

# TEHERAUTÓ ALVÁZ SZERKEZETÉNEK VÉGESELEMES VIZSGÁLATA

## FINITE ELEMENT ANALYSIS OF TRUCK CHASSIS STRUCTURE

*Albert Judit \*, Dr. Takács Ágnes \*\**

**ABSTRACT** *The study presents stress analysis of Ural 4320, a ladder-type truck chassis structure, which features C-section structural elements and we designed for an 11-tons load. Changes implemented to reduce the stresses of applied loads showed through finite element analysis that they could provide available alternative for increasing fatigue life. Based on the results, we ranked the chassis alternatives using the Vikor methodology.*

### 1. BEVEZETÉS

A járművek vázszerkezete több komponens integrál, mint például az tengelyek, felfüggesztés, hajtómű, kabin és utánfutó, és általában a kabin súlyának, tartalmának és az útburkolat durvaságából eredő inerciaerőknek van kitéve (például statikus, dinamikus és ciklikus terhelés). Az alváz egy rendszer, amely fogadja és továbbítja a reakcióerőket a jármű működése során különböző útviszonyok mellett. Ezenkívül az alvázat a motor, a hajtáslánc rezgései is befolyásolják. A feszültséganalízis fontos szerepet játszik a kifáradás vizsgálatában és a komponensek élettartamának előrejelzésében, hogy meghatározzák a legnagyobb feszültséget, amelyet általában kritikus pontnak nevezünk, és amely a lehetséges meghibásodás kezdetét jelzi. Ez a kritikus pont az egyik tényező, amely fáradásos meghibásodást okozhat. A feszültség nagysága felhasználható a vázszerkezet élettartamának előrejelzésére. A kritikus feszültségpont helye azért fontos, hogy a motor, a felfüggesztés, a sebességváltó és más összetevők rögzítése és optimalizálása meghatározható legyen. A végeelem analízis az egyik módszer a kritikus pont meghatározására. [1, 2]

Speciális alkalmazások esetén a berendezések beszerelése miatt megnő a jármű terhelése, ami befolyásolja az alváz tartósságát. Ebben a kutatásban egy URAL 4320 jármű terhelési eseteit szimuláljuk és elemezzük, mivel konstrukciós kialakítása lehetővé teszi, a járművet kiegészítve

különböző felépítményekkel, többcélú felhasználásra. [3] Viszont, a többletterhelések hatást gyakorolnak a jármű és rendszereinek stabilitására, tartósságára és minőségére. Az optimalizált alvázszerkezet többletterhelésének kompenzálása megerősítéssel biztosítható (lásd 2. ábra), amelyhez két megerősítési alternatívát mutatunk be. Ezt követően bemutatjuk a kutatás-fejlesztési (K+F) folyamat során a különböző alternatívák közötti rangsorolást és a legmegfelelőbb lehetőség kiválasztásának módját segítő VIKOR módszert.



1. ábra: Ural 4320 alapjármű [5]

### 2. AZ ALVÁZSZERKEZET VÉGESELEMES VIZSGÁLATA

A biztonság és a szilárdság fontos szempont az alvázszerkezet szempontjából. Ezen követelmények teljesítéséhez elengedhetetlen a jármű alvázának statikus elemzése. A javasolt alváz megerősítési alternatívák lehetőséget kínálnak a probléma megoldására és a kitűzött cél elérésére, azaz az alváz terhelhetőségének növelésére. A probléma strukturálása során alternatívák halmaza generálódik a fejlesztési folyamatban azzal a céllal, hogy áthidalja az aktuális és a kívánt állapot közötti szakadékot. Align Kerebih Jembere tanulmányában például [4] ugyancsak különböző keresztmetszeteket vizagáltak meg, teherautó alvázhoz és arra a következtetésre jutottak, hogy a kisebb feszültségindukálás és a kisebb le-

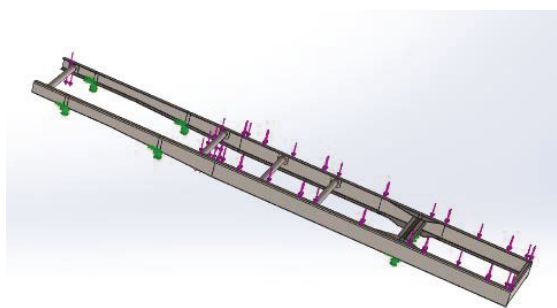
\* PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet

\*\* egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gép- és Terméktervezési Intézet

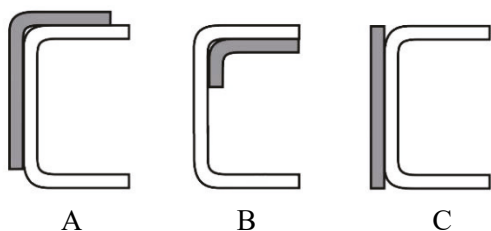
hajlás miatt, az "I" keresztmetszetű szelvényekből álló alváz az egyik legjobb konstrukciónak tekinthető teherautók számára.

A profil megerősítésére tett javaslatok keresztmetszetekre vonatkozó feszültséganalízisére koncentráltunk az új felépítményből származó megnövekedett terhelési paraméterekkel: az eredeti és a módosított keresztmetszetű alváz, új felépítménnyel terhelve lett szimulálva.

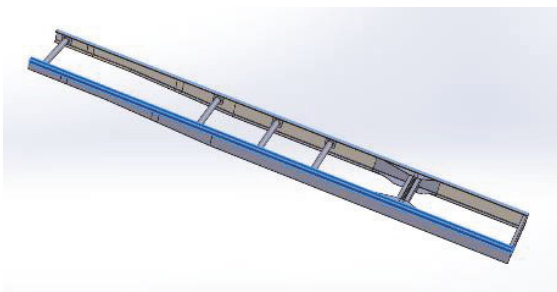
A teherautó vázszerkezetét modelleztük, és szilárdsági analíziseket végeztünk a SolidWorks szoftver végeses elemes megoldójában. (2-6. ábra) Az alváz 200 mm x 55 mm x 5 mm-es "C" szelvényekből készült, hossza 7366 mm, a tengelytáv 4830 mm. Az alváz anyaga szerkezeti acél. (1. táblázat) [6] Az eredeti terhelés 3,5 t volt, a módosított terhelés 11 t.



2. ábra: Az eredeti URAL-4320 alvászserkezet CAD modellje



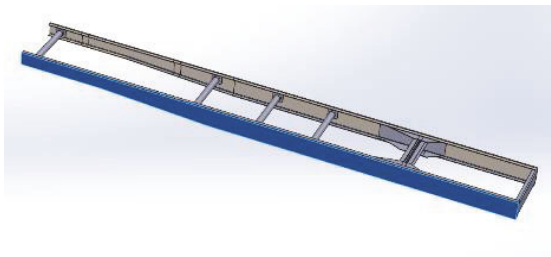
3. ábra: Az alvászserkezet módosított keresztmetszetei [5]



4. ábra: Az alvászserkezet módosított keresztmetszete teljes hosszon: A alternatíva



5. ábra: Az alvászserkezet módosított keresztmetszete részlegesen: B alternatíva



6. ábra: Az alvászserkezet módosított keresztmetszete oldalfalon erősített teljes hosszon: C alternatíva

1. táblázat Az alvázacél anyagtulajdonságai

Rugalmassági modulus	200 GPa
Poisson-tényező	0,266
Sűrűség	7860 kg/m <sup>3</sup>
Folyáshatár	250 MPa

