



# Passzív védelmi rendszer fejlesztése személygépjármű hátsó ülésorának utasai számára.

## Development of a passive protection system for rear seat passengers

<sup>1</sup>Széles Levente, <sup>2</sup>Kőfalvi Tamás

<sup>1</sup>EBK Hungary Kft. Gödöllő, Magyarország, [szeles.levente@ebkhungary.com](mailto:szeles.levente@ebkhungary.com)

<sup>2</sup>EBK Hungary Kft. Gödöllő, Magyarország, [kofalvi.tamas@ebkhungary.com](mailto:kofalvi.tamas@ebkhungary.com)

---

### Összefoglalás

A személygépjármű hátsó ülésorán utazók a fogalomban lévő gépjárművek többségének esetében védtelen közlekedési résztvevőknek tekinthetők. Hatékony, széleskörben alkalmazható védelmük érdekében célunk egy innovatív, utólagosan, könnyedén felszerelhető, passzív védelmet nyújtó termék megalkotása. A termék fejlesztésénél, a lehető legoptimálisabb termék megalkotásának érdekében felhasználjuk az additív technológiák által biztosított tervezői szabadságot, valamint a kiemelkedő energia felvőképességgel rendelkező Lattice szerkezetek realizálhatóságát is.

Kulcs szavak: biztonság, additív gyártástechnológia, Lattice, energia elnyelés.

---

### Abstract

Rear seat passengers in the majority of vehicles can be considered as vulnerable road users. In order to provide them with effective and widely applicable protection, our aim is to create an innovative product that can easily be retrofitted to provide passive protection. In product development, the design freedom provided by additive technologies and the feasibility of Lattice structures with superior energy absorption capabilities were utilized to create the most optimal design.

Keywords: safety, additive manufacturing, lattice, energy absorption

---

## 1. Bevezetés

A mai napig rendkívül sok ember sérül meg, veszi életét közúti balesetekben. Kétségtől kijelenthető, hogy a gépjármű fejlesztés legfontosabb területe jelenleg a minél környezet kímélőbb hajtásrendszerek megalkotása. Természetesen rendkívül fontos a fenntartható fejlődés és így a környezetük óvása is, ugyanakkor, ha megfigyeljük az utasokat védő rendszerek terén nem történtek jelentős fejlesztések. A hajtó erő a környezet kímélő hajtásrendszerek mögött törvényi szabályozásokra – betartandó normákra vezethető vissza. Hasonló törvényszintű szabályozás nincs a balesetekre, az utasok védelmére vonatkozóan. Az Európai Unió egy jelentősen csökkenő balesetszám maximumot, mint célt fogalmazott meg, azonban rendkívül sajnálatos módon számos évben a valós adatok felül múlták a célkitűzést [1]. Ha a kitűzött cél elérésre is kerül, minden baleset elkerülendő és minden egyes élet megóvendő. Lényegében ezen gondolat fejlesztésük alapelve.

## 1.1 Meglévő biztonsági rendszerek

Történelmünk első halálos kimenetelű balesete 1889-ben történt New York városában [2], az esemény kétségkívül a jármű biztonság megszületésének alapköve. Napjainkban a személygépjármű gyártók esetében a karosszéria törésállósága, az utasok védelme azonos fontosságú szinten rangsorolt, mint a design, a fogyasztás és a menetstabilitás [2]. A közlekedési résztvevők járműveiben megtalálható biztonsági rendszerek két csoportra, az aktív és a passzív biztonsági berendezések csoportjára oszthatók. Az aktív biztonsági elemek a baleset elkerülésért felelősek, ilyen az ABS és ESC rendszer például, melyek az Európai utatokon közlekedő gépjárművek 80-90%-ban megtalálhatók [3]. Az aktív rendszer fejlett számos szenzort használó elemeit az 1. ábra mutatja be.



1. ábra A járművekben elterjedt aktív [3] és passzív [4] biztonsági berendezések.

