

Opponensi vélemény

Zöldy Máté „Energiahatékonyságnövelő- és emissziócsökkentő megoldások fejlesztése közúti járművek számára” című akadémiai doktori értekezéséről

1. A témaválasztás

Napjaink nagy technológiai kihívása, hogy, növekvő energiaigény mellett, az energia hogyan állítható elő, és használható fel hatékonyan és környezetet kímélő módon. A jelölt szakmai munkássága ennek a problémakörnek a közúti járművekhez kapcsolódó szegmensére, konkrétan az azokkal kapcsolatos energiahatékonyságot növelő és emissziócsökkentő megoldások fejlesztésére irányul.

Az elektromobilitás térnyerése ellenére, még a következő évtizedekben is a belsőégésű motorok hajtóanyagainak folyamatos fejlesztése kiemelkedően fontos feladat. A Jelölt már egyetemi tanulmányai során kezdett foglalkozni a megújuló tüzelőanyagokkal, elsősorban a bioetanollal, valamint a bioetanol-biodízel-gázolaj hármaskverékek alkalmazásának műszaki, környezetvédelmi és gazdasági kérdéseivel. Később az olajiparban volt feladata a lehető leghatékonyabb tüzelőanyagok fejlesztése és az ellátási lánc optimalizálása. Ennek során, nehéztehergépjárművek számára hatékonyabb tüzelőanyag-felhasználást lehetővé tevő hajtóanyagot fejlesztett ki, ezen kívül speciális biodízelek alkalmazhatóságával és butanol-gázolaj keverékek fejlesztésével is foglalkozott. Kutatási tevékenysége az önvezető járművek hatékonyságra és környezetterhelésre gyakorolt hatására is kiterjedt. Ezeknek megfelelően, a jelölt értekezésének általános célkitűzése közúti gépjárművek esetében, az energiahatékonyság növelése és a környezetterhelés csökkentése, különös tekintettel a hajtóanyagokra, a motortekológiákra és az önvezető technológiákra.

A Nemzetközi Energiaügynökség 2018-as elemzése alapján, az új autók között az elektromos hajtással rendelkező személygépkocsik részaránya 2050-re várhatóan az új gépkocsik értékesítésének harmadafele között lesz. Az autópiac lassú átforgási sebességéből következően a személygépkocsi-park nagyjából 70%-a még 30 év múlva is fosszilis üzemanyagot fog használni. 2019-es előrejelzések alapján, a hosszú távú áruszállításban, az iparban és a mezőgazdaságban, illetve a hajózásban a jelenlegi technológiákkal rövid távon nem várható áttérés más energiahordozókra, a gázolaj könnyű kezelhetősége és nagy energiasűrűsége miatt. Ezen gazdasági alágazatok óriási energiaigényének következtében, akár csak kismértékű emissziócsökkentés, hatékonyságnövelés, illetve fogyasztáscsökkentés nagyon nagy gazdasági hatása. Az emissziós előírások szigorodása is alátámasztja a meglévő rendszerek továbbfejlesztésének igényét. Így a Jelölt által választott kutatási irányok, az üzemanyagok és a belsőégésű motorok továbbfejlesztésére irányuló vizsgálatok piaci szempontból egyértelműen alátámasztottak, időszerűek.

A témaválasztás erényei között említhető, hogy az értekezés tárgyát képező kutatási munka eredményei a gyakorlatban könnyen alkalmazást nyerhetnek. Erre példaként hozható fel, hogy az üzemanyagokba kevert bioüzemanyagok részarányának növelését ösztönző, Európai Uniósi direktívák teljesítéséhez a Jelölt által kifejlesztett kettős- és hármaskverékek alkalmazása nagy segítséget nyújthat. Hasonlóképpen eredményei a hibrid járművek elterjedése által megkövetelt, kiterjedt üzemanyag-menedzsment rendszerek hatékony alkalmazásához is előnyösen hasznosíthatók.

