може описати изразом:

$$L_{di} = l_r + \Delta l_k + l_s + l_v \quad (5)$$

Модел представља **реалну ситуацију у саобраћају**. Он садржи део пута кочења Δl_k , јер су могуће две ситуације:

брзина претходног возила $V_i \geq V_{i+1}$ па је $\Delta l_k = 0$ и

$$V_i < V_{i+1}, \text{ па је } \Delta l_k = \frac{V_{i+1}^2 - V_i^2}{254,3(\mu \pm i)}, \text{ јер је } l_{ki} < l_{ki} + 1 \text{ па долази до преклапања}$$

динамичких одстојања.

Модел релативног безбедног растојања (одстојања) слеђења

Овај модел обезбеђује **релативну безбедност**. Заснива се на претпоставци да су сва возила у војном колонском току приближно истих карактеристика (све масе кочене, сва имају хидровакум или хидрауличне кочнице) и да возачи у просеку имају приближно једнако време реаговања t_r .

Теоријски је могуће више облика модела:

$$L_{di} = l_r + \Delta l_k + l_s + l_v, \text{ где је } l_s = \frac{V_u}{10} \quad (6.1)$$

$$L_{di} = l_r + l_s + l_v, \text{ где је } l_s = \frac{V_u}{10}, \text{ или } l_s = l_v \text{ и} \quad (6.2)$$

$$L_{di} = l_r + l_s + l_v, \text{ где је } l_s = 0 \quad (6.3)$$

Овај модел¹² има **теоријски**, а у војсци (у рату нпр.) и **практични** значај. Модел има смисла користити ако је: састав саобраћајног тока једнородан (исти типови возила), мала брзина кретања, ограничен капацитет пута, краће растојање кретања (краћи пут), ако су возачи исте доби (војници) и ако су возачи одморни.

РАЗРАДА АЛГОРИТМА И ПРОГРАМА ЗА СИМУЛАЦИЈУ КРЕТАЊА КОЛОНЕ

Након идентификације постављеног проблема, утврђене су основне математичке релације између појединих параметара, који учествују у симулацији, уочене су интеракције између возила у колони, разрађен је системски дијаграм и написан програм за симулацију колоне на рачунару [3]. На тај начин створени су услови за анализу нумеричких карактеристика рада система [4], као предуслов за оцену ефикасности и оптимизацију колоне [2]. С обзиром да се моделира нехомогена колона, стандардно одступање брзине σ_v није исто у свим организационим елементима колоне. Оно зависи од својстава система и његове хијерархијске структуре. Анализом емпиријских података утврђено је да је одступање стварне од наређене брзине износило 25%, па је то узето у обзир у моделу. Стандардно одступање брзине на појединим организационим нивоима претпостављено је због недостатка

¹² У моделу треба користити l_{vmax} , а не $\bar{l}_v$.

емпиријских података, и то у ПЕ 15%, Е 10% и у колони 5% од наређене брзине (задате на улазу). Изрази: (2), (22) и (31) у [1] омогућавају моделирање колонског саобраћајног тока и проучавање његових карактеристика.

Програм за симулацију кретања колоне, на основу улазних параметара који се задају на почетку, симулира кретање колоне према неком од три описана аналитичка модела. Програмски је одређено да се брзина и интервали наиласка возила моделирају као стохастичко-детерминистичке величине. Време реаговања система возач-возило (В-В) може се задавати фиксно, а може се и моделирати са одређеним параметрима наормалне расподеле, који се задају као улазне величине. За остале параметре колонског саобраћајног тока и система В-В-П-О, на улазу се задају почетне вредности, које се у току моделирања мењају са одређеним кораком на интервалима наведеним у литератури, или добијеним истраживањем.

Као излазне величине из модела добијају се табелирани подаци (табела 1) карактеристични за СМО: време наиласка возила на пресек пута, време ометања, време опслуживања возила, време чекања СМО/канала/пресека пута, време ослобађања и време потпуне заузетости СМО, брзина слободног тока и брзина при задатом протоку, број ометаних и неометаних возила и вероватноћа ометања возила и колоне. Ови подаци чувају се у датотеци, која се програмски отвара, ако није унапред креирана,¹³ а на излазном уређају исписују се по уређеном формату, у облику табела којих има онолико колико је корака променљивог параметра. Ради лакше и брже обраде података, написан је програм за читање, упис у датотеку и испис средњих вредности резултата моделирања (табела 2).

На основу вредности ових података, посебним програмом добијају се параметри за планирање кретања колоне и критеријуми за оцену ефикасност кретања. На овај начин могу се оптимизирати вредности меродавног (одабраног) критеријума ефикасности, па се тако може доћи до норматива појединих параметара од којих зависи ефикасност кретања колоне.

Садржај улазних података, који се итеративно задају на улазу у модел.

У Л А З Н И П О Д А Ц И:

=====

Проток по десној саобраћајној траци је $Q_1 = 300 \text{ [voz / h]}$.

Проток по левој саобраћајној траци је $Q_2 = 300 \text{ [voz / h]}$.

*Колона је организована као **ХОМОГЕНА** формација.*

У колони се креће 187 возила.

Просечна брзина кретања колоне је $V = 45 \text{ [km / h]}$.

Време реаговања возача је $t_r = 0,878 \text{ [sec]}$.

Коефицијент пријањања пнеуматика с коловозом је $\mu = 0,75$.

Уздужни нагиб пута износи $u = 0 \text{ [°]}$.

Средња дужина моторног возила је $l_v = 7 \text{ [m]}$.

У програму се симулира 1000 реализација (колоне).

¹³ Име датотеке може бити задато на улазу, као улазни податак. Ако то корисник не уради, програмски се отвара серијска датотека за смештај и чување података.

Резултати се исписују за првих 11 возила и за првих 5 реализација (колона).

Мења се проток по десној траци у границама од 300 до 1600 [voz / h], са кораком 10.

Подаци се симулирају по моделу **РЕАЛНОГ** безбедног одстојања.

Табела 1. Пример излазних резултата моделирања колонског саобраћајног тока, по моделу РЕАЛНОГ безбедног одстојања слеђења возила

ПРОТОК ПО ДЕСНОЈ САОБРАЋАЈНОЈ ТРАЦИ ЈЕ $Q_1 = 300$ [voz / h].

Основне карактеристике рада пута као система масовног опслуживања

Табела 1.

Време [s]						Брзина [km/h]	Бр. моторних возила			Вероватноћа ометања		
ред. број моторних возила у МЕ	уласка моторних возила у СМО	ометања (задржа вања) (очекивања)	чекања СМО	опслуживања моторних возила	ослобађања СМО	потпуне заузетости СМО	слободног тока	у функцији промене параметара	ометаних	неометаних	i-тог моторног возила	колоне до i-тог моторног возила
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	10	0,000	10,000	2,280	12,280	2,280	43,201	43,201	0	1	0,0000	0,0000
2	20	0,000	7,720	2,305	22,305	4,585	23,628	23,628	0	2	0,0000	0,0000
3	42	0,000	19,695	2,144	44,144	6,728	44,495	44,495	0	3	0,0000	0,0000
4	46	0,000	1,856	1,829	47,829	8,557	42,646	42,646	0	4	0,0000	0,0000
5	48	0,000	0,171	1,843	49,843	10,400	41,654	41,654	0	5	0,0000	0,0000
6	73	0,000	23,157	1,970	74,970	12,370	57,876	57,876	0	6	0,0000	0,0000
7	87	0,000	12,030	1,721	88,721	14,091	52,152	52,152	0	7	0,0000	0,0000
8	93	0,000	4,279	1,921	94,921	16,012	69,311	69,311	0	8	0,0000	0,0000
9	115	0,000	20,079	1,954	116,954	17,966	35,174	35,174	0	9	0,0000	0,0000
10	118	0,000	1,046	2,011	120,011	19,977	50,081	50,081	0	10	0,0000	0,0000
11	132	0,000	11,989	1,889	133,889	21,866	63,430	63,430	0	11	0,0000	0,0000
.....												
187	2230	0,000	5,955	1,747	2231,747	372,757	49,499	49,499	20	167	0,0000	0,0175
.....												
1 просек	0,150	11,132	1,993	2231,747	372,757	42,676	42,311	20	167	0,0009	0,0175	
2 просек	0,139	12,699	1,993	2517,041	370,899	43,840	43,528	18	169	0,0009	0,0164	
3 просек	0,169	11,895	1,954	2363,808	365,375	45,475	45,123	19	168	0,0009	0,0167	
4 просек	0,155	11,445	2,000	2273,928	374,007	43,735	43,330	21	166	0,0009	0,0186	
5 просек	0,122	12,619	1,985	2465,851	371,173	43,558	43,262	21	166	0,0009	0,0186	
.....												
1000 просек	0,133	13,002	1,971	2487,948	368,604	45,386	44,973	24	163	0,0009	0,0206	
Средња вр.	0,142	11,847	1,972	2335,650	368,724	44,617	44,249	21	166	0,0009	0,0183	

УПОРЕДНА АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА МОДЕЛИРАЊА КРЕТАЊА КОЛОНЕ

У свим анализама и проучавањима војног саобраћаја и саобраћајног тока користи се модел апсолутног безбедног одстојања слеђења возила. Без обзира на бројне недостатке примена овог модела оправдава се разлозима

безбедности саобраћаја. Сматра се да овај модел гарантује безбедност у току кретања, компензујући пропусте возача и недостатке возила и пута, а да су остали модели неповољнији. При том се занемарује чињеница да безбедност саобраћаја зависи од много фактора, а не само од дужине одстојања слеђења. Управљање саобраћајем, посебно функција планирања заснива се на овом моделу. Због недостатака модела, у реализацији планова генеришу се тешкоће, које су описане у [2] (стр. 153-167, тачка V 2).

Табела 2. Пример излазних резултата средњих вредности основних карактеристика рада пута као СМО, по моделу РЕАЛНОГ безбедног одстојања слеђења возила.

Колона **атб** са $187[m/v]$ организована је као **ХОМОГЕНА** формација.

Средње вредности основних карактеристика рада пута
као СМО за 1000 симулација колоне

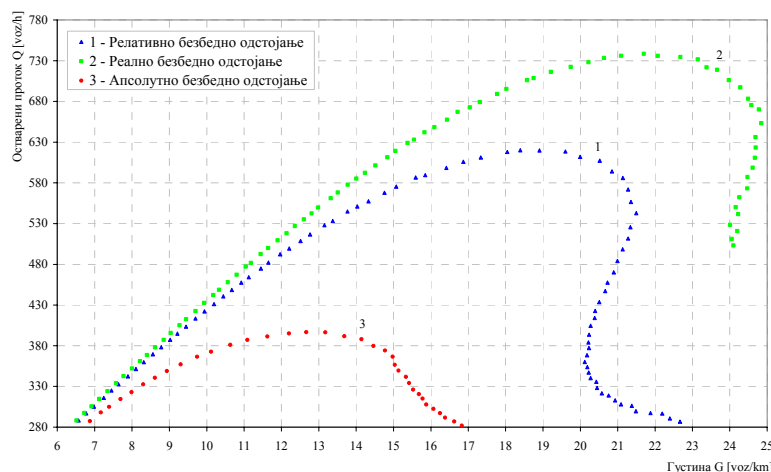
Табела 2.

	Време [s]	Брзина [km/h]	Бр. моторних возила	Вероватноћа ометања								
	ометања (задржа вања) (очекивања)	чекања СМО	опслуживања моторних возила	ослобађања СМО	потпуне заузетости СМО	слободног тока	у функцији про- мене параметара	ометаних	неометаних	i-тог моторног возила	колоне до i-тог моторног возила	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
300	0,142	11,847	1,972	2335,650	368,724	44,617	44,249	21	166	0,0009	0,0183	
310	0,148	11,469	1,972	2262,530	368,741	44,661	44,261	22	165	0,0009	0,0198	
320	0,157	11,156	1,974	2203,784	369,216	44,611	44,179	23	164	0,0009	0,0211	
330	0,167	10,817	1,975	2138,723	369,395	44,679	44,207	23	164	0,0010	0,0226	
340	0,173	10,474	1,977	2075,686	369,634	44,656	44,151	24	163	0,0010	0,0239	
350	0,181	10,149	1,979	2015,957	370,068	44,651	44,110	25	162	0,0010	0,0253	
360	0,189	9,882	1,980	1964,063	370,302	44,673	44,090	26	161	0,0010	0,0270	
370	0,200	9,609	1,984	1912,109	370,994	44,641	44,008	27	160	0,0011	0,0287	
380	0,211	9,344	1,986	1863,455	371,328	44,655	43,977	27	160	0,0011	0,0303	
390	0,221	9,140	1,989	1826,325	371,871	44,626	43,904	28	159	0,0011	0,0317	
400	0,231	8,900	1,991	1780,739	372,310	44,658	43,885	29	158	0,0012	0,0335	
410	0,239	8,685	1,994	1737,872	372,854	44,617	43,789	30	157	0,0012	0,0356	
420	0,250	8,466	1,995	1701,893	373,104	44,630	43,766	30	157	0,0012	0,0368	
430	0,258	8,270	1,999	1661,871	373,814	44,611	43,689	31	156	0,0013	0,0392	
440	0,273	8,103	2,001	1631,273	374,277	44,659	43,674	32	155	0,0013	0,0408	
450	0,285	7,896	2,005	1592,499	374,981	44,635	43,581	33	154	0,0013	0,0430	
460	0,297	7,718	2,009	1556,334	375,642	44,670	43,546	34	153	0,0013	0,0456	
470	0,311	7,513	2,013	1522,397	376,340	44,649	43,467	34	153	0,0014	0,0472	
480	0,323	7,388	2,015	1500,623	376,818	44,655	43,419	35	152	0,0014	0,0488	
490	0,336	7,242	2,019	1469,938	377,644	44,686	43,363	36	151	0,0014	0,0516	
500	0,355	7,089	2,026	1441,431	378,877	44,638	43,237	37	150	0,0015	0,0541	
510	0,366	6,912	2,029	1410,399	379,383	44,703	43,228	38	149	0,0015	0,0562	
520	0,387	6,853	2,036	1397,020	380,722	44,655	43,088	39	148	0,0015	0,0586	
1600	10,128	2,623	11,956	2241,703	2235,748	45,620	7,703	185	2	0,0047	0,8583	

Да би сагледали утицај аналитичких модела на резултате кретања колонског тока, извршена је симулација кретања колоне *атб* према аналитичким моделима. Функционална зависност параметара опслуженог колонског тока од примењеног аналитичког модела приказана је за хомогену колону *атб* на сликама 3 и 4. Анализом ових графичких приказа [2] уочавамо да параметри опслуженог колонског тока значајно зависе од примењеног модела слеђења возила у колони. Разлике су значајне за све организационе структуре колона и за све *атј*.

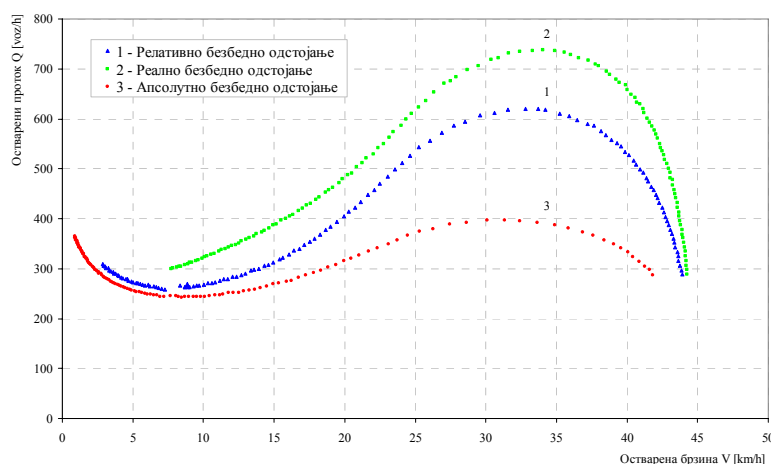
На основном дијаграму саобраћајног тока, слика 3, види се да је максимални проток опслуженог колонског тока, за модел апсолутног безбедног одстојања слеђења око 400 (395) $[voz/h]$, а максимална густина саобраћаја 17 $[voz/km]$. За модел релативног одстојања слеђења, максимални опслужени проток је 620 $[voz/h]$, а густина око 23 $[voz/km]$. Код реалног модела слеђења, максимални опслужени проток је око 740 (739) $[voz/h]$, а густина око 25 $[voz/km]$.

Са дијаграма "брзина-ток" (слика 4) види се да брзина стално опада за све моделе одстојања слеђења. За модел апсолутног безбедног одстојања, брзина опслуженог тока опада од 42 до 1¹⁴ $[km/h]$ на интервалу протока 290 до 400 $[voz/h]$, а при максималном протоку је 31 $[km/h]$. За релативно одстојање слеђења, брзина је у интервалу 44 до 3 $[km/h]$, у области протока 290 до 630 $[voz/h]$, а при максималном протоку износи 34 $[km/h]$. Код реалног одстојања слеђења, брзина опада од 42 до 8 $[km/h]$, у области протока 290 до 740 $[voz/h]$, а при максималном протоку је 34 $[km/h]$.



Слика 3. Дијаграм "ток-густина" хомогене колоне *атб* за различите моделе растојања слеђења возила и за време реаговања $t_r = 0,878 [s]$ [2]

¹⁴ Брзину испод 10 $[km/h]$ нема смисла анализирати, јер се савремена војна возила не могу кретати тако малом брзином, па резултати имају теоријски значај.



Слика 4. Дијаграм "брзина-ток" хомогене колоне атб за различите моделе растојања слеђења возила и за време реаговања $t_r = 0,878$ [s] [2]

ЗАКЉУЧАК

Резултати моделирања показују да су основне величине за описивање колонског саобраћајног тока: брзина, густина и проток и дијаграми "БРЗИНА-ТОК", "ТОК-ГУСТИНА" и "БРЗИНА-ГУСТИНА", потпуно сагласни са теоријским законима који владају у саобраћајном току [2,12], уз уважавање специфичности и ограничења колонског тока. Тако је потврђена исправност модела и извршена верификација резултата добијених имитационим моделирањем. Имитационим моделирањем доказано је да брзина, густина и проток, код колонског тока, значајно зависе од структуре колоне и примењеног модела организације кретања.

Упоредном анализом резултата добијених имитационим моделирањем кретања реалног колонског саобраћајног тока аутомобилских јединица, закључујемо да најбоље резултате показује колона која се креће на реалном одстојању слеђења возила. Овај модел слеђења возила у колонском току обезбеђује најповољније управљање кретањем колоне, јер су поремећаји у саобраћајном току најмањи. Тиме су створени предуслови за безбедно кретање, под условом да су обезбеђени циљеви, задаци и критеријуми квалитета управљања кретањем.

Применом ТМО и имитационим моделирањем, доказано је да су функционалне зависности између улазних величина и карактеристика опслуженог колонског тока значајне. Ове зависности не могу се занемарити у пракси, јер од њих зависи ефикасност кретања колоне.

Расположиве ресурсе пута (капацитет, пропусну моћ и дозвољену брзину), код колонских кретања немогуће је у потпуности искористити, па су губици ових ресурса неминовни, као последица организације и интеракција између појединих система В-В-П-О, њихових елемената и окружења. Имитационим моделирањем извршена је оцена ефикасност колонског тока [2], за различите

облике организације колона и моделе слеђења возила¹⁵. На овај начин могу се смањити губици ресурса пута, што је сврха и циљ управљања војним саобраћајем.

Организациона структура колоне, као елеменат подсистема организације војног саобраћаја, одлучујуће утиче на измеритеље рада и ефикасност кретања колоне, са веома високим коефицијентом корелације. Она се не може генерално оптимизирати јер зависи од критеријума ефикасности [2].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гордић С. Р.: *Моделирање кретања саобраћајног тока применом теорије масовног опслуживања*, Зборник радова, ВТШСС из Урошевца са привременим седиштем у Звечану, Звечан, 2008.
- [2] Гордић С. Р.: *Ефикасност организованог војног колонског саобраћајног тока*, докторска дисертација, Војна академија, Школа националне одбране, Београд, 2005. године.
- [3] Гордић С. Р.: *Израчунавање основних карактеристика рада пута као система масовног опслуживања*, семинарски рад из предмета "Операциона истраживања I", ТВА КоВ ЈНА, Загреб, 1983.
- [4] Гогдић С. Р.: *Анализа кретања организованог колонског саобраћајног тока и критеријума његове ефикасности*, магистарски рад, ТВА КоВ ЈНА, Загреб, 1983. године.
- [5] Калужский А. Ј. и сот.: *Применение теории массового обслуживания в проектировании автомобильных дорог*, Транспорт, Москва, 1969.
- [6] Вукадиновић В. С.: *Елементи теорије масовног опслуживања*, Научна књига, Београд, 1975.
- [7] Силянов В. В.: *Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организация движения*, Транспорт, Москва, 1977.
- [8] Вукадиновић В. С.: *Елементи теорије вероватноће и математичке статистике*, Привредни преглед, Београд, 1978.
- [9] *Правило саобраћајне службе оружаних снага*, ССНО, Саобраћајна управа, ВИЗ, Београд, 1985.
- [10] Дозет С. и сар.: *Саобраћајно обезбеђење оружаних снага*, "ВИНЦ", Београд, 1988.
- [11] Белић С.: *Организација путног саобраћаја (војни део)*, ТШЦ КоВ ЈНА, Загреб, 1974.
- [12] Кузовић Љ., професор, др.: *Теорија саобраћајног тока*, ИРО Грађевинска књига, Београд, 1987.

¹⁵ Оптимизација се може вршити према свим карактеристикама колонског тока и динамичког одстојања слеђења које се задају као улазне величине, према различитим критеријумима ефикасности.

MOVEMENT MODELING OF THE MILITARY MOTORIZED COLUMN

Summary: *This essay presents a realisation of the imitational model shown in section [1], by which the military motorized column movement was breadboarded. Elaborated and perfected model provides quick and simple target research realization for the motorized columns with different characteristics. Elements shown in this essay: functioning principles of column as a system, organisational structure of the representative column traffic, analytical models and comparative analysis of modeling results for the actual military column traffic with automobile units.*

Key words: *Column, model, traffic flow, dynamic distance.*

NUMERICAL ANALYSIS OF WORKING WHEEL'S CARRYING STRUCTURE OF ROTO DREDGING MACHINE IN WORKING CONDITIONS

Slobodan Makragić¹, Predrag Živković²

Summary: *This work considers stress analysis of rotory dredge's in working conditions. Tehnical and technicological function of rotory dredge's is very complex. Because of that it's important to know a stress situation of his structure. Also, it is given a review to mathematical interpretation of digging resistance, taken as stohastic function of loading, that emerges at spoon's cutting edges and transmits to carryng rotor's structure making some dynamic processes in it. According to a formed model and function of loading, stress analysis executed. In this work is given result analysis for definitive time moment. Displacing diagrams of some knots on the spoons which are in a clutch at the same time, whill be shown.*

Key words: *Rotory dredge, numerical analysis.*

INTRODUCTION

A working wheel of dredging machine is a basic element during a technological process of materials digging. It can be of different constructive forms and dimensions, that depend on many factors. At the rim of its construction the spoons are arranged equally, but teeth are equally arranged on them, too.

A complexity movement of working whell during a working process of roto dredging machine, but also a changeable loading requests a serious calculation of its carryng construction according to the firmuess and endurance. A regular recognition of stress condition, and a dynamic behaviour of working wheel's construction in exploitory conditions, and according to the real conditions of loading, have a very important role in projecting of other subsystems and elements, but to the whole dredging machine as well. During a digging process just a port of spoon is in direct contact with a material which is in direct contact with a material wich is in digging process. A thickness of each spoon's segment in cuting is different and depends on its instantaneous position in a grip. On account of non homogeneity of digging materials, as wheel and a dredging machine at all. All this

¹ dr Slobodan Makragić, vanr. prof, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, E_mail: makragic@nadlanu.com

² dr Predrag Živković, doc, Fakultet tehničkih nauka, Kosovska Mitrovica, E_mail: jomine@sbb.co.yu

is necessary to take into consideration to determine a stress condition and a dynamic behaviour of roto dredging working's wheel.

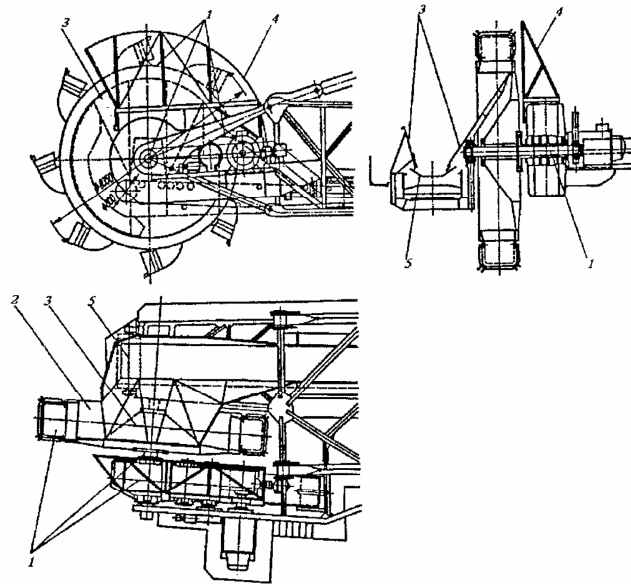


Figure 1. Working's wheel

WORKING WHEEL'S CONSTRUCTION

For numerical analysis of stress condition it is already considered carried construction of roto dredging working wheel's point SRS 470.15/3,5. The construction is formed of shaped panels conected by welding. In a frame of working wheel's construction there are spoons with threee teeth which are extended to the parts of spoon and which first enter in a cut during a forming of segment by moving a working wheel's arrow to one or another side.

Figure 2, shows a working wheel's construction for which is made analyses of stress condition.

A discreditation of working wheel's construction with spoons is made by three-knuts and four-knuts shelled final elements which are defined in a chosen program's package for analyses.

Such type of elements is adopted, because it aproximates pretty good geometric form of construction, which is mainly composed of surface detail's [4]. A simplified model is formed from corresponding simple forms of which is composed a working wheel with spoons by geometric simplifying of real model, but at the same time the essential elements are not distributed according to the point of its behaviour in real working conditions. On the basis of a simplified model, it is formed a diskredited model with a choise of net-elements, taking care about a sharp grade of changed streses and deformed condition, but also about possibilites of entering the loadings.

