

# **SZAKDOLGOZAT**

**Kerner Dávid**

**KAPOSVÁR**

**2023**

**MAGYAR AGRÁR ÉS ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM  
KAPOSVÁRI CAMPUS  
AGRÁR- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR  
TÁPLÁLKOZÁSTUDOMÁNYI ÉS TERMELÉSTECHNOLÓGIAI TANSZÉK**

**Szántóföldön termesztett biomassza üzemanyagcélú  
felhasználásának lehetőségei**

**DIPLOMADOLGOZAT**

Készítette:

**KERNER DÁVID**

Mezőgazdasági mérnök Bsc. szakos hallgató

Konzulens:

**Dr. Lukács Aurél István**  
egyetemi docens

Tanszékvezető:

**Professor Dr. Tossenberger János**  
egyetemi docens

Kaposvár  
2023

# Tartalomjegyzék

<b>TARTALOMJEGYZÉK</b>	<b>3</b>
<b>BEVEZETÉS</b>	<b>4</b>
<b>1. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS</b>	<b>6</b>
<b>1.1. ENERGIAPOLITIKA</b>	<b>6</b>
<b>1.2. MEGÚJULÓ ENERGIAFORRÁSOK</b>	<b>7</b>
<b>1.3. MEZŐGAZDASÁGI EREDETŰ ENERGIAFORRÁSOK</b>	<b>8</b>
1.3.1. <i>Biomassza</i>	9
1.3.2. <i>Biogáz</i>	11
1.3.3. <i>Bioüzemanyag</i>	12
<b>1.4. BIOETANOL</b>	<b>13</b>
1.4.1. <i>A bioetanol jelentősége</i>	13
1.4.2. <i>A bioetanol előállítása</i>	14
1.4.3. <i>Otto motor alapok</i>	16
1.4.4. <i>Szintetikus üzemanyag, mint megújuló hajtóanyag.</i>	21
<b>2. ANYAG ÉS MÓDSZER</b>	<b>23</b>
<b>3. SAJÁT VIZSGÁLATOK</b>	<b>26</b>
<b>3.1. PRIMER KUTATÁS: BIOETANOL VIZSGÁLATA ÜZEMANYAGKÉNT, ÜZEMANYAGADALÉKKÉNT</b>	<b>26</b>
3.1.1. <i>Referencia érték meghatározás</i>	26
3.1.2. <i>Bioetanol üzemű hajtáslánc, E85</i>	27
3.1.3. <i>80/20 Motalkó</i>	29
<b>3.2. SZEKUNDER KUTATÁS: SWOT ANALÍZIS, PROBLÉMAFA-CÉLFA</b>	<b>30</b>
3.2.1. <i>SWOT analízis</i>	30
3.2.2. <i>SWOT Stratégia-alkotás</i>	31
3.2.3. <i>Problémafa - célfa származtatása</i>	32
<b>4. EREDMÉNYEK</b>	<b>34</b>
<b>4.1. PRIMER KUTATÁS EREDMÉNYEI: KÉRDŐÍVEK, VALAMINT A BIOETANOL FELHASZNÁLÁS ASPEKTUSAINAK KIÉRTÉKELÉSE, ÖSSZEGZÉSE.</b>	<b>34</b>
4.1.1. <i>E85, Bioetanol</i>	34
4.1.2. <i>80/20 Motalkó</i>	37
<b>4.2. SZEKUNDER KUTATÁS EREDMÉNYEI: SWOT ANALÍZIS, SWOT STRATÉGIÁK, PROBLÉMAFA-CÉLFA</b>	<b>39</b>
4.2.1. <i>SWOT Analízis</i>	39
4.2.2. <i>SWOT elemzésből alkotott stratégiák.</i>	41
4.2.3. <i>Származtatott Problémafa-célfa.</i>	42
<b>5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK</b>	<b>43</b>
<b>6. ÖSSZEFOGLALÁS</b>	<b>46</b>
<b>MELLÉKLETEK</b>	<b>48</b>
<b>IRODALOMJEGYZÉK</b>	<b>53</b>

## Bevezetés

Jelen korunk egyik legfontosabb témája a környezetvédelem. Bolygónk élhetőn tartása, illetve megóvása a jövő nemzedékeinek. A környezetvédelmen belül is az egyik legégetőbb probléma a globális felmelegedés, melyet sajnos az emberi tevékenység során a levegőbe juttatott szén-dioxid az utóbbi években jelentősen felgyorsított. A globális felmelegedés legfőbb okozójának, amolyan bűnbaknak a belső égésű motorok lettek kikiáltva, így az utóbbi években egyre erősebb szankciókkal, széndioxid kvótákkal, környezetvédelmi szigorításokkal súlytották őket. Mára tudjuk, hogy ezen intézkedések nem segítettek, hála az autóiipar által használt NEDC-ciklus szerinti károsanyag kibocsátás mérésnek, amit egészen a nagy dízelbotrányig alkalmaztak. Ezt követően erősen elkezdett nőni a hibrid hajtásláncok, illetve a tisztán elektromos üzemű autók népszerűsége, ami a mai napig tart.

Napjainkban sajnos erősen megfigyelhető jelenség, hogy a valóban alacsony károsanyag kibocsátású, kisköbcentis, városi járműveket szó szerint "kivégzik" a másfél, két tonnára hízalt hibrid hajtáslánccal rendelkező SUV-k, melyekben a 40-50 kW villanymotorok mellett 2.0 - 2.5 literes benzinmotorok duruzsolnak. Az elektromos trend az utóbbi években, korábban sosem látott mértékben nyomul előre az autóiiparban, amivel az előbb leírtak mellett az is a probléma, hogy a villanymotor működéséhez szükséges üzemanyagot alacsony hatékonyságú, esetleg sugárzó mellékterméket kibocsátó erőművekben termeljük. Véleményem szerint az nem egy hosszútávon fenntartható megoldás, ha az autók kipufogóját azokról levéve az erőművekbe integráljuk. Személy szerint sokkal inkább látok potenciált a belsőégésű motorok tovább fejlesztésében, illetve a fosszilis tüzelőanyagokról való átállásban megújuló forrásokra. Ebben a tekintetben lehetne természetesen kiemelkedően magas szerepe azon szántóföldön termelt kultúráknak, melyekből bioüzemanyagot lehet előállítani.

A fent leírtak mellett a környezetvédelmi kérdések egyre inkább előtérbe kerülnek életünk minden területén, mind a már meglévő ipari vállalatoknál, mind az újonnan épülő üzemek esetén. A megújuló energia piac - némi késéssel ugyan - az elmúlt években kialakult Magyarországon is. E piacon nagy áttörés áll előttünk, melyben a mezőgazdaságból származó energiaforrások intenzív hasznosítása, a biogáz, a biodiesel és a bioetanol előállítása játszhatná majd a főszerepet. Szakdolgozatomban a mezőgazdasági eredetű energiaforrások hasznosításának jövedelmezőségét vizsgálom. Dolgozatom kulcstémája a hazai megújuló energiaforrás potenciál elemzése, azon belül is a mezőgazdasági bioenergia - bioüzemanyag, biogáz és szilárd biomassza - előállítása és ezeknek a termékeknek az életciklusa, felhasználási

területe, illetve jövedelmezősége.

Dolgozatom fő célja, rávilágítani arra, hogy a megújuló energia lehet Magyarország egyik kitörési pontja. A bioenergia felhasználása számos gazdasági, társadalmi és környezetvédelmi előnnyel járhat, melyek közül az elsődleges gazdasági előny, hogy hazánk külföldi energiaszolgáltatóktól való kiszolgáltatottsága csökkenne, illetve olcsóbb energiaforrások biztosítására lenne lehetőség. Kutatásomat a mezőgazdasági úton nyert megújuló üzemanyagok szén-dioxid kibocsátására fókuszáltam, figyelembe véve a jelenleg futó otto-motorok fejlesztési irányzatait. A kutatás során választ szeretnék találni azon kérdésekre, hogy vajon valódi alternatíva-e a jelenlegi, vagy a jövőbeni belső égésű technológia mellett a bioüzemanyag használata, illetve, hogy környezetbarátabb technológia-e a bioetanol, a jelenleg maximális autóiipari támogatást élvező és emiatt jelentős mértékben erősödő elektromos, illetve hibrid hajtásokkal szemben?

Témaválasztásom legerősebb mozgatórugója, hogy én is az autóiiparban dolgozom, illetve gépészeti vonalon mozgok már 10 éve. Emellett nagyon fiatal korom óta vonzódok a belső égésű technológia minden formájához. Az elmúlt tíz év során gyűjtött tapasztalat fogalmazta meg bennem a kérdést, hogy ez az irány, amit az európai, vagy méginkább a világ autógyártása vett, az valóban helyes-e és valóban a fenntarthatóságot szolgálja-e? A témába már a dolgozatom megírása előtt mélyen beleástam magam és az így felhalmozott ismereteket igyekeztem is kamatoztatni munkám megírása során.

# 1. Szakirodalmi áttekintés

## 1.1. Energiapolitika

A világ energiaszükséglete az emberiség története során, kisebb visszaeső időszakok kivételével, folyamatosan nőtt. Az emberiség az elmúlt 100 évben több mint kilencszeresére növelte energiafogyasztását, miközben a Föld lakossága csupán négyszerese lett. Ha ez a tendencia folytatódik, akkor 2060-ra közel 30-szorosa lesz az energiafogyasztás a 160 évvel ezelőttinek (Lukács, 2009).

A népesség mennyiségi növekedésén túl az is fontos tényező, hogy a gyors gazdasági növekedést elérő és nagy létszámú országok (pl. Kína, India) energiafelhasználása meredeken emelkedik. A világ energiaigényének mérséklése elkerülhetetlen, mert a fosszilis energiahordozók készletei csökkennek és kitermelésük egyre költségesebb. Ehhez járulnak még hozzá a különböző politikai és gazdasági érdekérvényesítések, amelyek szintén növelik az árakat, a dráguló energia pedig szinte minden területen ár- és infláció felhajtó (Láng, 2009).

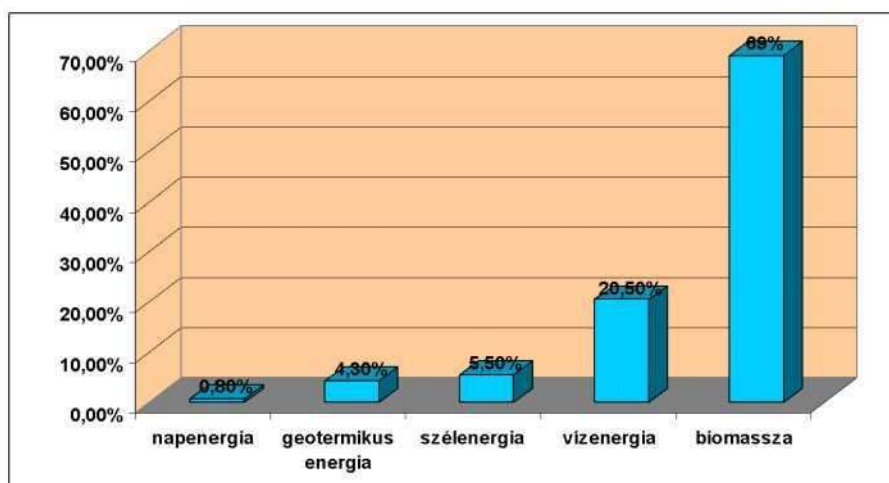
A globális környezetvédelem kötelezettségei és a hagyományos energiaforrások készleteinek kimerülésének kilátásai új helyzetet teremtettek az energiastratégiák kialakulásában. Energiatermelésünk és felhasználásunk korszakváltáshoz érkezett, a hagyományosak mellett új markáns tényezők érvényesülnek. Az energiastratégiában tételesen kell szerepeltetni a megújuló energia öt iránya - bio-, geo-, nap-, szél- és vízenergia - termelési és felhasználási előirányzatait. Az uniós pályázati támogatási források igénybevételével a megújuló energiatermelésben hazánk az EU fontos tényezője lehet. Az igénybe vehető 800-1000 milliárd Ft pályázati támogatás 20-30 ezer vidéki munkahely telepítését segíti, miközben megszilárdítja a növénytermesztés szerkezetét és kb. 300.000 tonna takarmányfehérje melléktermék hasznosításával az állattenyésztés fejlesztési alapját szélesíti. Az uniós támogatási források igénybevételének lehetőségei erőteljes ütemben bővítik a megújuló energia fejlesztési szándékokat, illetve az azok megvalósításához szükséges pénzügyi források igénybevételének tényleges lehetőségeit. Ezzel új megújuló energia fejlesztési korszak veheti kezdetét, növekedhet a befektetések száma, értéktömege (Bérci, 2006).

A növekvő energiaszükséglet ellenére a hagyományos fosszilis tüzelőanyag (szén, kőolaj, földgáz) és az urán bázisú hasadó nukleáris üzemanyag energiavagyon véges, területi eloszlása egyenetlen és kinyerését állandó politikai konfliktusok akadályozzák, melyek ezek árát is növelik (Giber, 2005).

## 1.2. Megújuló energiaforrások

A megújuló erőforrások használata egyidős az emberiséggel, melyek energiatartalma valamilyen mértékben mindig hasznosult a különböző társadalmakban. A 18. századtól kezdve előtérbe kerültek a fosszilis energiahordozók, elsősorban a szén, majd az olaj és a földgáz, a 20. század hetvenes éveinek elején az olaj ára azonban drasztikusan megnövekedett és a világ megismerkedett az „olajválság” fogalmával. Ennek következtében a figyelem ismét a megújuló energiaforrások fokozottabb felhasználása irányába fordult (Láng, 2009).

A megújuló energiaforrások folyamatosan, időtlenül megújulóan rendelkezésre álló energiaforrások. Ezek a napsugárzás, szél, vízenergia és a szerves biomassza, illetve annak másodlagos termékei, melyek részarányait az 1. diagram szemlélteti (Lukács, 2009).



1. Diagram: A megújulóenergiaforrások részaránya

Forrás: Lukács (2009)

A megújuló energiaforrások hasznosításának externális hatásai az alábbiakban foglalhatók össze:

- új munkahelyek teremtése,
- munkahelyek megőrzése mezőgazdasági termékek nem élelmiszer célú hasznosítása révén,
- innovatív gazdasági tevékenységek meghonosodása,
- helyben előállított nagyobb hozzáadott érték,
- a környezet terhelésének csökkentése,
- az életminőség javulása,
- energiaellátás biztonságának növelése (Oelberg, 2006).

Az árnövekedés és bizonyos energiahordozók kimerülésének lehetősége a következő 50 évben átrendezi az energiapiacot. A kormányok világszerte energiatakarékossági intézkedésekre

kényyszerülnek, kénytelenek lesznek technikailag is felkészülni a legkedvezőbb energiafelhasználási formákra, átgondolni export-import politikájukat és azok nemzetbiztonsági kockázatait (Gilbert, 2005).

Az EU primer energiaigényében a szilárd tüzelőanyagok felhasználásában 2030-ig 3%-os csökkenés várható, míg a megújuló energiaforrások részaránya a primerenergia-mérlegben 5,9%-ról 8,6%-ra prognosztizálható, melyek közül is a biomassa képviseli a legnagyobb arányt (Lukács, 2009).

A sokféle támogatás ellenére a megújuló erőforrások térhódítása a tervezetnél lassabban halad. Részarányuk a világ primerenergia-szükségletében 50 év múlva is csak 30-40%-ot fog kitenni a jelenlegi 18%-kal szemben. Ebben legnagyobb részt a vízenergia és a biomassa, kisebb arányban a szélenergia hasznosítása játszik szerepet. A lassú terjedésük annak köszönhető, hogy egyelőre gazdaságilag csak igen ritkán versenyképesek. A gazdasági hátrány egyik oka a megújuló energiaforrások diffúz jellegéből következő kis teljesítmény, illetve energiasűrűség. Emiatt fajlagosan nagy méretűek a berendezések és ezzel a létesítési költségek is. A létesítési költségek csökkentésében sokat várnak a technológiák fejlesztésétől, a nagy darabszámban értékesíthető konstrukciónál pedig a tömeggyártástól. (Vajda, 2001).

