

# Közúti villamos jármű légjavítás minőségének hőtechnikai jellemzői és vizsgálata

Dr. Bozóky László, Dr. Nagy Vince, Vág Péter, Nagy Gergely, Orbán Tamás

Közúti és Vasúti Járművek Tanszék, Széchenyi István Egyetem  
Győr, Magyarország (Tel: +36 96 503-495, e-mail: marosne@sze.hu)

---

**Absztrakt:** Az utasok komfortérzetének javítása érdekében különböző szellőzési és léghűtési rendszerek megvalósításával történhet a járművek utasterének légjavítása.

A közúti villamos járművek utasterének légjavítása céljából járművek kerültek átalakításra különböző műszaki átalakításokkal. Jelen tanulmány célul tűzi ki a járművek hőtechnikai vizsgálatát és jellemzését, valamint a légjavítás hatékonyságának értékelését a következő irányokban:

- az utastér légjavítására irányuló műszaki megoldások értékelése
- járművek hőtechnikai vizsgálata
- hőtechnikai vizsgálatok eredményeinek értékelése

---

## 1. KÖZÚTI VILLAMOS JÁRMŰVEK UTASTERÉNEK LÉGJAVÍTÁSA

A közúti villamos járművek utasterében a nyári hónapok kánikulai időszakában jelentősen megnő az utastéri levegőhőmérséklet. Ha a környezeti levegő hőmérséklet árnyékban 33-35 °C, akkor a villamos utastéri hőmérséklete 40-42 °C körüli.

Az utasok komfortérzetének javítása érdekében különböző szellőzési és léghűtési rendszerek megvalósításával történhet a villamos járművek utasterének légjavítása.

Jelen tanulmány célul tűzte ki a villamos járművek utastéri légjavítás minőségének vizsgálatát és értékelését az alábbiak szerint:

- A légjavítás céljából kialakított villamosok megoldási változatainak rögzítése
  - eredeti jármű hőtechnikai jellemzése
  - a jármű hőtechnikai jellemzése mérések alapján
  - a nyitható ablakfelületek hatékonyságának meghatározása
  - átalakított és nem átalakított járművek hőtechnikai szempontú összehasonlítása
  - a hőérzet szubjektív értékelése
- A jármű hőtechnikai jellemzése klímaberendezés felszerelése esetén
  - hőtechnikai jellemzők értékelése mérések alapján
  - hőmérséklet eloszlás a járműhossz függvényében
  - a hőérzet szubjektív értékelése
- A jármű hőtechnikai jellemzése a belső levegő mesterséges elszívásával

- a belső levegő mesterséges elszívásával történő légjavítás eredményességének értékelése járműmérések alapján

- a hőérzet szubjektív értékelése

- A légjavítás hatékonyságának értékelése az átalakított járműveken

- értékelés mért hőtechnikai jellemzők alapján

## 2. VIZSGÁLT PARAMÉTEREK

Hőmérsékletek:

- az utastér levegőjének hőmérséklet eloszlása
- külső levegőhőmérséklet mérése árnyékban
- hőmérséklet a vezetőállásban
- a levegőhőmérséklet változása a magasság függvényében (170 cm, 120 cm, 20 cm) az utastérben
- a befűvási levegőhőmérsékletek
  - külső levegő befűvése
  - hűtött levegő befűvése
- Légáramlási sebességek
  - légáramlási sebesség nyitott ablakoknál
  - légáramlás ajtónyitáskor
  - a levegő befűvés áramlási sebessége
- Levegő relatív páratartalom
  - külső levegő relatív páratartalom

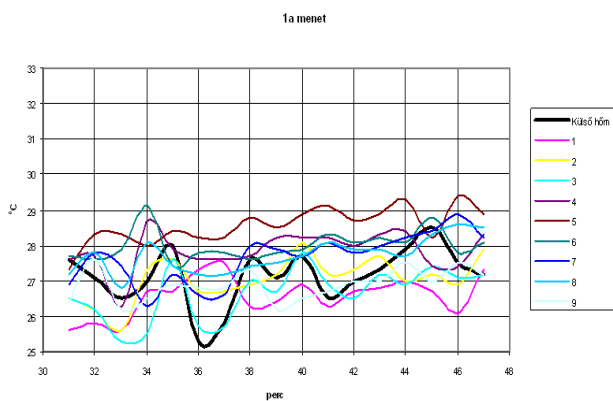
- relatív páratartalom az utastérben utasok nélkül

