

## Biogáz laboratórium fejlesztése

Bakosné Diószegi Mónika, dr. Hováth Miklós, dr. Legeza László\*

\*Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,  
1081 Budapest, Népszínház utca 8. (Tel: 666-5300, e-mail: dioszegi.monika@bgk.uni-obuda.hu,  
horvath.miklos@bgk.uni-obuda.hu, legeza.laszlo@bgk.uni-obuda.hu)

**Abstract:** A tanulmány az Óbudai Egyetemen Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Karán épülő biogáz laboratórium és a kar Gépész és Biztonságtechnikai Intézetében folytatott oktatási képzések kapcsolatát tárja fel. Széles körben vizsgálja a laboratórium berendezéseire épülő korszerű elméleti és gyakorlati tananyagot, a mérnöki készségek és lexikális tudás szemszögéből is, de elsősorban a megújuló energia ipar számára képzendő gépészmérnökök magas szintű felkészültségét szem előtt tartva. Ismerteti azokat a TDK és szakdolgozat témákat, melyeket a modern fermentációs laboratórium és a hozzá kapcsolódó mérési lehetőségek biztosítanak. A labortelepítési projekt által lehetőség nyílik számos kutatás-fejlesztési körben az intézet PhD hallgatóinak támogatására is.

### 1. BEVEZETÉS

A Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar feladata olyan alkotóképes gépészmérnökök képzése, akik a széleskörű műszaki alapképzés és a célorientált gyakorlati szakképzés birtokában képesek az ipar és a gazdaság szakirányú területein alkalmazandó berendezések tervezésére, gyártására, menedzselésére, szervizelésére és üzemeltetésére. Szakirányával csaknem lefedi a teljes gépészmérnöki szakterületet. A hallgatók elsajátítják a gépszerkezetek és technológiák tervezését, különböző gépek és készülékek előállításának módjait, azok automatizálását, a számítástechnikán és a műszertechnikán keresztül a kapcsolódó telekommunikációt. A karon belül a Gépszerkezet-tani és Biztonságtechnikai Intézet felelős elsősorban a műszaki alapképzésért, a gépszerkezetek tervezésének oktatásáért és a biztonságtechnikai ismeretek átadásáért. Ugyanakkor ezen intézet kutatási területei közé tartoznak a megújuló energiával kapcsolatos gépek és technológiák vizsgálata. A nyertes KMOP pályázat által megvalósuló modern technológiával felszerelt biogáz laboratórium létrehozása új lehetőségeket kínál a korszerű oktatás valamint az egyetemi kutatás-fejlesztés területén. A tanulmány feladata a laboratórium által nyújtott széleskörű lehetőségek feltérképezése és beillesztése a kar oktatási életébe.

### 2. A LÉTESÍTENDŐ BIOGÁZ LABORATÓRIUM BEMUTATÁSA

A laboratórium két nagy – fizikailag is különálló, ugyanakkor egymáshoz is szervesen kapcsolódható – részre bontható. Az egyik a komplex biogáz fermentor (blokk) egység, melyből 3 darab áll majd rendelkezésre a laboratóriumkísérleteinek megvalósítására. A másik egy gázkromatográf, melyhez kaloriméter és tömegspektrometriai eljárás alapján működő mérőműszer is csatlakoztatható.

A biogáz fermentor (blokk) egység feladata kísérleti úton meghatározni a különböző szerves biomasszákból nyerhető biogázok optimális előállítási körülményeit, a megfelelő mik-

robák kiválasztásától kezdve azok ideális működési körülményeinek (hőmérséklet, pH, parciális nyomások stb.) meghatározásával és beállításával. Egy fermentor egység további két részből áll:

- a) fermentor
- b) folyamatelemző, kiértékelő szoftver

a) A fermentor maga a bioreaktor, mely minden biotechnológiai kutatás igényeit kielégíti. Szabványosított műszaki berendezés, mely sokoldalúan, rugalmasan és megbízható módon alkalmazható a biotechnológiai kutatási projektekre, feladatokra. Az integrált, ugyanakkor moduláris rendszer főbb jellemzője az erőteljes intuitív mérés és ellenőrzési rendszer, a fűthető-hűthető reaktorok, melyek könnyen cserélhető keverőkkel vannak ellátva, valamint a többdarabos, kifejezetten biológiai és egyéb alkalmazásokra tervezett szivattyú modul az adagolóshoz. Ezek a berendezések biztosítják a fermentációs folyamat időben szakaszos vagy állandó változtathatóságát, alacsony működési költségeit és karbantartási igényeit