A gazdag országok növelni fogják a megújuló energiák arányát: szélerőmű-parkokat építenek a tengerparti sávba, az energianövények irányába tolják el az agrártermelés szerkezetét, támogatják a decentralizált hőellátást (napkollektorok), illetve HCP kis erőművek (gázmotorok, metánbázisú fűtőanyagcellák) telepítését. Drasztikusan csökkentik a gépjárművek fajlagos üzemanyag-fogyasztását (autófejlesztés, sebességkorlátozás), majd áttérnek a gázüzemű, illetve elektromos autók arányának növelésére, növelik a szintetikus hajtóanyagok termelését. A szegényebb országok maradnak a szén-erőműveknél, növelik a szén elgázosítását, korlátozzák az autóforgalmat, növelik a vasút szerepét. Ha tényleg elfogynak, illetve megfizethetlenné válnak a hagyományos primer energiák, marad - kb. 40% járulékkal - a megújuló energia. Rákényszerülünk az atomenergiára, megoldjuk az áram ésszerű tárolását (hidrogéngazdaság), vagy átvitelét mobil célokra, nő a tiszta hidrogéntechnológia aránya, melyet majd relatíve olcsó atomenergiával állítunk elő. (Giber, 2005)

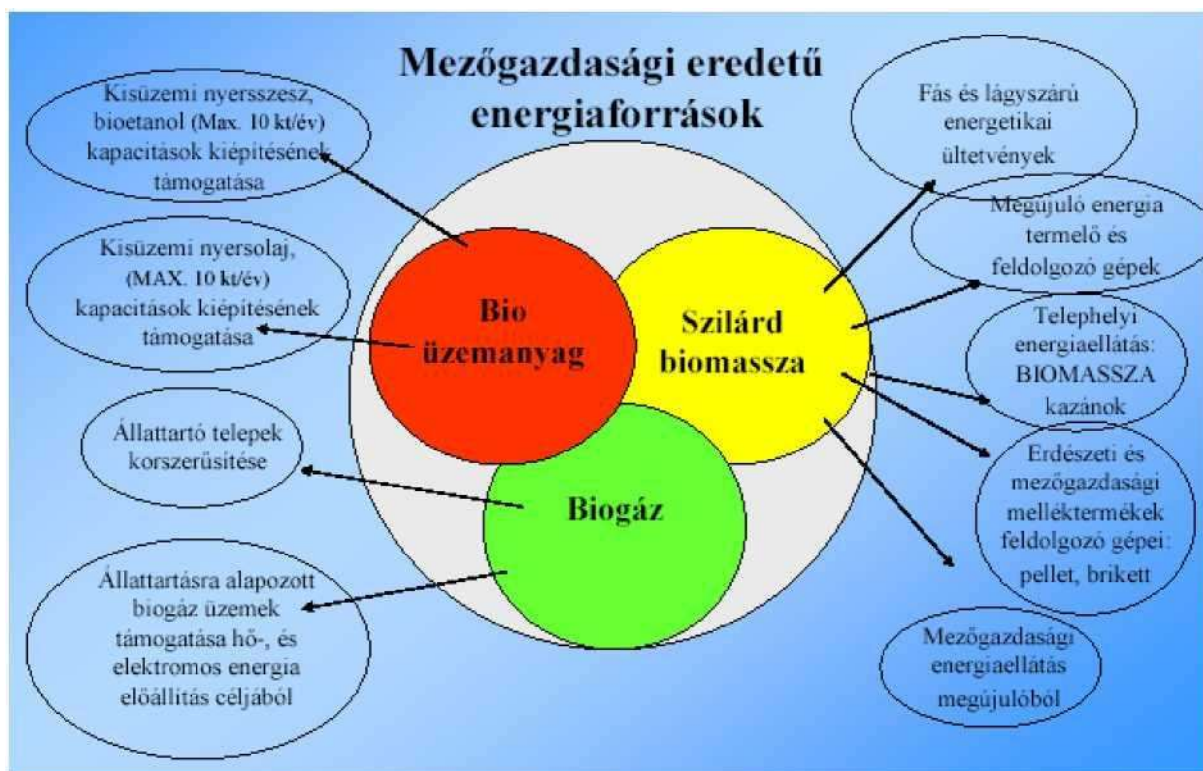
### **1.3. Mezőgazdasági eredetű energiaforrások**

Hazánk viszonylag szegény szénhidrogénekben, ezért olyan energiaforrásokra van szüksége, ami helyettesíti a földgázt és a kőolajat. Az import szénhidrogén származékok ára állandóan nő, így a gazdasági életet bizonytalanná tehetik. Magyarország képes önerőből megoldani energia



igényét, ha a mezőgazdasági termékekre is alapoz. Azokból a mezőgazdasági terményekből, amelyekből egyes vélemények szerint túltermelés van és feleslegesek, energiát lehet előállítani. 3 kg kukoricából több mint 2 kW/h elektromos energia termelhető. Ezenkívül az energiatermelés minden mellékterméke hasznosítható (Horváth, 2006).

A mezőgazdasági eredetű energiaforrások a 1. ábra szerint csoportosíthatók.



1. Ábra: Mezőgazdasági eredetű energiaforrások

*Forrás: Gőgös (2010)*

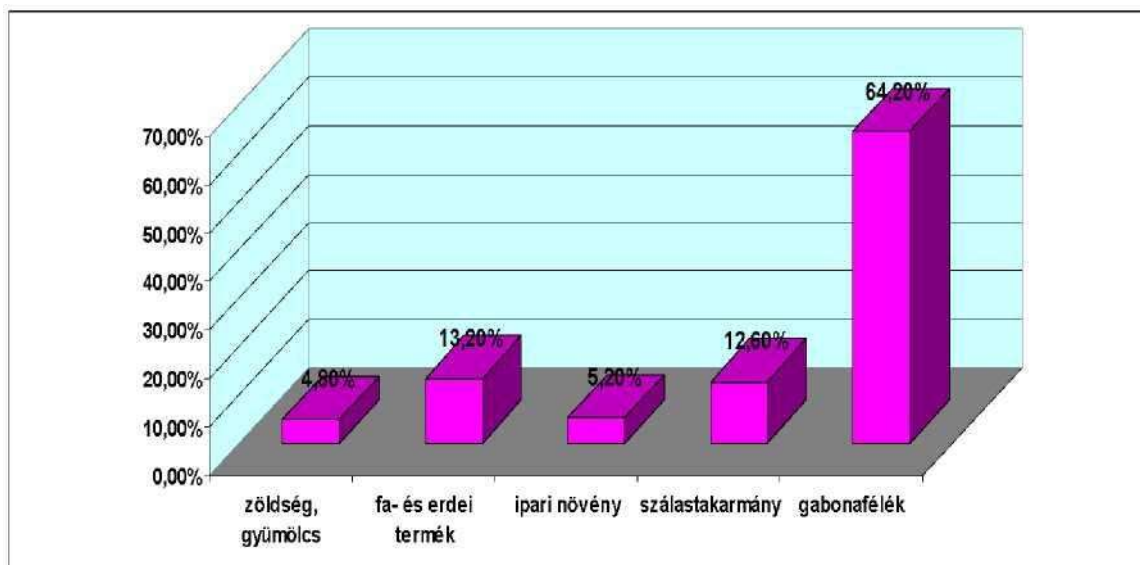
### 1.3.1. Biomassza

Biomassza alatt tágabb értelemben a fotoszintézis által évente újratermelt szerves anyagokat (fa, fű, agrártermékek, stb.), illetve ezek másodlagos termékeit (szerves hulladék, csatornaiszap, ipari szerves melléktermékek, stb.) értjük. A biomassza típusokat, az alábbiak szerint csoportosíthatjuk:

- erdőgazdálkodásba bevont erdők fanövekménye;
- energiaerdő-telepítések favagyona;
- csatorna-, trágya-, szeméttelpek és szennyvíztisztítók iszapanyaga;
- egyéb alternatív biomassza (Giber, 2005).

A mezőgazdaságban energetikai hasznosítás céljára általában csak a melléktermékek vagy

hulladékok kerülhetnek szóba (2. Diagram).



**2. Diagram: Biomassza összetétele (Tonna %)**

*Forrás: Barótfi (1998)*

A kimondottan energetikai célra termesztett növények azonban kedvező lehetőséget kínálnak a közvetlen környezetszennyezés csökkentésére, hiszen ezeken a területeken ártalommentesen elhelyezhetők az egyébként nehezen lerakható hulladékok, melléktermékek (pl. hígtrágya, szennyvíziszap, stb.). Az ilyen termelési tevékenység ezen kívül kedvezően befolyásolja a földhasználatot, és a termőterület növényállománnyal való borítása a szél- és vízerózió elleni védekezés egyik leghatékonyabb eszköze (Barótfi, 1998).

Az utóbbi években, főleg a fejlett mezőgazdasággal rendelkező országokban az élelmiszer túltermelést a közvetlen energiatermeléssel tervezik levezetni. Az ilyen megoldás a hazai mezőgazdaság számára is kibontakozási lehetőséget jelent, hiszen jelentős területek szabadultak fel az állatállomány sajnálatos csökkenése és a rosszabb adottságú szántók művelésének felhagyása következtében. Ha a hazai elméleti zöldenergia potenciálnak csak a felét hasznosítanánk, akkor a hazai összes energiafelhasználás 17%-át fedezhetnénk ebből a forrásból (Lukács, 2009).

A biomasszának számos előnye van a hagyományos, illetve néhány egyéb megújuló energiaforrásokhoz képest. Ilyenek például a viszonylag alacsony költségek, a rövid távú időjárás-változásoktól való alacsonyabb fokú függősége, a regionális gazdasági struktúrák előmozdítása és a gazdálkodók számára nyújtott alternatív jövedelemforrások megnyitása. A biomassza felhasználás növekedése az alábbi előnyökkel járna:

- Európa energiaellátásának diverzifikációja a megújuló energiaforrások arányának 5%-os csökkentésével,
- az üvegházhatást okozó gázok kibocsátásának csökkentése,

- 250-300 ezer fő közvetlen foglalkoztatása, elsősorban a vidéki területeken,
- a kőolaj iránti alacsonyabb igény következtében a kőolajárak leszorítása (EU Közösségek Bizottsága, 2006).

### 1.3.2. Biogáz

A fosszilis energiahordozók korlátozott mennyisége és az elégetésükből származó környezeti problémák elindították az új, alternatív energiahordozók széleskörű kutatását. Ami a biogázt az egyéb alternatív lehetőségektől megkülönbözteti, az a módszerrel egy időben megvalósuló szerves hulladék-hasznosítás, valamint alapanyagtól függően a mezőgazdaság számára hasznosítható víz- és trágya keletkezés (Taleghani - Kia, 2005).

A biogáz széndioxidból (30-40%), metánból (50-70%) és egyéb, nyomokban előforduló gázokból álló keverék, amely elsősorban anaerob erjesztés útján, tehát a levegőtől elzárva keletkezik biológiai úton lebontható hulladékokból (Alexa - Dér, 2001).

A biogáz termelés fejlesztése napjaink egyik leghatékonyabb környezetvédelmi beruházásának tekinthető, hiszen az anaerob környezetben végzett rothasztás nem terheli sem a talajvizet, sem a levegőt, valamint a folyamat során tüzelőanyag (metán) keletkezik. A biogáz termelés előnyei az alábbi pontokban foglalhatók össze:

- környezeti ártalmak csökkentése,
- a napenergia hasznosításának egyik leggazdaságosabb módszere,
- alternatív energiatermelés,
- az emisszió csökkentése,
- biotápanyag előállítás,
- csökkenthető csatornadíj,
- alternatív földhasználat,
- munkahelymegőrzés - vidékfejlesztés (Petis, 2006).

A biogáz felhasználható továbbá sűrített gázzal működő járművek meghajtására, így hozzájárulhat levegőminőség javításához, a szénmonoxid és nitrogén kibocsátás csökkentéséhez (Demirbas, 2009).

A keletkező biogáz hasznosítására több lehetőség adódik. Felhasználható közvetlen hőtermelésre, valamint gázégőkkel való elégetésre, gázmotorokban való felhasználása során villamos- és hőenergia termelésre, üzemanyagcellás megoldás esetén pedig tisztán elektromos áram állítható elő. A keletkező termék fűtőértéke 20-22 MJ/m<sup>3</sup> között van, azaz 1 m<sup>3</sup> biogázból hozzávetőlegesen 1,5-2 kWh villamos energia állítható elő a metántartalom függvényében. A

biogáz termelés tehát az egyik leghatékonyabb módszere lehet a szerves hulladékok hasznosításának és ugyanakkor alternatív energiaforrást is jelent. Ennek köszönhetően világszerte hozzávetőlegesen 150 anaerob fermentációval foglalkozó üzem épült ki, melyek települési szilárd hulladék és szerves ipari hulladékot alkalmaznak alapanyagként. Anaerob erjesztéssel szennyvíziszapból is előállítható biogáz, mely módszer az iparosodott országokban már évtizedek óta használatban van (Berktaý - Nas, 2008).

### 1.3.3. Bioüzemanyag

A bioüzemanyag-gyártás jelentős történelmi múlttal, emellett hazánk a növényi motorüzemanyag előállítás nyersanyagainak termesztése terén, kivételesen kedvező adottságokkal rendelkezik. Mind a biodízel, mind a bioetanol nyersanyagai (kukorica, búza, repce, napraforgó, stb.) rendelkezésre állnak. A biodízel befektetési lehetőségei most alakulnak, külföldi és hazai fejlesztések kb. 10-15 kis- és közepméretű üzem építésére adnak lehetőséget (Bérci, 2006).

A 2010-es előrejelzések szerint 280 millió tonna gázolaj igényt lehet prognosztizálni, ami 5,75%-os direktíva mellett 16,1 millió tonnás biodízel igényt jelent. A jelenlegi bővítések azonban ennek mindössze a felét fedeznék. Még nagyobb hiány várható a bekeveréshez szükséges bioetanol esetében. A kb. 210 millió tonnás benzin felhasználás az energiatartalomra vetített 2%-a direktíva szerint 6,2 millió tonna bioetanolt igényelne a jelenlegi 1,5 millió tonna kapacitással szemben. Az idei évre várható, 260 millió tonnára becsült benzinfogyasztáshoz 2 millió tonna bioetanolra lenne szükség (Göögös, 2006).

Külföldi tőke bevonásával kb. 1,8 millió tonna bioetanol előállítása szerepel napirenden, melynek nagy többségét uniós piacra, főleg Svédországba szállítják. Ez 4-5 nagykapacitású bioetanol üzem mellett több kisebb - kb. 40-45 - bioetanol üzem létrehozását indokolja, amely a munkahelymegtartás, új munkahely létesítés és a mezőgazdaság növénytermesztési szerkezetének stabilizálása miatt is szükséges (Bérci, 2006).

A bioüzemanyagok előállítási költsége, a benzin és dízelüzemanyagokénak mintegy kétszerese. Ennek oka, hogy az alapanyagul szolgáló növények termesztéséhez és bioüzemanyaggá történő átalakításához felhasznált anyagok (vetőmag, műtrágya, növényvédőszer, üzemanyagok, stb.) költségei az olajfinomítás költségeihez képest jelentősen magasabbak, habár az üzemanyag szállítási költségei kisebbek. A bioüzemanyagok forgalmi ára a teljes adó és áfa tartalmuk elengedése esetén is éppen csak versenyképes lenne a kőolajtermékek forgalmi árával szemben. A bioüzemanyag-termelést főként az ipari országokban több évtizede tartó élelmiszer- és

takarmánygabona túltermelés indokolja, melynek megoldását az EU, az USA és más országok is abban látják, hogy ezen termékek agrárterületeit bioüzemanyag- és biomassza-alapanyag termelésére állítják át. Emellett a kőolajvagon fogyása és a kőolajár ezzel járó fokozatos emelkedése is csökkentheti a bioüzemanyagok versenyhátrányát (Giber, 2005).

## 1.4. Bioetanol

### 1.4.1. A bioetanol jelentősége

Az etil-alkohol, vagy egyszerűbben etanol ( $C_2H_5OH$ ) színtelen, jellegzetes szagú és ízű erősen gyúlékony, kék lánggal égő folyadék. Az etanol kiválóan elegyedik kőolajszármazékokkal, így pl. benzinnel tökéletesen keverhető. A hagyományos benzinnel szemben az Etanol energiatartalma csekélyebb, csupán a benzinnének durván 60-70% -a, viszont égése során a károsanyag kibocsátása is jóval kisebb. Abban az esetben, ha az etanolt biomasszából, pl. kukoricából állítjuk elő, bioetanolról beszélünk, melyet elsősorban az élelmiszeripar használ alapanyagként. Emellett természetesen kiváló energiaipari termék is (Wikipedia).

