

## Teljes ÜHG mérleg, egy új módszer a külterjes állattartó és vegyes gazdaságok ÜHG kibocsátásának meghatározásához

Répas Máté István<sup>1</sup> – Répásné Mudra Regina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eötvös Loránd Tudományegyetem, Fizika Bsc, Biofizika szakirány, Budapest

<sup>2</sup>Egyéni gazdálkodó (Vidékfejlesztési Agrármérnök), Mályinka

### ÖSSZEFOGLALÁS

*Tanulmányunk célja megtalálni a legmegfelelőbb módszert a kisméretű, külterjes állattartó/vegyes gazdaságok klímaváltozásra gyakorolt hatásának vizsgálatához. Egy saját fejlesztésű számítást ismertetünk, mely alkalmazásához alapvető matematikai ismeretek is elengedők. A módszerrel rövid idő alatt elkészíthető elemzést kapunk akár valódi gazdaságok, akár elméletben létező modell-gazdaságok esetében. Alkalmazásához egy gazdaság részletes leírását kell elkészíteni, egy év munkafolyamatainak, éves beszerzések és az éves termelés összesítésének segítségével. A kapott eredményekből következtetéseket levonva optimalizálható a gazdaság ÜHG kibocsátása, továbbá segíthet abban hogy klímaselemleges gazdálkodási módokat találjunk az állati termékek előállításához.*

### SUMMARY

*The aim of our study is to find the most appropriate method for examining the impact of small, extensive livestock/mixed farms on climate change. We would like to describe a self-developed calculation, the application of which requires basic mathematical knowledge. With the method, we get an analysis that can be prepared in a short time, either in the case of real farms or model farms that exist in theory. In order to use it, a detailed description of a farm must be prepared, with the help of a year's work process, annual purchases and the summation of annual production. By drawing conclusions from the obtained results, the farm's GHG emissions can be optimized, and it can also help to find climate-neutral farming methods for the production of animal products.*

### BEVEZETÉS

A globális klímaváltozás a gazdaság minden területére hatással van. A mezőgazdasági termelés kültéri, időjárásfüggő tevékenység, éppen ezért különösen érzékenyen érintik a klímaváltozás hatásai. Azonban nem csak a klímaváltozás hat a mezőgazdaságra, a különböző termelési rendszerek maguk is hatnak a globális klímaváltozásra. A mezőgazdasági termelés, azon belül különösen az állattenyésztés klimatikus hatásainak vizsgálata egyre nagyobb figyelmet kap.

Az állattenyésztőkön egyre fokozódik a társadalmi nyomás, hogy tevékenységüket minél kisebb környezetterheléssel és minél kisebb ÜHG (üvegház hatású gáz) kibocsátással végezzék, egyre több mozgalom javasolja az állati eredetű termékek teljes elhagyását, klímavédelmi okokra hivatkozva. Az állattenyésztés jövőjének biztosításához kulcsfontosságú megtalálni a megoldásokat az ágazat ÜHG kibocsátásának csökkentésére, hosszú távú célként pedig a klímaselemleges állati termék előállítására.

A mezőgazdaság, mint ágazat nem kezelhető egységesen, nagyon eltérő méretű üzemek alkotják, melyek teljesen különböző termelési technológiát használnak és másképpen kapcsolódnak a termelési értékláncba.

Az állattenyésztés fogalmi meghatározása nem egységes, az extenzív, félintenzív, intenzív állattenyésztő gazdaságok technológiája nagyon nagy mértékben különbözik egymástól, célszerű klimatikus hatásukat külön-külön vizsgálni (Répas, 2022). Jelen tanulmány célja megtalálni a legmegfelelőbb módszert a kisméretű, külterjes állattartó/vegyes gazdaságok klímaváltozásra gyakorolt hatásának vizsgálatához.

