



ifj. Bodó László

SÜRGŐSSÉGI JÁRMŰMOTOR ELŐMELEGÍTÉSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA

Absztrakt

Az önkéntes tűzoltók számára létrehozott előmelegítési rendszer nagymértékben javítaná a járművek teljesítményét, növeli a motor élettartamát, és ezzel csökkenti az így felmerülő hibák és szervizköltségek lehetőségét. A jobb hatékonyság elérése érdekében javasolt a motor több pontján történő fűtés. A fűtött közeghez képest három, egymástól jól elkülöníthető fűtési pont van. A mérések alapján mindez 8 perc alatt megvalósítható. Mindez azon tűzoltóságok számára lehet hatékony megoldás, amelyek évente 100 alatti beavatkozásban vesznek részt.

Kulcsszavak: előmelegítés, élettartam, hűtőfolyadék, motorolaj, riasztás

EXAMINING THE EMERGENCY PREHEATING POSSIBILITIES OF VEHICLE ENGINES

A preheating system made for volunteer firefighters would greatly improve vehicle performance, increase engine life, and thus reduce the potential for errors and service cost. For better efficiency, a multipoint heating of the engine is recommended. Compared to the heated medium, there are three well separated heating points. Based on the measurements, this can be realized in 8 minutes. All of these can be an effective solution for fire departments that receive less than 100 deployments per year

Keywords: preheating, service life, coolant, engine oil, alarm



1. BEVEZETÉS

Magyarországon napjainkban több mint 600 tűzoltó egyesület van bejegyezve. Ezek közül a tűzoltásra alkalmas gépjárművel rendelkezők jelentős része nem rendelkezik fűtött szertárral. Ugyanakkor az év nagy részében ezek a gépjárművek nem üzemelnek napi szinten, és amikor szükséges, akkor a vonulási idő csökkentése miatt teljes terhelésen, maximális fordulatszám tartományt kihasználva vezetik őket. Ez gépészeti szempontból több problémát is felvet:

- Hideg motor terhelése elméleti szinten nem megengedhető, káros hatású
- Megnövekedett károsanyag kibocsátás
- Megnövekedett hajtóanyag fogyasztás
- Megnövekedett szerviz és karbantartási költségek
- Tribológiai szempontból nem megfelelő kenés, ebből származó kopás
- Tribológiai szempontból nincs „megtörve” az olaj, nehézkes a kormányzás és sebességfokozat váltás

A Katasztrófavédelem Hivatásos Tűzoltóságai jelenleg is rendszerbe állított, úgynevezett „startkuplungot” alkalmaznak. A rendszer lényege, hogy mint egy köldökzsinór, a gépjárművet a legideálisabb üzemi körülményeken tartja, melegíti a motort, tölti az akkumulátorát, és állandó üzemi nyomáson tartja a levegőrendszerét.

Ez tökéletes rendszer egy olyan szervezetnek, amely napi szinten biztosan üzemelteti a gépjárművét. A rendszer kiszámítható módon, minden kiegészítőjével együtt is több kWh energiát fogyaszt. Ez egy kisebb gazdálkodású szervezetnek évi 365 napon keresztül nem lenne gazdaságos, mivel éves szinten, 10-30 alkalommal vonulnak riasztás szerűen.

Jelenlegi jogi szabályozás alapján, egy önállóan beavatkozó önkéntes egyesület számára, általában 8 perc áll rendelkezésre, hogy a riasztástól számítva elhagyja a laktanyát az



előírt létszámmal. Startkuplung nélkül a legjobb esetben is 3 perc áll rendelkezésre, hogy minimálisan is, de üzemkés legyen vagy legalább ne a motorindítást követően közvetlenül kezdjék meg a vonulást.

A kérdés, hogy a riasztást követően, a laktanyában lévő számítógép, hogyan képes egy nagyobb teljesítményű motor előmelegítőt üzembe helyezni? Milyen motormelegítővel, mekkora hőmérsékletre lehet felmelegíteni a motort különböző metódusok segítségével? Eredményez-e a rendszer költségmegtakarítást a karbantartás és javítás területén.

Célkitűzéseim:

- Megvizsgálni a melegítő egységek hatékony elhelyezésének lehetőségeit
- Elvégezni a szükséges hőtani számításokat
- Kijelölni a melegítőegységek helyét
- Méretezni a szükséges melegítőegységeket és azok szerelvényeit
- Elvégezni a gazdasági megtérülés számítását

2. ÖNKÉNTES TŰZOLTÓ EGYESÜLETEK

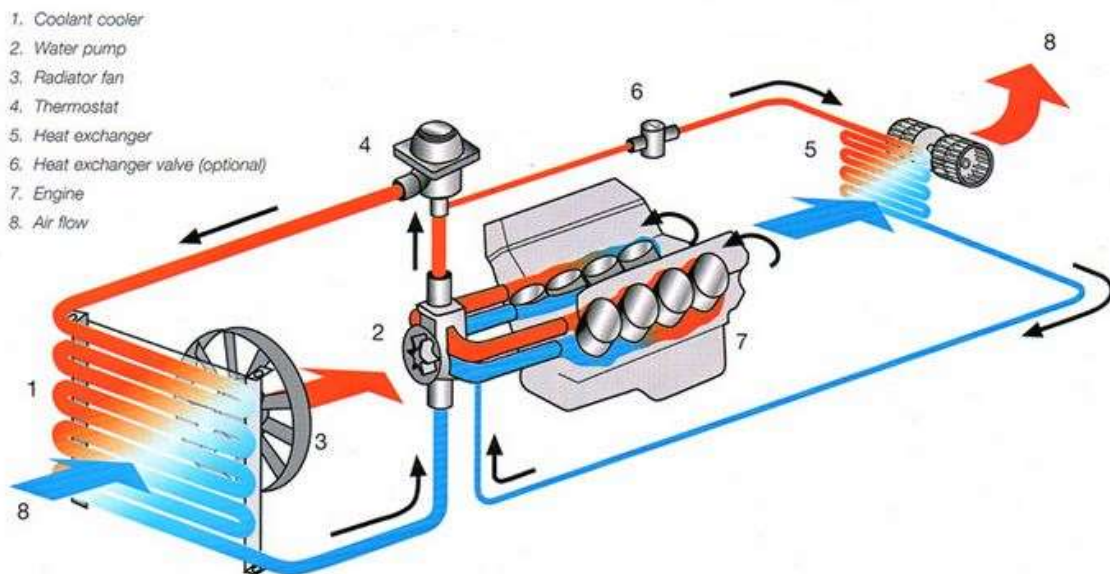
Az önkéntes tűzoltó egyesületek (ÖTE), egyre több szerepet kapnak, többek között azzal, hogy önállóan beavatkozó tűzoltó egyesületekké válnak. A cél elérése érdekében, szakmai és technikai elvárásokat támasztottak. Ezek tartalmazzák a technikai és személyi feltételeket, melyek kitérnek a kötelezően rendszerben tartandó ügyeleti létszámra, technikai felszerelésekre, a tűzoltógépjárművek tulajdonságaira. A gépjárműfecskenők alapvető kritériumai az önállóan beavatkozó tűzoltó egyesületté válásnak. Alapvetően ezeknél a szervezeteknél jelentkeznek a szigorúbb vonulási idők, melyek a gyorsabb reagálást hivatottak szolgálni. Ezzel a járművek magas terhelésnek vannak kitéve, s az igénybevétel miatt, magasabb karbantartási és javítási költségek jelentkeznek.



3. JÁRMŰVEK ÉS HŰTÉSÜK

A beavatkozó járművek folyadékűtésű motorjai, a motorhűtést tekintve megosztottak,

(1. ábra) oly módon, hogy a tervezők létrehoztak egy kis és egy nagy vízkört. Ez a kialakítás azt a célt szolgálja, hogy a motor hideg indítása esetén a motor könnyebb felmelegedését segítve, a nagy vízkört leválasztja a hűtési rendszerről. Erről egy termostát gondoskodik, amely kizárja a keringésből a hűtőt, így csak a motorblokkban cirkulál a hűtővíz. Emiatt kevesebb a hőveszteség, gyorsabban éri el a motor ideális üzemi hőmérséklet értékeit. Miután elérte a megfelelő hőmérsékletet a termostát fokozatosan kinyit, így megindul a hűtőfolyadék cirkuláció a hűtőn keresztül is, így garantálva a motornak az ideális működési hőmérsékletet, változatos igénybevételek mellett is. [2.][4.][30.]



