

# Menetciklus optimalizálási módszerek vizsgálata kísérleti energiahatékony jármű számára

Pusztai Zoltán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Széchenyi István University, Vehicle Industry Research Center, Egyetem tér. 1, 9026, Győr, Hungary



# TARTALOM

- KUTATÁS CÉLJA
- JÁRMŰMODELL FELÉPÍTÉSE
- OPTIMALIZÁCIÓS KÖRNYEZET BEMUTATÁSA
- PROBLÉMA ÉS CÉLFÜGGVÉNY FELÍRÁSA
- OPTIMALIZÁLÁS LÉPÉSEI
- MENETCIKLUS OPTIMALIZÁLÁS EREDMÉNYEI

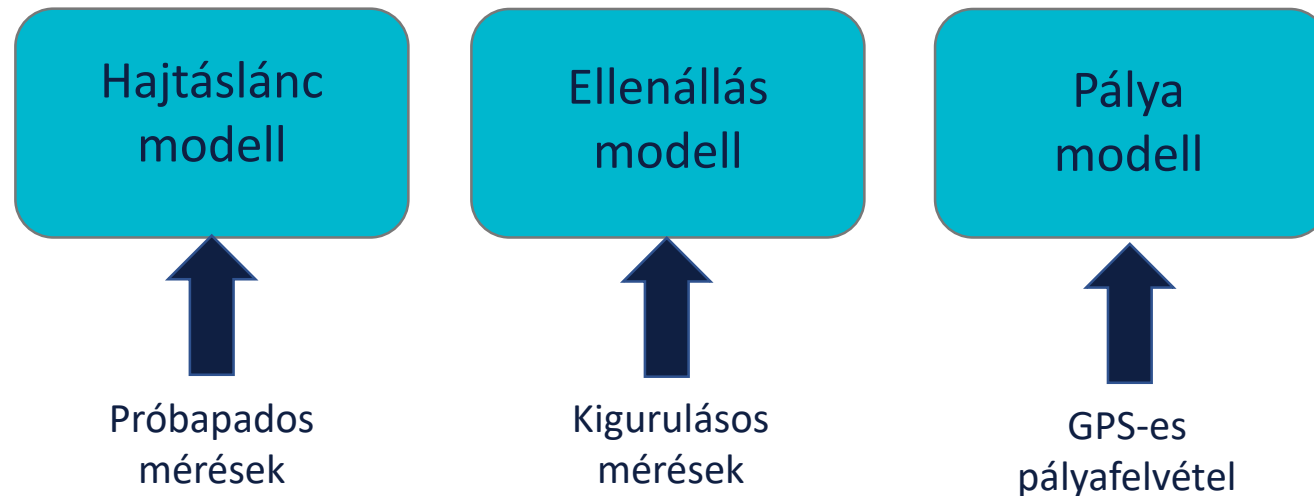
## KUTATÁS CÉLJA

- **Shell Eco-marathon** –energiahatékonysági világverseny
- A legkevesebb energia felhasználása a versenytáv során
- **SZEmission** - Battery Electric Urban Concept jármű- 2019
  - Egyedi önhordó karbon karosszéria
  - Alacsony járműtömeg (93 kg)
  - 750W névleges hajtásteljesítmény
  - 48V rendszerfeszültség
  - Alacsony gördülési ellenállású gumiabroncsok – 5 bar nyomással



## JÁRMŰMODELL FELÉPÍTÉSE

- Az egyedi járműparaméterek miatt az általános járműmodellezési képletek csak részben használhatók
- Grey-box típusú modellezés, szisztematikus mérés alapján történő járműidentifikáció



- Hosszirányú dinamika:

$$ma(t) = F_{trac}(t) - F_{res}(t)$$

- Vonóerő:

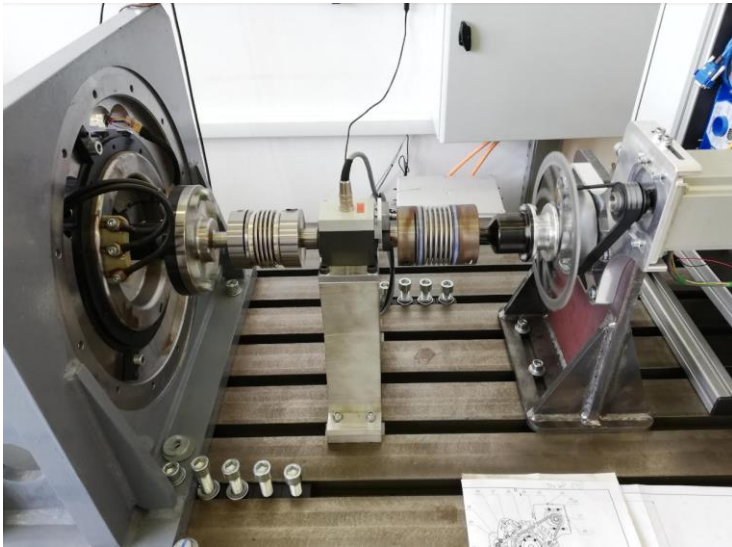
$$F_{trac} = \frac{T_{drive} i_{gear} \eta_{drive}}{R_{wheel}}$$

- Összesített ellenállási erő:

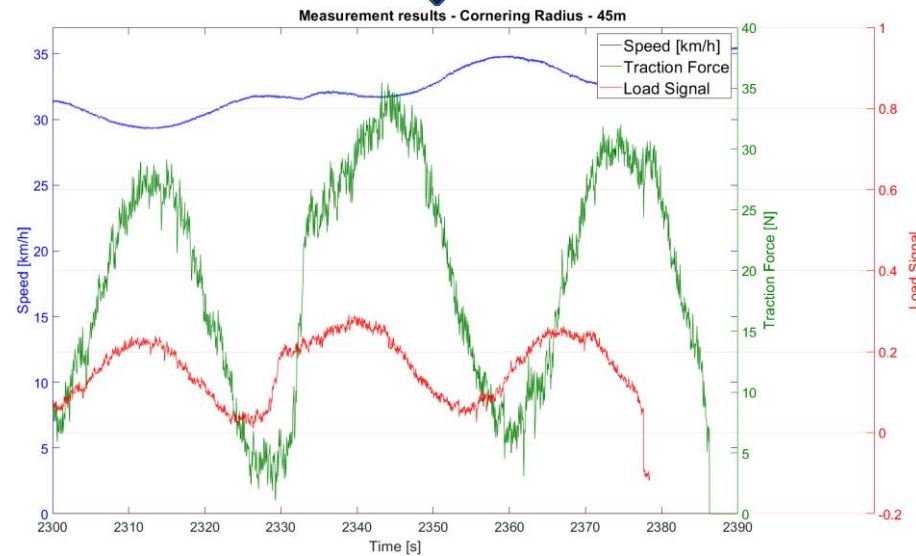
$$F_{res} = F_{air} + F_{rolling} + F_{grade} + F_{inertia}$$