A bioalkohol gyártás jelentős történelmi múltra tekint vissza. Egyes állítások szerint Henry Ford is alkohollal üzemeltette első járműveit. Magyarországon 1927-ben kezdődött meg a biomasszából fermentáció során nyert alkohol üzemanyag célú felhasználása. Ez köszönhető volt annak, hogy az első világháború végén aláírt trianoni diktátum után az országban üzemanyaghiány állt elő. Az alkoholt 20%-ban keverték hagyományos benzinnel, létrehozván ezzel az úgynevezett „Motalkót”. A két világháború közt ez az üzemanyag az ország teljes üzemanyag felhasználásának durván a felét tette ki. Ezt követően a kőolajárak alacsonyan stabilizálódtak, így az etanol gyártása gazdaságtalanná vált és mint motor hajtóanyag, megszűnt iránta az érdeklődés. Franciaországban 1939-ben, Magyarországon 1942-ben fejeződött be a fermentációval előállított alkohol értékesítése a benzinkutaknál. Az alkohol, mint üzemanyag az 1970-es években vált újra érdekessé és az ez iránti kutatásoknak a 73-as olajválság volt az egyik fő mozgatórugója. Majd ezt követően egészen napjainkig a környezetvédelmi törekvések miatt tartotta fenn és tartja is fenn a kutatók érdeklődését, mint alternatív üzemanyag. Bioetanol előállításához legnagyobb mennyiségben cukornád (kb. 62 %-ban) illetve gabonafélék (kb. 38 %-ban) kerültek felhasználásra. A cukornád mennyiségi fölényét a kukorica képes végtermék előállításban kompenzálni. Ennek oka a cukornád jelentősen kisebb cukortartalma a kukorica, illetve egyéb gabonák keményítő tartalmával szemben. Míg Európában, illetve az Amerikai

Egyesült Államokban jellemzően kukorica alapú bioetanol gyártás folyik, addig braziliában továbbra is a cukornád az első számú alapanyag. A korlátozott termőterület miatt rendkívül nagy jelentősége lehet a növénynevelésben rejlő lehetőségek kiaknázásának mind a termőterület-megtakarítás, mint az önköltség-csökkentés vonatkozásában. A nagy keményítő-tartalom, a nemzetközi szinten is kiválóan számító átlaghozamok, a kedvező adottságok, a jelentős vetésterület és a viszonylag jó tárolhatóság miatt hazánkban a bioetanol előállításában a kukorica lesz a meghatározó alapanyag. A jelentős cégek évek óta jelen vannak a piacon speciális erre a célra nemesített HTF hibridekkel, melyek etanol kihozatala üzemi adatok alapján némely esetben akár 6% -al is kedvezőbb a szabványban előírtnál. Az emelkedő energiaárak, ezzel párhuzamban a jelentős szárítási költségek alapjaiban határozták meg az utóbbi években hazánk kukorica termesztését, ennek köszönhető a korai fajták előtérbe helyeződését. Ettől függetlenül létezik egyébként már bármely FAO csoportban speciális etanol fajta. Nem csak a kukoricában lévő keményítő mennyisége a fontos, etanol gyártás szempontjából, hanem annak milyensége, összetétele egyaránt. E tekintetben vizsgáljuk az amilóz-amilopektin arányt. Míg az amilopektin egy többszörösen elágazó molekula, addig az amilóz lineáris. Ezen összetevők aránya növényfajonként nagyjából 1:4 az amilopektin javára, azaz 70-80 % amilopektin mellé 20-30 % amilóz párosul. Ezzel szemben az etanol gyártáshoz közkedvelt és erre a célra leginkább alkalmas waxy kukorica keményítőjének amilopektin tartalma 95-100 %, ami azért fontos, mert kedvez az ipari felhasználásnak, illetve a gyártás közbeni kezelhetőségnek, valamint ami ennél sokkal fontosabb, az ilyen jellegű keményítő fermentálása magasabb alkohol kihozatalt eredményez (Bai, 2013).

#### 1.4.2. A bioetanol előállítása

Bioüzemanyag gyártás szempontjából megkülönböztetünk úgynevezett első generációs bioüzemanyagokat, illetve második generációs bioüzemanyagokat. Ma a világon a legnagyobb mértékben első generációs bioüzemanyagot állítanak elő. Ez a mindenki számára ismert bioetanol, melynek előállításához vagy magas cukortartalmú növényre van szükség, vagy olyan növényre, ami magas keményítő tartalmú, ilyen a korábban taglalt kukorica. Jelenleg a kukorica alapú etanol gyártás a legelterjedtebb technológia. A keményítő tartalmú növényeket a hidrolízis folyamatával alakítják át glükózzá. A folyamathoz a növényt első lépésben darálni szükséges, ezt követően a rostok, illetve a sejtfalak főzéssel tovább roncsolhatók. Erre azért van szükség, mert ennek hatására a kémiai, illetve biológiai reakciók a lehető legnagyobb felületen mennek végbe. Ezen a ponton történik

meg a hidrolízis, amikor enzimet adnak hozzá, általában alfa-amilázt. A folyamat zárultával glükóz marad vissza. Ezt követően történik meg az erjesztés, hideg körülmények között. Alapanyagtól függően 16-18%-os alkohol tartalmú cefre marad hátra. Desztillációval eltávolítják a vizet, majd további molekuláris szűrők segítségével érik el a 99.9%-os tisztaságú etanolt (Laczó, 2008).

Az előállítás során keletkező melléktermék a DDGS (Dried Distillery Grain with Solubles), kiváló takarmánynövény, magas a fehérje és rost tartalma miatt. Fontos, hogy száraz helyen kell tárolni és 16%-nál nem magasabb nedvességtartalom mellett, mert csak ilyen állapotban lehet jól szállítani. Az etanolt előállító gyárak, köztük a Dunaföldvári Pannónia Bio is, legalább ugyanannyira hasznos terméknek tartja a DDGS mellékterméket, mint az etanolt. A gyártás során keletkező további melléktermék a CGF (corn gluten feed) és CGM (corn gluten meal). A CGF egy fehérjében gazdag takarmány melyet nedves vagy száraz formában készítenek, magas fehérje, energia, vitamin és ásványi anyag tartalom mellett. A CGF fehérje tartalma 48-60% -ra tehető ezzel szemben a CGM mellékterméké kevesebb, mindössze 18-22%. A CGM kevésbé elterjedt, mint a CGF ettől függetlenül mind a két takarmányt kiválóan lehet használni sertés, illetve baromfi takarmányozásban. Az első generációs bioetanolok energia hatékonyságukban nem érnek fel a fosszilis üzemanyagokhoz, azonban teljesen megújulók és elégetésük során csak annyi szén-dioxid szabadul fel amennyit a növény élete során megkötött. Felhasználásuk nem olyan egyszerű, mert a kőolaj vezetékben nem szállíthatók, ezért általában tartálykocsikban vagy vasúton szállítják. Hátránya, hogy viszonylag sok energiára van szükséges ahhoz, hogy energiát állítsunk elő. A jövő bioüzemanyag generációi az úgynevezett második generációs bioüzemanyagok, melyen a kutatók régóta kísérleteznek. Ez a hajtóanyag a butil-alkohol vagy más néven butanol. Alapanyaga ugyanaz, mint az etanolé. Előállítása is nagyon hasonló, viszont a létrejövő bio-butanolt nem kell szűrni így tisztán jön létre. Az előállítás kulcsa, hogy az erjesztés során speciális enzimeket alkalmaznak. Sajnos ez a technológia még nem igazán kiforrott és az enzim előállítása nagyon költséges, de rengeteg kísérlet és kutatás irányul ezen enzim előállításának olcsóbbá tételére. Az új generációs bioüzemanyagok előnye, hogy míg az etanol a kőolajhoz képest csak az energia 70%-át adja, addig a biobutanol elégetése során körülbelül ugyanannyi energia keletkezik, mint a kőolaj felhasználás során. Ráadásul jóval nagyobb arányban lehet keverni a benzinhoz és nem tesz kárt az autókban még akkor sem, ha csak tisztán biobutanolt alkalmazunk. Vízzel nem elegyedik, ez szintén egy hatalmas előny az etanollal szemben, mert nem támaszt speciális igényeket a szállítást, illetve a tárolást illetően. Sokan úgy tekintenek a biobutanolra, mint a jövő lehetséges energiaforrására, de sajnos még évekre vagyunk attól, hogy igazán elterjedjen

és gazdaságos legyen. Az első ilyen gyár 2013. október 9-én nyitott meg Olaszországban. Ez egy másik technológiát alkalmaz, mint a hagyományos enzimes megoldás, gombák és egyéb baktériumok segítségével mezőgazdasági hulladékból hoz létre üzemanyagot. (Laczó, 2008)

### 1.4.3. Otto motor alapok

Otto motor alatt értünk minden olyan alapvetően alternáló benzinmotort, mely otto körfolyamat szerint állít elő kémiai energiából munkát. Ezen folyamatban négy különálló ütemet tudunk megkülönböztetni, mely két főtengelyfordulat alatt megy végbe.

Az első ütem a szívás: a dugattyú a hengerben az alsó holtpont irányába mozog, s közben a nyitott szívószelepen át levegő-üzemanyag keverék vagy a modernebb típusoknál csak levegő áramlik a hengertérbe. A második ütemnél a dugattyú a felső holtpont irányába mozog, sűríti a levegőt, és minden szelep zárva van. A harmadik ütem kezdetén a sűrített levegő-üzemanyag keveréket, vagy modern motorok esetén a levegőt, majd a gyújtás előtt ezen sűrített térbe fecskendezett üzemanyag keverékét lobbantja be egy elektromos szikra. A gyors égéssel felhevített gáz nyomása megnő, majd elkezd a dugattyút az alsó holtpont irányába mozgatni. A negyedik ütemben a dugattyú a felső holtpont irányába mozog, a kipufogó szelep nyitva van, s az égéstermékek távoznak a hengerből. A körfolyamat friss gázkeverékkel újraindul. Az idealizált folyamat két adiabatikus és két izochor folyamatból áll. (Benkő 2011.)

Ezen technológia csaknem 150 éves, ugyanis az első ilyen motor 1876-ban készült el. Bár az elmúlt 150 év folyamatos fejlesztéssel telt és a mai motorok össze sem hasonlíthatóak hatásfokban, illetve fajlagos teljesítményben a régiakkal, a technológiának mégis megvannak a maga korlátai.

Benzin motorok esetén a legfőbb limitáló tényező mai ismereteink szerint, az állandó lambda érték, a kompresszióviszony, illetve a magas égési hőmérséklet.

Állandó lambda érték alatt értjük, hogy a benzin a gázolajjal szemben, csak és kizárólag 14,7:1 kg +/- 15% súlyarányú benzin-levegő keverékkel képes üzemelni. 1-es lambda esetén beszélünk tökéletes égésről és ennek elérésére törekszünk.

A benzin kompressziótűrése jelenleg 1:7 - 1:12 körüli értéken limitálja a motorok kompresszió viszonyát. Ezen érték fölött kopogásos égés lép fel, ez a gyakorlatban a benzin öngyulladását jelenti, amely károsan befolyásolja a motor élettartamát.



Az égési csúcshőmérséklet pedig határt szab a feltölthetőségnek, mert bizonyos töltőnyomás fölött annyira elszalad az égéshő, amit a jelenleg ismert anyagaink képtelenek elviselni.

Ezen okoknál fogva és a jelenleg nem taglalt veszteségek miatt, mint súrlódási veszteség, hőveszteség stb. helyeződik a mai modern motorjaink hatásfoka 24-35 % közé.

Fontos kiemelni, hogy ez a hatásfok a legoptimálisabb üzemi állapotban érvényes!

Ez a hatásfok növelhető különböző módszerek segítségével. A közelmúlt legfontosabb hatásfok növelő fejlesztései közé tartoztak a hengerekénti négy szelep, a direkt befecskendezés, illetve a különböző feltöltő berendezések, mint turbó, valamint kompresszor alkalmazása. Ezek nélkül a folyamatos környezetvédelmi szigorítások, illetve felgyorsult világunk miatt egy mai modern benzinmotor elképzelhetetlen lenne.

Nem hatásfoknövelő, sokkal inkább környezetvédelmi normák szigorodása miatti fejlesztés volt az elmúlt években a start-stop rendszerek kifejlesztése és bevezetése, a befecskendezési nyomások drasztikus megemlése, elérvén egy sokkal finomabb porlasztást, valamint a kipufogógázok egy részének EGR szelepen történő visszavezetése, "visszaetetése" a motorral. A kipufogógázok kezelésének további modern vívmányai a részecskeszűrő, mely a tökéletlen égés miatti kormot hivatott eliminálni, illetve az ADBlue katalizátor melynek nagy szerepe van dízel motorok esetén a káros nitrogén-oxidok redukálásában. Lambda szabályozást, valamint normál katalizátoros kipufogógáz kezelést már évtizedek óta alkalmazunk.

Jelen korunk fejlesztései azon limitáló irányokba mutatnak, amelyekbe jelenlegi ismereteink és a rendelkezésre álló anyagaink szerint még lehet fejlesztési potenciál. Ezek pedig a lambda érték kitolása és az ebben rejlő lehetőségek kiaknázása, illetve a kompressziós gyújtás. Az elszálló égéshővel egyelőre sajnos nem tudnak mit kezdeni.

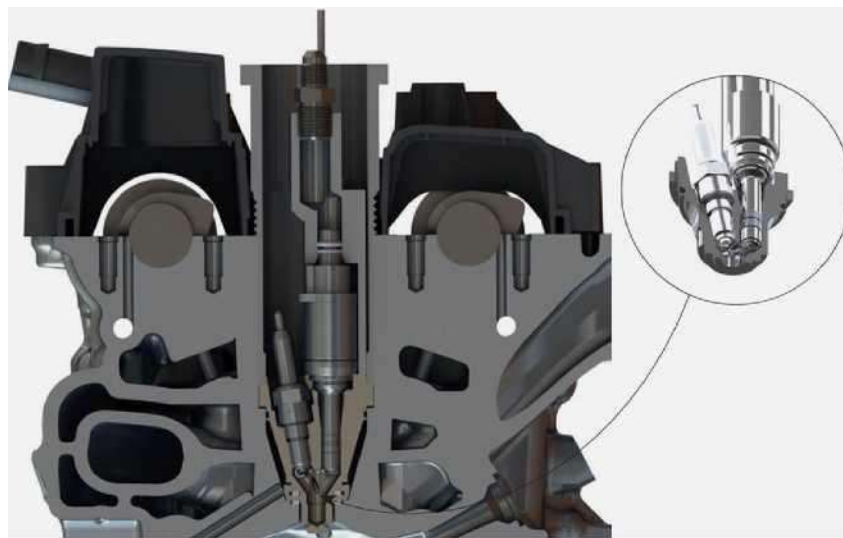
Hatásfok növelésének egyik lehetősége állandó lambda mellett, úgynevezett rétegelt töltés alkalmazása.

Ennek a lényege leegyszerűsítve az, hogy a közvetlen befecskendezésre támaszkodva csak a gyertya közelében és közvetlenül a gyújtás előtt alakítunk ki éghető (14,7:1 súlyarányú) benzin-levegő keveréket, miközben a henger többi részét alapvetően égni nem képes levegő vagy nagyon híg benzin-levegő keverék tölti ki. Ezt a trükköt alkalmazzák részterhelésnél a turbófeltöltős, közvetlen befecskendezéses motorok, valamint a Mazda Skyactive motorjai is.

(Gajdán, 2021)

A rétegtöltés egy lehetséges megoldására a Ferrari mutatott megoldást a Forma 1-ben. Ez a gyakorlatban egy előkamrás benzinmotor volt, melynek működése azon alapult, hogy az égéstér közepén kiképzett üregbe helyezték a gyújtógyertyát, illetve egy befecskendező fűvókát, mely fűvóka csak ebbe az előkamrába fecskendezett benzint.

Ilyenformán csak ott alakul ki éghető keverék, amit a gyertya gyújt meg. Majd az égésből származó hő felmelegíti a dugattyú feletti levegőt is, lenyomván a dugattyút. Az eredmény 45 százalékos csúcshatásfok.



**1. Kép: Ferrari előkamrás benzinmotor**

*(Forrás: Gajdán, 2021)*

Hasonló, de mégis más a Maserati MC20-as motorjában az előkamra kialakítása, mely a 2. számú képen látható. Az egészen kicsi, cső alakú előkamrában csak gyertya van, ami az egészen kis furatokon keresztül az égéstérből az előkamrába áramló ideális, azaz 14,7:1 arányú benzin-levegő keveréket gyújtja meg. Az előkamrából a nyolc lyukon át kilövellő égő gázcsóvák rekordsebességgel gyújtják be az égésteret kitöltő benzin-levegő keveréket (amiben egy másik gyertya is a segítségére van), így egyrészt nagy lehet a fordulatszám (8000/perc) és mintegy 15 százalékkal emelhető a kompresszióviszony.



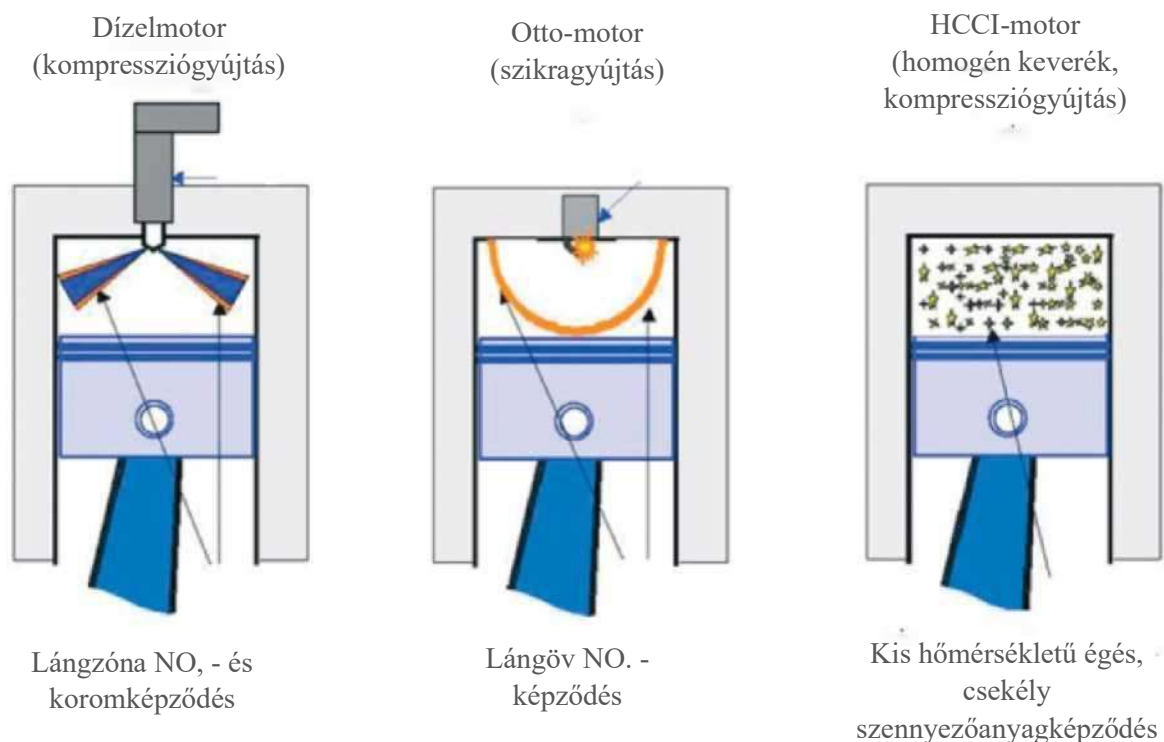
## 2. Kép: Maserati MC20 előkamrás technológia

(Forrás: Gajdán, 2021)

A kompresszióviszonyra, pontosabban a kompressziós gyújtás kiaknázására alapoz a HCCI technológia is.

