

# Járművek menetdinamikai szimulációs lehetőségei AVL Cruise M környezetben

## Longitudinal Dynamic Simulation Possibilities of Vehicles Using AVL Cruise M

D. NEMES, T. PÁLFI, S. HAJDU

Debreceni Egyetem Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék

*Absztrakt. A járműdinamikai szimulációk készítésekor a legtöbb esetben szükségünk van egy szoftverre, amellyel meggyorsíthatjuk a modell készítését és szimulációját. Erre a célra számos program van a piacon, azonban ezek eltérő tudással és felhasználói felülettel rendelkeznek. Cikkünkben röviden bemutatjuk a piac egyik vezető járműszimulációs szoftverének használatát, az AVL Cruise M-et.*

*Kulcsszavak: járműdinamika, dinamikai szimuláció, AVL Cruise M*

*Abstract. For creating vehicle dynamic simulations, in most cases, an appropriate software is required to help the dynamic model design. For this purpose several kinds of software are available in the market with different properties and user interfaces. In this article a leading simulation software of the market, AVL Cruise M, is shortly presented.*

*Keywords: vehicle dynamics, dynamic simulation, AVL Cruise M*

## Bevezetés

A járműiparban több évtizede fontos szerepet kapnak a szimulációs szoftverek, napjainkra a szimuláció a fejlesztéseknek az egyik nélkülözhetetlen eszközévé vált, szinte nincs is olyan fejlesztési terület, ahol ne alkalmaznánk valamilyen szimulációs szoftvert. Segítségükkel jelentősen lecsökkenthető a fejlesztésre fordított idő és költség. Cikkünkben az AVL Cruise M szoftver szimulációs lehetőségeit és használatát mutatjuk be, mely a világ egyik legnagyobb hajtáslánc-rendszereket fejlesztő vállalatnak a terméke.

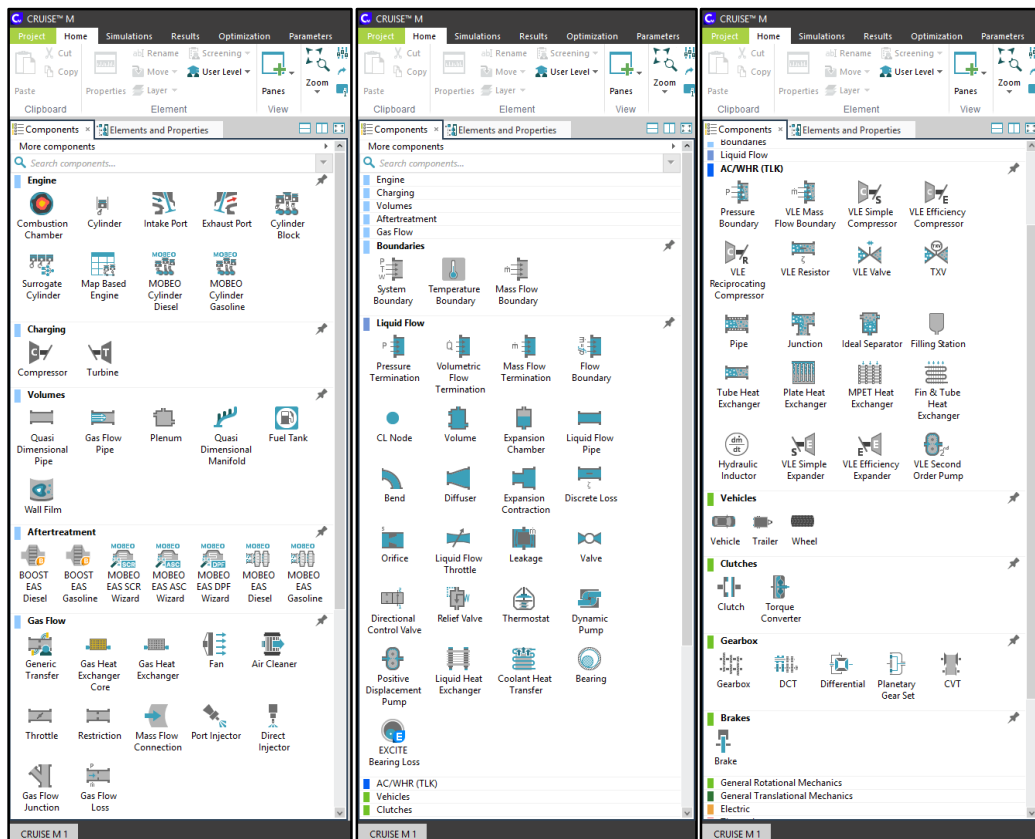
A magyar egyetemek kutatásainak [1] [2] fókuszában a különböző hibrid hajtásláncok összehasonlítása állt. Az [1] cikkben a különböző hajtások tüzelőanyag-fogyasztását és károsanyag-kibocsátását vizsgálták különböző menetciklusok alapján. A [2] tanulmány pedig kiegészítve az előzőt a felhasználási igények szerint történő hajtáslánc kiválasztásával foglalkozik.