## A JÁRMŰMODELL FELÉPÍTÉSE

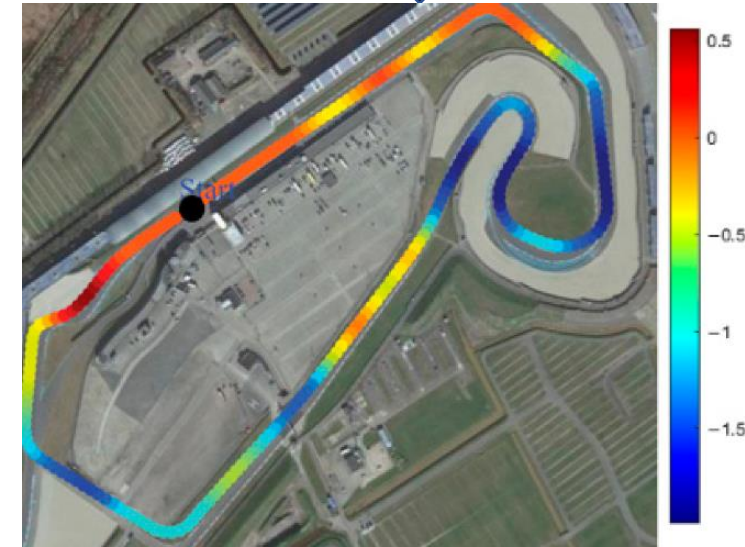
Hajtáslánc  
modell



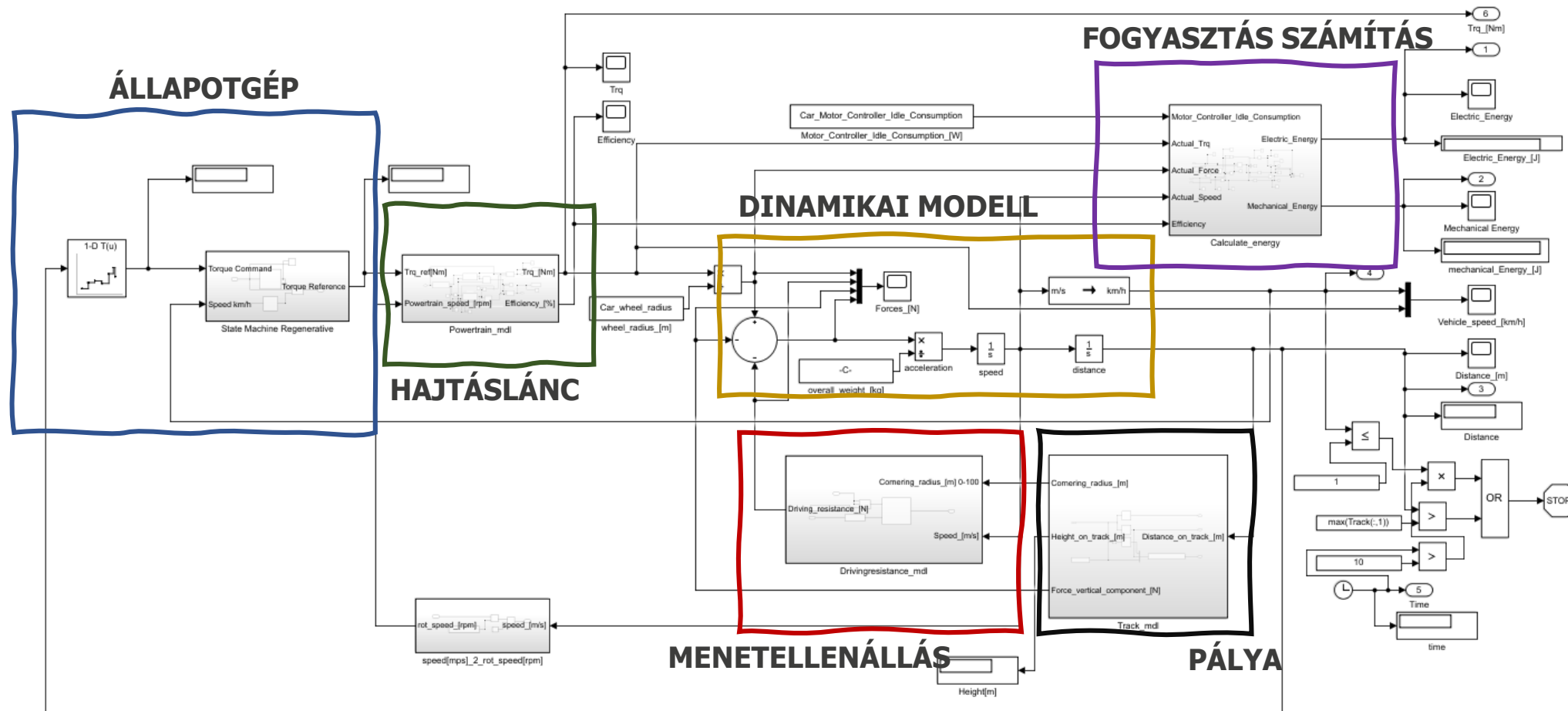
Ellenállás  
modell



Pálya  
modell

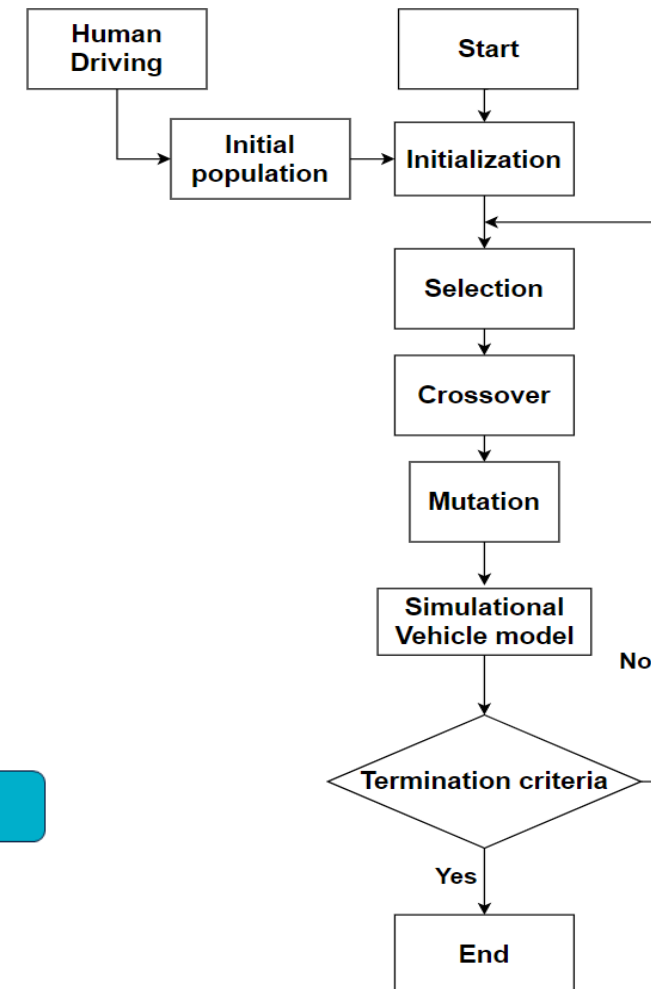