1. ábra Biogáz fermentor blokk

A keverőmű tartós, rozsdamentes acélból készült kerettel és nagyteljesítményű, felső helyzetű hajtóművel rendelkezik. A hajtómű fordulatszámja és teljesítménye is változtatható. Az egész egység praktikus kialakítása könnyű hozzáférést bizto-

sít a reaktorok cseréje esetén a rozsdamentes acél elemekkel szerelhető kiegészítő elemek, szelepek és csőcsatlakozások miatt. Az alacsony fordulatszám tartomány bármilyen sejtkulturák összekeverésére alkalmas.



2. ábra Biogáz fermentorok (reaktorok)

Különböző típusú és méretű keverők segítik a felhasználást. A reaktoredény (5 és 10 literes) tetején található kiváló minőségű rozsdamentes acél csatlakozó port két méretben készült, hogy minden szabványos elektróda és szerelvény (mintavételező, oltási stb.) steril módon és egyszerűen csatlakoztatható legyen.



3. ábra A fermentációs blokk folyamatelemző kijelző monitora

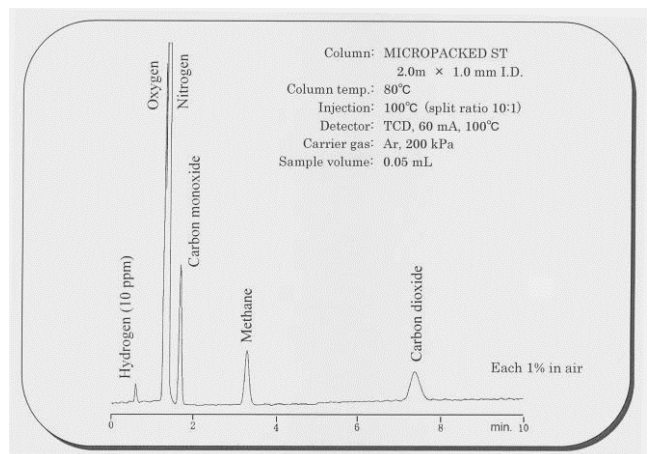
b) A folyamatelemző, kiértékelő fermentor szoftver teljes mértékben átveheti az erjesztési folyamatok irányítását is. Valós idejű nyomon követéssel a CO<sub>2</sub> és O<sub>2</sub> mennyisége értékes információt nyújt a sejtszaporodás mértékéről. Ezek változása javíthatja a termelékenységet, megjelölve a valós összetevők arányait. Használható a bakteriológiai erjesztésre és a különböző sejttenyészet feladatokra. A gázelemző használata megadja a légzési hányadost (RQ), az oxigén átviteli sebességet (OTR), a széndioxid átviteli arányt (CTR), vala-

mint az anyagcserét. Az összes adatot az elemzési naplóban, egy biztonságos adatbázisban rögzíti. A szoftvert a három fermentor blokhöz kapcsolódítva közöttük azonnali összehasonlítást tud készíteni. A fermentációs folyamat könnyen követhető a beépített grafikus elemek segítségével is. A kiválasztott információs csatornák kényelmesen megjeleníthetők a szerkesztési funkcióval. Az adatbázis kompatibilis a Microsoft Excellel és más adatbázisokkal. Ez lehetővé teszi a fermentor szoftver adatainak átvitelét más alkalmazásokba. A kényelmesen áttekinthető kijelzők segítségével kísérhetjük figyelemmel az erjedés folyamatát

A laboratórium másik nagy egysége a gázelemző kromatográf, mely vizsgálja a bioreaktor (fermentor) oxigén felvételét és széndioxid termelését, a készülékből kilépő gáz összetételének meghatározásával. A gázelemző használható bármilyen méretű bioreaktorhoz, integrált áramlásmérő, állandó gázáramlás mellett. Kiegészíthető fűthető injektorral és kolonnával, ami alkalmassá teszi elgőzöltethető folyadékelegyek (pl. bio-üzemanyagok) összetételének elemzésére is.