Egy romániai egyetem kutatói [3] egy kereskedelmi forgalomban kapható, belsőégésű motorral meghajtott autó elektromos hajtásúvá való alakítását végezték el, majd megvizsgálták az új hajtáslánc tulajdonságait AVL környezetben.

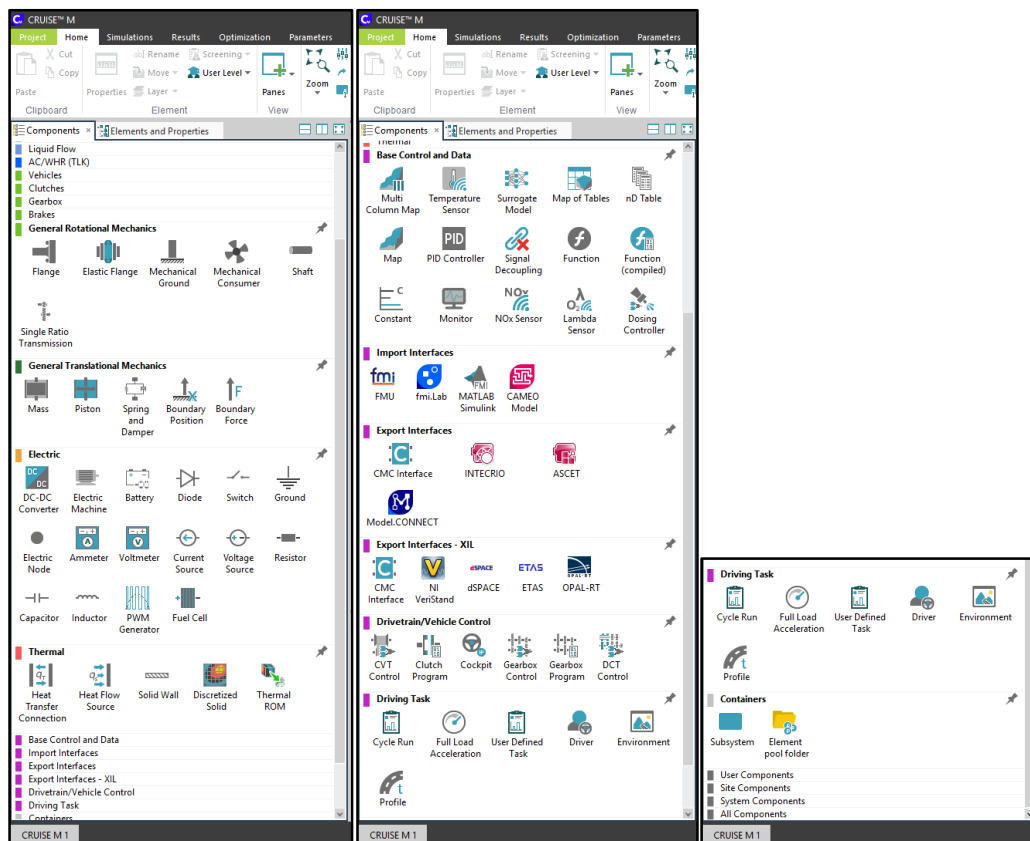
Jól használható a program a sebességváltó fokozatok áttételeinek kiválasztására [4] illetve adaptív sebességváltók fokozatválasztási stratégiáinak optimalizálására [5]. Több tanulmány középpontjában a különböző menetciklusok alapján történő hajtáslánc elemzés áll, ill. a menetciklusok összehasonlítása [6].