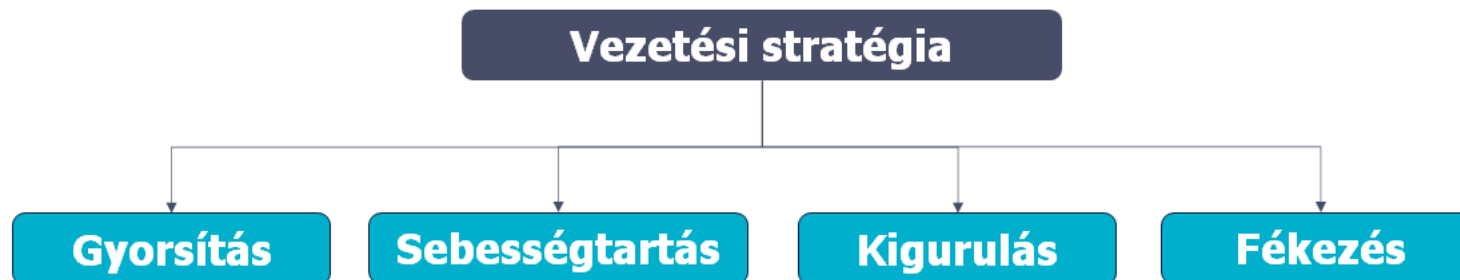


# A JÁRMŰMODELL FELÉPÍTÉSE



# OPTIMALIZÁCIÓS KÖRNYEZET BEMUTATÁSA

- MATLAB & Simulink környezet
- Genetikus algoritmus
- Járműmodell alapú célfüggvény definiálás
- Hybrid kezdeti populációk alkalmazása