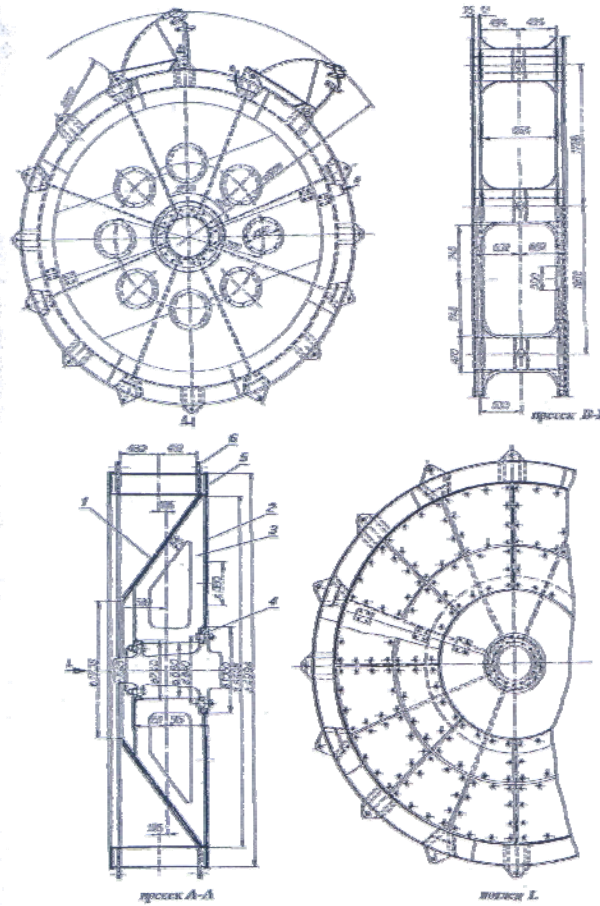


Figure 2. Working's wheel construction

A MATHEMATICAL INTERPRETATION OF DIGGING RESISTANCE

During the analyses of a stress condition of observed working wheel, for loading is used a mathematical functional for a tangential power of digging which acts to the spoons in grip of working wheel with materials, that formed an autor [1]. That dependence of a tangential digging power and it is given in a functional position of a spoon in a grip and it has a form (1):

$$F_t(\varphi) = a \cdot b \cdot k_0 \cdot f_0(\varphi) [1 + \xi(\varphi)] \quad f_0(\varphi) = \begin{cases} \sin \varphi & 0 \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} \\ \frac{\alpha - \varphi}{\alpha - \frac{\pi}{2}} & \frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \alpha \\ 0 & \varphi > \alpha \end{cases} \quad \text{za} \quad (1)$$

where is:

α – angle reaches in a cutting,

φ – is an instantaneous angle of a cross section cut,

a, b – are dimensions of a cross section cut for $\varphi/2$,

k_0 – a specific digging resistance for a case of non-homogenous materials for dimensions of eventual character,

$\xi(\varphi)$ – is a function with wich can be expressed a stationarity of evidental process, where a mathematical expecting is $E[(\varphi)] = 0$.

$$F_{ni} = \psi_n \cdot F_{ti} \quad \text{and} \quad F_b = \psi_b \cdot F_{ti} \quad (2)$$

where:

ψ_n and ψ_b – are middle values of experimental coefficients of normal and lateral power.

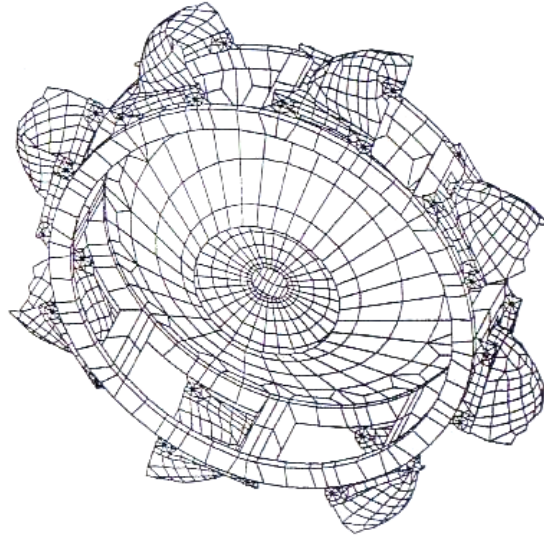


Figure 3. A working wheel's model

STRESS CONDITION OF WORKING WHEEL

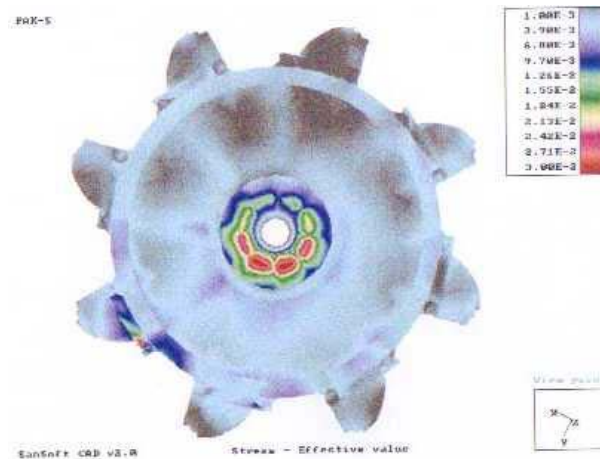


Figure 4. One result stress analyses for definitive time moment

On the basis of produced working wheel's model with spoons shown in figure 3, and formed loadings, patterns (1) and (2), by using a program package PAK-analyses of stress condition is already done. For unknown dimensions in patterns (1) and (2) numerous values are used from 5. A stress condition of working wheel with spoons is shown in figure 3. A palette of stress intensity is shown in a same figure 4.

A DYNAMIC RESPONSE TO THE WORKING WHEEL'S CARRYING STRUCTURE

According to the already formed a model construction of working's wheel and time loading functions, by using of programmed package PAK, some movements are defined from the knuts.

The problem leads down for a solution of known dynamic equation (2):

$$[M] \cdot \{\ddot{\delta}\} + [B] \cdot \{\dot{\delta}\} + [K] \cdot \{\delta\} = \{F(t)\}$$

where M , C and K – are mass matrixes, then muffle matrix and stiff matrix of elements, but a $F(t)$ – vector of generalized powers in knuts for a system of final elements.

A dynamic calculation is derived with an iterative step from 0,01 second, to include all changes at least from 5 to 6 values, so that's the way to describe the waves' changes of movement by sufficient precision. The analyses is made for some point of model, for a case of arrow movement of working wheel to one or another side. A situation is different in one or another direction, because there is an assymetric construction of working's wheel. The movements of the same points are different in case of moving working wheel's arrow to one or another side. That is evident in diagrams which are presented in figure 5 and 6.

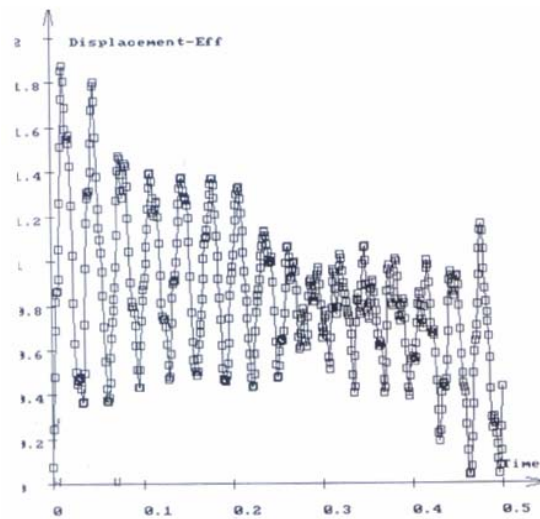


Figure 5. Displacement of on knot
(direction arrow "forward")

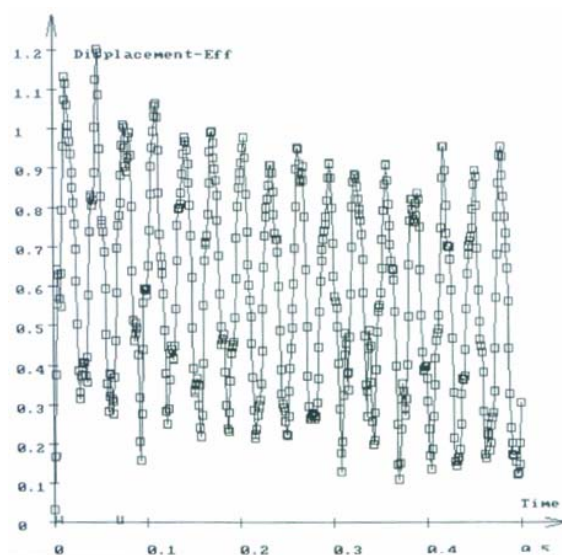


Figure 6. Displacement of on knot
(direction arrow "backward")

CONCLUSION

A derived analyses shows a real presentation of working wheel's stress condition of roto dredge in the very moment. Considering to the loadings wich act to a working wheel in a process of digging materials time functions, it is also possible by the same method to determine a stress condition at any time when the loadings are known. On the bassis of analyses for several pictures of stress condition in different moments, it is possible to notice endangered places of working wheel's construction, to what is necessary to pay a special attention, during a projection.

It is evidently that the movements of knots are different for one or another direction of arrows's moving. When the functions of loadings are the same, the movements knuts are evidently different. An analyses result can be used for a projecting an optimal construction of working wheel.

REFERENCES

- [1] Hitzschke K.: *Experimentelle Analyse der Belastung des Schaufelrades durch den Grabvorgang*, Hebezeuge u Fördermittel H.9, 1984.
- [2] Ognjanović M.: *Modeliranje mašinskih elemenata*, Mašinski fakultet, Beograd, 1992.
- [3] Kalajdžić M.: *Metod konačnih elemenata*, IAMA, Beograd, 1978.
- [4] Sekulović M.: *Metod konačnih elemenata*, IRO Građevinska knjiga, Beograd, 1988.
- [5] Makragić S.: *Prilog analizi dinamičkog ponašanja noseće strukture radnog točka roto-bagera u procesu kopanja*, doktorska disertacija, Priština, 1998.

АНАЛИЗА ДИНАМИЧКОГ ПОНАШАЊА КОНСТРУКЦИЈА ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА

Слободан Макрагић¹

Резиме: У инжењерској пракси нумеричке методе су нашле своје место за одређивање деформација и главних облика осциловања конструкција. Једна од нумеричких метода која моделирањем омогућује квалитетно пројектовање и конструисање машинских система је метода коначних елемената.

У раду је на основу моделиране геометрије конструкције радног точка рото-багера и формираних оптерећења као случајно променљивих величина у времену, одређено динамичко понашање његове носеће структуре. Дати су дијаграми померања одређених чворова на кашикама које су истовремено у захвату. Дат је прорачун главних облика осциловања радног точка рото-багера коришћењем програмског пакета за динамичку анализу ПАК.

Кључне речи: Радни точак, рото-багер, метода коначних елемената.

УВОД

У раду је на примеру радног точка рото-багера, који ради у условима временски променљивих оптерећења, извршена анализа динамичког понашања његове конструкције применом методе коначних елемената.

За решење овако постављеног проблема потребно је спровести следећи редослед поступака:

- моделирање геометријског облика конструкције,
- дефинисање материјалних особина конструкције,
- дефинисање граничних услова,
- дефинисање динамичких услова оптерећења,
- прорачун деформација и главних облика осциловања,
- постпроцесирање.

ФУНКЦИЈА И КОНСТРУКЦИЈА РАДНОГ ТОЧКА

При ископавању угља за потребе електрана главни део посла обављају роторни багери, па зато они поред низа других у систему, представљају

¹ др Слободан Макрагић, ванр. проф, Факултет техничких наука, Косовска Митровица, Е-mail: makragic@nadlanu.com

најзначајније подсистеме. Један од најбитнијих елемената подсистема копања код рото-багера је радни точак. Његов конструкцијски облик и димензије дефинише техничко-технолошки процес ископавања материјала и његово одвођење до других елемената система транспорта. Исто тако облик и димензије кашика и њихов број директно утиче на техноекономске захтеве који се пред њим постављају као што је капацитет, чврстоћа, и др.

Кашике преко равномерно распоређених зуба на њима, при обртању радног точка и померању радне стреле захватају материјал који се ископава и усмеравају га преко радног точка према транспортној траци, стварајући рез одређене геометрије. Димензије одреска зависе од тренутног положаја кашике у резу која се прати одређеним углом. Нехомогеност материјала који се ископава и низ других фактора при раду радног точка проузрокује стварање ударних оптерећења, која се даље преносе на багер као целину. Ово је веома битно имајући у обзир пре свега његов положај са осталим погонским елементима на самом врху радне стреле рото-багера. Као последица обављања радног процеса ископавања материјала, може бити појава лоших динамичких процеса појединих саставних делова подсистема копања. Такве појаве могу изазвати застој процеса и низ непожељних појава. Зато изучавање динамичког понашања саставних елемената овако сложених система има велики значај.

ОТПОРИ КОПАЊА

У процесу копања радни точак рото-багера на коме су причвршћене кашике са зубима, које се налазе у непосредном контакту са материјалом који се ископава треба да савлада следеће отпоре: отпор резања, отпор подизања откопаног материјала, отпор пуњења кашике, отпор трења материјала, отпор трења о сектор затварања.

Сви наведени отпори представљају спољња оптерећења која се супротстављају кретању радног точка у процесу копања. На интензитет и правац наведених отпора имају утицаје: тежина ископаног материјала у кашикама, сопствена тежина радног точка, као и силе трења у ослоним елементима и механизмима преносника. Исто тако поред ископавања материјал се подиже до одређене висине ради транспорта, при чему треба да се савладају и такви отпори.

За израчунавање отпора копања користи се образац (1) у облику:

$$F_t = F_s + F_{pu} + F_{ve} = k_s \cdot a \cdot b + F_n \cdot \mu_{st} + \varepsilon \left(1 + \frac{V_p}{V_{ne}} \right) \cdot V_{ne} \cdot f_{pu} \quad (1)$$

где су:

F_s – сила резања,

F_{pu} – сила пуњења,

F_{ve} – сила померања призме материјала испред зуба,

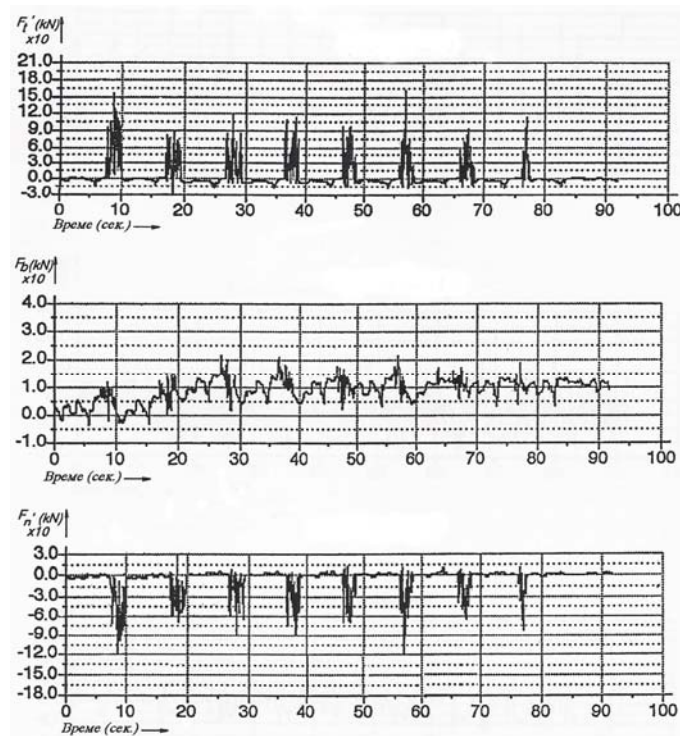
μ_{st} – коефицијент трења челик-тло,

ε – специфична сила померања сведена на запремину,

V_p, V_{ne} – запремина призме материјала испред кашике и номинална запремина кашике,
 f_{pu} – фактор пуњења кашика.

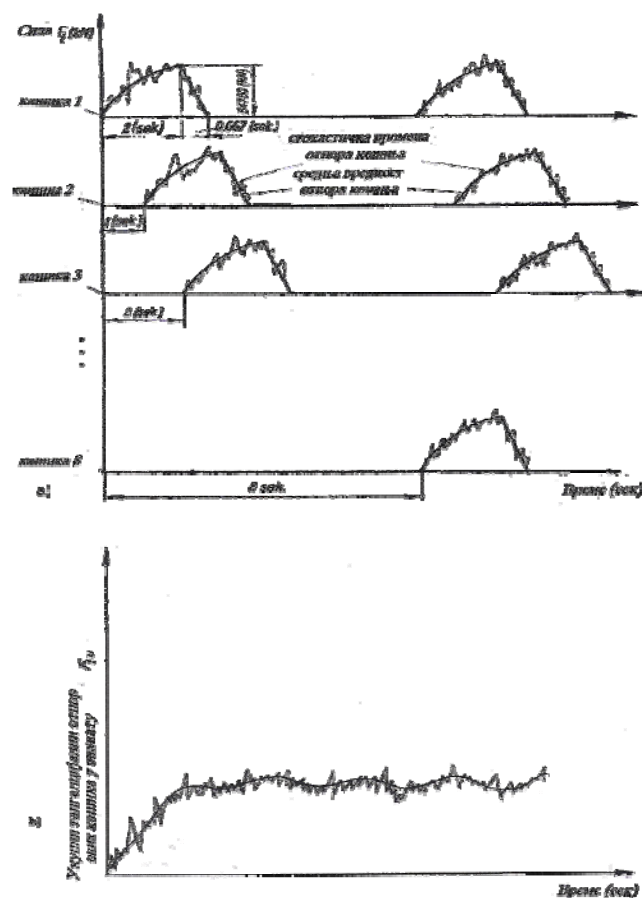
ОТПОР КОПАЊА КАО СЛУЧАЈНА ВЕЛИЧИНА

За анализу динамичког понашања, у овом случају радног точка рото-багера у процесу рада, често се функција оптерећења формира на основу анализираних параметара мерних записа експерименталних мерења. Један такав пример мерног записа је приказан на слици 1 [6].



Слика 1. Мерни записи тангенцијалне, бочне и нормалне компоненте силе

Због немогућности одређивања периодичности оптерећења на радним елементима радног точка, оно се не може представити моделом у коме се свака променљива или параметар мења тачно одређено у радним условима. Појава максималних вредности отпора копања је случајног карактера. На слици 2.б, приказана је функција промене укупне тангенцијалне силе отпора копања која делује на радни точак. Она се добија сабирањем свих појединачних тангенцијалних сила на појединим кашикама које су добијене као збир тангенцијалних компоненти сила на појединим зубима одговарајуће кашике у захвату са материјалом који се ископава слика 2.а.



Слика 2. Сила тангенцијалног отпора копања као временска функција
 а) на појединим кашикама у резу, б) укупна тангенцијална
 сила отпора копања свих кашика у резу

У овом раду анализа је извршена на основу формирање законитости промене тангенцијалне силе као временске функције, у опсегу дефинисаних интензитета силе у границама од минималних до максималних вредности. Компоненте нормалне и бочне силе су одређиване [1] према обрасцу (2):

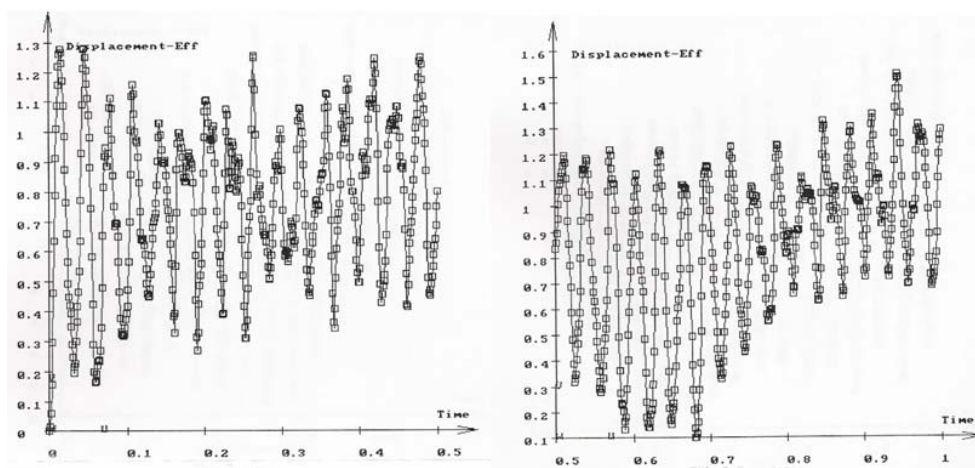
$$F_{ni} = \psi_n \cdot F_{ti} \quad F_b = \psi_b \cdot F_{ti} \quad (2)$$

где су:

ψ_n и ψ_b – средње вредности експерименталних коефицијената за нормалну и бочну компоненту отпора копања.

МОДЕЛИРАЊЕ ГЕОМЕТРИЈЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

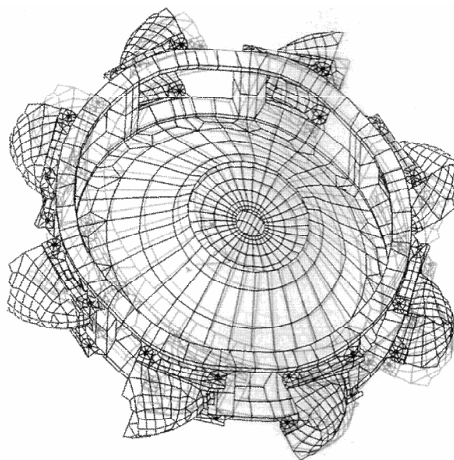
За израду модела за динамичку анализу коришћена је изведена конструкција радног точка приказана на слици 3.



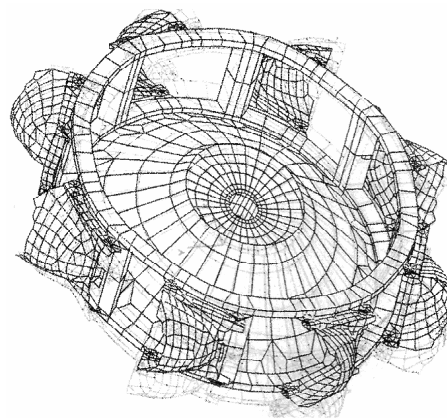
Слика 4. Дијаграм померања једног од чворова

Из дијаграма померања на слици 4, може се закључити да је одговор понашања конструкције у чвору сагласан природи промене изазване спољним утицајем оптерећења. На основу одређених деформација могу се применом Хуковог закона одређивати интензитети напона у одговарајућим чворовима конструкције.

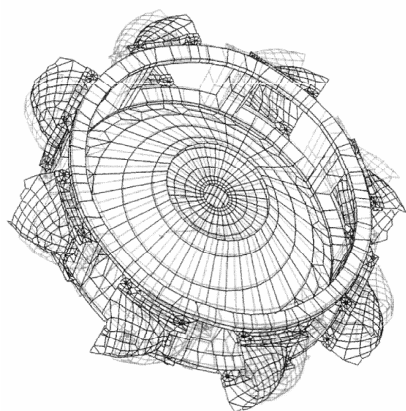
У раду је одређен и изванштан број главних облика осциловања и учестаности при томе. Овде су приказана четири главна облика осциловања на сликама 5-8, као и бројне вредности њихових учестаности.



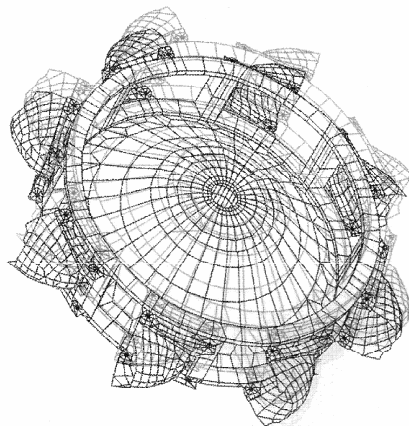
Слика 5. Први главни облик осциловања Кругна фреквенца 30,7941



Слика 6. Други главни облик осциловања Кругна фреквенца 30,7941



Слика 7. Трећи главни облик
осциловања Кружна
фреквенца 32,4704



Слика 8. Четврти главни облик
осциловања Кружна
фреквенца 35,5985

На сликама појединих главних облика осциловања двама различитим бојама, представљени су недеформисани и деформисани облик модела радног точка при одговарајућим фреквенцијама. Приказ овде датих главних облика осциловања са увећањем на сликама 5, 6, 7, 8 потврђује реално стање носеће структуре радног точка у одређеним тренуцима времена. Приказ је дат са знатним увећањима како би поједини облици осциловања и путање појединих чворова биле коректно представљене под утицајем оптерећења. Исто тако могу се уочити природа деформације структуре у одређеним случајевима осциловања. Могу се уочити зоне конструкције са нижим и вишим крутостима појединих елемената при деформацији.

ЗАКЉУЧАК

Анализа динамичког понашања конструкција применом аналитичких метода је често пута тешко изводљива због разних проблема који се при томе могу појавити. Зато примењена метода у раду добија све већи значај за анализе динамичког понашања конструкција. Све више налази примену у инжењерској пракси.

Сложеност облика посматране конструкције оправдава примењени поступак анализе. Анализом добијених резултата може се установити низ корисних чињеница, које се могу користити при пројектовању оптималних конструкција сличних облика и намене. Резултати анализе могу да буду од користи, како би се пројектовањем нових конструкција побољшали ефекти њиховог динамичког понашања у радним условима.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Hitzschke K.: *Experimentelle Analyse der Belastung des Schaufelrades durch den Grabvorgang*, Hebezeuge u Fördermittel H.9, 1984.

- [2] Калајџић М.: *Метод коначних елемената*, ИАМА, Београд, 1978.
- [3] Макарагић С.: *Напонско стање радног точка рото-багера у радним условима*, Heavy machinery НМ, Краљево, 2002.
- [4] Секуловић М.: *Метод коначних елемената*, ИРО Грађевинска књига, Београд, 1988.
- [5] *Програмски пакет за анализу конструкција "ПАК"*, Машински факултет у Крагујевцу.
- [6] *Елаборат о истраживању и испитивању експлоатационих параметара копања на багеру С-700S, на копу "Тамнава Источно поље"*, ТРЦ, Нови Сад, 1992.

ON APPLICATION FINITE ELEMENTS METHOD IN ANALYSIS ABOUT DYNAMIC BEHAVIOUR CONSTRUCTINS

Summary: *In engineering practice numerical methods found their place for calculating of the mode shapes construction and displacing. Meny methods could be applied but one is the most appropriate. It is (FEM) Finite Elements Method. In this writen work, the determined treatment of this carring structure is made according to a formed model of chosen construction working roto dredge's wheel and already formed loadings. Displacing diagrams of some knots on the spoons which are in a clutch at the same time, whill be shown. Paper presents of mode shapes analaysis of the working's wheel dredge's by using programming packet for dynamic analaysis PAK.*

Key words: *Working wheel, roto-digger, method of final elements.*

ОПТИМИЗАЦИЈА ТРАНСПОРТА РАЗЛИЧИТЕ ВРСТЕ РОБЕ ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ ДИНАМИЧКОГ ПРОГРАМИРАЊА

Предраг Ралевић¹

Резиме: *Постављени CARGO проблем се у литератури сусреће и под називом "проблем ранца". Оптимално решење формулисаног проблема лако је пронаћи кроз насумично претраживање варијанти. У пракси се обично сусрећу задаци, код којих је број врста роба прилично велики. Тражење решења насумичним претраживањем варијанти везано је са знатним тешкоћама. На практичном проблему, показаћемо како се долази до оптималне комбинације за транспорт робе применом методе динамичког програмирања.*

Кључне речи: *CARGO, транспорт, динамичко програмирање, профит.*

УВОД

Постављени CARGO проблем се у литератури сусреће и под називом "проблем ранца". Оптимално решење формулисаног проблема лако је пронаћи кроз претраживање варијанти. У пракси се обично сусрећу задаци, код којих је број врста роба прилично велики. Тражење решења таквих проблема везано је са знатним тешкоћама. На практичном проблему, показаћемо како се долази до оптималне комбинације за транспорт робе.

