



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Gépjárműtechnológia Tanszék



TDK Dolgozat

Fejlett tüzelőanyaggal hajtott gépjármű vizsgálata

Készítette:

Jakab János Dániel

Témavezető:

Virt Márton

Konzulens (ha van):

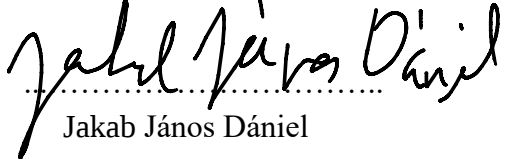
Budapest, 2023.

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépjárműtechnológia Tanszék

Budapest, XI. Stoczek utca 6. J. épület, Levélcím: Budapest, Postafiók 1521, tel. 06-1-463-1615, fax: 06-1-463-3978
e-posta: titkarsag@gjt.bme.hu, web: www.gjt.bme.hu

Nyilatkozat

Alulírott Jakab János Dániel kijelentem, hogy a szakdolgozat önálló munkám és abban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, amelyet szó szerint, vagy azonos tartalomban, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.


.....
Jakab János Dániel

Tartalmi kivonat

A hagyományos tüzelőanyagokból nyert energia számos veszélyt jelent a környezetünkre és a saját egészségünkre nézve is. A közlekedés az egyik legjobban érintett terület a károsanyag kibocsátás terén. Ennek hatását nemzetközi egyezményekkel, kontinesenkénti vagy országbeli szabályozásokkal próbálják csökkenteni melyek súlyos károkat tesznek a környezetben és az egészségünkben is, de különböző szabályozások hatása nagyban függ az adott régió fejlettségétől. Tehát Európában és Észak-Amerikában jobban el lehet érni a környezetvédelmi hatásokat, mint Afrikában. A fejlettség magában hordozza, az alternatívák használatát vagy azok kutatását. Alternatívák jelentek meg a közlekedésben melyekkel már lehet csökkenteni a károsanyag kibocsátást. Ilyen lehet a villamos hajtás, különböző gázhajtású járművek, például hidrogén vagy éppen a hagyományos tüzelőanyagok összekeverése valamilyen más vegyülettel, legfőbbképp alkoholokkal, mert azok rendelkeznek azokkal a tulajdonságokkal, amik megfelelnek a tüzelőanyag követelményeinek például oktánszám/cetánszám, párolgáshő, viszkozitás, ezenfelül jelentős oxigén tartalmuk miatt jobban elősegítik a tökéletes égést. Ezenfelül, még az előállításuknál is ügyelni kell a lehető legkevsebb károsanyag kibocsátásra. Alkoholok között is lehetnek eltérések a fizikai és kémiai tulajdonságaikat illetően. Számos kutatást végeztek már a különböző alkohol és benzin keverékekkel mérve a keverék károsanyag kibocsátást. Mindegyik csökkentette a CO és HC emissziót, de növelték a CO₂ és NO_x emissziót a hagyományos benzinnel való méréshez képest, amit a nagyobb oxigéntartalommal lehet magyarázni. Különböző alkohol fajták és benzin keverék emissziós értékeit összevetve is lehet jellemezni az egyes alkohol fajták károsanyag kibocsátását a többihez képest adott mennyiségben. Különböző mérések összehasonlítása, alkoholok tulajdonságai alapján izopropil alkoholt választottam. Egy ellenállás változás alapján mérő hőmérőt készítettem, melyhez magam terveztem meg az áramkört, majd valósítottam meg azt, illetve az áramkörhöz egy Arduinot kötve tudtam feljegyezni a különböző hőmérsékleteket. A hőmérőhöz még egy házát is terveztem, így már védve volt a külső hatásoktól. A hőmérő megalkotásához azért volt szükség, mert az emissziós mérő műszernek van egy maximális hőmérséklete, amin felül, ha tartósan éri a hőterhelés, károsodáshoz vezethetett volna. Ezen felül 10%, 30% és 50%-os benzin-izopropanol kevékeket állítottam össze és vizsgáltam a stabilitásukat kettő héten át, ezzel vizsgálva mennyire lehet használható a jövőben.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	5
2. Irodalomkutatás.....	6
2.1. Szabályozások	6
2.1.1. Nemzetközi megállapodások	6
2.1.2. EU-n belüli szabályozás.....	6
2.1.3. EU-n kívüli szabályozások, megoldások	7
2.1.4. Alternatív tüzelőanyag szabályozás az EU-ban.....	8
2.2. Alternatív tüzelőanyagok történe	11
2.2.1. Elsőgenerációs alternatív tüzelőanyagok.....	11
2.2.2. Másodgenerációs alternatív tüzelőanyagok.....	12
2.2.3. Fejlett alternatív tüzelőanyagok.....	12
2.3. Alkohokok a közlekedésben.....	13
2.3.1. Tüzelőanyagokkal szembeni követelmények	13
2.3.2. Alkohokok hatása a motor működésére.....	14
2.3.3. Alkohokok károsanyag kibocsátása.....	14
2.3.4. Alkoholfajták összehasonlítása.....	15
2.4. Izopropil alkohol	17
2.4.1. Tulajdonságai.....	17
2.4.2. Bezinnel való összehasonlítás.....	17
2.4.3. Kutatások károsanyag kibocsátás terén	17
2.4.4. Izopropanol hatásainak elemzése.....	25
2.4.5. Izopropanol gyártása.....	25
3. CÉLMEGHATÁROZÁS, MÓDSZEREK	26
3.1. Célmeghatározása.....	27
3.2. Módszerek	27
3.3. Eszközök.....	27
3.4. Anyagok	27
4. Mérnöki Megoldás.....	27
4.1. Hőmérő elkészítése.....	28
4.1.1. Hőmérő elektronikai részének elkészítése.....	28
4.1.2. Hőmérő házának elkészítése	31
4.2. Izopropanol-benzin keverék stabilitás vizsgálata.....	33
5. Összegzés	34
6. Irodalomjegyzék.....	35
7. Ábrajegyzék	42
8. Táblázatok jegyzéke	43

1. BEVEZETÉS

A világon kialakult iparosodáshoz, illetve a mostani napjainkhoz hozzátartozik a fosszilis tüzelőanyagok felhasználása. Ennek oka, hogy a fosszilis tüzelőanyagok jelentős mennyiségben állnak rendelkezésre, illetve sok féle képpen lehet őket hasznosítani. Számos iparág, mint például a gyógyszeripar, a vegyipar, az energiatermelés vagy éppen a közlekedés nagyban függ ezekről és ezáltal az emberiség is, mert ezek biztosítják manapság kapható termékeknek, otthoni energia nagy részét.

A fosszilis energiahordozók, amiket felhasználnak a gyárak, illetve a közlekedésben részvevő járművek, nagyban hozzájárul a klímaváltozáshoz, ezáltal a globális felmelegedéshez, mert a fosszilis energiahordozók elégetésével jelentős széndioxid (CO_2); szénmonoxid (CO) illetve nitrogén oxidok (NO_x) keletkeznek, amik károsak a környezetre, illetve a mi egészségünkre is, vagyis a jövőnkre nézve. Emellett a fosszilis tüzelőanyag készletek is végesek, nem használhatjuk őket a végtelenségig. Ezért kell ezt a fajta problémával komolyan foglalkozni, mert a jövőnk múlik rajta.

Ezt a problémát, pedig úgy kell kezelni, hogy a közeledés, ami globalizációt alkotja ne álljon le, mert az gazdaságokat tesz tönkre, ami a társadalomra is jelentős hatással bír, viszont egészségünk, környezetünk érdekében foglalkozni kell ezzel a globális problémával politikai szinten is. Szerintem a probléma leküzdéséhez foglalkozni kell ezzel a problémával is és közösen kell gondolkodni, hogy hogyan lehet a károsanyagokat csökkenteni, például szabályozásokkal vagy olyan más alternatívákat keresni, amik nem ennyire károsak, de a mostani életszínvonal sem romlik. A különféle kutatások javíthatják a gazdaságot, illetve az emberiség tudásbázisát is bővíthetik.

Politikai szinten annyit lehet tenni, hogy különböző károsanyag kibocsátás korlátozó intézkedéseket vezetnek be például a közlekedésben használatos járművekre, mint például Európai Unióban használatos Euro5 és 6 vagy ami éppen hamarosan fog bevezetésre kerülni az Euro7. Politikai nyomásra a gazdaság is elkezdett ezzel a témával foglalkozni és alternatívákat keresni, mint például a közlekedésben elektromobilitás vagy a különböző alternatív tüzelőanyagok, az energiatermelésben pedig a megújuló energiaforrások használata, amikkel kiválthatóak a ma használatos fosszilis tüzelőanyagok. Ma már számos alternatívát ismerünk mind az energiatermelésben, mind a közlekedés terén is, amiknek megvannak maguk előnyeik és hátrányaik a többihez képest.

2. IRODALOMKUTATÁS

2.1.SZABÁLYOZÁSOK

2.1.1. NEMZETKÖZI MEGÁLLAPODÁSOK

A 2015-ben megszületett párizsi klímaegyezmény nagy eredménye, hogy minden országnak azon kell lennie (főként az Amerikai Egyesült Államok; Európai Unió; Kína; India, akik a legnagyobb széndioxid kibocsátók a világon), hogy minél gyorsabban el tudja érni a kevesebb széndioxid kibocsátást. A cél pedig a +2C° alatti globális hőmérsékletnövekedés az iparodás előtti értékekhez képest, de törekedni kell az +1,5 C°-os alatti melegedés eléréséhez. [1]

2.1.2. EU-N BELÜLI SZABÁLYOZÁS

Ezen felül minden földrészen vagy országban vannak ennél szigorúbb szabályozások. Az Európai Unió a saját területén az Euro nevezetű szabályokkal próbálja csökkenteni a közlekedés által kibocsátott károsanyagokat. Már a párizsi klímaegyezmény előtt 6 évvel az Euro 5 bevezetésével arra törekedett az Európai Unió, hogy főként a dízel üzemű járművekből származó nitrogénoxidkibocsátást kell a legjelentősebben csökkenteni. Eközben figyelembe kellett venni a versenyképességet, de fennt kellett tartani az ösztönzést a járműgyártóknak az innovációkra, amivel a levegő minőségét lehet javítani és így a várható élettartam növekedést lehet elérni. Minden gépjárműgyártó cég köteles bebizonyítani, hogy az új járműveik, amelyek a Közösségben regisztrálva, értékesítve vagy üzembe helyeznek megfelelnek a Közösségi rendeletben és végrehajtási intézkedésben foglaltakkal és ezáltal típusjóváhagyással rendelkeznek. Emellett azt is biztosítani kell, hogy a gyártás megfelelő volt, illetve a kibocsátócsökkentő élettartama, üzemelése. Ezt szintén típusjóváhagyás eljárásokkal tudják igazolni a gyártók. A gyártóknak az eladott járműhöz tartozó dokumentumban kell feltüntetniük a vásárló számára a széndioxid-kibocsátás, illetve az üzemanyag-fogyasztásra vonatkozó adatokat. A járműjavítási- és karbantartási információkat tartalmazó szabványos dokumentumot pedig gyorsan elérhető legyen a hivatalos forgalmazók, szervizek számára. Ezenfelül a járműgyártóknak fel kell szerelniük a járműveiket, hogy annak alapján a kibocsátást befolyásoló alkatrészek megfelelnek-e a követelményeknek. Természetesen a törvény tiltja a kibocsátáscsökkentő alkatrészek hatásfokának csökkentését, de vannak kivételek, mint például, ha a berendezés károsítja a jármű motorját. Az Európai Unió tagállamainak

megengedett a pénzügyi ösztönzők alkalmazása a minél több új rendeletnek megfelelt gépjármű forgalomba helyezését vagy olyan járművek leselejtezését, amik már nem felelnek meg a követelménynek. Viszont minden tagállamnak meg kell adnia a járműgyártók számára az Európai Közösség-típusjóváhagyást és/vagy a nemzeti típusjóváhagyást, illetve meg kell tagadniuk minden olyan új járműnek az Európai Közösség típusjóváhagyást és/vagy a nemzeti típusjóváhagyást, amik üzemanyag-fogyasztás és/vagy kibocsátás okok miatt nem felelnek meg az Euro 6 határértékeinek. [2] Az Európai Unió 2009-es rendelete azt a célt tűzte ki, hogy az új gépjárművek átlagos CO₂ kibocsátása 120 g/km legyen, az új személygépkocsik esetén pedig lecsökkenjen 130 g/km-re. 2020-ra pedig 95 g/km átlagos CO₂ átlagos kibocsátást írtak elő, amit még 10 g/km CO₂ kell tovább csökkenteni. Az Európai Unióban 2012-től kezdve többletkibocsátási díj megfizetésére kötelezi azokat a járműgyártókat, amelyeknek az átlagos fajlagos CO₂ kibocsátása meghaladja a járműgyártó ugyanazon évi átlagos fajlagos kibocsátást. A többletkibocsátási díj pedig az Európai Unió átlagos költségvetését képi. 2011 óta minden járműgyártó minden év október 31. napjáig megkapja az előző évre vonatkozó átlagos fajlagos kibocsátást, átlagos fajlagos CO₂ kibocsátás értékeket az előző évből, illetve az előző és ugyanazon év CO₂ kibocsátás közti különbséget. [3]

Az Euro 7 pedig még szigorúbb értékeket ír elő. 2035-től személygépjárműveknél legalább 35%-os, míg tehergépjárművek és buszok esetén minimum 56% NO_x csökkenést kell elérni. Részecskék esetén személygépjárművek esetén legalább 13%-os, buszok és tehergépjárművek esetén 39%-os csökkenésre kell törekedni. Ez azért kell bevezetni mert az Európai Unió a saját területén a káros NO_x kibocsátás 39%-a, a városok levegőjében található káros NO_x 47%-a a közúti közlekedés miatt kerül a kibocsátásra. [4]