## A program felépítése

A program megismeréséhez elengedhetetlen a felhasználói felületének a megismerése. A program teljesen moduláris felépítésű. Ez azt jelenti, hogy különösebb programozási ismeretek nélkül az építőelemek sorba rendezésével és összekötésével elkészíthetjük a modellt. Mivel ez egy speciális célszoftver, így a benne található elemek is összetettebb feladatokat foglalnak magukba. Míg például a MATLAB Simulink eszköztára az alap fizikai folyamatokat absztrahálva testesíti meg, addig az AVL Cruise M jellemzően specifikus gépjármű elemeket tartalmaz. Ezek az elemek az egyszerűség kedvéért külön főcsoportokra vannak bontva. Az anyag-, energia-, és jeláramlás zavartalansága érdekében a program csak a megfelelő építőelemeket engedi összekötni, így számos elvi hibát küszöböl ki. Az említett elemek az 1-2. ábrán láthatóak.



1. ábra. Az AVL Cruise M program eszköztára 1



2. ábra. Az AVL Cruise M program eszköztára 2

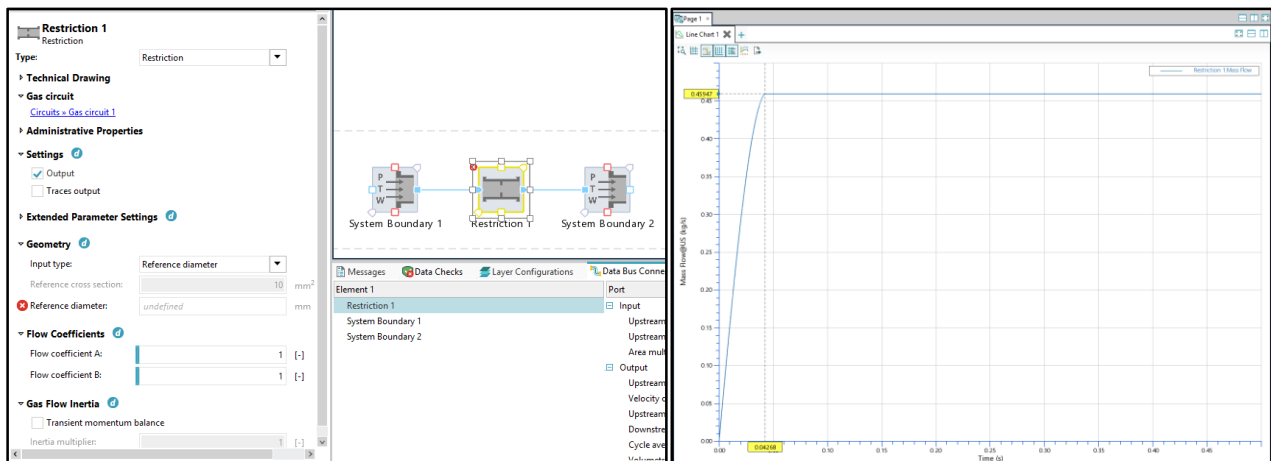
## Modell készítése

A modell szerkezetét a már említett elemek megfelelő összekötése alkotja. Ha egy gépjárművet akarunk összeállítani, akkor a kerekek, fékek, motor és a karosszéria, stb. mellett fontos megadnunk a vezetési ciklust, és a pálya adatait, illetve a környezetet. A környezettel definiáljuk a levegő hőmérsékletét, nyomását és összetételét. A pálya 3D-s megadását változó sűrűlési viszonyokkal megadhatjuk például a CarSim programmal. Ezzel lehetőségünk nyúlik menetstabilizátorok tesztelésére csúszós útviszonyok kötött. Az AVL Cruise M számos egyéb programmal is képes együttműködni. Ezekkel a kiegészítésekkel még több szimulációs lehetőségünk adódik.

## Példa modell

A program működésének áttekintésére nézzünk egy egyszerű fojtás szimulációját. Ehhez kell egy áramlási ellenállással rendelkező elem, illetve az elem két csatlakozási pontja között nullánál nagyobb nyomáskülönbség. A szimuláció indításakor a levegő megindul a nagyobb nyomású oldal felől az alacsonyabb nyomású oldal felé. Ennek az egyszerűbb szimulációnak is több beállítási paramétere van. Az egyik ilyen a szimuláció időtartama, amit megadhatunk egy adott fix értékre, vagy végtelenre is állíthatjuk. Utóbbi esetben csak a leállítási paranccsal áll le a szimuláció. A tömegáram fokozatos