ОПТИМАЛНО РЕШЕЊЕ ПРОБЛЕМА ПАКОВАЊА РАЗЛИЧИТИХ ВРСТА РОБЕ

На носећој платформи превозног средства се утоварују N_i предмета различите врсте. Сваки предмет i -те врсте има масу Q_i и добит од транспорта R_i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$). Максимална носивост превозног средства износи Q . Треба одредити колико комада и коју врсту робе треба утоварити да би се обезбедила максимална добит. Комади свих врста робе су недељиви. Претпоставимо, да је $Q = 83$ масених јединица (м.ј.) и да имамо само три врсте предмета, чије су нумеричке карактеристике приказане у табели 1:

¹ Предраг Ралевић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, E-mail: p.ralevic@sf.bg.ac.yu

Табела 1.

Врста робе	Маса по комаду у масеним јединицама	Добит од транспорта по комаду у хиљадама новчаних јединица
i		
1	24	96
2	22	85
3	16	50

Решење постављеног проблема:

Математички проблем сачињава функција циља:

$$\max F(x) = 96x_1 + 85x_2 + 50x_3$$

и ограничења:

$$24x_1 + 22x_2 + 16x_3 \leq 83$$

где су:

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \text{ и припадају скупу целих бројева.}$$

Q представља носивост платформе, Q_i маса по јединици i -те врсте робе, R_i – добит од транспорта по комаду i -те врсте робе а x_i – количина i -те врсте робе коју треба утоварити.

Тада важи следеће:

$$F_i(Q) = \max[R_i x_i + F_{i-1}(Q - x_i Q_i)], i = 1, 2, 3$$

$$0 \leq x_i \leq \left\lfloor \frac{Q}{Q_i} \right\rfloor$$

где је $\left\lfloor \frac{Q}{Q_i} \right\rfloor$ цели део од Q , а са $F_i(Q)$ функција оптималне добити која

зависи од носивости платформе и структуре утоварене робе.

У првом кораку разматра се функција добити ако се превози само једна врста робе, тј. израчунава се оптимална добит у функцији носивости платформе (табела 2).

Табела 2.

Q	$F_i(Q) = \max[96x_1], 0 \leq x_1 \leq \left\lfloor \frac{Q}{Q_i} \right\rfloor$	x_1
0-23	$F_1(Q) = 96 \cdot 0 = 0$	0
24-47	$F_1(Q) = 96 \cdot 1 = 96$	1
48-71	$F_1(Q) = 96 \cdot 2 = 192$	2
72-83	$F_1(Q) = 96 \cdot 3 = 288$	3

$$\max F_1(Q \in (72 - 83)) = 96 \cdot 3 = 288 \text{ за } x_1 = 3$$

У другом кораку узимамо у обзир прву и другу врсту робе и израчунавамо функцију оптималне добити (табеле 3, 4, 5, 6 и 7).

Табела 3.

x_2	$F_2(83) = \max[85x_2 + F_1(83 - 22x_2)], 0 \leq x_2 \leq \left[\frac{83}{22}\right]$	x_1
0	$F_2(83) = 85 \cdot 0 + F_1(83 - 22 \cdot 0) = 0 + 288 = 288$	3
1	$F_2(83) = 85 \cdot 1 + F_1(83 - 22 \cdot 1) = 85 + 192 = 277$	2
2	$F_2(83) = 85 \cdot 2 + F_1(83 - 22 \cdot 2) = 170 + 96 = 266$	1
3	$F_2(83) = 85 \cdot 3 + F_1(83 - 22 \cdot 3) = 255 + 0 = 255$	0

$$\max F_2(83) = 85 \cdot 0 + F_1(83 - 22 \cdot 0) = 0 + 288 = 288 \text{ за } x_1 = 3 \text{ и } x_2 = 0$$

Сада је потребно израчунати:

$$F_2(83 - 16) = F_2(67),$$

$$F_2(67 - 16) = F_2(51),$$

$$F_2(51 - 16) = F_2(35),$$

$$F_2(35 - 16) = F_2(19).$$

Табела 4.

x_2	$F_2(67) = \max[85x_2 + F_1(67 - 22x_2)], 0 \leq x_2 \leq \left[\frac{67}{22}\right]$	x_1
0	$F_2(67) = 85 \cdot 0 + F_1(67 - 22 \cdot 0) = 0 + 192 = 192$	2
1	$F_2(67) = 85 \cdot 1 + F_1(67 - 22 \cdot 1) = 85 + 96 = 181$	1
2	$F_2(67) = 85 \cdot 2 + F_1(67 - 22 \cdot 2) = 170 + 0 = 170$	0
3	$F_2(67) = 85 \cdot 3 + F_1(67 - 22 \cdot 3) = 255 + 0 = 255$	0

$$\max F_2(67) = 85 \cdot 3 + F_1(67 - 22 \cdot 3) = 255 + 0 = 255 \text{ за } x_1 = 0 \text{ и } x_2 = 2$$

Табела 5.

x_2	$F_2(51) = \max[85x_2 + F_1(51 - 22x_2)], 0 \leq x_2 \leq \left[\frac{51}{22}\right]$	x_1
0	$F_2(51) = 85 \cdot 0 + F_1(51 - 22 \cdot 0) = 0 + 192 = 192$	2
1	$F_2(51) = 85 \cdot 1 + F_1(51 - 22 \cdot 1) = 85 + 96 = 181$	1
2	$F_2(51) = 85 \cdot 2 + F_1(51 - 22 \cdot 2) = 170 + 0 = 170$	0

$$\max F_2(51) = 85 \cdot 0 + F_1(51 - 22 \cdot 0) = 0 + 192 = 192 \text{ за } x_1 = 2 \text{ и } x_2 = 0$$

Табела 6.

x_2	$F_2(35) = \max[85x_2 + F_1(35 - 22x_2)], 0 \leq x_2 \leq \left[\frac{35}{22}\right]$	x_1
0	$F_2(35) = 85 \cdot 0 + F_1(35 - 22 \cdot 0) = 0 + 96 = 96$	1
1	$F_2(35) = 85 \cdot 1 + F_1(35 - 22 \cdot 1) = 85 + 0 = 85$	0

$$\max F_2(35) = 85 \cdot 0 + F_1(35 - 22 \cdot 0) = 0 + 96 = 96 \text{ за } x_1 = 1 \text{ и } x_2 = 0$$

Табела 7.

x_2	$F_2(19) = \max[85x_2 + F_1(19 - 22x_2)], 0 \leq x_2 \leq \left[\frac{19}{22}\right]$	x_1
0	$F_2(19) = 85 \cdot 0 + F_1(19 - 22 \cdot 0) = 0 + 0 = 0$	1

$$\max F_2(19) = 85 \cdot 0 + F_1(19 - 22 \cdot 0) = 0 + 0 = 0 \text{ за } x_1 = 1 \text{ и } x_2 = 0$$

У трећем кораку узимамо у обзир транспорт све три врсте робе и израчунавамо функцију оптималне добити (табела 8).

Табела 8.

x_3	$F_3(83) = \max[50x_3 + F_2(83 - 16x_3)], 0 \leq x_3 \leq \left[\frac{83}{16}\right]$	x_2	x_1
0	$F_3(83) = 50 \cdot 0 + F_2(83 - 16 \cdot 0) = 0 + 288 = 288$	0	3
1	$F_3(83) = 50 \cdot 1 + F_2(83 - 16 \cdot 1) = 50 + 255 = 305$	3	0
2	$F_3(83) = 50 \cdot 2 + F_2(83 - 16 \cdot 2) = 100 + 192 = 292$	0	2
3	$F_3(83) = 50 \cdot 3 + F_2(83 - 16 \cdot 3) = 150 + 96 = 246$	0	1
4	$F_3(83) = 50 \cdot 4 + F_2(83 - 16 \cdot 4) = 200 + 0 = 200$	0	0
5	$F_3(83) = 50 \cdot 5 + F_2(83 - 16 \cdot 5) = 250 + 0 = 250$	0	0

Из табеле произилази да је $\max F_3(83) = 50 \cdot 1 + F_2(83 - 16 \cdot 1) = 50 + 255 = 305$ за $x_1 = 0$, $x_2 = 3$ и $x_3 = 1$ што представља оптималан план транспорта, а максимална добит је 305 новчаних јединица. Другим речима, остварићемо максималну добит ако утоваримо 3 комада друге врсте и један комад треће врсте робе.

ЗАКЉУЧАК

Применом методе динамичког програмирања долази се до оптималног одређивања колико комада и коју врсту робе треба утоварити да би се обезбедила највећа добит. Метода добија на значају уколико постоји већи

број врста робе, као и већи паковни простор. Њен резултат је увек постизање максималне добити при транспорту различите врсте робе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Allen, L.: *Management and Organization*, McGraww Hill, New York, 1994.
- [2] Victor H., *A normative Model of Managerial Decision-Making*, Penguin Books, London, 1995.
- [3] Вешовић В., Бојовић Н.: *Организација саобраћајних предузећа*, друго измењено и допуњено издање, Саобраћајни факултет, ISBN: 86-7395-125-9, Београд, 2002.
- [4] Samuelson, P. A., Nordhaus, W. D.: *Microeconomics*, McGraw-Hill, 2001.
- [5] Nellis, J. G., Parker, D.: *The Essence of Business Economics*, Prentice Hall, 1997.
- [6] Herbert I.: *The New Science of Management Decision*, Prantice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 2000.

TRANSPORT OPTIMISATION FOR DIFFERENT TYPES OF GOODS, USING THE DYNAMIC PROGRAMMING METHOD

Summary: Presented CARGO problem can be found in literature also by the title "rucksack problem". Optimal solution of formulated problem is easy to find through random search of different variants. In practice, usually the assignments can be found, for whom the number of different types of goods is very large. Finding the solution through random search of variants is related with many difficulties. We will show you how to find the optimal solution of transport using the method of dynamic programming on practical example.

Key words: CARGO, transport, dynamic programming, profit.

ГРАФИЧКА МЕТОДА ЗА ОПТИМАЛНО ОДРЕЂИВАЊЕ ШИРИНЕ ПРОЛАЗА ПРИ ПАРКИРАЊУ ПУТНИЧКОГ ВОЗИЛА ЗА УГАО ПАРКИРАЊА ОД 90°

Предраг Ралевић¹, Бобан Ђоровић²,
Дејан Живковић³, Станика Милић⁴

Резиме: Површина потребна за паркирање возила директно зависи од меродавних димензија возила, дакле дужине возила, ширине возила, спољашњег габаритног полупречника окретања и задњег препуста возила. Поред меродавних димензија возила на површину за паркирање утиче и заштитна зона у стању мировања и ширина пролаза. За успешно одређивање ширине пролаза најједноставније је користити графичку методу чији је резултат оптимална дужина ширине пролаза возила при уласку и изласку са паркинг места.

Кључне речи: Површина паркинг места, ширина пролаза, графичка метода.

УВОД

У данашње време се све више сусрећемо са проблемом паркирања у градовима у којима се концентрише све већи број људи и производња која доводе до неслућеног развоја саобраћаја. Стога потребне су површине за кретање и стајање возила, а таквих површина у већини случајева, нема довољно. Зато је од највећег значаја потреба за оптималним димензионисањем паркинг места који се састоји од прилаза, пролаза, заштитне зоне и корисно заузете површине.

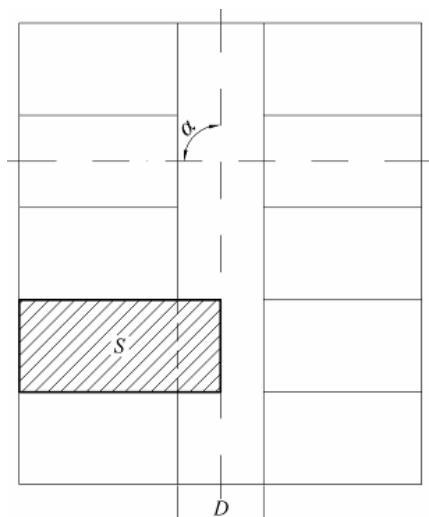
Пролаз, заштитна зона и корисно заузета површина су параметри површине за паркирање возила, а управо она чини највећи део укупне површине једног паркиралишта, слика 1 и 2.

¹ Предраг Ралевић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_mail: p.ralevic@sf.bg.ac.yu

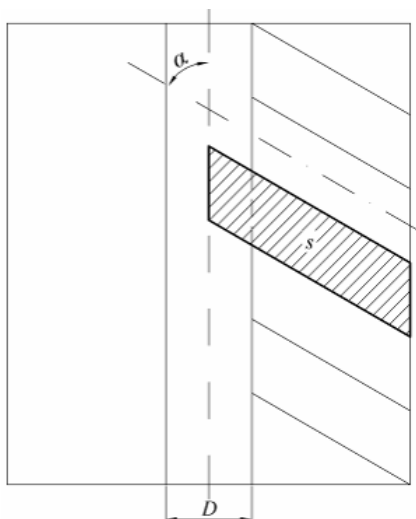
² др Бобан Ђоровић, дипл. инг. саоб, Војна академија Београд, Е_mail: lukema@ptt.rs

³ Дејан Живковић, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_mail: zile028@hotmail.com

⁴ Станика Милић, инж. саоб, Е_mail: stanikaika@yahoo.com



Слика 1. Површина једног паркиралишта и паркинг места S при углу паркирања од 90°



Слика 2. Површина једног паркиралишта и паркинг места S при углу паркирања мањим од 90°

Конкретизација слика 1 и 2 се у суштини своди на закључак да површина за паркирање једног возила уствари зависи од:

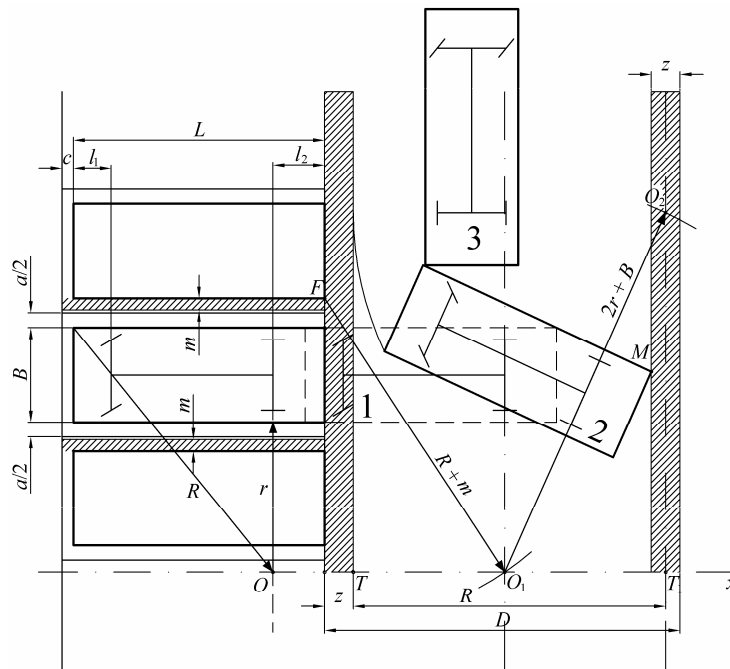
- меродавних димензија возила,
- заштитне зоне у стању мировања и
- половина ширине пролаза.

Рад се дакле, састоји у опису и примени графичке методе за оптимално одређивање ширине пролаза као један од три суштинска елемента од којих зависи површина за паркирање једног возила.

паркинга. На суседном возилу одмери се заштитна зона m која се дефинише у интервалу од $0,2$ до $0,3\text{ m}$. Када се из центра O опише лук полупречника r , онда он пресеца заштитну зону. Према томе да би возило неометано изашло са паркинга мора се померити унапред све док лук са полупречником r не буде тангирао заштитну зону. Нови центар окретања може се наћи када се од полупречника r одузме ширина заштитне зоне m , па том дужином из тачке T пресече оса Ox . Нови центар окретања обележен је са O_1 . Из центра O_1 подиже се нормала која сада означава положај задње осовине у почетном тренутку окретања возила. На основу положаја задње осовине могу се нацртати контуре возила у тренутку када почиње са окретањем. Полупречником R се пресече из центра окретања O_1 линија Ox и тада се добија тачка T_2 , тј. теоретска минимална ширина пролаза. Од тачке T_2 нанесе се спољна заштитна зона z која се дефинише у интервалу од $0,5$ до $0,8\text{ m}$ и на тај начин се добија потребна ширина пролаза D .

Ако је дужина задњег препуста l_2 знатна, постоји опасност да при окретању возило својим задњим делом закачи суседно возило. Потребно је полупречником R_1 проверити пролазност задњег дела. Уколико лук полупречника R_1 задира у заштитну зону суседног возила потребно је повећати размак између возила или померити унапред центар окретања O_1 .

ПАРКИРАЊЕ ХОДОМ УНАПРЕД ЗА УГАО ПАРКИРАЊА $\alpha = 90^\circ$



Слика 4. Излазак ходом уназад за угао паркирања $\alpha = 90^\circ$

Спољним габаритним полупречником R пресече се линија која пролази кроз задњу осовину возила и тако се добија центар окретања возила O . Из тачке O повуче се права Ox паралелна уздужној оси возила које се окреће. На суседном возилу одмери се заштитна зона m . Када се из центра O опише лук са полупречником R , он пресеца заштитну зону. Да би возило могло да се окреће мора се померати уназад све дотле док лук са полупречником R не буде тангирао заштитну зону. Нови центар окретања возила може се наћи када се на полупречник R дода заштитна зона m , па том дужином из тачке F пресече линија Ox . Тај нови центар окретања обележен је тачком O_1 . Из тачке O_1 подигне се нормала на линију Ox . Нормала означава положај задње осовине возила у моменту када почиње да се окреће (положај 1). Од задње ивице возила која стоје у реду одмери се спољна заштитна зона z . Пресек линије заштитне зоне са линијом Ox даје тачку T . Из тачке T се нанесе на линију Ox полупречник R и добија се тачка T_1 . Кроз тачку T_1 се подиже нормала на линију Ox . Из центра окретања O_1 дужином $2r + B$ пресече се нормала која пролази кроз тачку T_1 тада се добија центар окретања O_2 . Повуче се дуж између центра O_1 и O_2 . Дуж $O_1 - O_2$ означава задњу осовину возила у положају 2. На основу овога је лако нацртати контуре возила у положају 2. Од тачке M нанесе се заштитна зона z и на тај начин добија се потребна ширина пролаза D .

ЗАКЉУЧАК

Дужина пролаза ће бити мања или већа што зависи од тога да ли се возила паркирају ходом уназад или ходом унапред. Графичка метода се подједнако успешно користи у оба случаја паркирања, где треба нагласити да је њена примена нешто једноставнија у првом случају.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Путник Н.: *Аутобазе и аутостанице*, Саобраћајни факултет, Београд, 2004.
- [2] Путник Н.: *Одређивање оптималних површина за паркирање по једном путничком аутомобилу код нас*, магистарски рад, Саобраћајни факултет, 1973.
- [3] Burrage H., Robert and Mogren G., Edward: *Parking*, Saugatuck, Conn, 1990.

GRAFICAL METHOD FOR OPTIMAL WIDTH OF THE GATE SOLUTION DURING THE PARKING MANEOUVER OF THE VEHICLE, FOR THE 90° DEGREES ANGLE OF CONFIGURATION

Summary: *Empty space needed for the direct vehicle parking depends of respectable vehicle dimensions, which are length, width, outer gabarit radius of turning and vehicle rear overhang. Add to respectable vehicle dinemsions, the security zone in the non-moving state of the vehicle and the width of the gate also affect the needed empty parking space. For the purpose of succsesful width of the gate determination, the simpliest way is to use the grafical method wich result is optimal width of the gate, for the entry and exit of the vehicle from the parking.*

Key words: *The surface of the parkig space, the width of the gate, grafical method.*

ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK SUPERVISORY CONTROL AND PROTECTION

Slobodan Bjelić¹, Nenad Marković², Uroš Jakšić³

Summary: *Electric power distribution network is an important part of electrical power systems in delivery of electricity to consumers. Electric power utilities worldwide are increasingly adopting the computer aided monitoring control and management of electric power distribution system to provide better services to electric consumers. Therefore, research and development activities worldwide are being carried out to automate electric power distribution system utilizing recent advancement in the area of Information Technology (IT) and data communication system. This paper reports the present and past status of the research and development activities in the area of electric power distribution automation both in developed as well developing countries. The information given in this paper is useful to electric power distribution u academicians involved in research and development activities in the area of power distribution automation.*

Key words: *Distribution, electric power, supervisory control.*

INTRODUCTION

Electric utilities, all around the world, have realized the problems associated with vertically integrated electric power systems and therefore they are moving towards unbundled model of generation com (GCOs), transmission companies (EMSCOs), distribution companies (DCOs), and energy s companies (ECOs). In the past, all electric power distribution-related functions could be transpare coordinated along the complete supply chain. In the future, many distribution companies will manag third-party contacts by delivering bulk power from GCOs and EMSCOs to meters owned by ECOs.

At the same time, many state regulatory commissions are considering the viability of retail wheel (small generators connected to the distribution system selling electricity directly to customers). In addi planning and operating difficulties, retail wheeling asks distribution systems to perform the functions for which they were not designed [1].

¹ dr Slobodan Bjelić, Faculty Technical Science, Kosovska Mitrovica, Department of Electrical and Computer Engineering, E_mail: slobodan_bjelic@yahoo.com

² Nenad Marković, Advanced Polytechnic School of skilled studies Urosevac, Zvecan, E_mail: nen.mark@sezampro.yu

³ mr Uroš Jakšić, Advanced Polytechnic School Zvecan, E_mail: uros_jaksic@yahoo.com

In view of the above, on-line information, remote control and efficient management system are required for power distribution utilities. Considering the extensive size of the network, these tasks can be effectively achieved through the intervention of information technology utilizing the available high-speed computer and communication technology. This system of monitoring and control of electric power distribution networks is also called as "Distribution Supervisory Control (SCADA)" system.

The companies of Electrical and Electronic Engineers (*IEEE*) has defined Electrical Distribution Network Control and Protection (*EDNCP*) as a system that enables an electric utility to remotely monitor, coordinate and operate distribution components, in a real-time mode from remote locations [2]. The distribution automation system is based on an integrated technology, which involves collecting data and analyzing information to make control decisions, implementing the appropriate control decisions in the field, and also verifying that the desired result is achieved [3]. The location, from where control decisions are initiated, is generally called Distribution Control Centre (*DCC*). There are two key software elements—Master *DA* Software and Engineering Analysis Software at the *DCC* [4], [5]. The master *DA* software acquires the system data (both static and dynamic) and converts it into an information system. The engineering analysis software provides the control decision utilizing the system information available at the *DCC*. The decision making feature of the distribution automation distinguishes it from the normal Supervisory Control and Data Acquisition (*SCADA*) system. Power Distribution Automation is an emerging field in the area of electrical engineering. *DA* system is beneficial in day-to-day operation and maintenance of distribution network. The benefits of the distribution automation are: reduced technical and commercial losses, improved cash flow, lower electric service restoration time, reduction in equipment damage, better availability of system information, improved operational planning, remote load control and shedding, and enhanced power quality and reliability [6].

In view of the importance of the distribution automation, a literature survey work has been carried out to get past and present status of the research and development activities. The outcome of the literature survey work is reported in this paper. On the basis of present and past research status, a list of possible research topics has also been identified and reported in this paper for future research work in the area of power distribution automation. The information given in this paper is useful to electric power distribution utilities and academicians involved in the research and development of the power distribution automation.

ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK SUPERVISORY CONTROL: GROWTH AND CHALLENGES IN DEVELOPED COUNTRIES

The idea of distribution automation began in 1970s. The motivation at that time was to use the evolving computer and communications technology to improve operating performance of distribution systems. Since then, the growth of distribution automation has been dictated by the level of sophistication of existing monitoring, control, and communication technologies; and performance and cost of available equipment. Although distribution systems are a significant part of power systems,

advances in distribution control technology have lagged considerably behind advances in generation and transmission control [7]. Small pilot projects were implemented by a few utilities to test the concept of distribution automation in the 1970s. In the 1980s, there were several major pilot projects. By the 1990s, the DA technology had matured and that resulted in several large and many small projects at various utilities [8,9,10,11].

Some people expected that most of the utilities would come forward for large-scale distribution automation. However, many utilities found it difficult to justify distribution automation based on the cost-benefit numbers. Business uncertainties due to deregulation and restructuring of the power industry slowed wide scale implementation of distribution automation. Thus, it is justified to re-examine the philosophy of distribution automation. Instead of undertaking mega projects, it is time to "think small". In other words, instead of a top-down approach, it is perhaps better for the utilities to opt for the bottom approach. Moreover, selection of distribution automation functions for implementation should always be need-based [12]. Improvements of system reliability and voltage profile on the feeders are two examples of the needs for utilities [10,11]. Need-based automation would be easier to justify and win approval management. Distribution automation also provides many intangible benefits, which should be given consideration while deciding for implementation of distribution automation. After the deregulation restructuring issues are settled, distribution automation activities should increase.

Automation allows utilities to implement flexible control of distribution systems, which can be used to enhance efficiency, reliability, and quality of electric service. Flexible control also results in more effective utilization and life-extension of the existing distribution system infrastructure. Many utilities are contemplating providing performance-based rates to their customers. They would be willing to compensate the customers if the performance falls below a minimum level. Such actions will allow utilities to brace for the upcoming competition from other parties interested in supplying power to the customers.

Although higher reliability and quality are the goals of the utilities, they would like to accomplish this while optimizing the resources. Another goal for a utility should be improvement in system efficiency reducing system losses. The functions that can be automated in distribution systems can be classified into two categories, namely, monitoring functions and control functions [2,3,10]. Monitoring functions are those needed to record meter readings at different locations in the system, the system status at different locations in the system, and events of abnormal conditions. The data monitored at the system level are not only for day-to-day operations but also for system planning. Distribution supervisory control and data acquisition (DSCADA) systems perform some of these monitoring functions. The control functions are related to switching operations, such as switching a capacitor, or reconfiguring feeders. The function that is the most popular among the utilities is fault location and service restoration or outage management. This function directly impacts the customers as well as the system reliability.