2.1.3. EU-N KÍVÜLI SZABÁLYOZÁSOK, MEGOLDÁSOK

Más földrészekre kitekintve, mint például Afrika, ahol néhány ország törekszik a szén-dioxid kibocsátás csökkentésére. Ilyen volt például a 2001-es dél-afrikai Polokwane-nyilatkozat a hulladéklerakókba kerülő hulladék mennyiségének 50%-os csökkentését tűzte ki célul 2012-ig, mert Afrika jelentős részén a CO₂ kibocsátásért a hulladékgazdálkodás a felelős. A célok viszont sajnos elég lassan tudnak megvalósulni, mert jelentéktelen összegek lettek felhasználva erre a célra, ráadásul sok afrikai országban az emberek a vidékről költöznek be a nagyobb városokba, ami azt a problémát eredményezi, hogy más a vidéki és más a városi hulladékgazdálkodás. A célok eléréséhez

az országoknak közösön kell megalkotniuk egy rendszert, ami alapján lehet különböző szabályokat hozni, betartatni azokat, a lakosságot informálni, hasonlóan, mint ahogy azt a fejlett nyugati országok tették. [5]

Ázsiában a legnagyobb arányban a villamos energia- és a hőtermelés, mezőgazdaság, erdőgazdálkodás, egyéb földhasználat, ipar és ezeket követi a közlekedés. 2017-ben már a közlekedés több CO₂-t bocsátott ki a környezetbe, mint a villamos energiatermelés, ezért vált fontossá, hogy a közlekedés terén is csökkentsék a kibocsátást. Mivel Ázsia gyorsan fejlődik, így van elegendő forrás különböző alternatívákat keresni a fosszilis tüzelőanyagok helyett. Az energiatermelésben már jelentős szerepet játszanak a megújuló energiaforrások, amik nagy mértékben csökkentették a szén-dioxid kibocsátást, Kínában, Japánban, Indonéziában, Thaiföldön. Közlekedés terén pedig a tiszta járműtechnológiáknak sokkal nagyobb szerepet kell játszania, és a fosszilis tüzelőanyagoktól való függőséget csökkenteni kell, helyettük inkább a villamos energia, a hidrogén és a bioüzemanyagok felé kell közeledni. Bioüzemanyag alapanyagtermesztésre pedig Dél-Kelet Ázsiában jelentős területek lehet fordítani. Kisebb mértékben már alkalmaznak oxigénezett üzemanyagokat, amik által csökkentek a szénmonoxid, elégetlen szénhidrogének, részecskekibocsátás mennyisége. [6]

Az Amerikai Egyesült Államokban a légszennyezés legnagyobb okozója a közlekedés, mert az üzemanyag főként fosszilis energiaforrásból készül. A károsanyagkibocsátás csökkentése érdekében itt is használatba kerültek az alternatív megoldású járművek, mint például elektromos, hibrid vagy gázüzemű gépjárművek. Energiapolitika miatt pedig fokozatosan integrálják az ilyen típusú járműveket a közlekedésbe. Különböző módszerek használatával próbálnak új alternatívákat megfeleltetni. Fuzzy FUCOM és a Fuzzy MARCOS (azaz mérési alternatívák és rangsorolás a kompromisszumos megoldás szerint) módszert alkalmazva az alternatív üzemanyag-fogyasztó járművek kiválasztási problémájának megoldására. A FUCOM az értékelési kritériumok bináris összehasonlítását nem csak egész számok, hanem ügyességi értékek használatával is elvégzi. Egy egyszerű algoritmust használ a kritériumok súlyának meghatározására. A kritérium súlyának eldöntéséhez kisebb számú bináris összehasonlításra van szükség. A módszert előnyben részesítik a vizsgálatban hasznossága miatt. [7]

2.1.4. ALTERNATÍV TÜZELŐANYAG SZABÁLYOZÁS AZ EU-BAN

A károsanyagkibocsátás csökkentése érdekében tett lépéseknél figyelembe kell venni, hogy maga az adott alternatíva előállítása-felhasználása mennyire szennyezi jobban a

környezetet, mint a jelenlegi üzemanyagok. Amíg a világ többi országai próbálnak átállni az alternatív üzemanyag használatára, addig az Európai Unió meghozta talán a világon a legszigorúbb korlátozó intézkedéseket az újfajta üzemanyagokra vonatkoztatva. Például rendelettel kívánják minimalizálni a közvetett, illetve a közvetlen földhasználatot a bioüzemanyag-fajtákra. Ilyen a gabona vagy más keményítővel, cukorral rendelkező, olajnövényekre szánt fölterület, amit bioüzemanyagra kívánnak felhasználni. Emellett a rendelet megengedi az egyes tagállamoknak, hogy a rendeletben foglalt értéktől kisebb értéket szabjanak meg a saját területükre vonatkozóan. Ennek célja, hogy a bioüzemanyagok előállításához ne használjanak fel több fölterületet, mint általában, mert ezzel veszélyeztetni lehet az emberiség élelmiszerellátását, illetve nem lenne környezetbarát, ha különböző erdőket, tőzeglápokat, vizes területeket használnának fel, mert ez további üvegháshatásúgázok felszabadulásához vezethet és értelmetlenné válna a bioüzemanyagok előállítása. Viszont, megengedett olyan ésszerű gépesítés végrehajtása, illetve olyan földterületek bevonása a különböző bioüzemanyagok előállításához, amiket eredetileg nem növénytermesztésre szántak, nagyban segítheti az üvegháshatású gázok csökkenését, valamint ügyelni kell arra, hogy a talajmisménység, talaj szerveszén-tartalma ne károsodjon. Az erdei biomasszából származó üzemanyagok esetén biztosítani kell az olyan földterületek használatát, ahol az erdőt újra lehet telepíteni, amire garanciát kell vállalni. Így meg elehet őrizni a természet sokféleségét. A biomasszából készült üzemanyaggyártás valószínűleg folyamatosan növekedni fog, így a kitermelés fenntartható módon kell végezni. Az Európai Unió tagállamoknak pedig arra kötelezték, hogy 2020-tól kezdve előírják az üzemanyag-forgalmazó cégeknek, hogy az üzemanyaguk egy részét bioüzemanyagból készüljön, milyen arányban, így kialakítva egy kiszámíthatóságot az üzemanyag-forgalmazók számára, illetve egy ösztönzést adva arra, hogy kezdjenek el foglalkozni az alternatív közlekedés célú üzemanyagokkal, ami nem biológiai, folyékony vagy gáznemű, hanem megújulóenergiát felhasználva lehet előállítani. Ezzel olyan célt tűzött ki az Európai Unió, hogy jelentősen lehet csökkenteni a szénkibocsátást, javítani lehet a közlekedés energiaverifikációját, illetve az Unión belül növeli az innovációt, a foglalkoztatottságot, egyben csökken az energiainportból származó függés. [8]

Alternatív tüzelőanyagok kutatása mellett fel kell gyorsítani az elektromos mobilitás fejlesztését is, vagy célszerű minél több árut vasúti úton szállítani. Másik alternatíva az üvegháshatásúgázok csökkentésére a széntartalom újrahasznosításából keletkezett

üzemanyagok, de csak akkor lehet az ilyen fajtájú üzemanyagokkal dekarbonizálni a közelekedést, ha eléri az üvegházhatásúgázkibocsátás-megtakarításra kitűzött értékeket.

A folyékony vagy gáznemű üzemanyagok, nem csak használatuk során, hanem előállításuk közben jelentősen szennyeznek a környezetet. A nem biológiai úton előállított gáznemű vagy folyadék üzemanyagok előállítása során törekedni, kell arra, hogy megújuló energiából származó villamosenergiaforrás felhasználásával kell előállítani, illetve az üzemanyaggyártó cégnek részt kell venni a megújuló energia elterjesztésében vagy anyagilag kell hozzájárulnia a megújuló energia előállításához. A rendeletben foglalt uniós kritériumoknak való megfelelés érdekében létrehoztak nemzetközi és nemzeti rendszereket, amivel lehet bizonyítani azt, hogy minden gyártó betartja-e a szabályokat, a csalások kiszűrése érdekében pedig a Bizottságot felhatalmazták arra, hogy részletes végrehajtási tervezetek legyenek elfogadva az önkéntes rendszerekre vonatkoztatva. A megengedett értékeket előre meg kell határozni, amit később frissíteni, bővíteni kell, ha már elegendő adat mennyiség áll rendelkezésre a Bizottság számára. Olyan szabályokat kell létrehozni, amik tárgyilagos, egyértelmű és megkülönböztetésmentes kritériumokon alapulnak. Így már számszerűsíteni lehet a bioüzemanyagok által okozott üvegházhatásúgázkibocsátás-megtakarítást. Az üvegházhatást okozó gázok kibocsátására szolgáló értékek kiszámításához elengedhetetlen a mostani tudományos, műszaki ismereteinket együttevővé használjuk fel, ezenfelül figyelembe kell venni a szilárd, gáz halmazállapotú biomasszából előállított üzemanyag végső energiává történő átalakítását, annak érdekében, hogy biztosan ne legyenek eltérések az uniós célkitűzésekkel szemben. Az üvegházhatásúgázkibocsátás-megtakarításra vonatkozó számítás során elengedhetetlen annak figyelembevétele, hogy vannak olyan földterületek, amelyeken olyan nyersanyagokat termesztene, amikből üzemanyag készül, olyan földterületek, amelyek vagy jelentős szénrel rendelkeznek vagy annak növényzetük rendelkezik. Ezekről a földterületekről a szén egy része kijut a levegőbe és szén-dioxiddá alakul át, aminek negatív hatása van az üvegházhatásúgáz-kibocsátásra. A biomasszából előállított üzemanyagok használatának a szén-dioxid-kibocsátásra gyakorolt hatását ki lehessen számolni, ahhoz a termesztéstől a felhasználásig kell figyelembe venni az üvegházhatásúgáz-kibocsátást. A szakpolitikai célokhoz társtermékek mennyiségét is fel kell használni az üzemanyagok előállításából és felhasználásából származó üvegházhatásúgáz-kibocsátások kiszámításánál, ehhez pedig a behelyettesítési módszer a legoptimálisabb megoldás. Az egyes gazdasági szereplőket és

közlekedési célú üzemanyag szállítványokat illető szabályozási célra pedig az energiaelosztásos módszer a legmegfelelőbb választás, mert könnyű alkalmazni, időben ki lehet számolni, lehetőleg jobban ellensúlyozza az ellentétes hatású ösztönzőket, illetve összevethető a behelyettesítési módszer eredményeivel. [8]

2030-ra az Európai Unió célul tűzte ki, hogy minden tagállam együttesen biztosítsa az uniós bruttó energiafelhasználás 32%-t megújulóenergiát felhasználva. A célkitűzés érdekében a Bizottság ebben a naptári évben jogalkotási javaslatot tett, hogy ha a megújuló energia termelésében további jelentős költségcsökkenést tapasztalnak, ha szükséges ahhoz, hogy az Unió által a dekarbonizáció vonatkozásában vállalt nemzetközi kötelezettségek teljesítse vagy ha ezt a fajta növekedést az uniós energiafelhasználás csökkenése tenné szükségessé. [8]

2.2.ALTERNATÍV TÜZELŐANYAGOK TÖRTÉNE

2.2.1. ELSŐGENERÁCIÓS ALTERNATÍV TÜZELŐANYAGOK

A 20. század kezdete óta töretlen a folyadék hajtóanyagok használata a közlekedésben, amelyek fosszilis energiahordozókból készültek. Az 1970-es években történő olajválság hatására kezdődtek különféle kutatások az alternatív tüzelőanyagok iránt, melyet a szakirodalmak három nagy korszakra osztanak fel. [9]

Az elsőgenerációs alternatív üzemanyagok kutatása már a belsőégésű motorok megjelenésekor elkezdődött és a mai napig folynak. Főként etanolt és különböző növényi olajokat, gázokat használtak fel, mert ezeknek számos alternatív felhasználásuk létezik, illetve alpból rendelkezésre állnak. Gázolaj esetén folytak kutatások a tiszta növényi olaj alkalmazására, de inkább a biodízel kezdték jobban kutatni, mert a biodízel áteresztett növényi olaj, amellyel a gázolajhoz hasonló tulajdonságok érhetőek el. A szabvány előírásainak megfelelő motorhajtóanyag előállításához szükséges a bekeveréssel készíteni az alternatív üzemanyagokat, mely az alternatív üzemanyagok használtának a legkritikusabb szempont. Biodízel esetén maga az alapanyag a legkritikusabb, mert a tulajdonságai függenek például a műtrágya mennyiségétől vagy az esős napok számától. Benzin üzemű motorokhoz könnyebb volt megfelelő alternatívát előállítani, mert az alkohol gyártásieljárása mindig ugyanazt a minőséget garantálta például az etanol esetében. A bekeverési korlát ezért a motorok alkatészinek felkészítettségétől függtek. Alkohol használata esetén a különböző gumi, műanyag alkatrészek felkeményednek, az alkohol tisztító hatása révén a különféle szennyeződéseket eltávolítja, így azok hamar

eltömítik a szűrőket. Európában ma már 10 v/v %-ig kevernek alkoholt a benzinhoz, de ez az arány növekedni fog a jövőben. Az etanolt szokás nem csak közvetlenül bekerni a benzinnel, hanem a különféle vegyületekkel által bekeverni, mint például az etil-tercier-butil-éter (ETBE), melyben az etanol rossz tulajdonságait lehet kompenzálni mással. [9]

A különféle gázok használata pedig a motorok átalakítását követeli meg, mely nagy korlátja is ezeknek az alternatíváknak. CNG főként a haszongépjárművekhez, a PB-t és az autógázokat pedig a magánszemélyek használják kedvező adóásuk miatt. [9]

2.2.2. MÁSODGENERÁCIÓS ALTERNATÍV TÜZELŐANYAGOK

A másodgenerációs alternatív üzemanyagok főként alapanyagban térnek el az elsőgenerációsoktól. Fő cél volt az emberi fogyasztás és hajtóanyag közti verseny megszüntetése. Növényi származású olajok esetén a repce és napreforgóolaj helyettesítésére szinte minden növényi olajat vizsgálat alá vetettek. Kutatások során az újrahasznosított olajokat is bevonták, ilyen volt például a sütőolaj, melynek fő előnye, hogy hulladékot hasznosítanak újra, viszont a hátránya, hogy a minőség eléréséhez bonyolult eljárást kell alkalmazni. Etanol esetén a termény alapú (például cukorból) alkohol előállításán felül, a keményítő és a cellulóz alapú termékeket kezdték főként vizsgálni. Nagy előnyük, hogy az alapanyagok és a gyártási technológiák által képesek megszüntetni az emberi fogyasztással történő versenyt. [9]

2.2.3. FEJLETT ALTERNATÍV TÜZELŐANYAGOK

A harmadik nagy korszak a fejlett üzemanyagok, melyek fő kutatási iránya a szintetikus üzemanyagok. Számos üzemanyag előállítható a Fischer-Tropsch eljárás által szintézisgáz, hidrogén hozzáadásával. Folyékony szénhidrogén üzemanyagok előállításához a legfőbb javaslat „hibrid hidrogén-szén” (H₂CAR) eljárás, mely során a biomassa szénforrásként szolgál a hidrogént pedig szénmentes energiából állítják elő. Szintetizált folyadék, mely a nyílt hurkú rendszerben képes hidrogén tárolásra. A kőolajat szénnel helyettesítésének nagy előnye, hogy emiatt nem jut több CO₂ a levegőbe, ezáltal nem kell CO₂ megkötés. Dízelmotor esetén az egyik ígéretes alternatíva az oximetilén-éter, mely fenntarthatóan állítható elő, hatékony és tiszta égéssel rendelkezik.