Passzív biztonsági elemekből jelentősen több található járműveinkben, feladatuk a bekövetkezett baleset súlyosságának mérséklése az emberi sérülések szempontjából. A legjellemzőbb, legismertebb passzív elemeket szintén az 1. ábra ismerteti. Az 1. ábrát megtekintve, elemezve egy szinte tökéletes biztonságot nyújtó rendszer hamis képével szembesülhetünk. A fejlettebb aktív biztonsági elemek csak a prémium személygépjárművekben így a közlekedők csekély százalékánál jennek meg. Másik oldalról a korábban említett statisztikák is azt mutatják, hogy fejlesztés szükséges.

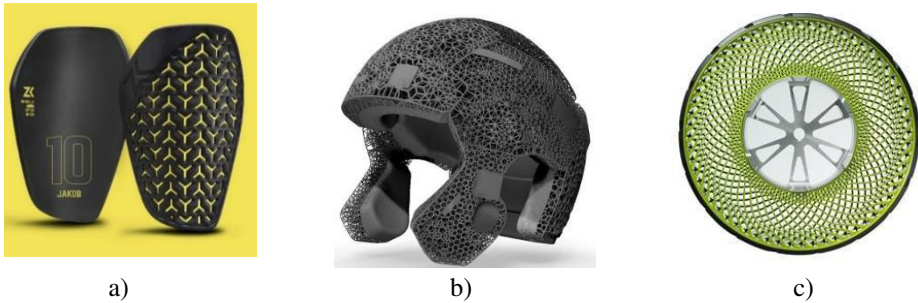
## 1.2 Fejlesztési terület kijelölése

A problémakör felismerését követően első körben a fejlesztési területet megválasztása volt a feladatunk. Az általunk fejlesztendő biztonsági elemek a passzív biztonsági elemek kategóriájába kell kerüljenek, ha egy széleskörben elérhető hatásos terméket szeretnénk megvalósítani. Az aktív biztonsági elemekre történő fejlesztés rendkívül hosszú, az autó gyártókkal elhúzódó együttműködést igényelne, megvalósítása egy ilyen rendszernek megint csak költséges lenne, így lényegében nem a kívánt cél értük volna el. Tehát egy utólag beépíthető passzív biztonsági elemre fókuszálva kezdtük meg a fejlesztést.

## 1.3 Additív technológiák alkalmazhatósága

A fejlesztési terület rendszer szintű definiálását követően átfogó piackutatásba kezdtünk. Megvizsgáltuk, hogy az élet más területén milyen az emberi testet védő termékek léteznek. A különböző sportágak területén számos innovatív sípcsontvédővel, bukósisakkal, jégkorong sisakkal találkoztunk.

A felsorolt termékek létező termékek, önmagukban nem újdonságok, azonban a 2. ábrán látható változatok mindegyike egyedi belső térkitöltő szerkezettel tervezett.



2. ábra. Az additív technológia és a Lattice szerkezetek; a) Zweikampf sípcsontvédő [5]; b) Riddel amerikai foci sisak [6]; c) Bridgestone levegő nélküli kerék koncepció [7].

A termékeket és az energiafelvétel szempontjából alkalmazott kitöltő Lattice szerkezeteket additív technológiákkal gyártották le. A Lattice szerkezetek olyan belső térkitöltő szerkezetek melyek a közelmúltig kizárólag a tudományos irodalomban és a természetben léteztek, azonban az additív gyártástechnológiák rohamos fejlődésének köszönhetően mára egy tervezhető, beépíthető elemmé váltak. A Lattice szerkezetek viselkedése és paraméterei a megfelelő struktúra megválasztásával a kívánt követelményekhez illeszthetők. A 2. ábrán jelölt termékek pont ezt alkalmazzák, így az általunk fejlesztett passzív biztonsági elemek is erre fókuszálnának