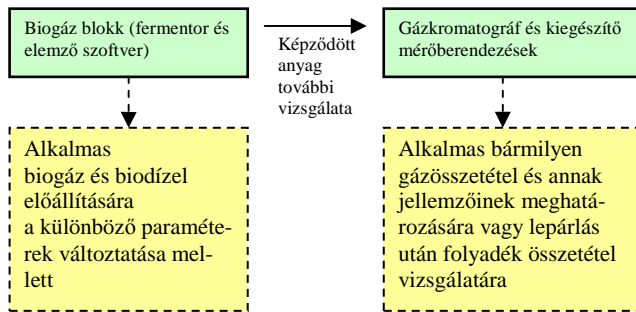
4. ábra A gázkromatográf



5. ábra A gázkromatográf szoftverének egyik nyomtatási képe

A gázkromatográfhoz tömegspektrometrikus elemző és kaloriméter hozzákapcsolása lehetővé teszi bármilyen összetett gázelegy minőségi és mennyiségi elemzését. Alkalmos gázelemzésre, izotóparány meghatározásra, szerves szerkezetek

átfogó vizsgálatára, fajhő, olvadáshő, forráshő stb. megállapításra.



6. ábra A laboratórium sematikus felépítése és azok alkalmazási lehetőségei

A laboratórium berendezéseinek leírása rámutat mind az oktatási, mind a kutatási lehetőségek sokszínűségére, alkalmat adva az egyetemnek a széleskörű hasznosításra. A tanulmány feladata ezek feltárása, bemutatása, és integrálása a képzési rendszerbe.

### 3. A BIOGÁZ LABORATÓRIUM LÉTREHOZÁSÁNAK HATÁSA AZ EGYETEM ÉLETÉRE

A laboratórium általános célja a biomassza felhasználásával működő megújuló energiaforrások, és más primer energia forrásként alternatív energiákat használó berendezések vizsgálatára alkalmas rendszerek felépítésével, működésével, üzemvitelével kapcsolatos ismeretekkel, képzettséggel, végzettséggel rendelkezők számarányának oktatással történő növelése, valamint a vizsgálóhely és a gazdálkodó szervezetek közötti együttműködésre alkalmas innovációs környezet megteremtéséhez szükséges eszköz-, műszer-, és infrastruktúra fejlesztése.

Az egyetemi és társadalmi életbe minden téren szervesen beilleszkedő laboratórium hatással van:

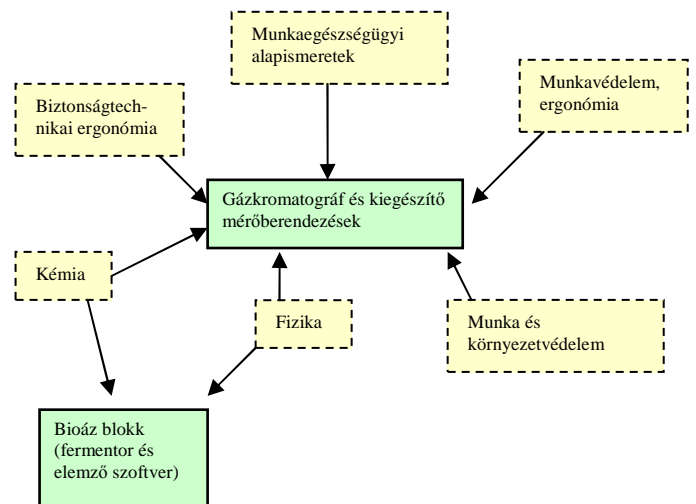
- a képzésre a laboratórium tevékenységével megegyező oktatási célú tananyag és mérő gyakorlatok kidolgozásával, TDK és szakdolgozatok témájának biztosításával,
- kiválóan biztosítja a legmodernebb technológiai kialakítással rendelkező kísérleti és elemző kutatóhelyet és a kutatás-fejlesztési tevékenységet mind a biomassza hasznosítás, mind a gázelemzés szemszögéből. Lehetőséget ad a primer erőforrásként megújuló energiatípusokat alkalmazó vegyipari gépészeti, üzemeltetési feladatok további kérdéseinek, problémáinak megoldására,
- társadalmi hasznosítás, disszemináció terén alkalmat ad a kutatás témájával kapcsolatos tanulmányok cikkek megírására, előadások tartására. Az elért eredmények ismertetésére, bemutatására, szakmai, társadalmi vitára bocsátása pedig rámutathat a kutatás további új irányaira,
- infrastrukturális szemszögéből az új kutatóhely „otthonnál” szolgáló helyiség felújítása, a laboratórium berendezési igényeinek megfelelő épületgépészeti kialakítása

mindenképpen fejleszti, növeli az egyetem tárgyi értékeit is,

- a karon dolgozó PhD hallgatók különböző fejlesztésekbe történő bevonásával és a hallgatók K+F feladatok megbízásával a humán erőforrásra is jó hatással van.