Pirolízis olajokat a hulladéktovább-hasznosítási opcióként vizsgálták. A pirolízis olaj magasabb víz- és aromástartalommal rendelkezik, mint a gázolaj, melyek növelik az kibocsátást. Emellett a magas kéntartalmuk is az emisszió értékének növelését okozza, viszont az alacsony Cetán-indexük miatt alacsonyabb szén-hidrogén-jelent, tesztek során

pedig emiatt csökkent a szén-hidrogén kibocsátás. További nagy háányuk a magas dermedéspont, mely 20°C körül található, így önálló vagy elsődleges keverőkomponensként nem lehet őket alkalmazni, inkább csak harmadik keverőkomponensként. [9]

A HVO egy új mód a növényi olajok motorikus alkalmazásához, mely során a növényi olajokat hidrogénezik, így elérve rendkívül jó tulajdonságokat magába foglaló komponens. Téli tulajdonságai a téli gázolaj tulajdonságaival vetekszenek és Észak-Európában már a gyártási költségek csökkentésére fókuszálnak.

Magasabbrendű alkoholok üzemanyagként való alkalmazása főként dízelmotoroknál lehet hasznos, mert dízelkomponensként csökkentik az emissziós értékeket, tulajdonságaik pedig jobban közelítenek a gázolajhoz, mint az etanol. Itt főként a butanolt és a propanolt vizsgálják. [9]

2.3. ALKOHOLOK A KÖZLEKEDESBEN

Biomasszából a legcélszerűbb az alkohol előállítása belsőégésű motorok számára, mint alternatív üzemanyag mert gazdaságos előállítani, tárolni, szállítani, illetve a követelményeket is be lehet vele tartani. Főként alkánokból, illetve telített ciklo-szénhidrogénekből származnak, melyeket egy vagy akár több OH csoporttal helyettesítenek. Az így keletkezett nagyobb oxigéntartalom miatt az égés során több üzemanyag tud elégni, az égés is javul, ezáltal csökken a károsanyagok keletkezése, amik a környezetbe tudnának jutni. [10]

2.3.1. TÜZELŐANYAGOKKAL SZEMBENI KÖVETELMÉNYEK

A közlekedésben pedig, azért lehet használni az alkoholokat üzemanyagként, mert sok kritériumot lehet velük teljesíteni, illetve vannak olyan tulajdonságaik, melyek jobbak, mint a hagyományos üzemanyagoknak. Ilyen például az oktánszám a tüzelőanyag kompressziótűrését írja le. Benzinüzemű motorok esetén felmerülhet a kopogásos égés, amely hamar kárt okozhat a motorban, ezért kell magas oktánszámú üzemanyagokat használni és az alkoholok többsége jobb oktánszámmal rendelkezik, mint a ma használatos fosszilis üzemanyagok. Oktánszám mellett fontos befolyásoló tényező az adott üzemanyag fűtőértéke, mely azt jellemzi, hogy az égés során mekkora hőmennyiség szabadul fel egységnyi tömegű üzemanyag esetén. Alkoholok esetén többszörösen alacsonyabb a fűtőérték, melyet befolyásol az alkohol oxigén-, hidrogén-, szén- és víztartalma. Az oxigén tartalom növekedése csökkenti a fűtőértéket, ezért is kicsi

az összes oxigéntartalmú vegyület fűtőértéke a hagyományos tüzelőanyagokhoz képest. A harmadik kritikus tényező a forráspont. A forráspont mutatja meg, hogy az adott üzemanyag milyen gyorsan tud elpárologni. Az alkoholok alacsonyabb forrásponttal rendelkeznek, mint a hagyományos üzemanyagok, ezért gyorsabban is tudnak elpárologni, mert ha az üzemanyag nem tud elpárologni, akkor üzemanyagkezelő rendszerben károk keletkezhetnek, illetve a tökéletlen égés miatt jelentős lesz a szénmonoxid, az elégetlen szénhidrogén kibocsátás mennyisége. [11]

2.3.2. ALKOHOLOK HATÁSA A MOTOR MŰKÖDÉSÉRE

Az alkoholoknak is megvannak a saját előnyös és hátrányos tulajdonságaik, mint üzemanyag. Kísérletekkel bizonyított, hogy alkohollal üzemeltetett benzinmotor esetén nőtt a leadott a nyomaték, viszont vele együtt növekedett az üzemanyagfogyasztás is. A fogyasztásnövekedésnek az az oka, hogy az alkoholok kisebb fűtőértékkel rendelkeznek, mint a fosszilis üzemanyagok. Az égési karakterisztikát vizsgálva pedig kimutatták, hogy az alkoholok magas oxigéntartalma biztosítja a legjobb égési hatékonyságot, viszont az oxigéntartalom egyben korlátozza is az üzemanyagfogyasztás hatékonyságát, mert más ehhez szükséges energiája kevesebb, mint a hagyományos üzemanyagoknak. [11]

2.3.3. ALKOHOLOK KÁROSANYAG KIBOCSÁTÁSA

A mostani témához a legfontosabb tényező a károsanyagkibocsátás. Kutatásokat végezve kiderült, hogy alkoholból készült üzemanyag esetén csökken az NO_x és HC kibocsátás, mert a hengeren belüli csúcshőmérséklet csökkent és a NO_x keletkezésének egyik feltétele a magas hőmérséklet. A kutatások során vizsgálva a különböző alkohol fajtákat, mint például a 2-propanolt, etanolt, metanolt benzinnel keverve 5-20% v/v-ban, az NO_x kibocsátás 60%-kal csökkent a tiszta benzin használat során mért értéknél. Etanol-benzinkeverék esetén a CO és HC kibocsátás 20%-kal csökkent, mint ha csak tiszta benzinnel mértek volna, a legjobb értékek az E85 üzemanyag során mérték, ahol szinte megszűnt a HC kibocsátás. Kompressziógyújtású motorok esetén dimetilétert használtak a méréshez, mely azt tanúsította, hogy az el nem égett szénhidrogének mennyisége csökken, ha a dimetiléter mennyise nő a keverékben. Különböző vizsgálatokat végezve olyan keverékekre, amelyeket kétféle fajta alkohol, illetve tiszta benzin alkotja, a vizsgálatok megmutatták, hogy például az etanol-metanol-benzin keverékkel végzett mérésekkel megállapították, az NO_x , CO_2 kibocsátási érték csökken, ha kétféle fajta alkoholt keverünk össze benzinnel, mint ha csak tiszta benzinnel mérnénk. Ha

dimetiléter-benzin keveréken méréseket végezve kimutatható, hogy az NO_x , HC kibocsátás növekszik, a tiszta benzinnel mért kibocsátási értékekhez képest. Három hengeres motoron végzett mérések etanol-benzin keverékkel megmutatta, hogy az E10, E20 jelentéktelenül növelte a HC kibocsátást 2500 1/perc fordulatszámon. Nagyobb motorterheléses mérések során kimutathatóvá vált az etanol-benzin keverék nagyobb motorterhelésen bocsát ki annyi szénhidrogén mennyiséget, mint a tiszta benzin alacsony terhelésen. A másik fontos károsanyag a CO_2 , mely az egyik felelős az üvegházhatáson keresztül a globális hőmérséklet növekedéséhez. A szén-dioxid a szénhidrogén tiszta égése során keletkezik, amelyet befolyásol az üzemanyag C-H aránya, valamint az oxigén tartalom, mely fő szerepet játszik az égés javításában, ezáltal növelve a CO_2 mennyiséget és csökkentve a CO kibocsátást. Alkoholokkal végzett kutatások megmutatták, hogy a CO_2 kibocsátás növekszik, a CO pedig csökken, a csak tiszta benzinnel mért értékekhez képest. Alkoholal végzett mérések során az égés sebesség növekedésével nőtt a szén-dioxid kibocsátás méréke, a kompresszióviszony növelésével viszont csökkenthető volt a CO_2 mértéke. Etanol-benzin keverék (E5, E10) esetén 0,1%-os CO_2 növekedést értek el négy hengeres szikragyújtású motoron végzett kutatás során. Csak tiszta etanol használata során 2,51%-es szén-dioxid mennyiség növekedést értek el, a tiszta benzinnel mért értékhez képest. Sok mérés során megfigyelhető volt az etanol-benzin keverék, vagy csak tiszta etanol használat során enyhe CO_2 kibocsátás növekedés. További mérések során, melyekben különféle arányú etanol-benzin keverékeket vizsgáltak, kimutatták, hogy az etanol rendelkezett a megfelelőbb gyúlékonysággal, nagyobb oxigéntartalom miatt csökkent a CO, HC kibocsátás, ezért nőtt a CO_2 mennyisége a kipufogógázban. Különböző arányú etanol-benzin keverékek esetén kisebb CO kibocsátást tapasztaltak, például: E10 esetén 30%-os, E50 esetén pedig 54%-os CO kibocsátást mértek a tiszta benzinnel végzett méréseken tapasztalt értékekhez képest. Így elmondható, hogy az alkoholok különböző fajtáik, különböző arány képesek csökkenteni a károsanyagokat a kipufogógázban. [11]

2.3.4. ALKOHOLFAJTÁK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Az alkoholoknak számos fajtáját használják alternatív üzemanyagként benzinnel/diesel keverve. Ahhoz, hogy kiválasztásra kerüljön a vizsgálandó alkohol fajtát, ahhoz szükséges összevetni fizikai, kémiai tulajdonságaikat, illetve különféle emisszós értékeket. Mivel a kutatásom benzinüzemű járművel fog történni, így ehhez mérten fogom kiválasztani a megfelelő alkohol fajtát.

	Izopropil alkohol	Etanol	Butanol	Aceton
Ontánszám	118	100	96	117
Fűtőérték [MJ/kg]	30,4	26,8	32,92	29,6
Párolgási hőmérséklet [°C]	82,3	78,3	56	107,9
Sűrűség 25°C-on [kg/m ³]	786	813	795	791
Viszkozitás 25°C-on [kg/(m*sec)]	3,1	1,5	8,3	-
Fagyáspont [°C]	11,67	17	27,78	-
Anyagmennyiség [kg/kmol]	60,09	46,06	74,11	-
Párolgáshő [MJ/kg]	30,4	26,8	33,1	29,6
Oxigén koncentráció [%]	26,6	34,8	21,6	27,6
C/H arány	0,375	0,33	0,4	0,5
Látens hőmérséklet 25 °C-on [kJ/kg]	758	904	582	518

1. táblázat-Alkoholok összehasonlítása [12], [13], [14], [15], [16]

Három fő alkoholfajtát lehetne használni benzinüzemű járművekhez, még pedig az etanol, butanol, acetont és az izopropil alkoholt. Több kutatási cikkből vett táblázatok alapján össze is lehet ezeket az alkoholokat hasonlítani. Az oktánszámot figyelembe véve, ami a benzinüzemű motorok esetén fontos kritérium, az izopropanol rendelkezik a legnagyobb értékkel a kísérleti- illetve a motoroktánszám esetén is, míg a másik két alkoholfajta hasonló vagy kicsit jobb tulajdonsággal rendelkezik etéren, mint a hagyományos benzin. A sűrűséget figyelve az izopropil alkohol rendelkezik hasonló sűrűséggel mint a benzin, a többi alkohol nagyobb sűrűséggel rendelkeznek. Oxigén koncentráció terén az etanol rendelkezik a legnagyobb értékkel, míg az izopropanol kicsit kevesebb hozzá képest, de nagyobb oxigénkoncentrációval rendelkezik, mint a butanol. Fűtési értéket figyelembe véve a butanol rendelkezik a legnagyobb értékkel, az etanol a legkisebb, az izopropil alkohol a kettő között helyezkedik el. A forráspontot vizsgálva láthatjuk, hogy az etanol rendelkezik a legkisebb forrásponttal, a butanol pedig a legmagasabbal, izopropanol ismét a kettő között helyezkedik el.

Benzinüzemű gépjárművek esetén a benzin, mint üzemanyag felhasználható, ha egy kis arányban propanollal keverik össze. Így a benzin szerkezetét nem kell megváltoztatni, mert a propanol termofizikai jellemzőivel tudja javítani az égést. [20] Az összehasonlításokat figyelembe véve izopropanolt választottam, mint alternatív tüzelőanyag.