Összefoglalva a témaválasztásra vonatkozó véleményemet, megállapítható, hogy a jelölt által már évtizedek óta művelt kutatási munka irányai jelentős mértékű, szinergikus, nemzetgazdasági és környezetvédelmi előnyökkel kecsegtetnek.

2. Az értekezés és a tézisfüzet felépítése

A doktori mű

A disszertáció 100 oldalas, 68 ábrát és 28 táblázatot tartalmaz; 105 külső és 91 saját publikációra hivatkozik.

Az értekezés felépítésének erénye, hogy a meglehetősen rövid Bevezetés fejezet után, a jelölt jól strukturáltan már saját eredményeit foglalja össze. A 2. fejezet a belsőégésű motorok tovább fejlesztésével foglalkozik. A 3. fejezet a hagyományos, fosszilis tüzelőanyagok tovább fejlesztését, mint az energiahatékonyság növelésének és a környezetterhelés csökkentésének eszközeit ismerteti, kiemelten a kompressziógyújtású motor üzemanyagának reformulázását alacsonyabb környezetterhelés és fogyasztáscsökkentés céljából. A 4. fejezet témáját a nagyobb energiahatékonyságú, alternatív tüzelőanyagok bemutatása képezi; ennek részeként több kettes és hármas keverék vizsgálatából származó eredményeit foglalja össze. Az 5. fejezet az önvezető jármű technológiákra, mint az energiahatékonyság növelésének és a környezetterhelés csökkentésének eszközeire összpontosít. A 6. fejezet a jelölt új tudományos eredményeit foglalja össze, illetve kutatási eredményeinek várható hasznosíthatóságát vázolja fel, míg a 7. fejezet munkája eredményeinek gyakorlati alkalmazhatóságáról nyújt információkat.

A tézisfüzet

A tézisfüzet felépítése a formai előírásokat követi; tartalmazza a tézisek kifejtését és az eredmények hasznosíthatósági lehetőségeit. Kedvezőnek ítélem azt a jelölt által választott módszert is, miszerint esetenként egy-egy tézist néhány, a tárgykör hátterét, illetve az ebben végzett kutatási tevékenységnek fő irányait felvázoló mondat vezet be. Tézisenként 5-7 saját publikáció támasztja alá az elért tudományos eredmények nemzetközi elfogadását. Egyedüli kritikaként az fogalmazható meg, hogy olyan betűszavaknak, mint LPG vagy EGR első említéskori kifejtése hiányzik, ugyanis a tézisfüzetnek, a doktori mű nélkül is, önmagában teljes mértékben informatívnak kell lennie.

3. Nyelvi, alaki és formai értékelés

A doktori mű szép kiállítású, a megértés elősegítése érdekében, a szöveget izléses ábrák is szemléltetik. Az értekezés szövegezése jól érthető és világos. A fogalmazás módja tömör, szakszerű, a lényeges megállapítások, a forrásokra hivatkozó jelölések, a szöveg bekezdésekre és alpontokra bontása, az alkalmazott felsorolások megkönnyítik a szerző gondolatmenetének követését, állításai, következtetései és bizonyításai helyességének ellenőrzését.

Ez igaz az ábrákkal és táblázatokkal kapcsolatban is: azok jól áttekinthetők és összhangban vannak a szöveggel, szövegrésszel, amelyben a szerző utal rájuk. A matematikai képletekben, egyenletekben használt jelölések szintén megfelelnek az előírásoknak, a használt indexelési, képlet- és egyenlet-számozási rendszer elősegíti a mondanivaló jó megértését. Összefoglalóan megállapítható, hogy a szerző a magas színvonalú, arányos és áttekinthető szerkezetű értekezést készített.

Kritikaként csupán az fogalmazható meg, hogy az 1. és a 6. tézisben később ismertető nyelvtani pontatlanságok fedezhetők fel, illetve számos esetben a mondatokon belül szükséges vessző hiányzik. Az elütések száma nem kiemelkedően nagy, de az értekezés beadása előtt gondos, formai ellenőrzés kívánatos lett volna.