Homogeneous Charge Compression Ignition engine, magyarul homogén töltetű kompressziógyújtású motor. Lényegében egy benzinnel működő dízelmotor, bár ez túlzott egyszerűsítés. A HCCI-motor esetén a hengerben előkevert benzin-levegő elegyét sűríti a dugattyú mely az összenyomás hatására felmelegszik, és egyszerre elég.

A homogén töltetű kompressziós gyújtás sematikus ábrája alább látható, szembeállítva a hagyományos dízel és benzin üzemű technológiával.



## 2. Ábra: HCCI technológia sematikus ábrája

(Forrás: Turányi, 2009)

Az Otto-motoroknál a gyújtás pontos időpontját az ECU szabályozza, a motor fordulatszáma és terhelése függvényében. HCCI-motor esetén ilyen külső szabályozásra nincs lehetőség, a motor kialakításának kell a pontos gyulladási időpontot biztosítania. Ez megoldható például folyamatosan változó szelepvezérléssel.

A HCCI-motor hengerében a legnagyobb nyomás magas, akár 250 atm is lehet az Otto-motorban megszokott 25 atm-val szemben. A meggyújtandó keverék üzemanyagban szegény, emiatt a maximális hőmérséklet 1900 K alatt marad, míg a jelenlegi motorok maximális gázhőmérséklete 2000 K felett van. Az alacsonyabb hőmérsékletű égés és az üzemanyagban szegény keverék hatására az égés során kevesebb szennyezőanyag keletkezik, értendő ezalatt a

káros NO<sub>x</sub> illetve a koromrészecske. Ezzel szemben sajnos pont a “hideg” és tökéletlen égésnek köszönhetően a HC illetve a CO képződés jóval magasabb mint a szikragyújtásos társak esetén. A technológia mellett szól, hogy roppant üzemanyag takarékos és kiemelkedő hatásfokkal bír. Csaknem minden nagy autógyár fejleszt HCCI-motort. Ilyen fejlesztés a Mercedes-Benz F700 motorja, amelyet már utcán közlekedő prototípusba is beépítettek. A cég a saját fejlesztésű HCCI-motóját „DiesOtto” motornak nevezi és négy hengere, illetve az 1,8 liter hengertérfogat ellenére a motor teljesítménye azonos az S-osztályos Mercedesek 3,5 literes, V6-os benzinmotorjával. Emellett fogyasztása csak 5,3 liter/100 km, míg a hasonló teljesítményű Otto-motorok 9,5 liter benzint fogyasztanak 100 km-en. Az előzetes várakozásnak megfelelően az F700 motornak nagyon alacsony az NO- és korom kibocsátása. A motor érdekessége, hogy működése során általában az összenyomás gyújtja meg az üzemanyag-levegő elegyet, de alapjáraton és nagy fordulatszámokon szikragyújtást alkalmaznak.

(Turányi, 2009)

A fent leírt fejlesztési irányok mindegyike a belső égésű technológia, hatásfok növelő irányába mutat, a jelenlegi korlátok tágításával. Ennek az oka meglehetősen triviális. Egy magasabb hatékonysági fokkal üzemelő aggregát kisebb fogyasztás, közvetve kisebb kibocsátás mellett képes üzemanyagból hasznos munkát előállítani. Ez pedig azért rendkívül fontos tényező, mert ha sikerülne elérni az 50% -os hatásfokot egy robbanómotorral, akkor értelmét vesztené az áram, járműhajtási célzattal való megtermelése egy azonos hatásfokkal üzemelő erőműben.

(Gajdán, 2021)

#### 1.4.4. Szintetikus üzemanyag, mint megújuló hajtóanyag.

Dolgozatom megírásának kezdetén még nem igazán lehetett hallani az úgynevezett szintetikus üzemanyagról, vagy másnéven E-üzemanyagról. Jelenleg viszont egyre inkább előtérbe kerül, mint lehetséges alternatíva a belső égésű motorok túléléséhez. Ennek oka, hogy a szintetikus üzemanyag is 100% -ban megújuló forrásból származik, akár csak a bioetanol és az eddigi adatok szerint probléma és kompromisszum mentesen kompatibilis, a jelenleg alkalmazott belsőégésű technológiával. A technológia legnagyobb hátránya jelenleg annak anyagi vonzata. Szintetikus üzemanyagot előállítani drága és az gyártási folyamat energiaigénye magasabb az üzemanyagban tárolténál.

A benzint és a gázolajat a kőolaj ipari finomításával állítják elő, de alapvető kémiai

szerkezetüket tekintve szénhidrogének, azaz fő összetevőjük a hidrogén- és a szén. Ezeket a szénhidrogéneket vízből kinyert hidrogén és a levegőből származó szén felhasználásával elő lehet állítani. A folyamat ugyan sok energiát igényel, de ez az energia megújuló forrásokból, például szél- vagy napenergiából is előállítható. Mivel a folyamat szenet von ki a légkörből, segít ellensúlyozni az üzemanyagot ténylegesen elégető motorok kibocsátását.

(Dr. Zay Balázs, 2023)

A szintetikus üzemanyaggyártás első lépéseként a levegőből vagy füstgázból egy szén-dioxidcsapda segítségével kivonják a gázt. Ezzel egy szivacszerű anyag képződik, amiből 95 fokra hevítve a szén-dioxid újra felszabadul. A szénhidrogén lánc másik fontos összetevőjét a hidrogént elektrolízis útján állítják elő víz, hőenergia és egyenáram segítségével. A keletkező hidrogén gáz önmagában alkalmas az energia tárolására, de szén-dioxiddal katalizátor jelenlétében reagáltatva metanol keletkezik, valamint a Fischer-Tropsch eljárással a szintézis gázból metanol helyett metán, illetve hosszabb szénláncú alkánok is előállíthatók, melyekből esetleges krakkolás után kondenzálhatunk szintetikus előállított benzint, dízelt, kerozint és egyéb olajokat.

(Dr. Zay Balázs, 2023)

Az e-fuel fajták helyzetét nehezíti, hogy az ipari méretű előállítást egyelőre nem oldották meg, és a gyártási költségek viszonylag magasak, így egy liter ilyen üzemanyag most körülbelül 6-7 euróba (2400-2800 forint) kerül, de Dr. Zöldy Máté szerint 2050-ig literenként 1-3 euró környékére csökkenhet az e-üzemanyagok ára, ami összemérhető a jelenleg kapható benzinnel és gázolajjal.

(Zách, 2023)

Az e-fuel irányába mutat az Audi fejlesztése is, az R33 Gasoline és R33 Diesel. Az R33 Blue Gasoline és az R33 Blue Diesel egyharmada megújuló komponensekből áll, amelyek kizárólag maradék- és hulladékanyagokon alapulnak. A benzin megújuló része 10 százalék üzemanyag-oxigenátból, például etanolból és 23 százalék bionaftából áll, amelyet maradékanyagokból, például a cellulózgyártásból származó tallolajból nyernek. Az R33 Blue Diesel 26 százalékban megújuló paraffinos üzemanyagból, azaz HVO-ból (hidrogénezett növényi olajból) és 7 százalékban biodízelből áll. A fennmaradó 67 százalékot a fosszilis tüzelőanyagok teszik ki.

(Green Car Congress, 2021)

## 2. Anyag és Módszer

Dolgozatomban a szántóföldön termesztett biomassa üzemanyag célú felhasználásának lehetőségeit vizsgálom. Kutatásomat a megújuló üzemanyagok szén-dioxid kibocsátására szeretném fókuszálni, figyelembe véve a jelenleg futó belső égésű motorok fejlesztési irányzatait. Munkám során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy tudna-e esetlegesen valódi alternatívaként funkcionálni egy szántóföldi kultúra feldolgozásából nyert üzemanyag vagy sem? Valóban jó irányba haladunk a zöldülés útján, ha a hibrid technológiát, illetve a tisztán elektromos hajtások fejlesztését erősítjük? Rövid távon mi a legzöldebb energia, amivel a szokásaink lényegi változtatásai nélkül is környezetbarátabbá tudunk válni? Kutatásom legelső és egyik legfontosabb lépése megismerni a jelenlegi fogyasztást, illetve szén-dioxid kibocsátást. Ehhez szükség van fosszilis tüzelőanyag esetén az aktuális fogyasztás, az ebből felszabaduló gázmennyiség, illetve a tüzelőanyag előállításából származó szén-dioxid mennyiség ismeretére. Ennek ismeretében vizsgálhatók a továbbiakban az alternatív megoldások.

Dolgozatomban primer és szekunder kutatást végeztem.

A primer kutatás során vizsgáltam a bioetanolt, mint önálló alternatív üzemanyagot, emellett mint fosszilis tüzelőanyaghoz kevert adalékot. Kérdőív segítségével kutattam az emberek viszonyát az ilyen formán megújuló üzemanyagokkal kapcsolatban, illetve azt, hogy mások hogyan látják ebben a témában a jövőnket. Ebben nagy segítségemre voltak a TotalCar szerkesztőségének dolgozói, akik készségesen támogattak. Támogatásukat ezúton is köszönöm.

A kérdőívezés célja az volt, hogy rálátást nyerjek, hogy az átlag magyar autósnak mi a véleménye, milyen a kapcsolata, illetve meglátása a bioüzemanyagokat illetően, illetve, hogy hogy viszonyul a jelenlegi autóiipari irányzatokhoz.

Az elsődleges megosztási felületként a facebookot választottam. Kiindulási alapnak elegendőnek tartottam a saját, durván 1700 főt számláló kontaktlistámat. A cél az volt, hogy az átlag felhasználót érjem el, viszont ez a próbálkozásom bizonyos mértékig kudarcnak könyvelhető el. Egyszerű megosztásokból indulva, a célzott üzenetekig körülbelül 60 kitöltött kérdőívet szereztem, ami mintavételi nagyságot illetően rendkívül csekély.

Ezt követően kerestem fel a TotalCar szerkesztőségét, akik készségesen támogattak. Így a mintavételi nagyság az eredeti létszámról 5 nap alatt nagyjából a 7-szeresére nőtt.

A kérdőív 10 napon keresztül volt elérhető mindenki számára, a kitöltés korlátozva volt egy lehetőségre. A kérdőív elkészítéséhez “Google Űrlapok” szolgáltatást használtam.

Azért erre esett a választásom mert egy egyszerű, könnyen kezelhető és erre a célra kiválóan alkalmas program.

Az adatok kiértékelése, illetve elemzése Excelben készült.

A mintavételi nagyságom végül 424 főben maximalizálódott, a válaszadók átlagéletkora pedig 35 év volt. A kérdőív kiértékelése szempontjából csak az aktív autóvezetők véleménye volt mérvadó.

Fontos megemlíteni és számomra külön öröm volt, hogy a válaszadók 73,5 % -a jár jelenleg benzin üzemű hajtáslánccal szerelt járművel. Ez azért fontos, mert az egész szakdolgozat, illetve a kutatásom is a bioetanolra mint bioüzemanyagra épül, ez pedig jelenlegi ismereteink szerint a hagyományos benzinre jelentene alternatívát.

A kérdőív teljes egészében elérhető dolgozatom Mellékletek fejezete alatt.

A szekunder kutatás eredményeképpen bemutatom a globális energiapolitikai helyzetet, ismertetem a megújuló energiaforrásokat, kifejtem a mezőgazdasági eredetű energiaforrások jelentőségét. A megújuló energiaforrások belső és külső környezetének vizsgálata alapján SWOT analízis segítségével elemzem a bioüzemanyagok helyzetét, illetve megkísérlem meghatározni a lehetséges stratégiákat.

A SWOT elemzés célja azonosítani és tudatosítani azokat a külső és belső tényezőket, amelyek pozitív, illetve negatív hatással vannak az elemzett témára. Az analízis során vizsgált belső tényezők a projektre, jelen esetben a megújuló üzemanyagok helyzetére ható erősségek (**Strenghts**), illetve gyengeségek (**Weaknesses**). Az elemzett téma külső tényezői a lehetőségek (**Opportunities**), valamint a fenyegetések (**Threats**).

Ezen külső és belső tényezők kezdőbetűi alkotják a “SWOT” -ot mint mozaikszót. Ha az elemzést megfelelően végezzük, az képes lesz megmutatni azokat a lehetőségeket, melyeket erősségeinkkel képesek lehetünk elérni, szem előtt tartva a gyengeségeinket, fenyegetéseinket.

Felállításra került egy problémafa-célfá térkép is, melynek input információi a szakirodalmi kutatás, valamint a megújuló energiaforrások SWOT analízisének súlyponti tényezői voltak. A problémafa-célfá ábrázolásnak a lényege a potenciális problémák körének összegyűjtése, majd ezen problémák megoldásának célként való újrafogalmazása. A problémafa valamely fennálló



helyzet negatív aspektusait mutatja meg, míg a célok elemzése megmutatja a kívánatos jövőbeni helyzet pozitív aspektusait. A fent taglalt módszerrel megfelelően kimutathatók a szántóföldön termelt biomassza üzemanyagként való felhasználásának jelenleg fennálló problémái, valamint azok lehetséges megoldásai és annak pozitív következményei.

Kutatásom során nagymértékben támaszkodtam a KSH, az Eurostat illetve a MÁSZ (Magyar Ásványolaj Szövetség) által szolgáltatott adatokra. Ezen adatok bárki számára szabadon elérhetők az említett szervezetek honlapján.

### 3. Saját vizsgálatok

#### 3.1. Primer kutatás: Bioetanol vizsgálata üzemanyagként, üzemanyagadalékként

##### 3.1.1. Referencia érték meghatározás

Vizsgálatom első és legfontosabb lényegi kérdése, a jelenlegi éves szinten felhasznált fosszilis tüzelőanyag mennyisége. Mivel a szakdolgozatom lényegében a bioetannal foglalkozik, ezért a vizsgálatot is csak és kizárólag benzinre szűkítettem, mert az etanol csak erre jelent alternatívát. A fogyasztás vizsgálatához 5 év adatait vizsgáltam és átlagoltam. Az így kapott érték reprezentatív az átlag üzemanyag felhasználásunk tekintetében, ugyanis 2016-tól kezdve a fogyasztás emelkedő tendenciát mutatott, majd a 2020-as covid hullámnak köszönhetően egy durván 7%-os visszaesést. A kapott éves fogyasztási érték a petroleum.hu adatai alapján 1.389.857.600 liter motorbenzin, melynek nagyjából 9.5%-a, mintegy 134.350.496 liter prémium üzemanyag.

Ahhoz, hogy hozzávetőlegesen megkapjuk az ebből az üzemanyag mennyiségből felszabaduló széndioxid mennyiségét, ismernünk kell egy napjainkban használt egyszerű benzinmotor széndioxid kibocsátását. Ahhoz, hogy a kép árnyalt legyen, figyelembe kell venni a jelenleg forgalomban lévő hajtásláncok kibocsátását. Azaz vizsgálni kell szívócső befecskendezésű szívó benzinmotort, közvetlen befecskendezésű szívó benzinmotort, illetve közvetlen befecskendezésű feltöltött motort. A hengerenkénti szelepszámtól, a vezérműtengelyek geometriájától, illetve számától ilyenformán a motor hangolásától a vizsgálat során eltekintek.

A széndioxid kibocsátás számítása során igyekeztem mindhárom fent említett hajtáslánc típusból a legjellemzőbbeket kiválasztani, amivel az átlag magyar autós utazik, illetve igyekeztem figyelembe venni azt, hogy a kibocsátás vizsgálatához választott motor konstrukció technológiát megfelelően példázza.

A vizsgálat során a szívócső befecskendezésű, szívó benzin vonalat egy 1.3 literes Suzuki motor képviseli, 143 g/km kibocsátással, illetve 6.2 literes fogyasztással, a közvetlen befecskendezésű szívó benzin vonalat pedig a Volkswagen 1.6 FSI motorja, 161 g/km kibocsátással, illetve 6.7 literes fogyasztással. Közvetlen befecskendezésű feltöltött motornak szintén a Volkswagen

egyik fejlesztését, az 1.4 TSI motort választottam 120 g/km kibocsátással, illetve 5.2 literes fogyasztással.