1. ábra (Forrás: www.alkatreszek.hu)

- 1) Hűtőradiátor
- 2) Vízpumpa
- 3) Hűtőventilátor
- 4) Termostát



- 5) Belső fűtés hőcserélő
- 6) Belső fűtés hőcserélő elzáró szerelvény
- 7) Motor
- 8) Légáramlás

A diesel motorokat, más néven kompresszió gyújtású motorokat elméleti szinten, termodinamikailag zárt rendszerként kell tekinteni. A diesel-körfolyamat alapján működő motor első ütemben levegőt szív be (feltöltött diesel motorok a jellemzők napjainkban) és ezt a levegőmennyiséget adiabatikus módon összesűríti. Ezt követően az égéstérbe tüzelőanyagot, gázolajat porlasztunk. A valódi motor működése során (2. ábra) a kompresszióviszony megemelésének nincs akadálya, mivel az adiabatikus sűritést követően olyan magas nyomást és hőmérsékletet szükséges előállítani, hogy az égéstérbe jutott, porlasztott állapotban lévő hajtóanyag magától rövid idő leforgása alatt meggyulladjon. Ez a folyamat (adiabatikus kompresszió) 1-2-es pont között megy végbe. A hajtóanyag a meggyulladást követően elkezd égni, de lényeges nyomásváltozás nem jelentkezik a hőközlés során, mivel a dugattyú terjeszkedik, így a felső holtpont irányából az alsó holtpont irányába (2-3.) Az expanzió a visszamaradó lökethosszon játszódik le. Az elméleti kompressziós körfolyamatnál az égés ciklusát állandó nyomáson való hőközléssel (p =állandó) (2-3 pont közti vonal), a kipufogógázok általi hőveszteséget v =állandó mentén (4-1 vonal) elvont hőmennyiséggel pótoljuk. Kompresszióviszony (ϵ) értelmezése megegyezik a szikragyújtású motorokkal, csak az értékének többszöröse. ($\epsilon=10-22$). Viszont megjelenik egy új fogalom a folyamatban az előzetes-expanzióviszony. Ezen fogalom alatt, az állandó nyomáson való hőközlés (p =állandó), vagyis égést követő térfogat (V_3) és a kompresszió-térfogat (V_2) hányadosát vesszük.

$$\rho = \frac{V_3}{V_2} \quad (1.)$$

Továbbá meg kell említeni az utólagos expanzió fogalmát is, amely a következőképpen alakul:

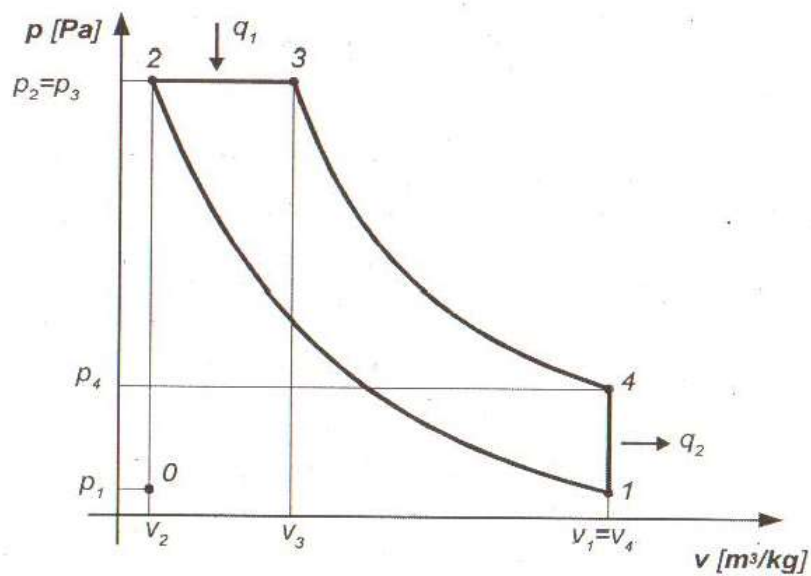


$$\delta = \frac{V_4}{V_3} = \frac{v_4}{v_3} \quad (2.)$$

Ezekből következik az az összefüggés, amely a kompresszióviszony (ε) és az előzetes (ρ) és utólagos kompresszióviszony (δ) kapcsolatát írja le:

$$\varepsilon = \rho \cdot \delta \quad (3.)$$

$$T_3 = \rho T_2.$$



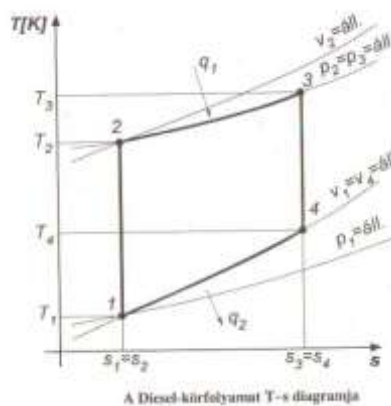
A kompressziós motor ideális körfolyamata p-v diagramban

2. ábra (Dr. Beke János Műszaki Hőtan Mérnököknek)



A körfolyamat termikus hatásfoka a következőképpen írható fel (3. ábra):

$$\eta_t = 1 - \frac{q_2}{q_1} = 1 - \frac{c_v \cdot (T_4 - T_1)}{c_p \cdot (T_3 - T_2)} \quad (4.)$$



3. ábra (Forrás: Dr. Beke János *Műszaki Hőtan Mérnököknek*)

Ez alapján látható, hogy a motor hőmérséklete befolyásolja a termikus hatásfokot, ezáltal a motor által leadott teljesítményt is. Ez indikálja az igényt a motor ideális üzemi tartományban tartására. [5.]

4. MOTOR ELŐMELEGÍTŐ RENDSZEREK

Motor előmelegítő rendszerek alapkonceptiója, hogy a belsőégésű motorok számára az az ideális körülmény, ha üzemi hőmérsékleten vannak működtetve.

A sürgősségi gépjárműveket nem kiszámítható időpontokban alkalmazzák és használat esetén teljes terhelésen vannak üzemeltetve. Ezáltal kritérium feltétel a menetkész gépjármű a szolgálat teljes ideje alatt. Ebben az esetben a leggyakoribb megoldás a motor



melegítésében és az üzemi levegőrendszer előírt nyomáson tartásából áll. Ezen területen, Európában legelterjedtebb megoldás az úgynevezett startkuplung („sofortstartkupplungen”), melyet a Schottleitner (4. ábra) gyárt.



4. ábra (Forrás: www.schottleitner.com)

Az említett csatlakozó egyszerre több feladatot is ellát: egy részről ellátja a motormelegítést, továbbá tölti az akkumulátort, és az üzemi levegőrendszert is megfelelő előírt nyomáson tartja.

Ez a csatlakozó felület teszi lehetővé a sürgősségi gépjárművek számára a gyors indulást, mivel a dugó a jármű indítását követően önműködően kilökődik az aljzatból, nem igényel további időt eltávolítása az indulást megelőzően. Ennek a rendszernek az alapjaira tervezhető egy komplex motor-előmelegítő rendszer. [27.]

4. 1. Vízmelegítők

A kereskedelemben több féle és fajta vízmelegítő rendszer jelent meg.

Fagydugó helyére illeszthető (5. ábra)

Ezen előmelegítők a motorblokk oldalán kialakított fagydugó helyére illeszthetőek. A rendszer előnye, hogy a kis vízkört melegíti egyből. Mellette a fűtőszál kondukció útján a motorblokkot is melegíti.



5. ábra (Forrás: www.defa.com)

Egy további kép egy Mercedes Atego TLF4000-be épített előmelegítő (6. ábra) egységről, mely a fagydugó helyére került elhelyezésre.



6. ábra

Vízkörbe építhető

Ez a kialakítás lehetővé teszi nagyobb teljesítményű vízmelegítő beépítését. Elhelyezése nehezkesebb, mivel szerkezeti kialakításából kifolyólag nagyobb helyet foglal, illetve meg kell bontani a vízcsöveket és toldást kell beépíteni. Továbbá tartó konzolt kell kialakítani. E szerkezeti kialakítás további két részre osztható a keringetést tekintve. [23.]