### 3. DÖNTÉSTÁMOGATÁSI MÓDSZEREK A KONSTRUKCIÓS FEJLESZTÉS-BEN

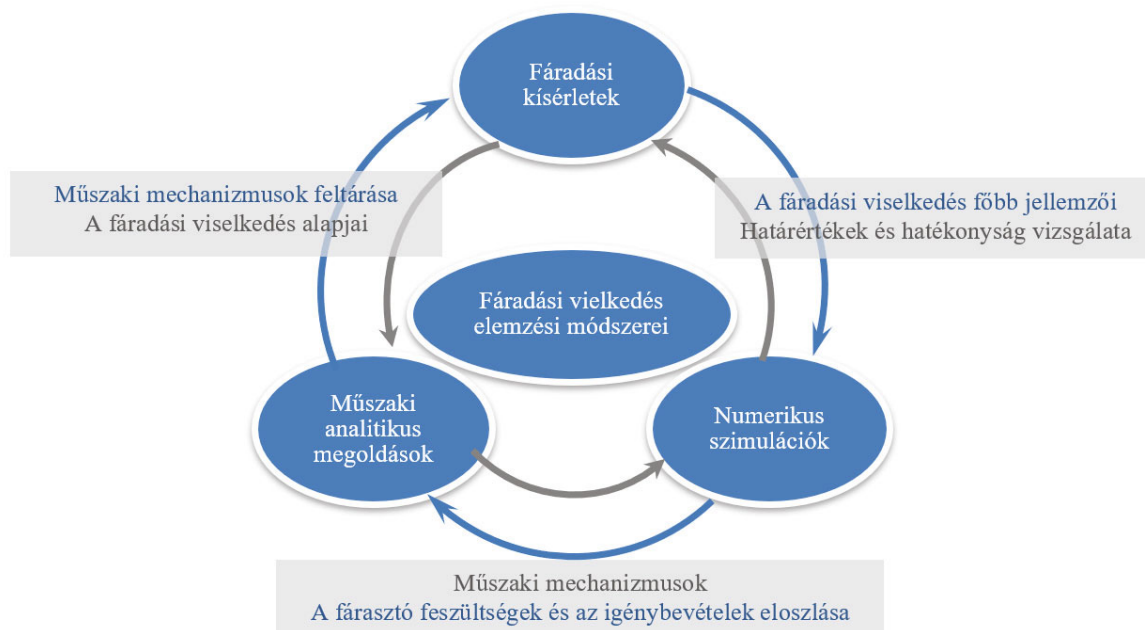
A fejlesztési folyamatok kritikus pontja a döntéshozatal. Az optimális döntés meghozatalához szükséges az elvárások és az elérhető eszközök képességei közötti harmonizáció képessége. Az MCDM (Multi- Criteria Decision Making) módszerek segítségével lehetőségünk nyílik a konstrukciós alternatívák összehasonlítására, figyelembe véve a különböző komplex szempontokat. [7, 8, 9, 10, 11, 12] A fejlesztési folyamat során az eltérő alternatív megoldások rangsorolását és a legmegfelelőbb opció kiválasztásának folyamatát mutatjuk be: 7 kritérium alapján 3 alternatíva van rangsorolva a VIKOR módszer alapján. A példánkban vizsgált döntési helyzetben a döntéshozó véges számú alternatívát értékel korlátozott számú kritérium alapján. Az alternatívák értékelésénél a legalapvetőbb szempont a hatékony konstrukciós tervezés.

Ez magába foglalja a felhasznált anyagok mechanikai tulajdonságainak kihasználásának megfelelő szintjét. Lényeges továbbá az alternatívák megbízhatósága és egyben garantált élettartama.

Mivel a szerkezeten belüli feszültségeloszlást, költséges közvetlenül a fárasztási kísérletekkel meghatározni, illetve a fárasztási kísérletek elvégzése idő- és munkaigényes, ha nagyszámú mintadarabot használunk, azok hatékonysága nem elég nagy. Azonban a végeselemes analízis, mint módszer hatékonyan alkalmazható minden olyan mérnöki területen, ahol fém alkatrészeket rendszeresen fárasztó igénybevételnek vetnek alá, amely során a kritikus területeken alakváltozások halmozódnak fel, így kifáradás jelensége

várható. Éppen ezért, még a tervezés korai fázisában célszerű különféle megoldási alternatívák összehasonlítása (7. ábra).

Az előállított alternatívák modelljeit és a rajtuk végzett végeselemes terhelési szimulációk eredményeit összegyűjtöttük és feldolgoztuk, majd az Excelben alkalmazott VIKOR módszerrel rangsoroltuk az alternatívákat. Az értékelés folyamatának eredményeit a 4. táblázat tartalmazza.