2.4. IZOPROPIL ALKOHOL

2.4.1. TULAJDONSÁGAI

Izopropil alkohol vagy más néven izopropanol az 1-propanol és egy szekunder alkohol izomerje. Kémiai képlete C_3H_8O vagy C_3H_7OH , színtelen, erősen gyúlékony, erős szagú vegyület. [17]

2.4.2. BEZINNEL VALÓ ÖSSZEHAISONLÍTÁS

No.	Property	Gasoline	Isopropanol
1	Chemical formula	C_4-C_{12}	C_3H_7OH
2	Density (kg/m^3)	736	786
3	Calorific value (kJ/kg)	43.4	30.4
4	Stoichiometric air-fuel ratio	14.7	10.4
5	Auto-ignition temperature ($^{\circ}C$)	257	399
6	Oxygen (wt.%)	–	26.63
7	Octane number	92	112
8	Latent heat of vaporization (kJ/kg)	349	758
9	Laminar flame speed (cm/s)	33–44 ^a	45 ^b
10	Boiling temperature ($^{\circ}C$)	38–204	84

1. ábra - Izopropanol tulajdonságai összevetve a hagyományos benzinnel [18]

Az izopropanol nagyobb sűrűséggel rendelkezik, mint a benzin, viszont a fűtőértéke jelentősen kisebb, ezért ugyanakkora hő eléréséhez több kell belőle, nagyobb sűrűsége pedig még inkább növeli a tömeget. Oxigén tartalma, gyújtási hőmérséklete, oktánszáma jelentősen magasabb, párolgási hőmérséklete pedig közel egyenlő az átlagos benzinnel. Kevesebb CO fog keletkezni a nagyobb oxigéntartalom miatt, nehezebb lehet vele elérni a kopogásos égést.

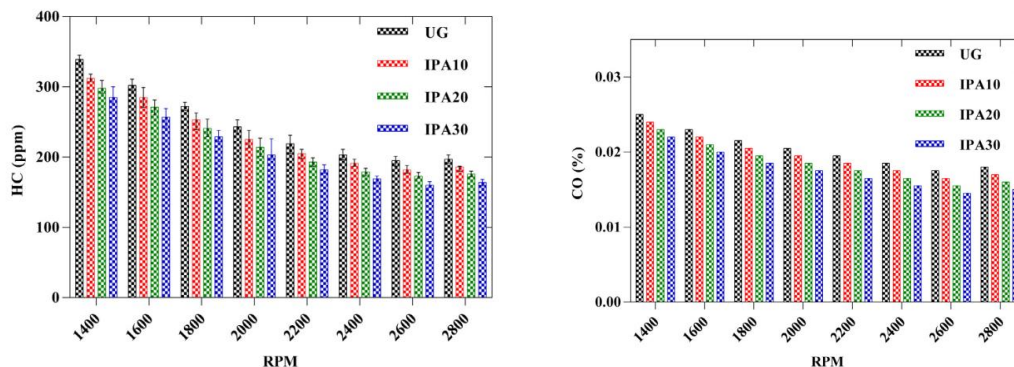
2.4.3. KUTATÁSOK KÁROSANYAG KIBOCSÁTÁS TERÉN

Sok féle kutatás zajlott az izopropil alkohol és benzin különböző százaléokban való keverékeként a káros anyagok kibocsátás csökkentést vizsgálva.

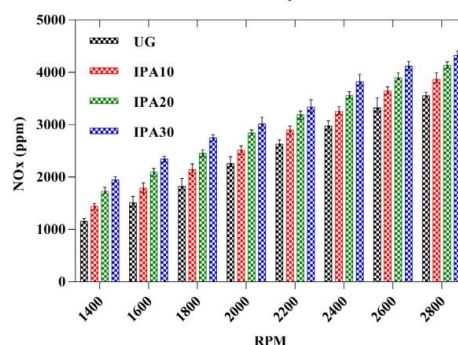
Kísérleteket végezve ólommentes benzin és 10%, 20%, 30% izopropanol keverékkel mindegyikével 1400-2800 1/min fordulatszám tartomány között, 200 1/min léptékes

növekedéssel, közben mérve a kipufogógáz hőmérsékletét és a hengeren belül ébredő nyomást.

A méréseket elvégezve melyek úgy lettek végre hajtva, hogy minden mérés előtt az előző mérésből származó üzemanyagot elhasználták, majd az új üzemanyaggal addig járatották a motort, amíg az el nem érte a stabil állapotot, majd a mérési eredményeket feljegyezve az alábbi értékeket kapták HC, CO, NO_x kibocsátásra:



2. ábra - HC és CO emisszió összevetés [18]



3. ábra - NO_x emisszió összevetés [18]

Az elégtelen szénhidrogének esetében az fordulatszám növekedéssel, illetve a hozzáadott izopropanol mennyiségének növelésével csökkent, mert jobban össze tudott keveredni az üzemanyag a levegővel, illetve az izopropil alkohol mennyiségének növelésével jelentősen nőtt a keverék oxigéntartalma is, ami segítette az égés tökéletesítését. Már 1400 1/min fordulatszámra 4.16%, 6.25% és 10.41% -t csökkent az izopropil mennyiségtől függően. [18]

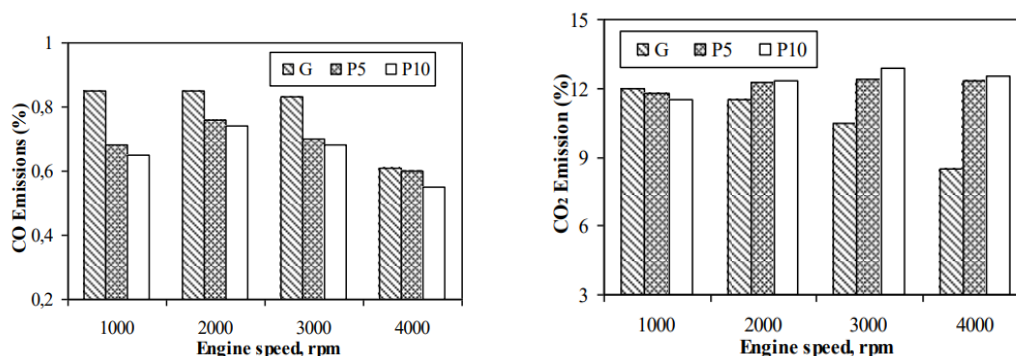
A CO kibocsátás esetén is jelentős csökkenés figyelhető meg, mert mint az elégtelen szénhidrogének esetében, itt is az izopropil alkohol jelentős oxigéntartalma miatt javult az égés és a CO-ból CO₂ keletkezett 2400 1/min fordulatszám esetén 5,56, 11,77 és 16,66%-kal csökkent a CO kibocsátás a hozzáadott izoproil alkohol növelésével.

Viszont 2600 1/min fordulatszám esetén kisebb CO kibocsátás növekedés vehető észre, mert ekkora fordulatszámnál már nagyon kevés idő állt rendelkezésre az égéshez.

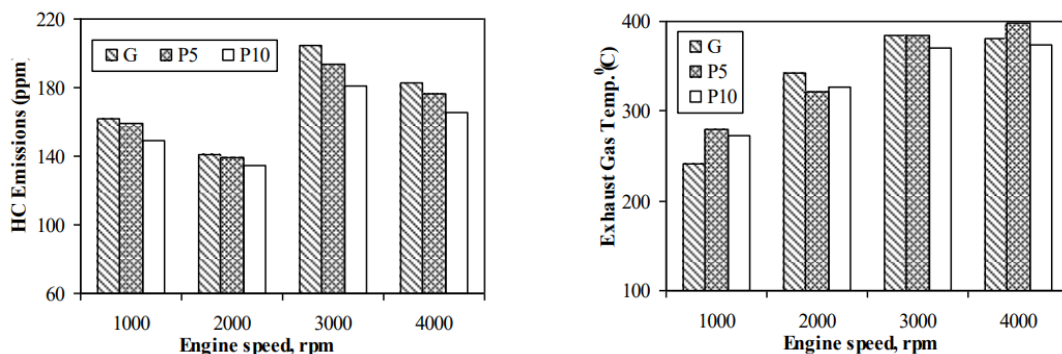
NO_x kibocsátást vizsgálva viszont jelentős növekedést okozott az izopropanol. Ennek feltehetően a magasabb oxigéntartalma volt az oka. Ugyanis a fordulatszám növelésével nőtt a befecskendezett üzemanyag és vele együtt a beszívott levegő is, ez pedig teljes égéshez vezetett, ezért ez magas hőmérsékletet eredményezett, így termikus úton NO_x keletkezett. Termikus úton történő NO_x keletkezéséhez legalább 1800 K (1537 °C) hőmérsékletre van szükség. Az NO_x keletkezését szintén segítette az izopropil alkohol magas oktánszáma és a fordulatszám növelése miatti rövidebb égési idő. 2800 1/min fordulatszám esetén 8,88%, 16,3% és 21,7%-kal nőtt az NO_x kibocsátási mértéke a növekvő alkohol mennyiségtől függően. [18]

Kísérleteztek négyhengeres, négyütemű, vízhűtéses Ford Brand szikragyújtású motoron is. A kísérlethez használt motor elektronikus befecskendező rendszerrel rendelkezett. A kísérleti felépítés szikragyújtású motorból, tesztágyból, kipufogógáz-elemzőkből, vezérlésből és megfigyelő rendszerből állt. A vizsgálatok katalizátor nélkül lettek végrehajtva. A kipufogógáz hőmérsékletet egy CrAl – NiAl hőelemmel mérték a kipufogószelepnél. A motorteszteket háromnegyed fojtószelep nyitási helyzetében, négy különféle helyen végezték el sebesség 1000-4000 1/min tartományban, 1000 1/min periódussal. Minden üzemanyagcsere esetén az üzemanyagtartály és a vezetékek tisztításra kerültek. A motor új üzemanyaggal való feltöltése előtt egy ideig hagyták jární, hogy elfogyaszthassák az előző kísérletből fennmaradó üzemanyagot. Az adatok azután lettek feljegyezve, hogy a motort elegendő ideig üzemeltették az új üzemanyaggal. [19]

A kísérletek során ólommentes benzint, P5-t (benzinhez 5%-ban kevert izopropanol), P 10-t (benzinhez 10%-ban kevert izopropanol) használtak fel és alábbi értékeket jegyezték fel:



4. ábra - Szénmonoxid és szén-dioxid emisszió [19]



5. ábra - Szénhidrogén és kipufogógáz emisszió [19]

A kutatók már az P5 esetén CO kibocsátást tapasztaltak, mely az izopropanol oxigéntartalmával magyarázható. Az alkoholban lévő oxigéntartalom hatékonyabb, mint a levegő, ezáltal javította az égést.

Szén-dioxid kibocsátást vizsgálva pedig ennek az ellenkezőjét tapasztalták, egy kisebb emelkedést alkohollal való bekeverés esetén. Ez feltehetően az izopropil alkohol dús oxigéntartalmának volt betudható, ami által javítja az égést és a CO-ból CO₂ keletkezett.

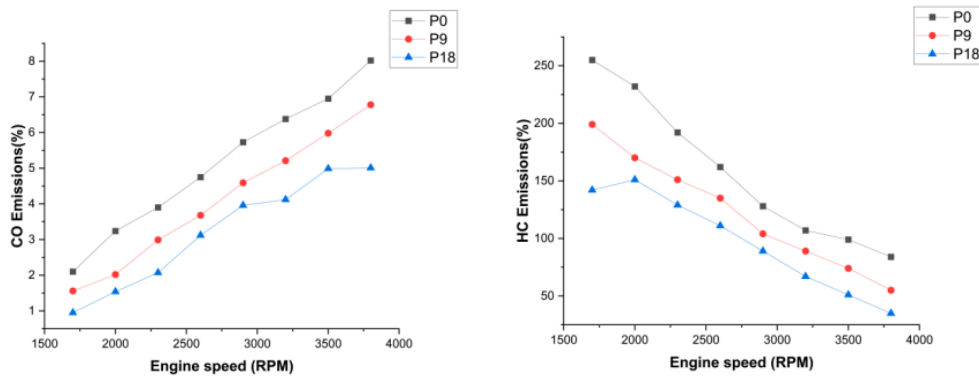
HC kibocsátás esetén szintén kisebb csökkenés volt tapasztalható az izopropil alkohollal való bekeverés esetén. Feltehetően itt is a dúsabb oxigéntartalom játszott közre, ami által több oxigén került az égéstérbe, így javította az égést.

A kipufogógázt vizsgálva észrevehető volt, hogy az P5 a legnagyobb kipufogógáz hőmérsékletet hozta létre, kivéve a 20001/min, ahol az ólommentes benzin adta a legmagasabbat. Ezzel az magyarázható, hogy a propanol magasabb párolgási hővel és alacsonyabb fűtésiértékkel rendelkezett, mint az ólommentes benzin. Ezek a tulajdonságok csökkenthettkék a gáz hőmérsékletét a égési folyamat során. P5 esetén az izopropopanol oxigéntartalma elősegíthette az üzemanyag oxidációját, így kissé magasabb kipufogógáz-hőmérsékletet eredményezett, mint más vizsgált üzemanyagok esetén. [19]

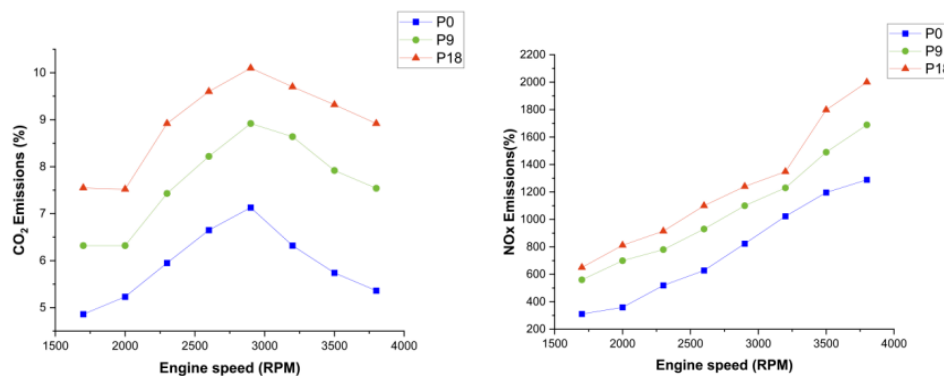
A harmadik kísérlet során egy 163 cm³-es, négyütemű szikragyújtású motort használtak. A motort különböző fordulatszámokon üzemeltették 1700 és 3800 1/min tartomány között, állandó 300 1/min változtatással.