4. A publikációs eredmények

Az értekezés végén 91 olyan saját kiadványt sorol fel, amely a doktori mű tárgyával közvetlenül kapcsolatba hozható. Ezek közül 6-ot az ismeretterjesztő kategóriába sorol. Publikációi közül 9 db-ot 0,54-6,60 impakt faktossal rendelkező folyóiratban jelentetett meg. Kedvező körülményként megemlítem,

hogyan a publikációk közül 23-nak egyedüli szerzője. Ennek értékét elsősorban az a közismert körülmény szolgáltatja, hogy általánosan elterjedt az ilyen szerteágazó témák szakmai teamben történő művelése; ebből következően a több- - akár 8-10 – szerzős kiadványok a jellemzőek.

Szerencsés annak a más disszertációkban egyáltalán nem elterjedt megoldásnak a választása, hogy a Jelölt a saját és az egyéb publikációkat külön számozza, megkönnyítve ezzel az értekezés saját értékeinek megítélését.

5. Az alkalmazott kutatási módszerek

Az értekezés érdemi (2-5.) fejezeteiben foglaltak megfelelően és meggyőzően bizonyítják, hogy a szerző a hazai és a nemzetközi szakirodalomról átfogó és részletes ismeretekkel rendelkezik. Elemző képességét, alapos módszertani felkészültségét, matematikai és informatikai modellezésben való jártasságát és az alkalmazható modellekkel kapcsolatos gyakorlati tapasztalatait egyértelműen bizonyította. Mind ezek pedig alkalmassá teszik arra, hogy az értekezésben kitűzött célok elérése érdekében felhasznált bőséges eszköztárat eredményesen kezelje.

A nyolc tézis üzemanyagok károsanyag-kibocsátására (emissziójára), üzemanyagfogyasztására, illetve más tulajdonságaira (viszkózitására, cetánszámára, kenőképeségére stb.) vonatkozik. Ezek nagyrésze a vizsgált termék rövid távú (mondhatni pillanatnyi) jellemzője, vannak azonban köztük olyanok is, amelyek közepes-, illetve hosszú távú tulajdonságokat írnak le.

Az egyes tézisek kidolgozásának és megalapozásának érdekében azt a megoldást választotta, hogy a tárgykörben készült, jelentősebb publikációk eredményeit lényegre törően összefoglalta, majd ezek alapján, kutatási Hipotéziseket fogalmazott meg. Azután – kiterjedt laboratóriumi és adatelemzési tevékenységgel – ezeket a Hipotéziseket több éves, célzott kutatási munkával igazolta. Eredményeit számos rangos külföldi folyóiratban jelentette meg, ezzel is igazolva téziseinek tudományos megalapozottságát.

6. Az új tudományos eredmények, illetve a tézisek értékelése

Mielőtt az értekezés téziseinek szakmai-tartalmi bírálatára kerülne sor, fel kell a figyelmet hívni arra, hogy a Jelölt három tézisében is a következőkben bemutatott nyelvtani, illetve tartalmi hibát vétett, méghozzá a 6. tézisben három helyen is.

1. tézis

Az elvégzett mérések és értékelések alapján megállapítom, hogy a vizsgált utólagosan felszerelt LPG rendszerek alkalmazásával nem elérhető a dízelnél jobb égési tulajdonságok elérése.

6. tézis

A butanol bekeverés viszkózitásra gyakorolt hatása a vizsgálati tartományban a következő egyenlettel írtam le.

A butanolnak a keverék cetánszámra gyakorolt hatása a következő egyenlettel írtam le:

A butanol injektor feltisztító hatása a következő matematikai formulával közelítettem.

8. tézis

A mátrix 3. oszlopának 7. sorában az „alacsony” szó, nyilvánvalóan, hibás.