### 4. A BIOGÁZ LABORATÓRIUM BEILLESZTÉSE A KAR MÁR MEGLÉVŐ KÉPZÉSEIBE

A fent említett alpontokon túlmenően a laboratórium beilleszthető a már meglévő oktatási, képzési rendszerbe is. A Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Karon belül számos olyan szakirány van, melyek képzési anyagához szervesen kapcsolhatók a biogáz laboratórium nyújtotta tevékenységek. A nappali tagozat Gépészmérnöki (BSc), a Had- és biztonságtechnikai mérnöki (BSc és MSc), Mechatronikai mérnöki (BSc) és Mérnökasszisztens Szak, valamint a levelező munkavédelmi szakirányú továbbképzés is tartalmaz olyan ismeretanyagot, melynek része lehet a gyakorlatban bemutatható kromatográf által végzett teljes gázelemzés. A had- és biztonságtechnikai képzés *Munkavédelem, ergonómia* tantárgy része a fizikai munkakörnyezet vizsgálata és értékelése, de a gépészmérnöki és a mechatronikai képzés *Biztonságtechnikai, ergonómia* tárgya is taglalja a munkahelyi mikroklima mérését, értékelését, és kiter a munkaegészség védelmére. Az alapképzés része minden szakon a különböző (ideális és valóságos) gázok fizikai és kémiai összefüggéseinek ismerete. A mérnökasszisztens képzésben a *Munka és környezetvédelem* és a *Munkaegészségügyi ismeretek* tárgyak is kiemelik a munkahelyi klíma vizsgálatát, annak az egészségre tett hatását. A munkavédelmi szakirányú levelezős képzés is több tantárgyban taglalja a levegő minőségének fontosságát, mint az egyik kiemelt munkahelyi ártalom forrását.



7. ábra A biogáz laboratórium és a meglévő képzési tevékenységek kapcsolata

A 7. ábrán jól nyomon követhető, hogy a különböző szakokon oktatott tantárgyak miként metsződnek a gázelemzés témakörben. Az oktatást színesebbé, hatékonyabbá teheti egy-egy beiktatott bemutató óra. Lehetővé teszi egy-egy tanterem, műhely, vagy akár a belső udvar levegőminőségi tesztjét is. Alkalmat ad a gázelemző műszer megismerésére, használatára, annak kiértékelésére, miközben a hallgatók saját munka-

körülményeket, annak mikroklímáját térképezik fel. Az esetleges jegyzőkönyvkészítés még maradandóbb tudást biztosít számukra, megkönnyítve az iparban rájuk váró valós feladatmegoldásokat.

A fizika és kémia órák tananyagai kapcsolódnak mind a biogáz blokkhoz, mind a gázkromatográf berendezéshez, hiszen e készülékek működtetésével kémiai és fizikai folyamatok sokasága valósul meg a gyakorlatban.

## 5. ÚJ TANTÁRGY LÉTREHOZÁSÁNAK VIZSGÁLATA

A laboratóriumi méretű biogáz-fermentor berendezéseinek kiválasztásánál egyik fő cél az volt, hogy az oktató-kutató hely alkalmas legyen a biogáz előállításával kapcsolatos gyakorlati oktatási-, mérési célokra, a Kar BSc- és MSc hallgatóinak képzésére, szakdolgozatok készítésére, gépészmérnökök továbbképzésére, tanfolyamok tartására, valamint olyan kutatás-fejlesztési feladatok elvégzésére, mint egyes PhD hallgatók kutatóhelyének létrehozása, K+F munkák, TDK dolgozatok készítése, ipari problémák szakértése.

A laboratórium berendezéseinek segítségével a kutatást végző tanár vagy hallgató meg tudja határozni az ipari méretű biogáz üzem ideális működtetési körülményeit, meg tudja tervezni az optimális technológiát, valamint a technológia elemeit képező gépek paramétereit. Ez azért is fontos feladat, mert a biogáz előállításának nyersanyagai, a fermentációs folyamatokat működtető mikroorganizmusok fajtái nagyon széles választékban vannak jelen, s a termelés leggazdaságosabb körülményeit, jellemzőit célszerű laboratóriumi körülmények között meghatározni.