## PROBLÉMA ÉS CÉLFÜGGVÉNY FELÍRÁSA

- Ciklusenergia minimalizálása
- Nyomatékreferencia meghatározása a távolság függvényében
- Diszkrét nyomaték-távolság pontok meghatározása az optimalizálási vektorban
- Nyomaték korlátozások (alsó és felső határ, értékkészlet, függvény paraméterek meghatározása)

$$\text{Minimize: } E = \int_0^T F_{\text{trac}}(t) v(t) \eta_{\text{drive}}(t) dt$$

$$M = (M_0, M_1, \dots, M_{n-1})$$

$$M_i \in Z^+ (i = 0, 1 \dots n - 1)$$

$$0 \leq M_i \leq M_{\text{max}}$$

$$s_i = i \cdot 10 \quad (i = 0, 1 \dots n - 1)$$

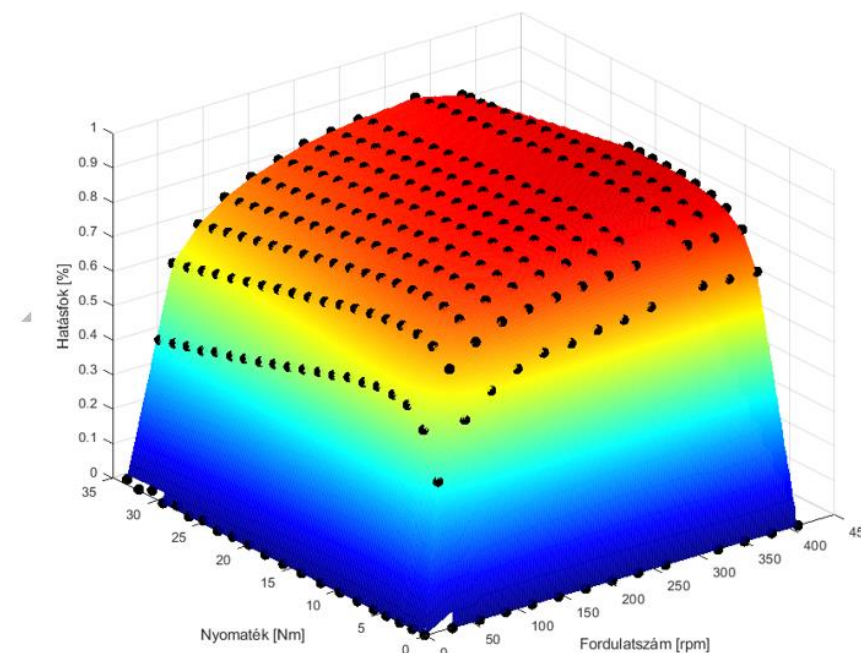
$$z = (z_0, z_1, \dots, z_{n-1})$$

$$z_i = \begin{cases} 0, & \text{if } M_i = 0 \\ 1, & \text{if } M_i = M_{\text{max}} \end{cases}$$