A kilométerenkénti széndioxid kibocsátás 141 grammban, a típusok átlagfogyasztása pedig 6 literben maximalizálódott. A 6 literes átlagfogyasztással számolva a literre vetített hatótáv 16,66 km. Azaz 1 liter benzinnel ezen adatok alapján 16,6 km tehető meg. A jelenleg alkalmazott technológia mellett egy liter üzemanyag elégetése során 2340,6 gramm széndioxidot juttatunk a levegőbe. Ehhez jön még az üzemanyag megtermeléséhez szükséges üzemanyag kibocsátása. A szakirodalom szerint 1 liter üzemanyag megtermeléséhez 0,19 liter üzemanyagra van szükség, így az összkibocsátás 2785 grammra dagad. Ezt tovább számolva megállapítható, hogy az elmúlt 5 évben a magyar lakosság átlagosan 3.871.190 t széndioxidot juttatott a levegőbe éves szinten.

A KSH adatai szerint Magyarország személygépkocsi állománya 2019-ben 3.812.013 darabot számlált, mely állománynak az eurostat szerint 67%-a volt benzinmotorral szerelt. Ez összesen 2.554.048 darab benzines gépjárművet jelent, ami így 1.51 tonna széndioxid kibocsátást / benzines gépjármű / év eredményez. Ez az 1,51 tonna CO<sub>2</sub> / gépjármű a referencia érték. Az éves fogyasztás adatok, átlagfogyasztással és az ország benzines gépjárműparkjával, éves megtett távolságra vetítve 9070 km/évet mutat. Ez az érték reálisnak tekinthető, az autót használók eltérő utazási szokásainak ismeretében.

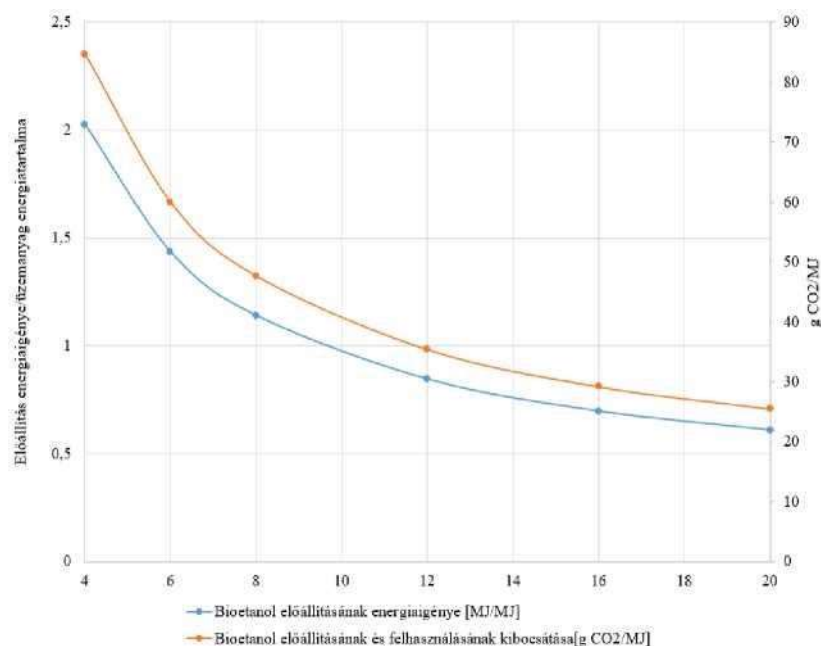
A KSH adatai szerint 2020-ban a magyar gépjárművek átlagéletkora 14,7 év kerekítve 15 év volt, ami évi 9070 kilométerrel 136.050 km futásteljesítményt eredményez. Tisztában vagyok azzal, hogy a mai modern autók ennek a futásteljesítménynek a háromszorosára is képesek, de a vizsgált adatokból az mutatkozik, hogy egy átlag felhasználó képtelen ezt kihasználni, mielőtt megszabadul gépjárművétől. Az így kapott futásteljesítmény 15 éves élettartam alatt 22,73 t levegőbe juttatott széndioxidot produkál. Ezzel szemben vizsgálom egy etanollal hajtott és egy emelt etanol tartalmú benzinnel hajtott hajtáslánc teljesítményét. A vizsgálat során figyelembe veszem a hajtásláncok jelenleg futó fejlesztéseit is.

### 3.1.2. Bioetanol üzemű hajtáslánc, E85

E85 üzemanyag alatt egy 85% etanol - 15% benzin arányú keveréket értünk. Egy liter tiszta

etanol előállításához 2.2 kg kukoricára van szükségünk 0,442 liter/kg kihozattal számolva. Figyelembe véve azt, hogy az etanol energiataralma nagyjából 70 %-a a benzinének, annak égetése 142% többletfogyasztást eredményez. Így a korábban taglalt 6 literes referencia fogyasztás, E85 égetése esetén 8,142 literre, módosul, melyből 7,242 litert fedezünk bioetanolból, a maradék 0,9 litert pedig benzinből. Ez 136.050 kilométeres élettartam esetén, 9852,74 liter etanol mellett 1224,45 liter motorbenzinnek, azaz összesen 11.077,19 liter E85 üzemanyagnak felel meg, amely mennyiség előállításához összesen 22,291 tonna kukoricára van szükség.

Mivel bioetanol széndioxid semleges üzemanyag, a pusztán elégetéséből származó széndioxid mennyiség nem értelmezhető. Bioetanol üzemanyagnál plusz széndioxid csak a gyártási folyamatok során szabadul fel, azaz a kukorica előállításánál, illetve feldolgozásánál. A Budapesti Műszaki Egyetem kutatása szerint 1 Tonna azaz 1267 liter etanol előállításához összesen 20,6 GJ energiára van szükség. Ez a 20,6 GJ a hazánkban jelenleg legmodernebb etanol előállítási technológiát, illetve konvencionális agrotechnológiát feltételez. A 3. diagrammon megfigyelhető a bioetanolhoz befektetett energia hányadosa, természetlag függvényében, illetve a befektetett energiához társuló CO<sub>2</sub> kibocsátás.



### 3. Diagram: Elektromos és belső égésű motorral rendelkező autók fajlagos energiafelhasználásának és széndioxid-kibocsátásának összehasonlítása a teljes folyamatláncra vetítve.

*Forrás: Katona - Radnai (2016)*

Jól látható, hogy 8,7 tonna/hektár termésátlag mellett a 1 MJ befektetett energia 38 gramm szén-dioxid kibocsátással jár. A 20,6 GJ energia 1 literre vetített értéke 16,26 MJ, az ehhez az energiamennyiséghez tartozó kibocsátás pedig 617,88 gramm. Ezen érték csak és kizárólag az

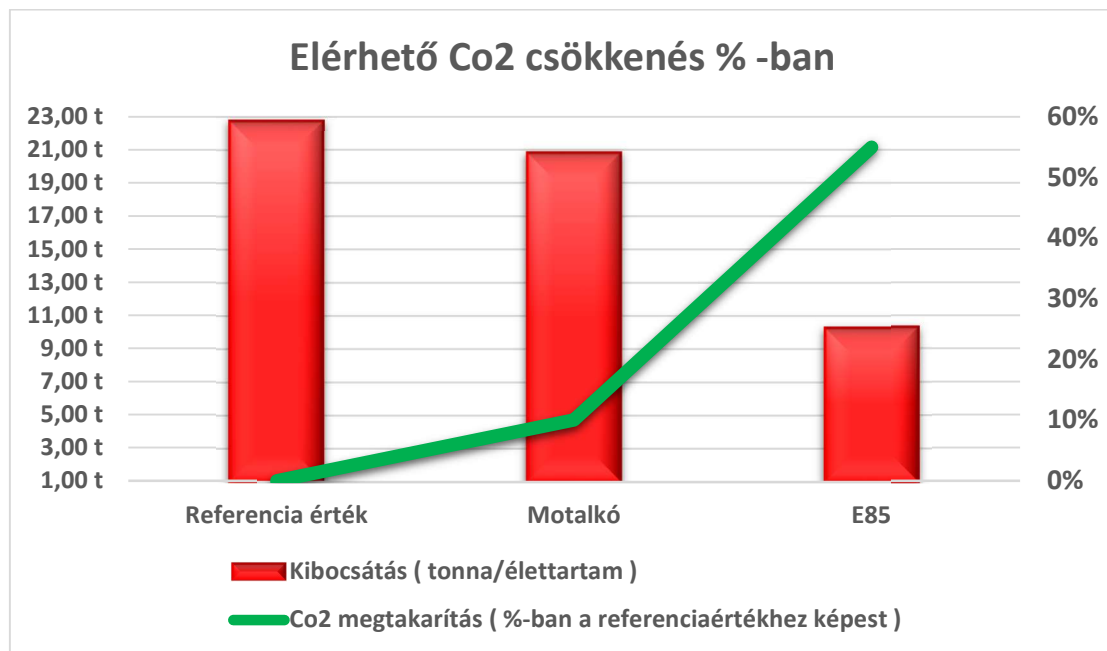
üzemanyag előállításából származik. Ez annak köszönhető, hogy az üzemanyag égése során csak és kizárólag annyi CO<sub>2</sub> szabadul fel, amennyit az alapanyagul szolgáló növény megkötött. 617,88 gramm szén-dioxiddal számolva literenként, a 11.077,19 liter üzemanyag elégetése 6,84 t széndioxidot jelent, melyhez adódik még az 1224,45 liter motorbenzin elégetéséből felszabaduló 3,41 tonna széndioxid. A végeredmény 10,25 tonnában maximalizálódik. Ez az eredeti 22,73 tonnához képest ez 55% megtakarítást eredményez.

Az egy autóra eső nettó szén-dioxid kibocsátás mellett fontos szempont az is, hogy egyáltalán megtermelhető-e ekkora mennyiségű üzemanyag, szántóföldi biomasszából? A válasz igen, de hatalmas kompromisszummal, ami etikai kérdéseket is felvet. Az eredeti fogyasztás 1.389.857.600 liter üzemanyag volt. E85 használata esetén a többletfogyasztás miatt ez 1.677.558.123 liter etanol mellett 208.478.640 liter motorbenzint jelentene. Ez megtermelt kukoricában évi 3.795.380 tonnát jelentene. A tavalyi 8,7 t/hektáros teljesítmény mellett ez 436.250 hektárt igényel. Ez a majd 3,8 millió tonna, illetve a 440 ezer hektár az éves kukoricatermés, illetve termőterület 44% -a. Az éves össz. kukorica termőterület 2020-ban 972 934 ha, az ezen megtermelt össztermés pedig 8 414 350 tonna. Az országos összfelhasználás, beleszámítva a 72 077 tonna veszteséget 5 178 458 tonna. Így a 2020-as év 3 235 892 tonna kukorica felesleget mutat, abban az esetben, ha nem vesszük figyelembe az import export folyamatokat.

### 3.1.3. 80/20 Motalkó

A tiszta bioetanol felhasználásán túl, számoltam 20%-os bekeverési aránnyal is. Azért ezzel az aránnyal, mert a jelenleg alkalmazott technológia mellett, átalakítás nélkül sem okoz károsodást motorjainkban. Ez esetben a képlet a következőképp nézne ki. Az eredetileg egy autóra számolt 544,17 literes üzemanyag mennyiség a kisebb fűtőérték miatt 589,88 literre módosulna, ami a korábban meghatározott 136.050 km élettartam mellett 8848,2 liter üzemanyagot jelent. Ezen össz mennyiség 80%-a, azaz 7078,56 liter származik kőolajból a maradék 1769,64 liter pedig etanorból. Az összkibocsátás így, 20,8 tonnában maximalizálna, ami a referencia értékhez képest 8,5 % szén-dioxid megtakarítást jelent. Ez az összeg csekélynek mondható, viszont bárminemű átalakítás nélkül megoldható és a jelenlegi körülmények közt fenntarthatóbb, mivel az éves fogyasztásból számított területigény ez esetben 99.814 hektárban maximalizálódik, ami a kukorica vetésterületének durván 10% -a.

Az előző két bekezdésben taglalt megtakarításokat a 4. Diagram szemlélteti.



#### 4. Diagram: Élettartamra vetített széndioxid csökkenés jelenlegi belsőégésű technológia alkalmazásával.

(Forrás: Saját szerkesztés)

### 3.2. Szekunder kutatás: SWOT analízis, Problémafa-célfa

#### 3.2.1. SWOT analízis

Kutatásom ezen szakaszán, a felhasznált szakirodalom segítségével vizsgálom a hazai bioüzemanyag gyártás környezetét és elemzem annak helyzetét. A helyzetfelmérés végterméke egy írásos helyzetleírás, amely, szinte adja magából a célok kitűzését, a fejlesztési eszközök meghatározását. Erőforrás-korlátos helyzetben óriási a fontossága annak, mely problémák kerülnek valóban az érdeklődés homlokterébe, mely igényeket próbáljuk meg kielégíteni. Így nagyon fontosak azok a lépések, melyek során a feltárt problémákra, igényekre, lehetőségekre célokat és eszközöket építünk. A helyzetelemzés, a helyzetleírás megállapításai, valamint a célok meghatározása közé segít hidat verni.

Ehhez egy egyszerű helyzetelemző eszközt választottam, amely összeköti felméréseimet, és a kitűzött irányokat. Ez az eszköz a SWOT analízis. A SWOT elemzés áttekinthető és mégis összetett eredmények kialakítására alkalmas, egyszerű logikát követő eljárás, amely egy

rendezett helyzetelemzést szolgáltat. A SWOT elemzés a legelterjedtebb stratégiai szituációelemzés, melynek lényege, hogy az erősségeket arra kell használni, hogy a gyengeségek és veszélyek szem előtt tartásával a lehetőségek megvalósítására törekedjünk. Az általam készített helyzetelemzésben megjelenítésre kerülnek azok a külső és belső tényezők, melyek a mezőgazdasági eredetű energiaforrások használatának jövedelmezőségére befolyással vannak. Az analízis bemutatja a megújuló energiaforrások jelenlegi helyzetét, előnyeit, hátrányait, további lehetőségeit és azokat a negatívumokat melyek veszélyt jelenthetnek. Ehhez az alábbi szempontokat vettem alapul:

- Erősségek: olyan tényezők, amelyek a mezőgazdasági eredetű energiaforrások használatának szempontjából kedvezőnek számítanak.
- Gyengeségek: a mezőgazdasági eredetű energiaforrások használatának kedvezőtlen jellemzői.
- Lehetőségek: kedvező tendenciákat leíró tényezők, amelyek kihasználásával javítható a mezőgazdasági eredetű energiaforrások használatának jövedelmezősége.
- Veszélyek: kedvezőtlen tendenciákat leíró tényezők, amelyekre való felkészüléssel javítható a mezőgazdasági eredetű energiaforrások használatának jövedelmezősége

### 3.2.2. SWOT Stratégia-alkotás

Miután meghatározásra került minden, a projektre ható külső és belső tényező, a SWOT elemzés következő lépése a stratégiaalkotás. Lényege, hogy a SWOT-ból kiindulva a rendelkezésre álló információk alapján különböző forgatókönyveket alakítunk ki, és vetünk össze egymással. Alapvetően négy fajta stratégia határozható meg.

- A védekező stratégia egy részterület gyengeségeit vizsgálja úgy, hogy elemzi a problémahalmazt tovább súlyosbító várható tendenciákat (veszélyek). A gyengeségekből és veszélyekből áll össze az a megoldandó problémahalmaz, aminek megváltoztatását célozza a védekező stratégia.
- A támadó stratégia az erősségeket veszi számba, és épít az ezek kiaknázását segítő esélyekre. A kereslet megváltozása esetén az új kereslet kielégítéséhez rendelkezésre álló adottságok jobb lehetőséget teremtenek egy kitörési stratégia számára, mint a statikus helyzet. Olyan erősség azonban nem jelentheti a támadó stratégia részét, amelyet külső tényezők (veszélyek) várhatóan erodálnak.
- A kedvező külső lehetőségek és a gyengeségek által bezárt negyedbe sorolható

„változásorientált” célokkal, stratégiákkal már óvatosabban kell bánni, csakis jól meghatározott preferencia-sorrend alapján szabad változásokat kezdeményezni a kedvező külső trendeket meglovagolva, a meghatározó gyengeségek teljes vagy részleges felszámolását követően.

- A veszélyek és erősségek közös területére eső „diverzifikált” fejlesztések kockázatosak, a fejlesztés nagy körültekintést igényel. Főleg akkor van értelme ezekkel a területekkel foglalkozni, ha az első negyedbe tartozó offenzív stratégiát igénylő területek nem nagyon léteznek.

### 3.2.3. Prombélmafa - célfa származtatása

A SWOT alapú stratégia-alkotás azonban nem tud kellően „mélyre” menni. A fő irányokat nagyon jól kijelöli, viszont ezen fő irányok céljai csakis részcélokon, alcélokon keresztül érhetők el. E részcélok, pedig konkrét eszközökhöz kapcsolódnak, melyek azonban csak a SWOT alapján nem láthatóak. A továbblépéshez szükség van a problémák mélyebb elemzésére, a célok hierarchiájának felépítésére és az eszközök meghatározására.