Az értekezés 8 db tézise szokatlanul nagyszámú, de, már az első vizsgálat alapján is megállapítható, hogy azt az alapkövetelményt kielégíti, miszerint egymástól független, egyetlen tágabb témakörhöz kapcsolódó kutatási eredményekről van szó. A tézisek egyenkénti bírálata után azonban majd általános kritikát is megfogalmazok.

Az 1. tézis lényege

Mérések és értékelések alapján, megállapította, hogy a vizsgált utólagosan felszerelt LPG rendszerekkel nem érhető el a dízelnél jobb égési tulajdonságok; az LPG károsanyag kibocsátásra gyakorolt hatására, a 10-40 tf% tartományban, matematikai összefüggéseket fogalmazott meg.

Meghatározta a LPG-tartalom, a terhelés és a fajlagos füstérték közötti összefüggést. Kimutatta, hogy a többszöri ismétléssel, Common-Rail rendszerű hajtóanyag-ellátó rendszerű motornál, többféle adagolórendszerrel, LPG-gázolaj keverékű hajtóanyaggal elvégzett mérések eredményei közül a következők emelhetők ki. Vegyes üzemmódban a motor és a gázadagoló szabályzó elektronikájának összehangolt kommunikációjára van szükség. Ekkor a motorikus égés, a terhelés csökkenésével, alacsonyabb hőmérsékleteken játszódik le, aminek eredménye - az LPG-nek a dízelnél magasabb gyulladási hőmérsékletéből adódóan – a tökéletlen, káros égéstermékek arányának megnövekedése. 100%-os motorterhelésnél, az üzemanyagfogyasztás 5-15%-nyit növekszik, ami szintén a keverék tökéletlen égésére utal.

Ezt a tézist a Jelölt önálló, tudományos eredményeként elfogadom.

A 2. tézis lényege

Stacioner munkapontokban öt különböző kipufogógáz-visszavezetési technológiák között, fajlagos fogyasztás szempontjából, sorrendet állított fel.

Turbótöltésű dízelmotoron, a motorikus károsanyag-kibocsátás csökkentése érdekében, alacsony és magas nyomású, külső kipufogógáz-visszavezetési technológiákat hasonlított össze. A két visszavezetési mód tömegáramát szívóoldali fojtószelepekkel és kipufogófékkel fokozták. Szimulációs motormodellrel 5 féle EGR-módot hasonlított össze. A motormodell mérésekkel validálta. Nemcsak a különböző EGR módoknak a motor munkafolyamatára gyakorolt hatásáról szolgáltatott információkat, de azt is bemutatta, hogy a motor üzemi jellemzői szempontjából mely fojtószelep vagy kipufogófék a kedvezőbb választás. Legkedvezőbb változatnak az alacsony nyomású kipufogógáz-visszavezetést, kipufogófékkel találta.

Ezt a tézist a Jelölt önálló, tudományos eredményeként elfogadom.

A 3. tézis lényege

Mérésekkel igazolta, hogy a motor gázolaj fogyasztását a sűrűség és a súrlódás-módosítók optimalizált mennyiségének legkedvezőbb alakításával csökkenteni lehet. A gázolaj várható fogyasztása, valamint a sűrűség és a súrlódáscsökkentő adalékok mennyisége között összefüggést állapított meg.

A gázolaj sűrűségének és súrlódáscsökkentő adalékolásának a gázolajjal üzemeltetett motor, illetve a gépjármű fogyasztására gyakorolt hatását vizsgálta. A tesztelt tüzelőanyagokat ugyanolyan teljesítményszinttel mérte, hogy összehasonlítható eredményeket kapjon. Megállapította, hogy a befecskendezett térfogatban lévő nagyobb energiatartalom az üzemanyag-fogyasztásban csökkenést okoz. A súrlódás-módosító adalék dupla mennyiségű adagolásával további üzemanyag-takarékossági csökkenés érhető el, melynek mértéke az alapdízelének többszöröse is lehet. A CO₂-kibocsátás hasonló csökkenést mutat, mint az üzemanyag-fogyasztás. Mérésekkel igazolta, hogy e két tényező körütekintő kiválasztásával a motor gázolajfogyasztását érdemlegesen csökkenteni lehet.