Elvárás volt, hogy a tervezett laboratóriummal kapcsolatos géppark tegye lehetővé:

- a biogáz előállítását olyan módon, hogy annak minden paramétere változtatható legyen (adagolás, keverés, hőmérséklet,  $p_H$  érték, időtartam, összetétel),
- a szükséges mérő- és beavatkozó eszközök automatikus működtetését, vizuális megjelenítését (adatgyűjtés és tárolás, figyelmeztetések, naplózás, trendek rajzolása, egyidejű párhuzamos kiértékelés...),
- más biomassza alapú megújuló energiaforrások (pl. biodízel) előállítását valamint annak további elemzését is.

Az előző fejezetben taglaltuk, hogy a már meglévő képzéseinkbe hogyan vonható be gyakorlati oktatás céljából a laboratórium, azok minőségét, hatékonyságát nagymértékben javítva. Ugyanakkor látható, hogy azon túlmenően jóval szélesebb körű kísérleti lehetőségeket is kínál. A megvalósuló laboratórium az imént felsorolt követelményeknek megfelelően többoldali oktatási céloknak is megfelel. Intézményünk fejlesztési tervéhez közvetlenül kapcsolódik, az intézet oktatási programjában szereplő megújuló energia előállításának gépi berendezéseinek ismertetése, tanítása, gyakorlati és elméleti módon.

A Gépészet és Biztonságtechnikai Intézet hallgatói számára szeretné bevezetni az *Alternatív energiaforrások gépésze* című tárgyat. Célja a minőségi és korszerű ismeretanyag elméleti és gyakorlati elsajátíttatása a hallgatókkal. A

legkorszerűbb gépészeti technológiák, bemutatása, a kémiai, és fizikai és energetikai folyamatok ismertetése és elméleti alapjainak elsajátítása, gyakorlati, bemutató jellegű kísérletek, mérések mellett.

A tantárgy témakörébe tartoznak a szél, víz, Nap, mint megújuló forrásból nyerhető energia berendezéseinek ismertetése. Fő irányvonala azonban a biomassza alapú források hasznosíthatóságának bemutatása.

Ezen belül is

- a biomassza égetése,
- a szerves anyagok fermentálása, biogáz előállítása,
- a növényi anyagok fermentációja és desztillációja, biodízel előállítása.

A biomassza égetés témakörben előadást hallhatnak a diákok a szilárd alapanyagú tüzelőberendezések típusairól, azok működéséről, kezdve a legkisebb pellet adagoló kazántól a legnagyobb teljesítménnyel rendelkező erőművekig, megismerve azok felépítését, előnyeit, hátrányait, legújabb kutatási irányvonalait. Kitérünk veszélyes melléktermékük, a hamu hasznosíthatóságának lehetőségeire is. A gyakorlati oktatáson bemutatásra kerül a gázkromatográf, mint füstgázelemző rendszer, a kaloriméter és a spektrométer is.

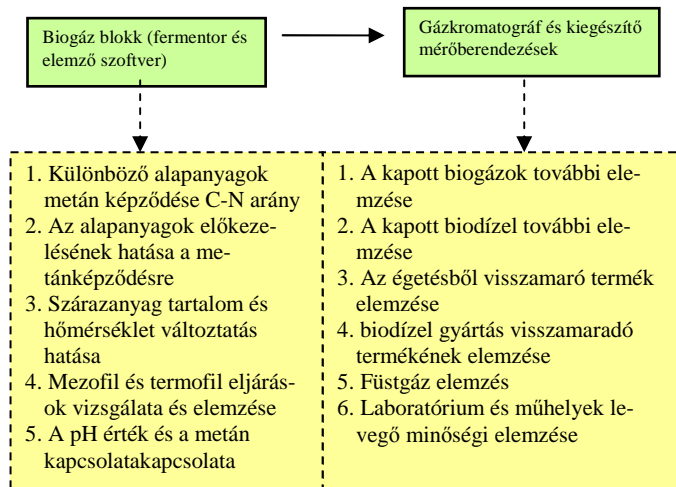
A szerves anyagok fermentálásánál a hallgatók megismerkednek az alapanyag aprító, a fermentáló, az adagoló berendezésekkel, a keverőrendszerrel, de a tananyag része például a gáztározó kialakítása is. Alapvető gázipari ismereteket kapnak a biogáz hasznosításáról, az esetleges gázpalackozásról vagy a gázmotoros elégetésről. Rámutatunk az újabb fejlesztésekre, mint például a biogáz földgázrendszerbe történő betáplálásának technológiai eljárásai. A gyakorlati oktatáson a hallgatók maguk végezhetik a reaktorba történő különböző alapanyagok betáplálását, a fermentációs paraméterek egyéni beállítását. A fermentációs idő elteltével a képződött gáz minőségi és mennyiségi elemzésével az egyes munkacsoportok egymás között összehasonlítást végezhetnek. A kapott biogáz pontos összetétele, jellemzőinek (pl. fűtőérték) értékelése is a gyakorlati óra tartalma alapján készített jegyzőkönyv részét képezi.