Gravitációs keringésű (7. ábra (Forrás: www.calix.se))

A folyadék keringése hőmérséklet különbség útján valósul meg. Ebben az esetben fokozott figyelmet kell szentelni az elhelyezésre. Mivel nagy magasság különbség esetén



nem valósul meg a keringés, továbbá fokozott figyelmet kell szentelni lehetséges légzárványokra. [21.]



7. ábra (Forrás: www.calix.se)

Ennek egy verziója a beépítve, megbontott lökhárító mögött (8. ábra).



8. ábra

Kényszer (forced) keringtetésű (9. ábra)

A hűtőfolyadék keringtetését melegítőn kívül beépített szivattyú végzi. Ez a kivitel sok tekintetben hasonlít a gravitációs kivitelre, annyi eltéréssel, hogy a keringtetés szivattyúval van megoldva. [20.]



9. ábra (Forrás: www.autoelektrik.ee)

Konduktív melegítőegység

Gyártók további megoldásokat kínálnak a blokk melegítésére. Ezek az elemek legfőképpen a blokk vagy kenőolaj közvetett fűtését hivatottak szolgálni. Oly módon, hogy a blokk vagy olajteknő oldalára mechanikus módon (1. ábra) vagy ragasztással (11. ábra) rögzítik és a hőmennyiséget konduktív módon adja át. [23.][32.]



1. ábra

(Forrás: www.defa.com)

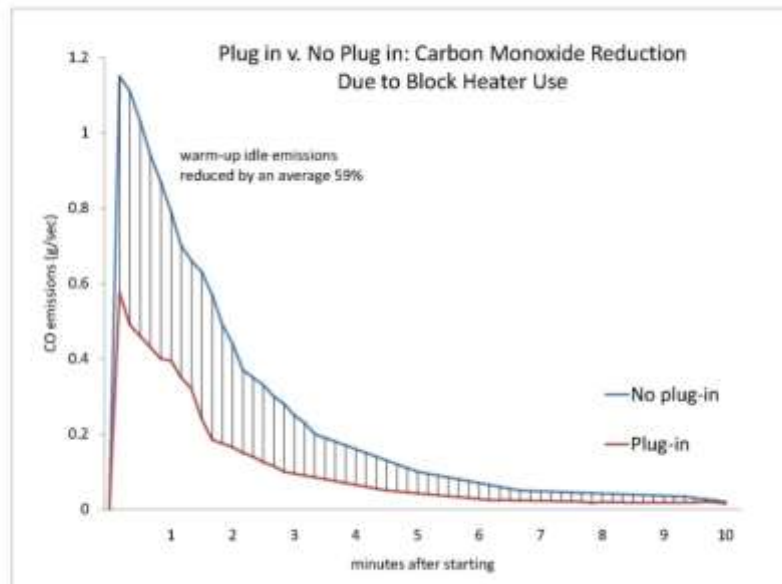


11. ábra

(Forrás: www.wolverineheaters.com)

5. A MOTOR ELŐMELEGÍTŐ RENDSZEREK HATÁSAI

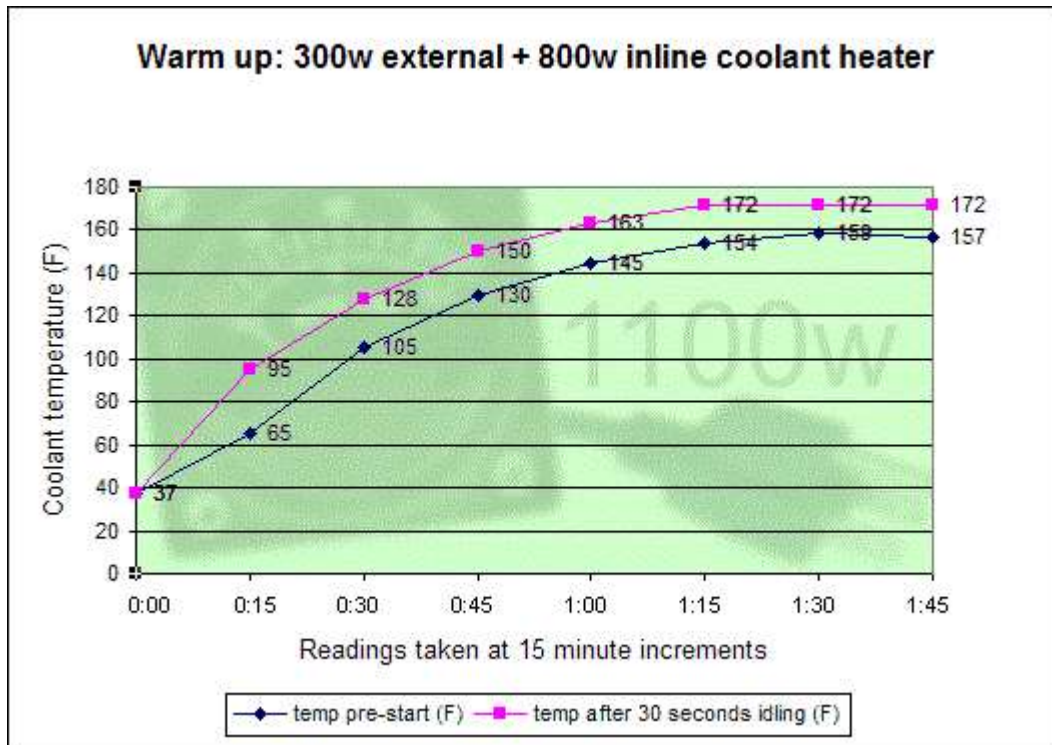
A szakirodalom által készített mérések során nagy különbség mutatkozott a motor előmelegítő nélküli adatsor és a motormelegítővel végzett mérés adatsor között.



12. ábra (Forrás: www.muni.org)

Mint látható az 12. ábra (Forrás: www.muni.org) szerint, már a 8. perc végén közel azonosak a mért értékek, a 10. percre, már teljesen egyenlők, a motor előmelegítővel 59%-ban csökkenthető átlagosan a szénmonoxid kibocsátás, a hideg motoréhoz képest. Ezt erősíti meg az egyik „block heater” gyártójának (Defa márkájú) mérése, mely szerint az első 4 km-en az előmelegített motornál akár 50%-os fogyasztáscsökkenés is elérhető.

Az utolsó ábrán (2. ábra) a motoron mért hőmérsékletváltozás figyelhető meg, mint látható a motor kombinált melegítése viszonylagosan kis energia felhasználás mellett, jó hatásfokkal gyorsan előkészíthető. [25.]



2. ábra (www.metrompg.com)

6. ELŐMELEGÍTŐ RENDSZER TERVEZÉSE ÉS MÉRETEZÉSE

6.1. Előzetes vizsgálatok

Hőtani számítások előtt fontosnak tartottam egy előzetes vizsgálatot végezni, amely kitér a jelenleg rendszerben tartott berendezések működésére. A vizsgálatok során három mérést végeztem, 3 különböző módon előkészített motort elemezve. A méréssel egy fűtetlen 0 °C hőmérsékletű garázst szimuláltam.

A vizsgált járművek:

- Mercedes-Benz 1328 TLF 4000 AT2
- Mercedes-Benz 1124 TLF 2000.



Az újabb modellben rendelkezésre áll a beépített hűtőfolyadék hőmérsékletének jeladója. A mérés során a gépjármű beépített hűtővíz hőmérséklet jeladó értékeit veszem figyelembe, a műszerfalon található kijelző értékei kizárólag egész értékeket jelenít meg. A mérést 25 db mérési adat felvételével végeztem. Mivel az első 8 perc kritikus számunkra, ezért ebben az időtartamban 30 másodpercenként rögzítem az adatokat.