Presently, worldwide research and development efforts are focused in following areas to make distribution automation more intelligent and cost effective in order to accomplish the objective of unbundling of power systems.

- Power system communication protocol to achieve interoperability.
- Communication system to make it commercially viable.
- Switchgears and transformers to make them self intelligent through *IEDs*.
- Intelligent Remote Terminal Units (*RTUs*).
- Intelligent instrumentation system.
- Power system algorithm to provide quick and accurate control decision.

Some customer-related functions, such as remote load control, automated meter reading (*AMR*), remote connect/disconnect may also be considered as distribution automation functions. However, *AMR* evolved significantly itself as a separate area. In addition, system protection can also be a part of ov distribution automation schemes.

Almost parallel to distribution automation system development, a development has taken place in Automated Mapping and Facilities Management (*AM/FM*) area. *AM/FM* system is, in general, integrated with Geographical Information System (*GIS*). Advent of high-powered graphics computer has accelerated progress in this field. Some of the common functions performed by the *AM/FM* systems are distribution system design, facility mapping, right of way/permit tracking, facilities inventory, and system and maintenance. The other functions include outage analysis and system restoration. In the event of an outage, the calls from customers are displayed on the system maps. Then, from the outage pattern possible cause of outage are determined. The maps are then used to direct crew to perform switching operations or switches can be operated remotely. Presently, advanced distribution utilities are using and dominating either in the *AM/FM* systems or in the distribution automation systems. Information Technology (*IT*) has already been introduced in the power distribution management system by some utilities. This provides many useful solutions in power distribution sector utilizing the available Internet/Intranet technology. Some of them are energy audit & accounting system, trouble management system, Internet based billing system etc.

Research and development efforts are being carried out worldwide for full integration of *AM/FM*, *AMR*, *GIS*, and *IT* with distribution automation to realize overall Distribution Management System (*DS*). Looking at the future needs, few universities in the world have already introduced courses on distribution automation and related areas as given in Table 1.

Table 1: Distribution Automation Related Courses in Universities

Sl. No.	Subjects	University	Web Link
1	Distribution System Engineering and Flexible Control of Distribution System	Serbian State University Pristina Faculty Technical Science	www.eps.co.yu www.ftnkm.info E_mail: slobodan_bjelic@yahoo.com
2	Electrical Network Serbia Belgrad		
3	Distribution Corporation In Kosovska Mitrovica		
4		High School	mts_zvecan@ptt.yu

ELECTRICAL DISTRIBUTION NETWORK SUPERVISORY CONTROL AND PROTECTION: GROWTH AND CHALLENGES IN DEVELOPING COUNTRIES

India is one of the developing countries. In India, the generation and transmission networks have been expanded in a planned manner using modern technology and software tools. However, the distribution systems have grown in an unplanned manner resulting in high system losses in addition to poor quality supply. Efficient operation and maintenance of distribution system in India is hampered by non-availability of system topological information, current health information of the distribution components like dis transformers and feeders, historical data etc. The other reasons are the lack of use of efficient tools f operational planning and advanced methodology for quick detection of fault, isolation of the faulty section and service restoration etc. Currently, fault detection, isolation and service restoration takes a long time causing the interruption of supply for a longer duration. Manual meter reading, delay in billing, faulty inaccurate metering, tampering of meters and pilferage of electricity are some of the main reasons for po return of revenue to electricity utilities in Serbia.

In Serbian utility distribution system, the technical and commercial losses are around 45% [10]. It is envisaged that the technical part of the losses can be brought down to the minimum value with the implementa distribution automation system. Currently reported transformer failure rate of around 15-20% in distribution systems is mainly due to non-availability of transformer health parameters and its loadin conditions. This can be brought down to around 1% with the help of distribution control system Cost/benefit analysis of *DA* system justifies the capital investment for distribution automation system [11]. The problems, described above, have been main motivation in Serbia to go for Electrical Network Distribution Control and Protection in a phased manner. It is to be noted that, unlike in Serbia, current interest for distribution control and protection in North America, Europe Union, Russian and Serbia is mainly to get success in full scale unbundling of the power systems to the level of retail wheeling. Utilities in developing countries like Serbia, have realized a need of indigenous Distribution Supervisory Control (*SCADA*) system, which could be retrofitted in the existing distribution network to achieve better system operatio through remote monitoring and control. The major work under this mission mode project was design, development, implementation, testing and commissionin indigenous distribution electrical network supervisory control and data acquisition (*SCADA*) system. This has setup a platform to perform further research a development work in India in the area of electric power distribution automation. Serbian power utilities have already realized difficulties in managing vertically integrated power systems provide continued power supply and also in collection of revenue from electric consumers. As a result of this, almost all the State Electricity Boards (*SEBs*) in Serbia have restructured their distribution management system in many Distribution Companies (*DCOMs*). At the same time, Ministry of power in Serbia is providing financial support to each *SEBs/DCOMs* to improve the status of the power distribution in Serbia. At present, Serbian *DCOMs* are looking for the

computer aided automation solution. Recently, the Government of Serbia has taken many positive steps in improving the power distribution sector. Accelerated Power Development and Reforms Program (*APDRP*) is one such example. One major objective of *APD* scheme is to introduce distribution automation with Information Technology solutions for better management and control of power distribution electrical network in Serbia.

At present, Serbian DISCOMs are looking for the computer aided automation solution. Recently, the Government of Serbia has taken many positive steps in improving the power distribution sector. Accelerated Power Development and Reforms Program (*APDRP*) is one such example. One major objective of *APD* scheme is to introduce distribution automation with Information Technology solutions for better management and control of power distribution electrical network in Serbia. This has created interest for research and development in the area of power distribution automation including IT solutions among Serbian power distribution utilities and distribution planning organizations in Serbia.

In view of the above, it is right time for academic institutions and Serbian industries to come forward responsibilities of providing a comprehensive distribution automation solution. Academic institutions can focus mainly on providing trained high quality manpower in the area of power distribution supervisory control and protection addition, there is a need of intensive research work in order to get low cost solution using the state-of-the-art technology in the area. Academic institutions can collaborate with these organizations to accelerate the research work.

Some universities, in the world, have already introduced courses on distribution control and protection. Therefore, justified for academic institutions in developing countries to introduce courses on distribution automation and related areas in academic curriculum in order to produce High Quality personnel (*HQP*) required in the country (Belgrade, Nise, Novi Sad) [11].

DISTRIBUTION AUTOMATION: RESEARCH WORK IN FUTURE

Across the world, vendors have brought out Distribution Automation (DA) technology in a fragmented manner. No indigenous effort appears to be made in offering complete solution of the Distribution Automation system starting from development of various components till the integration of the complete distribution automation systems. The future research work should be aimed at developing indigenous know-how of full scale Distribution Automation system, which can cover from primary substations to consumer level intelligent automation. The future research work for power distribution automation is expected into following broad areas.

- Customer level intelligent automation system.
- Computer aided monitoring and control of Distribution Transformers.
- Substation and feeder level automation.
- Data communication system for Distribution Automation.
- Distribution Control Centre (*DCC*) software.
- Pilot level demonstration projects.

The possible research activities in these broad areas are given in Table 2.

Table 2.

(I) Customer Level Intelligent Automation System (a) Automated Meter Reading, (b) Prepaid Metering, (c) Embedding Harmonic Detectors in the Meters.
(II) Computer Aided Monitoring and Control of Distribution Transformers (a) Remotely Operable Load Break Switcher, (b) Low Cost Controllers for Capacitor Switching, (c) Low Cost Pole Top RT.
(III) Substation and Feeder Level Automation (a) Indigenous Auto Reclosures and Sectionalizers, (b) Intelligent Electronic Devices (IEDs).
(IV) Data communication system for Distribution Control (a) Interfaces for Code Division Multiple Access (<i>CDMA</i>) and Wireless in Local Loop (<i>WLL</i>), (b) Interfaces for Global System for Mobile (<i>GSM</i>), (c) Interfaces for Distribution Line Carrier Communication (<i>DLCC</i>).
(V) Development and Standardization of Distribution Automation software (a) Master Distribution Automation Software, (b) Application/Engineering Analysis Software, (c) Integration of GIS, (d) Energy Audit and Accounting Software (EAAS) i) Web Based Monitoring of Distribution System, (e) Trouble Call Management Software (TCMS), (f) Customer Information System (CIS), (g) Web Based Metering, Billing, and Collection System.
(VI) Pilot level Demonstration Projects

CONCLUSION

At present in Serbia, power utilities have realized the need for full scale distribution automation achieve on-line system information and remote control system. This is required in order to fully accomplish the restructuring (*GCOs*), to introduce courses and Ractivities in the field of distribution automation in the regular academic curriculum. A list of possible research areas and activities for future is also proposed for power distribution supervisory contraol and data acquisition and protection.

REFERENCES

- [1] S. Bjelić: *Informatički model zaštite bloka generator-transformator i sopstvene potrošnje*, Elektroprivreda 2, str. 3-12, ISSN 0013-5755, UDK: 621.313, 2008, jugel@beocity.net.

- [2] S. Bjelić: *Metodološki pristup razvoju sistema za prikupljanje, prenos i obradu podataka u električnim mrežama*, Tehnika-Elektrotehnika 2, 3, str. 9-16, YU ISSN 0040-2176, sits@beotel.yu
- [3] S. Bjelić: *Uticaj vlage, temperature, pH vrednosti i vrste tla na specifičnu otpornost tla u industrijskom krugu kombinata*, "Trepča" u Zvečanu, UDK 621.315.078.001, sits@beotel.yu
- [4] S. Bjelić i autori: *Razvoj aktivnih i pasivnih metoda za akviziciju značajnih vrednosti u niskonaponskim mrežama*, Poljoprivredna tehnika, No. 4, str. 17-24, 2008, UDK 621.316.1.025, omico@agryfaculty.bg.ac.yu
- [5] S. Bjelić i autori: *Uređaji sa simetričnim komponentama za smanjenje nesimetrije faznih napona u niskonaponskim električnim mrežama*, Poljoprivredna tehnika, No. 4, str. 9-17, 2008, UDK 621.316.1.025, omico@agryfaculty.bg.ac.yu
- [6] S. Bjelić&authors: *Flexibility Equipment of Protection, Control and Measure for Mean and Low Electrical Network in Power Transformation Substations*, Science annoucement&original science paper OSCP/in Journal Sc. Proc. of the KTU, series: Electronics&Electrical Engineering, danielius.eidukas@ktu.lt, (Accepted papers).
- [7] S. Bjelić&authors: *Inertia (slowness) of zero components filter*, Science annoucement&original science paper OSCP/in Journal Sc. Proc. of the KTU, series: Electronics&Electrical Engineering, danielius.eidukas@ktu.lt, (Accepted papers).
- [8] S. Bjelić&authors: *Algorithm and Possible method of Emergencz Control Electrical Network*, Int. Conf, IEEE Catalog Number: CFP08481-CDR. Session 2: Application of NNS 2: Power Control, OSC Paper RS 2.3, NEUREL 2008, neurel@galeb.etf.bg.ac.yu
- [9] S. Bjelić&authors: *Graphical Zero-Sequence Cutt ofs Methods of Determining of Fault to Earth in Electrical Lines*, Int. Conf, IEEE Catalog Number: CFP08481-CDR. Session 2: Application of NNS 2: Power Control, OSC Paper RS 2.4, NEUREL 2008, neurel@galeb.etf.bg.ac.yu
- [10] S. Bjelić&authors: *One solution for protection of telecommunication device electric power supply system*, Session AEE 4, IEEE Proceedings ISBN 978-86-7466-337-0, Sesion TN-2, Paper 2.8, pg. 242-246, TELFOR 2008, oficce@telfor.rs
- [11] S. Bjelić&authors: *Multi-sliced-level type phase-comparison carrier relaying system for multi-terminal lines*, Session AEE 4, IEEE Proceedings ISBN 978-86-7466-337-0, Sesion TN-2, Paper 7.29, pg. 584-588, TELFOR 2008, oficce@telfor.rs
- [12] E. K. Chan and H. Ebenhon: *The Impementation and Evolution of a SCADA System for a Distribution Network*, IEEE Transactions on Power systems, Vol. 7, No. 1, pp. 320-326, 1992.
- [13] J. Carr: *Considerations in the Adoption of a Full Scale Distribution Automation System*, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol, PAS-100, No. 3, pp. 1167-1171, 1981.
- [14] R. P. Gupta and S. C. Srivastava, *Technology Development and Implementation for Power Distribution Automation*, Water and Energy International Journal, Vol. 61, No. 4, pp. 40-47, 2004.

- [15] D. L. Brown, J. W. Skeen, P. Daryani, and F. A. Rahimi: *Prospects for Distribution Automation Pacific Gas&Electric Company*, IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 6, No. 4, pp. 1946-1954, 1991.
- [16] W. R. Cassel, *Distribution Management Systems: Functions and Payback*, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 8, No. 3, pp. 796-801, 1992.
- [17] D. G. Hart, D. Uy, J. Northcote-Green, C. LaPlace and D. Novosel: *Automated Solutions Distribution Feeders*, IEEE Computer Applications in Power, pp. 25-30, 2000.

APPLICATION OF SOME ENGLISH SYNONYMS

Jelena Rajović¹

Summary: *This paper deals with some words and application of their synonyms. Here are presented examples with answers given and full explanation of meaning of a following words: journey, work, quiz and application of their synonyms. These examples should enable students to be able to identify the correct word from a selection of similar words that match a particular context*

Key words: *Language, synonyms, work, quiz, journey.*

JOB, WORK, CAREER, EMPLOYMENT

1. If you go now it will destroy your **career**.
2. The number of people in part-time **employment** has risen this month.
3. Would you like for a tea after **work**?
4. He's decided to take a full-time **job**.

JOB-

- (a) Anything that is to be done, especially a definite single piece of work done for set fee.
- (b) A position or situation of employment.

WORK-

- (a) Continued exertion or activity, whether physical or mental, directed to some purpose or end.
- (b) A job or position; employment; to look for work.

CAREER-

- (a) The course of progress of a person's life.
- (b) One's lifework; profession.

EMPLOYMENT-

- (a) Occupation, activity.
- (b) The act of employing; the condition of being employed.

¹ Jelena Rajović, Advanced Polytechnic School of skilled studies Urosevac, Zvečan,
E-mail: gvozdena2001@yahoo.com

TEST, EXAM, QUIZ, TRIAL

1. At the end of the lesson teacher will give us a fun **quiz**.
2. She is going to work as for a **trial** period.
3. If you work hard you should pass the KET **exam**.
4. Today our teacher is giving us a short grammar **test**.

TEST-

- (a) Subjection to conditions that disclose the true character of a person or thing in relation to some particular quality.
- (b) A series of questions, problems etc., intended to measure the extent of knowledge intelligence.

EXAM-

- (a) The act of examining, or the state of being examined.
- (b) A formal test of knowledge or skills; also, the question or problems examined.

QUIZ-

- (a) The act of questioning.
- (b) An informal oral or written examination of a class or individual.

TRIAL-

- (a) The act of testing or proving by experience or use.
- (b) Experimental treatment or action performed to determine a Result.

JOURNEY, TOUR, RIDE, TRIP

1. Can I go for a **ride** on your bike?
2. We went on a group **tour** to Belgrade.
3. It has been a long **journey** to unknown.
4. He is leaving tomorrow on a business **trip**.

JOURNEY-

- (a) Travel from one place to another.
- (b) The distance traveled.

TOUR-

- (a) A trip or rambling excursion.
- (b) Traveling from place to place.

RIDE-

- (a) To travel or be carried on or in a vehicle or other transportation means.
- (b) To sit on and control the motion (of a horse, bicycle, etc).

TRIP-

- (a) A journey or voyage.

CONCLUSION

The aim of this paper is to give students a pattern they should use while dealing with synonyms. Given examples are just small drops in a big sea of words. The best way for improving of ones vocabulary is intensive reading and frequent study of all kind of dictionaries.

REFERENCES

- [1] John Eastwood: *Oxford practice grammar*, Oxford University Press, 2003.
- [2] Thomson-Martinet: *A practical English Grammar*, second edition, 1993.
- [3] Raymond Murphy: *English Grammar In Use*, Cambridge University Press, 1988.
- [4] Funk&Wagnalls: *Standard desk dictionary*, Volume I and II, 1979.

ENGLISH EQUIVALENTS TO SERBIAN EXPRESSIONS

Jelena Rajović¹

Summary: *This paper presents exercises presented to English language learners during lectures conducted in their second year of study. The aim of this paper is to explain and to bring closer certain English forms equivalent to Serbian forms.*

Key words: *Language, synonyms, work, quiz, journey.*

The Gerund

1. Ne podnosim više njegovo gundanje.
I can't stand his grumbling anymore.
2. Njoj se sviđa vaše pevanje.
She likes your singing.
3. Tvoj pokušaj da me pridobiješ za svoju stvar je uzaludan.
Your trying to win me over to your cause is useless.

The Infinitive

1. Nemam nista da ti ponudim za citanje.
I have nothing to offer you to read.
2. Moje najomiljenije zanimanje je rad u bašti.
My most favourite hobby is to work in the garden.
3. Njihov dolazak se ne očekuje tako skoro.
They are not expected to arrive so soon.

The Adjectives

1. Smrt ne pravi razliku između bogataša i siromaha.
Death makes no distinction between the rich and the poor.
2. Ranjenici su bili preneti u jednu poljsku bolnicu.

The Present participle

1. Bila je zauzeta pripremanjem doručka.
She was busy preparing breakfast.

¹ Jelena Rajović, Advanced Polytechnic School of skilled studies Urosevac, Zvečan,
E_mail: gvozdena2001@yahoo.com

The Simple Past Tense

1. Autobus je pošao odmah po mom dolasku na glavnu stanicu.
The bus started right after my arrival at the terminal.

The Past Continuous

1. Spavao sam kad su otišli.
I was seeping when they left.
2. Nisam verovao da te čeka u susednoj sobi.
I did not believe that she was waiting for you in the next room.

The Past Perfect

1. Završio ga je pre nego što smo stigli.
He had finished it before we arrived.

The Past Perfect Continuous

1. Pitao sam ga šta je radio od tada.
I asked him what he had been doing since then.

The Present Perfect

1. Već smo večerali.
We have already had our dinner.

The Present Perfect Continuous

1. Ko je upotrebljavao moju olovku?
Who has been using my pencil?
2. Engleski učimo već dosta dugo?
We have been studying English for quite a long time now.

The Future Perfect

1. Verovatno su do sada stigli kući.
They will have arrived home by now.
2. Idućeg leta će biti dve godine kako je udata za njega.
Next summer she will have been married to him for two years.

The Present Infinitive

1. Sledeće što je trebalo uraditi bilo je da se oslobode svi zarobljenici.
The next thing to do was to set all the prisoners free.

The Perfect Infinitive

1. To je trebalo mnogo ranije da uradiš.
You should have done that a long time ago.

The Present Participle

1. Skrenuvši za ugao, pljačkaši naleteše na svoje gonioce.
Turning round the corner the robbers ran into their pursuers.

The Perfect Participle

1. Pošto je ispunio sve uslove za prijem, bio je upisan u prvu godinu.
Having met all the requirements needed for admission he was enrolled in the first year.

The Simple Present

1. U školi učimo mnogo predmeta.
We study many subjects at school.

The Present Continuous

1. Sad doručujemo.
We are having their breakfast now.

The Present Perfect

1. Engleski učimo već mnogo godina.
We have studied English for many years.

The Future Perfect Continuous

1. Sutra u ovo vreme biće dve nedelje kako radim na ovome.
I shall have been working at this for two weeks this time tomorrow.

REFERENCES

- [1] John Eastwood: *Oxford practice grammar*, Oxford University Press, 2003.
- [2] Thomson-Martinet: *A practical English Grammar*, second edition, 1993.
- [3] Raymond Murphy: *English Grammar In Use*, Cambridge University Press, 1988.
- [4] Raymond Myrphy, *English In Use*, Cambridge University Press, 1990.
- [5] Popović-Mirić, Gramatica engleskog jezika sa vežbanjima, Beograd, 1996.

МЕТОДИЧКО ДИДАКТИЧКЕ ОСНОВЕ РЕШАВАЊА ФОРМУЛА ИЛИ СКУПА ФОРМУЛА

Душко Парезановић¹

Резиме: *Рад се бави решавањем формула и скупова формула. Показано је како се свака формула може свести на једначину облика $r(x) = T$, где је r нека релација. Разматране су две врсте проблема решавања формула, и уз услов да је формула могућа на датом домену, дат је решен облик формуле. Радом је обухваћено и решавање формула са параметрима.*

Кључне речи: *Формула, једначина, решење.*

УВОД

Један од основних математичких проблема је одређивање непознатих елемената који задовољавају одређене услове, односно решавање једначина. Имајући у виду да постоје различите једначине, интересантно је посматрати оне што општије. Најопштије једначине су облика $r(x) = T$, где је r нека релација датог скупа D (домена једначине), односно пресликавање скупа D у скуп $(T, \perp)$. Ове једначине укључују у себи све једначине, неједначине, системе једначина и уопште формуле.

Наиме, решити дату формулу $F(x)$ по непознатој x датог скупа D логички је исто што и решити једначину облика $v(F(x)) = T$, где је v истинитосна вредност, а T одговара речи тачан. При решавању формула се углавном појављују два случаја решавања која ћемо у датом раду анализирати. Такође ћемо навести и по неколико примера за сваки од тих случајева.

ОКУПЉАЈУЋЕ ФОРМУЛЕ

Нека је $\neg p \vee q$ формула исказне алгебре. Домен ове формуле је $\{\{T, T\}, \{T, \perp\}, \{\perp, T\}, \{\perp, \perp\}\}$. Ако се дате формуле напишу у облику канонске дисјунктивне форме, добија се њен скуп решења $\{\{T, T\}, \{\perp, T\}, \{\perp, \perp\}\}$.

Систем формула по x

$$x \in \{1, 2, 3\} \wedge x \in \{1, 3, 5, 8\}$$

¹ мр Душко Парезановић, Висока пословно техничка школа Ужице, E_mail: skola@vpts.edu.yu

има скуп решења $\{1,3\}$ који се добија као пресек скупова решења двеју датих формула:

$$\{1,2,3\} \cap \{1,3,5,8\} = \{1,3\}.$$

Скуп решења система једначина по x и y

$$x = 2 \wedge y = 4 \wedge x + y = 5$$

је празан, јер само за $x = 2$ и $y = 4$ прве две једначине су тачне, али је за те вредности трећа једначина нетачна.

Један од основних проблема теорије скупова је: у случају којих формула се може говорити о скупу свих њених решења, односно које су то формуле окупљајуће (колективизујуће). Ево једног врло општег потврдног случаја. Нека је A дати скуп и $F(x)$ дата формула. Тада постоји скуп елемената који задовољава формулу

$$x \in A \wedge F(x)$$

односно скуп свих решења формуле $F(x)$ који су уједно и елементи скупа A . Дакле формуле облика $x \in A \wedge F(x)$ су окупљајуће.

ШТА ЗНАЧИ РЕШИТИ ФОРМУЛУ ИЛИ СКУП ФОРМУЛА

Дефиниција 1. Терми (изрази) над датим језиком дати су следећим правилима:

1. Променљиве $x, y, z, \dots$ и константе $a, b, c, \dots$ су терми.
2. Ако су $t^1, \dots, t^j$ терми и f операцијско слово арности j тада је и $f(t^1, \dots, t^j)$ терм.
3. Терми се добијају само коначном применом правила 1 и 2.

Дефиниција 2. Нека су $t^1, \dots, t^j$ терми и R релацијско слово арности j . Тада је $R(t^1, \dots, t^j)$ елементарна (атомска) формула.

Дефиниција 3. Формуле (над датим језиком) су дате следећим правилима:

1. Елементарне формуле су формуле.
2. Ако су A и B формуле и x променљива, тада су и формуле и $(A \wedge B)$,
3. $(A \vee B)$, $(A \Rightarrow B)$, $(A \Leftrightarrow B)$, $\neg A$, $((\forall x)A)$ и $((\exists x)A)$,
4. Формуле се добијају само коначном применом правила 1 и 2.

Први случај решавања формула је када се за дату формулу F тражи релацијско-операцијска структура у којој је F задовољена, другим речима, тражи се непразан скуп S у коме су на одређени начин дефинисане неке релације, операције и константе, и у таквом скупу, са тако одређеним релацијама, операцијама и константама, формула F је задовољена.

Пример 1. Нека је F формула

$$(\forall x, y)(xry \Rightarrow yrx) \quad (1)$$

где је r релацијски знак дужине два. Поставља се питање решавања по непознатој релацији r . Решење би се састојало од:

- непразног скупа S и
- бинарне релације r тог скупа такве да за све чланове x, y из S важи $xry \Rightarrow yrx$, односно кад год је x у релацији r са y , тада је и y у релацији r са x . Ову структуру ћемо обележити са (S, r) и рећи ћемо да је она модел (решење) формуле (1).

Наводимо неке моделе формуле (1).

Модел 1. S је $\{a, b, c, d\}$, r је релација одређена табелом 1:

Табела 1:

r	a	b	c	d
a	Т	Т	⊥	⊥
b	Т	Т	⊥	⊥
c	⊥	⊥	Т	Т
d	⊥	⊥	Т	Т

Модел 2. S је скуп сви исказних формула, r је релација еквивалентност и формула која се уводи на следећи начин: формула A је еквивалентна са формулом B ако и само ако је формула $A \Leftrightarrow B$ таутологија.

Модел 3. S је скуп правих у једној равни (простору), r је релација паралелност правих.

Нека је F скуп извесних формула у којима учествују неки релацијски знаци α, β, γ односно операцијски знаци $f, g, h, \dots$. Решења, односно модели таквог скупа формула су релацијско-операцијске структуре $(S, \alpha, \beta, \gamma, \dots, f, g, h, \dots)$ које задовољаваљу сваку од датих формула (под тим подразумевамо замењивање релацијских знакова и операцијских знакова одговарајућим релацијама и операцијама скупа S , а за променљиве $x, y, \dots$ претпостављамо да на све могуће начине узимају вредности из скупа S).

За дату формулу односно скуп формула F постоје две могућности:

1. постоји бар један модел. У том случају кажемо да је F непротивуречна формула (скуп формула),
2. не постоји ни један модел. Тада је F противуречна формула (скуп формула).

Пример 2. Дат је скуп формула

$$(\forall x, y, z)(x * y) * z = x * (y * z)$$

$$(\forall x)(x * e = e * x = x)$$

$$(\forall x)(\exists y)(x * y = e \wedge y * x = e)$$

где је $*$ операција дужине 2, e је знак константе. Треба одредити домен S , операцију $*$ домена S и један члан e домена S тако да буде задовољен дати скуп формула који представља аксиоме групе.