### 3. MÉRÉSI PROGRAM

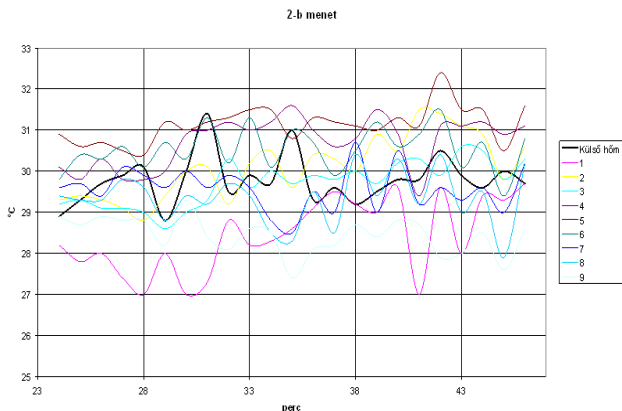
- Jármű terhelése: üres jármű, utasok nélkül
- Forgalmi menet: megállóban a jármű a forgalmi menetnek megfelelően álló helyzetű, közben az egyik oldali ajtók minimum 1/2 percig-, illetve a forgalmi helyzetnek megfelelően nyitott állapotúak
- Mérések a teszt villamosokon

### 4. MÉRÉSI EREDMÉNYEK

Az 1-5. ábrák a mérési eredményeket mutatnak a jármű különböző konstrukciós megoldásainak és a jármű üzemi állapotának meghatározására.



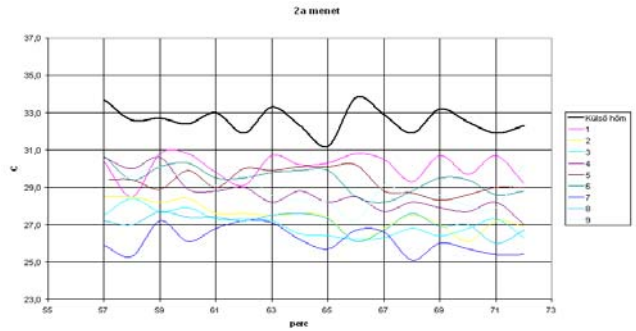
1. ábra Az utastér levegőhőmérséklet változása a megállók között „eredeti járművön” nyitott ablakok esetén



2. ábra Utastér levegőhőmérsékletek változása növelt nyitható ablakfelület esetén különböző mérési pontokban

Mérés csukott ablakok mellett

Üzemelő klímaberendezések és csukott ablakok mellett mért eredményeket a 3. ábra diagramjai ábrázolják.



3. ábra Utastér levegő hőmérséklet – idő függvények klímaberendezések üzeme és csukott ablakok mellett Stadionok – Lágymányosi híd megállók között

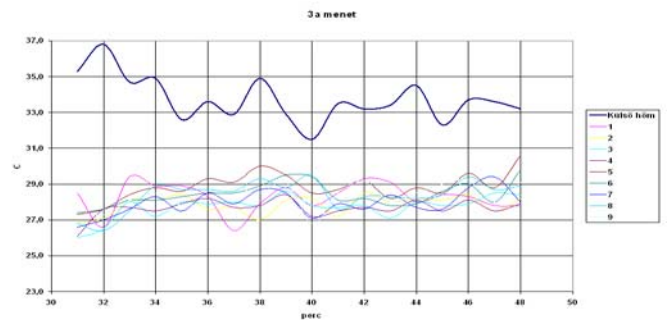
Látható, hogy az utastér hőmérséklet jelentősen lecsúsz, 32-33 0C árnyékban mért külső hőmérséklet mellett az utastér hőmérséklet 25–29 0C között az ajtónyitások ellenére.

Az ajtónyitások alkalmával mért hőmérséklet emelkedés 1 0C körül mozog.

Mérés nyitott ablakok mellett

Az eddigi tapasztalat azt mutatja, hogy üzemelő klímaberendezések mellett az utasok gyakran kinyitják az ablakokat. Ezért nyitott ablakok mellett is célszerű elvégezni a mérést bekapcsolt klímaberendezések esetén.

A nyitott ablakok mellett felvett hőmérséklet–idő függvényeket a 4. ábra mutatja. A külső levegőhőmérsékletéhez képest az utastér levegőhőmérséklete mintegy 3 – 4 0C-kal alacsonyabb.

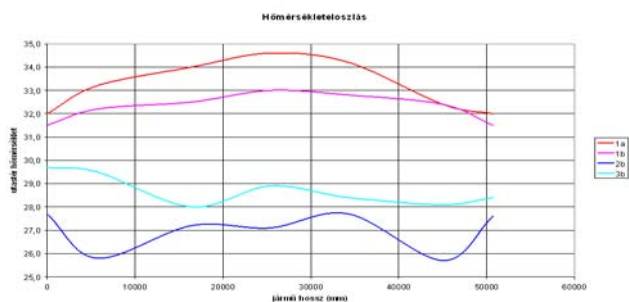


4. ábra Nyitott ablakok mellett üzemelő klímaberendezések esetén utastér levegő hőmérséklet – idő függvények Stadionok – Lágymányosi híd megállók között

A csukott ablakokkal végzett méréssel összehasonlítva megállapítható, hogy 2 – 3 0C-kal emelkedik az utastér hőmérséklete jelentős légmozgások mellett. Ezt figyelembe véve célszerűnek látszik időnként az utasokat tájékoztatni arról, hogy a villamos utasterét klímaberendezés hűti, ezért lehetőleg az ablakokat csukják be.