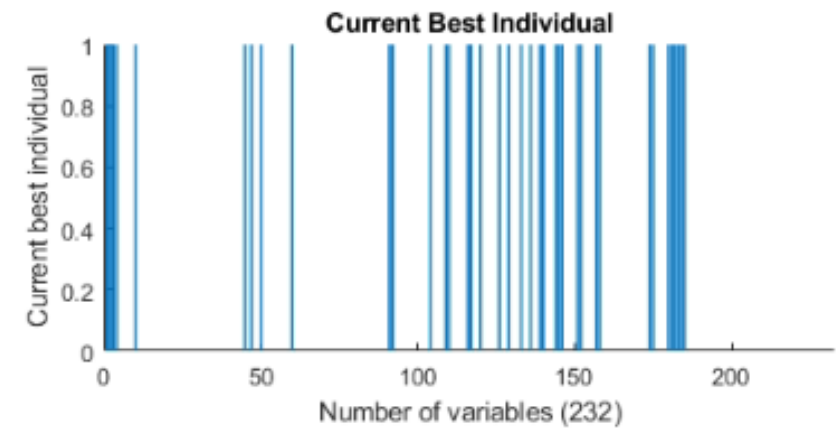
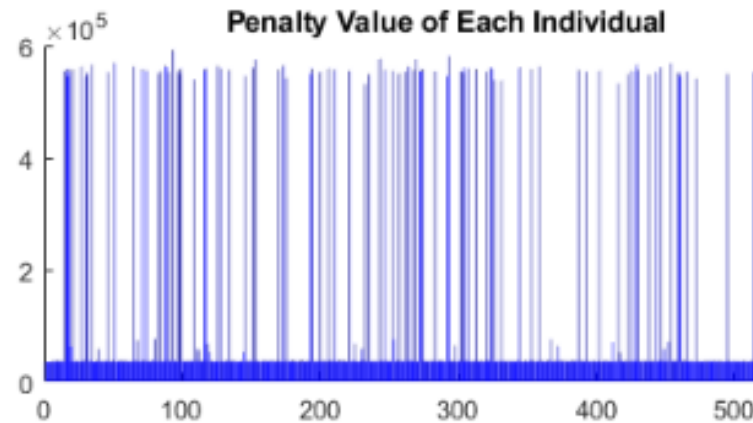
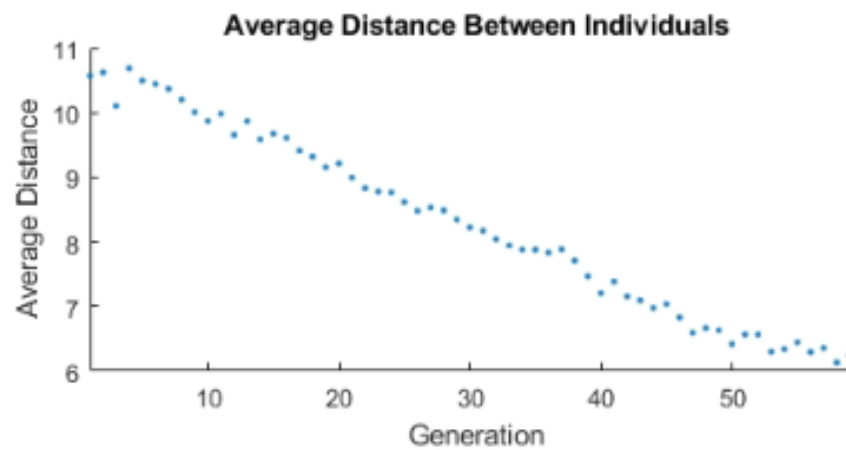