14. ábra

6.2. Mérési pontok bemutatása

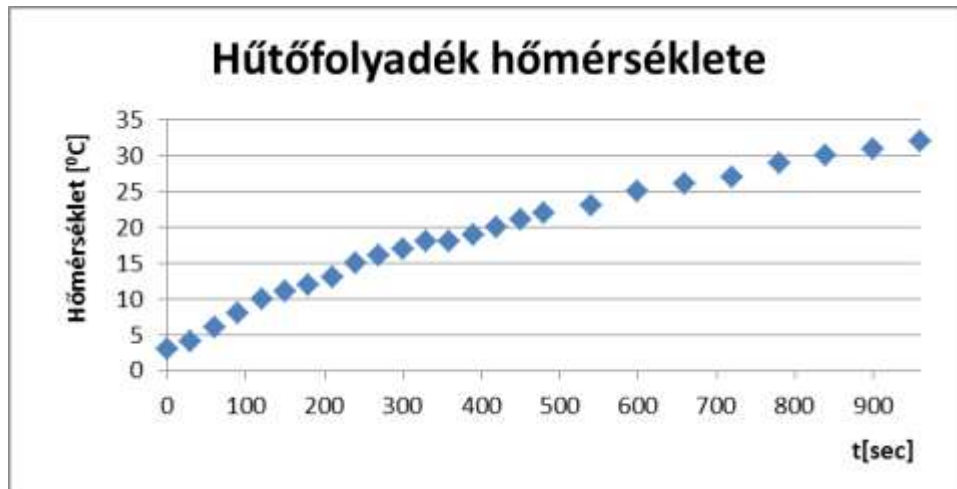
- Hűtőfolyadék hőmérsékletének mérése 1328-as esetén, a műszerfalon található hőmérséklet kijelző alapján történt. 1124-es esetben hűtővízkör megbontás nélküli mérést kizárólag a kiegyenlítő tartályban elhelyezett hőmérséklet jeladó elhelyezésével volt lehetséges (14. ábra).
- Villamos teljesítménymérés és áramfelvétel mérése, a csatlakozó adapter és hosszabbító közé beiktatott villamos teljesítménymérővel történt. Lakatfogót a vezetékre csatlakoztattam (15. ábra).



15. ábra

6.3.1. Motor előkészítés nélküli vizsgálata TLF4000-en

A vizsgálat folyamán, kizárólag a motor működése során keletkező hővel melegített hűtőfolyadék hőmérsékletét mérem (**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**). A mérési folyamat nem igényel további előkészületeket, mivel a jármű beépített hőmérséklet jeladóval rendelkezik. A mérést 16 percig végzem. Továbbá feljegyzem az aktuális fordulatszámot. A vizsgálat megkezdésekor a külső hőmérséklet 1°C , a motor fordulatszáma a mérés során 600min^{-1} .



1. Diagram

2. táblázat Mérési adatok

| Sorszám | Idő [sec] | Hőmérséklet [°C] | Villamos teljesítmény [W] | Áramfelvétel [A] |
|---------|-----------|------------------|---------------------------|------------------|
| 1. | 00 | 3 | - | - |
| 2. | 30 | 4 | - | - |
| 3. | 60 | 6 | - | - |
| 4. | 90 | 8 | - | - |
| 5. | 120 | 10 | - | - |
| 6. | 150 | 11 | - | - |
| 7. | 180 | 12 | - | - |
| 8. | 210 | 13 | - | - |
| 9. | 240 | 15 | - | - |
| 10. | 270 | 16 | - | - |

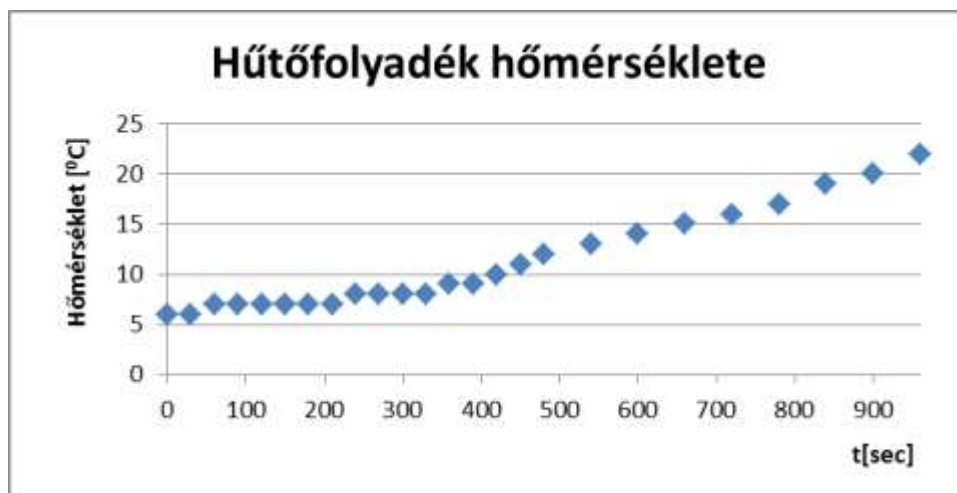


| | | | | |
|-----|-----|----|---|---|
| 11. | 300 | 17 | - | - |
| 12. | 330 | 18 | - | - |
| 13. | 360 | 18 | - | - |
| 14. | 390 | 19 | - | - |
| 15. | 420 | 20 | - | - |
| 16. | 450 | 21 | - | - |
| 17. | 480 | 22 | - | - |
| 18. | 540 | 23 | - | - |
| 19. | 600 | 25 | - | - |
| 20. | 660 | 26 | - | - |
| 21. | 720 | 27 | - | - |
| 22. | 780 | 29 | - | - |
| 23. | 840 | 30 | - | - |
| 24. | 900 | 31 | - | - |
| 25. | 960 | 32 | - | - |



6.3.2. Motor előkészítés nélküli vizsgálata TLF2000-en

A vizsgálat során kizárólag a motor működése során keletkező hővel melegített hűtőfolyadék hőmérsékletet mérem (1. táblázat Mérési adatok). A mérési folyamat további előkészületeket igényelt, mivel nincs beépített hőmérséklet jeladója. Ezért hűtővízkörben hőmérsékletmérésre alkalmas mérőműszer mérő egységét alkalmazom. A mérés megkezdésekor a külső hőmérséklet 4°C , a motor fordulatszáma a mérés során 600min^{-1} .



2. Diagram



1. táblázat Mérési adatok

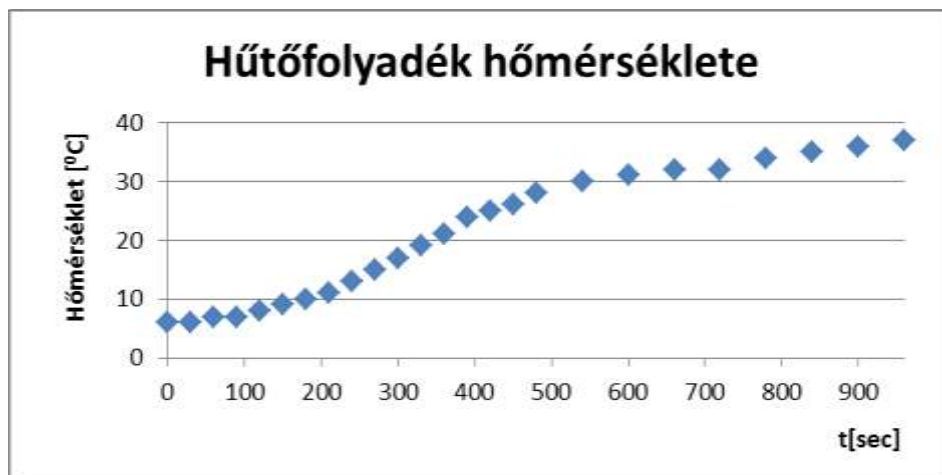
| Sorszám | Idő [sec] | Hőmérséklet [°C] | Villamos teljesítmény [W] | Áramfelvétel [A] |
|---------|--------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1. | 00 | 6 | - | - |
| 2. | 30 | 6 | - | - |
| 3. | 60 | 7 | - | - |
| 4. | 90 | 7 | - | - |
| 5. | 120 | 7 | - | - |
| 6. | 150 | 7 | - | - |
| 7. | 180 | 7 | - | - |
| 8. | 210 | 7 | - | - |
| 9. | 240 | 8 | - | - |
| 10. | 270 | 8 | - | - |
| 11. | 300 | 8 | - | - |
| 12. | 330 | 8 | - | - |
| 13. | 360 | 9 | - | - |
| 14. | 390 | 9 | - | - |
| 15. | 420 | 10 | - | - |
| 16. | 450 | 11 | - | - |
| 17. | 480 | 12 | - | - |
| 18. | 540 | 13 | - | - |