Ebben lesz segítségünkre a problémák elemzésével alkotott problémafa, majd az ebből származtatott célfa. A problémafa a helyzetelemzés és a SWOT analízis zárásaként segít a SWOT megállapításai közötti összefüggéseket feltárni. Az első lépésben „brainstorming” jelleggel össze kell gyűjteni a vélt, illetve valós részproblémákat, amelyek jelentkezése miatt a projektet elkezdjük tervezni. Ezt követően az irreleváns problémákat ki kell szűrni, az azonos tartalmú, de eltérően megfogalmazottakat pedig összevonni. A következő, leglényegesebb lépésben ok-okozati összefüggéseket kell feltárni, és meg kell határozni az egyes problémák relatív súlyát, valamint a befolyásolható és nem befolyásolható problémák körét. Fontos, hogy mindaddig folytassuk az okok meghatározását, míg a „miért” kérdésre értelmes, a terület sajátosságaiból következő válasz adható. A gyakorlat eredménye egy ágakra bomló fastruktúra, amely világosan mutatja a területen jelentkező problémák ok-okozati összefüggéseit, rávilágít arra, hogy a részproblémák hogyan függnak össze a problémával. A problémák hierarchikus sorrendje alkotja a problémafát. A problémafát bemutató 3. ábrán az egyes szintek azt jelzik, hogyan következik egyik probléma a másikból.

A problémafa összeállítása után a következő lépés a problémák, célok formájában történő újrafogalmazása, az ún. célfa összeállítása. A célkitűzés nem a tevékenységeink összessége, hanem annak a jövőbeli, pozitív állapotnak a leírása, melynek elérését szolgálják. A probléma



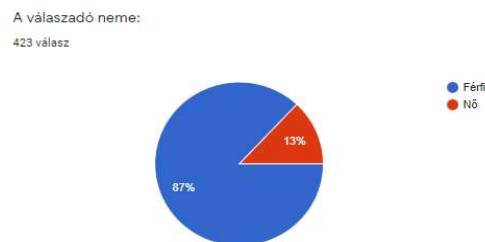
annak a negatív állapotnak a leírása, amin változtatni szeretnénk, a célkitűzés pedig egy jövőbeli, pozitív állapot. A célkitűzésfa az eszköz-eredmény összefüggésben ábrázolja a problémák megoldását célzó fejlesztési utakat. Ezek után azt döntjük el, hogy a fa melyik részletét valósítjuk meg, azaz kiválasztjuk azt a konkrét célkitűzést, melynek eléréséért reálisan a legtöbbet tudunk tenni. A konkrét célkitűzés felett közvetlenül szereplő cél lesz az átfogó célunk, míg a konkrét célkitűzéshez alulról kapcsolódó célok lesznek az eredményeink, amelyek megvalósításához a tevékenységeket rendelni kell. A 4. ábrán prezentált célfa megmutatja, hogy a fő probléma megoldásához milyen részfeladatok megvalósításával juthatunk közelebb.

## 4. Eredmények

### 4.1. Primer kutatás eredményei: Kérdőívek, valamint a bioetanol felhasználás aspektusainak kiértékelése, összegzése.

#### 4.1.1. E85, Bioetanol

Primer vizsgálataimnak három fontos alappillére volt. Az első az adott üzemanyag széndioxid kibocsátása, a második a szántóföldi biomasszát tekintve, az üzemanyag megtermeléséhez szükséges erőforrás, a harmadik pedig az emberek hozzáállása a technológiához. Az emberek hozzáállását kérdőívvel vizsgáltam. A kérdőívet összesen 423-an töltötték ki, melyből 413 -an aktív sofőrök. A kitöltők átlagéletkora 35 év volt, 87 % férfi 13 % nő (5. Diagram)



### 5. Diagram: Válaszadók nemek szerinti megoszlása.

(Forrás: Saját szerkesztés)

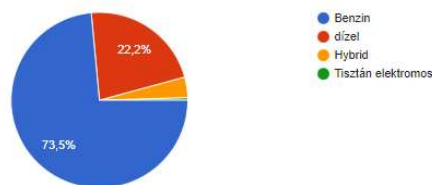
A kutatás szempontjából fontosnak tartottam azt a kérdést is a kérdőívben szerepeltetni, hogy milyen rendszeresen vezet autót a válaszadó személy (6. diagram).



### 6. Diagram: Autóvezetés rendszeressége.

(Forrás: Saját szerkesztés)

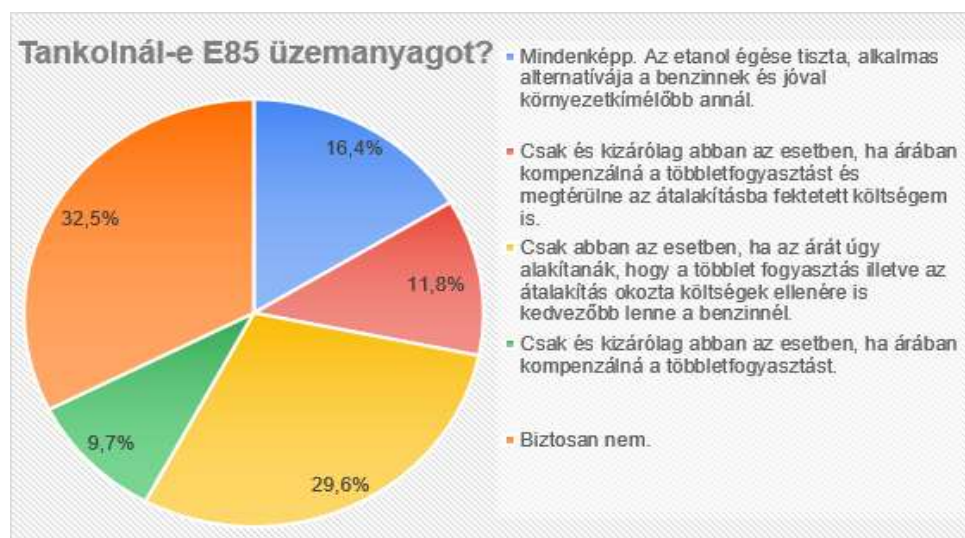
Továbbá a válaszadók 73,5 %-a vezet benzin üzemű hajtáslánccal szerelt autót, mely azért fontos adat, mert az etanol valódi alternatívát a benzinre jelent (7. Diagram).



## 7. Diagram: Gépjármű hajtáslánca.

(Forrás: Saját szerkesztés)

A vizsgált technológiákat egymással szembe állítva megállapítható, hogy E85 üzemanyag felhasználás esetén drasztikus mértékben csökkenthető egy jelenleg alkalmazott belsőégésű motor széndioxid kibocsátása. A vizsgálatból jól látszik, hogy még az etanol kisebb energiataralmából fakadó többletfogyasztás ellenére is 55%-os széndioxid csökkenésről beszélünk. Ennek viszont ára van. Az egyik alapvető hátránya a rendszernek, mely még kiküszöbölhető is lenne, hogy egy normál, jelenleg alkalmazott belső égésű motor nem üzemel E85 -el. Az alkohol agresszív vegyület, sokkal agresszívabb, mint a benzin, mely károsítja, vagy károsíthatja a közeget, amellyel érintkezik. Ez motorra vetítve a komplett üzemanyag, illetve befecskendező rendszer. Viszont ahogy írtam ez a problémakör átalakításokkal kiküszöbölhető és a kérdőív eredményeit tekintve, a megkérdezettek bizonyos mértékű nyitottságot is mutatnak a technológia iránt. A válaszadók 16,4 %-a tankolna feltétel nélkül etanolt, illetve 55 %-uk valamely feltétel teljesülése esetén. Mindössze 29,5 %-a a válaszadóknak zárkózik el teljesen az E85 üzemanyagtól (8. Diagram).

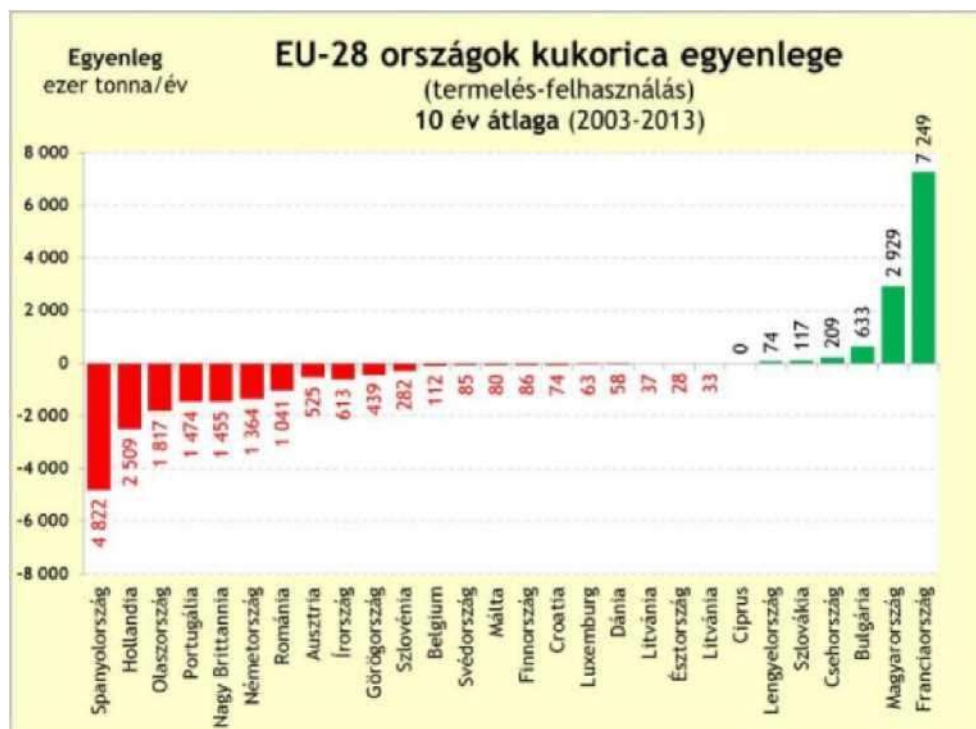


## 8. Diagram: E85 üzemanyag tankolására való hajlandóság

(Forrás: Saját szerkesztés)

A E85 üzemanyag nagyobbik hátránya, a hozzá való kukorica alapanyag megtermeléséhez szükséges termőföld limitáltsága. Azzal, hogy üzemanyag alapanyagot természetünk szántóföldön, az emberi, illetve állati élelem elől vesszük el a termőföldet. A jelenlegi üzemanyag felhasználásunk mellett az átállítás csak és kizárólag etanolra évi 3.795.380 tonna kukoricát és 8,7 t/hektáros termésátlag mellett 436.250 hektárt jelentene. Ez a majd 440 ezer hektár Magyarország kukorica termőterületének a 44% -a. Figyelembe véve a jelenleg futó otto-motor fejlesztéseket és az ezekben rejlő nagyjából 15% hatásfok javulási potenciált még mindig 3.137.034 tonna kukoricára és ennek megtermeléséhez 360.578 hektár termőföldre lenne szükség, ami az összes kukorica termőterület tekintetében még mindig egy jelentős szám.

Megvizsgálva az uniós országok tíz éves kukorica termelés-felhasználás egyenlegét, jól látható, hogy egyenlegünk pozitív, 2,9 millió tonna kukoricafelesleget mutat (9. Diagram). Ez a kukoricafelesleg önmagában sem lenne képes fedezni, az esetleges teljes átállítás esetén jelentkező igényeket, nem beszélve az export lehetőségének teljes megszűnéséről.



**9. Diagram: Az EU országok kukoricaegyenlege**

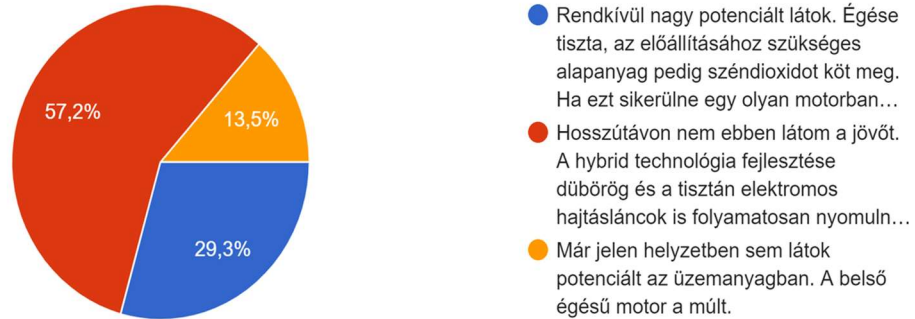
*Forrás: [www.gabonakutato.hu](http://www.gabonakutato.hu)*

Összegezve a fent leírtakat az E85 mint alternatív üzemanyag, nem fenntartható sem jelen korunkban sem a jövőben. Ezen kijelentésem erősíti az is, hogy a megkérdezettek 57,2 százaléka nem lát potenciált hosszú távon az etanolban, mint üzemanyagban, 13,5 százalékuk

pedig már jelenleg is elvetendőnek tartja (10. Diagram).

Mekkora potenciált látsz közép illetve hosszútávon az etanolban mint üzemanyagban?

423 válasz



### 10. Diagram A bioetanol üzemanyag megítélése

*Forrás: saját szerkesztés*

#### 4.1.2. 80/20 Motalkó

Az etanol másik lehetséges felhasználási lehetősége, mint összetevő használata fosszilis energiahordozóhoz keverve, egy jóval csekélyebb szén-dioxid megtakarítással kecsegtet, jóval kisebb termőterület igény mellett. A korábban is alkalmazott Motalkó használata a jelenlegi fogyasztást tekintve, 8,5 % szén-dioxid megtakarítást jelentene a referencia értékhez viszonyítva. A valóban csekély megtakarításhoz csekély területigény is párosul. A Motalkó keverék előállításához szükséges kukorica mennyiség, az éves üzemanyagfogyasztás tekintetében 868 408 t kukorica lenne, mely 8,7 t/hektár termésátlag mellett 99 817 hektárra rúg. Ez a terület igény a jelenlegi kukorica vetésterület 10% -a, az ezen termő kukorica mennyiség pedig az elmúlt 10 évben vizsgált éves kukorica felesleg 30% -a.

Ez arra enged következtetni, hogy a technológia fenntartható lenne, minimális kompromisszummal, ami tekintve, hogy az üzemanyag egy jelenleg használt motorban átalakítás mentesen elégethető, kizárólag a szántóterületekre korlátozódna.



**11. Diagram: Motalkó használatára való hajlandóság**

*(Forrás: Saját szerkesztés)*

A vizsgálat során megkérdezettek üzemanyaghoz való hozzáállása összességében pozitív képet mutat (11. Diagram). A kérdőívet kitöltők nagyobb hányada állna pozitívan, egy magasabb alkoholtartalmú üzemanyaghoz. A megkérdezettek 59,5 % -a szívesen tankolna 80/20 -as keveréket, 12,8 % -uk szerint viszont elegendő a jelenlegi üzemanyagok etanol tartalma. A válaszadók 27,7 százaléka nem tankolna 80/20 arányú keveréket (9. Diagram). Az adott válaszokat megvizsgálva az ezen keveréket elutasítók tették ki az E85 -öt elutasítók 75 % -át is. Így egyúttal az is kijelenthető, hogy a válaszadók 20,8 % -a teljesen elzárkózik az etanol bármilyen formában történő üzemanyag jellegű használatától.

Ha figyelembe vesszük a jelenleg futó otto-motor fejlesztéseket, az üzemanyag szén-dioxid kibocsátása, illetve termőterület igénye még kedvezőbb. 15 %-os hatásfok javulás mellett a csökkent fogyasztás miatt a motalkóhoz szükséges etanol 732.816 t kukoricából lenne kinyerhető, melynek megtermeléséhez elegendő 84.232 hektár termőterület, az üzemanyag elégetéséből származó széndioxid pedig 26,7 % lenne kedvezőbb, mint a referencia kibocsátás. Ez az összeg, a jelenlegi technológia mellett nyerhető 8,5% csökkentés 3 szorososa.

Kijelenthető tehát, hogy az etanol ilyen irányú felhasználása a jelenlegi technológia mellett járható és kifizetődő út, egy javított hatásfokú motorban pedig akár megoldásként is funkcionálhat. A vizsgálati eredmények arra engednek következtetni, hogy a szántóföldön termelt biomasszának, mint üzemanyagnak van létjogosultsága a piacon, mert bizonyos konstrukcióban versenyképes. Az is bebizonyosodott viszont, hogy a jelenlegi üzemanyag fogyasztásunkat fenntarthatóan, képtelenek lennénk tisztán biomasszából nyert alternatív

üzemanyagból fedezni, annak jelentős területigénye miatt. Ezzel szemben, ha mint üzemanyag adalékként tekintünk az etanolra, egy fenntartható, és valamelyest környezetbarátabb megoldást látunk, ami a jelenlegi technológia mellett ugyan csekély eredményt garantál, viszont azt szinte kompromisszum mentesen.

Ha figyelembe vesszük a jelenleg futó belsőégésű fejlesztéseket, a korábban is alkalmazott Motalkó keverék jelentős, 26,7 % széndioxid csökkenést eredményezhetne. Ez az adat annak fényében különösen jelentős, hogy az ezen keverékhez szükséges alapanyag területigénye minimális, a károsanyag kibocsátás javulásának mértéke pedig konvergál egy fejlett, jól alkalmazott hibrid hajtáslánc szintjéhez.

## **4.2. Szekunder kutatás eredményei: SWOT analízis, SWOT stratégiák, Problémafa-célfa**

### **4.2.1. SWOT Analízis**

Az eredményeim ezen pontján kerülnek kimutatásra, a saját vizsgálatok során levezetett SWOT elemzés, az abból alkotott stratégia, valamint az ezekből származtatott problémafa-célfa.