### AZ ÁLLATTENYÉSZTÉS KLIMATIKUS HATÁSÁT VIZSGÁLÓ MÓDSZEREK

Az állattenyésztés klimatikus hatásainak vizsgálatára az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 1996-2006 között javasolt módszere kizárólag az adott állattenyésztő gazdaságon belül keletkezett kibocsátást veszi figyelembe, a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) által javasolt életciklus-elemzés éppen ellenkezőleg, egy adott termék teljes előállítása során keletkező kibocsátással számol. Mindkét módszer könnyen vezethet ellentmondásos, vagy éppen kevésbé hasznos eredményekre, kisméretű, külterjes állattartó gazdaságok esetében mindkét módszer használata nehézségekbe ütközik (Répas, 2022).

Gyakran használjuk az adott gazdaság üvegházhatású gáz (ÜHG) fluxusának meghatározásán alapuló módszert. Egy teljes gazdaság ÜHG fluxusa nem mérhető közvetlenül, az egyes részegységek (pl: legelő terület, trágyatároló, kaszáló terület) ÜHG fluxusait külön-külön határozhatjuk meg. A gyepterület egy rendkívül összetett ökológiai rendszer, egy adott ÜHG fluxusának méréséhez a gyepterület természetes biokémiai folyamatait a lehető legkevésbé zavaró műszerre van szükség. Amennyiben a mérőeszköz jelentősen megzavarja a mért rendszer – jelen esetben a gyepterület – működését, a mért fluxusok nem az adott gyepterület valós kibocsátását/élnyelését mutatják meg (Répas, 2022). A szén-fluxus meghatározásához először meg kell adnunk a szén-fluxus határfelületét, majd számításba venni az összes szénáramlással járó folyamatot, így megkapjuk a rendszer C mérlegét (angol rövidítése NCS) [ $gC/m^2/év$ ] (Soussana et al., 2010). A határfelület megadása és az összes szénáramlással járó makroszkópikus és mikroszkópikus léptékű folyamat

pontos leírása rendkívül nehéz feladat. Elméletileg természetesen lehetséges olyan modellt alkotni, ami figyelembe vesz minden szénáramlással járó folyamatot, azonban számos gyakorlati kutatásban láthatjuk, hogy keveredik a C fluxus és a CO<sub>2</sub> fluxus, vagy az adott kutatás fontos szénáramlással járó folyamatokat nem vesz figyelembe. Az állattenyésztés ÜHG mérlegében nagyon fontos szerepet játszó szénmegkötést gyakran hagyják figyelmen kívül (Soussana et al., 2010).

Az állattartás klimatikus hatásait vizsgálva figyelembe kell vennünk a fontosabb ÜHG-at, fontos szerepet a szén-dioxid, a metán és a dinitrogén-oxid játszik (Soussana et al., 2010; Robertson et al., 2000). A kibocsátás/elnyelés mértékét sokszor különböző egységekben adják meg (pl: egységnyi termőföldre vonatkozó kibocsátás, állategységre vonatkozó kibocsátás, egységnyi állati termékre vonatkozó kibocsátás (Schils et al., 2007), mely nagyban megnehezíti az eredmények összehasonlítását.

Az állattenyésztés klimatikus hatásait sokszor makroszkópikus módszerekkel vizsgálják, teljes ágazatokat vagy éppen országokat elemeznek, mely gyakran vezet túlzott általánosításhoz.