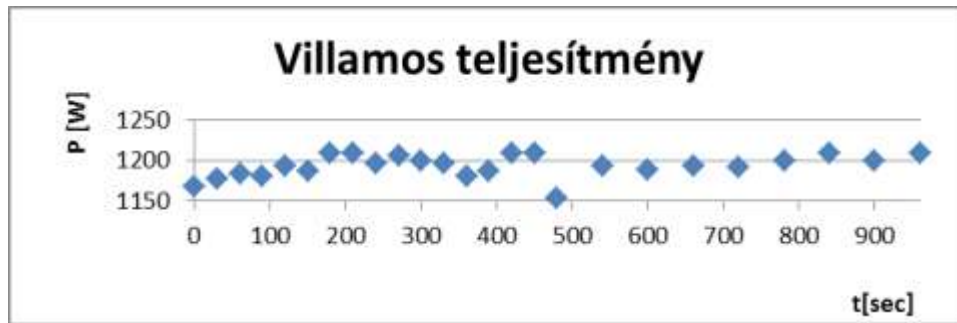
| | | | | |
|-----|-----|----|---|---|
| 19. | 600 | 14 | - | - |
| 20. | 660 | 15 | - | - |
| 21. | 720 | 16 | - | - |
| 22. | 780 | 17 | - | - |
| 23. | 840 | 19 | - | - |
| 24. | 900 | 20 | - | - |
| 25. | 960 | 22 | - | - |

6.3.3. Motor csak előmelegítővel való előkészítésének vizsgálata TLF 2000-en

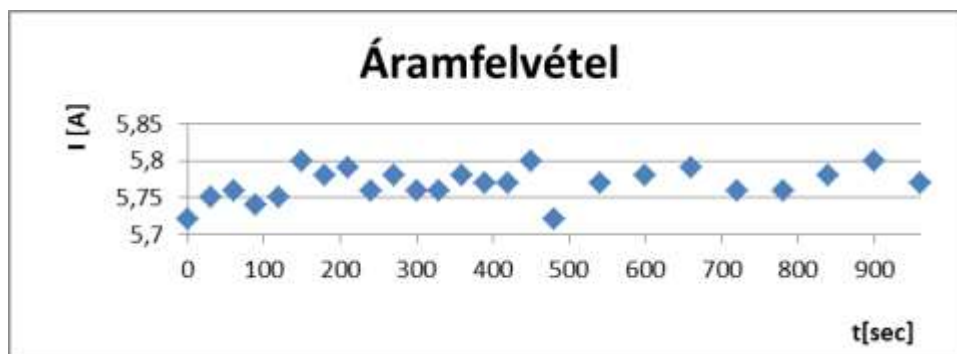
A vizsgálat során kizárólag az előmelegítő által melegített hűtőfolyadék hőmérsékletét regisztrálom (2. táblázat Mérési adatok), a fecskendő motorja nem jár. A mérési tevékenység alatt feljegyzem a hőmérsékletet, pillanatnyi áramerősséget és a felhasznált villamos fogyasztást. A mérés megkezdésekor a külső hőmérséklet 6⁰C.



3. Diagram



4. Diagram



5. Diagram

2. táblázat Mérési adatok

| Sorszám | Idő [sec] | Hőmérséklet [°C] | Villamos teljesítmény [W] | Áramfelvétel [A] |
|---------|-----------|------------------|---------------------------|------------------|
| 1. | 00 | 6 | 1167,1 | 5,72 |
| 2. | 30 | 6 | 1176,4 | 5,75 |
| 3. | 60 | 7 | 1183,4 | 5,76 |
| 4. | 90 | 7 | 1180,3 | 5,74 |
| 5. | 120 | 8 | 1193,4 | 5,75 |
| 6. | 150 | 9 | 1187,1 | 5,80 |

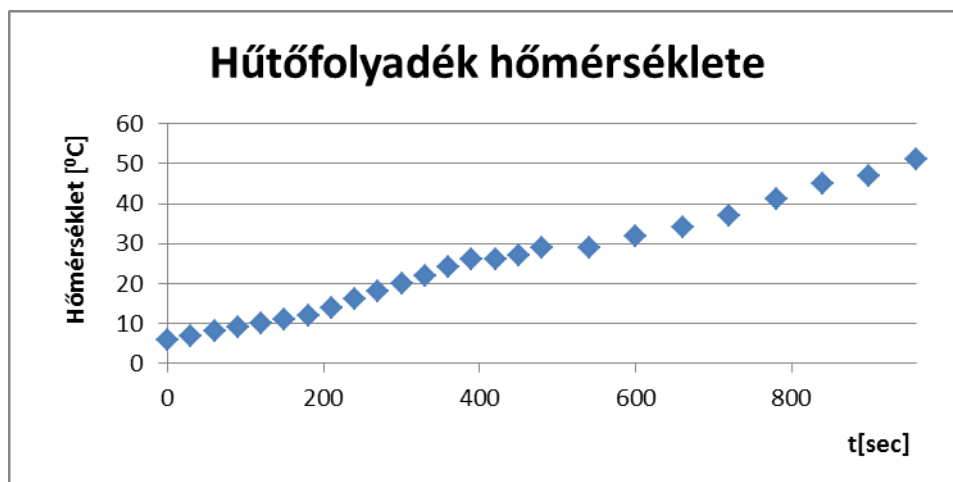


| | | | | |
|-----|-----|----|--------|------|
| 7. | 180 | 10 | 1208,2 | 5,78 |
| 8. | 210 | 11 | 1208,4 | 5,79 |
| 9. | 240 | 13 | 1196,1 | 5,76 |
| 10. | 270 | 15 | 1205,3 | 5,78 |
| 11. | 300 | 17 | 1199,1 | 5,76 |
| 12. | 330 | 19 | 1195,4 | 5,76 |
| 13. | 360 | 21 | 1180,1 | 5,78 |
| 14. | 390 | 24 | 1187,1 | 5,77 |
| 15. | 420 | 25 | 1208,1 | 5,77 |
| 16. | 450 | 26 | 1208,1 | 5,80 |
| 17. | 480 | 28 | 1153,3 | 5,72 |
| 18. | 540 | 30 | 1193,3 | 5,77 |
| 19. | 600 | 31 | 1187,7 | 5,78 |
| 20. | 660 | 32 | 1193,6 | 5,79 |
| 21. | 720 | 32 | 1191,7 | 5,76 |
| 22. | 780 | 34 | 1199,2 | 5,76 |
| 23. | 840 | 35 | 1208,2 | 5,78 |
| 24. | 900 | 36 | 1199,1 | 5,80 |
| 25. | 960 | 37 | 1208,9 | 5,77 |

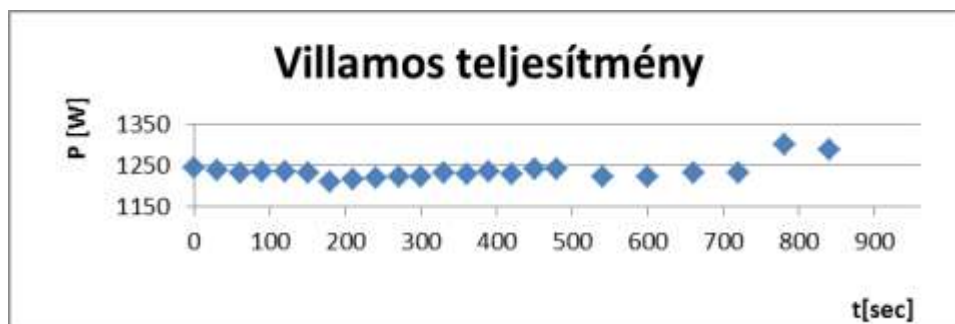


6. 3. 4. Motor előkészítése járó motorral és előmelegítő egységgel való vizsgálata TLF 2000-en

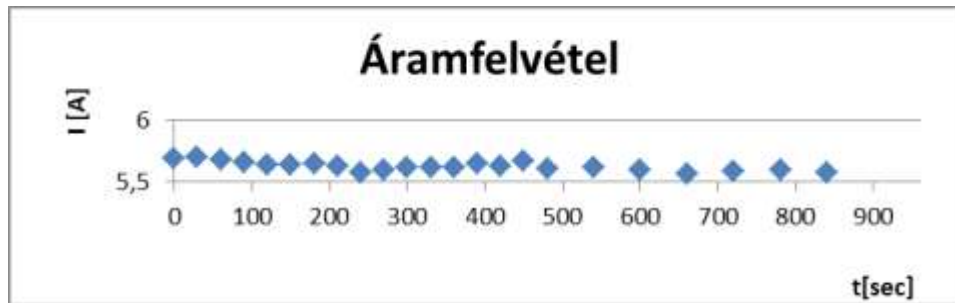
A vizsgálat során járó motorú és előmelegítő rásegítésével vizsgálatom (3. táblázat Mérési adatok) a hőmérséklet emelkedését. A mérés megkezdése a jármű motor indításának és a feszültség alá helyezésének párhuzamosan való megvalósításával történik. A mérés megkezdésekor a külső hőmérséklet 5°C , a motor fordulatszáma a mérés során 600min^{-1} .