Модел 1. S је скуп целих бројева, $*$ је операција сабирања, e је број нула $[(\mathbb{Z}, +, 0)]$.

Модел 2. S је скуп реалних бројева без нуле, $*$ је операција множења, e је број 1, односно модел је уређена тројка $(R, *, 1)$.

Модел 3. Овог скупа формула су и разне друге групе.

РЕШАВАЊЕ ФОРМУЛА

Друга група случајева решавања формула односи се на формуле за које се претпоставља да су интерпретиране у оквиру дате релацијско-операцијске структуре. Обично се поставља питање: За које вредности променљивих је та и та формула тачна. Исте природе су и проблеми као: решавање једначина, неједначина, система једначина, система неједначина и сл.

Сада ћемо у општем случају објаснити појам шта значи решити дату формулу по извесним непознатим члановима датог непразног скупа D (домена).

Предпостављамо да су релацијски, операцијски и знаци констаната протумачени у оквиру скупа D . За непознате претпостављамо одређени редослед. Ако је непознатих укупно n , и ако су оне, на пример, редом $x^1, x^2, \dots, x^n$, решења формуле F (у оквиру скупа D) јесу оне n -торке $(s^1, s^2, \dots, s^n)$ чланова скупа D које задовољавају формулу F (тј. замењујући редом $x^1, x^2, \dots, x^n$ са $s^1, s^2, \dots, s^n$ из формуле F настају тачне формуле о члановима скупа D).

Са $R(F)$ означимо скуп свих решења формуле F у односу на дати скуп. За $R(F)$ постоје две могућности:

1. $R(F) = \emptyset$, скуп решења је празан, тј. не постоји ни једно решење формуле F . У том случају кажемо да је F немогућа или противуречна на скупу.
2. $R(F) \neq \emptyset$, значи формула F има бар једно решење на D .

Може се десити да је:

$\text{card } R(F) = 1$ (card одговара речи кардинални број) и тад кажемо да F има тачно једно решење, тј. F има јединствено решење.

$\text{card } R(F) > 1$, у овом случају кажемо да F има више од једног решења, односно F има нејединствено решење.

Један од основних проблема у вези са формулом F је како да се одреди скуп свих њених решења. У неколико наредних примера ћемо конкретно видети како се одређује скуп решења а затим ћемо о томе говорити и уопште.

Пример 3. Решити формулу:

$$(x = 1 \wedge y = 2) \vee (x = 5 \wedge y = 3) \quad (2)$$

Дисјункција $A \vee B$ је истинита у три случаја:

$$v(A) = \text{Т}, v(B) = \text{Т}, v(A) = \text{Т}, v(B) = \perp, v(A) = \perp, v(B) = \text{Т}$$

а само у случају $v(A) = \perp, v(B) = \perp$ дисјункција је нетачна. У складу са тим важи да је

$$R(A \vee B) = r(A) \cup R(B) \quad (3)$$

односно да је скуп решења формуле $A \vee B$ унија скупова решења A и B . У нашем примеру ће бити:

$$\begin{aligned} R((x = 1 \wedge y = 2) \vee (x = 5 \wedge y = 3)) &= R(x = 1 \wedge y = 2) \cup R(x = 5 \wedge y = 3) = \\ &= \{(1,2)\} \cup \{(5,3)\} = \{(1,2), (5,3)\} \end{aligned}$$

Напомена: Поред једнакости (3) важе и следеће једнакости у вези са конјукцијом и негацијом:

$$R(A \wedge B) = R(A) \cap R(B)$$

$$R(\neg A) = CR(A)$$

где је C ознака за комплемент.

Пример 4. За формулу

$$x \in \{2,4,5\} \wedge x \in \{1,2,3,5,7\} \quad (4)$$

скуп решења ће бити:

$$\begin{aligned} R\{x \in \{2,4,5\} \wedge x \in \{1,2,3,5,7\}\} &= R(x \in \{2,4,5\}) \cap R(x \in \{1,2,3,5,7\}) = \\ &= \{2,4,5\} \cap \{1,3,5,7,2\} = \{2,5\} \end{aligned}$$

Нека је $x \in N$. Формула

$$x > 3 \Rightarrow x > 10 \quad (5)$$

је облика $A \Rightarrow B$, а у погледу истинитости ова импликација је еквивалентна са дисјункцијом $\neg A \vee B$. Скуп решења је:

$$\begin{aligned} R(x > 3 \Rightarrow x > 10) &= R(\neg(x > 3) \vee x > 10) = R(\neg(x > 3)) \cup R(x > 10) = \\ &= CR(x > 3) \cup R(x > 10) = C\{4,5,6,\dots\} \cup \{11,12,13,\dots\} = \\ &= N \setminus \{4,5,6,\dots\} \cup \{11,12,13,\dots\} = \{1,2,3\} \cup \{11,12,13,\dots\} \end{aligned}$$

Поред решавања формула по извесним непознатим, члановима датог домена, важни случајеви ове друге групе су и они у којим су непознате неке функције или релације. Такви су проблеми решавања разних функционалних, интегралних, диференцијалних, релацијских и других једначина. Следећи примери илуструју такве случајеве.

Пример 5. Одредити све реалне функције f које задовољавају услов:

$$(\forall x)f(-x) = -f(x) \quad (6)$$

Особином (6) одликују се ткз. непарне функције, неке од њих су x^3 и $\sin x$.

Нека је P произвољна реална функција, $P: R \rightarrow R$. Помоћу P дефинишимо нову функцију f на следећи начин:

$$f(x) = \frac{P(x) - P(-x)}{2} \quad (7)$$

На основу (7) следи да је

$$f(-x) = \frac{P(-x) - P(-(-x))}{2} = \frac{P(-x) - P(x)}{2} = \frac{P(x) - P(-x)}{2} = -f(x)$$

па функција f дефинисана са (7) задовољава функционалну једначину (6).

Уверићемо се да су формулом (7) обухваћена сва решења једначине (6).

Нека је $g(x)$ ма које одређено решење једначине (6) и нека је $P(x)$ баш $g(x)$, добићемо:

$$\frac{P(x) - P(-x)}{2} = \frac{g(x) - g(-x)}{2} = \frac{g(x) + (-x)}{2} = g(x)$$

(6) код друге једнакости смо користили да је $g(-x) = -g(x)$, па значи да формула (7) одређује истакнуто решење $g(x)$. Тиме је доказ завршен. Дакле, (7) је формула свих решења једначине (6).

Уочимо да се за ма коју функцију P формулом (7) долази до решења, а када је P решење формула (7) је управо то решење. Каже се: формула (7) је репродуктивне природе (даје решења, али их и задржава).

Пример 6. Дата је интегрална једначина:

$$2 \int_0^x (t) dt = f^2(x)$$

где је f непозната реална функција. Једно њено решење је $f(x) = x$.

Пример 7. За диференцијалну једначину:

$$f''(x) = -f(x)$$

где је f непозната реална функција, нека решења су: $\sin x$, $\cos x$.

Пример 8. Дата је диференцијална једначина:

$$X^{n+2} = X^{n+1} + 2X^n$$

где $n \in \mathbb{N}$ и (X^n) је непознат реалан низ, тј. непозната реална функција која пресликава $\mathbb{N}$ у $\mathbb{R}$. Једно решење је низ $(-1)^n + 2^n$.

РЕШЕН ОБЛИК

Дефиниција 3. Нека је S скуп свих елемената домена D који задовољавају једначину: $F(x) = T$, где је F формула, тј.

$$x \in S \Leftrightarrow F(x) = T$$

S се тада назива скуп решења дате једначине, елемент x који задовољава дату једначину $F(x) = T$ назива се партикуларно решење, док се

пресликавање $g : D \rightarrow S$ назива функција решења дате једначине. За g се често каже да је решење једначине. Чињеница да се пресликавањем g скуп D пресликава у скуп S може се изразити овако:

$$(\forall t \in D)F(g(t)) = T$$

У предходним примерима смо помињали скуп свих решења. Да бисмо добили цео скуп S односно све елементе скупа решења треба да је g пресликавање "на", тј. да важи:

$$x \in S \Rightarrow (\exists t \in D)x = g(t)$$

Тада је формулом:

$$x = g(t) \quad (8)$$

дефинисано опште решење једначине $F(x) = T$. Значи, ако је g пресликавање "на", тада оно одређује све чланове скупа S , тј. сва решења формуле F , па се за формулу $x = g(t)$ каже и да је то формула свих решења.

Дефиниција 4. Пресликавање $g : D \rightarrow S$ је опште решење једначине $F(x) = T$ ако задовољава следеће услове:

$$(\forall t \in D)(F(g(t)) = T) \wedge (\forall x \in D)(F(x) = T \Rightarrow (\exists t \in D)x = g(t)) \quad (9)$$

Ова два услова која се појављују у дефиницији општег решења могу се заменити једним што показује следећа:

Теорема: Нека је $F(x) = T$ дата једначина, где је F нека формула. Нека је формулом $x = g(t)$ дефинисано опште решење једначине, тј.

$$(\forall t \in D)(F(g(t)) = T) \wedge (\forall x \in D)(F(x) = T \Rightarrow (\exists t \in D)x = g(t)) \quad (10)$$

Конјункција (3) еквивалентна је са:

$$(\forall t \in D)(F(g(t)) = T) \wedge (\forall x \in D)(F(x) = T \Rightarrow (\exists t \in D)x = g(t)) \quad (11)$$

Доказ: Импликација $(\forall x \in D)(F(x) = T \Rightarrow (\exists t \in D)x = g(t))$ је део еквиваленције (11) Даље је:

$$\begin{aligned} &(\forall x \in D)(\exists t \in D)x = g(t) \Rightarrow F(x) = T \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow (\forall x \in D)(\forall t \in D)(x = g(t) \Rightarrow F(x) = T) \Leftrightarrow (\forall t \in D)F(g(t)) = T \end{aligned}$$

где смо у предпоследњем и последњем кораку користили редом ваљане формуле $(\exists x)B(x) \Rightarrow A \Leftrightarrow (\forall x)(B(x) \Rightarrow A)$, где променљива x није слободна у A , $(\forall x)(x = u \Rightarrow A(x)) \Leftrightarrow A(u)$, где је терм u слободан за променљиву x у формули A .

Говорећи о скупу S , тј. о скупу решења, претпоставили смо да је он непразан. Реченица: S је непразан скуп може се заменити са:

$$(\exists x \in D)F(x) \text{ односно са } (\exists x)(x \in D \wedge F(x)) \quad (12)$$

Дакле, претпоставка (12) обезбеђује непразност скупа $\{x / x \in D \wedge F(x)\}$, односно скупа S . Формула (12) се може читати овако: формула $F(x)$ је могућа по x из D . Веома је значајно да се са (12) формулски изражава потребан и довољан услов да $F(x)$ има решење по x из D .

Као што се може видети из наведене теореме једначина $F(x) = T$ еквивалентна је са формулом $(\exists t \in D)(x = g(t))$, тј.

$$F(x) \Leftrightarrow (\exists t \in D)x = g(t) \quad (13)$$

па су њена решења, решења и формуле $F(x)$. Ова еквиваленција је условна, односно важи уз претпоставку (11) Формула

$$(\exists t \in D)x = g(t) \quad (14)$$

се назива *решен облик* једначине $F(x) = T$. Из ње се непосредно читају решења, то су чланови облика $g(t)$, где t прође кроз скуп D , тј. то су баш чланови скупа S .

Ако су $t^1, t^2, t^3, \dots$ разни чланови скупа D (D не мора бити пребројив), тада из еквиваленције (13), замењујући квантификатор $\exists$ односном дисјункцијом, настаје запис:

$$F(x) \Leftrightarrow x = g(t_1) \vee x = g(t_2) \vee x = g(t_3) \vee \dots$$

који се може читати на следећи начин: дешава се $f(x)$, тј. x је решење формуле F ако и само ако дешава се $g(t^1)$ или дешава се $g(t^2)$ или ...

У случају коначног скупа квантификатор $\exists$ прелази у коначну дисјункцију, тј. решен облик (14) обухвата и случај:

$$x = x_1 \vee x = x_2 \vee \dots \vee x = x_n, \text{ односно } x \in \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$$

Напомена: Функција решења g не мора да буде пресликавање скупа D на S већ може бити $g: P \xrightarrow{na} S$, где је P неки нови помоћни, познат скуп. Услов који скуп P мора да задовољава да је:

$$cardP > cardS$$

како би пресликавањем g могли да се добију сви елементи скупа решења, тј. да би g било пресликавање на. За скуп P обично се узима домен једначине, скуп D . Ово иде у прилог идеји да је одређивање решења једначине $F(x) = T$ у односу на домен D , у ствари, поступак којим се међу елементима скупа D издвајају они који задовољавају ту једначину, а крајњи резултат је формула решења. Пресликавањем скупа D добијају се сви елементи скупа решења, па ако се уводи неки нови скуп P , онда он не треба бити шири, већ што ужи скуп, али да се његовим пресликавањем добије читав скуп S . Идеални случај би био да опште пресликавање буде "1-1" односно да сваком партикуларном решењу одговара само једна вредност из скупа P .

Дакле у еквиваленцији (12) уместо скупа D може да стоји и неки други познати скуп P , и g може да буде пресликавање P на S . Изузимајући да је G пресликавање "на", и P и g могу да буду произвољни и досадашња логичка анализа се може исказати на други начин.

Пример 9. Једначина по x, y, z из R $5x + y + 2z = 3$ еквивалентна је са једначином $y = 3 - 5x - 2z$. Њена сва решења се могу одредити формулом:

$x = p$, $z = q$, $y = 3 - 5p - 2q$, где су $p, q \in R$ произвољни. Да би смо дошли до облика (12) са P означимо скуп R^2 са D скуп R^3 а са g пресликавање P у D одређено са $g(p, q) = (p, 3 - 5p - 2q, q)$, $p, q \in R$. Тада је једначина еквивалентна са: $(\exists(p, q) \in R)(x, y, z = g(p, q))$, тј. може се писати:

$$(\exists p, q \in R)(x = p \wedge z = q \wedge y = 3 - 5p - 2q)$$

Пример 10. Опште решење диференцијалне једначине $y'' = 0$ је $y = c_1x + c_2$, где су c_1, c_2 произвољне константе.

Другим речима једначина $y'' = 0$ је еквивалентна са:

$$(\exists c_1, c_2 \in R)(\forall x \in R)y(x) = c_1x + c_2$$

Овде је D скуп реалних диференцијалних функција, P је скуп R^2 , тј. скуп чланова облика (c_1, c_2) $c_1, c_2 \in R$, а g је пресликавање одређено са $g(c_1, c_2) = c_1x + c_2$.

РЕШАВАЊЕ ФОРМУЛЕ СА ПАРАМЕТРИМА

Уочимо формулу $F(x, A_1, A_2, \dots, A_n)$ по x из домена D која садржи и n параметара. При решавању овакве формуле сусрећемо се, у ствари са решавањем више формула:

$$\begin{aligned} &F(x, A_1^1, A_2^1, \dots, A_n^1) \\ &F(x, A_1^2, A_2^2, \dots, A_n^2) \end{aligned}$$

које настају из дате формуле $F(x, A_1, A_2, \dots, A_n)$ када се параметри на све могуће начине замене члановима скупа D . Вреди ли и у овом случају разматрање у коме учествује скуп P и решавајућа функција φ ?

Означимо са D^n скуп свих n -торки $(A_1, A_2, \dots, A_n)$ где $A_1, A_2, \dots, A_n \in D$.

Свакој n -торки, односно сваком елементу скупа D^n , одговара по једна одређена формула $F(x, A_1, A_2, \dots, A_n)$ која може бити могућа и немогућа, а у задњем случају може имати једно или више решења. Потребан и довољан услов да је формула F могућа по x из D изражава се са:

$$(\exists x)(x \in D \wedge F(x, A_1, A_2, \dots, A_n)) \quad (15)$$

Уствари, потребан и довољан услов је извесна формула $U(A_1, A_2, \dots, A_n)$ која је еквивалентна са (15) и која је настала из (15) елиминацијом квантора $\exists x$.

Услову U одговора извешан скуп $\bar{U} \subseteq D^n$ чији су чланови баш оне n -торке $(A_1, A_2, \dots, A_n)$ које задовољавају услов $U(A_1, A_2, \dots, A_n)$. Дакле, формула је могућа по ако и само ако $(A_1, A_2, \dots, A_n) \in \bar{U}$. За ма коју тачку $(A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0) \in \bar{U}$ одговарајућа формула је $F(x, A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0)$ могућа по x и

има једно или више решења. Нека је $S(A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0)$ односни скуп решења. Тада на основу ранијег размишљања, постоји извешан скуп $P(A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0)$ и извесна функција $\varphi(A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0)$ тако да вреди еквиваленција:

$$F(x, A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0) \Leftrightarrow \left(\exists t \in P(A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0) \right) x = \varphi(A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0)$$

Дакле, за сваку тачку $(A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0)$ замишљамо по један скуп $P(A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0)$ и једну функцију $\varphi(A_1^0, A_2^0, \dots, A_n^0)$ помоћу којих се изражавају сва решења. Може ли се од тако замишљених скупова и пресликавања саставити један скуп P и нека функција φ тако да еквиваленција облика $F(x, A_1, A_2, \dots, A_n) \Leftrightarrow (\exists t \in P_{(A_1, A_2, \dots, A_n)})$ вреди у свакој тачки скупа $\bar{U}$? Одговор је потврдан. Доказ ћемо извести на посебном примеру.

Нека је $F(x, a, b)$ нека формула по X са параметрима a, b . Домен је скуп $\{1, 2, 3\}$. Нека је $F(x, a, b)$ могућа у случајевима: $(a, b) = (1, 3)$ и $(a, b) = (2, 1)$. Одговарајући скупови решења нека, по предпоставци, буду $S_{(1,3)} = \{2, 3\}$ и $s_{(2,1)} = \{2\}$. Скупови $P_{(1,3)}$ и $P_{(2,1)}$, и функције $\varphi_{(1,3)}$ и $\varphi_{(2,1)}$ треба да буду такви да су следеће еквиваленције тачне:

$$\begin{aligned} F(x, 1, 3) &\Leftrightarrow (\exists t \in P_{(1,3)}) x = \varphi_{(1,3)}(t) \\ F(x, 2, 1) &\Leftrightarrow (\exists t \in P_{(2,1)}) x = \varphi_{(2,1)}(t) \end{aligned} \quad (16)$$

Може их одабрати, на пример, на следећи начин:

$$\begin{aligned} P_{(1,3)} &= \{C, D, 1\} & \varphi_{(1,3)} &= \left\{ \frac{C}{2}, \frac{D}{3}, \frac{1}{2} \right\} \\ P_{(2,1)} &= (D, 3) & \varphi_{(2,1)} &= \left(\frac{D}{2}, \frac{3}{2} \right) \end{aligned} \quad (17)$$

Желимо да образујемо такав скуп P и функцију φ тако да уз предпоставку $(a, b) \in \{(1, 3), (2, 1)\}$ за све $x \in \{1, 2, 3\}$ важи $F(x, a, b) \Leftrightarrow (\exists t \in P) x = \varphi(t, a, b)$.

У првом кораку са скупова $P_{(1,3)}$ и $P_{(2,1)}$ прелазимо на нове скупове који су истобројни. Скуп $P_{(2,1)}$ ћемо због тога допунити са једним елементом, а функцију φ ћемо онда додефинисати, на пример:

$$\bar{P}_{(2,1)} = \{D, 3, 1\}, \quad \bar{\varphi}_{(2,1)} = \left(\frac{D}{2}, \frac{3}{2}, \frac{1}{2} \right)$$

Даље, скупове $\bar{P}_{(1,3)}$ и $\bar{P}_{(2,1)}$ замењујемо скупом $P = \{p, q, r\}$ који је исте кардиналности, а уместо функција $\bar{\varphi}_{(1,3)}$ и $\bar{\varphi}_{(2,1)}$ уочавамо функције $\varphi'_{(1,3)}$ и $\varphi'_{(2,1)}$ које настају редом из претходних када се сваки оригинал замени са по једним чланом из P на следећи начин:

C са P , D са q , I са r

D са p , 3 са q , I са r

Уместо једнакости (17) сада имамо:

$$P\{p,q,r\}, \varphi'_{(1,3)} = \left(\frac{p}{2} \frac{q}{3} \frac{r}{2} \right), \varphi'_{(2,1)} = \left(\frac{p}{2} \frac{q}{2} \frac{r}{2} \right)$$

Важно је да и са тако одабраним скупом P и функцијама $\varphi'_{(1,3)}$ и $\varphi'_{(2,1)}$ важе еквиваленције (16), тј. да важи:

$$F(x,a,b) \Leftrightarrow (\exists t \in P)x = \varphi'_{(a,b)}(t) \quad (18)$$

где $(a,b) \in \{(1,3), (2,1)\}$. Треба још од функција $\varphi'_{(1,3)}$ и $\varphi'_{(2,1)}$ и да направимо једну функцију φ која зависи од t, a, b , дефинисана је за $(a,b) \in \{(1,3), (2,1)\}$ и чува еквиваленције. Дефинишемо је са $\varphi(t,a,b) = \varphi'_{(a,b)}(t)$, односно:

$$\varphi = \left(\frac{(p,1,3)}{2} \frac{(q,1,3)}{3} \frac{(r,1,3)}{2} \frac{(p,2,1)}{2} \frac{(q,2,1)}{2} \frac{(r,2,1)}{2} \right)$$

Са овако одабраном функцијом φ и скупом P , уз услов $(a,b) \in \{(1,3), (2,1)\}$ за све x из P вреди еквиваленција:

$$F(x,a,b) \Leftrightarrow (\exists t \in P)x = \varphi(t,a,b)$$

чиме је доказ завршен.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Прешић С., Прешић М.: *Решавање једначина, неједначина, формула*, Школска књига, Загреб, 1980.
- [2] Прешић С. Б.: *Елементи математичке логице*, Завод за издавање уџбеника, Београд, 1968.
- [3] Прешић М., Прешић С.: *Увод у математичку логику*, Математички институт, Београд, 1979.
- [4] Војводић Г.: *Предавања из математичке логице и алгебре*, ПМФ, Нови Сад, 2000.

METHODICAL-DIDACTIC FUNDAMENTAL FOR SOLVING OF FORMULAE OR SET OF FORMULAE

Summary: *The work deals with solving of set of formulae. It was shown how each formula can be reduced to the equation with form $r(x)=T$, where r is some relation. Two kinds of problems for solving the formulae have been discussed, and under the condition that formula is possible at the given domain, a solved form of the formula has been given. The work includes also the solving of the formula with parameters.*

Key words: *Formula, equation, solution.*

ПРИМЕНА САВРЕМЕНИХ ИНФОРМАЦИОНО-КОМУНИКАЦИОНИХ ТЕХНОЛОГИЈА У ФИНАНСИЈСКОМ КЊИГОВОДСТВУ

Душко Парезановић¹

Резиме: Рад се бави применом савремених информационо комуникационих технологијама у финансијском књиговодству. У функцији администрације примена рачунара и комуникационе технологије омогућује повећање продуктивности канцеларијских службеника и руководиоца. Посебан акценат у раду је дат је на увођења Интернет сервиса у административну функцију. Као битан задатак обрађена је могућност стварања и преноса мултимедијалних докумената. Такви документи представљају сложену структуру података који могу укључити различите типове података: текст, нумеричке податке, слике, звук, видео записе.

Кључне речи: Финансије, администрација, књиговодство, Интернет сервис, евиденција.

УВОД

У функцији администрације примена рачунара и комуникационе технологије омогућује повећање продуктивности канцеларијских службеника и руководиоца. Основни задатак увођења Интернет сервиса у административну функцију јесте да обезбеди могућност стварања и преноса мултимедијалних докумената. Такви документи представљају сложену структуру података који могу укључити различите типове податка: текст, нумеричке податке, слике, звук, видео записе.

РАЧУНАРИ У АДМИНИСТРАЦИЈИ

У области административне функције ови концепти користе се за:

- електронске картотеке,
- базе података,
- обраду текста,
- издаваштво,
- електронску пошту,
- електронски пренос докумената,
- телеконференције.

¹ мр Душко Парезановић, Висока пословно техничка школа Ужице, E_mail: skola@vpts.edu.yu

Од Интернет сервиса највећу примену имају е_mail за информисање запослених, FTP за пренос документације и WWW за различите типове презентације унутар компанија.

Последњих година посебан значај дат је развоју софтвера за управљање административним пословима. Полази се од чињеница да је административни посао секвенца активности којима се остварује неки циљ система или задовољава захтев корисника услуга или руководиоца система.

На пример, пословни процес је било који канцеларијски, управни посао, затим припрема, одржавање седница и спровођење закључка са седнице неког тела, праћење реализације наруџбенице купца и слично. Редослед активности у пословном процесу одређен је спољним и унутрашњим догађајима којима је пословни процес изложен.

Посебно интересно јесте практичан пример интеграције административног информационог система у објектно-оријентисано окружење.

РАЧУНАРИ У ФИНАНСИЈАМА

Захтеви савременог пословања умногоме су променили потребу за квалитетом пословних информација. Способност за проналажење и анализирање чињеница, њихово сажимање на потребну меру, синтезовање и обликовање са циљем доношења пословних одлука оно што у овом тренутку одликује модерног пословног човека.

Финансијски информациони подсистем система обухвата процесе аутоматизације везане за финансијске податке, укључујући део планирања са анализом.

Информација функције финансија треба да обухвати:

- аутоматизацију виталних пословних процеса,
- интегралност и веродостојност података,
- усаглашеност са законском регулативом и захтевима ревизора,
- обезбеђивање истинитих информација.

Аутоматизација треба да је усклађена са животним циклусом основних пословних догађаја и да омогући коришћење различитих информација припремљених према свим нивоима руковођења у предузећу, почев од стратешког преко тактичког до оперативног.

Пракса у нашој земљи показује да су нивои и форме пословних информација, које су на одређени начин одомаћене у нашем окружењу, пре свега књиговодствено оријентисане, махом законом прописане, и углавном се могу сматрати као својеврстан вид стандарда садашњег нивоа аутоматизације.

Савремено апликативно решење треба да омогући аутоматизацију свих видова пословних функција (планске, финансијске, комерцијалне, производне, маркетиншке, управљачке и књиговодствене).

Промене у окружењу захтевају од организација да изврше промене у домену финансија. Досадашње коришћење софтвера за књиговодство није обезбедило довољно информација. Интернет може решити овај проблем, јер

дозвољава интеграцију неопходну за обезбеђење информација онда када су потребне, и то у одговарајућим формама.

Обезбеђење приступа важним информацијама (уз потребан ниво сигурности) примарни је задатак у овој области. Коришћењем WWW-а могу се лакше презентовати информације у различитим формама, уместо у виду једног општег прегледа или извештаја, као што је то обичан случај.