## **A KISMÉRETŰ, KÜLTERJES GAZDASÁGOKRÓL**

Nagyjából 10 000 évvel ezelőtt az ember növényeket kezdett ültetni, megkezdte az állatok háziiasítását, ezzel létrejött a mezőgazdaság. A történelem kezdetétől az ipari forradalomig számtalan termelési szerkezet alakult ki, közös jellemzőjük, hogy nem volt olyan mértékű az ÜHG kibocsátásuk, hogy az globális felmelegedést okozott volna. Az ipari forradalmakkal párhuzamosan a mezőgazdaság is változott, hirtelen népességnövekedés okozta élelmiszerhiány leküzdésére új termelési módszereket vezettek be. Az első ipari forradalom során megjelent a vetésforgó, az istállózó állattartás, a vasút segítségével nagy mennyiségű mezőgazdasági terméket lehetett elszállítani nagy távolságra. A XIX. század közepén megjelentek az első mezőgazdasági és élelmiszeripari gépek, megkezdődött a műtrágyák használata. A harmadik ipari forradalom során általánossá vált a vegyipari készítmények használata a mezőgazdaságban, rohamosan terjedt a gépesítés, az állattenyésztésben egyre nagyobb teret hódítottak az iparszerű, zárt termelési rendszerek. Az állattenyésztésben az ilyen típusú termelést szokták intenzív állattartásnak nevezni. Az intenzív, iparszerű állattenyésztés és a nagyipari élelmiszertermelés jelentős ÜHG kibocsátással jár, ennek nagysága az eltérő számítási módok esetén jelentős eltérést mutat (Répás, 2022).

A kisméretű, külterjes gazdaságokat az agrárszakemberek, szakpolitikusok egy része idejélműltnek, egyenesen megszűnésre ítéltnek tartja, főként piacgazdasági okokra hivatkozva, talán éppen ezért klimatikus hatásukat alig vizsgálják. A XXI. század külterjes kisgazdasága – szerencsés esetben – egy újfajta, a történelemben eddig nem létező gazdálkodási mód, mely napjaink technológiai

fejlettségét és társadalmi viszonyait sikeresen kombinálja a közelmúlt és a régmúlt mezőgazdasági, háziipari tudásával. Ezen gazdaságok mérete, az eltérő termőhelyi adottságok és az összetett tevékenységük okán nem határozható meg a művelt terület alapján, jelen tanulmányban külterjes kisgazdaság alatt olyan családi gazdaságot értünk, melyben a családtagok nagyrészt maguk művelik földjeiket, gondozzák állataikat, amit megtermelnek nagyrészt maguk dolgozzák fel, természetesen gépek segítségével. A külterjes állattartó kisgazdaságok extenzív állattartással, a vegyes gazdaságok az extenzív állattartás mellett regeneratív növénytermesztéssel/kertészettel/gyümölcsstermesztéssel/szőlőműveléssel foglalkoznak.

A külterjes kisgazdaságok jelen tanulmány szempontjából fontos jellemzői:

- külterjes, legelőre alapozott állattartás,
- a lehető legkevesebb iparilag előállított inputanyag felhasználás, a saját vagy helyi forrásból elérhető helyettesítő termékek használata (pl: N műtrágya kiváltása saját vagy helyi gazdálkodótól beszerzett szerves trágyával),
- körforgásos gazdálkodás, melynek során a lehető legkevesebb nem hasznosítható hulladék keletkezik,
- talajmegújító – más néven regeneratív – gazdálkodás,
- a vegyszerek használatának nagymértékű csökkentése, ökológiai gazdálkodás,
- a mezőgazdasági termékek minél magasabb szintű feldolgozása, késztermékek előállítása,
- a lehető legkevesebb szállítás, a beszerzés és az értékesítés helye a gazdaságtól a lehető legkisebb távolságra.

A rövid ellátási lánc kisebb környezetterheléssel jár (Benedek, 2014), a kisebb környezetterhelés általában kevesebb ÜHG kibocsátást jelent. A végső fogyasztónak feldolgozott készterméket értékesítő, minimális inputanyagot vásároló termelő az elképzelhető legrövidebb ellátási lánc.

Fontosnak tartjuk tisztázni, hogy jelen tanulmánynak nem célja az ilyen típusú gazdálkodás piacgazdasági vagy éppen társadalmi fenntarthatóságának vizsgálata, elemzésünk kizárólag egy olyan módszer megtalálásával foglalkozik, mely alkalmas a külterjes kisgazdaságok klimatikus hatásainak vizsgálatára.