6. Diagram



7. Diagram



8. Diagram

3. táblázat Mérési adatok

| Sorszám | Idő [sec] | Hőmérséklet [°C] | Villamos teljesítmény [W] | Áramfelvétel [A] |
|---------|--------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1. | 00 | 6 | 1242,9 | 5,69 |
| 2. | 30 | 7 | 1239,2 | 5,70 |
| 3. | 60 | 8 | 1231,8 | 5,68 |
| 4. | 90 | 9 | 1235,6 | 5,66 |
| 5. | 120 | 10 | 1235,6 | 5,64 |
| 6. | 150 | 11 | 1231,8 | 5,64 |
| 7. | 180 | 12 | 1208,6 | 5,65 |
| 8. | 210 | 14 | 1216,3 | 5,63 |
| 9. | 240 | 16 | 1218,4 | 5,58 |
| 10. | 270 | 18 | 1222,2 | 5,60 |
| 11. | 300 | 20 | 1222,2 | 5,62 |
| 12. | 330 | 22 | 1231,8 | 5,62 |



| | | | | |
|-----|-----|----|--------|------|
| 13. | 360 | 24 | 1228,0 | 5,62 |
| 14. | 390 | 26 | 1235,2 | 5,65 |
| 15. | 420 | 26 | 1229,6 | 5,63 |
| 16. | 450 | 27 | 1241,5 | 5,67 |
| 17. | 480 | 29 | 1241,6 | 5,61 |
| 18. | 540 | 29 | 1222,2 | 5,62 |
| 19. | 600 | 32 | 1222,2 | 5,60 |
| 20. | 660 | 34 | 1231,8 | 5,57 |
| 21. | 720 | 37 | 1231,8 | 5,59 |
| 22. | 780 | 41 | 1299,6 | 5,60 |
| 23. | 840 | 45 | 1286,4 | 5,58 |
| 24. | 900 | 47 | 0 | 0 |
| 25. | 960 | 51 | 0 | 0 |

Az utolsó mérés esetében a 14. perctől a melegítőegység vezérlése kikapcsolta a fogyasztót, mivel elérte a vezérlési hőmérsékletet, ami körülbelül 50 ± 5 °C.

7. HŐTANI SZÁMÍTÁSOK

Motor felfűtésének elméleti energiaigényének kiszámítása érdekében, három részre bontom: egy részben a benne található folyadékokra és a motorblokk egységére. A motor tömegét tekintve csak közelítő számértékkel tudtam kalkulálni és az egészet homogénnek tekintem. Hővesztesség tekintetében egy közelítő értéket fogok alkalmazni a motor felületének vonatkozásában.



- Víz fajhője folyadék fázisban: $c=4,19$ $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}\right]$
- Olaj fajhője: $c=1,7-2,5$ $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}\right]$
- Vas fajhője: $c=0,46$ $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}\right]$

$$Q = m \cdot c \cdot (t_e - t_i) \quad (5.)$$

Q=hőmennyiség [kJ]

m=tömeg [kg]

c=fajhő $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}\right]$

t_e =elérendő hőfok [K]

t_i =kiindulási hőfok [K]

Elméleti számításaim során azt feltételezem, hogy a szer fűtetlen garázsban áll, ahol $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ van. A motorban található folyadékok mennyiségéről a karbantartási utasításban található adatokat veszem figyelembe. [7.]

4. táblázat Motorban található folyadékok mennyisége

| - | Mennyiség | Tömeg |
|--------------|-----------|---------|
| Hűtőfolyadék | 25 liter | 25 kg |
| Motorolaj | 19 liter | 17,1 kg |
| Motor | | 400 kg |



Felmelegítéshez szükséges elméleti hőmennyiség:

$$Q_{v\acute{i}z} = 25 \cdot 4,19 \cdot (315,15 - 275,15) = 4190 \text{ kJ} \quad (6.)$$

$$Q_{olaj} = 17,1 \cdot 2,5 \cdot (315,15 - 275,15) = 1710 \text{ kJ} \quad (7.)$$

$$Q_{motor} = 400 \cdot 0,46 \cdot (315,15 - 275,15) = 7360 \text{ kJ} \quad (8.)$$

Mivel a melegítők közvetlenül, melegítik a motorblokkot és az hővezetés útján melegedik fel, ezért nem a teljes motor tömegével számolok. A folyadékokkal közvetlen érintkezésben lévő vas tömegét 50 kg-ra feltételezem.

$$Q_{motor50} = 50 \cdot 0,46 \cdot (315,15 - 275,15) = 920 \text{ kJ} \quad (9.)$$

$$Q_{\acute{o}sszes} = Q_{v\acute{i}z} + Q_{olaj} + Q_{motor50} = 4190 + 1710 + 920 = 6820 \text{ kJ} \quad (10.)$$



Továbbiakban figyelembe kell venni a hővezetési hőveszteséget.

$$Q_{veszteség} = \beta \cdot A \cdot t \cdot \Delta T [J] \quad (11.)$$

$$\beta_{vas} = 100 \frac{W}{m^2 K}$$

$$A_{motor} = 2m^2 \quad (\text{közeli\~{t}\~{o} \text{ \v{e}rt\~{e}k})$$

$$Q_{veszteség} = 100 \cdot 2 \cdot 480 \cdot 40 = 3840000 J = 3840 kJ \quad (12.)$$

A motort nem tekinthetjük környezetétől izolált rendszernek, ezért szükséges a hőátbocsátás figyelembe vétele. Mivel nem áll rendelkezésre megfelelő modell a motorról, amelyből a geometriai méretek pontosan vagy megközelítőleg elérhetőek lennének, ezáltal csak említésre kerül, mint fontos eleme a termodinamikai rendszernek.

$$\dot{Q} = k \cdot A \cdot \Delta T [J] \quad (13.)$$

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (14.)$$

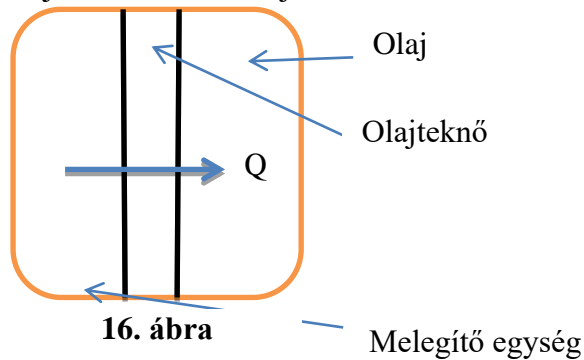
$$\alpha_{olaj} = 80 - 120 \frac{W}{m^2 K}$$

$$\alpha_{viz} = 350 - 480 \frac{W}{m^2 K} \text{ csővezetékben}$$

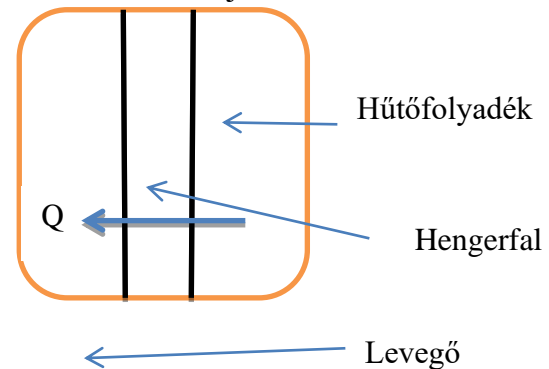
$$\alpha_{levegő} = 8 \frac{W}{m^2 K}$$



Olaj fűtésének modellje:



Víz fűtésének modellje:



Elméleti energia igény:

$$P = Q \cdot 1000 \text{ [Ws]} \quad (15.)$$

$$P_{\text{víz}} = 4190 \cdot 1000 = 4190000 \text{ Ws} = 1,1638 \text{ kWh} \quad (16.)$$

$$P_{\text{olaj}} = 1710 \cdot 1000 = 1710000 \text{ Ws} = 0,475 \text{ kWh} \quad (17.)$$

$$P_{\text{motor}} = 7360 \cdot 1000 = 7360000 \text{ Ws} = 2,0444 \text{ kWh} \quad (18.)$$

$$P_{\text{motor50}} = 920 \cdot 1000 = 920000 \text{ Ws} = 0,2555 \text{ kWh} \quad (19.)$$

$$P_{\text{összes}} = P_{\text{víz}} + P_{\text{olaj}} + P_{\text{motor50}} =$$

$$4190000 + 1710000 + 920000 = 6820000 \text{ Ws} = 1,8944 \text{ kWh} \quad (20.)$$



Teljesítmény 480 másodperc alatt:

$$P_{640v\acute{i}z} = \frac{P_{v\acute{i}z}}{t} = \frac{1,1638}{0,1333} = 8,7306kW \quad (21.)$$

$$P_{640olaj} = \frac{P_{olaj}}{t} = \frac{0,475}{0,1333} = 3,5633kW \quad (22.)$$

$$P_{640motor} = \frac{P_{motor}}{t} = \frac{2,0444}{0,1333} = 15,3368 kW \quad (23.)$$

$$P_{640motor50} = \frac{P_{motor}}{t} = \frac{0,2555}{0,1333} = 1,9167 kW \quad (24.)$$

$$P_{640\acute{o}sszes} = \frac{P_{\acute{o}sszes}}{t} = \frac{1,8944}{0,1333} = 14,2115kW \quad (25.)$$



7. 1. Fűtőszál méretezése

Alap összefüggések:

$$P = U \cdot I [W] \quad (26.)$$

$$R = \frac{U}{I} [Ohm] \quad (27.)$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} [Ohm] \quad (28.)$$

$$d = \frac{2}{U} \cdot \sqrt{\frac{\rho Pl}{\pi}} [mm^2] \quad (29.)$$

Alapadatok:

- $P_{v\acute{i}z} = 2000W$ (szabadon választott érték, a piaci gyártmányok alapján)
- $P_{olaj} = 500W$ (szabadon választott érték, a piaci gyártmányok alapján)
- $\rho_{Kanthal} = 7-8.$ táblázat alapján
- $U = 230V$

Szükséges ellenállás:

$$R_{v\acute{i}z} = \frac{230^2}{2000} = 26,45 \text{ Ohm} \quad (30.)$$

$$R_{olaj} = \frac{230^2}{500} = 105,8 \text{ Ohm} \quad (31.)$$

Fűtőszál anyagának Kanthal A1-es fűtőszál anyagot választom.



5. táblázat Víz melegítéséhez szükséges vezetékhozz:

| vezeték átmérő | Fajlagos ellenállás | Szükséges vezetékhozz | méterenkénti felület | Felület a teljes hozzon | Szükséges teljesítménynél a felületre eső terhelés |
|-------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|---|
| d [mm] | ρ [ohm/m] | l [m] | [cm ² /m] | [cm ²] | [W/cm ²] |
| 1,0 | 1,850 | 14,29 | 31,4 | 448,706 | 4,4572 |
| 1,5 | 0,821 | 32,21 | 47,1 | 1517,091 | 1,3183 |
| 2,0 | 0,462 | 57,25 | 62,8 | 3595,300 | 0,5562 |
| 2,5 | 0,295 | 89,66 | 78,5 | 7038,310 | 0,2841 |



6. táblázat. Olaj fűtéséhez szükséges vezeték hossz:

| vezeték átmérő | Fajlagos ellenállás | Szükséges vezeték hossz | méterenkénti felület | Felület a teljes hosszon | Szükséges teljesítménynél a felületre eső terhelés |
|-------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------------|---|
| d [mm] | ρ [ohm/m] | l [m] | [cm ² /m] | [cm ²] | [W/cm ²] |
| 1,0 | 1,850 | 57,18 | 31,4 | 1795,452 | 0,2784 |
| 1,5 | 0,821 | 128,86 | 47,1 | 6069,306 | 0,0823 |
| 2,0 | 0,462 | 229,00 | 62,8 | 14381,200 | 0,0347 |
| 2,5 | 0,295 | 358,64 | 78,5 | 28153,240 | 0,0177 |

Előzetes árajánlat alapján, melyet egyedi fűtőszál gyártásával foglalkozó cégek adtak, döntésem a sorozat gyártott, de kisebb teljesítményű termékekre esett, mivel a kettő közti árkülönbség nagy. Ezért a gyártók kínálatából választom ki a megfelelőt.



7. 2. Megfelelő melegítőegységek kiválasztása a gyártók kínálatából

Olajmelegítő:

Az elvárt teljesítmény 500W ezért a *Wolverine heaters 40CSACE* típusát választom.

- P=500W
- U=230V

A termék ára: 121,99 \$ jelenlegi árfolyamon körülbelül 42.700 Ft.

Vízmelegítő:

Az elvárt teljesítmény 2000W, emiatt a választásom Defa SafeStart 724-esre esett. Ez a típus a nagy vízkört melegíti.

- P=2000W
- U=230V

A termék ára: 201 € jelenlegi árfolyamon körülbelül 70.000 Ft.

További kiegészítő melegítőt szerelhetünk fel a fagydugó helyére, amelynek Defa SafeStart 100-as széria.

- P=1450W
- U=230V

61 € ami körülbelül 21.000 Ft.

Az összes költség így 133.700 Ft plusz a kiegészítő anyagok és beszerelési költségek amelyek körülbelül 150.000 Ft-ot érnek el.

További lehetőség lenne, a Webasto Thermo Pro 50 melegítője, mely kedvezőbb eredményeket képes elérni, de gazdasági okokból elvettem.

A termék ára: 1459 \$ ami körülbelül 510.000 Ft lenne.



7. 3. A kiegészítő berendezések méretezése

Mivel ezek a berendezések önálló bimetal vezérléssel vannak ellátva ezáltal nincsen szükség vezérlő kiépítésére csak kizárólag a tápfeszültséget kell biztosítani, ezért áramerősségre kell méretezni a vezetékeket.

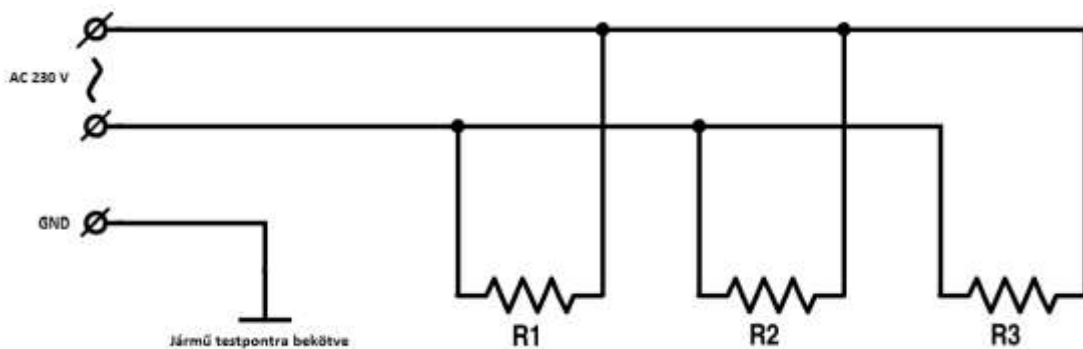
$$P_{\text{összes}} = P_{40CSACE} + P_{724} + P_{100} = 500 + 2000 + 1450 = 3950 \text{ kW} \quad (32.)$$

$$P = U \cdot I \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{3950}{230} = 17,17 \text{ A} \quad (33.)$$

Erre kell méretezni a vezetékek keresztmetszetét MSZ 2364 és MSZ HD 60364 alapján.[14.][15.]

