

KÖZÚTI JÁRMŰSZERELVÉNY KÖRNYEZETÉNEK ÁRAMLÁSTANI TÉRKÉPE

AERODYNAMIC MAP OF A ROAD COMBINATION VEHICLE

Molnár Dániel¹, Dezső Gergely²

Nyíregyházi Egyetem Műszaki és Agrártudományi Intézet Műszaki Alapozó, Fizika és Gépgyártástechnológia Intézeti Tanszék Cím: 4400, Magyarország, Nyíregyháza, Sóstói út, 31/b; Telefon / Fax: +3620599400/2442,

¹mddani573@gmail.com

²dezso.gergely@nye.hu

Abstract

Nowadays the vehicles are more economical, and perform the environmental regulations. To this end the developers do everything, great emphasis on the energy-recovery systems. In this research we will build up an aerodynamic model, where we analyze the combination vehicle velocity and pressure distribution with finite element method. Results allow to find local extremals of velocity absolute value and pressure so preparing the development of an energy recovery system.

Keywords: combination vehicle, energy-recovery, finite element method, velocity distribution, pressure field.

Összefoglalás

Napjainkban a gépjárművek egyre takarékosabbak, valamint a szigorodó környezeti előírásokat is teljesítik. A takarékoságon túl az energia-visszanyerő rendszerek segítségével lehet növelni az energiahatékonyságot. Jelen kutatásban energia újrahasznosítás céljából egy áramlástani modellt építettünk fel, amely segítségével egy nyerges vontató körüli sebesség és nyomás eloszlását vizsgáljuk meg végelem módszerrel. Az eredmények kiértékelésével sikerült feltérképezni a sebesség nagyságát és a nyomás szélső értékeit, amelyek előkészítik egy energiavisszanyerő rendszer megtervezését.

Kulcsszavak: járműszerelvény, energia-visszanyerés, végelem módszer, sebesség eloszlás, nyomás mező.

1. Bevezetés

Napjainkban kiemelkedően kutatott terület az energiahatékonyság. A fosszilis energiakészletek végesek, a meglévő energiaforrásokat gazdaságosan kell felhasználni. Ez a járműiparra is igaz. Egyre jobban terjednek a hibrid, és a tisztán elektromos hajtású járművek. A hatótávolságuk növelésének érdekében,

illetve a belsőégésű motoros járművek fogyasztás csökkentésének céljából különféle energia-visszanyerő rendszerek terjedtek el. Ezen rendszerek fejlesztését az egyre szigorodó környezetvédelmi előírások is szükségessé tették. Minél kevesebb üzemanyagot éget el egy jármű, annál kevesebb károsanyag jut a környezetbe.

Az energia gazdaságos felhasználására már 1983-ban is gondoltak. A Volkswagen Polo Formel E típusú személyautó már rendelkezett start-stop rendszerrel. Itt igazából nem energia-visszanyerés valósul meg, csupán a gazdaságos felhasználás, ezáltal a környezet védelme is. A vezérlőegység automatikusan leállította a motort két másodperc várakozás után, illetve a sebességváltókar balra történő elmozdulásakor újraindította. Ezzel a megoldással jelentős mennyiségű üzemanyag takarítható meg [5].

Az energia-visszanyerő rendszerek lényege, hogy a jármű hajtásához felhasznált energiát minél jobban ki tudjuk használni. A legegyszerűbb példa erre a fékenergia-visszanyerés. Ha a járművet le szeretnénk lassítani, akkor a mozgási energiát hasznosítjuk újra, ahelyett hogy hő formájában melegítenénk a környezetet. Erre több megoldás is kialakult, például a KERS (Kinetic Energy Recovery System) rendszer, ahol egy lendkereket forgatunk meg, majd onnan történik a visszatáplálás [4]. Egy másik megoldás, amikor egy villamos gép generátoros üzemmódba kapcsolva villamos energiát állít elő, majd ezt akkumulátorokban tárolja, ami felhasználható például a jármű elektronikai berendezéseihez [2].

Hatásfokjavítás a veszteségek kihasználásával is elérhető. A turbocompound rendszer erre kínál lehetőséget. PAPP [3] mérései alapján a dízelből előállított energia csupán 40 százaléka hasznosítható a jármű hajtására. 28 százaléknyi energia a kipufogó rendszeren keresztül a környezetbe kerül, 25 százalék hőenergiaként távozik a rendszerből, a maradék 7 százalék súrlódási veszteség. A turbocompound rendszer a kipufogón keresztül távozó energiát hasznosítja, ezáltal az összhatétfokot javítja. A szerző számításai alapján évi 160 000 km futásteljesítmény esetén a fogyasztástól függően, 35-40 literes

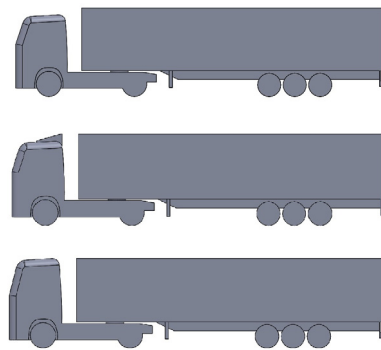
fogyasztás mellett évente akár 1000 literrel kevesebb üzemanyagot kell felhasználni a turbocompound rendszert alkalmazva.

