

Szávicza Zoltán¹

EKÖP-KDP Tanulmánykötet

Bevezetés

A közlekedési szektor az üvegházhatású gázok egyik jelentős kibocsátója. A szállítási tevékenység felel a CO₂ kibocsátás 24%-áért, míg ezen belül a közúti személyszállítási szektor ennek 45,1%-áért felelős. Ez azt eredményezi, hogy a teljes CO₂ kibocsátás 15%-áért ez a szektor felelős.

A fentiek értelmében az alternatív tüzelőanyagok részarányának mielőbbi növelése kiemelten fontos, mivel jelenleg a globálisan eladott személygépjárművek 68%-a Otto motorral hajtottak. Mindez kiegészül a hibrid meghajtású járművekkel (7%), melyek többségében szintén Otto motorral vannak felszerelve.

Amennyiben a szikragyújtású Otto motorokat alternatív üzemanyagokkal üzemeltetnénk, az nagyban hozzájárulhatna az üvegházhatású gázok kibocsátás csökkentéséhez és a kitűzött célok eléréséhez.

Kutatási cél

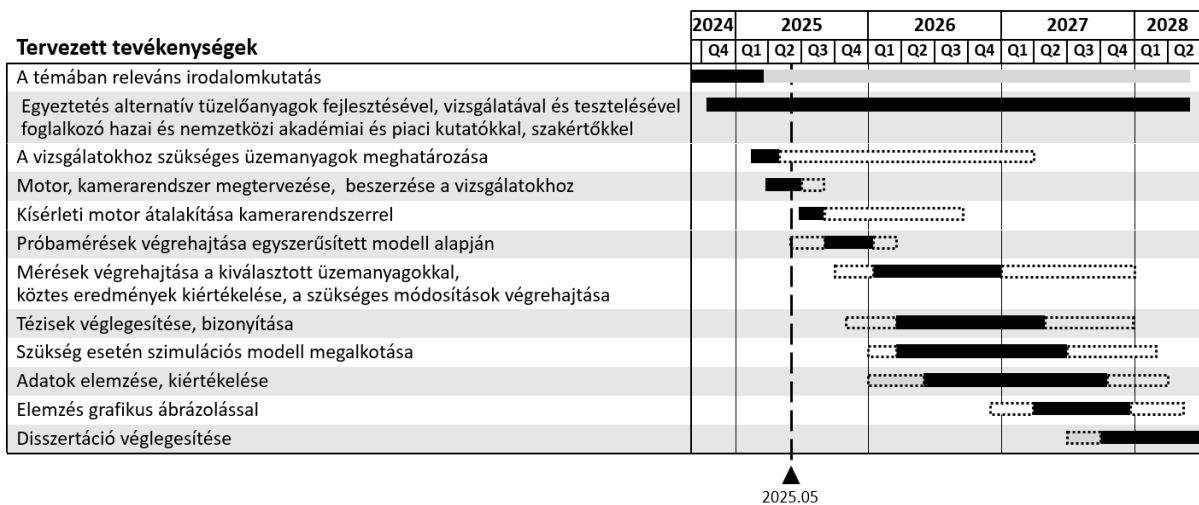
A kutatásom célja a belső égésű motorok megújuló üzemanyagokkal történő üzemeltetésének optimalizálása. Korábbi kutatási eredmények és életciklus elemzések segítségével keresem meg a fosszilis üzemanyagok leváltására alkalmas üzemanyagokat. A kiválasztott üzemanyagokkal motorfékpadi vizsgálatokkal gyűjtök adatokat, melyeket összehasonlítva

¹ Széchenyi István Egyetem Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola, Témavezető: Dr. Nagy András Lajos, kutató munkatárs, Vállalati szakértő: Dr. Raffai Péter, Munkáltató: Audi Hungaria Zrt.

referenciamérésekkel kívánom megkeresni az egyes üzemanyagok motor és emissziós paraméterekre gyakorolt hatását. Az összefüggésekből egy modellt állítok fel, mely céljaim szerint jó közelítéssel leírja az egyes üzemanyagok motorra gyakorolt hatását. A felállított modell segíthet a további fejlesztések során.

Kutatás menete

A kutatásom tervezhetősége érdekében egy sávos időtervet hoztam létre, melyet az aktualitás eredmények, információk, esetleges nehézségek függvényében aktualizálok, módosítom a kutatás előrehaladásának függvényében. Ezt az időtervet az első ábra mutatja be.



