

ERGONOMIC ASPECTS IN THE DESIGN OF AN ELECTROMOBILE, CLASS "PROTOTYPES" FOR SHELL ECO-MARATHON COMPETITION

Assoc. Prof. Dancho Gunev

University of Ruse, Department "Industrial Design",
8 Studentska Str., Ruse, Bulgaria,
Phone: +359 89 828 4733,
E-mail: dgunev@uni-ruse.bg

Abstract: *The Shell "Eco-marathon" is an energy efficiency competition, where students are challenged to design, build and test energy-efficient vehicles, at the limit of their technical capabilities. They enter the track in a race to be determined by the winner: the vehicle has traveled the maximum distance with a minimum amount of energy/fuel. In many cases, engineers and designers turn their attention to the vehicle itself as an efficient technical system and then try to "embed" the pilot in this system in some way. Given that he still has to drive this vehicle, the energy consumed will depend on the characteristics, qualities - especially the accuracy of the pilot in the process of driving. In other words, another meta-system must be considered, the efficiency of which determines the final energy consumption. The efficiency of such a system: man-machine, is subject to ergonomics. The purpose of this paper is to investigate the optimal pilot's driving position for a car - class "prototypes" for Shell "Eco-marathon".*

Keywords: *Ergonomy, Effectiveness, GPS, Seismic Protection Methods, Model*
JEL Codes:

АНАЛИЗ НА СЪЩЕСТВУВАЩИ РЕШЕНИЯ

Въпреки голямото разнообразие на съществуващи конструкции до момента (www.flickr.com), решенията относно разположението на пилота са много малко. Причините за това се дължат на насочване вниманието към постигане на определени инженерни показатели като: ниско аеродинамично съпротивление, тегло, минимални механични загуби оптимално управление разхода на енергия, които пряко влияят върху ефективността на автомобила. Твърди се, че „реалното време, през което пилотът ще управлява прототипа е минимално, сравнено с това при автомобилите използвани ежедневно, следователно минимални ергономични изследвания трябва да бъдат направени.“ „При тези изследвания, вниманието е насочено към оптимизиране разположението и размера на прозорците и изследване на досегаемостта на всички органи за управление от пилота.“ (Rogiest at.all 2011)

В клас „прототипи“ се наблюдават три основни пози при шофиране:

- Лежача – тялото е в положение „лег“, с наведена глава напред, само от врата (фиг.1а), или от врата и гърдния кош (фиг.1б).



Фиг.1а. Лежача поза при шофиране (с навеждане само главата напред) (www.shell.com)