Célunk egy energia-visszanyerő rendszer fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata végeelem módszer segítségével. Ennek érdekében szimulációval vizsgáltuk meg egy igen nagy számban előforduló közúti jármű környezetében kialakuló sebesség és nyomáseloszlást.

2. Szimuláció

2.1. Módszerek, eszközök, a modell

A végeelem szimulációk elvégzéséhez az Ansys 16.2 szoftvert használtunk [1]. Először három egyszerűsített modellt készítettünk, amelyeket az **1. ábra** szemlélteti. Az eltérés a vontatók között van, egy alacsonyfülkés felső légterelő nélküli modellt, egy ugyanilyen légterelővel felszerelt változat, illetve egy magasfülkés vontató.

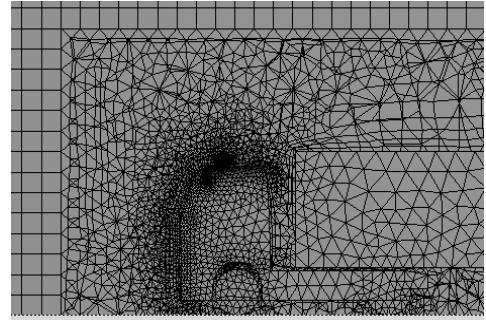


1. ábra. Testmodellek

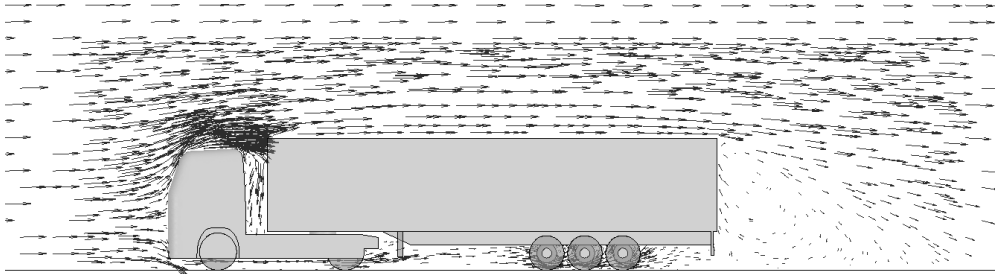
A szimuláció során a jármű környezetének elegendően nagy részét szükséges modelleznünk ahhoz, hogy értékelhető eredményeket kapjunk. Ez a környezet esetünkben egy téglatest, amely magában foglalja a szerelvényt úgy, hogy annál lényegesen nagyobb. A téglatest oldalaira peremfeltételeket adtunk meg. A jármű elejével szemközti oldalon egyenletes eloszlású levegőáramlást, a többi oldalon

pedig mindkét irányú áramlást lehetővé tevő feltételt. A jármű alatt, a kerekeknél szilárd falat definiáltunk. A feladat értelmezési tartománya a levegőt tartalmazó téglatest, amelyből hiányzik a kamion. A járműszerelvény alakját határoló felület szintén falként működik. Az így kialakított tartományon végeselem felosztást készítettünk. A téglatest külső szélein hatlapú téglaelemeket (hexahedron) használtunk, a járműszerelvény környékén tetraédereket. A **2. ábrán** látható, hogy a jármű szélein a tetraéderek mérete kisebb, valamint a jármű határoló felületén lapos prizma elemeket alkalmaztunk a turbulencia hatékonyabb modellezése érdekében. Peremfeltételként megadtuk a bejövő

áramlási sebességet, ami 80 km/h sebességű ideális gáz, a kimenő áramlási irányt, és a környezeti nyomás értékét.