1. ábra. Vonalas ütemterv Forrás: saját forrás (2024,2025)

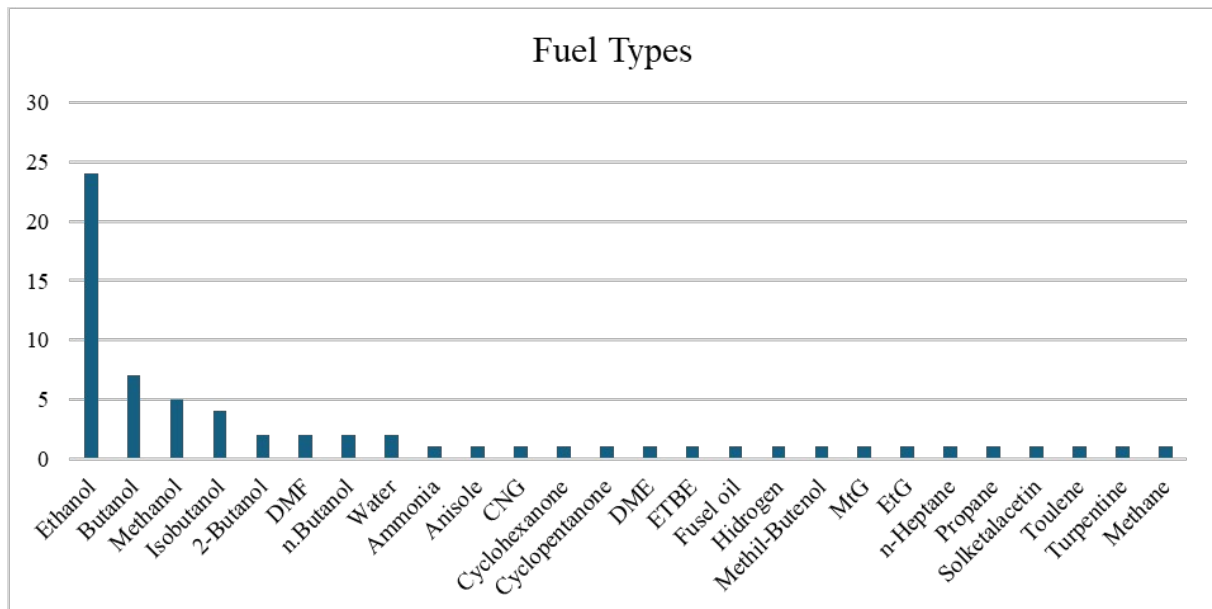
A témában releváns irodalomkutatás

A kutatásom első szakaszának elsődleges céljaként tűztem ki a témában releváns szakirodalmak megismerését, majd erről egy összefoglaló cikk készítését.

A szakirodalmi áttekintést két különböző csoportra bontottam:

1. Alternatív tüzelőanyagok típusainak megismerése, úgymint különböző generációs bioüzemanyagok, E-Fuel és szintetikus tüzelőanyagok. Az alternatív tüzelőanyagok múltjának, jelenének, és a lehetséges jövőjének feltérképezése. Az egyes tüzelőanyagok előállításának módjai, életciklus elemzések vizsgálata.

A szakirodalmi áttekintés során az általam vizsgált tanulmányokban döntő többségben voltak a különböző etanol keverékekkel végzett vizsgálatok, ahogy a 2. ábra mutatja. Ez kiválóan szemlélteti a jelenlegi kutatási irányokat.



2. ábra. Különböző alternatív tüzelőanyagok gyakorisága a kutatásokban Forrás: saját forrás (2024)

2. Az alternatív tüzelőanyagokkal történt korábbi motorkísérletek megismerése, ezek összehasonlítása és az eredmények kiértékelése.

A korábbi kutatásokat vizsgálva megállapítottam, hogy az eddigi kutatások a témában többnyire az üzemanyagot állították fókuszba, ebből kifolyólag a korábbi kutatások nagy része elavult, az esetek jelentős hányadában egy hengeres (pl. kerti gépekben, generátorokban használt) belsőégésű

motorokon történt. Az irodalmak feltérképezése során azt tapasztaltam, hogy a modern, közvetlen befecskendezésű, változó szelepvezérlésű turbófeltöltött motorral történt kísérletek száma elenyésző. A napjainkban használatos motorok sokkal magasabb termikus hatásfokkal üzemelnek, komplexebb és hatékonyabb füstgázkezelő rendszert alkalmazva, így az egyes tüzelőanyagok változására is sokkal érzékenyebbek, emiatt mélyebb vizsgálatuk indokolt. Szükség esetén helyettesítési modell létrehozása is indokolt lehet.

Egyeztetés hazai és nemzetközi akadémiai és piaci szereplőkkel

Úgy gondolom, hogy a szakirodalmi áttekintés önmagában nem nyújt elegendő információt a jelenlegi kutatási trendekről, emiatt fontosnak tartom személyesen megismerni és folyamatos kapcsolatot tartani az alternatív tüzelőanyagok fejlesztésével, vizsgálatával és tesztelésével foglalkozó hazai akadémiai és piaci szakértőkkel. Így lehetőségem nyílik megismerni az aktuális kutatási eredményeket, -trendeket, valamint a jövőbeli kutatási irányokat.