Ezt a tézist a jelölt önálló, tudományos eredményeként elfogadom.

A 4. tézis lényege

Számításokkal és mérésekkel igazolta, hogy az etanol bekeverése a gázolajba a motor emissziójára kedvező hatást gyakorol; emellett összefüggést vezetett le a keverékek etanol aránya és a károsanyag-kibocsátás csökkenésének mértéke között.

Összefüggést teremtett az etanolnak a gázolajhoz való hozzákeverési aránya és a nitrogénoxid-kibocsátás csökkenésének mértéke között. A CO-kibocsátás mennyiségét jellemző képletet is kidolgozott. A keverék etanoltartalma és a részecskeemisszió közötti kapcsolatot kifejező algoritmust is kifejlesztett. Megállapította, hogy az etanol kompressziógyújtású motorokban való alkalmazása, a gázolaj kiegészítő hajtóanyagként nem csupán a károsanyag-kibocsátást képes csökkenteni, de az energiafüggetlenség növelését is elősegítheti.

Ezt a tézist a jelölt önálló, tudományos eredményeként elfogadom.

Az 5. tézis lényege

Mérésekkel és számításokkal igazolta, hogy a vizsgált bioetanol-biodízel-gázolaj keverékek teljesítik a gázolajra vonatkozó viszkozitás, cetánszám és kenőképesség előírásokat. A hármaskverékek viszkozitásának, cetánszámának és a hármaskverékek emissziócsökkentő hatásának meghatározására algoritmusokat dolgozott ki.

A kereskedelmi forgalomban kapható gázolajat, biodízelt, bioetanolt és ezek keverékeinek cetánszámát, kenőképességét és viszkozitását vizsgálta, és azok eredményeit átlagolta. Az emissziómérés során, a különböző összetételű keverékek NO_x, CO, CH, CO₂ és részecske kibocsátását meghatározta. Mérté a keverékek hatását a motor teljesítményére és hajtóanyag-fogyasztására. Kiszámította a közúti közlekedés külső költségeit és az egyes kibocsátott komponensekre eső költségeket. A kibocsátás okozta költségváltozásból és az alkalmazási költségekből a keverékek bevezetésének költség-haszon viszonyát is kalkulálta. Megállapította, hogy a hármaskverékek viszkozitása jól közelíti a gázolaj viszkozitását, vagyis a biodízel nagyobb viszkozitása a bioetanol kisebb viszkozitását ellensúlyozza. A viszkozitás számítására, a 30 °C és a 60 °C közötti tartományban érvényes összefüggést határozott meg. Rámutatott, hogy nem feltétlen előnyös a tüzelőanyag-keverék hőmérsékletének növelése, mert az csökkenti a hőelvonási képességet, a NO_x emisszió emelkedéséhez járulva hozzá. Kimutatta, hogy a biodízel kenőképessége sokkal jobb, mint a gázolajé, valamint, hogy a háromkomponensű hajtóanyagminták kenőképessége romlik, ha növekszik az alkohol részaránya. Igazolta, hogy a hármask hajtóanyagkeverékekben a bioetanol cetánszám csökkenését a biodízel okozta növekedés képes ellensúlyozni; a cetánszám szinten tartása érdekében, célszerű a két komponenst 1:1-es arányban keverni a gázolajhoz. Megállapította, hogy a keverékkel üzemeltetett gázolajra optimált motor kisebb teljesítményt ad le, mint gázolajjal való üzemeltetés esetében. A csökkenés nem arányos a fűtőérték-különbséggel, oka az eltérő – nem optimális – égésfolyamatban rejlik. Az etanolnak és a biodízelnak eltér a gyulladási késedelmé a gázolajétól, így előégés következik be. A fajlagos fogyasztás nem változott jelentősen a mérések során. A szénhidrogén-emisszióknak a megújuló részarány növekedésével való csökkenését tapasztalta. Megállapította, hogy a tiszta biodízel a nitrogén-oxidok mennyiségét mintegy 10%-kal növeli, míg az etanol jelentősen csökkenti azt. Az SO₂ emisszió kevesebb, hiszen a megújuló hajtóanyagok kénmentesek. A hármaskverékek externális költségeinek kiszámítására algoritmust dolgozott ki. Számításainak eredményeképpen, a nyersanyagbázis figyelembevételével, Magyarországon legfeljebb 8%-nyi biodízelt, illetve 20%-nyi alkoholt is lehet a gázolajhoz hozzákeverni.