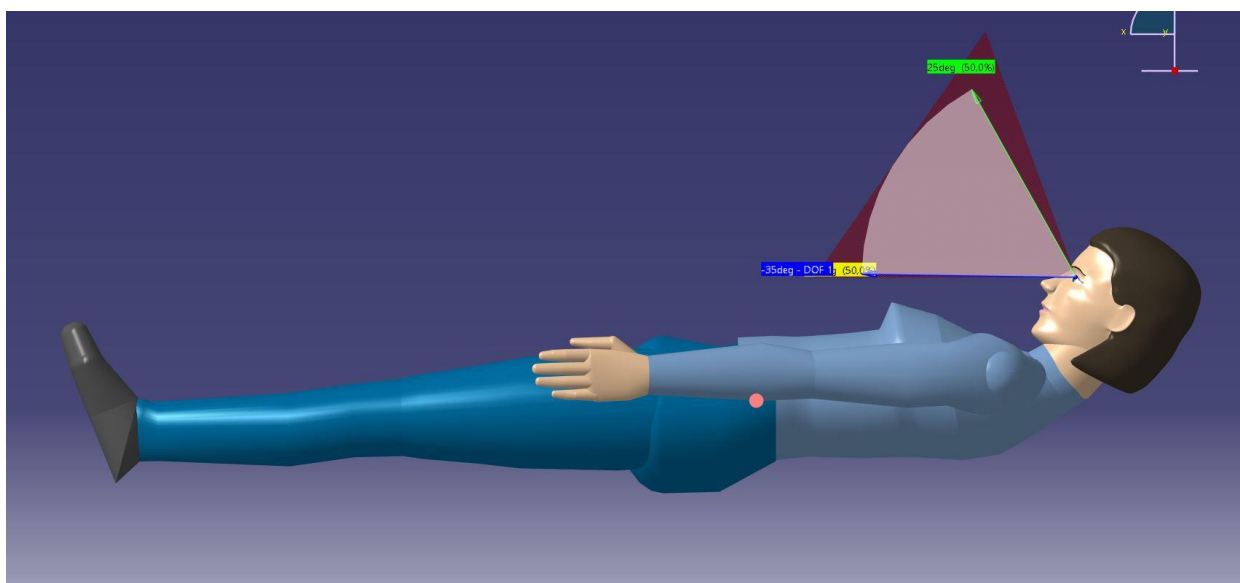


Фиг.1б. Лежаша поза при шофиране (с навеждане на главата и гръдния кош напред)
(www.shell.com)

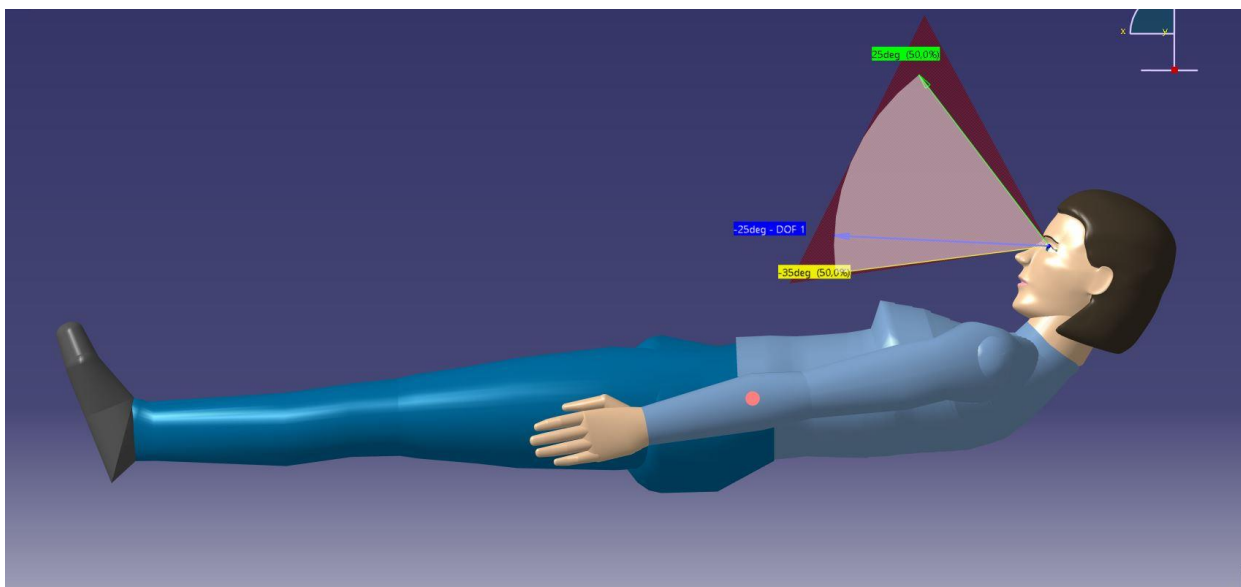
ПРЕДИМСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ

Предимствата на тази позиция се изразяват в това, че тялото се намира в естествената си поза на почивка с равномерно разпределение на натоварването от гравитация и движение върху всички негови части. Минималната стойност на проекционната площ на пилота, в едно със състезателната екипировка (предпазна каска и костюм) върху трансверзалната повърхнина, допринася изключително много за намаляване челната площ на автомобила, следователно и на аеродинамичното съпротивление.