## **TELJES ÜHG MÉRLEG**

A gyepgazdálkodásra alapozott állattartás ÜHG kibocsátásának számítási módszerei című cikkben leírtak, valamint jelen cikk bevezető pontjai alapján azt láthatjuk, hogy a jelenleg elterjedt módszerek közül egyik sem optimális egy kisméretű külterjes állattartó/vegyes gazdaság klimatikus hatásainak vizsgálatára, az alkalmazott modellek sokszor ellentmondásosak, matematikájuk bonyolult, az eltérő mértékegységek miatt a különböző modellek eredményeit nehéz összehasonlítani.

Szeretnénk bemutatni egy új, saját fejlesztésű módszert, mely kifejezetten a külterjes (extenzív) gazdálkodást folytató, kisméretű állattartó/vegyes gazdaságok esetében alkalmazható. A módszer neve: Teljes ÜHG Mérleg.

Egy komplex rendszer viselkedésének leírásához talán a legfontosabb feladat megtalálni, mely folyamatok felelősek a rendszerben végbemenő adott változásokért, jelen esetben a klímaváltozásra gyakorolt hatásért. Egy fajgazdag életközösség (pl: egy legelőterület) rendkívül komplex rendszer. A klímaváltozásra gyakorolt hatás attól függ, hogy az adott rendszer biokémia folyamatai során időegység alatt mennyi ÜHG szabadul fel. Egy összetett életközösségben egyszerre megszámlálhatatlanul sok biokémiai folyamat zajlik, ezen folyamatok követése, időben és térben átlagolása a komplex rendszereket leíró tudományágak rohamos fejlődése ellenére egyelőre lehetetlen feladat.

A farm szintű ÜHG mérleg elkészítése során legtöbbször az adott farm C mérlegéből indulnak ki (Sousanna et al., 2010). A C mérleg elkészítéséhez ismernünk kellene a rendszerben megtalálható C atomok mennyiségét, az összes olyan biokémiai folyamatot melyben a C atomok részt vesznek, valamint ezen folyamatok időfüggését is. Egy ilyen modell kidolgozása még egy nagy, interdiszciplináris kutatócsoport számára is rendkívül nehéz feladat lenne.

A teljes ÜHG mérleg számításainak elvégzéséhez elegendő, ha az adott rendszer ÜHG forrásait és nyelőit vesszük figyelembe, a köztük lévő szén forgalmat a modellünk szempontjából nem kell vizsgálni. Elsőre ez túlzott egyszerűsítésnek tűnhet, azonban ha jobban megnézzük, továbbra is pontosan követünk minden ÜHG kibocsátással járó folyamatot, a szénkörforgásnak azok a részei, amik nem járnak ÜHG kibocsátással, nem befolyásolják az adott gazdaság teljes ÜHG mérlegét.

A teljes ÜHG mérleg számítás megközelítése kimondottan mikroszkópikus, külön-külön vizsgál minden egyes gazdaságot.

A modell figyelembe veszi a gazdaságban kibocsátott/elnyelt ÜHG gázokat, valamint a gazdaságba bevitt mezőgazdasági termények, tápok, takarmányok, vetőmagok és a talaj tápanyag-utánpótlására szolgáló készítmények – a továbbiakban együttesen bevitt anyagok – gyártása és szállítása során keletkező ÜHG kibocsátást is. A természettudományokban legtöbbször a valóságot valamilyen modellel közelítjük meg, azt hogy milyen közelítést használunk, az adott probléma határozza meg, nincsenek univerzálisan jó közelítések. Szeretnénk erre egy példát mutatni a fizika világából: Ha egy inga lengésidejére vagyunk kíváncsiak, nagyon jó közelítés, ha a föld gravitációs terét homogénnek vesszük, az árapály jelenségek leírásához viszont a Föld-Hold-Nap közös gravitációs terével kell számolnunk, így érthetjük meg az időfüggő tengerjárás okát. A kibocsátási adatok kiszámításához és az eredmények értelmezéséhez kulcsfontosságú pontosan meghatározni, hogy mely kibocsátást számoljuk el az adott gazdaságban, és