Ezt a tézist a jelölt önálló, tudományos eredményeként elfogadom.

A 6. tézis lényege

Számításokkal és mérésekkel megállapította, hogy a kis butanol tartalmú keverékek a dízelmotorban kedvezően hasznosíthatók: a keverékek cetánszám értékei megfelelnek a szabványnak és üzemanyagfogyasztásuk a gázolajéhoz hasonló. A butanol bekeverés viszkozításra, cetánszámra és injektor feltisztításra gyakorolt hatását, meghatározott vizsgálati tartományban, egyenlettel írta le.

Kimutatta, hogy a butanol arányának 1 tf%-os növelése közel 1,2%-kal kisebb viszkozitást eredményezett. A két tényező arányát leíró egyenletet fejlesztett ki. Megállapította, hogy a butanol adagolása a

keverék lobbanáspontját olyan mértékig csökkenti, hogy a butanol-dízel keverékeket gyúlékonyként kell kezelni, azt benzin ellátási láncban szállítva. A cetánszám és a keverék butanol tartalma között lineáris kapcsolatot mutatott ki. Megállapította azt is, hogy a fosszilis dízelbe keveredő butanol a hidegindítás képességen kis mértékben javít, így csökkenthető a hideg áramlásjavító adalékanyagok mennyisége. Motorfékpadi mérésekkel kimutatta, hogy a butanol csekély mértékben növeli csupán az üzemanyagfogyasztást. Az eredményeket tesztjármű 500 km-es járatásával igazolták.

Azt találta tehát, hogy a legfeljebb 5 tf%-nyi butanolt tartalmazó hajtóanyagkeverékek dízelmotorban való hasznosítása jó választás, mivel a keverékek cetánszám értékei megfelelnek a szabványnak, a gázolajhoz közel azonos az üzemanyag-fogyasztásuk, és az injektor tisztaságát nagymértékben javítják

Ezt a tézist a jelölt önálló, tudományos eredményeként elfogadom.

A 7. tézis lényege

Meghatározott vizsgálati tartományra vonatkozó, mérési eredményei alapján, a butanol és a hidrogénezett növényi olaj (HVO) gázolajhoz történő keverésének a hajtóanyag-keverék egyes alapvető tulajdonságaira (viszkózitásra, lobbanáspontra, cetánszámra és sűrűsége) gyakorolt hatását leíró mátrixot fogalmazott meg.

Alapfeltevése szerint, a HVO és a butanol egymásnak az alap üzemanyag kritikus paramétereire gyakorolt kedvezőtlen hatásait ellensúlyozni képesek. A lobbanáspont-változás az egyetlen olyan szempont, amelynek következtében a keverékeket a normál dízeltől eltérő módon, a gyúlékony anyagoknak megfelelő logisztikai lánc biztosításával kell kezelni. A jelölt meghatározta azokat az egyenleteket is, amelyeknek segítségével a keverékek sűrűsége, lobbanáspontja, cetánszáma és viszkózitása a keverőkomponensek vonatkozó értékeiből kiszámítható. A kémiai paramétereiket vizsgálva, megállapította, hogy a motorkritikus jellemzők szempontjából, a butanol-HVO-dízel keverékek a gázolaj egy részének kiváltására valós, összességében hasznosnak bizonyuló opciót szolgáltatnak. Összefoglalóan tehát kimutatta, hogy a butanol-HVO-dízel keverékeknek dízel alternatívaként történő hasznosítása nagyon hasznos megoldás lehet.