A kísérlet során ólommentes benzint, P9-t (benzin és 9% izopropanol keverék), P18-t (benzin és 18% izopropanol keverék) vetették vizsgálat alá és alábbi eredményeket kapták:

Szakdolgozat



6. ábra - CO és HC kibocsátás a fordulatszám függvényében [20]

7. ábra - CO₂ és NO_x kibocsátás a fordulatszám függvényében [20]

Itt is arra a megállapításra jutottak, hogy a P9 és P18 estén is nagy kibocsátás csökkenés lehetett tapasztalni a szénhidrogén és a szénmonoxid terén, a szén-dioxid illetve a nitrogén-oxid kibocsátás esetén pedig növekvő értékeket jegyeztek fel a fordulatszám növekedéstől függően. A CO növekedés betudható volt annak, hogy a nagyobb fordulatszám esetén dúsabb az üzemanyag és nem volt annyi ideje összekeveredni és elégni, mint például alacsony fordulatszámon. A CO kibocsátás P9 esetén 22,1%-kal, míg P18 esetén 40,1%-kal csökkent a tiszta benzinnel történő méréshez képest, ehhez nagyban hozzájárult az izopropanol magas oxigéntartalma. Legnagyobb csökkenést 1700-2000 1/min fordulatszám között tapasztaltak, ahol a P9 37,7%-kal, a P18 pedig 54,8%-kal csökkentette a CO emissziót a tiszta benzinnel szemben. [20]

A szénhidrogén kibocsátás csökkenését a magas fordulatszámot kiváltó homogén üzemanyag-levegő keverék mellett a magasabb hengernyomás és hengerhőmérséklet is elősegítette vagyis javult az égés. Tiszta benzinnel mért értékekhez képest a P9 használata esetén 22,8%, míg P18 esetén 39,8% volt a csökkenés. A legnagyobb csökkenést 3800 1/min esetén tapasztalták, ahol a P9 34,5%-kal, a P18 58,3%-kal csökkentette a HC kibocsátást. [20]

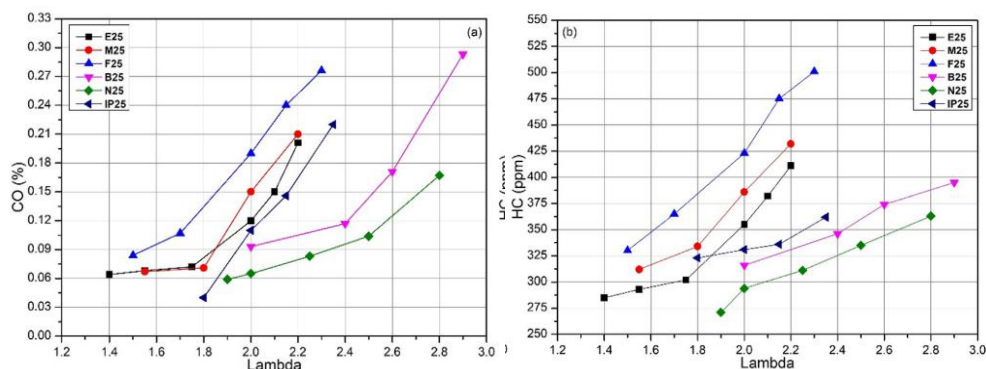
A tökéletesebb égés miatt csökkenő HC és CO következtében növekednie kell a CO₂ emissziónak, amit a kísérletek alá is támasztottak. A grafikonon megfigyelhető a széndioxid emisszió növekedés egészen 2900 1/min fordulatszámig, ahol eléri a maximális értékét, majd csökkenni kezd a CO₂ emisszió a fordulatszám további növekedésével. A növekedés mértéke P9 esetén 30%, P18 esetén 52,2% volt. [20]

Az üzemanyag-levegő keverékben a levegő által az oxigénen kívül más gázok is bejutottak az égéstérbe, mint például nitrogén. A motorfordulatszám növekedése esetén növekedett a hengerben mérhető hőmérséklet is, ami elősegítette a termikus úton létrejövő NO_x keletkezését. Az izopropanol jelentősen növelte az égéshőmérsékletét, ezáltal növekedett a P9 és P18 üzemanyagkeverék esetén történő méréseken az NO_x 47,8% és 71,8%-kal. [20]

A benzin-izopropil alkohol összevetés mellett érdemes megvizsgálni, hogy mekkora emissziós különbségek alakulnak ugyan olyan százalékban kevert izopropil alkohol és más alkohol között.

Az egy hengeres, egy portos benfecskendezésű SI-HCCI Ricardo teszt motoron, történő kutatások során a különböző alkohol-benzin keverékeket vizsgálták. A motort egy 30 kW-os DC fékpad hajtotta 6500 1/min fordulatszámig. Tesztvezérlő panel által lehetett vezérelni a fordulatszámot, a hűtőfolyadék és olaj hőmérsékletét. A beszívott levegő hőmérsékletét K-típusú hőelemmel mérték, majd szabályozták. Régebbi tanulmányok által beállították a motor hűtőfolyadék és olajhőmérsékletét, melyet 333 K és 343 K-ben határoztak meg, mint üzemi hőmérsékletek. A hengernyomás méréséhez Kistler 6121 nyomásérzékelőt használtak, melynek jeleit NI USB 6259 adatgyűjtő kártyával alakították át digitális jelekké, így képesek voltak ezeket a jeleket számítógépen rögzíteni. Bosch BEA350 készüléket használtak a kipufogógáz elemzéséhez. Méréseket akkor végeztek el, amikor a hűtőfolyadék és az olaj is elérte az üzemi hőmérsékletét. A számítógépen rögzített hengernyomás adatokat MATLAB nevű szoftver segítségével tudták feldolgozni. [21]

A vizsgálat során 25 v/v%-ban keverték etanolt, metanolt, törzsolajat, izopropanolt, benzint és butánt n-heptánnal, majd a következő értékeket rögzítették:



8. ábra - Alkoholok CO és HC emissziója a lambda függvényében [21]

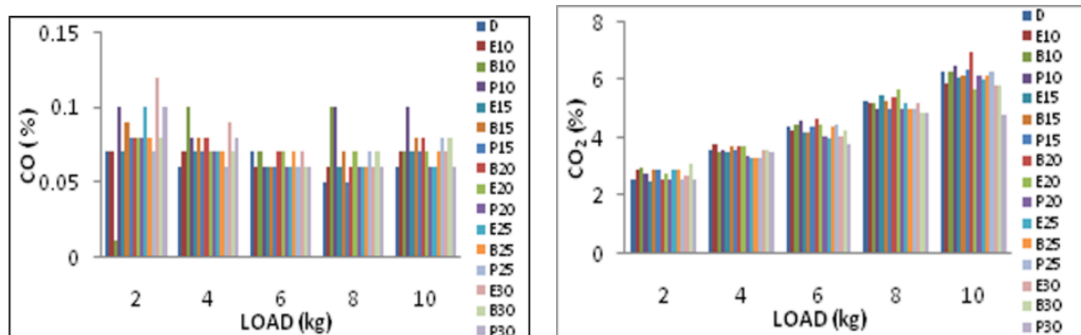
A 19.ábráról leolvasható, hogy a lambda növekedésével növekszik a CO kibocsátás, ami szegény keverék esetén azért jön létre, mert nem elég magas a hőmérséklet, hogy az égés befejeződjön, ezért az égés nem lesz tökéletes. Javítás képpen korábban kezdődött az égés, ami elegendő időt biztosított a szénmonoxid oxidációjára. Az F25-nek látszik, hogy a legnagyobb a CO emissziója minden lambda értékre nézve, mint a többi üzemanyag keveréknek, ennek a magas oktánszáma az oka, ami miatt később kezdődött az égés, így hosszabb volt az égés időtartama többi keveréknek. Emellett az F25 víztartalma rontotta az égést, ezért alacsony hőmérséklet keletkezett a hengerben. N25 esetén pedig a legkisebb CO kibocsátást tapasztalták, mert az égés hamarabb kezdődött, így több ideje volt az üzemanyagnak elégnie. Az IP25 1,8-s lambda értéknél a legalacsonyabb CO emissziót produkálta, viszont 2,0 lambda értéktől kezdődően jelentősen növekedett a CO kibocsátása, de a 6 vizsgált üzemanyag közül a 3. legjobb eredményt mérték vele. [21]

A szénhidrogén kibocsátás minden mért szegény üzemanyag keverék esetén növekedett. Ennek oka az volt, hogy alacsony hőmérséklet alakult ki a hengerben részben a falveszteségek által elvont hő miatt. Ennek következménye, hogy az égés kialudhatott vagy létre se tudott jönni. F25 emissziós értékei tűntek a legnagyobbak ebben a vizsgálati pontban is. Itt is közre játszik az F25 víztartalma, ami rontotta az égést, illetve a magas oktánszám. A legalacsonyabb értékeket az N25 keveréknél rögzítették. Ennek oka az alacsony oktánszám és a magasabb fűtőérték, de a magas forráspont némi hőt elvont, illetve a hengerfal mentén nem alakulhatott ki az égés, ezért további szegény keverék esetén nőtt a szénhidrogén kibocsátás. Az IP25-tel itt is a harmadik legjobb eredmény mérték, nem sokkal lemaradva a B25-től. [21]

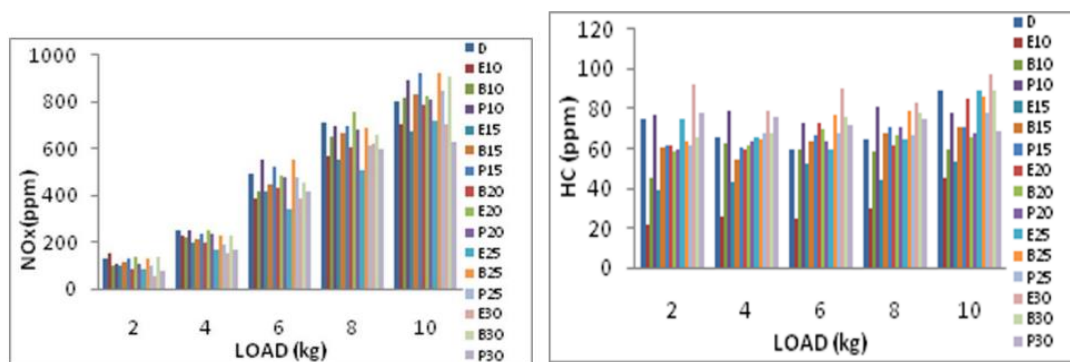
A levegő-üzemanyag arány mellett folytak kísérletek különböző alkoholok azonos mennyiségű diszellel való keverékének emissziójáról. Krishnamoorthi M méréseket

végzett egy négy ütemű, egy hengeres, vízhűtéses, közvetlenbefecskendezésű, szívó Kirloskar TV1 dízelmotoron. A magas nyomású befecskendezést egy nagynyomású szivattyú segítségével érte el. A befecskedés a felső holtpont előtt 22° -kal történt, a henger pedig 22 MPa üzemi nyomás alakult ki. [22]

A kísérlethez hagyományos dízel üzemanyagot, etanolt, butanol és izopropil alkoholt használt fel. Etanolt, butanolt, izopropanolt külön-külön 10%, 20% és 30% tömegarányban keverte a dízelhez, majd mérte a különböző károsanyag emissziókat a különféle üzemanyagok mennyiség növelésének függvényében, majd a következő eredményekre jutott:



9. ábra - Alkoholok CO és CO₂ emisszió összevetése betöltött mennyiség függvényében [22]



10. ábra - Alkoholok NO_x és HC emisszió összevetése a betöltött mennyiség függvényében [22]

Az izopropanolt összevetve CO kibocsátás szempontjából a többi azonos keverékű üzemanyaggallátható, hogy a P10 csak 6 kg betöltött üzemanyag esetén tudott alacsonyabb CO kibocsátást produkálni, mint az E10 vagy a B10. A P15, illetve a P20 kis mennyiségben viszonylag nagy CO kibocsátással rendelkeztek a másik két alkoholhoz képest, de 6 és 8 kg betöltött üzemanyag esetén a legjobb eredményt nyújtották. P30 pedig kis mennyiségben szintén kiugróan magas értéket mutatott, de ahogy nőtt a mennyiség úgy csökkent a CO emissziója is. [22]

Ahogy várható volt az NO_x minden alkoholfajtánál növekedni fog. Az izopropanol esetén kis mennyiségben és kis keverési arányban alacsony NO_x kibocsátás volt észre

vehető, de ahogy nőtt a mennyiségük, úgy nőtt az NO_x értékük is az etanolhoz és a butanolhoz képest. A P20 és annál nagyobb arányban kevert izopropil alkohol esetében minden mennyiségben alacsonyabb NO_x érték volt észrevehető a többi alkoholhoz képest.

A szénhidrogén kibocsátás esetén pedig a kis arányú izorpopanol keverék minden mennyiségben jelentősen magasabb értékeket mutatott az etanolhoz és a butanolhoz képest. A P15 esetében is nagyobb értékeket lehet leolvasni, de a 20 vagy annál nagyobb százalékban kevert izopropil alkohol esetében a betöltött mennyiség növekedésével csökkent a HC kibocsátás. [22]

A szén-dioxid esetében a mennyiség növekedésével nőtt az alkoholok emissziója is, a nagyobb oxigéntartalom miatt. Az izopropanol esetében minden mennyiség való mérés esetén a legalacsonyabb CO_2 emissziót sikerült elérnie. Kis arányban keverve nagy mennyiségben jobban nőtt az általa keletkezett szén-dioxid, mint nagy arányban keverve ugyan akkora mennyiséggel mérve. [22]

2.4.4. IZOPROPANOL HATÁSAINAK ELEMZÉSE

A más kutatók által megalkotott különböző kísérletek elemzését elvégezve olyan következtetésekre jutottam, melyeket fel tudok majd használni alapként a saját kísérletem elvégzésének a kiértékelésénél. A kísérletem során több részleterhelésen fogom mérni a károsanyagkibocsátást, illetve különböző arányú izopropil alkohol-benzin keverékeken. A vizsgált kutatásokhoz hasonlóan én is 10%; 30% és 50%-ban fogok a benzinhoz izopropanolt keverni. A kísérletem során arra számítok, hogy elégtelen szénhidrogének látva más kutatásokat az izopropanol arányának és a motorfordulatszám növekedésnek függvényében csökkenni fog, úgy ahogy a szénmonoxid emisszió is. Viszont a szén-dioxid, illetve a nitrogén-oxidok növekedni fognak, ahogy növelem a fordulatszámot, illetve a benzinhoz hozzákevert izopropil alkohol mennyiségét. A kipufogógáz hőmérséklet valószínűleg a motorfordulatszám, illetve az izopropanol arányának növekedésével csökkenni fog, de erről nem áll sok információ a rendelkezésemre.