melyet más ágazatoknál. Az IPCC 1996-2006 között javasolt módszertana kizárólag az állattartó gazdaságban keletkezett kibocsátást veszi figyelembe (IPCC, 2019), mely gyakran vezet ellentmondásos eredményekre, az eltérő gazdálkodási módokat pedig nem hasonlíthatjuk össze a segítségével (Répás, 2022). Az életciklus elemzés a mezőgazdaság közvetlen és közvetett kibocsátását egyaránt tartalmazza (FAO, 2006), azonban az összetett termékpályák esetén a termelésben résztvevő üzemek kibocsátását nem tudjuk elosztani a termékek között (Répás, 2022). Az életciklus elemzés nehézségeit egy egyszerű példán keresztül szeretném bemutatni. Traktoros munkák során a traktor belső égésű motorja gázolaj elégetésével működik, CO<sub>2</sub>-t bocsát ki. Azonban az elégetett üzemanyaghoz szükséges nyersolaj bányászata, szállítása, finomítása, a gázolaj szállítása és a benzinkúthálózat működtetése szintén ÜHG kibocsátással jár. Ha minden kibocsátást szeretnénk figyelembe venni, a fent felsorolt folyamatok mindegyikének ÜHG kibocsátási adatait ismernünk kellene, és ki kellene számítani, hány százalékban részesedik a traktorba tankolt üzemanyag – például – az olajfinomítás során kibocsátott CO<sub>2</sub>-ből. Egy ilyen számítás a szükséges adatok híján eleve kudarcra van ítélve. Az életciklus elemzés fenti példával illusztrált problémáját úgy védhetjük ki, ha pontosan meghatározzuk, mely kibocsátást kell az adott gazdaságnál elszámolni, és melyet más ágazatoknál. A meghatározásnál fontos szempont a szükséges adatok elérhetősége, hiszen ha nem állnak rendelkezésre a szükséges adatok, az elméleti modellnek kevés gyakorlati haszna lesz.

A bevitt anyagok esetében különösen nehéz lehet a hozzájuk tartozó ÜHG kibocsátás meghatározása. Amennyiben a bevitt anyagok előállításában megjelennek a nagyipari eljárások és globális kereskedelmi láncok (pl: dél-amerikai import szóját tartalmazó granulált táp, import műtrágya, stb.), a bevitt anyag ÜHG kibocsátásának meghatározása nehézségekbe ütközik. Itt szeretnék visszautalni a gravitációs példára, azt hogy egy számítási módszer mennyire jó, nem lehet általánosan megmondani, csak az adott problémára tesztelve azt. A modellünk ezért elsősorban olyan külterjes kisgazdaságok esetében használható, ahol a lehető legkevesebb iparilag előállított inputanyagot használják fel, és a bevitt anyagok legnagyobb része helyben előállított.

A kisméretű külterjes gazdaságból származó bevitt anyag (pl: tenyészállat, takarmány, termény, gyümölcs, fűszer, trágya, stb.) ÜHG kibocsátását az előállító gazdaságnál kell elszámolni. A könnyebb alkalmazhatóság érdekében a modell nem veszi figyelembe a nem mezőgazdasági eredetű inputanyagok (pl: üzemanyag, gépkatrész, kenőanyag, állatgyógyszer, stb.), gyártása során kibocsátott ÜHG-kat, ezeket az adott ágazatnál kell elszámolni.

A gazdaság által igénybe vett szolgáltatások ÜHG kibocsátásának elszámolásakor három esetet különböztetünk meg. Ha a szolgáltatást végző személy/vállalkozás más ágazatban tevékenykedik (pl: állatorvos, gépszerelő, stb.), a tevékenységével

összefüggő ÜHG kibocsátást az adott ágazatnál kell elszámolni. Ha a nem gépi bérmunka szolgáltatást kisméretű külterjes gazdaság végzi, a szolgáltatás ÜHG kibocsátását a szolgáltató gazdaságnál kell elszámolni. Ha a szolgáltatás gépi bérmunka, a munkát végző traktor/betakarító/erdészeti gép az adott szolgáltatás során keletkező ÜHG kibocsátását az igénybevevő gazdaságnál kell elszámolni.