2. ábra. Végeselem felosztás



3. ábra. Áramlási viszonyok a járműszerelvény körül

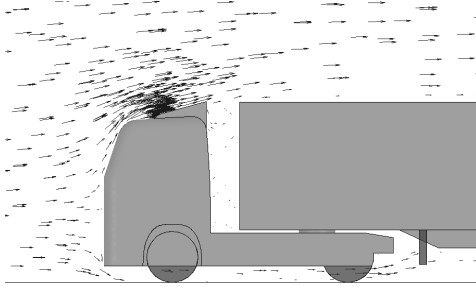
2.2. Eredmények

Először egy átfogó szimulációt végeztünk el a legegyszerűbb, vagyis az alacsony fülkés légtérelő nélküli modellre. Megvizsgáltuk, hogy a járműszerelvény körül milyen áramlások jönnek létre, hol vannak olyan örvénylések, ahol energiát lehetne visszanyerni. A sebesség vektormező a **3. ábra** szemlélteti. A vontató tetején található a legnagyobb sebességű tartomány, a pótkocsi mögött erősen örvényes sebességmező található. Elgondolásunk, hogy egy megfelelő helyre rakott turbina járókerekeit a szél meg fogja forgatni, és ezzel egy generátort hajtva villamos energiát tudunk visszanyerni a

mozgás során. Ehhez megfelelő áramlás szükséges olyan helyen, ahol a jármű keresztmetszetét nem növeljük meg. A járműszerelvény mögötti hely nem alkalmas, hiszen az ajtók kinyitását, a rakodást akadályozná, illetve egy esetlegesen bekövetkező ráfutásos baleset során igen veszélyes lehet.

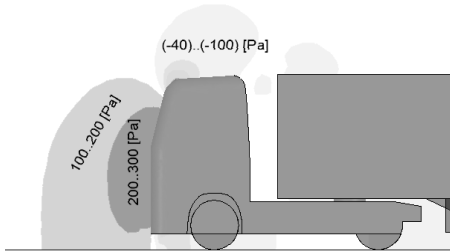
2.3. Különleges tartományok

A vontató és a pótkocsi között kialakuló áramlás érdekes lehet, azonban a különböző felépítményű kamionok miatt ez nagyon változatos. A gyártók a saját elgondolásaik szerint alakítják ki a tetőn lévő terelőelemeket.



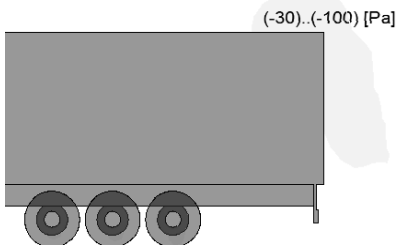
4. ábra. Terelőlemez körüli áramlások

Arra törekednek, hogy a pótkocsi homloklapfelületét ne érje a menetszél, hiszen az nagyban lerontaná a járműszerelvény légellenállási együtthatóját. A 4. ábrán látható, hogy a légterelő jelentősen megváltoztatja az áramlásokat. A vontató és a pótkocsi között gyenge az áramlás.



5. ábra. Relatív nyomáseloszlás a jármű elején

A nyomásviszonyokat az 5. és 6. ábra szemlélteti. Az ábrákon a 10^5 Pa értéktől való eltérést, az ún. relatív nyomást tüntették fel. Megfigyelhető, hogy a járműszerelvény előtt a nyomás megnövekszik, mögötte viszont csökken.



6. ábra. Relatív nyomáseloszlás a jármű végén

Továbbá azt is tapasztaltuk, hogy a nyomás és a sebesség is jelentősen függ a vizsgálati sík magasságától, akár a jármű előtt, akár mögötte, vagy éppen az oldala mentén nézzük az eloszlásokat.

3. Következtetések

Tehát a modell felépítése után elvégeztük a szükséges beállításokat, szimulációkat, majd az eredmények részletes kiértékelése következett. A vizsgálatok azt jelzik, hogy várhatóan a járműszerelvény előtt alakul ki a nyomás maximuma és a minimuma is. A legmagasabb érték közepén, a legalacsonyabb pedig a fülke felső élénél, valamint az A oszlop mentén várható. A szélső sebesség eloszlás is igen változó. A kamion alatt, mögött, a fülke és a pótkocsi között a legkisebb. Ezeket a sebesség- és nyomáskülönbségeket szeretnénk kihasználni energia-visszanyerés céljából.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] *** ANSYS 16.2 Documentation: CFX Documentation, 2016.
- [2] Kőfalusi P., Antal Á., Varga F., Kádár L., Fodor D.: *Járműfedélzeti elektronika*. BME-MOGI, Budapest, 2014.
- [3] Papp: *Fékezés mágnessel, fogyasztás-csökkentés kipufogógázzal*. Camion Truck & Bus, Budapest, 2008, 72-73.
- [4] SZARKA J.: *Az Enstor Technologies bemutatta a lendítőkerekes E-KERS-t*. Autótechnika, Győr, 2011, 10.
- [5] <https://ranwhenparked.net/2014/05/05/a-quick-drive-in-a-1983-volkswagen-polo-formel-e-mk2/>