Tananyag a növény alapú folyékony hajtóanyag előállításának berendezései, és az azokkal szemben támasztott követelmények, az enzimes kezelés, a fermentor ismerete, a desztillációs szakasz körülményeinek kialakítása, a végterméktisztítás, végül a folyékony koncentrátum (visszamaradó anyag) szárítása, a vegyi, kémiai folyamatok ismertetése, esetleges gyakorlati bemutatása az egyik fermentor egységen. A lepárlás után a kromatográf készítette gázelemzés jegyzőkönyvi dokumentálása is az a követelmények közé tartozik.

A gyakorlati oktatás részét képezi

- a laboratóriummal kapcsolatos munkavédelmi oktatás,
- a laboratórium berendezéseinek megismerése azok behatóbb ismerete a működési elvük alapjai,
- a mérések előkészítése,
- a mérés elvégzése,
- a mérési eredmények elemzése és dokumentálása.

Az egyetemi oktatás részét nemcsak a kötelező tananyag elsajátítási módszerek jellemzik. A laboratórium adta kísérleti lehetőségek kiváló témákat nyújtanak TDK munkák és szakdolgozatok megírásához.



8. ábra A hallgatók kutatási feladatainak néhány lehetősége

A fenti ábrán szereplő témák a laborkísérletekkel kapcsolatos hallgatói kutatási témakörök egy része, ami csupán ízelítőt ad a TDK és szakdolgozatok készítéséhez. Ezen kívül a berendezések fejlesztése és a vegyi, biokémiai folyamatok vizsgálatának lehetősége is számításba jöhet.

## 6. MÉRNÖKI KÉSZSÉGEK ÉS EGYÉB EMBERI JELLEMVONÁSOK ELSAJÁTÍTÁSA ÉS FEJLESZTÉSE AZ OKTATÁSBAN BEVONT BIOGÁZ LABORATÓRIUM ÁLTAL

A mérnököt nem csupán a lexikális tudása jellemzi. Az elsajátított ismeretanyag mellett legalább olyan fontos a szakma lelkiismeretes gyakorlását megkövetelő speciális készségek megléte és az általános, a tevékenységnek kedvező emberi tulajdonságok hasznosítása. Sokkal több kell, mint tudás, egyszerre kell intuitívnak, konstruktívnak, problémamegoldónak, vagy precíznek lennie egy-egy feladat megoldása közben. Nagyon nehéz pontosan megfogalmazni a mérnökkel szemben támasztott erényeket, mégis a teljesség igénye nélkül a legfontosabbakra kitérve vizsgáljuk az új tantárgy, ill. az alkalmazott laboratórium hatásait.

A vizsgált mérnöki készségek és a tantárgy, ill. laboratórium kapcsolata:

- alapos elméleti és gyakorlati tudás az alternatív energiaforrásokat alkalmazó berendezéseknél – az előadások elméleti és gyakorlati tananyagai, a laboratórium gyakorlati bemutatói valamint a készített oktatási jegyzetek, feladatok, jegyzőkönyvek mind ezt erősítik,
- új műszaki megoldások és technológiai eljárások iránti befogadó készség – a tantárgy a legújabb ismeretekre építi az alapjait, melyet a tanári kollektíva a kutatások alkalmával, időről időre mindig bővíti, a TDK és szakdolgozatok is serkentenek az új megoldások kidolgozására,