2.4.5. IZOPROPANOL GYÁRTÁSA

Az izopropanollal, mint a többi alternatív tüzelőanyaggal azért foglalkoznak, hogy megoldásokat találjanak a károsanyagkibocsátás csökkentésére. Ezért nem lenne túl célszerű, ha a gyártása során nagy mennyiségű üvegházhatású gáz keletkezne.

Legáltalánosabb előállítás a reaktív desztilláció, ahol is ugyan abban az edényben történik az elválasztás, illetve a reakció ellentétben a hagyományos kémiai úton történő előállítás során, ahol is külön-külön edényben történnek. Nagy előnye, hogy jelentős költség és energia spórolható meg vele, akár 20%-os éves költségcsökkenést lehet vele elérni. További előnyei javítható a fő reakció átalakulása és elválaszthatósága, növekszik megbízhatóság, melléktermékek csökkennek. Izoprpanolt közvetett vagy közvetlen dehidratálással állítják elő. E kettő eljárás közül a propilén közvetlen hidratálása gyakoribb eljárás, mert kevesebb korrózió keletkezik az gyártóberendezésben működés során. A propilén közvetlen hidratálása savas katalizátorral végzett exoterm, visszafordítható reakció, amelyek lehetnek kationcserélő gyanták, például titán és cink-oxidok. A 47,6°C-os és 101,325kPa-os propilén előbb bekerül egy pumpán keresztül az előmelegítőbe, amit elhagyva a hőmérséklete 25°C, majd bekerül egy elosztóba, ami két tartály felé vezet. Közben egy másik ágon a vizet egy másik pumpa juttatja el a reaktív desztilláció első tartályába (RD-1). Ebben a tartályban 28 szakasz különíthető el. Mindegyik tartályban a különböző szakaszokban reakciók történnek, melyek során a 2 féle termék keletkezik, az egyik, ami hasznos és ami nem hasznos számunkra, ezek vagy a tartály tetején vagy a tartály alján lévő csöveken továbbítódnak. A víz a második szakaszban, míg a propilén a negyedik szakaszban érkezik meg a tartályba. A tartály első szakaszának tartalmát felmelegítve elpárologtatják a propán jelentős részét. 28. szakasz a tartály alján található nyíláson kiáramló termék már csak vizet és izopropanolt tartalmaz nagyjából fele-fele arányban. Ugyan ez a folyamat lejaátszódik a másik tartályban is (RD-2). Majd a két tartályból érkező termékáramot összekapcsolják és egy folytas után 135kPa nyomáson továbbítják a a harmadik reaktív desztilláció tartály felé (RD-3), mely 42 szakaszból épül fel. A termékáram a 26. szakaszba érkezik bele és az első szakaszból távozó 1013Kpa-s terméket egy pumpával továbbítják. Itt elhaladó termékáram 83,4°C-os, 2019,5kPa nyomású 99,99%-os izopropil alkohol, a maradék kis rész pedig víz. Az RD-3 tartály alján található 42.szakaszból kiáramló terméket egy regeneráló tartályba szállítják, aminek 24 szakasza létezik. Az első szakaszából 98,5°C-os, 101,3kPa nyomású termék 99,99%-a víz a többi része izoprpanol. A regeneráló tartály aljából kiáramló félterméket egy pumpa segítségével továbbítják egy újabb előmelegítőbe majd onnan tovább az RD-3 tartályba, ahol a folyamat kezdődikm előlről. [23]

3. CÉLMEGHATÁROZÁS, MÓDSZEREK

3.1.CÉLMEGHATÁROZÁSA

A kísérletem célja, hogy az egyetemen található görgősfékpadot felhasználva egy benzinüzemű gépjármű segítségével össze tudjam vetni a hagyományos benzin és az izopropil alkohol-benzin keverékek által kibocsátott károsanyagokat különböző részterheléseken.

3.2. MÓDSZEREK

A kísérlet elvégzéséhez különféle metódusokat kell kitapasztalni. Ilyen például a munkapontnak a kiválasztása, mely esetén három különböző munkapontot választottam (50 km/h, 70 km/h, 90 km/h), amikhez meghatároztam az ellenálláserőket sík úton. Ehhez nyújt segítséget a magam által tervezett és összerakott hőmérő, mert az emisszió mérő műszer csak 180 °C-t bír maximálisan. Emellett még a benzin-izopropanol keverékek meghatározása volt egy fontos szempont. 10%, 30%, illetve 50%-ban kereverttem izopropanolt a benzinhoz, mert a 10% és 30% izopropanolra volt összehasonlítási alapom, a 50%-t pedig azért választottam, hogy a megvizsgáljam, igaz-e a felvetésem, amit a kísérletem legelején feltételeztem más kutatásokat elemezve. Másik fontos kritérium a hőmérséklet mérése, mely során azt kellett meghatározni, mennyi idő elteltével mérjem a hőmérsékletet, mivel és hogyan legyen felheylezve a mérőműszer a járműre.

3.3.ESZKÖZÖK

A vizsgálat elvégzéséhez egy Toyota Carina II személygépjárművet, egy Bosch által épített elsőkerék hajtású görgős fékpád, AVL emissziómérő műszer, illetve egy magam által tervezett és összeállított hőmérőt használtam fel.

3.4.ANYAGOK

A felhasznált anyagok esetén a benzint, illetve magát az izopropil alkoholt lehet említeni. A benzin és az izopropanol hasonló sűrűséggel rendelkeznek, de az izopropanol nagyobb vizskozítással rendelkezik, mint a benzin.

4. MÉRNÖKI MEGOLDÁS

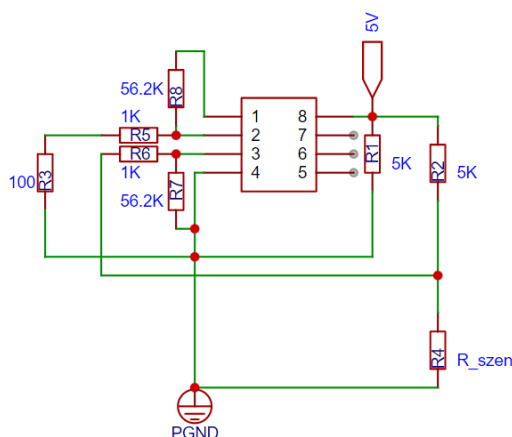
4.1. HŐMÉRŐ ELKÉSZÍTÉSE

4.1.1. HŐMÉRŐ ELEKTRONIKAI RÉSZÉNEK ELKÉSZÍTÉSE

A kísérletemhez felhasznált hőmérő egy PT100-as szenzor, mert megfelelő mérési tartománnyal rendelkezik a kísérlet elvégzéséhez, ahol maximum hőmérséklet 200 °C körül fog alakulni. Az én esetemben mivel pozitív hőmérsékletet mérek ezért $R = 100 (1 + At + Bt^2)$ képletet felhasználva indultam el a tervezés során. Az „R” elleállítás Ohmban mérünk, az „A” és „B” pedig állandók, értékük: $A = 3.9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $B = -5.7750 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$. Kezdetképpen 112,8 Ω -os ellenállást mértem, amit a képletbe behelyettesítve és a másodfokú egyenletet a „t” hőmérsékletre rendezve az egyik eredmény 32°C eredményt kaptam, ami reális, mert július végén lévő délután mértem nem légkondicionált szobában, a másik eredmény pedig nem lett reális, ahogy azt vártam is, így elmondható, hogy jó a képlet. Az Arduino csak feszültséget képes mérni, ezért ellenállásmérést vissza kell vezetni egy feszültségmérési problémára. Ehhez egy feszültségosztót kell behelyezni az

áramkörbe, aminek képlete: $V_{out} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} * V_{in}$. A feszültségosztó képletében a Z_2 a két hőmérsékletre tartozó ellenállás, amiket már kiszámoltam. A Z_1 értékét pedig 5k Ω -nak vettem fel, mert ilyen ellenállást lehet kapni az üzletekben, illetve az volt a cél, hogy a 0°C-nál 0V értéket mérhessek. A képletbe behelyettesítve a két hőmérsékleti szélsőértékhez tartozó ellenállásokat, V_1 -nek neveztem el a 0°C-nál 0,09804V-t, V_2 -nek a 250°C-nál 0,18675V-t jött eredményként. Ezek nem megfelelő értékek, ezért szükséges egy műveleti erősítő, de nem megfelelő a sima műveleti erősítő, hanem differenciál erősítő kell, és így skálázom át a feszültség tartományt 0-5V-ra. Aztán a PT100 maximális árama alapján méreteztem a feszültségosztó ellenállásait, majd az Arduino képletébe visszahelyettesítettem a 0°C-t, illetve a 250°C-t külön-külön, hogy megtudjam, hogy ezeken a hőmérsékletekhez mekkora ellenállás szükséges. 0°C-nál 100 Ω , míg 250°C-nál 194 Ω ellenállás szükséges. A V_1 feszültséget felvettem referencia feszültségnek. $V_{out}=0V$, ha 0°C van, mert a képlet szerint $V_2-V_1=0$, mert $V_2=V_1$. $V_{out}=5V$, ezért $V_{out}=\alpha*(V_2-V_1)$ képletből ki kellett számoljam az α erősítési értéket, amit úgy is megkaphatok, hogy $\alpha=R_3/R_1$. A referencia érték volt a $V_1=0,09804 \text{ V}$ és a $V_2=0,18675 \text{ V}$, amit a feszültségosztónál már kiszámoltam 250°C hőmérsékletnél. Az α értékére pedig 56,36-t kaptam. Műveleti erősítőnél az $R_1=R_2$, ami az erősítési képlet, illetve a megvalósítás miatt 1k Ω , $R_3=R_4$ szintén az erősítési tényező, illetve a megvalósítás miatt

56,2k Ω , mai kisebb, mint a számolt, de ekkora ellenállásoknál ez kis eltérést fog eredményezni, majd a méréseknél. A meghatározott értékekből összeraktam az áramkört.



11. ábra - Áramkör sémája

Az áramkörhöz egy darab műveleti erősítőt, illetve 2 darab feszültségosztót használtam fel. Az egyik feszültségosztó megalkotásánál kiszámolt kettő ellenállás értékeket használtam fel, míg a másik feszültségosztó során, a Z_1 kiszámolt értéket fix ellenállásra vettem a Z_2 ellenállás értéket pedig nem, mert az lesz a szenzornak az ellenállásértéke, ami folyamatosan változni fog. Validálás céljából, először egy próbapanelon raktam össze az áramkört és annak mértem a kimenő feszültségeit. A szenzor ellenállását folyamatosan változtattam, majd a mért feszültségeket feljegyeztem és utána mindegyikhez kiszámoltam a képlet alapján, hogy megfelelő értéket mutatott-e a műszer.

Behelyezett ellenállás	Mért feszültség	Visszaszámolt ellenállás
120 Ω	1,188 V	122 Ω
140,4 Ω	2,257 V	142 Ω
160 Ω	3,319 V	162 Ω
170 Ω	3,782 V	170 Ω

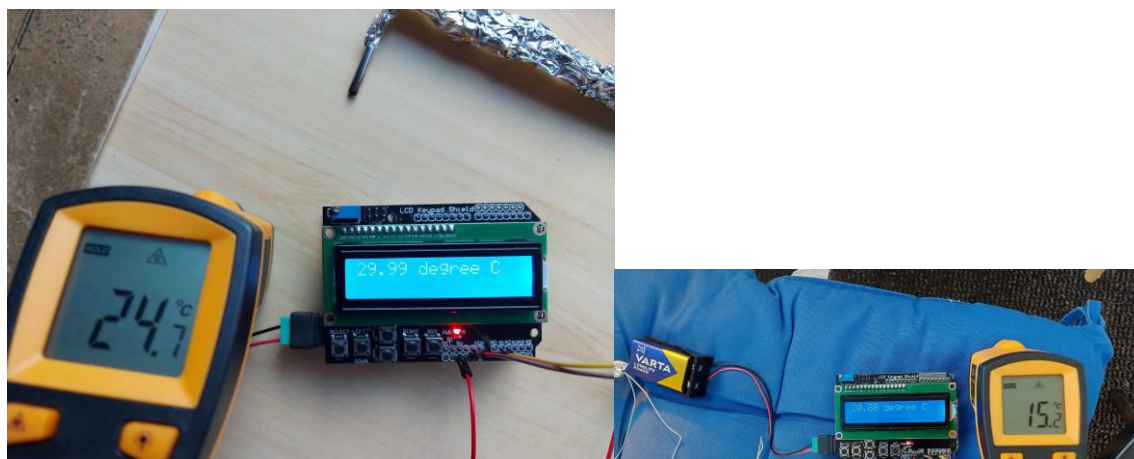
2. táblázat - Próba áramkör működésének ellenőrzése

Visszaszámolva a mért feszültség értékekből közel 2%-os eltérést mutatkozott 120 Ω , 140 Ω és 160 Ω -nál, míg 170 Ω esetén gyakorlatilag 0%. Ezek alapján elmondható, hogy az áramkör jól lett megtervezve. Ezután az Arduinohoz írtam egy kódot, amivel felprogramoztam az Arduniot. Az próba áramkörben, ami összeköttetésben állt az Arduinoval behelyeztem a szenzort, így tudtam már hőmérsékletet mérni. A programot

először 120 Ohm ellenállás validáltam, majd 170 Ohmos ellenállással, mind a két ellenállás értékénél 1,5 %-os eltérést tapasztaltam a számolt és a mért érték között. Végül a szobahőmérsékletet is megmértem vele. Higanys hőmérőn 29 °C-t olvastam le, a program pedig 33 °C-t írt ki, ez több mint 10%-os eltérés, de ebbe benne van a leolvasási pontatlanság a higanys hőmérőről, illetve nekem nem volt szükség olyan pontos hőmérséklet mérésére. Az utolsó lépésként pedig egy LCD kijelzőt illeszttem az áramkörhöz, melyet szintén leellenőriztem, hogy megfelelően működik-e. Miután összeállt az áramkör prototípusa, mely a célnak megfelelően működött, következő lépésként jöhetett az áramkör megalkotása. A különféle ellenállásokat, a műveleti erősítőt, illetve a szenzort a rajznak megfelelően elhelyeztem, majd megrajzoltam a forrasztópanelen, mely alkatrészeket kell egymással összekötni. Átgondolt rajzolás és elhelyezést követően ónnal összeforrasztottam őket. A forrasztás után multiméterrel megmértem, hogy amiknek egy potenciálon kell lenniük, azok az áramkör elemek valóban egy potenciálon is vannak-e, illetve amiknek nem kell egy potenciálon lenniük, azok az áramköri elemek nincsenek-e egy potenciálon. A biztonság kedvéért természetesen ezt is validáltam. Először a környezeti hőmérsékletet mértem a szobában, majd kültéren. A mért értékeket akkor jegyeztem fel, mikor már az épített hőmérső LCD kijelzőjén állandó hőmérsékletet lehetett leolvasni. Az eredményeket az alábbi táblázat foglalja magában.