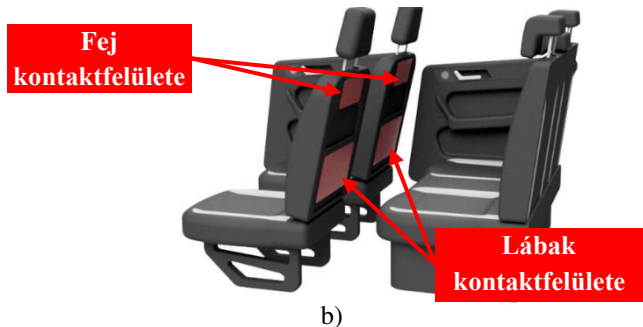
## 2. Anyagok és módszerek

### 2.1 Baleseti helyzet elemzése

Egy esetleges baleset során a gépjármű utasai számos felületnek nekiütnének különböző testrészeikkel. Jóllehet egy rendkívül felszerelt személygépjárműben számos légszák van beépítve, az utakon lévő személygépjárművek többségében a hátsó ülésor utasai szinte teljesen védtelenek, a biztonsági övön kívül komolyabb passzív védelemi rendszer nem lelhető fel. A személygépjármű hátsó ülésén utazók védelmi rendszerének fejlesztéséhez először a fejlesztési területeket kellett meghatározunk. Esetükben a fejlesztési területek a védtelen utas becsapódási régiói. A potenciális becsapódási régiókat baleset vizsgálatokból nyertük, ahol is tesztbábukat ültettek egy autóba, melyet több eltérő módon ütköztettek. A videófelvételek és írásos források alapján meghatároztuk a legjelentősebb fejlesztési területeket [8] [9]. A megjelölt források alapján az emberi test ütközés közben a térdén és a fejénél ütközik fel az első sor ülésében, ezt szemlélteti a 3.ábra – a termékfejlesztésünk alapja is így ezen régiókra esik.



a)



b)

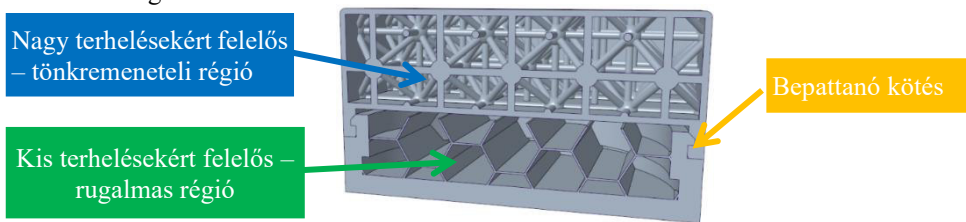
3. ábra. a) a hátsó ülésor utasának jellemző baleseti becsapódási régiói; b) egy reprezentatív 3D CAD környezetben kijelölt fejlesztési területek.

## 2.2 A termékfejlesztés konkretizálása

Az irodalom és piackutatás alapján megállapítottuk, hogy additív technológiákkal létrehozott energiafelvevő elemek felelnének az ütközési energia felvételért (roncsolódással) és így a baleset súlyosságának csökkentéséért. Célunk egy széles körben elérhető passzív védelmi rendszer megalkotása, így egy a hátsó ülés utasaihoz utólag, könnyedén felszerelhető termék megalkotása a konkrét feladunk. A teljes termék több, különálló energiafelvevő elemből állna, melyek a 3. ábrán megjelölt régióknál kerülnének rögzítésre. Természetesen az egyes elemeket ahhoz, hogy széleskörben lehessen alkalmazni egy termékként kell megalkotnunk, az egyes energiafelvevő régiókba telepített elemeket össze is kell kötni. Továbbá követelmény a kétrétegű kialakítás; egy rugalmas régió mely a kisebb ütközések esetén nem igényli az elem cseréjét; valamint egy nagy energia felvevő képességű régió mely nagymértékű deformációval és tönkremenettel – töréssel veszi fel a komoly balesetek energiáit.