Megismerkedtem hazai és nemzetközi akadémiai és kutatásokban résztvevő szereplőkkel. Amellett, hogy megismertem a kutatásomnak helyet adó Széchenyi István Egyetem eddigi kutatásait, valamint a jelenlegi, illetve jövőben tervezett kutatási projektjeit, több más egyetem, valamint egy kutatóintézet hasonló irányú kutatásait is megismerhettem. Többek között megismertem a Szegedi Tudományegyetem, valamint a Pannon Egyetem alternatív üzemanyagokkal folytatott projektjeinek alapjait kiegészítve a Bay Zoltán Kutatóközpont kutatásaival.

Egyeztetéseket folytatok egy németországi PhD hallgatóval, aki a németországi Audi fejlesztőközpont támogatásával végzi a tudományos kutatómunkáját. A közös munkánk során igyekszünk egymást támogatni a tanulmányaink előrehaladásában, kiegészítve egymás kutatását. Nagy hangsúlyt fektetünk rá, hogy a kutatásaink ne ugyanazt a területet fedjék le, mégis az eredmények egymást kiegészítsék. Míg ő elsősorban égés szimulációval foglalkozik, addig én a gyakorlati méréseket részesítem előnyben.

A munkahelyemből adódóan fontosnak tartottam megismerni a VW konszern alternatív tüzelőanyagokkal foglalkozó meghatározó szereplőit. Ennek érdekében személyes Workshopot tartottunk Ingolstadtban, ahol megismerkedtem a VW wolfsburg-i, fejlesztőközpontjában az alternatív tüzelőanyagok értékelésével foglalkozó csapattal, az ingolstadt-i, valamint a neckarsulm-i, fejlesztőkkel is. Az egész napos Workshop eredményeként megismerhettem az egyes tüzelőanyagok értékelését, valamint, hogy ipari környezetben mennyivel nagyobb hangsúlyt fektetnek az egyes kísérletek reprodukálhatóságára. Míg a kutatások egy részében több fontos paraméter nincs meghatározva, addig ipari környezetben az összes fontos jellemző (különböző hőmérsékletek, nyomások) folyamatosan felügyelve és rögzítve vannak.

Üzemanyagokkal történő kutatások során megkerülhetetlen az üzemanyag előállításával foglalkozó szereplők bevonása is. Kutatásom során a MOL-lal is folyamatos egyeztetéseket folytatunk. Az üzemanyagelőállítással foglalkozó piaci szereplők iránymutatást adhatnak olyan gyakorlati kérdésekkel kapcsolatban, mint különböző tüzelőanyagok nagyüzemi előállíthatósága,

bevezethetőségének feltételei, korlátai, valamint különböző üzemanyagkeverékek bekeverésével kapcsolatban is szakmai támogatást tudnak nyújtani.

A vizsgálatokhoz szükséges tüzelőanyagok meghatározása

A vizsgálandó alternatív tüzelőanyagok meghatározása több szempontrendszer szerint történt. Egyrészt fontosnak tartottam a korábbi kutatási eredményeket megvizsgálni, melyek támpontot adhatnak az eddigi kutatási irányokról. Az egyes üzemanyagok meghatározásánál fontosnak tartom figyelembe venni a jelenlegi gépjárműállomány kompatibilitását. A jelenleg futó gépjárműállományon nagyobb átalakításokat véghez vinni olyan költséges lehet, mely gazdaságtalanná teszi ezek bevezetését, ami gátolhatja az alternatív tüzelőanyagok széles körű elterjedését. Fontos szempont az egyes tüzelőanyagok értékelésénél azoknak környezeti lábnyoma és nagyüzemi előállíthatósága.

Kutatásom során fontosnak tartom, hogy az egyes kísérleti üzemanyagok listáját a kutatásom végéig az aktuálisan elérhető, illetve megjelenő üzemanyagokkal szükség esetén aktualizálom, ezzel elkerülve, hogy egy esetlegesen megjelenő potenciális alternatív tüzelőanyag vizsgálatát kihagyjak.