- mérnöki szemlélet, gondolkodásmód kialakításának biztosítása – a laboratórium, mint gépészeti berendezések egységének ismerete, az egyes berendezések műszaki rajz olvasás gyakorlása, újfajta, a hallgatók által kidolgozott technológiák kialakításáról készített egyéni műszaki rajzok,
- elméleti és gyakorlati tudás egységesítése – a tantárgy párhuzamosan taglalja az elméleti ismeretanyagot és a gyakorlati kísérleteket is, így a kettő együttesen sajátítható el,
- gyártási folyamatok tapasztalatai – a laboratórium segítségével ez teljesen biztosítható, hiszen az elméleti anyag valósul meg a gyakorlatban (biogáz, biodízel gyártás),
- műszaki rajzismeret fejlesztése – a tanult technológiák gépészeti berendezései elsősorban műszaki rajzokon keresztül válnak ismertté a hallgató előtt, a vegyi, biológiai folyamatok folyamatábráinak olvasása, vagy éppen alkotása alapvető elvárás az értékeléskor, a kapcsolási rajz pedig a berendezések használatkor válik nélkülözhetetlenné,
- grafikus képek diagramok értékelése, mérések alkalmával kapott eredmények megjelenítése csupán adathalmaz, az értékeléséhez szükség van azok elemzésére kiértékelésére,
- interaktív technológiák alkalmazása gépészeti berendezések használata közben – a mérések bár gépészeti berendezésekben történnek, a szoftver és a hardver együttes, helyes használata nélkül nem jut a hallgató megfelelő eredményhez,
- laboratóriumi körülmények megismerése – a biogáz laboratórium az ott eltöltött idő alatt alkalmas a megfelelő kutatóhelyi magatartás elsajátítására, a felelősségteljes viselkedésre.

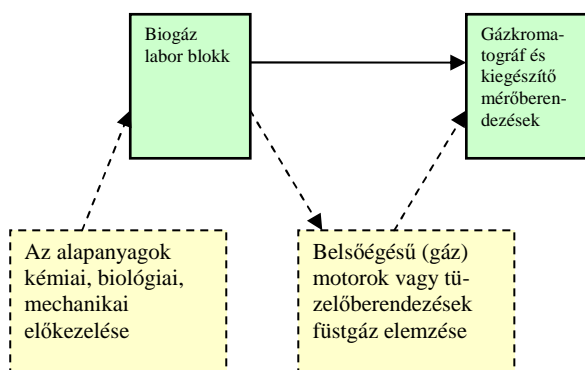
A kedvező emberi tulajdonságok megalapozása és a tantárgy, ill. laboratórium kapcsolata:

- feladat felismerési és problémamegoldó képesség – a mérések alkalmával (a megfelelő elméleti oktatás után) tanári felügyelet mellett önálló munkavégzés zajlik a laboratóriumban, melynél az addig ismeretlen feladat elvégzéséhez szükséges a gyors, logikus gondolkodás,
- csapatmunka – a laborgyakorlatok alkalmával a diákok a feladatokat team munkában oldják meg, ezért fontossá válik az együttműködési és alkalmazkodási készség, valamint a megalapozott véleménynyilvánítás,
- időbeosztás elsajátítása – a mérési jegyzőkönyv adott időbeli beadása kötelező a félév során,
- felelősségtudat, precizitás – a mérések közben az alkalmazott berendezések használatkor elengedhetetlen követelmény az összpontosítás és a pontos, igényes munka az esetleges balesetek, vagy téves mérési eredmények elkerülése miatt.

## 7. A BIOGÁZ LABORATÓRIUM NYÚJTOTTA LEHE- TŐSÉGEK A KAR PHD HALLGATÓINAK ÉS A K+F KUTATÁSOKHOZ

A kar oktatási és infrastrukturális fejlesztése mellett nem szabad figyelmen kívül hagyni a laboratórium egyéb kísérleti, kutatási tevékenységében rejlő lehetőségeket. A laboratórium esélyt ad a berendezései által biztosított széles körű komplex vizsgálatokra, kutatási elképzelések megvalósítására. A biogáz előállítását biztosító egységes berendezés lehetővé teszi a betáplálandó fermentációs alapanyagok (bármilyen szerves anyag) összetételének számtalan variációs lehetőségét. Ugyanakkor érdemes ezen alapanyag előkezelési eljárásait is figyelembe véve további összehasonlító vizsgálatokat végezni. A biogáz előállítás elsődleges alapanyagai az állati hítrágya mellett a növényi termékek, elsősorban a mezőgazdasági hulladékok. A légkörben jelenlévő széndioxidnak csaknem a fele beépül a növényekbe, cellulóz formában, így válik a legfontosabb és legnagyobb mennyiségű természetes polimerré. A fonszerűvé alakuló láncmolekulák erős, ellenálló rostokat hoznak létre, melyek lebomlása hosszú időt és energiát igényel. A jobb biogáz hozam elérése érdekében célszerű ezeket előkezelni kémiai és/vagy mechanikai úton. A mechanikai alapanyag-aprításon kívüli, újabb technológiákkal, például a hidrodinamikus vagy ultrahangos őrléssel előkezelt biomasszából keletkező metán mennyisége az előzetes mérések szerint megnövekszik, de e területen még újabb kísérletekre, összehasonlító elemzésekre van szükség. Kutatási témák alapja lehet a két eljárás együttes vizsgálata, azok eredményeinek feldolgozása, a hozzájuk kapcsolódó berendezések tervezése, vagy a meglévők fejlesztése. Ilyen módon a laboratórium kísérleti berendezései tovább bővíthetők.