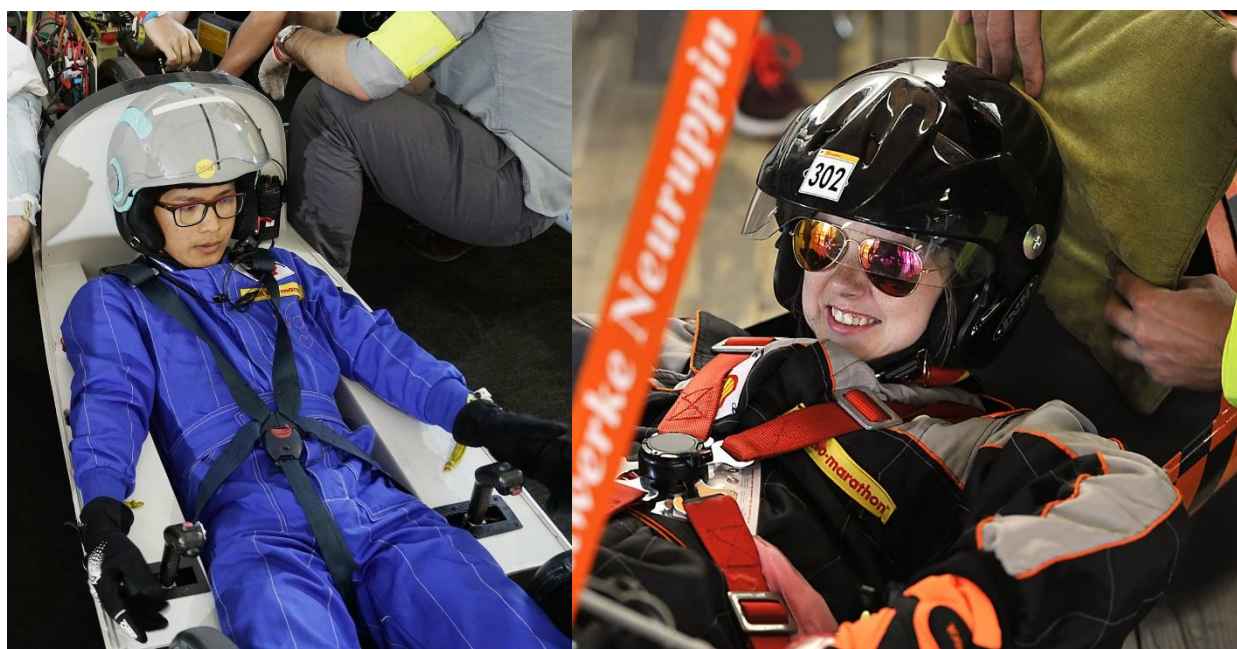
Недостатъците са свързани с ориентацията на зоната на видимост и усещането за поведението на автомобила. Малкият ъгъл, под който е завъртяна главата напред, води до това, че линията на погледа на пилота е разположена на долната граница зрителното поле и той/тя вижда напред, по скоро с периферното си зрение (фиг.2а). Това води до напрежение и умора в очите. Модификацията на позата показана на фиг.1б, решава в голяма степен този проблем (фиг.2б). В случаите на лошо проектирана седалка или особено при липса на такава, т.е. в горната част на гърба и основата на врата, липсва подходяща опора, се наблюдава допълнително свиване на главата напред (фиг.3, ляво). Това се получава, в следствие на приплъзване на главата надолу по опорната плоскост предизвикано от гравитационните и вертикални динамични сили при движение и води до нежелано напрежение в прешлените на врата, причиняващо болка на пилота. За съжаление има много такива примери, в които усъвършенстването на работната среда се осъществява с различни, саморъчно направени подложки (фиг.3, дясно) и (фиг.4, дясно).



Фиг.2а. Зрително поле (с навеждане само на главата напред).



Фиг.26. Зрително поле (с навеждане на главата и гръдния кош напред).



Фиг.3. Ергономичен проблем (ляво) и „решението“ му (дясно) (www.shell.com)

При проведени експерименти в Русенски университет, в условия само на гравитационно натоварване и липса на динамични такива, болка в основата на врата се получава до 15 min, след заемане на лежаща поза.