Eredményeim logikai sorrend alapján kerülnek bemutatásra, ennek tükrében az első megjelenítendő adat maga az analízis. Az analízis során az általam vizsgált témában az alábbi erősségeket, gyengeségeket, lehetőségeket és kockázatokat tudtam megállapítani.

## A megújuló energiaforrások SWOT analízise

<p><b><u>Erősségek</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• folyamatosan rendelkezésre állnak</li> <li>• gazdaságosan felhasználhatók</li> <li>• pénzben kifejezhető értékük van</li> <li>• csökkentik a környezetterhelést</li> <li>• A megújuló energiaforrásokon belül a biomassza részaránya a legnagyobb</li> <li>• kedvező hazai adottságok</li> <li>• nagy hazai zöldenergia potenciál</li> <li>• nehezen elhelyezhető hulladékok hasznosítása</li> <li>• a fosszilis energiahordozók kimerülése miatt szerepük felértékelődött</li> </ul>	<p><b><u>Gvengeségek</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• megújulásuk valamilyen hatástól (természetes vagy emberi) függ</li> <li>• potenciáljuk nem kimeríthetetlenül nagy</li> <li>• gyakorlati hasznosíthatóságukat több körülmény korlátozza</li> <li>• a berendezések létesítése magas beruházási költségű</li> <li>• magas előállítási költség (pl. bioüzemanyag)</li> <li>• kereskedelmi célú felhasználásuk ritka</li> <li>• nem kellőképpen kihasznált bioenergia potenciál</li> <li>• versenyhátrány a fosszilis energiahordozókkal szemben</li> <li>• ismeret, tapasztalat és tőkehiány</li> <li>• nem ösztönző szabályozás</li> </ul>
<p><b><u>Lehetőségek</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a fosszilis energiahordozók kimerülése átrendez az energiapiacot</li> <li>• munkahelyek megőrzése, új munkahelyek teremtése, vidékfejlesztés</li> <li>• innovatív gazdasági tevékenységek létrehozása</li> <li>• életminőség javulása</li> <li>• energiaellátás biztonságának növelése</li> <li>• uniós és nemzeti támogatások igénybevétele</li> <li>• létesítési költségek csökkentése (pl. technológiai fejlesztés, tömeggyártás)</li> <li>• alternatív jövedelemforrás</li> <li>• regionális gazdasági struktúrák előmozdítása</li> <li>• az energiaellátás diverzifikációja</li> <li>• a kőolaj iránti igény csökkenése miatt az olajárak leszorítása</li> <li>• mezőgazdaság növénytermesztési szerkezetének stabilizálása</li> <li>• energetikai növénytermesztés támogatása</li> <li>• energiahatékonyság növelése</li> <li>• komplex nemzetgazdaság-fejlesztés</li> <li>• GDP növelése</li> <li>• költségvetési kiadások csökkentése</li> <li>• hő- és elektromos energia előállítás saját felhasználásra és értékesítésre</li> <li>• gazdaságos beruházások teremtése</li> </ul>	<p><b><u>Veszélyek</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• környezetvédelmi mozgalmak ellenállása</li> <li>• lakosság információhiánya</li> <li>• a finanszírozás forrása megoldatlan</li> <li>• magas energiaimport függőség</li> </ul>



#### 4.2.2. SWOT elemzésből alkotott stratégiák.

Az analízist követte az abban feltártak, stratégiákban történő megfogalmazása. SWOT analízisem alapján az alábbi stratégiákat határoztam meg:

##### *Védekező stratégiák*

- képzés, oktatás, információs központok kialakítása
- létesítési, illetve előállítási költségek csökkentése
- támogatásokhoz való hozzájutás segítése
- finanszírozási források megteremtése
- költségvetési kiadások csökkentése
- szabályozás ösztönzővé tétele

##### *Támadó stratégiák*

- kedvező adottságok kihasználása
- innovatív, gazdaságos beruházások létrehozása
- alternatív jövedelemforrás biztosítása
- regionális gazdasági struktúrák előmozdítása
- energetikai növénytermesztés támogatása
- komplex nemzetgazdasági fejlesztés
- hő- és energiaellátás saját és kereskedelmi célra

##### *Változásorientált stratégiák*

- reális lehetőségek figyelembe vétele a beruházások létesítésére
- más irányú területhasználat számításba vétele
- költségnövelő tényezők (pl. szállítás) figyelembe vétele
- szezonális, időszakos rendelkezésre állás figyelembe vétele
- energiahatékonyság növelése
- energiaellátás diverzifikációja

##### *Diverzifikált stratégiák*

- környezetvédelmi szempontok előtérbe helyezése (CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkentése, hulladékhasznosítás, kedvező földhasználat, szél- és víz erózió elleni védekezés, stb.)
- nagy hazai zöldenergia potenciál kiaknázása

- esetleges terményfelesleg gazdaságos felhasználása

#### 4.2.3. Származtatott Problémafa-célfa.

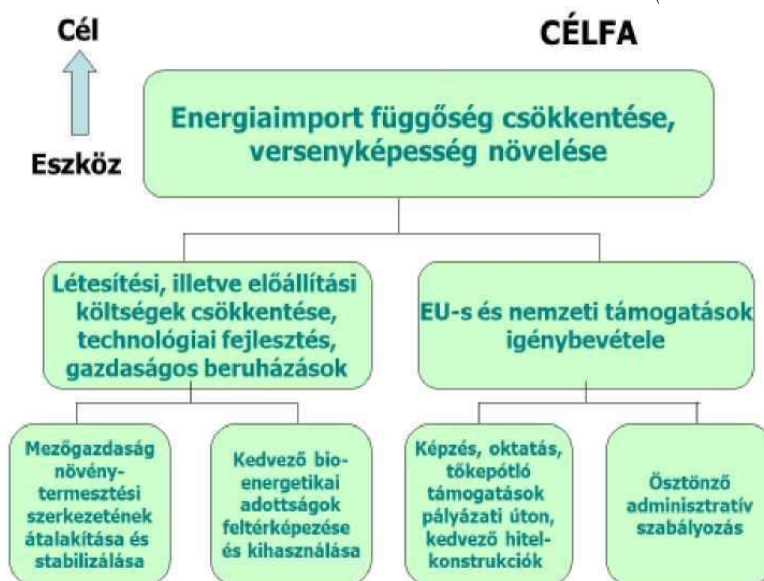
Végezetül következett az eddigi eredményekből származtatott problémafa-célfa elkészítése, mely segít fókuszban tartani a fő problémát, a probléma alapján megfogalmazott, elérni kívánt állapotot és az ezekhez szükséges lépcsőfokokat.

Ezeket a 3. illetve a 4. ábra szemléltet



### 3. Ábra: Bioüzemanyagok felhasználásának Problémafája

(Forrás: Saját szerkesztés)



### 4. Ábra: Bioüzemanyagok felhasználásának célfája.

(Forrás: Saját szerkesztés)

## 5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

- A fenntartható fejlődés érdekében a világ energiaigényének mérséklése elkerülhetetlen. A fosszilis tüzelőanyag készlet determinált, a szántóföldön termelt pedig az élelmiszer elől veszi el a termőterületet.
- A fenntarthatósághoz a lehető legjobban csökkentenünk kell a fosszilis energiafüggőségünket a jelenleg futó fejlesztésekkel, illetve a megújuló energiaforrások ésszerű kiaknázásával.
- A megújuló energiaforrások használata összhangban van a fenntartható fejlődés alapelveivel, alkalmazásuk - szemben a nem megújuló energiaforrások használatával - nem rombolja a környezetet, azonban nem is fogják vissza az emberiség fejlődési lehetőségeit. Környezeti terhelést kizárólag a megtermelésük jelent, ezt viszont kompenzálja a velük elérhető széndioxid csökkenés.
- Az egyre inkább fokozódó klímaproblémára megoldás lehetne az etanol, mint növényi kultúrából nyert hajtóanyag. A technológia fő buktatóját mégis a gépjármű tulajdonosi attitűd jelentheti. A nagyfokú hajlandóság mellett sajnos viszonylag magas a technológiát teljes mértékben elutasítók aránya is.
- A megújuló erőforrások gazdaságilag egyenlőre ritkán versenyképesek, melynek legfőbb oka a megújuló energiaforrások diffúz jellegéből következő kis teljesítmény, illetve energiasűrűség és az előállító berendezések fajlagosan nagy mérete, illetve ebből származó magas létesítési költsége.
- A megújuló energiaforrások közül a biomassza képviseli a legnagyobb arányt. Hazánk nagy mértékben csökkenthetné energiafüggőségét, ha mezőgazdasági termékekre is alapozna. Hasznosítható lenne a biogáz hő és villamosenergia előállításra, a bioüzemanyag például etanol formájában, illetve a szilárd biomassza szintén hő és villamosenergia előállításra.
- Hazánk a növényi motorüzemanyag előállítás nyersanyagok termesztésének kivételesen kedvező feltételeivel rendelkezik, ha kimondottan bioetanolra koncentrálnak. A kukoricatermesztésünk nagy termőterületen zajlik, megfelelően magas, bár a kukorica igazi terméspotenciáljától még elmaradó termésátlagokkal.
- Az utóbbi években jelentős területek szabadultak fel az állatállomány sajnálatos csökkenése és a rosszabb adottságú szántók művelésének felhagyása következtében. Így

a hazai mezőgazdaság számára kibontakozási lehetőséget jelentene, ha az élelmiszer túltermelést a közvetlen energiatermeléssel vezetnék le.

- A kukoricából nyerhető etanol kihozatala 0,442 l/kg -ra tehető. Ebből tisztán következik, hogy egy liter tiszta etanol előállításához 2.2 kg kukoricára van szükségünk a jelenleg alkalmazott gyártástechnológia mellett.
- Az etanol egyik lehetséges felhasználási területe az E85 üzemanyag, mely alkalmazásával drasztikus mértékben csökkenthető lenne (55%) egy belsőégésű motor széndioxid kibocsátása a jelenleg alkalmazott technológia mellett.
- A rendszer hátránya, hogy egy normál, jelenleg alkalmazott belső égésű motor nem üzemel E85 -el, ami azonban átalakításokkal kiküszöbölhető lenne. A felhasználói oldal hozzáállása javítható lenne az üzemanyag árának csökkentésével, hogy legalább az átalakítási költségek megtérüljenek.
- Az etanol másik lehetséges felhasználási lehetősége, a Motalkó használata 8,5 % széndioxid megtakarítást jelentene a referencia értékhez viszonyítva. A csekély megtakarításhoz azonban csekély területigény is párosul.
- Az etanol ilyen irányú felhasználása a jelenlegi technológia mellett járható és kifizetődő út, ami egy javított hatásfokú motorban akár megoldásként is funkcionálhat.
- A szántóföldön termelt biomasszának, mint üzemanyagnak van létjogosultsága a piacon, mert bizonyos konstrukcióban, mint például a 80/20 arányban kevert Motalkó, versenyképes. A jelenlegi üzemanyag fogyasztásunkat fenntarthatóan azonban, képtelenek lennénk tisztán biomasszából nyert alternatív üzemanyagból fedezni, annak jelentős területigénye miatt.
- Ezzel szemben, ha mint üzemanyag adalékként tekintünk az etanolra, egy fenntartható, és valamelyest környezetbarátabb megoldást látunk, ami a jelenlegi technológia mellett ugyan csekély eredményt garantál, viszont azt szinte kompromisszum mentesen.
- A E85 üzemanyag legnagyobb hátránya, a hozzá való kukorica alapanyag megtermeléséhez szükséges termőföld limitáltsága. Azzal, hogy üzemanyag alapanyagot természetünk szántóföldön, az emberi, illetve állati élelem elől vesszük el a termőföldet.
- Az E85, mint alternatív üzemanyag, nem fenntartható sem jelen korunkban, sem a jövőben. Ezen kijelentésem erősíti az is, hogy a megkérdezettek 57,2 %-a nem lát potenciált hosszú távon az etanolban, mint üzemanyagban, 13,5 %-uk pedig már jelenleg is elvetendőnek tartja. Mindemelett a jelenlegi EU célok közt szerepel a belső égésű

motorok kivezetése 2035 -re.

- A bioüzemanyagok jelentős versenyhátránnyal indulnak a kőolajszármazékokból előállított klasszikus társaikkal szemben. A versenyhátrányt a magas létesítési, illetve előállítási költségek okozzák, melyek technológiai fejlesztéssel és gazdaságos beruházások létesítésével csökkenthetők lennének.
- A bioüzemanyagok előállítási költsége, a benzin és dízelüzemanyagokénak mintegy kétszerese. Az alapanyagul szolgáló növények termesztéséhez és bioüzemanyaggá történő átalakításához felhasznált anyagok költségei az olajfinomítás költségeihez képest jelentősen magasabbak. Valamelyest javít a helyzeten, hogy a gyártás során keletkező melléktermékek azok magas fehérjetartalma miatt takarmányozási céllal tovább hasznosíthatók.
- Szükséges lenne a mezőgazdaság növénytermesztési szerkezetének átalakítása és stabilizálása, valamint a hazai zöldenergia potenciál feltérképezése és kihasználása.
- Szintén meghatározó lenne a rendelkezésre álló uniós és hazai támogatások igénybevétele.
- Ehhez szükséges lenne a megfelelő információk széles körben való rendelkezésre bocsátása, az aktuális pályázatok ismertetése, kedvező hitelkonstrukciók biztosítása. A SWOT analízisben ezen gyengeségek kimutatására is kerültek, melyekre stratégia lett építve és a célfában is megjelentek megoldandó rész problémaként.
- A kedvező adottságok kihasználásával pl.: innovatív, gazdaságos beruházások hozhatók létre, melyekkel alternatív jövedelemforrások biztosíthatók.
- A regionális gazdasági struktúrák előmozdítása során a saját felhasználású hő- és energiaellátás mellett kereskedelmi célra is termelhetünk, amely komplex nemzetgazdasági fejlesztést eredményezhet.

## 6. Összefoglalás

Kutatásomat a megújuló üzemanyagok szén-dioxid kibocsátására fókuszáltam, figyelembe véve a jelenleg futó belső égésű motorok fejlesztési irányzatait. Munkám során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy tudna-e esetlegesen valódi alternatívaként funkcionálni egy szántóföldi kultúra feldolgozásából nyert üzemanyag vagy sem?

Dolgozatomban primer és szekunder kutatást végeztem. A primer kutatás során vizsgáltam a bioetanol, mint önálló alternatív üzemanyagot, emellett mint fosszilis tüzelőanyaghoz kevert adalékot.

A szekunder kutatás eredményeképpen ismertetem a megújuló energiaforrásokat és kifejtem a mezőgazdasági eredetű energiaforrások jelentőségét. SWOT analízis segítségével elemzem a bioüzemanyagok helyzetét, illetve megkísérlem meghatározni a lehetséges stratégiákat. Felállításra került egy problémafa-célfa térkép is, melynek input információi a szakirodalmi kutatás, valamint a megújuló energiaforrások SWOT analízisének súlyponti tényezői.

Primer vizsgálataimnak eredményeképpen megállapítom, hogy E85 üzemanyag felhasználás esetén drasztikus mértékben csökkenthető egy jelenleg alkalmazott belsőégésű motor széndioxid kibocsátása. Még az etanol kisebb energiatartalmából fakadó többletfogyasztás ellenére is 55%-os széndioxid csökkenésről beszélünk.

A E85 üzemanyag legnagyobb hátránya, a hozzá való kukorica alapanyag megtermeléséhez szükséges termőföld limitáltsága. A jelenlegi üzemanyag felhasználásunk mellett az átállás évi 3.795.380 tonna kukoricát és 8,7 t/hektáros termésátlag mellett 436.250 hektárt jelentene. Ez Magyarország kukorica termőterületének a majd 44% -a. Figyelembe véve a jelenleg futó otto-motor fejlesztéseket és az ezekben rejlő nagyjából 15% hatásfok javulási potenciált még mindig 3.137.034 tonna kukoricára és ennek megtermeléséhez 360.578 hektár termőföldre lenne szükség.

Összegezve a fent leírtakat az E85 mint alternatív üzemanyag, nem fenntartható sem jelen korunkban sem a jövőben.

A korábban is alkalmazott Motalkó használata a jelenlegi fogyasztást tekintve, 8,5 % széndioxid megtakarítást jelentene a referencia értékhez viszonyítva. A Motalkó keverék előállításához szükséges kukorica mennyiség, az éves üzemanyagfogyasztás tekintetében 868 408 t kukorica lenne, mely 8,7 t/hektár termésátlag mellett 99 817 hektárra rúg. Ez a terület igény a jelenlegi kukorica vetésterület 10% -a. Ha figyelembe vesszük a jelenleg futó otto-motor

fejlesztéseket, az üzemanyag szén-dioxid kibocsátása, illetve termőterület igénye még kedvezőbb. 15 %-os hatásfok javulás mellett az üzemanyag elégetéséből származó széndioxid 26,7 % lenne kedvezőbb, mint a referencia kibocsátás.

Kijelenthető tehát, hogy az etanol ilyen irányú felhasználása a jelenlegi technológia mellett járható és kifizetődő út, egy javított hatásfokú motorban pedig akár megoldásként is funkcionálhat.