	Épített hőmérővel mért hőmérséklet [°C]	Vásárolt hőmérővel mért hőmérséklet [°C]
Szobahőmérséklet	30	25
Kültér hőmérséklete	21	15
Öngyújtó lángjának hőméréskele	90	88

3. táblázat - Épített hőmérő működésének ellenőrzése



12. ábra - Hőmérők összevetése

Az eltérések oka lehet, a számolthoz képest kettő ellenállás értéke kicsit eltér, mert csak olyat lehetett vásárolni. Azt meg lehet figyelni, ahogy növekszik a hőmérséklet, annál kisebbek az eltérések a két hőmérő által mért érték között. Mivel nagyobb hőmérsékletet mutat az általam készített hőmérő, ezzel a biztonság fele tértem el. Ebből kifolyólag a mérés során is feltételeztem, hogy a mért érték több a valóságtól, de ha az is kisebb, mint a megengedett, akkor megfelelően lehet használni az emissziómérőt. Aztán pedig a hűtőbe helyeztem el. Kis idő elteltével a hőmérséklet csökkenni kezdett. Aztán egy öngyújtóval melegítettem és figyeltem a hőmérséklet növekedést, ami megfelelt az elvárt működéshez. Miután meggyőződtem a hőmérő megfelelő működéséről, biztonsági okokból az áramkör alján ragasztóval szigetelést hoztam létre, amire aztért volt szükség, mert ha az áramkör alja fémmel érintkezik felmerülhet az zárlat létrejötte, ami a műszer károsodásához vezetne.

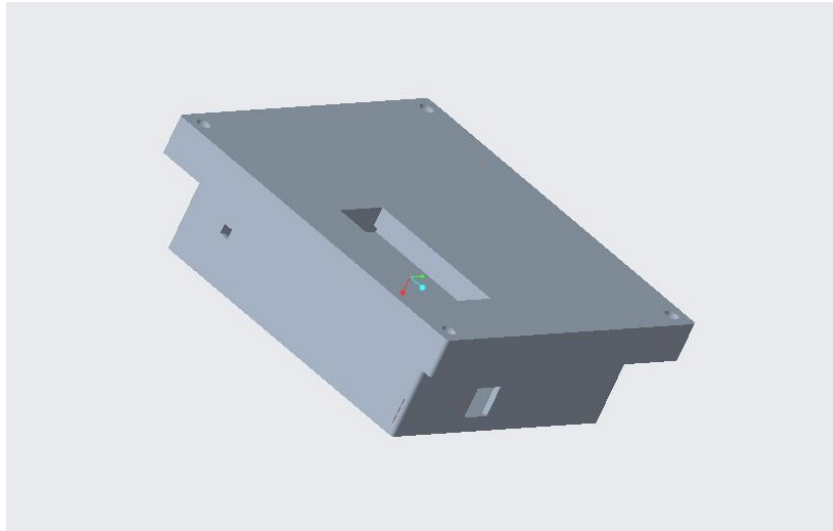
4.1.2. HŐMÉRŐ HÁZÁNAK ELKÉSZÍTÉSE

Az áramkör megalkotása után jöhetett a háznak az elkészítése, hogy legyen mivel védjük a műszert a káros hatásoktól. A ház tervezésénél figyelem előtt kellett tartani szerelhetőséget, a műszer be- és kikapcsolását, illetve az LCD kijelző elhelyezkedését.

Egyik legfontosabb szempont volt az áramkör, illetve az Arduino elhelyezése a legkompaktabb módon, ezzel csökkentve a ház nagyságát. Erre azért volt szükség, mert a ház 3D nyomtatással lett elkészítve, ami eléggé lassú, ha bonyolult és nagy testet kell kinyomtatni. Különböző varriácok megalkotása után következhetett az alapterület és a magasság lemerése. A mérések végeztével következett a modell megalkotása.

A szerelhetőség figyelembe véve a házat kettő részből raktam össze, egy alapról, illetve egy tetőből, melyeket csavarkötéssel rögzítettem, ezzel megoldva a

szerelhetőséget. A be- és kikapcsolásra pedig azt a megoldást találtam, hogy a 9 V-os elem a házon kívül helyezkedik el és annak be- és kihelyezésével lehet kapcsolni a hőmérőt.



13. ábra - Ház modellje

A házat úgy kellett megtervezni, hogy azon a legkevesebb kivágás legyen, de voltak a hőmérőnek olyan részei, melyekhez szükséges kivágást készíteni a házon. A házon három kivágás helyezkedik el. A kisebbik kivágás a ház oldalán a PT100-as szenzor kettő darab vezetéke kerül kivezetésre. A nagyobbik kivágás a ház másik oldalán az áramellátás miatt volt szükséges megalkotni. A tetőn lévő kivágás pedig az LCD kijelző miatt volt szükség.

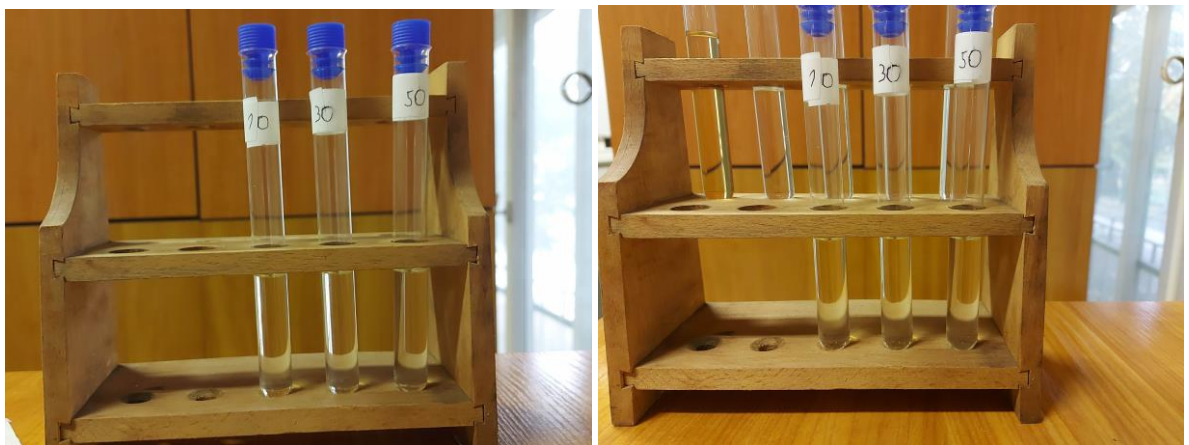
Mivel a töltő behelyezéséhez ellen erőt kell kifejteni, illetve jó, ha az Arduino nem tud mozogni mérés közben, ezért rögzíteni kellett. A rögzítést négy darab csappal sikerült megoldani, melyekre rá lehet helyezni az Arduino alján található műanyag tok négy darab furatját.



14. ábra - Arduino rögzítési módja

4.2. IZOPROPANOL-BENZIN KEVERÉK STABILITÁS VIZSGÁLATA

Ennek, mint minden kutatásnak az a célja, hogy kiderítse, az adott témát mennyire lehet megvalósítani a későbbiek során, mennyire helytálló az adott kutatás. Mivel keverékekkel foglalkoztam, így meg kellett győződnöm arról, hogy a benzin-izopropanol keverék stabil-e. Ez azt jelenti, hogy összekeverjük a benzint az izopropanollal és figyeljük az idő teltével, milyen fázis változás történik, vagyis a két keverék szétvállik-e vagy sem. Ezért a választott három keverék arány alapján a benzinhoz külön-külön kémcsőbe hozzáadtam a 10%, 30%, 50% izopropil alkoholt. Egy-egy kis edénybe öntöttem benzint, illetve izopropil alkoholt, majd egy-egy fecskenedővel egy mérőedénybe töltöttem át, úgy, hogy az arányok pontosan meglegyenek. Majd mind a három keveréket áttöltöttem az előre felmatricázott kémcsövekbe, aztán hagytam állni a keverékeket kettő héten át egy zárható szekrényben. A kettő hét alatt többször ellenőriztem a keverékeket, történt-e fázisváltozás. Az első nap kritikus volt, mert itt a legnagyobb esély a két komponens szétválására, de egy nap elteltével nem tapasztaltam, sem négy nap elteltével. Ebből kiindulva nőtt az esély, hogy nem fog a két keverék komponens szétválni, de tovább folytattam a megfigyelést a hátra lévő időben is. Végül kettő hét után is megvizsgáltam a keverékeket. A baloldali kép a keverékek elkészítése utáni percekben készült, a jobboldali pedig a keverékek elkészítésének időpontjától kettő hétre. A két kép alapján megállapítható, hogy semmi féle változás nem történt. Ez pedig, azt jelenti, hogy az izopropil alkoholt, illetve a hagyományos benzint össze lehet keverni, különösebb probléma nélkül. Ebből az következik, hogy az izopropanolt a jövőben valóban lehet majd keverni a hagyományos benzinnel, új fajta üzemanyag előállítás céljából.



15. ábra - Keverékek vizsgálata

5. ÖSSZEGZÉS

Összességében elmondható, hogy szomás szabályozás létezik ma már, melyekkel próbálják csökkenteni a károsanyag emissziót, de az alternatívák kutatása és használata elkerülhetetlen, még nagyobb csökkentés érdekében. Számos alternatíva közül az alkoholok binyonyulnak az egyik legjobb választásnak, ha a járművek erőforrásait nem kell átalakítani. Az alkoholok jobb tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a ma használt fosszilis tüzelőanyagok, emellett képesek csökkenteni a kipufogógázban a károsanyagok egy részét, mint például a CO-t vagy a HC-t, de egy másik részét pedig növelik, ilyen a CO₂ vagy az NO_x. Könnyen előállíthatók, akár szintetikus úton, akár növényi alapanyagokból, de arra mindenképp figyelni kell, hogy maga az előállítás ne okozzon plusz károsanyagkibocsátást, mert akkor nincs értelme használni, illetve ha növényi alapanyagból állítják elő, akkor az ne emberi fogyasztásra szánt földek kárára történjen a növénytermesztés, emellett ügyelve arra is, hogy a környezetet ne érje kár. Benzin üzemű járművekhez számos alkohol fajtát lehet használni, de az egyik legjobb döntés az izopropil alkohol, mely a többi alkohollal összevetve figyelemre méltó eredményeket mutatott a kísérletek során. Viszont növeli a kipufogógáz hőmérsékletét a mennyiségével arányosan, ezért egy hőmérővel mérni kell a kipufogógáz hőmérsékletét, mert nem minden emissziómérő képes kibírni károsodás nélkül a megemelkedett hőmérsékletet. Az általam készített hőmérő is ezt a célt szolgálja, általa viszonylag pontos hőmérsékleti eredményeket lehet kimutatni. A különböző arányú izopropanol-benzin keverékek stabilitás vizsgálata során nem tapasztaltam semmiféle szétválást, ezért arra a következtetésre jutottam, hogy az izopropanollal érdemes foglalkozni a jövőben is, mint alternatív adalékanyag a benzinhoz.

6. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Faragó T., 2016: „A párizsi klímátárgyalások eredményei”
 Magyar Energetika, 2016/1, 8-12. o.
 < http://real.mtak.hu/62026/1/Parizs_Megallapodas_M_E_u.pdf >
- [2] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 715/2007/EK RENDELETE 'a könnyű személygépjárművek és haszongépjárművek (Euro 5 és Euro 6) kibocsátás tekintetében történő típusjóváhagyásáról és a járműjavítási és -karbantartási információk elérhetőségéről', Az Európai Unió Hivatalos Lapja vol. 50, 2007.06.29.,
 <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2007:171:FULL> >
- [3] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS 443/2009/EK RENDELETE (2009. április 23.) 'a könnyű haszongépjárművek szén-dioxid-kibocsátásának csökkentésére irányuló közösségi integrált megközelítés keretében az új személygépkocsikra vonatkozó kibocsátási követelmények meghatározásáról', Az Európai Unió Hivatalos Lapja vol.52, 2009.06.05.
 <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2009:140:FULL>.>
- [4] European Commission 'Euro 7 standards: new rules for vehicle emissions', 2022.11.10.
 <<https://singlemarketeconomy.ec.europa.eu/system/files/202211/Euro%207%20factsheet.pdf> >
- [5] R. Couth, C. Trois *Carbon emissions reduction strategies in Africa from improved waste management: A review*, Waste Management 30, University of KwaZulu-Natal, CRECHE, School of Civil Engineering, Survey and Construction, Durban 4041, South Africa, 2010
 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X10002229?casa_token=QFfli8kPh0oAAAAA:eoPT7T1FWRNhM6VOHZC5tqwi_vLa0ckoaT0MLaN4blllZA0QV8Sp-AU3IrH2Wf6UTODozkCX>
- [6] Chew Tin Lee^a, Jeng Shiun Lim^a, Yee Van Fan^b, Xia Liu^c, Takeshi Fujiwara^d, Jiri Jaromír Klemes^e, 'Enabling low-carbon emissions for sustainable development in Asia and beyond', Journal of Cleaner Production vol.176, 2018, 726-735
^a Faculty of Chemical and Energy Engineering, Universiti Teknologi Malaysia (UTM), 81310, Johor Bahru, Johor, Malaysia

^b Sustainable Process Integration Laboratory e SPIL, NETME Centre, Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology, VUT Brno, Technicka 2896/2, 616 00, Brno, Czech Republic

^c SINOPEC Shanghai Research Institute of Petrochemical Technology, Shanghai, 201208, China

^d Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University, 3-1-1, Tsushima-Naka, Kita-ku, Okayama, 700-8530 Japan

^e Sustainable Process Integration Laboratory e SPIL, NETME Centre, Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology, VUT Brno, Technicka 2896/2, 616 00, Brno, Czech Republic

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965261733069X>>

[7] Dragan Pamucar ^a, Fatih Ecer^b, Muhammet Deveci^c, *Assessment of alternative fuel vehicles for sustainable road transportation of United States using integrated fuzzy FUCOM and neutrosophic fuzzy MARCOS methodology*, Science of the Total Environment,

^a Department of Logistics, Military Academy, University of Defence in Belgrade, 11000 Belgrade, Serbia

^b Department of Business Administrative, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Afyon Kocatepe University, ANS Campus, 03030 Afyonkarahisar, Turkey

^c Department of Industrial Engineering, Turkish Naval Academy, National Defence University, 34940 Tuzla, Istanbul, Turkey

<[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721028345?casa_token=TfbCtfLa1LkAAAAA:yyAghTy0UNMqWhN-](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721028345?casa_token=TfbCtfLa1LkAAAAA:yyAghTy0UNMqWhN-FjgPYW8RnQui72t3bkomGvf_gIB7tHjq6EIsLNHXROUNGnOlxtn0GW5V)

[FjgPYW8RnQui72t3bkomGvf_gIB7tHjq6EIsLNHXROUNGnOlxtn0GW5V](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969721028345?casa_token=TfbCtfLa1LkAAAAA:yyAghTy0UNMqWhN-FjgPYW8RnQui72t3bkomGvf_gIB7tHjq6EIsLNHXROUNGnOlxtn0GW5V)>

[8] AZ EURÓPAI PARLAMENT ÉS A TANÁCS (EU) 2018/2001 IRÁNYELVE (2018. december 11.) 'a megújuló energiaforrásokból előállított energia használatának előmozdításáról (átdolgozás)', Az Európai Unió Hivatalos Lapja vol328, 2018, 82-140

<https://eurlex.europa.eu/legalcontent/HU/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN 2023.08.31>

[9] Virt Márton, DR. Zöldy Máté, *Folyékony hajtóanyagok fejlesztési tendenciái*, BME Gépjárműtechnológia Tanszék, Innovatív Járműhajtások Kompetenciaközpont, Budapest, Magyarország, 2022

< <http://real.mtak.hu/157042/1/14.pdf>>

[10] Dr. Barabás István^a, Dr. Csibi Vencel-József^a, Barabás Éva^b, 'Alternatív motorhajtó anyagok – II. A motoralkoholok', Műszaki Szemle 26, 2004, 11-17

^a Kolozsvári Műszaki Egyetem

^b SINCRON Kiadóvállalat, Kolozsvár, Románia

<https://epa.oszk.hu/00000/00028/00020/pdf/musze_EPA00028_2004_26_011-017.pdf>

[11] Omar I. Awad^a, R. Mamat^a, Obed M. Ali^b, N.A.C. Sidik^c, T. Yusaf^d, K. Kadirgama^a, Maurice Kettner^e 'Alcohol and ether as alternative fuels in spark ignition engine: A review' Renewable and Sustainable Energy Reviews vol 82, 2018, 2585-2605

^a Faculty of Mechanical Engineering, Automotive Engineering Centre, Universiti Malaysia, Malaysia

^b Technical Institute of Haweeja, Northern Technical University, 36001 Kirkuk, Iraq

^c Faculty of Mechanical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, 81300 Johor, Malaysia

^d University of Southern Queensland, Australia

^e Karlsruhe University of Applied Sciences, 76131 Karlsruhe, Germany

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117313254?casa_token=hsdGCfFB4b0AAAAA:BE2YsBnd77dMGzRpwgKYM5YyAMKjJcY9zEaF9zWaA3w66x72KKJ4_jh9meoU4CmwRxrfTjF>

[12] Brian Gainey, Ziming Yan, Benjamin Lawler 'Autoignition characterization of methanol, ethanol, propanol, and butanol over a wide range of operating conditions in LTC/HCCI', Fuel vol 287, 2021, Clemson University, 5 Research Drive, Greenville, SC 29607, USA

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236120324911?casa_token=tc-3QSAfJ6cAAAAA:6fEOSVGRZDVIVYVKSEZpBZ6vKCHxHgHbTuOFF5u2k_xO2yJ1R58xYPQ2VlZ0XA7osRTZOkyP>

[13] Saeid Aghahosseini Shirazi^a, Bahareh Abdollahipoor^b, Bret Windom^b, Kenneth F. Reardon^{a,b}, Thomas D. Foust^{b,c}, Effects of blending C3-C4 alcohols on motor gasoline properties and performance of spark ignition engines: A review, Fuel Processing Technology vol.197, 2020

^a Department of Chemical and Biological Engineering, Colorado State University, Fort Collins, CO 8052, USA

^b Department of Mechanical Engineering, Colorado State University, Fort Collins, CO 8052, USA

^c National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO 80401, USA

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378382019307519?casa_token=rVNwt32PBO4AAAAA:yUS2DOqz80IcJez2ecdwpvkuyUIPl2A1HlFR2Tf0aQQPYTMWf_vE4IWWY9FPV2b9_L0oCqMx >

[14] Yuqiang Li^a, Yong Chen^a, Gang Wu^b, Jiangwei Liu^a, 'Experimental evaluation of water-containing isopropanol-n-butanol-ethanol and gasoline blend as a fuel candidate in spark-ignition engine', Applied Energy vol.219, 2018, 42-52,

^a School of Energy Science and Engineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China

^b College of Automotive and Mechanical Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha, Hunan 410083, China

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306261918303805?casa_token=gFarl9KaiNAAAAAA:coF96BeViXlh56WTrRaznjFMUGQSxidBUfWlMSHzyXx1pbLZ81LlkMA2aXZzXiWNIZfei5 >

[15] Yuqiang Li^{a,c}, Lei Meng^{b,c}, Karthik Nithyanandan^c, Timothy H. Lee^c, Yilu Lin^c, Chia-fon F. Lee^{c,d}, Shengming Liao^a 'Combustion, performance and emissions characteristics of a spark-ignition engine fueled with isopropanol-n-butanol-ethanol and gasoline blends', Fuel vol.184, 2016, 864-872

^a School of Energy Science and Engineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China

^b School of Information Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei 430070, China

^c Department of Mechanical Science and Engineering, University of Illinois at Urbana-Champaign, IL 61801, USA

^d School of Mechanical Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236116306664?casa_token=RWt9pcPf4gwAAAAA:A6bSnC7NNLEgG5qPl9Rbd2FiYwaBS0AQWGtTPWO2d7TCuyl4_e6qywgvxLfnmHeLb_SN7u >

[16] Zezhou Guo^{a,b}, Xiumin Yu^{a,b}, Yaodong Du^{a,b}, Tianqi Wang^{a,b}, 'Comparative study on combustion and emissions of SI engine with gasoline port injection plus acetone-butanol-ethanol (ABE), isopropanol-butanol-ethanol (IBE) or butanol direct injection', Fuel vol.316, 2022

^a State Key Laboratory of Automotive Simulation and Control, Jilin University, Changchun 130022, China

^b College of Automotive Engineering, Jilin University, Changchun 130022, China

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236122002320?casa_token=bV DUzOsDuGcAAAAA:8dDykj_c1ss2GlPLB8mN9fohbePPHhsif1HMskyzXdfbzXAr2otS WfFx9oLWKQWpphK-4T>

[17] Saeid Aghahosseini Shirazi^a, Bahareh Abdollahipoor^b, Bret Windom^b, Kenneth F. Reardon^{a,c}, Thomas D. Foust^{b,c}, 'Effects of blending C3-C4 alcohols on motor gasoline properties and performance of spark ignition engines: A review', Fuel Processing Technology, vol.197, 2020

^a Department of Chemical and Biological Engineering, Colorado State University, Fort Collins, CO 8052, USA

^b Department of Mechanical Engineering, Colorado State University, Fort Collins, CO 8052, USA

^c National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO 80401, USA

< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378382019307519> >

[18] Harish Sivasubramanian^a, Yashwanth Kutti Pochareddy^a, Gopinath Dhamodaran^b, Ganapathy Sundaram Esakkimuthu^c, 'Performance, emission and combustion characteristics of a branched higher mass, C3 alcohol (isopropanol) blends fuelled medium duty MPFI SI engine', Engineering Science and Technology, an International Journal vol.20, 2017, 528-535

< <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215098616309818> 2023.09.08.>

[19] Şehmus ALTUN*, Cengiz ÖNER**, Müjdat FIRAT**, 'EXHAUST EMISSIONS FROM A SPARK-IGNITION ENGINE OPERATING ON ISO-PROPANOL AND UNLEADED GASOLINE BLENDS', Technology vol.13, 2010, 183-188

* Department of Mechanical Education, Technical Education Faculty Batman University, Batman, TURKEY.

**Department of Mechanical Education, Technical Education Faculty Fırat University, Elazığ, TURKEY.

< <https://easiv.batman.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12402/3850>>

[20] Muhammad Kashif Jamil¹, Maaz Akhtar², Muhammad Farooq³, Muhammad Mujtaba Abbas³, Saad¹, Muhammad Khuzaima¹, Khurshid Ahmad¹, Md Abul Kalam⁴

and Anas Abdelrahman⁵, 'Analysis of the Impact of Propanol-Gasoline Blends on Lubricant Oil Degradation and Spark-Ignition Engine Characteristics' Energies, 2022

¹ Mechanical Engineering Department, RCET Campus, University of Engineering and Technology, Gujranwala 52250, Pakistan

² Mechanical Engineering Department, NED University of Engineering and Technology, Karachi 75270, Pakistan

³ Mechanical Engineering Department, University of Engineering and Technology, G.T. Road, Lahore 54890, Pakistan

⁴ Faculty of Engineering and IT, University of Technology Sydney, Sydney 2007, Australia

⁵ Mechanical Engineering, Faculty of Engineering & Technology, Future University in Egypt, New Cairo 11835, Egypt

<<https://www.mdpi.com/1996-1073/15/15/5757> >

[21] Alper Calam^a, Bilal Aydoğan^b, Serdar Halis^c, 'The comparison of combustion, engine performance and emission characteristics of ethanol, methanol, fusel oil, butanol, isopropanol and naphtha with n-heptane blends on HCCI engine', Fuel vol.266, 2020,

^a Gazi University, Technical Sciences Vocational High School, Ankara, Turkey

^b Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Technical Sciences Vocational High School, Burdur, Turkey

^c Gazi University, Faculty of Technology, Department of Automotive Engineering, Ankara, Turkey

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016236120300661?casa_token=Tr5MhAVPptsAAAAA:gCfKfc4PE20FIb5WNHjPtIGpqx8SDhJULw3_Y_Jk1WRn4m9HneU9j2UuosWsI9NgxfgBhk>

[22] Krishnamoorthi M¹, R. Malayalamurthi², 'A comparison of performance and emission characteristics of three alcohol biofuels: Ethanol, n-butanol and isopropyl', Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res., 40, Article no.25, 2016, 115-121,

<https://www.researchgate.net/profile/KrishnamoorthiM/publication/310488111_A_comparison_of_performance_and_emission_characteristics_of_three_alcohol_biofuels_Ethanol_n-butanol_and_isopropyl/links/58fe14c90f7e9b093ef63f2e/A-comparison-of-performance-and-emission-characteristics-of-three-alcohol-biofuels-Ethanol-n-butanol-and-isopropyl.pdf >

[23] Mark Wendou Niu, G.P. Rangaiah, 'Retrofitting an isopropanol process based on reactive distillation and propylene-propane separation', Chemical Engineering and Processing: Process Intensification vol.108, 2016, 164-173

Department of Chemical & Biomolecular Engineering, National University of Singapore, 117585, Singapore,

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0255270116302203?casa_token=4yuz77uD_n8AAAAA:dthsVWPkRNA9IAe06OkH1PvrBYqoYG9OBKWLeQIkZ5Hvkz7aGwj8V3N35XrlMHlXDUwdzD5>

7. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra - Izopropanol tulajdonságai összevetve a hagyományos benzinnel [18]	17
2. ábra - HC és CO emisszió összevetés [18]	18
3. ábra - NOx emisszió összevetés [18]	18
4. ábra - Szénmonoxid és szén-dioxid emisszió [19]	19
5. ábra - Szénhidrogén és kipufogógáz emisszió [19]	20
6. ábra - CO és HC kibocsátás a fordulatszám függvényében [20]	21
7. ábra - CO ₂ és NOx kibocsátás a fordulatszám függvényében [20]	21
8. ábra - Alkohokok CO és HC emissziója a lambda függvényében [21]	23
9. ábra - Alkohokok CO és CO ₂ emisszió összevetése betöltött mennyiség függvényében [22]	24
10. ábra - Alkohokok NOx és HC emisszió összevetés a betöltött mennyiség függvényében [22]	24
11. ábra - Áramkör sémája	29
12. ábra - Hőmérők összevetése	31
13. ábra - Ház modellje	32
14. ábra - Arduino rögzítési módja	32
15. ábra - Keverékek vizsgálata	33

8. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat-Alkoholok összehasonlítása [12], [13], [14], [15], [16]	16
2. táblázat - Próba áramkör működésének ellenőrzése	29
3. táblázat - Épített hőmérő működésének ellenőrzése	30