7. ábra. A fáradási viselkedés elemzési módszerei [13]

2. táblázat: Az alternatívákat összehasonlító eljárás során figyelembe vett szempontok és azok prioritásai

Értékelési szempontok	Fontosság
C1 költségigény: Karbantartási és javítási költségek	6
C2 deformáció	7
C3 megbízhatóság	8
C4 maximum feszültség	10
C5 Élettartam	6
C6 Szerkezeti kihasználtság	9
C7 Karbantartás, javítás	5

3. táblázat: A végeselemes analízis eredményei 11 t terhelés esetén

	Feszültségek (MPa)
A alternatíva	93
B alternatíva	123
C alternatíva	137

4.táblázat: Az alternatívák rangsorának meghatározása

Alváz	Szempontok						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A alternatíva	10	102	1	93	20000	1,565	50
B alternatíva	7	106,2	2	123	20000	1,891	100
C alternatíva	8	92,29	4	137	20000	1,526	30
<b>Súlyozás</b>	0,0612	0,1836	0,1632	0,2040	0,1224	0,1836	0,0816

Rangsor:

1. A alternatíva
2. B alternatíva
3. C alternatíva

#### 4. KÖVETKEZTETÉSEK

A cikk bemutatja a többcélú jármű alváz tartóságának elemzésének eredményeit. Az alternatívák vizsgálati szempontjainak meghatározása után, azok preferencia sorrendjét a döntéstámogató VIKOR módszerrel határoztuk meg: az A alternatíva kapta a legjobb rangsorolást, míg a C alternatíva került a rangsor végére. A különböző alternatívákon végzett szimulációk eredményei, valamint az alternatívák kiválasztását támogató, értékelési szempontrendszer alapján rangsort felállító VIKOR módszer alkalmazásával megállapítható, hogy az hatékonyan segíti a járművezek fejlesztési folyamatait.

#### 5. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Hemant B.Patil, Sharad D.Kachave: Stress Analysis of Automotive Chassis with Various Thicknesses, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, e-ISSN: 2278-1684 Vol 6, No 1 2013, pp. 44-49.
- [2] Rahman, R.A., Tamin, M.N. and Kurdi, O. (2008) Stress Analysis of Heavy Duty Truck Chassis as a Preliminary Data for Its Fatigue Life Prediction using FEM. Jurnal Mekanikal, No. 26, 76-85.
- [3] Nguyen Thanh, Tung & Vãn Vạn, Luong & Quang, Nguyen. (2021). A survey on the effects of bumpy road on the vibration of multi-purpose forest fire fighting vehicle. Engineering Solid Mechanics. 9, pp. 1-8. <https://doi.org/10.5267/j.esm.2021.3.001>
- [4] Kerebih Jembere A, Paramasivam V, Tilahun S, Selvaraj SK. Stress analysis of different cross-section for passenger truck chassis with a material of ASTM A148 Gr 80-50. Mater Today Proc, vol. 46, Elsevier Ltd; 2021, p. 7304–7316. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.98>
- [5] Western Australian Department of Education and Training: Modify or Repair Chassis/Frame and Associated Components, pp. 38. ISBN 978-0-7307-9922-1
- [6] <https://uralaz.ru/en/models/ural-next/ural-next-chassis/?modif=10476next-chassis/?modif=10476> (2024.03.02.)
- [7] Opricovic, S.: Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems. PhD Thesis, Faculty of Civil Engineering, Belgrade, 1998.
- [8] Ali J.: Multi-criteria Decision Analysis for Supporting the Selection of Engineering Materials in Product Design, Butterworth-Heinemann, 2013.
- [9] J. Albert, Á. Takács: The VIKOR Algorithm in Material Decision Support, DESIGN OF MACHINES AND STRUCTURES 12: 2022, pp. 5-13
- [10] J. Albert, Á. Takács: Application aspects of the VIKOR algorithm in material selection decisions, GÉP 71, 7-8, 2020, pp. 65-68.
- [11] Tešić, Duško & Božanić, Darko & Puška, Adis & Milić, Aleksandar & Marinkovic, Dragan. (2023). Development of the MCDM fuzzy LMAW-grey MARCOS model for selection of a dump truck. 4. 1-17. 10.31181/rme20008012023t.
- [12] Albert Judit, Takács Ágnes: Termoelektromos Peltier-modulok optimalizálási módszertana szerkezeti tervezéshez és anyagválasztáshoz In: Vadászné, Bognár Gabriella; Piller, Imre (szerk.) Doktoranduszok Fóruma 2022 Miskolc-Egyetemváros, Magyarország: Miskolci Egyetem (2023) pp. 15-25. , 11 p.
- [13] Huang, L. Wang, Y. Fan: Metallic metamaterials: A critical review of fatigue behaviors, Journal of Science: Advanced Materials and Devices, Vol. 8, No. 3, September 2023, doi: 10.1016/j.jsamd.2023.100585