Фактическата подвижност на пилота в надлъжно направление, въпреки задължителните предпазни колани, влошава усещането за поведението на автомобила, което намалява точността в неговото управление.

- Полулежаща – тялото е в положение „лег“, с наведена глава напред, само от врата, или от врата и гръдния кош, а краката са свити в тазобедрената става и коленете, подобно на положението при седяща поза (фиг.4).

Предимства и недостатъци:

Предимствата на тази позиция са същите като при лежаща поза, стази разлика, че при наличие на надлъжен ограничител в зоната на седалището и горната част на бедрото

(рудиментарен вариант на седалка), усещането за поведението на автомобила се подобрява значително.

Недостатъците на гореспоменатата поза се запазват като проблемът с видимостта напред се засилва – краката стават допълнителна пречка.



Фиг.4. Полулежача поза при шофиране (www.shell.com)

- Седяща – тялото е завъртяно под ъгъл спрямо хоризонта, около точката на тазобедрената става (Н-point), главата е леко наведена напред, а краката са свити в тазобедрената става и коленете (фиг.5).



Фиг.5. Седяща поза при шофиране (www.shell.com)

Предимства и недостатъци:

Предимствата на тази позиция са в сравнително равномерното разпределение на теглото върху контактните площи с автомобила, частите на тялото са далеч от граничните стойности на тяхната подвижност, линията на погледа е близо до оптималните стойности на ъгловото движение на очите, крайниците могат по-лесно и точно да въздействат на органите за управление.

Основният недостатък на тази поза при шофиране е свързан с въздействието ѝ върху експлоатационните свойства на автомобила. По-големият размер на проекционната площ на

пилота върху напречната повърхнина увеличава площта на челното сечение, което освен споменатото вече, косвено води и до увеличаване теглото на превозното средство.

При липса на прецизен подбор на геометричния характер, размерите и ъгъла между „седалката“ и „облегалката“, се увеличава натоварването в долната част на гръбнака, което може да предизвика болка в областта на кръстеца и опашката.

ИЗВОДИ

От направения анализ и систематизация на съществуващите решения, може да се приеме, че:

- пряко приложение на съществуващите стандарти не е възможно,
- ергономичните аспекти не са приоритет при инженерното проектиране на автомобил, клас „прототипи“ в Shell Eco-marathon,
- наблюдават се сравнително малко примери на ергономична оптимизация, което е едно от основанията, да се работи в тази посока.

Работата по доклада е осъществена с подкрепата на проект ФНИ 2020-РУ-03 “Изследване възможностите за оптимизиране разхода на енергия на електромобил от клас прототипи за състезанието Shell Eco-marathon”

REFERENCES

Basmajian , J.V., De Luca ,C. J., (1985). Muscles alive: their functions revealed by electromyography 5th ed. Williams and Wilkins, Baltimore.

Moore , S. M., Torma-Krajewski , J., Steiner , L.J., (2011). Report of Investigations 9684: Practical Demonstrations of Ergonomic Principles. National Institute for Occupational Safety and Health, Pittsburgh, PA.

Rogiest , D., Colomer Romero , V., Martínez Sánchez , J.I., Martínez Sanz , A.V., (2011). „Design of a Fuel Efficient Prototype’s Monocoque“ EAEC2011_A88.

Santin, J-J., Onder, C. H., Bernard, J., Isler, D., Kobler, P., Kolb, F., Weidmann, N., Guzzella, L., (2007). The World's Most Fuel Efficient Vehicle - Design and Development of PAC-Car II // vdf Hochschulverlag AG, Zurich

Shell, The Shell Eco-marathon Global Rules 2018, Chapter I

Tilley, A. R., Henry Dreyfuss Associates, (2002). The Measure of Man and Woman: Human Factors in Design, John Wiley & Sons, New York.

https://www.flickr.com/photos/shell_eco-marathon/