Успешно коришћење интернета у домену финансија подразумева:

1. Контролу производа-досадашњи системи не дају тачне податке о трошковима, ценама, миксу производа, улози конкуренције; у савременим условима пословања токови финансија ка производњи постају врло сложени; све раније активности нису биле повезане са осталим функцијама.
2. Интегрисање финансијске функције у процес доношења одлука доноси могућност укључења финансија у доношење стратешких одлука.
3. Посматрање утицаја дневних активности на краткоточну и дугорочну стратегију; да би се на то могло утицати потребно је одговорити на питања као што су: где слаби утицај на тржишту, која врста потрошача купује и када, које комбинације производа се купују а решавањем ових питања, задужени за финансије постају аналитичари који имају велику улогу у пословању.
4. Контролу трошкова јер је њихово смањење основа опстанка на тржишту. За то су потребне тачне и корисне информације, које се у децентрализованим организацијама тешко преносе.
5. Контролу путем генералних извештаја-интернет даје могућност интегрисања информационих система, па тако и оних који се користе у финансијама. Многе организације ће у неколико наредних година интегрисати рачуноводствене системе у мреже, чиме ће се олакшати њихово коришћење и смањити потребно време рада.

Упркос побољшањима које *EDI* нуди у домену финансија, традиционалне методе се још увек широко користе. У многим високошколским организацијама рад са папирном документацијом још увек је присутан, *EDI* омогућује пренос важних информација и докумената оног који плаћа, оног који прима новац и банка које их представљају.

Велики проблем у коришћењу *EDI*-а финансијама јесте питање заштите података када су у питању трансакције које укључују електронски новац.

ФИНАНСИЈЕ И КЊИГОВОДСТВО

Овај подсистем овухвата процесе вођења финансија и књиговодства у оквиру којих се обављају послови прикупљања, контроле и управљања свим новчаним токовима на основу пословних планова, планова прихода и расхода и на основу обрачунатих трошкова пословања појединих предузећа. Поред овога, у оквиру подсистема финансије и књиговодство евидентирају се финансијски резултати тј, резултати свих новчаних трансакција и обрачун зарада.

Пажљиво праћење финансијских индикатора помаже савременим факултетима да јасно поставе циљеве свог пословања па је обезбеђивање безбедног приступа овим информацијама на лак on-line начин одувек био велики изазов.

У интернет окружењу финансијска одељења могу лако да дисеминирају ове информације до кључних менаџера, шаљући, их коришћењем интернет сервиса или омогућавају њихово добијање из стандардних база података преко одговарајућих мрежних апликација.

Финансијски подаци који се на овај начин могу приказати су:

- финансијски извештаји,
- периодични финансијски обрачуни,
- статус наруџбина и отворене ставке купца,
- поруџбине и статус плаћања према добављачима,
- стање на жиро-рачуноу.

КАДРОВСКА ЕВИДЕНЦИЈА ЗАПОСЛЕНИХ

Овај подсистем подржава процес вођења кадровских, правних и општих послова у оквиру којих се обављају послови вођења политике кадрова, правни послови, послови архиве, обезбеђење имовине и лица, социјална заштита и стандарда као и канцеларијско пословање.

Апликације које се односе на вођење кадровске политике су важне како у оквиру интерног окружења тако и ван њега. Оглашавање слободних радних места је најочигледнији пример апликације која превазилази интерне оквире система. Оглас (конкурс) за слободна радна места може се ставити на WWW страницу и користити e_mail за пријем одговора.

Апликација о кадровским ресурсима које се тичу интерног окружења, а могу бити доступне преко интернета обухватају следеће информације:

- промена радних места унутар самог факултета,
- описи послова, обавезе, одговорности, захтеви, ниво образовања, потребне способности,
- планови здравствених прегледа,
- приказ запослених,
- распоред радних дана.

Коришћење јединственог интерфејса, преко WWW броузера могу се такође приказати подаци везани за правне и опште послове као што су:

- уговори,
- закони,
- документација везана за вођење поступка (преписке, тужбе, жалбе, одбране, заступања).

За разлику од класичног, двослојног клијента/сервер концепта, који је наметао потребу да се апликације инсталирају на сваком клијенту са кога се користе, у интернет концепту не постоје таква ограничења. WWW трансакционе апликације заснивају се на концепту трослојног модела клијент/сервер.

Примарна функција клијентског слоја овог модела јесте то да врши прикупљање и презентацију података. У њему се такође врши синтактичка валидација улазних података и формирање порука. Са нивоом апликационе логике, подаци се размењују у облику у коме их задаје корисник, односно у коме се приказују кориснику. Овај слој реализује се преко интерфејс објекта преко којих се реализује савремени графички кориснички интерфејс.

На апликационом серверу се налазе апликације и апликациони интерфејс.

Другим речима, овај ниво трансформише ситове податке у упит или захтев и прослеђује их апликационом интерфејсу. Апликациони интерфејс представља интерфејс између језгра апликације и сервера базе података са основним циљем да сакрије специфичне карактеристике сервера базе података од језгра апликације.

Може се рећи да апликациони интерфејс обавља различите семантичке трансформације које добијени упит односно захтев трансформишу у форму коју подржава конкретан сервер за управљањем базом података.

Апликациони сервер базе података представља конкретан сервер базе података, односно софтвер за управљањем базом података.

НЕКИ ОД СЕРВИСА ИНТЕРНЕТА У ФУНКЦИЈИ КЊИГОВОДСТВА

Наводимо следеће сервисе Интернета које се користе у пословној примени и о којима ће нешто више речи бити у следећем делу рада:

TELNET: То је сервис који омогућава да се корисник пријави на удаљени рачунар у терминалском начину рада и да користи све њему дозвољене ресурсе тог рачунара (програме, дискове, штампаче итд.). Удаљен рачунар коме се приступа може бити у суседној соби али и на другом крају планете. Када се пријавите (улогујете) на удаљени рачунар, ви на њему можете да радите као да сте тамо.

E_MAIL: Електронска пошта (electronik-mail) је сервис на Интернету који се користи уз помоћ читача Web презентација или директно са самих Web презентација.

У не баш тако далекој прошлости, сама идеја да се за неколико минута достави текст, слика, звук или видео снимак било ком човеку на планети, била је неостварива и илузорна. Данас захваљујући пре свега брзом ширењу броја корисника Интернета, може се рећи да је ова идеја остварена баш помоћу сервиса електронске поште.

Најновији тренд у коришћењу електронске поште је Web Mail. Овај концепт омогућава коришћење електронске поште преко неке WWW презентације. Наиме, корисник може бесплатно да региструје електронску пошту, попуњавањем формулара, а оно што је најважније ова услуга је бесплатна. На овај начин је кориснику омогућено да несметано путује широм планете и да свакодневно користи своју јединствену електронску адресу за примање и слање поште.

WWW: World Wide Web, најновији је информациони сетвис на Интернету. Појавио се 1993. године да би данас са више десетина милиона WWW страница представљао синоним за Интернет и да би полако преузео већину

функција свих осталих сервиса Интернета. Прве две речи World Wide Web група електронских презентација доступних на светској компјутерској мрежи-Интернет.

Основна идеја WWW-а била је да омогући публикување и преглед међусобно повезаних (хиперлинкованих) докумената на Интернету. Ова технологија позната је као хипертекст. Хипертекст омогућава да документ линковима буде повезан са огромним бројем других докумената који могу садржати текст, слику, звук, видео, или било шта друго на било ком другом компјутеру широм Интернета. Ова технологија вам омогућава да кликнувши мишем на линк у једном документу, дођете до неког другог документа и тако редом, без обзира на ком се, од више милиона компјутера повезаних у светску компјутерску мрежу, тај документ налази. WWW је данас најмоћнији Интернет навигациони систем који постоји, напомнимо и то да прављење хипертекстуалних докумената омогућује програмски језик *HTML*, а читање ових докумената омогућује софтверски пакети названи читачи (browser).

FTP: FTP (File Transfer Protocol-протокол за пренос података) је био једини метод преноса великих фајлова као што су програми са Интернета. Међутим после се појавио WWW и тај пренос је био много олакшан. FTP омогућава да приступите неком компјутеру на Интернету, да прегледате директоријуме на његовом хард диску, да пронађете програм који вам је потребан и да га копирате на ваш хард диск у изворном облику. Тај сервис Интернета није тако једноставан за коришћење, али је врло користан. Данас је овај сервис интегрисан у WWW, па ћете фајлове најлакше преносити тако што ћете кликнути на одређено место у оквиру WWW презентације.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Парезановић, Д.: *Интернет у високошколским установама*, Магистарска теза, ПМФ, Крагујевац, 2000.
- [2] Раденковић, Б., Ивковић, М., Пантелић, С.: *Основе за развој инфраструктуре за мрежу пословно технолошких-информација у СНТИС*, YU Info, Брезовица, 10-15, 1995.
- [3] Раденковић, Б.: *Пословање на Интернету*, Информатика 97, 1997.
- [4] Раденковић, Б., Ивковић, М., Милошевић, С.: *Савремено пословање на Интернету*, YU Info, Брезовица, 1997.
- [5] Раденковић, Б., Ивковић, М.: *Интернет и савремено пословање*, Технички факултет Михајло Пупин, Зрењанин, 1998.
- [6] Ристић, И.: *Мобилни агенти*, PC Press, Београд, 1997.
- [7] Сретеновић, Д., Пековић, П., Ристановић, Д.: *Интернет*, PC Press, Београд, 12-19, 1996.

APPLICATION OF MODERN INFORMATION- COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN FINANCIAL ACCOUNTING

Summary: *The work deals with application of modern information-communicative technologies in financial accounting. In the function of administration use of computers and communication technology enables increase of productivity of office clerks and managers. A special accent has been given to the introduction of Internet service into the administrative function. As an essential task the possibility of creation and transmission of multimedia documents was defined. Such documents represent a complex structure of data which can include different types of data: text, numerical data, photos, sound, video records.*

Key words: *Finances, administration, accounting, Internet services, files.*

ОСНОВНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ C++ ПРОГРАМА

Дамњан Радосављевић¹

Резиме: У раду је приказана разлика између програмирања C и објектно оријентисаног програмирања C++.

Кључне речи: Константе, декларације, функције, класе.

УВОД

C++ је програмски језик са мноштвом одличних особина. Циљ овог чланка је да упознамо програмере почетнике са неким од њих, као и да људима који се већ баве програмирањем скренемо пажњу на неке аспекте о којима можда нису размишљали.

МАЛО ИСТОРИЈЕ

Програмски језик C, претходник језика C++, је постао један од најпопуларнијих програмских језика. Његова првенствена намена је била за системско програмирање. C као језик омогућава програмерима писање веома ефикасног кода.

У току 80-тих и 90-тих долази до велике експанзије у развоју објектно оријентисаних технологија и у то време се појављује програмски језик *SmallTalk*. Објектно оријентисано програмирање (*OOP*) је почело да замењује структурирано. Све ово је довело до развоја многобројних објектно оријентисаних програмских језика (*Object-Pascal*, *Modula-2*, *Mesa*, *Cedar*, *Neon*, *Objective-C*) од којих је већина нестала у току 80-тих.

C++ је развио *Bjarne Stroustrup* и можемо да га посматрамо као бољи C. То је можда и најтачнија дефиниција овог програмског језика. Иако C++ није сасвим нови програмски језик, он ипак представља значајно проширење могућности C-а. Можемо сматрати да је C подскуп C++-а.

Од свог претходника је наследио све његове добре особине као и већину лоших, али обезбеђује и језичка унапређења, а додате су му и објектне могућности. Треба напоменути да кориштење C++ не значи аутоматски и (*OOP*). Ми можемо писати у C++-у регуларне структуриране програме.

Дизајнери C++-а су хтели да додају објектне механизме а да се при томе ништа не изгуби од једноставности и ефикасности које су учиниле C тако

¹ др Дамњан Радосављевић, Висока пословно техничка школа Ужице, E_mail: damnjanr@nadlanu.com

популарним. C++ садржи C као подскуп што практично значи да он наслеђује све добре особине које има C као што су на пример ефикасност и велики број уграђених типова. Додате су такође и нове особине које су учиниле језик још робустнијим, али се многе од њих не користе од стране програмера почетника. Циљ је да представимо те нове особине да би се увиделе њихове предности. Неке од особина које ћемо представити су: константе, *inline* функције, референце, декларације, класе, преклапање функција и оператора и динамичко алоцирање меморије.

C++ омогућава програмерима уграђивање нових типова података коришћењем класа. Класа је тип података дефинисан од стране корисника. Компајлер третира нове типове на исти начин као и уграђене. Ово је веома моћна особина. Класе омогућавају апстракцију података а то је кључна особина OOP.

НОВА ФОРМА КОМЕНТАРА

Коментари су веома пожељни унутар програма да би програм био читљивији и разумљивији другима. У C-у коментари су следећег облика:

```
/* Ovo je tradicionalni C komentar */
```

C++ такође подржава традиционалне C коментаре, али такође и омогућава лакши механизам за коментаре. Тај механизам има следећи изглед:

```
// Ovo je C++ komentar
```

Све иза // и краја линије је коментар.

Оно што је препоручљиво је да, иако C++ подржава коментаре из C-а, ипак користимо његов механизам коментара. Тиме бисмо могли избећи грешке типа:

```
/* int i = 10 /* i inicijalizujemo sa 10 */
```

```
.....
```

```
*/
```

Видимо да ће у овом случају бити пријављена грешка јер ћемо наићи на */ унутар линије и то ће се сматрати за крај коментара.

КОНСТАНТЕ

У C-у, константе се често дефинишу коришћењем *#define*. *#define* је у ствари макро. То значи следеће.

Уколико имамо дефиницију:

```
#define PI 3.14159265358979323846
```

Приликом превођења програма свако појављивање *pi* у програму биће замењено са 3.14159265358979323846. C++ нам дозвољава да сваку променљиву декларишемо као константу додавањем *const* кључне речи приликом њене декларације. Дефиниција константе за овај претходни случај би изгледала:

```
const double PI = 3.14159265358979323846;
```

Константан објекат може бити иницијализован, али се његова вредност никада не може променити. Чињеница да константан објекат не може бити

промењен омогућава компајлеру да генерише ефикаснији код. Веома моћан начин коришћења константи је у комбинацији са показивачима. Ако дефинишемо показивач на константу он се неће моћи користити за промену објекта на који показује.

На пример:

```
int i = 10;
```

```
const int *pi = &i;
```

```
*pi = 15; // GRESKA! pi је konsantan pokazivac!
```

Није могуће променити вредност *i* преко показивача **pi*. Овакав тип показивача се користи у функцијама које враћају показивач на приватни члан класе. Он би кориснику омогућио да чита приватни члан али не и да га мења. На жалост, корисник ипак може да мења ове податке коришћењем експлицитне конверзије типа података. Могли бисмо да урадимо мењање *pi* из претходног примера када бисмо урадили следеће:

```
*((int*) pi) = 15;
```

Међутим, ми враћањем константних показивача из функција упозоравамо корисника да постоји опасност уколико мења те податке, а он може да их мења али на споствени ризик.

Постоје два начина да ставимо *const* при декларацији показивача. Један начин смо већ видели а други би био:

```
int i = 10;
```

```
int j = 11;
```

```
int* const ptr = &i;
```

На овај начин, сам показивач постаје константан. То значи да показивач не може бити промењен, тј. не може да показује на неки други објекат осим оног који му је иницијално наведен те је немогуће написати нешто типа:

```
ptr = &j;
```

Треба запамтити да ће додавањем *const* кључне речи изазивати дуже време компајлирања али тиме неће доћи до генерисања додатног кода од стране компајлера.

INLINE ФУНКЦИЈЕ

Други уобичајен начин коришћења *#define* макроа је у случајевима када хоћемо да избегнемо позивање функција. То су случајеви када је функција толико мала да време извршавања тела функције траје краће него позив функције. C++ нам обезбеђује *inline* кључну реч која информисе компајлер да ту функцију треба да угради у код, а не да генерише код за позивање рутине. На пример макро:

```
#define max (x, y) ((x)>(y)?(x):(y))
```

може у C++ у да буде замењен за целобројне вредности *inline* функцијом:

```
inline int max (int x, int y)
```

```
{
```

```
return (x > y ? x : y);
```

```
}
```

Употреба макроа може да буде проблематична у неким случајевима. Замислимо да смо имали следећи израз:

```
max (f(x), z++);
```

То би нам у случају употребе макроа постало:

```
((f(x)) > (z++) ? (f(x) : (z++));
```

Употребом `inline` функција бисмо ове проблеме избегли. Приликом дефинисања класа могуће је унутар њене дефиниције навести тело функције. Овакве функције ће такође бити третиране као `inline` функције. На пример:

```
class A {  
int a;  
public:  
A() {}  
// inline  
int Value()  
{  
return a;  
}  
// inline  
}
```

РЕФЕРЕНЦЕ

За разлику од C-а, C++ нам омогућава коришћење референци. Референца је у ствари име већ постојећег објекта. Референце су сличне показивачима и морају бити декларисане пре него што их користимо. Дефинишимо један податак типа `int` и једну референцу на њега:

```
int n = 10;
```

```
int& r= n;
```

У овом случају `r` нам је `alias` за `n`. И једно и друго се односе на исти објекат. Тако израз:

```
r = -10;
```

мења и `r` и `n` у -10.

Веома је важно приметити да су иницијализација и додела вредности две различите ствари за референце.

ДЕКЛАРАЦИЈЕ

У C++ у декларације за променљиве се могу ставити било где у коду, тј. било где у програмском блоку. Ако претпоставимо да претражујемо неку линковану листу да бисмо пронашли неки кључ функција би могла изгледати као:

```
int IsMember (const int key)  
{  
int found = 0;  
if (NotEmpty())  
{
```

```
List* ptr = head;
// Declaration
while (ptr && !found)
{
    int item = ptr->data;
    // Declaration
    ptr = ptr->next;
    if (item == key)
        found = 1;
}
return found;
}
```

Стављањем декларација променљивих ближе местима где се оне користе код постаје много читљивији.

ПРЕКЛАПАЊЕ ФУНКЦИЈА И ОПЕРАТОРА

Једна од многих одличних особина језика C++ је свакако и могућност преклапања имена функција и оператора. Под тим се подразумева да за једно име функције или симбол оператора можемо да наведемо више различитих дефиниција. Број аргумената и њихов тип при позиву функције говори компајлеру коју дефиницију треба да узме на том месту.

Узмимо на пример да хоћемо да направимо функцију која претражује по неком кључу низ који може да садржи *int*, *float* или *double* вредности. Дефиниција те функције би била:

```
int Search ( const int* data,
const int key);
int Search ( const float* data,
const float key);
int Search ( const double* data,
const double key);
```

Компајлер ће осигурати да се права функција позове на основу аргумената које проследимо функцији. Уколико неки од аргумената не одговара компајлер ће покушати имплицитну конверзију да би добио одговарајући тип. Преклапање се најчешће користи за функције чланице класа и операторе које дефинишемо у класама.

Већина класа има преклопљене конструкторе, јер обично постоји више начина да се креира објекат неког типа. Такође се врло често преклапају и оператори дефинисани унутар функција.

АЛОЦИРАЊЕ МЕМОРИЈЕ

C++ нам обезбеђује операторе *new* и *delete* који могу да алоцирају не само уграђене типове, него и све остале типове података које смо дефинисали. Ово нам омогућава јединствен механизам за алоцирање и ослобађање меморије.

На пример за алоцирање једног integer-а и низа integer-а бисмо користили:

```
int *pi;
pi = new int;
*pi = 1;
int *array = new int [10];
for (int i=0;i < 10; i++)
array[i] = i;
```

Треба напоменути да меморија коју алоцирамо са *new* није иницијализована. Сва меморија коју алоцирамо са *new* треба да буде ослобођена са *delete*. *Delete* позива деструктор за објекат који се уништава. Такође, потребно је експлицитно нагласити брисање низа података и то на следећи начин:

```
delete [] array;
```

Компајлер чува информације о томе колико чланова има неки низ, а са паром угластих заграда ми га само информишемо да је у питању брисање низа. Иначе би био побрисан само први члан низа.

Такође, треба нагласити да уколико покушамо *delete* на показивач који није алоциран са *new* понашање програма биће недефинисано.

New и *delete* су глобални C++ оператори и они могу бити редефинисани уколико за то постоји потреба.

КЛАСЕ

Механизам класа омогућава корисницима да дефинишу сопствене типове података. Класе се обично користе за дефинисање апстракција које се не пресликавају природно на уграђене типове података. Објекат није ништа друго до инстанца неке класе. Упрошћена дефиниција за класу *Vector* би била:

```
class Vector
{
public:
Vector(double new_x=0.0,double new_y=0.0);
Vector operator + ( const Vector & v);
void PrintOn (ostream& os);
.....
private:
double x, y;
};
```

Када се у програму дефинише објекат типа вектор имамо следеће:

```
Vector v1, v2, v3(0.0,0.0);
```

Вектори v1 и v2 у овом случају имају неиницијализоване вредности и потребно их је накнадно иницијализовати, док је v3 иницијализован на прави начин.

ЗАКЉУЧАК

У раду је приказана разлика између програмирања C и објектно оријентисаног програмирања C++.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чабаркапа, М.: *C++ основе програмирања*, Рачунарска гимназија, Београд, 2007.
- [2] Bruce Ecken: *Мислити на језику C++*, Микро књига, Београд, 2003.
- [3] Libery, J., David B. Horvath: *C++ за Linux за 21 дан*, Компјутер библиотека, Чачак, 2002.
- [4] Laslo Kraus: *Програмски језик C++ са решеним задацима*, Академска мисао, Београд, 2007.
- [5] Andrew Koenig, Barbara E. Moo: *Ефикасно програмирање на језику C++*, Микро клима, Београд, 2003.
- [6] Steve Oualline: *Како не треба програмирати на језику C++*, Микро књига, Београд, 2003.
- [7] Brian Overland: *C++ јасним језиком*, Микро књига, Београд, 2003.

BASIC FEATURES OF C++ PROGRAMME

Summary: *The difference between C programming and object oriented programming C++ has been presented in the work.*

Key words: *Constant, declaration, functions, classes.*

DIRECTX 9.0 ПРОГРАМИРАЊЕ У C++ ПРОГРАМСКОМ ЈЕЗИКУ

Дамњан Радосављевић¹

Резиме: У овом тексту бавили смо се најосновнијим структурама *DirectX*-а и донекле вас увели у причу графичког програмирања, кроз *C++* и *DirectX*.

Кључне речи: Прозор, апликација, датотека, функција.

УВОД

Да ли сте се икада запитали како се праве видео игрице? Одговор је као и увек програмирањем. Ипак на пољу видео игрица поред програмирања постоји много различитих послова које треба урадити како би сте добили коначан резултат који сте осмислили. Ту су тимови моделара који се баве искључиво *3D* моделима ваших објеката, па тимови људи који су задужени за наношење текстура и материјала на те објекте, дизајнери који се баве окружењем и светом у коме је смештена ваша видео игра. Ипак на крају је на програмерима да удахну живот карактерима, објектима, природи и целом свету видео игре. То се постиже уз помоћ такозваног "*3D engine*"-а у коме су сва приказивања и све интеракције дефинисане. Ту на сцену ступа *DirectX* као програмски језик уз који све ово можете направити и дефинисати.

ШТА ВАМ ЈЕ СВЕ ПОТРЕБНО?

Microsoft Visual Studio (или *Dev C++*)

Microsoft Visual C++ је пут који смо ми изабрали.

DirectX 9 подржава само *MS Visual C++ 7* верзију, и наравно верзије новије од ње, *Visual C++ 6* је напуштен.

DirectX SDK.

Software Development Kit за *DirectX* јесте велики али нажалост за кориснике са слабијим интернет везама и неопходан. Можете га преузети на <http://msdn.microsoft.com/directx/sdk/>.

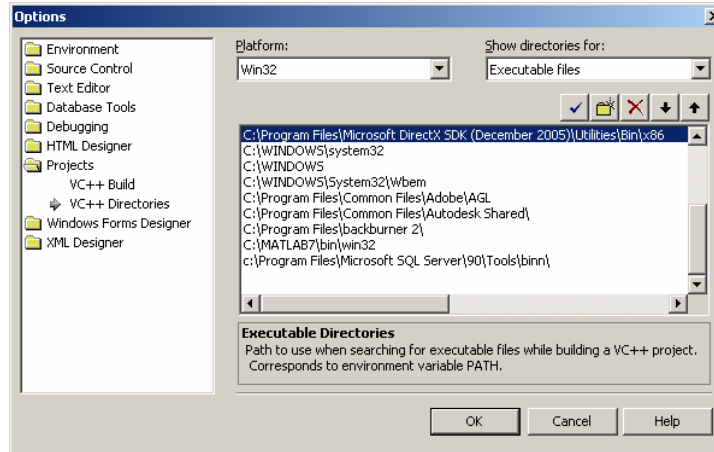
ПОДЕШАВАЊЕ

Након инсталације и *Microsoft Visual Studio* (*VS*) програма и *Direct X SDK*, подешавања су следећа.

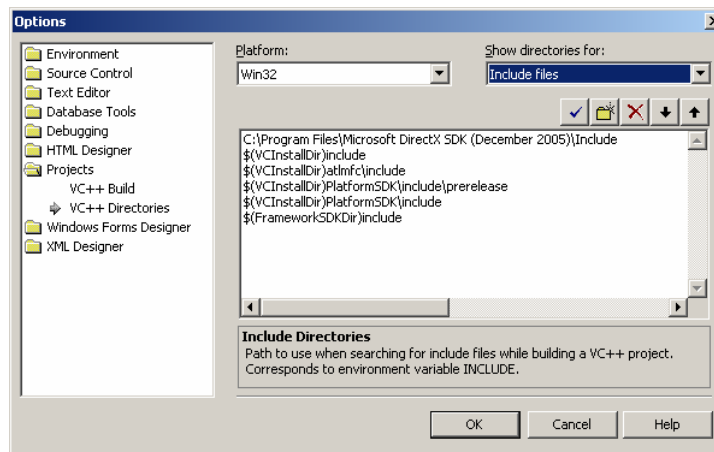
¹ др Дамњан Радосављевић, Висока пословно техничка школа Ужице, E_mail: damnjanr@nadlanu.com

У основном прозору *VS* кликните на *Options* и даљим кликом на директоријум *Projects* добићете следећу листу:

У *VC++ Directories* подесите путању на ваш *SDK* као што је на слици приказана (прва ставка), немојте још увек кликнути *OK* јер имамо још пар ствари да подесимо унутар овог прозора.



У падајућој листи у којој тренутно пише *Executable files* пронађите ставку *Include files*.