Motorkísérletek

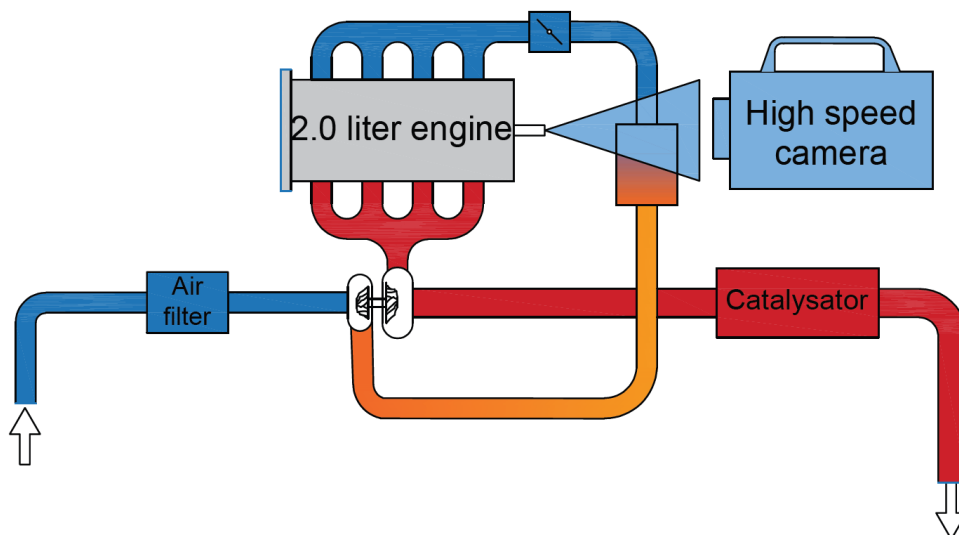
A motorkísérletekhez a 2024-ben megjelent Audi EA888 EVO5 motort választottam, amely a világ több telephelyén gyártásba kerül és világszerte nagy számban forgalomba kerül. Ezzel biztosítva, hogy a kísérleti motorokon

elvégzett vizsgálatok eredményei a jövőben forgalomban levő több százezer, esetleg milliós nagyságrendű ilyen motorral szerelt gépjárműre érvényes.

Az alternatív tüzelőanyagokkal végzett motorkísérletekből rengeteg eddig nem ismert információt nyerhetnék az alternatív tüzelőanyagokkal kapcsolatban. A kapott információk segíthetnék a későbbi fejlesztéseket.

Optikai motorvizsgálatok

Az eddigi kutatások megismerése után és a különböző egyeztetések során arra a következtetésre jutottam, hogy a motor működése során a befecskendezési kép vizsgálata szériamotoron egy kevésbé vizsgált tudományterület. Egy ilyen optikai motor létrehozásával új tudást kaphatnánk az egyes alternatív tüzelőanyagok hatásairól. A befecskendezésvizsgálat sematikus vázlatát az alábbi ábrán látható:



3. ábra. Optikai motor vázlat Forrás: saját forrás (2025)

Egy ilyen vizsgálattal a következő eredményeket lehetne elérni:

Az egyes tüzelőanyagok hatásának becslése

- Kísérleti úton

- Numerikus modellek segítségével

A magas ráfordítás csökkentése

- Tartós járatások időtartamának lerövidítése
- Szükségtelen motorjáratások elkerülése

Jelenlegi állapot, további tervek

Meghatároztam az elsődlegesen vizsgálandó üzemanyagokat, üzemanyagkeverékeket. A motorkísérletek előkészítése jelenleg is folyik. Úgy gondolom, hogy a kutatás céljaként elsődlegesen meghatározott motorkísérletek is számos kutatási eredménnyel szolgálhatnak. Ezt kiegészítve az újonnan meghatározott cél, miszerint egy szériamotor befeckendezését vizsgálnám a motor működése közben, eddig ismeretlen hatások okaira is választ adhatna. Míg a kísérleti motor beszerzése már a korábbiak során egyeztetésre került, addig a motorhoz kapcsolt különleges objektív, megvilágítás, nagysebességű kamera beszerzése, illetve ezek összehangolása meglehetősen komplex feladat, így ez jelenleg is folyamatban van. A közeljövőben az elsődleges céloom a további kutatáshoz szükséges infrastrukturális háttér megteremtése és az első kísérleti mérések végrehajtása. A további szükséges kísérleteket a kapott eredmények függvényében kívánom meghatározni.

Győr, 2025. 09. 24.

Szávicza Zoltán

Források

Ritchie, H. (2020). Cars, planes, trains: where do CO₂ emissions from transport come from? Our World in Data. <https://ourworldindata.org/co2-emissions-from-transport>

Statista. (2024, November 13). *Annual carbon dioxide (CO₂) emissions worldwide from 1940 to 2024 (in billion metric tons) [Graph]*. Nov. 13, 2024. <https://www.statista.com/statistics/276629/global-co2-emissions/>

Statista Market Insights. (2024, October). *Passenger Cars - Worldwide*. Oct 2024. <https://www.statista.com/outlook/mmo/passenger-cars/worldwide>