A berendezés B csoportba tartozik és az áramfelvétele alapján, réz alapanyagú vezetékot vásárolva, 1,5 szerez biztonsági tényezőt alkalmazva a megfelelő keresztmetszet 2,5 mm²-es. [8.]

7. 4. Kapcsolási rajz



3. ábra

A kapcsolat elkészítéséhez szükséges szerelési anyagok:

- Vezeték erenkénti keresztmetszete 2,5 mm². 3 eres szigetelt sodrott erű kivitelben.
- Hőálló gégecső
- 230V vízhatlan ipari csatlakozó aljzat 32A
- Kábelkötegelő



8. AZ EGYSÉGEK ELHELYEZKEDÉSE

8.1. A részegységek paraméterei

- Defa SafeStart 724 nagy vízköri előmelegítő: $P=2000W$, $U=230V$
- Wolverine heaters 40CSACE Olajteknő melegítő egység: $P=500W$, $U=230V$
- Defa Safestart 100 kis vízköri melegítőegység: $P=1450W$, $U=230V$

A járművön a melegítőegységek három különböző helyen vannak elhelyezve. A nagy vízköri komponens a motor nagy vízkörében van elhelyezve, elhelyezésére fokozott figyelmet kell fordítani folyásirány és légzárványok kiküszöbölése végett. A kis vízköri egység a motor fagydugó helyére van telepítve. A olajteknő melegítő egység az olajteknő oldalára van ragasztási technológiával elhelyezve fokozott figyelmet kell fordítani ragasztás előtt a felület zsírtalanítására.

9. ÖSSZEFOGLALÁS

A mérési eredmények alapján egy önkéntes tűzoltóknak létrehozott rendszer, mely a motor előmelegítését végezné a vonulás megkezdése előtt, javítaná a szerek vezetési dinamikáját, emisszió kibocsátását, (kinyerhető) teljesítményét. Gazdaságilag is megtérülne mivel, időszakosan lenne alkalmazva, így növelné a motor élettartamát és csökkentené a meghibásodás lehetőségét és a felmerülő szerviz költségeket. Mindezek megvalósíthatóak, forgalomban kapható eszközökkel vagy egyedi megrendelés keretein belül a fűtőszál gyártóknál. A jobb hatásfok elérése érdekében több ponton való melegítés javasolt a motoron. Ezek a melegítési pontok jól elkülöníthetően három csoportba sorolhatóak melegített közeg tekintetében.

Egyik ilyen közeg a motorblokk szerkezete maga. Kondukciós melegítőegységekkel akár a motorblokk is lehetne melegíthető a motorra való rögzítésével, így lehetne csökkenteni



a hűtővízkörben található hűtőfolyadék felmelegedésének felfűtési idejét üzemi hőmérsékletre.

Második lehetőség a hűtővíz körben található hűtőfolyadék felmelegítése, átfolyó vízmelegítővel vagy a fagy dugók helyére illeszthető, gyári melegítőegységgel.

A harmadik, legfontosabb rész, a melegítendő kenőanyag, esetünkben motorolaj. A motorolaj hőmérséklete létfontosságú nagyterhelésű motorok esetében. Hideg olajnál idő kell az „olaj megtöréséhez”. Hideg olaj esetén a viszkozitás és tribológiai tulajdonságai rosszabbak az ideális, előírt értékekhez képest. Ezáltal a legfontosabb az olaj előmelegítése megfelelő hőmérsékletre, mivel így a megfelelő kenés a kezdeti pillanatoktól megvalósulhat. Ugyanakkor fokozott figyelmet kell fordítani a hó bevitelre, hogy az lehetőleg ne egy pontban történjen, hanem egyenletes eloszlásban. A nagy hó bevitel ugyanis egy pontban az olaj károsodásával, „megégésével” járhat. Emiatt, megfelelő eljárásként, a közvetett melegítést javaslom, mely úgy valósul meg, hogy az olajteknőt teljes felületén melegítjük egy fűtőelemmel. Így kisebb az esély az olaj élettartamának csökkenésére.

A mérések alapján, e lehetőségek együttes használatával, megvalósítható a 8 perc alatt közel üzembesz motor előkészítése. A 8 perc alatti fokozott energia igény elhanyagolhatóan kicsi a motorkárosodás megelőzésében elért eredményekhez képest, melyek karbantartás és javítás költségeiben jelentkezhetnek. Ezért javasolt a rendszer, minden olyan tűzoltóságon való alkalmazása, amelyeknél kisebb pénzügyi erőforrások állnak rendelkezésre és vonulásaik száma kevesebb, mint évi 100 db.

A bemutatott előmelegítés egy az önkéntes tűzoltóságokra kidolgozott komplex, kapunyitást és egyéb épületgépészeti vezérlést végző, rendszer egy részegysége.



IRODALOMJEGYZÉK

- [1.] Benzin-Olaj ÁFOR: Ásványolajtermékek kézikönyve (H.n.)(I.k.) (É.n.)
- [2.] Bohner, et al. . Gépjárműszerkezetek (H.n.) Műszaki Kiadó (2010)
- [3.] Czikora László, et al.: Műszaki Ismeretek II. Budapest: Katasztrófavédelmi Oktatási Központ, (2007)
- [4.] Csajághy Antal, Méhes Árpád: Gépjárműszerkezettan I., Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1975
- [5.] Dr. Beke János: Műszaki Hőtan Mérnököknek, Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, 2000
- [6.] Dr. Szabó Károly, Dr. Szilágyi János: A tűzrendészet fejlődése az őskortól a modern időkig, (h.n.) BM Könyvkiadó, 1986
- [7.] Karbantartási Kézikönyv – Tűzoltógépjárművek, (H.n.) MB-Auto Magyarország Kft., (É.n.)
- [8.] Lándor Béláné, Molnár Ervin: Villamos rajzi alapismeretek, Budapest: Tankönyvmester Kiadó, 2008
- [9.] Nagy István: Gépjárműfecskeendők, (H.n.), BM Könyvkiadó, (É.n.)
- [10.] Valasek István: Tribológia 1, Budapest: Tribotechnik Kft. 2002
- [11.] MSZ EN 1846:2011
- [12.] MSZ EN 1846-1
- [13.] MSZ EN 1846-2
- [14.] MSZ EN 2364
- [15.] MSZ HD 60364
- [16.] <http://somogy.katasztrofavedelem.hu/tortenet>



- [17.] http://tuzoltoautok.hu/szertar/gepjarmufecskendo/mercedes_atego_1328_rosenbauer_tlf_2000_at2/
- [18.] <http://tuzoltosagbarcika.hu/hu/kialakulas.php>
- [19.] <http://www.112.hu/gyik>
- [20.] <http://www.autoelektrik.ee/pics/eelsoojendi-3-big.jpg>
- [21.] <http://www.calix.se>
- [22.] <http://www.cepsa.hu/hu/kenestechnika/kenestechnikai-kisokos-i-amit-motorolajokrol-tudni-erdemes>
- [23.] http://www.defa.com/en/automotive/warmup/products/engine_heaters/100_series/
- [24.] <http://www.kussmaul.com>
- [25.] <http://www.muni.org/Departments/health/Admin/environment/AirQ/PublishingImages/data%20plug%20v%20no%20small.JPG>
- [26.] http://www.romaikor.hu/romai_elet/mindennapi_elet/a_romai_tuzoltosag/cikk/roma_tuzoltosaga
- [27.] <http://www.schottleitner.com>
- [28.] http://www.szentflorian.hu/?pageid=szabaly_jogszabalyok&menuid=szabaly
- [29.] <http://www.vedelem.hu/letoltes/historia/hist21.pdf>
- [30.] https://alkatreszek.hu/alkatreszek/autofutes_klima_auto_hutorendszerek/vizhuto
- [31.] https://alkatreszek.hu/public/images/nodes/opel_olaj_termekek.png
- [32.] <https://www.wolverineheater.com/product-p/40csace.htm>

ifj. Bodó László gépészmérnök, önkéntes tűzoltó

KÖTÉL Kaposvári Önkéntes Tűzoltó és Életmentő Egyesület

Kaposvár

e-mail: ifj.bodo.laszlo@gmail.com

orcid: 0000-0002-1009-7550