## 2.3 Energia felvevő egység koncepció képzés – bepattanó peremes

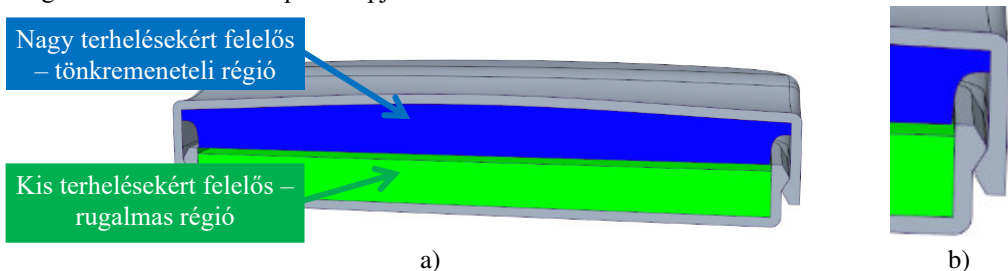
A koncepció két félből áll, mint a 4. ábrán is látható. A két fél eltérő tulajdonságú Lattice szerkezetekkel került kiöltésre. Az egység két fele egy, a kerület teljes hosszán végigmenő bepattanó kötéssel keresztlül csatlakozik. A kötés biztos, azonban jelentős értékes térfogatot vesz el a Lattice szerkezetektől. A koncepció legnagyobb hátránya az energia felvétel korlátozottsága. A merev burkolati rendszer miatt a Lattice szerkezetek a terhelés irányában nem tudnak elmozdulni, további fejlesztés szükséges.



4. ábra. A bepattanó peremes koncepció.

## 2.4 Energia felvevő egység koncepció képzés – szabad burkolatú

Az előző koncepció egyik legnagyobb hátránya a Lattice szerkezetek alul használatossága. Ezen továbbfejlesztett konstrukcióban azonban a termék alsó és felső fele a terhelés hatására szabadon elmozdulhat egymáson (egy megvezetésen keresztül), így maguk a Lattice szerkezetek képesek az energia felvételre. A koncepció alapját az 5. ábra ismerteti.

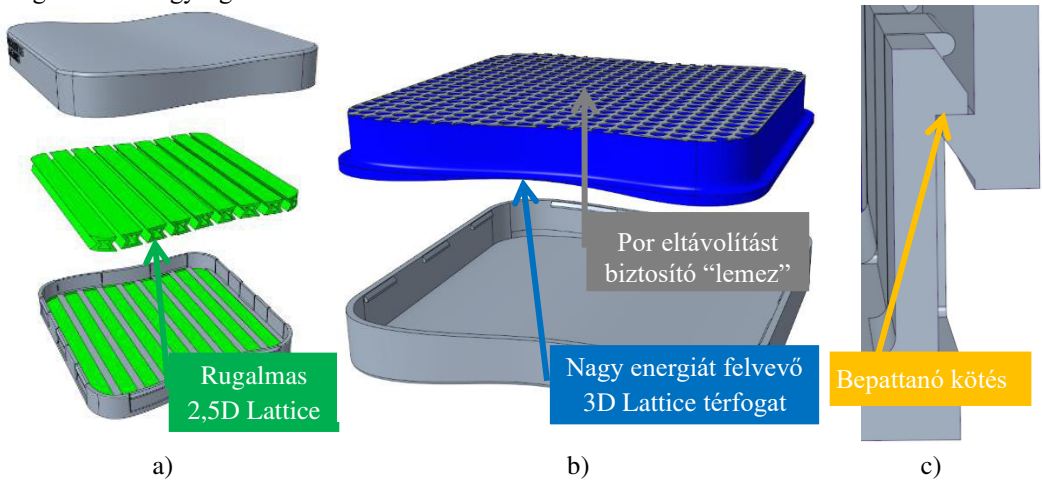


5. ábra. A szabad elmozdulást – deformációt megengedendő burkolat alap koncepciója

## 2.5 A koncepció termékké fejlesztése

Fejlesztésre az előzőekben bemutatott, szabad elmozdulást biztosító koncepciót választottuk meg. A koncepció termékké alakításánál a korábban megfogalmazott funkcionális követelmények mellett a gyártástechnológiai megkötéseket is figyelembe kell venni.

A termék alsó felébe egy ismétlődő – kismértékű terheléseket felvenni képes régiót terveztünk, mely még nem jelenti a termék tönkremenetelét. Éppen ezért az alsó régió rugalmas anyagból készül. Rugalmas anyagból DLP technológiával tudunk nyomtatni egy 3D Systems Figure 4 nyomtatón. Az anyag viselkedése miatt rendkívül vékony és kifinomult geometriák nem realizálhatók. A megkötést figyelembe véve az alsó régió 2,5 dimenziós auxetikus (negatív Poisson tényező) méhsejt struktúrából készült. A 6 a). ábrán látható „rudak” egy peremen keresztül túlfedéssel szerelhetők az energia felvevő egység alsó felébe.