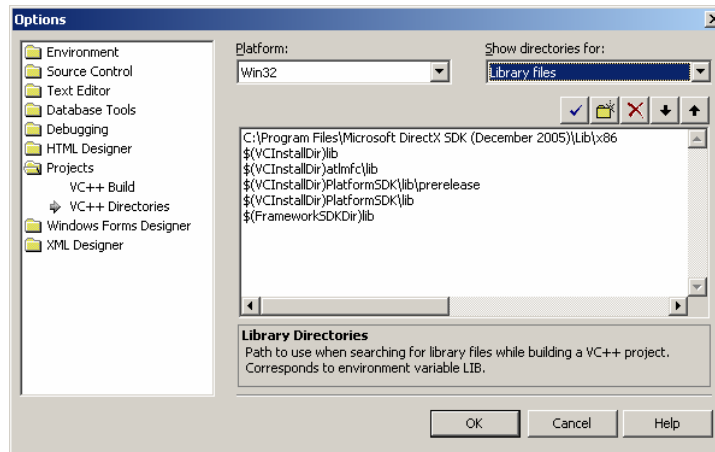


Као и малопре одредите путању на ваш *include* директоријум на рачунару где вам се налази *SDK* (ставка један на слици). Ни овде не притискајте још увек *OK* јер остала је још једна ствар коју треба урадити.

У падајућој листи где сте малопре одабрали *Include files* сада одаберите *Library files*.

И овде као и у претходним случајевима одредите путању вашег *lib* директоријума унутар *SDK* на вашем рачунару. Мала **напомена**, уколико сте са интернета преузели последњу верзију *DirectX SDK* а то је у овом моменту

Децембар 2005, приметите да се унутар његових директоријума налазе често две опције које су *X86* и *X64*. *X64* се односи на рачунаре нове генерације који су 64-битни тако да пазите да одаберете у својим подешавањима у претходним корацима баш *X86* директоријуме.



Сада када смо све подесили спремни смо да пређемо на сам *DirectX* и почнемо са почетним објектима, струкутрама и функцијама унутар њега.

ПРОЗОРИ (WINDOW КЛАСЕ)

Не претерано изненађујуће, основни елемент *Windows* апликација су управо прозори. У типичној *Windows* апликацији, сваки видљиви објект је прозор. Било да је у питању дугме или поље за унос, сви објекти су прозори. Типична *Direct3D* апликација ради ипак мало другачије. Већину апликација преузме монитор и прозор примарно користи као медијум преко којег добија поруке од оперативног система. Иако ове апликације интерагују са њиховим прозорима и са стандардним *WIN32 API* позивима много мање, и даље је њихова улога веома битна а примена неопходна.

Постоје три главна концепта које би требало да научите при подешавању и управљању са прозорима унутар *Direct3D* апликације:

- window класе,
- прозори,
- управљачке јединице над порукама.

WINDOW КЛАСЕ

Window класа није типична *C++* класа, иако постоје сличности. Пре свега ова класа је шаблон који дефинише одређене атрибуте. Сваки прозор створен из ове класе наслеђује те атрибуте. Ево упрошћене верзије декларације структуре window класе:

```

struct WNDCLASS {
    UINT style;
    WNDPROC lpfnWndProc;
    int cbClsExtra;
    int cbWndExtra;
    HINSTANCE hInstance;
    HICON hIcon;
    HCURSOR hCursor;
    HBRUSH hbrBackground;
    LPCSTR lpszMenuName;
    LPCSTR lpszClassName;
};

```

Пошто је циљ овог текста да вас научи и упути у *Direct3D* нећемо залазити до бесвести у саме детаље ове структуре, већ ћемо укратко описати најбитније чланове, а онда вам понудити кодове који ће илустровати иницијализацију структуре, креирање window класе и коначно њено уништавање.

style - Контролише различита понашања прозора.

lpfnWndProc - Ово је показивач на управљачку јединицу порука у window класи.

cbClsExtra и **cbWndExtra** - Овим обезбеђујете додатни меморијски простор као саставни део класе и прозора. Ретко се користи.

hInstance - Ово је управљач вашом апликацијом. До њега се може доћи позивањем *GetModuleHandle()* функције са параметром *NULL*. Инстанца се прослеђује такође *WinMain* класи па вам је стога и ту доступна.

hIcon, hCursor, hbrBackground - Ово поставља предефинисане поставке при рендеровању икона, курсора и позадине апликације.

lpszMenuName - Користи се при креирању менија.

lpszClassName - Овај параметар даје класи јавно име по којој се препознаје. Прозор може бити направљен из овог шаблона једноставним постављањем имена. Након што је window класа попуњена, региструјете је путем *RegisterClass* функцију. Из примера кода (комплетни кодови су приложени уз овај текст), ево исечка који илуструје иницијализацију window класе и њене структуре, регистрацију и коначно одјављивање.

```

WNDCLASS window_class;
HINSTANCE instance=GetModuleHandle(NULL);
window_class.style = CS_OWNDC;
window_class.cbClsExtra = 0;
window_class.cbWndExtra = 0;
window_class.hInstance = instance;
window_class.hIcon = LoadIcon(NULL,IDI_APPLICATION);
window_class.hCursor = LoadCursor(NULL,IDC_ARROW);
window_class.hbrBackground = (HBRUSH)GetStockObject(BLACK_BRUSH);
window_class.lpszMenuName = NULL;

```

```

window_class.lpszClassName = "DH Class";
window_class.lpfnWndProc = p_wndproc;
//Спољна функција која се бави порукама прозора
//Регистрција класе са прозором
if(!RegisterClass(&window_class)){
//Управљач грешака иде овде }
//Остатак апликације иде овде
//Крајње када смо завршили са класом позивамо UnregisterClass:
UnregisterClass("DH Class",instance);

```

Напомена: Сви прозори креирани од стране класа, морају се затворити пре него што позовете *UnregisterClass* за ту класу.

Креирање прозора. Сада када смо направили window класу можемо креирати и сам прозор. Ево примера:

```

HWND CreateWindow(
LPCTSTR lpClassName,
LPCTSTR lpWindowName,
DWORD dwStyle,
int x, y,
int nWidth, nHeight,
HWND hWndParent,
HMENU hMenu,
HINSTANCE hInstance,
LPVOID lpParam
);

```

Сада ћемо као и малопре проћи кроз параметре укратко, па ћемо погледати пример кода који их илуструје.

lpClassName - Ово је име класе коју сте креирали у претходном кораку.

lpWindowName - Име прикључено за ваш прозор, уколико имате наслов у свом прозору ово име ће се ту приказати.

dwStyle - Стилски прозор одређују да ли прозор има простор за наслов, какве су му ивице и још многе друге ствари. У апликацији која се покреће преко целог екрана, *WS_POPUP|WS_VISIBLE* су често коришћене јер могу да направе прозоре без икаквих видљивих ивица.

x and y - Постављање позиције гледано из горњег левог угла. Позиција (0,0) је стога кроз у горњем левом углу.

nWidth and nHeight - Ширина и Висина прозора у пикселима.

hWndParent - Идентификује прозор који желите да постане родитељ ново насталим прозорима.

hMenu - Показивач и управљач менијем.

hInstance - Ово је управљач вашом апликацијом. До њега се може доћи позивањем *GetModuleHandle()* функције са параметром *NULL*. Инстанца се прослеђује такође *WinMain* класи па Вам је стога и ту доступна.

lpParam - Чудни Windows-ов вуду, оставите га на *NULL* уколико нисте сигурни шта радите. Делује као пуно ствари које треба научити само да бисте направили прозор, али чињеница је да ћете стално корисити један исти код кад год вам затреба са малим изменама. Треба напоменути да уколико ће ваша апликација преузети читав екран, није битно колико ће велики прозори бити јер ћете у сваком случају заузети читав екран. Уколико корисите прозорски мод, ваши прозори могу бити било које величине коју ви одредите, једина ствар на коју треба да обратите пажњу јесте да ваши прозори долазе са насловом и ивицама, тако да уколико сте затражили прозор резолуције 640x480 због ивица можете добити само 630 пиксела радне површине.

Ево и примера:

```
if(is_app_fullscreen){
//Upit sistemo da vrati veličinu desktop
window_width=GetSystemMetrics(SM_CXSCREEN);
window_height=GetSystemMetrics(SM_CYSCREEN);
style=WS_POPUP|WS_VISIBLE;
}
Else
{
//U prozorskom modu, jednostavno samo pravimo prozor veličine koju mi želimo
window_width=desired_width;
window_height=desired_height;
style=WS_OVERLAPPED|WS_SYSMENU|WS_VISIBLE;
}
p_window=CreateWindow("DH Class", ime naše klase
window_name, //Ime prozora/naslov
style, //Stilovi
0, //X pozicija
0, //Y pozicija
window_width, //širina prozora
window_height, //visina prozora
NULL, //Roditelj prozora
NULL, //Meni
instance, //upravljač aplikacijom
NULL); //pokazivač na prozor
if(!p_window){
//upravljanje greškama
}
if(is_app_fullscreen){
ShowCursor(FALSE);
}
if(!p_fullscreen){
GetClientRect(*p_window,&client_rect);
MoveWindow(*p_window,
0, //leva ivica
```

```

0, //gornja ivica
window_width+(window_width-client_rect.right), //Nova širina
window_height+(window_height-client_rect.bottom), //Nova visina
TRUE);
}

```

УНИШТАВАЊЕ ВАШЕГ ПРОЗОРА

Овај део је добио засебно место у тексту јер постоје два начина да се реши, а ми ћемо их покривати оба.

У стандардном *Windows* програмирању ви не уништавате директно прозор, већ му шаљете поруку да се самоуништи. Ово се често примењује унутар управљачке јединице над порукама, која је сама по себи само позивајућа функција, тако да функција која се индиректно позива од стране ваше апликације шаље поруку прозору да се уништи. Већина програмера која није користила *Windows* пре сматра да је ово веома чудан приступ. Уколико сте алоцирали ресурсе требали бисте и да их деалокirate. Уколико погледате историјат иза *WIN32 API* позива видећете да ово има смисла. Апликација мирује и чека да добије поруку и након што је добије, опет се враћа у стање мировања до следеће. Док програмирање базирано на догађајима (*eng. event-driven*) има пуно смисла у бизнис апликацијама ипак није прикладна за већину игара, узимајући у обзир да игре константо ажурирају и рендерују што брже могу, и као такве користе се минимално *Windows* моделом. Често је zgodно да се апликација покренута преко целог екрана понаша као да је заузела читаву машину. Ово наравно није истина, али са мало труда могуће је одржати илузију.

Један од омиљених начина да се прозор уништи је његово експлицитно уништавање. Креира се лепа континуалност ваше апликације која уједно и визулено одговара самом коду. Креирајте прозор, користите прозор и онда га уништите. Лепо и једноставно. Искрено обе методе су есенцијално исте. Једна је мање директна него друга али на крају крајева обе дају исти резултат. Ово је више питање самог програмера и његовог стила. Нећемо показати стандардни метод већ ћемо се сконцентрисати на овај други:

Због начина на који *Windows* ради, ваш прозор не мора да се уништи одмах, због закаснелих порука које се још обрађују у реду. Како бисмо били додатно сигурни, проверавамо да је ред празан.

Ево и кода:

```

MSG msg;
DestroyWindow(my_window);
//Očisti svaku obrađivanu poruku unutar reda while(PeekMessage(&msg, NULL,
0, 0, PM_REMOVE)){
TranslateMessage(&msg);
DispatchMessage(&msg);
}

```

ПРОЦЕСИРАЊЕ ПОРУКА ПРОЗОРА

У овом моменту знате да када креирате прозор морате проследити показивач на функцију обраде порука. Када год дође до неког догађаја порука је послата прозору (корисник притиска дугме, сат је одбројао ...). Ова порука се прослеђује управљачкој функцији за поруке које проверава да ли је порука њему позната и да ли зна шта са њом даље треба урадити. Уколико му порука није позната даље је прослеђује предефинисаној процедури *DefWindowProc* како би дао Windows-у до знања да је порука вратила као одговор нулу.

Ево једне једноставне управљачке функције над порукама:

```
LRESULT CALLBACK default_window_proc(HWND p_hwnd,UINT
p_msg,WPARAM p_wparam,LPARAM p_lparam){
switch(p_msg){
case WM_KEYDOWN: // Taster je pritisnut, ukini aplikaciju case WM_CLOSE:
//Pritisnuto Close Window dugme, ukini aplikaciju case WM_LBUTTONDOWN:
//pritisnuto levo dugme miša,ukini aplikaciju g_app_done=true;
return 0;
}
return (DefWindowProc(p_hwnd,p_msg,p_wparam,p_lparam));
}
```

p_hwnd- је управљач прозорима. Уколико ваша апликација има више прозора који користе исту window класу уз помоћ овога ћете одредити који од прозора је добио послату поруку.

p_msg- Тип поруке. Типови порука у претходном коду су WM_KEYDOWN, WM_CLOSE, и WM_LBUTTONDOWN.

p_wparam и **p_lparam** - Специфичне поруке. У случају WM_KEYDOWN, и WPARAM чувају податке о тастеру који је притисну док LPARAM чува податке о томе колико је пута притиснуто и још многе друге информације.

У нашем примеру поставили смо да се апликација угаси кад год корисник притисне тастер, кликне левим дугметом миша или кликне баш на дугме које иначе затвара прозор.

ЗАКЉУЧАК

Овај програмски језик није једноставан и веома је комплексан, то је зато што је осмишљен тако да кроз њега добијете највећу могућу моћ и да када једном овладате њиме једина препрека на коју можете наићи је ваша маштовитост.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чабаркапа, М.: *C++ основе програмирања*, Рачунарска гимназија, Београд, 2007.
- [2] Bruce Ecken: *Мислити на језику C++*, Микро књига, Београд, 2003.

- [3] Libery, J., David B. Horvath: *C++ за Linux за 21 дан*, Компјутер библиотека, Чачак, 2002.
- [4] *Laslo Kraus: Програмски језик C++ са решеним задацима*, Академска мисао, Београд, 2007.
- [5] Andrew Koenig, Barbara E. Moo: *Ефикасно програмирање на језику C++*, Микро клима, Београд, 2003.
- [6] Steve Oualline: *Како не треба програмирати на језику C++*, Микро књига, Београд, 2003.

DIRECTX 9.0 PROGRAMMING IN C++ PROGRAMMING LANGUAGE

Summary: *In this text we dealt with the most basic structures of DirectX and to some extent introduce you into the story about graphic programming, through C++ and DirectX.*

Key words: *Window, application, file, function.*

КРЕИРАЊЕ КОНЗОЛНЕ АПЛИКАЦИЈЕ У VISUAL C++

Дамњан Радосављевић¹

Резиме: У раду је приказано креирање конзолне апликације у Visual C++.

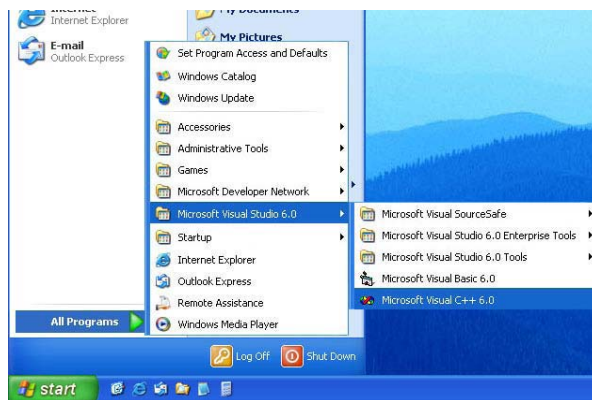
Кључне речи: Конзолна, апликација, линковање, датотека, функција.

УВОД

Visual C++ је окружење које омогућава развој и писање програма у програмском језику C++, а самим тим и у програмском језику C.

ПОКРЕТАЊЕ VISUAL C++ ОКРУЖЕЊА

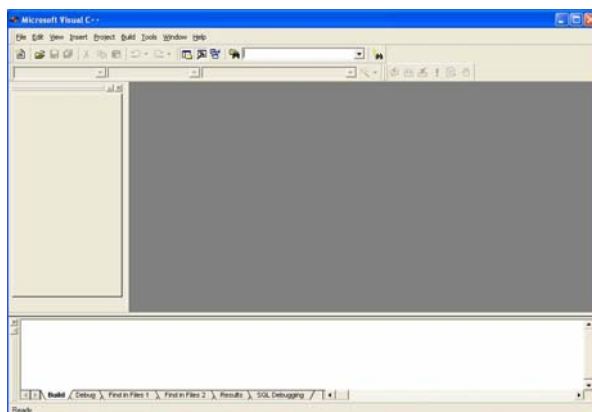
Окружење Visual C++ се може отворити кликом на тастер *Start* и избором ставке *Microsoft Visual Studio 6.0/Microsoft Visual C++ 6.0* из листе програма (група *All Programs* или *Programs* код старијих верзија *MS Windows* оперативног система). На слици 1 је илустрован овај поступак.



Слика 1. Стартовање окружења Visual C++

Након стартовања отвориће се основни прозор окружења Visual C++ који је приказан на слици 2.

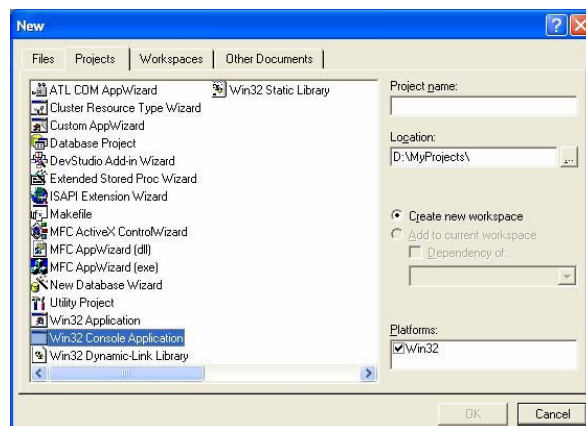
¹ др Дамњан Радосављевић, Висока пословно техничка школа Ужице, E_mail: damnjanr@nadlanu.com



Слика 2. Изглед основног прозора по отварању Visual C++-а

КРЕИРАЊЕ ПРОЈЕКТА ЗА КОНЗОЛНУ АПЛИКАЦИЈУ

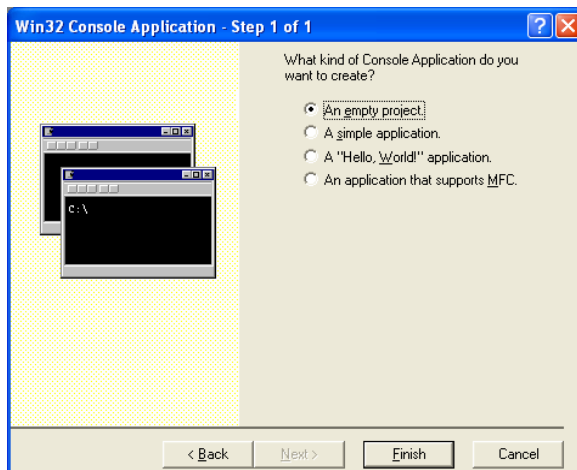
Да би се написао, компилирао, извршавао и евентуално дебагирао C програм, у Visual C++-у је потребно креирати пројекат који садржи одговарајуће датотеке са изворним кодом програма. За потребе писања програма у C-у биће коришћен најједноставнији тип пројекта који обезбеђује прављење конзолних апликација. Конзолне апликације су програми који се извршавају у командном (DOS) прозору и користе стандардни улаз и излаз. Креирање пројекта се врши стартовањем ставке из менија *File/New*, избором картице *Project* и ставке *Win32 Console Application*, слика 3.



Слика 3. Изглед прозора за креирање новог пројекта

При креирању пројекта потребно је унети назив пројекта у поље *Project name*, и евентуално променити директоријум на диску где ће пројекат бити креиран (поље *Location*). По уносу назива пројекта активираће се тастер *OK*. Кликом на овај тастер појавиће се прозор за избор типа конзолног пројекта који се жели креирати, слика 4. У овом случају не треба ништа мењати јер је већ одабрана опција за креирање празног пројекта (*An empty project*). Да би се

креирао пројекат потребно је кликнути на тастер *Finish*, а након тога, када се појави прозор за потврду акције, на дугме *OK*.

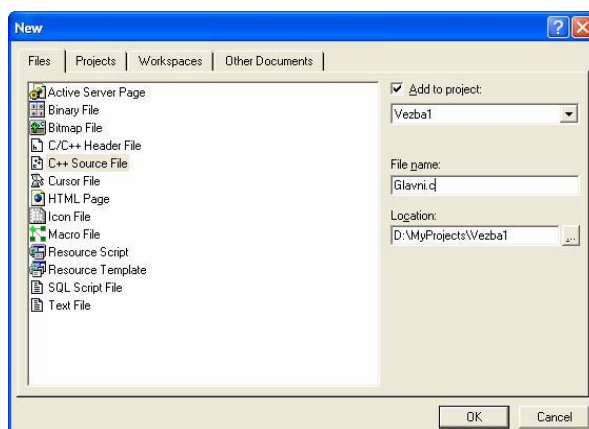


Слика 4. Изглед прозора за избор типа конзолног пројекта који ће бити креиран

КРЕИРАЊЕ И ДОДАВАЊЕ ДАТОТЕКА ЗА ИЗВОРНИ КОД ПРОГРАМА

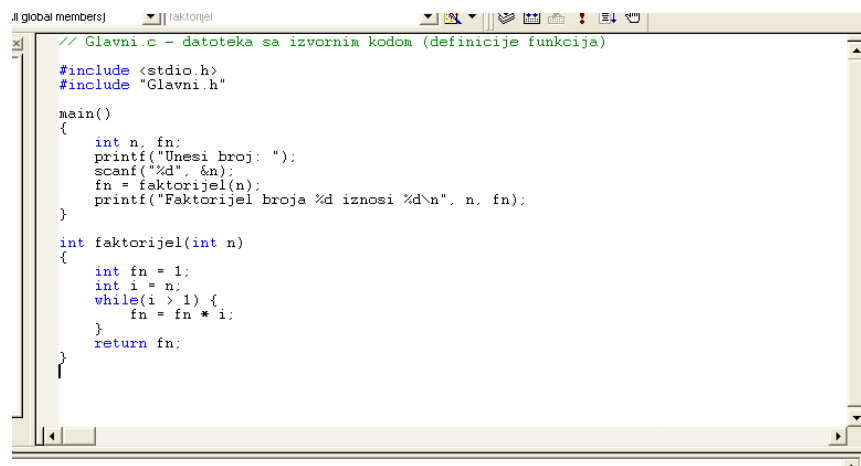
Након креирања празног пројекта за конзолну апликацију потребно је креирати и додати у пројекат датотеке које ће се користити за унос изворног кода програма. Креирање и додавање датотеке се врши поновним стартовањем ставке из менија *File/New*, избором картице *File* и ставке *C++ Source File* или *C/C++ Header File*, слика 5.

Потребно је унети жељени назив датотеке у поље *File name* и кликнути на тастер *OK*.



Слика 5. Изглед прозора за креирање и додавање датотека за изворни код програма

По креирању и додавању нове датотеке у пројекат потребно је унети одговарајући садржај (укуцати програм). За то се користи централни део главног прозора, слика 6. *Visual C++* поседује неке напредне опције за приказ изворног кода програма као што су бојење кључних речи и коментара.

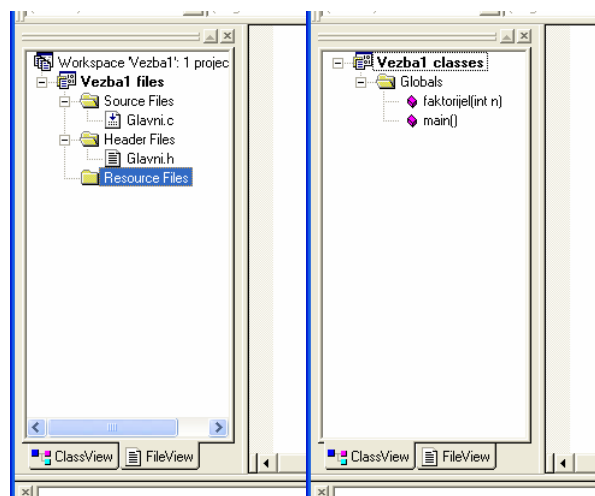


Слика 6. Део за унос и приказ садржаја датотека са изворним кодом

ПРИКАЗ И ОТВАРАЊЕ ДАТОТЕКА И ФУНКЦИЈА КОЈЕ ПРОЈЕКАТ САДРЖИ

За приказ датотека које су укључене у пројекат користи се панел са леве стране основног прозора *Visual C++*-а. Овај панел садржи две картице *ClassView* и *FileView*.

Картица *FileView* омогућава преглед и отварање датотека које су додате у пројекат.



Слика 7. Приказ датотека и функција које пројекат садржи

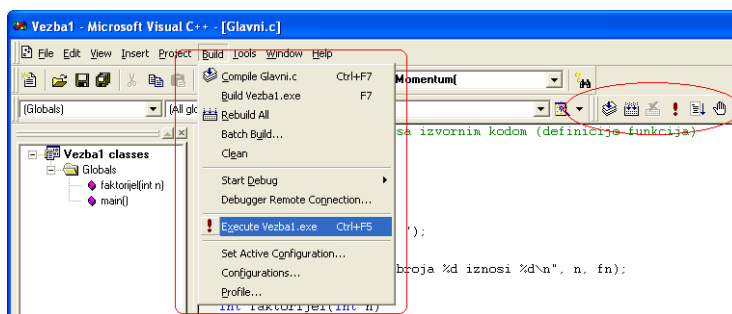
Датотеке су груписане по типу који је одређен екстензијама (*Source Files* - *.c датотеке, *Header Files* *.h датотеке). Дуплим кликом на назив датотеке, садржај одговарајуће датотеке ће бити приказан у централном делу прозора *Visual C++*-а.

Назив датотеке која је тренутно отворена приказан је у насловној линији главног прозора.

Картица *ClassView* је изворно намењена за приказ информација о класама дефинисаним у *C++* програму. Како програмски језик *C* не подржава рад са класама у приказу везаном за ову картицу побројане су само функције дефинисане у датотекама које пројекат садржи. Дуплим кликом на назив функције отвара се одговарајућа датотека и поставља се на почетак одговарајуће функције. На слици 7 илустровани су *FileView* и *ClassView* прикази.

КОМПИЛИРАЊЕ ПРОГРАМА И ИЗВЕШТАЈ О ГРЕШКАМА

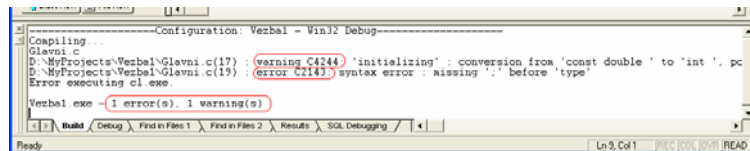
Након уноса кода програма у одговарајуће датотеке могуће је извршити компилирање, повезивање и извршавање програма. У ову сврху се користе ставке из менија *Build* или из одговарајуће пречице са алатима, слика 8.