Érdekes vizsgálati téma a megújuló energiatermelés nyersanyagának az előállítása, valamint az iparág komplex rendszerét záró, a technológiai hulladékokat és melléktermékeket önmagába visszaforgató, versenyképes technológia. Ilyen lehetőség például az alkohol vagy az etanol gyártás során keletkező szerves hulladékokból biogáz előállítása, vagy a biomassza alapú tüzelőberendezésekben keletkező hamu műtrágyaként történő feldolgozása. Másodlagos kutatási terület lehet a belsőégésű – akár biogáz üzemű – motorok füstgázának elemzése. Ide tartozik a különböző biomassza tüzelő berendezések füstgázainak elemzése is.



9. ábra A biogáz laboratórium fejlesztési lehetősége

A biogáz laboratórium alkalmat adhat a 4. fejezetben taglalt biztonságtechnika témakörbe tartozó, már meglévő képzési rendszer tantárgyainak gyakorlati, kutatási vagy éppen kísérleti műveleteihez is, mint például a munkaesély védelem, ergonómia vagy a munkahelyi mikroklíma.

## 8. ÖSSZEGZÉS

Az Óbudai Egyetemen megvalósuló biogáz laboratórium berendezéseinek kiválasztásánál egyik fő cél az volt, hogy az oktató-kutató hely alkalmas legyen a biogáz előállításával kapcsolatos gyakorlati oktatásra, mérési célokra, a Kar BSc- és MSc hallgatóinak képzésére, szakdolgozatok készítésére, gépészmérnökök továbbképzésére, tanfolyamok tartására, valamint olyan kutatás-fejlesztési feladatok elvégzésére, mint egyes PhD hallgatók kutatóhelyének létrehozása, K+F munkák, TDK dolgozatok készítése, ipari problémák szakértése.

A laboratórium berendezéseinek segítségével a kutatást végző tanár vagy hallgató meg tudja határozni az ipari méretű biogáz üzem ideális működtetési körülményeit, meg tudja tervezni az optimális technológiát, valamint a technológia elemeit képező gépek paramétereit. Ez azért is fontos feladat, mert a biogáz előállításának nyersanyagai, a fermentációs folyamatokat működtető mikroorganizmusok fajtái nagyon széles választékban vannak jelen, s a termelés leggazdaságosabb körülményeit, jellemzőit célszerű laboratóriumi körülmények között meghatározni.

A tanulmány ismerteti a biogáz laboratórium célkitűzéseit, utalva a létrehozása kapcsán érintett oktatási, kutatási, infrastrukturális és személyi innovációs lehetőségekre, bemutatva az egyetem „életére” kiható legfontosabb innovációs változásokat. Ezek részletes és konkrét meghatározása további széleskörű vizsgálatok és tanulmányok sorozatára fog épülni.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Huang J., Crookes, R. J.: Assessment of simulated biogas as a fuel for spark ignition engine. In: Fuel, Volume 77, Issue 15, p 1793–1801. 1998.
- [2] Barótfi I.: A biomassza energetikai hasznosítása. Energia-gazdálkodási kézikönyv, Budapest, 1998.
- [3] Barótfi I.: Biomassza energetikai hasznosítása: Megújuló energiaforrások hasznosítási technológiáinak KöM által meghatározott szempontok szerinti vizsgálata. Az Energia Központ Kht. megbízásából, Budapest, 2000.
- [4] Heinz Schulz, Barbara Eder: Biogázgyártás. Cser Kiadó, 2005.
- [5] Kalmár Imre, Nagy Valéria, Kalmárné Vass Eszter: Laboratory development in technological experiments on enhancing biogas output. Napjaink környezeti problémái – globálístól lokálisig, Pannon Egyetem, Keszthely, p 5, 2006.
- [6] Bai Attila (szerk.): A biogáz. Száz Magyar Falu Könyvesháza Kht., 2007.
- [7] Holm-Nielsen, J. B. et al.: The future of anaerobic digestion and biogas utilisation. Bioresource Technology. 100. p 5478–5484. 2009.