6. ábra. A termékké fejlesztett koncepció főbb részegységei

A felső régió, mely a nagyenergiájú ütközések energiáját hivatott elnyelni 3 dimenziós gyémánt szerkezetű Lattice-al került kitöltésre. A felső rész egy egységet képez, MJF technológiával kerül nyomtatásra egy HP JetFusion 4200 típusú gépen. Azaz egy burkolat és egy alacsony térkitöltésű szerkezet egyszerre – egy alkatrészként kerül nyomtatásra egy porágyas technológiájú gépen, mely a por eltávolítását lehetetlenné tenné. Az ellentmondás feloldására a Lattice réteg alját nem egy tömör, hanem egy „furatot” lemezzel zártuk le, mely a csomópontokban kapcsolódik a Lattice-hoz, így biztosítja annak stabilitását és a nyomtatáshoz használt por is eltávolításra kerülhet. (lásd 6.b. ábra). A termék két fele bepattanó kötéssel csatlakozik, mint ahogy a 6.c. ábrán látható.

A termékfejlesztés utolsó lépése ez egyes elemek keretbe foglalása. Mint korábban is írtuk, célunk egy könnyen felszerelhető termék megalkotása volt, éppen ezért az egyes régiók energiafelvevő elemeit egy az első ülés háttámlájához rugalmasan, pántokon keresztül történő rögzítési módot választottuk, fejlesztettük tovább. Ezen rögzítési mód rendkívül elterjedt a személygépjármű kiegészítők, ülésvédők világában, megbízhatóan egyszerűen rögzíthető.

Az egy fej és két láb energiaelnyelő elemet magába foglaló passzív védelmi rendszer így egy termék formájában került megtervezésre, melyet a 7. ábra mutat be önmagában majd ülésre szerelve.



7. ábra. A termék fejlesztés végeredménye – 3D CAD fotórenderelt ábrákon bemutatva

### 3. Összegzés

A cikk első felében bemutatott problémakört körbejárva kívántunk egy olyan megoldást, terméket fejleszteni, mely széleskörben, a védtelen közlekedési résztvevők nagy számára kínál innovatív védelmet.

Az additív technológiák és az általunk elvégzett termék fejlesztésnek köszönhetően sikerült egy innovatív, hatásos és esztétikus terméket megalkotnunk a személygépjárművek hátsó ülésorainak utasai számára.

#### Köszönetnyilvánítás

A 2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00236 számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2019-1.1.1-PIACI-KFI pályázati program finanszírozásában valósult meg.



### 4. Hivatkozások

- [1] Európai Bizottság (2019). 2018 road safety statistics: what is behind the figures? [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/MEMO\\_19\\_1990](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/el/MEMO_19_1990)
- [2] Prasad, P., Belwafa, J. E., Bois, P., Chou, C. C., Fileta, B. B., Khalil, T. B., ... & Wisman, J. (2004). Vehicle crashworthiness and occupant protection. American Iron and Steel Institute: Southfield, MI, USA.
- [3] Road Safety Facts. Aktív biztonsági rendszerek rövid áttekintése <https://roadsafetyfacts.eu/active-safety-systems-what-are-they-and-how-do-they-work/>
- [4] Road Safety Facts. Passzív biztonsági rendszerek rövid áttekintése <https://roadsafetyfacts.eu/passive-safety-systems-what-are-they-and-how-do-they-work/>;
- [5] Zweikampf. Sípcsontvédő <https://ifdesign.com/en/winner-ranking/project/zweikampf-shin-guards/203262>
- [6] Riddell speedflex. Amerikai foci sisak <https://www.3dnatives.com/en/top-10-3d-printing-sport-131120174/#!>
- [7] Bridgestone. Levegő nélküli kerék koncepció <https://www.bridgestonetire.com/learn/tire-technology/airless-concept-tires/>.
- [8] IIHS. About our tests <https://www.iihs.org/ratings/about-our-tests>
- [9] IIHS. Frontális ütés tesztbábú teszt, hátsó ülésor <https://www.youtube.com/watch?v=y3InF19dzlM>