## OPTIMALIZÁLÁS LÉPÉSEI

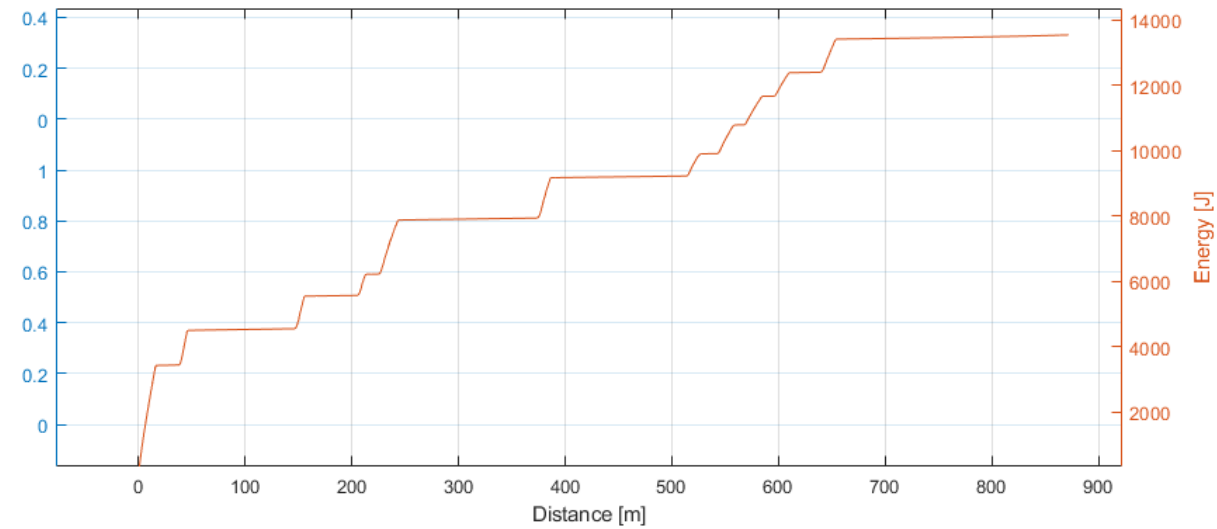
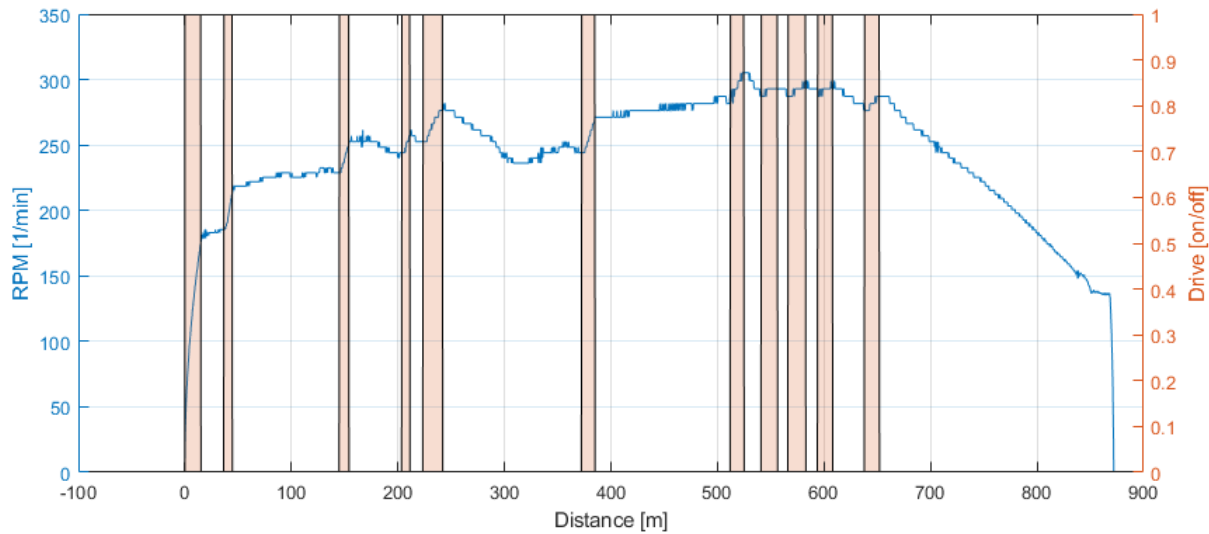
- Járműmodell felépítése
  - Identifikációs mérések (hajtáslánc/ellenállásmodell + pálya)
- Célfüggvény felírása
  - Időlimit
  - Távolságlimit
  - Büntetések
  - Minimalizálás típusa (elhasznált elektromos energia / veszteségenergia)
- Optimalizálási vektor felírása
  - Referencia nyomaték vektor keresésnek módja (0/1 – függvény paraméterek)
  - Távolság lépcsők meghatározása
- Genetikus algoritmus beállítása
  - Kezdeti populáció megadása (Hybrid)
  - Populáció nagyság
  - Megállási feltételek



## MENETCIKLUS OPTIMALIZÁLÁS EREDMÉNYEI



# MENETCIKLUS OPTIMALIZÁLÁS EREDMÉNYEI



# Köszönöm a figyelmet!

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-22-3-II-SZE-11 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