A SWOT elemzés, az abból alkotott stratégia, valamint az ezekből származtatott problémafacélfa alapján a következők állapíthatók meg.

A fenntarthatósághoz a lehető legjobban csökkentenünk kell a fosszilis energiafüggőségünket a jelenleg futó fejlesztésekkel, illetve a megújuló energiaforrások ésszerű kiaknázásával.

Hazánk a növényi motorüzemanyag előállítás nyersanyagok termesztésének kivételesen kedvező feltételeivel rendelkezik, ha kimondottan bioetanolra koncentrálunk. A kukoricatermesztésünk nagy termőterületen zajlik, megfelelően magas, bár a kukorica igazi terméspotenciáljától még elmaradó termésátlagokkal.

A bioüzemanyagok előállítási költsége, a benzin és dízelüzemanyagokénak mintegy kétszerese. Az alapanyagul szolgáló növények termesztéséhez és bioüzemanyaggá történő átalakításához felhasznált anyagok költségei az olajfinomítás költségeihez képest jelentősen magasabbak. Valamelyest javít a helyzeten, hogy a gyártás során keletkező melléktermékek azok magas fehérjetartalma miatt takarmányozási céllal tovább hasznosíthatók.

Szükséges lenne a növénytermesztés szerkezetének átalakítása és stabilizálása, valamint a hazai zöldenergia potenciál feltérképezése és kihasználása. Mindemellett szintén meghatározó lenne a rendelkezésre álló uniós és hazai támogatások igénybevétele. Ehhez szükséges lenne a megfelelő információk széles körben való rendelkezésre bocsátása, az aktuális pályázatok ismertetése, kedvező hitelkonstrukciók biztosítása. A támogatásnak visszatérő gondja azonban a finanszírozás forrása, ezért a támogatásokhoz való hozzájutás segítése érdekében szükséges lenne a finanszírozási források megteremtése, illetve a szabályozás ösztönzővé tétele.

A kedvező adottságok kihasználásával innovatív, gazdaságos beruházások hozhatók létre, melyekkel alternatív jövedelemforrások biztosíthatók. A regionális gazdasági struktúrák előmozdítása során a saját felhasználású hő- és energiaellátás mellett kereskedelmi célra is termelhetünk, amely komplex nemzetgazdasági fejlesztést eredményezhet.

# Mellékletek

## A magyar autósok bioetanolhoz való hozzáállását vizsgáló kérdőív

Kerner Dávid vagyok, mezőgazdasági mérnök végzős hallgató a Szent István Egyetem Kaposvári Campusán.

Az alábbi kérdőív a szakdolgozatom kutatását mozdítaná elő, így adott válaszaid elemzésre illetve felhasználásra kerülnek.

A kérdőív célja megismerni az alternatív üzemanyagokkal kapcsolatos ismereteidet, azzal való viszonyodat illetve megismerni a ZÖLD energiáról alkotott véleményed.

Hálás lennék érte, ha válaszaiddal segítenéd dolgozatom elkészítését és emelnéd annak minőségét.

\*Kötelező

1. A válaszadó kora \*

---

2. A válaszadó neme: \*

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

Férfi

Nő

3. Rendszeresen vezetsz autót? \*

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

Igen

Nem

4. Milyen üzemű hajtáslánccal szerelt autót vezetsz? \*

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

Benzín

Dízel

Hybrid

Tisztán elektromos



5. Bizonyára hallottál már a bioüzemanyagokról. Hogy értékelnéd a bioetanollal kapcsolatos ismereteid mélységét? \*

Soronként csak egy oválist jelölj be.

- Egyáltalán semmi ismeretem nincs a bioüzemanyagokkal kapcsolatban
- Minimális ismeretekkel rendelkezem a témában
- Jártas vagyok a témában
- Az átlagnál magasabb ismeretekkel rendelkezem bioüzemanyagokat illetően
- Nagyon jól ismerem a témát.

6. A jelenleg forgalomban lévő üzemanyagok közül mit tankolsz? \*

Soronként csak egy oválist jelölj be.

- Hagyományos 95 E10-et
- Prémium benzint
- Gázolajat
- Nem tankolok, töltőre dugom az autóm.

7. Véleményed szerint fontos és hasznos lépés volt-e a jelenleg forgalomban lévő 95-ös benzin etanol tartalmának növelése \*  
maximum 5%-ról, maximum 10% -ra?

Soronként csak egy oválist jelölj be.

- Igen, mert így csökkentjük a kőolajkészletek kiaknázását és az üzemanyag égetése, az etanol alapanyagainak széndioxid megkötő képessége révén, illetve az etanol égési tulajdonságai miatt tisztább.
- Soha nem figyeltem a benzin etanol tartalmára, a benzin ára alapján tankolok
- Nem volt hasznos lépés. Az autó etanolból, annak kisebb energiataralma miatt, többet fogyaszt és félek a motorra gyakorolt hatásától is.
- Nem és teljesen el is zárkózom az etanol témától. Emiatt tankolok jelenleg prémium üzemanyagot.
- Nem érint a téma, tisztán elektromossal járok.

8. 20 % etanoltartalom még bizonyítottan nem ártalmas az autó motorjára illetve üzemanyagrendszerére nézve. Ez 1:4 etanol benzin arány, mely már az 1900-as években is forgalomban volt motalkó néven. Mit gondolsz, tankolnál ilyen üzemanyagot? \*

Soronként csak egy oválist jelölj be.

- Ha bizonyítottan nem árt a motornak valamint az üzemanyag rendszernek, igen.
- Abban az esetben ha kedvezőbb áron forgalmaznák mint a többi üzemanyagot.
- Nem, épp elegendő a benzin jelenlegi etanol tartalma
- Biztosan nem. Az autómba tiszta benzin akarok tankolni.
- Nem érint a téma, tisztán elektromossal járok.

9. Korábban Magyarországon is forgalmaztak E85-öt. Ez 85% etanol mellett 15 % benzint tartalmazó üzemanyag volt, mely bizonyos átalakítások után alkalmas benzinmotor üzemeltetésére. Mit gondolsz, szívesen járnál ilyen üzemanyaggal? \*

Soronként csak egy oválist jelölj be.

- Mindenképp. Az etanol égése tiszta, alkalmas alternatívája a benzinnek és jóval környezetkímélőbb annál.
- Csak és kizárólag abban az esetben, ha árában kompenzálná a többletfogyasztást.
- Csak és kizárólag abban az esetben, ha árában kompenzálná a többletfogyasztást és megtérülne az átalakításba fektetett költségem is.
- Csak abban az esetben, ha az árát úgy alakítanák, hogy a többlet fogyasztás illetve az átalakítás okozta költségek ellenére is kedvezőbb lenne a benzinnél.
- Biztosan nem.
- Nem érint a téma, tisztán elektromossal járok.

10. Mit gondolsz, mennyire lenne környezetbarát a belső égésű motorok fejlesztése és azok bioüzemanyaggal való üzemeltetése? \*

Soronként csak egy oválist jelölj be.

- Abszolút jó irány.
- Rövidtávon mindenképp jó irány. A bioüzemanyagok környezetbarátak és a meglévő technikával is használhatóak.
- A belső égésű motor zsákutca. Így is túl van bonyolítva és gyenge a határfoka.
- Már rég le kellett volna mondani a belsőégésű motorokról és átállni elektromosra.

11. Mit gondolsz, mennyire környezetbarát és jó döntés ma egy hybrid hajtáslánc? \*

Soronként csak egy oválist jelölj be.

- Abszolút. Az elektromos motor miatt kíméli a környezetet és a nagy hatótáv is megmarad a belső égésű motor miatt.
- A hatótáv miatt jó döntés, de a jelenleg alkalmazott technológiát nem nevezném környezetbarátnak.
- Sajnos a villanymotornak jelenleg nincs sok szerepe egy ilyen hajtásláncban. Az autógyártók a legtöbb esetben csak is a flotta szintű széndioxid kibocsájtás kedvezményei miatt erőltetik.
- Abszolút nem környezetbarát így nem is jó döntés.

12. Mekkora potenciált látsz a villanyautózásban és mennyire tekinted környezettudatos irányoknak? \*

Soronként csak egy oválist jelölj be.

- A villanymotor a jövő. Nem tudok jobb alternatívát ennél.
- Folyamatos fejlesztések eredményeképp lehet ez a jövő, jelenleg a technológia még gyerekcipőben jár.
- Nem látok benne potenciált sem a jelent, sem a jövőt tekintve. Gyenge a hatótáv, emellett az áram megtermelésének módja illetve az akkumulátorok miatt mégcsak nem is környezetbarát.
- Zsákutca, azonnali és fenntartható megoldásra van szükség és az nem a villanymotor.

13. Tudod-e jelenleg milyen erőművekben, milyen hatásokkal termelünk áramot? \*

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- Igen, abszolút naprakészek az ismereteim témában.
- Bizonyos mértékig tájékozott vagyok a témában.
- Egyáltalán nincsenek ismereteim a technológiát illetően.

14. Ismered-e a jelenleg futó fejlesztéseket belsőégésű motorok terén? \*

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- Folyamatosan követem, az ismereteim naprakészek.
- Bizonyos mértékig tájékozott vagyok a témában.
- Nem igazán foglalkoztat a téma, így ismereteim csekélyek.
- Abszolút nem követem.

15. Van-e elképzelésed, hogy jelenleg milyen hatásokkal üzemelnek benzinmotorjaink? \*

---

16. Tudod-e, hogy Magyarország mekkora szerepet tölt be bioetanol gyártás szempontjából? \*

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- Jelentős szerepet.
- Nem kiemelkedő a bioetanol termelésünk.
- Elenyésző szerepet.
- Fogalmam sincs.

17. Mekkora potenciált látsz rövidtávon az etanolban mint üzemanyagban? \*

Soronként csak egy oválist jelöljön be.

- Rendkívül nagy potenciált látok. Az égése tiszta, az előállításához szükséges alapanyag pedig széndioxidot köt meg, így környezetbarát.
- Rövidtávon mindenképpen jelentős potenciált látok benne. A jelenlegi motorok üzemeltethetők vele, emellett környezetbarát.
- Nem szívesen gondolok az etanolra mint üzemanyagra. Az alkohol agresszív kémiai vegyület amit nem arra találtak ki, hogy belső égésű motort üzemeltessünk vele.
- Abszolút nem látok benne potenciált.

18. Mekkora potenciált látsz közép illetve hosszútávon az etanolban mint üzemanyagban? \*

*Soranként csak egy oválist jelöljön be.*

- Rendkívül nagy potenciált látok. Égése tiszta, az előállításához szükséges alapanyag pedig széndioxidot köt meg. Ha ezt sikerülne egy olyan motorban elégetni, aminek a hatásfoka minden üzemi körülmény között 55-60 %, akkor az megkérdőjelezném, az elektromos hajtásláncok létjogosultságát.
- Hosszútávon nem ebben látom a jövőt. A hybrid technológia fejlesztése dübörög és a tisztán elektromos hajtásláncok is folyamatosan nyomulnak.
- Már jelen helyzetben sem látok potenciált az üzemanyagban. A belső égésű motor a múlt.

19. A jelenleg alkalmazott technológia mellett melyik lenne számodra a legzöldebb, legmegfelelőbb opció? \*

*Soranként csak egy oválist jelöljön be.*

- Számomra fontos a hatótáv illetve a gyors tankolhatóság. Emiatt úgy gondolom, hogy a növekvő etanol tartalom mellett tenném le a voksom.
- Úgy gondolom, hogy jelenleg egy hatékony hybrid hajtáslánc képviseli a legzöldebb technológiát.
- Mindenképpen az elektromos hajtáslánc. A korlátozott hatótáv illetve a macerás tölthetőség sem zavar abszolút, a lényeg, hogy nem szennyezem vele a környezetem.

---

Ezt a tartalmat nem a Google hozta létre, és nem is hagyta azt jóvá.

Google Űrlapok

## Irodalomjegyzék

- **Alexa L. - Dér S. (2001):** Szakszerű komposztálás. Elmélet és gyakorlat. Zenith Rt. Egyetemi nyomda, Budapest, p.264.
- **Bai A. (2013):** A bioetanol és második generációs biohajtóanyagok. Debreceni Egyetem Agár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Debrecen
- **Barótfi I. (1998):** A biomassza energetikai hasznosítása. Energia Központ Kht., Budapest; p. 68.
- **Berktay, A. - Nas, B. (2008):** Biogas production and utilization potential of wastewater treatment sludge. Energy Sources, Part A, 30:179-188.
- **Bérei Gy. (2006):** Civil tézisek a megújuló energia fejlesztésről. In.: Bérci Gy. - Böröndy E. (szerk.): Megújuló energia 2. Agrár Innovációs Szövetség, Bioenergetika Innovációs Központ, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös; p. 6-13.
- **Demirbas, A. (2009):** Biofuels securing the planet's future energy needs. Energy Conversion and Management, 50: 2239-2249.
- **EU Közösségek Bizottsága (2006):** Biomasszával kapcsolatos cselekvési terv. In.: Bérci Gy.  
- Böröndy E. (szerk.): Megújuló energia 2. Agrár Innovációs Szövetség, Bioenergetika Innovációs Központ, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös; p. 63-75.
- **Giber J. (2005):** Megújuló energiák szerepe az energiaellátásban. B+V Kiadó, Budapest; p. 166.
- **Gógös Z. (2006):** A magyarországi biomotorhajtóanyag előállítás fejlesztései. In.: Bérci Gy. - Böröndy E. (szerk.): Megújuló energia 2. Agrár Innovációs Szövetség, Bioenergetika Innovációs Központ, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös; p. 13-23.
- **Gógös Z. (2010):** Megújuló energiaforrások - „Szükségszerűség és lehetőség”. Prezentációs anyag, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös
- **Horváth I. (2006):** Megújuló energiaforrásunk a kukoricából fermentált bioetanol. In.: Bérci Gy. - Böröndy E. (szerk.): Megújuló energia 2. Agrár Innovációs Szövetség, Bioenergetika Innovációs Központ, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös; p. 43-46.
- **Laezó F. (2008):** Bioüzemanyagok előállításának lehetőségei Magyarországon. Környezettudományi Központ, Budapest
- **Láng I. (2009):** A biomassza hasznosítása: villamos energia, hőenergia, hajtóanyag. In.: Juhász Á. - Láng I. - Nagy Z. - Dobi I. - Szépszó G. - Horányi A. - Blaskovics Gy. - Mika J.: Megújuló energiák. Sprinter Kiadói Csoport, Budapest; p. 9-34.

- **Lukács G. S. (2009):** Megújuló energia és vidékfejlesztés. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest; p. 265.
- **Oelberg K. (2006):** A megújuló energiák hasznosításának kistérségi hangsúlyai. In.: Bérei Gy. - Böröndy E. (szerk.): Megújuló energia 2. Agrár Innovációs Szövetség, Bioenergetika Innovációs Központ, Károly Róbert Főiskola, Gyöngyös; p. 40-43.
- **Pappné Vancsó J. (2008):** A biomassza-energia. In.: Vidéki I. (szerk.): Fejezetek ipar- és közlekedéstudományból. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest; p. 87-95.
- **Petis M. (2006):** A nyírbátori modell. A biogáztermelés lehetősége Magyarországon. Biohulladék 1(2):8-12.
- **Taleghani, G. - Kia, A.S. (2005):** Technical-economical analysis of the Saveh biogas power plant. Renewable Energy, 30:441-446.
- **Vajda Gy. (2001):** Energiapolitika. Magyar Tudományos Akadémia, Budapest; p. 104-110.
- **Judit Oláh–József Papp (2022):** Sustainable Liquid Biofuels (Bioethanol, Biodiesel) Production and their multifunctional impacts, Journal of Central European Green Innovation 10(1), 3–20
- **Virt Márton, DR. Zöldy Máté (2022):** Folyékony hajtóanyagok fejlesztési tendenciái, KTI Közlekedés és Mobilitás Tudományos Folyóirat
- [https://www.gabonakutato.hu/hu/kukorieaterme\\_szte\\_sunk- a-vilag- merlegen](https://www.gabonakutato.hu/hu/kukorieaterme_szte_sunk- a-vilag- merlegen)
- <https://klimapolitikaiintezet.hu/cikk/szintetikus-uzemanyagok-belsoegesu-motorok>
- <https://telex.hu/tech/2023/03/25/e-uzemanyag-a-benzines-es-dizelmotoros-autok-utolso-eselye>
- <https://www.greencarcongress.com/2021/05/20210504-bluegasoline.html>
- <https://www.ksh.hu/>
- <https://ec.europa.eu/eurostat>
- <http://petroleum.hu/>

## NYILATKOZAT

### a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Kerner Dávid

A Hallgató Neptun kódja: IVDIBR

A dolgozat címe: Szántóföldön termesztett biomassza üzemanyagcélú felhasználásának lehetőségei

A megjelenés éve: 2023

A konzulens tanszék neve: Táplálkozástudományi És Termelés technológiai Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott szakdolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: 2023.05.02.



Hallgató aláírása

## KONZULTÁCIÓS NYILATKOZAT

Kerner Dávid hallgató Neptun azonosítója: IVDIBR konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: nem

Kelt: 2023.05.02.



---

Belső konzulens