Ezt a tézist a jelölt önálló, tudományos eredményeként elfogadom.

A 8. tézis lényege

Az önvezető és az ember által vezetett járművek üzemanyagfogyasztására ható tényezőket - a hatás nagysága, illetve a keletkezés helye/ a befolyásolás ideje alapján –mátrixba csoportosította.

Mivel az üzemanyagfogyasztást elsősorban a járművezetővel kapcsolatos paraméterek révén lehet menet közben befolyásolni, célzott szimulációt és validációs méréseket hajtott végre. Párhuzamos hibrid hajtással rendelkező Plug-in hibrid tesztjárművet alkalmazott, amely a hagyományos belső égésű motorral felszerelt és az elektromos járművek elemeit kombinálta. Körpályát képező útvonal létrehozásával, két sebességkorlátú, szimuláló környezetet hozott létre, és ezen futtatott egy PHEV szimulációt. A későbbi szimulációhoz és a döntési helyzetek validálásához, az útszakaszt ki lehetett csomópontokkal bővíteni. A szimulációs futtatások eredményeit járművekkel végrehajtott tesztekkel validálta. Számszerűsítette, és összefoglalta a fogyasztásra ható tényezőket, amelyeket újszerűen csoportosított.

Ezt a tézist a jelölt önálló, tudományos eredményeként elfogadom.

Az elfogadott tézisekhez azonban általános kritikái megjegyzésem van: az akadémiai doktori értekezés alapját képező tézisektől elvárható, hogy azok komplex kérdések széleskörű vizsgálatára irányuljanak, kevésbé részproblémákéra (ami, egyébként, a PhD-értekezések téziseinek a jellegzetessége). Ezt a jogosnak tekinthető elvárást a dicséretesen nagyszámú tézis nem vagy csak korlátozott mértékben teljesíti.

A tézisekhez kapcsolódó kérdéseim:

- A bioetanol, illetve a biodízel üzemanyagként történő nagy tömegű hasznosításának milyen hatása van (lehet) a hazai mezőgazdaság teljesítményére?
- Végzett-e a jelölt az általa kutatott hajtóanyagkeverékekkel olyan nemzetgazdasági szintű, komplex vizsgálatot, amely a hagyományos üzemanyagok alkalmazásával összehasonlítva, a hosszú távú funkcionális – gazdasági – környezeti – humán – kulturális szempontokra kitér? Ha nem, ebben a tárgykörben milyen gondolatai merülnek fel.

6. Összefoglaló megállapítások

Dr. Zöldy Máté akadémiai doktori értekezése tudományos igényűen nagy gyakorlati jelentőségű problémakörrel foglalkozik. Gépjárművek hagyományos hajtásrendszerének továbbfejlesztése területén szolgáltatott értékes eredményeket. Az LPG dízel, a hajtóanyagokba kevert bioüzemanyagok és a hibrid járművekkel való üzemanyag-gazdálkodás tárgykörében végzett sikeres kutatásának eredményei egyrészt a közeljövő országos szintű döntéshozatalaihoz támogatást nyújthat, másrészt pedig a vonatkozó Európai Uniósi direktívák teljesítéséhez fontos háttéranyagul szolgálhat.

Kiemelést érdemel, hogy értékes kutatási eredményein alapuló téziseinek mindegyikét számos, nagy szakmai tekintélyű, külföldi folyóiratban is publikálta.

7. Javaslat

Összefoglalva megismétlem, hogy a Jelölt mind a **nyolc tézisét** új tudományos eredményként **elfogadom**. Megítélésem szerint, az értekezés **hiteles eredményekről** számol be. Ezek alapján határozottan **javaslom a nyilvános vita** megtartását és a Jelölt számára – sikeres védés esetében – **az MTA doktora cím megadását**.

Budapest, 2020. április 14.


dr. Gáspár László DSc
professzor emeritus