Слика 8. Алати за компилирање програма

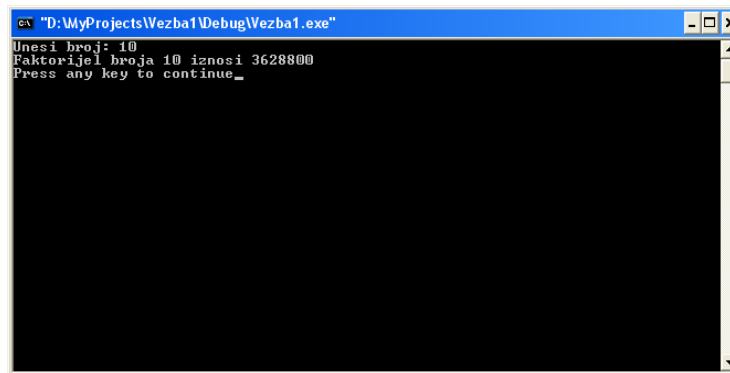
Најједноставнији начин за иницирање процеса компилирања свих датотека са изворним кодом, креирање извршне (*EXE*) датотеке програма и њено стартовање је коришћењем ставке *Build/Execute ...*, комбинације тастера *Ctrl+F5* са тастатуре или одговарајуће пречице (иконица "!").

Уколико програм није претходно преведен или је измењен од времена када је последњи пут преведен, појавиће се прозор са питањем да ли треба извршити превођење програма. У оба случаја потребно је кликнути на дугме *Yes* након чега ће уследити компилирање и повезивање (линковање) извршног програма. Уколико је програм успешно преведен аутоматски ће се извршити његово стартовање, у супротном у доњем делу основног прозора ће бити приказан извештај о откривеним грешкама, слика 9. За сваку откривену грешку или упозорење поред кода и описа, наведена је датотека и линија кода у којој је грешка нађена. Дуплим кликом на линију са описом грешке у овом извештају аутоматски се отвара одговарајућа датотека и врши позиционирање курсора на проблематичну линију.



Слика 9. Приказ извештаја о грешкама и упозорењима

Након исправљања грешки потребно је поново извршити стартовање процеса превођења и извршења програма. На слици 10 приказан је прозор у коме се извршава програм. Након завршетка извршења програма биће исписан текст *"Press any key to continue"*. Притиском на неки тастер прозор у коме се програм извршавао ће бити затворен.



Слика 10. Изглед прозора у коме се извршава програм

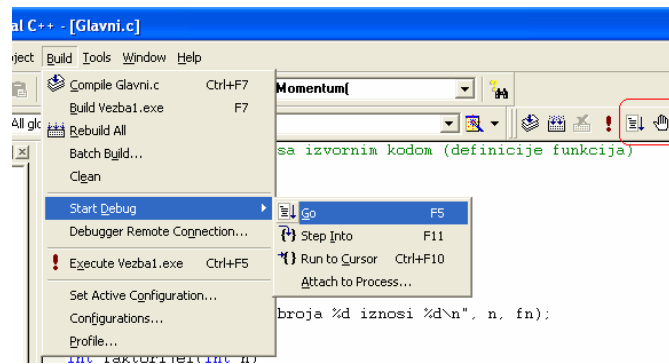
ДЕБАГИРАЊЕ ПРОГРАМА

Поред синтаксних грешака које се откривају у току превођења, програм може да садржи и логичке грешке које спречавају да се извршава на начин који је програмер предвидео.

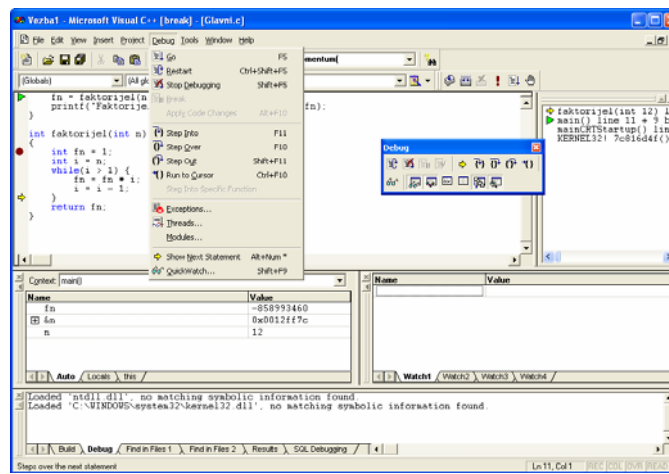
Овакве грешке се називају *bug*-ови, а процес њиховог уклањања *debugging*. Процес дебагирања подразумева постављање прекидних тачака у којима ће се извршење програма привремено прекинути у циљу читавања вредности појединих променљивих и сл. Постављање (или уклањање) прекидних тачака врши се позиционирањем курсора на одговарајућу линију и кликом на дугме у облику шаке, слика 11. Друга варијанта за додавање (или уклањање) прекидне тачке је десни клик на одговарајућу програмску линију и избор ставке *Insert/Remove Breakpoint* из падајућег менија.

За стартовање извршења програма у овом моду користи се ставка из менија *Build/Start Debug/Go*, тастер *F5* или одговарајућа пречица из линије са алатима, слика 11.

При дебагирању, програм ће се извршавати нормално све док се не дође до неке од задатих прекидних тачака. У том тренутку се зауставља извршење и постаје активно окружење *Visual C++*-а преконфигурисано за дебагирање. На слици 12 приказан је изглед окружења у моду за дебагирање.



Слика 11. Алати за дебагирање програма



Слика 12. Окружење за дебагирање програма

За контролу извршења користе се команде менија *Debug*. Значења појединих команди су следећа:

- *Go* (тастер *F5*)-наставља извршење до наредне прекидне тачке.
- *Restart* (комбинација тастера *Ctrl+Shift+F5*)-ресетује извршење програма у моду за дебагирање.
- *Stop Debugging* (комбинација тастера *Shift+F5*)-прекида дебагирање програма.
- *Step Into* (тастер *F11*)-улази у функцију која чека на извршење. Уколико је у питању нека друга наредба извршава је и прелази на наредну линију у коду.
- *Step Over* (тастер *F10*)-извршава функцију или наредбу и прелази на наредну линију у коду.
- *Step Out* (комбинација тастера *Shift+F11*)-извршава текућу функцију до краја и излази на ниво из кога је позвана.
- *Run to Cursor* (комбинација тастера *Ctrl+F10*)-извршава програм до линије кода на коју указује положај курсора.

По заустављању извршења могуће је очитати вредности појединих променљивих и приказ контекста (функција) из којег се дошло до прекидне тачке. Очитавање вредности променљивих се може извршити на неколико начина:

1. Задржати показивач миша изнад назива променљиве негде у коду, што ће резултовати исписивањем вредности поред показивача.
2. Додавањем назива променљиве чије се праћење жели у панелу *Watch* (десно испод кода).
3. Директно, уколико је променљива аутоматски излистана у списку променљивих које се тренутно користе (панел лево испод кода).

C++ је програмски језик са мноштвом одличних особина. Циљ овог чланка је да упознамо програмере почетнике са неким од њих, као и да људима који се већ баве програмирањем скренемо пажњу на неке аспекте о којима можда нису размишљали.

ЗАКЉУЧАК

У раду је приказана креирање конзолне апликације у *Visual C++*, компилирање програма и дебагирање програма.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Чабаркапа, М.: *C++ основе програмирања*, Рачунарска гимназија, Београд, 2007.
- [2] Bruce Ecken: *Мислити на језику C++*, Микро књига, Београд, 2003.
- [3] Libery, J., David B. Horvath: *C++ за Linux за 21 дан*, Компјутер библиотека, Чачак, 2002.
- [4] *Laslo Kraus: Програмски језик C++ са решеним задацима*, Академска мисао, Београд, 2007.
- [5] Andrew Koenig, Barbara E. Moo: *Ефикасно програмирање на језику C++*, Микро клима, Београд, 2003.
- [6] Steve Oualline: *Како не треба програмирати на језику C++*, Микро књига, Београд, 2003.
- [7] Brian Overland: *C++ јасним језиком*, Микро књига, Београд, 2003.

CREATING OF CONSOLE APPLICATION IN VISUAL C++

Summary: *Creation of console application in Visual C++ has been presented in the work.*

Key words: *Console, application, linking, file, function.*

СИНТЕЗА ПОГОНА ОБРТНИХ ПЛАТФОРМИ ХИДРАУЛИЧКИХ БАГЕРА

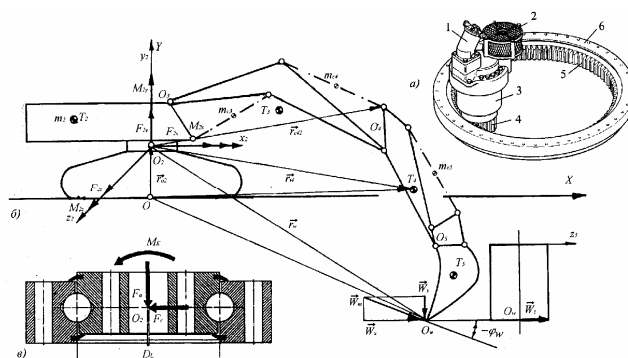
Драгослав Јаношевић¹, Стеван Недељковић²

Резиме: Бројне мобилне (грађевинске, транспортне, рударске, комуналне,...) машине се одликују могућношћу просторне манипулације при обављању разноврсних функција. Принципијелно, неопходну просторну манипулацију ове машине постижу вишечланом конфигурацијом кинематичког ланца при чему је најмање један кинематички пар у ланцу повезан зглобом пете класе са вертикалном обртном осом. Најчешће, тај кинематички пар чине прва два члана у кинематичком ланцу: ослоно-кретни механизам и обртна платформа машине. Ослоњен на подлогу ослоно-кретни механизам је релативно непомичан члан у односу на платформу која може да оствари потпуно обртање у оба смера. У раду је дат поступак синтезе погона окретања платформи хидрауличких багера.

Кључне речи: Погон обртних платформи.

УВОД

Погон окретања хидрауличких багера састоји се од: хидромотора (1) и редуктора (3) који на излазном вратилу има зупчаник (4) спрегнут са озубљеним венцем (5) аксијалног лежаја (сл 1.а).



Слика 1. Оптерећења аксијалног лежаја

¹ др Драгослав Јаношевић, доцент, Машински факултет Ниш, Е_mail: janos@masfak.ni.ac.yu

² Стеван Недељковић, дипл. маш. инж, Висока техничка школа струковних студија из Урошевца, са привременим седиштем у Звечану, Е_mail: stevan_km@yahoo.com

На основу задатих параметара функција, при синтези комплетног погона обртних платформи мобилних машина потребно је дефинисати следеће виталне компоненте погонског механизма:

- а) изабрати аксијални лежај на основу детаљне анализе оптерећења лежаја у целом радном подручју машине (2),
- б) анализирати елементе завртањске везе и носећу структуру за коју се лежај везује (3),
- в) изабрати хидромотор и редуктор погона.

У раду је дат поступак синтезе погона окретања платформи хидрауличких багера. Дата методологија прорачуна може се применити и код синтезе погона обртних платформи осталих мобилних машина.

Хидраулички багери се одликују универзалношћу примене, која се постиже могућношћу опремања багера различитим манипулаторима (дубински, утоварни) и бројним извршним уређајима (кашике, грабилице ...).

Анализу оптерећења зглоба потребно је извршити за све могуће комбинације манипулатора уз познавање учешћа примене сваког од њих у радном веку машине. Фиктивним прекидом кинематичког ланца у зглобу O_2 , слика 1.б и редукцијом свих оптерећења у његово средиште добијају се оптерећења зглоба: сила F_2 и момент M_2 :

$$\begin{aligned} \vec{M}_2 = & [\vec{r}_w - \vec{r}_2, \vec{W}_r] + g \cdot \sum_{i=2}^5 m_i \cdot [\vec{r}_{ti} - \vec{r}_2, -\vec{j}] + \\ & + g \cdot \sum_{i=3}^5 \frac{m_{ci}}{2} [\vec{r}_{ci1} - \vec{r}_2, -\vec{j}] + g \cdot \sum_{i=3}^5 \frac{m_{ci}}{2} \cdot [\vec{r}_{ci2} - \vec{r}_2, -\vec{j}] \end{aligned} \quad (1)$$

односно компоненте момента оптерећења M_2 :

$$\begin{aligned} M_{2x} = & (\vec{i}, \vec{M}_2) \\ M_{2y} = & (\vec{j}, \vec{M}_2) \\ M_{2z} = & (\vec{k}, \vec{M}_2) \end{aligned} \quad (2)$$

компоненте силе F_2 :

$$\begin{aligned} F_{2x} = & W_m \cdot \cos \varphi_w \\ F_{2y} = & W_m \cdot \sin \varphi_w + g \cdot \sum_{i=2}^5 m_i + g \cdot \sum_{i=3}^5 m_{ci} \\ F_{2z} = & W_z \end{aligned} \quad (3)$$

где је:

W_r – резултујући отпор копања,

m_i – масе чланова кинематичког ланца багера,

m_{ci} – масе актуатора манипулатора,

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – јединични вектори апсолутног координатног система,

W_m – могући отпор кретања,

W_z – компонента бочног отпора копања.

Вектор резултујућег отпора копања:

$$\vec{W}_r = W_w \cdot \cos \varphi_w \cdot \vec{i} + W_w \cdot \sin \varphi_w \cdot \vec{j} + W_z \cdot \vec{k} \quad (4)$$

при чему је бочни отпор копања W_z једнак:

$$W_z = \frac{M_0}{(\vec{i}, \vec{r}_w - \vec{r}_2)} \quad (5)$$

где је:

M_0 – момент отпора закретања ослоно-кретног члана на радној подлози.

Компоненте оптерећења лежаја су слика 1, в: аксијална сила F_a , радијална сила F_r и момент M_k чији носач вектора лежи у хоризонталној равни лежаја, при чему је:

$$F_a = F_{2y} \quad (6)$$

$$F_r = (F_{2x}^2 + F_{2z}^2)^{1/2} \quad (7)$$

$$M_k = (M_{2x}^2 + M_{2y}^2)^{1/2} \quad (8)$$

Компоненту момента M_{2x} чији се носач вектора поклапа са осом лежаја уравнотежује момент механизма окретања платформе.

Лежај се бира према дозвољеној статичкој и временској носивости, слика 2, које произвођачи лежаја дају у облику дијаграма зависности дозвољене еквивалентне силе (F_{es}, F_{ed}) и дозвољеног еквивалентног момента (M_{es}, M_{ed}) оптерећења лежаја.

Еквивалентне аксијалне силе и еквивалентни моменти лежаја се одређују на основу једначина:

а) за статичку носивост:

$$F_{es}^{(r)} = (a \cdot F_a + b \cdot F_r) \cdot f_s \quad (9)$$

$$M_{es}^{(r)} = f_s \cdot M_k$$

где је:

a – фактор утицаја аксијалне силе,

b – фактор утицаја радијалне силе,

f_s – фактор услова рада лежаја. Вредности фактора a, b, f_s дају произвођачи за своје лежаје.

б) за временску носивост:

$$F_{ed}^{(r)} = f_L \cdot \sqrt[k]{\frac{\sum_{i=1}^n p_i (F_i)^k}{100}} \quad (10)$$

$$M_{ed}^{(r)} = f_L \cdot \sqrt[k]{\frac{\sum_{i=1}^n p_i (M_i)^k}{100}}$$

где је:

$f_L = \sqrt[k]{N / 30000}$ – фактор оптерећења,

k – експонент завистан од облика котрљајних тела лежаја, ($k = 3$ – за куглице, $k = 10/3$ – за ваљчиће),

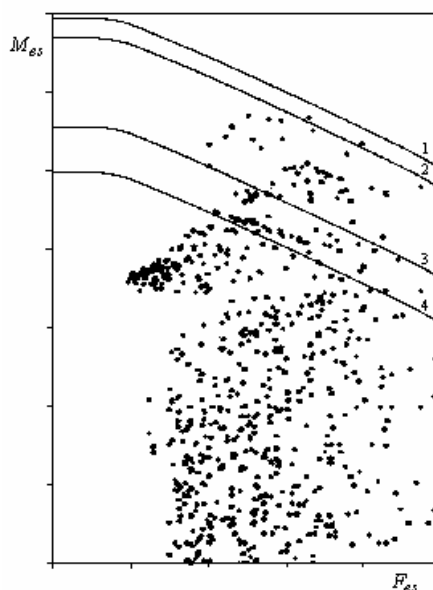
N – жељени број обртаја (циклуса) лежаја,

F_i, M_i – аксијална сила и момент оптерећења појединих колектива оптерећења лежаја,

p_i – процентуални удео појединих колектива оптерећења.

Код избора лежаја услов је да вредности срачунатих еквивалентних оптерећења лежаја не пређу граничне криве, слика 2, дозвољених носивости лежаја.

Развијен је програм који пружа могућност да се у жељеном броју положаја и услова рада у целом радном простору хидрауличног багера одреде еквивалентна оптерећења лежаја (момент M_{es} , сила F_{es}). На слици 2 су дати резултати оптерећења лежаја багера масе око 25000 kg где се јасно види који од лежајева задовољава у погледу носивости.



Слика 2. Еквивалентна оптерећења лежаја у целом радном подручју хидрауличног багера за жељени број положаја

ИЗБОР КОМПОНЕНАТА ПОГОНА ОБРТНИХ ПЛАТФОРМИ

У наставку се даје поступак прорачуна и критеријуми избора хидромотора и редуктора погона обртних платформи мобилних машина.

Принципијелно, хидромотор (C_2) погонског механизма обртних платформи мобилних машина, слика 3, може са хидропумпом (2), која га напаја, да гради отворено или затворено коло у хидростатичком систему машине. Код отвореног кола, слика 3.а, хидромотор (C_2) погона је преко разводника (3)

повезан са једносмерном хидропумпом (2). Код затвореног кола (слика 3.б) хидромотор (C_2) погона је непосредно повезан са двосмерном хидропумпом (2).

При дефинисању погона задају се следећи параметри функција: максимални број обртаја n_{max} и жељено време убрзања t_u платформе.

При томе је познат број зуба z_5 озубљеног венца изабраног аксијалног лежаја, на основу којег се бира дозвољени минимални број зуба z_4 зупчаника на излазном вратилу редуктора.

Полази се од одређивања максималног момента M_{max} који треба да савлада отпоре платформе у фази почетног убрзаног окретања:

$$M_{max} = k \cdot J_{max} \cdot \dot{\omega} \leq M_0 \quad (11)$$

где је:

J_{max} – максимални момент инерције платформе и чланова кинематичког ланца манипулатора за осу окретања платформе машине, kgm^2 ,

$\dot{\omega}$ – угаоно убрзање окретања платформе, s^{-2} ,

k – коефицијент повећања момента због осталих отпора који се јављају при окретању (отпори ветра, отпори трења у аксијалном лежају),

M_0 – момент отпора закретања ослоно-кретног члана на равној подлози.

Угаоно убрзање $\dot{\omega}$ платформе представља однос:

$$\dot{\omega} = \frac{\omega}{t_p} = \frac{n_{max} \cdot \pi}{30 t_p} \quad (12)$$

Максимални момент M_{rmax} на излазном вратилу редуктора погона за окретање:

$$M_{rmax} = \frac{M_{max}}{i} \quad (13)$$

где је:

i – преносни однос између озубљеног венца лежаја и зупчаника на излазном вратилу редуктора.

Преносни однос i има вредност: за спољашње спрезање (слика 3.в):

$$i = \frac{z_5 + z_4}{z_4} \quad (14)$$

и унутрашње спрезање зупчаника (слика 3.в):

$$i = \frac{z_5 - z_4}{z_4} \quad (15)$$

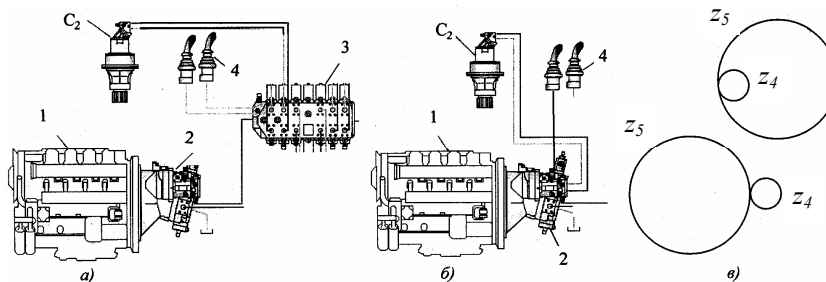
На основу срачунатог момента M_{rmax} бира се, величина редуктора погона окретања платформе из типа расположивих величина чији је максимални дозвољени излазни момент M_{dmax} једнак или нешто већи од максималног потребног момента:

$$M_{rmax} \leq M_{dmax} \quad (16)$$

Међутим, самим избором величине, преносник још увек није у потпуности одређен јер се иста величина преносника може извести са различитим величинама хидромотора и са редукторима различитих преносних односа.

ОДРЕЂИВАЊЕ ПОГОНА У СИСТЕМУ ОТВОРЕНОГ КОЛА

Одређивање погона на основу момента окретања—За дефинисање преносника полази се од услова да се максимални потребни момент за окретање платформе постиже при максималном радном притиску p_{max} пумпе која напаја хидромотор погона, слика 3.



Слика 3. Погон платформе у систему: а) отвореног хидрауличног кола, б) затвореног хидрауличног кола

За усвојену величину преносника, из скупа препоручених хидромотора бира се хидромотор одређеног константног специфичног протока q_m . Обично се због унификације, ако је то могуће, бира иста величина хидромотора која је већ усвојена за друге погоне на машини.

Максимални момент M_{mmax} на излазном вратилу изабраног хидромотора:

$$M_{mmax} = \frac{(p_{max} - p_0) \cdot q_m}{2\pi} \cdot \eta_{mm} \quad (17)$$

где је:

p_{max} — максимални радни притисак пумпе, МПа ,

q_m — специфични проток хидромотора, cm^3 ,

η_{mm} — механички степен корисности хидромотора,

p_0 — притисак у повратном воду хидромотора, МПа .

Потребни преносни однос i_r^M редуктора којим се постиже M_{rmax} :

$$i_r^M = \frac{M_{rmax}}{M_{mmax}} \cdot \frac{1}{\eta_r} \quad (18)$$

где је:

η_r — степен корисности редуктора.

Одређивање погона према броју обртаја платформе-При одређивању преносника полази се од услова да се задати максимални број обртаја n_{max} платформе постигне при максималном протоку Q_{max} пумпе која напаја хидромотор погона окретања.

Максимални број обртаја n_{mmax} на излазном вратилу усвојеног хидромотора:

$$n_{mmax} = \frac{1000 Q_{max}}{q_m} \cdot \eta_{mv} \leq n_{md} \quad (19)$$

где је:

Q_{max} – максимални проток пумпе, l/min ,

q_m – специфични проток хидромотора, cm^3 ,

η_{mv} – запремински степен корисности хидромотора,

n_{dm} – дозвољени максимални број обртаја хидромотора.

Максималном броју обртаја хидромотора одговара потребан преносни однос i_r^n редуктора којим се постиже n_{max} :

$$i_r^n = \frac{n_{mmax}}{i \cdot n_{max}} \quad (20)$$

У случају да су вредности $i_r^M \approx i_r^n$, за усвојену величину редуктора, бира се најближа вредност расположивог преносног односа $i_r \approx i_r^n$.

Ако је $i_r^M \ll i_r^n$, за усвојену величину редуктора, бира се најближа вредност расположивог преносног односа $i_r \approx i_r^n$ при чему максимални пад притиска у хидромотору треба да има вредност:

$$(p_{rmax} - p_0) = (p_{max} - p_0) \cdot \frac{i_r^M}{i_r} \quad (21)$$

где је:

p_{rmax} – максимални потребни притисак у потисном воду хидромотора.

У случају да је $i_r^M \gg i_r^n$, за усвојену величину редуктора, бира се најближа вредност расположивог преносног односа $i_r \approx i_r^M$, али се при томе усваја хидромотор променљивог специфичног протока који има максимални специфични проток исти ($q_{mmax} = q_m$) као већ усвојени хидромотор константног специфичног протока q_m и минимални специфични проток q_{min} чија је вредност:

$$q_{min} = q_{mmax} \cdot \frac{i_r^n}{i_r} \quad (22)$$

ОДРЕЂИВАЊЕ ПОГОНА У СИСТЕМУ ЗАТВОРЕНОГ КОЛА

У случају погона обртне платформе у систему затвореног хидрауличног кола, поступак прорачуна је сличан као и код отвореног кола.

Наиме, прво се одређује преносни однос редуктора на основу потребног момента окретања платформе, а затим потребан број обртаја хидромотора:

$$n_{m \max} = n_{\max} \cdot i_r^M \cdot i \leq n_{md} \quad (23)$$

Према потребном максималном броју обртаја хидромотора одређује се потребан максимални проток хидропумпе:

$$Q_{\max} = \frac{q_m \cdot n_{m \max}}{1000 \eta_{mv}} \quad (24)$$

односно, специфични проток хидропумпе:

$$q_p = \frac{1000 \cdot Q_{\max}}{n_{en} \cdot \eta_{pv}} \quad (25)$$

где је:

n_p – број обртаја пумпе, $\min^{-1}$,

η_{pv} – запремински степен корисности пумпе.

На основу срачунатог специфичног протока бира се одговарајућа величина хидропумпе.

ЗАКЉУЧАК

У раду је дат поступак анализе и одређивања потребних величина и параметара за избор и дефинисање компонената погона окретања обртних платформи хидрауличких багера. Поступак има општи карактер и може се применити код синтезе погона и код осталих мобилних машина које имају у свом кинематичком ланцу обртну платформу.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јаношевић, Д., Јевтић В.: *Прилог анализи лежаја зглоба; обртна платформа-кретни механизам код хидрауличких багера*, XIII међународна научно-стручни скуп Транспорт у индустрији, Београд, 1994.
- [2] Јаношевић, Д., Јевтић В.: *Анализа оптерећења елемената за везу аксијалног лежаја хидрауличких багера*, Научно-стручни скуп ИРМЕС 2000, Котор, 2000.
- [3] Недељковић С.: *Хидрауличке компоненте и системи мобилних машина*, семинарски рад, Машински факултет, Ниш, 2005.

SYNTHESIS OF ROTATION PLATFORMS ENGINES OF HIDRAULIC DIGGERS

Summary: Numerous mobile machines (construction, transport, mining, communal, ...) are characterized with possibility of space manipulation while performing various functions. In principle, the necessary space manipulation these machines attain by complex configuration of linkage where at least one kinematic couple in the chain is connected by the fifth-class joint to the vertical revolving axle. Frequently, that kinematic couple consists of first two links in linkage: thrust-motion mechanism and slewing platform of machine linked with axial bearing. Abutted on the base, the thrust-motion mechanism is relatively fixed link regarding the platform which can obtain the full rotation in both directions. This paper presents the process of synthesis of slewing platforms drive of hydraulic excavators.

Key words: Slewing platforms drive.