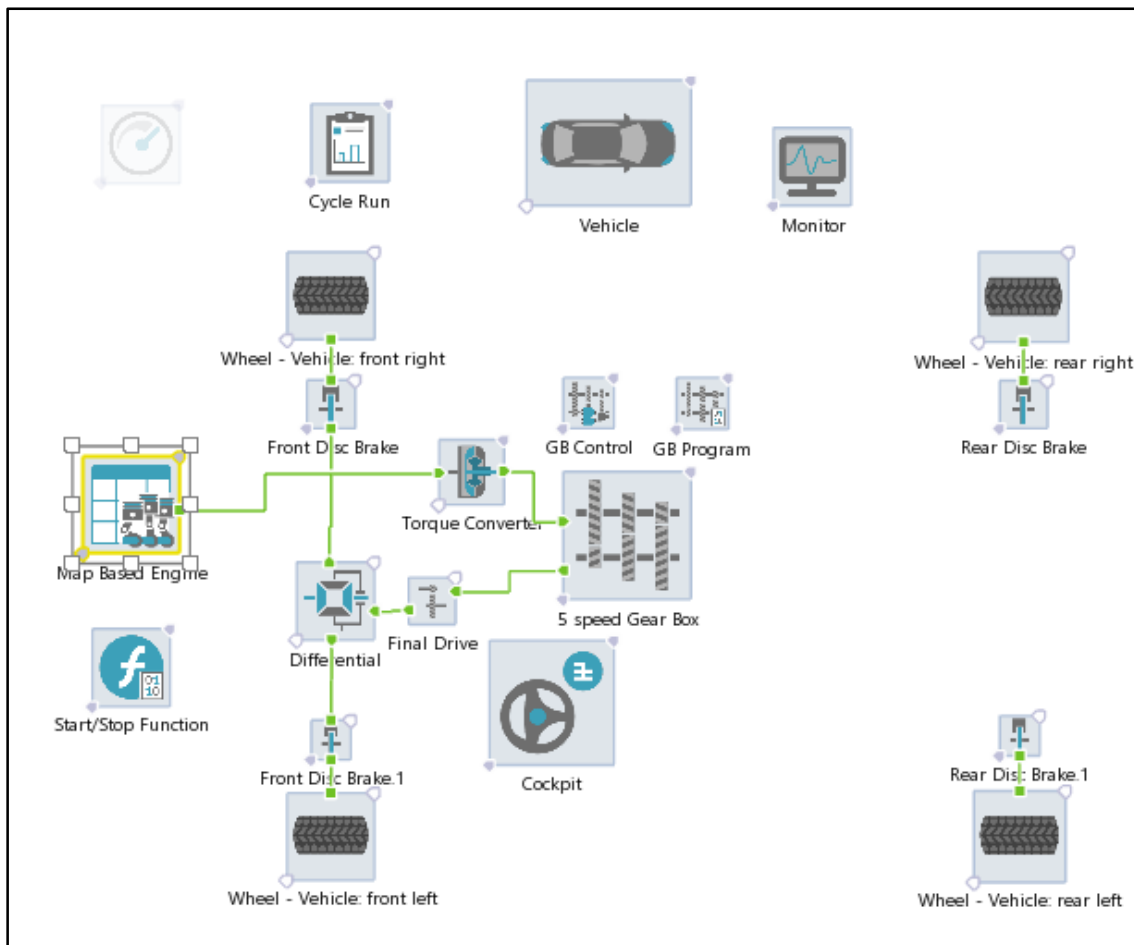
felépülését közelíthetjük, vagy akár teljesen elhanyagolhatjuk. Itt fontos megjegyezni, hogy az inercia szorzót úgy kell beállítani, hogy a mért adatokat legjobban közelítse. Ezzel a paraméterrel az idő - tömegáram diagram kezdő meredekségét tudjuk beállítani. A jellemző keresztmetszetet kalibrációs változónak kell tekinteni, nem valós geometriai méretnek. Ez azért van, mert az elem áramlási viszonyait az ellenállási tényező is befolyásolja. A program lehetőséget ad két különböző ellenállás értéket megadni a két áramlási irányban. Fontos azt megjegyezni, hogy ha nem szimuláljuk a tranziens folyamatokat, akkor a tömegáram mindig a második számítási lépésben fog állandósulni, és addig lineárisan nő. A modell felépítését és a szimuláció eredményét a 3. ábra mutatja.