A következőkben klímaberendezéssel ellátott villamos jármű utastéri levegő paramétereit üzemi forgalmi körülmények között utasok nélkül, 32-33 0C külső levegő hőmérséklet melletti vizsgálati eredményeket mutatjuk be.

A vizsgálat összegző és összehasonlító eredményét a 5. ábra diagramjai jól szemléltetik az alábbi jelölések szerint



5. ábra „Hőmérséklet eloszlás a járműhossz függvényében különböző mérőmenetek estében”

Mérőmenet:	Jellemzők:
1a	Klíma üzemen kívül, csukott ablakok
1b	Klíma üzemen kívül, nyitott ablakok
2b	Klíma üzemel, ablakok csukva
3b	Klíma üzemel, ablakok nyitva

A diagram a járműhossz függvényében a különböző mérőmeneteknél mért hőmérséklet eloszlást mutatja:

- Klímaberendezés üzeme nélkül:
  - csukott ablakoknál
  - nyitott ablakoknál
- Klímaberendezés üzeme mellett:
  - csukott ablakoknál
  - nyitott ablakoknál

A különböző esetek diagramjai alapján jól elkülöníthetők a nyitott ablakok és a klímaberendezések hatása.

A mérések alapján a klímaberendezések üzemének hatása az alábbiakban foglalható össze:

- Klíma működtetés nélkül, zárt ablakoknál (jármű szellőztetéssel)
  - Környezeti hőmérsékletnél is magasabb utastéri hőmérsékletek
    - minimális a levegő mozgása
    - megnövekedett relatív páratartalom
- Klíma működtetés nélkül, nyitott ablakokkal
  - Kismértékű hőmérséklet csökkenés az utastérben (1-2 0C csökkenés)
    - komfort érzet növekedés a kedvező levegőmozgás miatt

- kedvezőbb a relatív nedvesség tartalom

- Klíma működtetésével zárt ablakok mellett
  - A jármű teljes hosszában egyenletes hűtés
    - külső hőmérséklet árnyékban 32-33 0C
    - utastér hőmérséklet közel egyenletesen a jármű hosszában
    - a megállóban az ajtónyitás időtartama fél perc
  - Az ajtónyitások kis mértékben okoznak hőfokingadozást az utastérben ( $\Delta t=1$  0C)
  - Fontos az utasok figyelmének felhívása, hogy klimatizált jármű esetén az ablakokat ne nyissák ki
- Klíma működtetésével, nyitott ablakoknál
  - Klimatizált járműnél a nyitott ablakok kb. 3 0C-szal növelik az utastér hőmérsékletét erős légáramlás mellett, 32-33 0C külső levegő hőmérséklet esetén.

## 5. A VIZSGÁLATOK ÖSSZEGZÉSE, MEGÁLLAPÍTÁSOK, JAVASLATOK

Jelen tanulmány bemutatta a klímaberendezéssel ellátott és növelt nyitható ablakfelületű közúti villamos jármű hőtechnikai jellemzőit és vizsgálatát.

A légjavítás céljából kialakított közúti villamos jármű légjavítás minőségének vizsgálata alapján az összegzett megállapítások és javaslatok a következők:

- Légjavítás szempontból a legjobb és egyben elfogadható megoldást a járműre szerelt klímaberendezés és a nyitható ablakfelületek növelése biztosítja.
- A klímaberendezések üzemeltetését és az ablakok kinyitását nem célszerű egyszerre alkalmazni. Ennek biztosítására javasolható olyan utastájékoztató, hogy a klímaberendezések üzeme esetén egyidejűleg lehetőség szerint ne legyen ablaknyitás.
- A jármű utasterének légjavításáról megállapítható, hogy költségvonzata a jármű utastér fűtési rendszerének megfelelő.
- Budapest éghajlati viszonyait figyelembevéve van olyan időszak, amikor a több nyitható ablak légjavítási eredményt biztosít.

### IRODALOMJEGYZÉK

- SZE Kutatási jelentés (2007-2008). Légjavítás céljából átalakított közúti villamos jármű hőtechnikai vizsgálata, Széchenyi István Egyetem, Győr