3. ábra. Egyszerű fojtás felépítése és a fojtás idő - tömegáram diagramja

A program automatikusan jelzi, ha egy elemnek hiányzik valamilyen paramétere. Jelen esetben meg kell adnunk a fojtás referencia átmérőjét vagy keresztmetszetét. Az *Elements and Properties* fülnél látható az összes elem. Ha kijelöljük az egyiket, akkor a tulajdonságai beállíthatjuk. Ezt az elemre duplán klikkelve is elérhetjük. A *Settings* fül beállításánál tudjuk többek közt a szimuláció idejét és a lépésközét beállítani. Ha elvégeztük a beállításokat, akkor átlépünk a *Simulations* menüszagra, és *Run* gombra klikkelve elkészül a számítás. Biztonsági okokból a program kéri, hogy mentjük el a projektet a szimuláció előtt. A *Results* menüszalagnál számos eszköz áll rendelkezésünkre a szimuláció kiértékeléséhez. Ezekkel a megfontolásokkal élve egy komplett járművet is felépíthetünk. A cikk terjedelme nem engedi meg, hogy a paraméterek kalibrálásának módját részletesen bemutassuk, így nézzünk egy beépített járműmodell felépítését, amely az 5. árában látható.

Amint az látható ebben a belsőégésű motorral felszerelt járműmodellben a motor, sebességváltó, kerekek, fékek, stb. hajtáslánc elemeken kívül található egy menetciklus beállítására szolgáló objektum és egy teljes terhelési állapotot létrehozó elem. Utóbbi halványan látszik. Ez azt jelenti, hogy inaktív van, vagyis a szimuláció az előre beállított menetciklussal futna le. A motor jelen esetben egy előre beépített motormodell, melyhez nekünk csak a motor jelleggörbéit kell megadnunk.



4. ábra. Példa jármű felépítése

## Konklúzió

A fenti modell remekül tükrözi a CruiseM 0 dimenziós szimulációs rendszerét, ahol az összetett folyamatokat nem számításokkal, vagy 3D-ben modellezi, hanem a jelleggörbékből nyeri az adatokat, majd ezeket a jelleggörbéket hasonlítja össze. Adott járműtömeg, sebesség és gázpedál állás mellett a motor jelleggörbéiből leolvasható a motor teljesítménye. Ebből meghatározható a hajtásláncot gyorsító nyomaték. A hajtáslánc tehetetlenségi értékeiből és az abroncs tapadási karakterisztikájából pedig a gépjárművet gyorsító erő. Ebből az következik, hogy egy hiteles járműmodell készítéséhez nagyon sok mért adatra és kalibrációra van szükség. A megfelelő mérések és kalibrációk után jól modellezhetjük a különböző konfigurációkat.

## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium által meghirdetett Tématerületi Kiválósági Program ED\_18-1-2019-0028 számon támogatta, a Debreceni Egyetem (Járműipar) tématerületi programja keretében.

## Hivatkozások

- [1] Bári Gergyely - Varga Dávid - Kocsis Bence - Trencsényi Balázs - Dr. Ailer Piroska, "*Hibrid-elektromos hajtáslánc koncepciók összevetése objektív szempontok alapján,*" *Jövő járműve*, pp. 46–52, 2014.
- [2] Varga Dávid - Kocsis Bence - Trencsényi Balázs - Dr. Ailer Piroska, "*Hibrid–elektromos hajtáslánc koncepciók szubjektív tulajdonságai,*" *Jövő járműve*, pp. 82–87, 2014.
- [3] C. C. Cioroianu, D. G. Marinescu, A. Iorga, and A. R. Sibiceanu, "*Simulation of an electric vehicle model on the new WLTC test cycle using AVL CRUISE software,*" *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 252, no. 1, p. 012060, Oct. 2017, doi: 10.1088/1757-899X/252/1/012060.
- [4] J. Ma, "*Parameter optimal design and Simulation of Power System of Electric Vehicle Based on AVL-CRUISE,*" *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1187, no. 3, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1187/3/032029.
- [5] E. Kural and B. A. Güvenç, "*Integrated Adaptive Cruise Control for parallel hybrid vehicle energy management,*" *IFAC-PapersOnLine*, vol. 28, no. 15, pp. 313–319, 2015, doi: 10.1016/j.ifacol.2015.10.045.
- [6] A. Dimaratos, D. Tsokolis, G. Fontaras, S. Tsiakmakis, B. Ciuffo, and Z. Samaras, "*Comparative Evaluation of the Effect of Various Technologies on Light-duty Vehicle CO2 Emissions over NEDC and WLTP,*" *Transp. Res. Procedia*, vol. 14, pp. 3169–3178, 2016, doi: 10.1016/j.trpro.2016.05.257.