A kisgazdaságokban felhasznált energiához kapcsolódó ÜHG kibocsátást a legtöbb esetben nem tartják relevánsnak, mondván, más ágazathoz tartozik. Véleményünk szerint az energiafelhasználás ÜHG kibocsátását az adott gazdaságnál kell figyelembe venni, így teljesebb képet kaphatunk a gazdaság ÜHG kibocsátásáról, valamint az elkészített elemzés segíthet meghatározni milyen energetikai fejlesztések vezetnek az ÜHG kibocsátás csökkentéséhez. Ha a Teljes ÜHG Mérleg módszert használjuk, a vizsgált gazdaságban felhasznált energia ÜHG kibocsátásával is számolnunk kell. Az adott gazdaságban dolgozó gázolajjal vagy benzinnel meghajtott gépek, valamint a földgázzal vagy PB gázzal működő berendezések CO<sub>2</sub> kibocsátását az adott gazdaságnál kell elszámolni. A szolgáltatótól vásárolt elektromos energia ÜHG kibocsátásáról az Európai Unióban minden szolgáltató közöl adatokat, ezt a kibocsátást szintén az adott gazdaságnál vesszük figyelembe. Amennyiben a gazdaságon belül zöldenergia termelés történik (pl: napelemek, vízhúzó szélkerék, trágyatartó maradék hőjének hasznosítása, stb.), az így nyert energia felhasználása nem jár ÜHG kibocsátással. Igaz, egyelőre kísérleti fázisban vannak a kompakt és ultrakompakt metánerőművek, valamint a metánmotoros erőgépek, ezekről is érdemes szót ejteni. Amennyiben a jövőben egy kisgazdaság saját metántermelő rendszert vásárol, és a metánt maga használja fel, a felhasználás során keletkező ÜHG kibocsátást az adott gazdaságnál kell elszámolni.

A számítások elvégzéséhez ismerni kell az adott gazdaságban:

- művelt területeket, azok művelési módját,
- tartott állatokat (állatlétszám, faj, fajta, tartásmód, a hasznosítás iránya),
- a termékfeldolgozás technológiáját, energiaigényét,
- az évente előállított termékek mennyiségét, minőségét,
- az előállított termékek értékesítésének a módját,
- a működéshez szükséges szállítási feladatokat, a használt szállítóeszközöket,
- a működéshez szükséges gépi munkákat,
- a megtalálható gépparkot, annak energiaigényét és károsanyag kibocsátását,
- a megtalálható épületek energiaigényét, energiaellátását.

A fenti adatok ismeretében kiszámíthatjuk, hogy az adott gazdaság évente mennyi és milyen termékeket állít elő, és eközben működése mennyi ÜHG kibocsátással jár.

Az állattenyésztés ÜHG kibocsátásában a CO<sub>2</sub>, a CH<sub>4</sub> és az N<sub>2</sub>O játszik fontos szerepet (Soussana et al., 2010), a széndioxid-egyenérték (CO<sub>2</sub>E) fogalmának

bevezetésével egyszerűen számszerűsíthetjük a kibocsátott ÜHG-k együttes klimatikus hatását, 1 kg N<sub>2</sub>O = 298 kg CO<sub>2</sub>E, 1 kg CH<sub>4</sub> = 25 kg CO<sub>2</sub>E, 1 kg CO<sub>2</sub> = 1 kg CO<sub>2</sub>E (IPCC, 2019).

Teljes ÜHG mérleg: a teljes gazdaság éves ÜHG kibocsátásának és elnyelésének összege CO<sub>2</sub>E-ben számítva, mértékegysége [kg\_CO<sub>2</sub>E]. A teljes ÜHG mérleg számításának a módszerével egy üzem teljes éves ÜHG kibocsátását/elnyelését tudhatjuk meg. A számítások során a kibocsátást pozitív, az elnyelést negatív előjellel vesszük figyelembe.

Az ÜHG gázok forrásait/nyelőit fluxusokkal jellemezzük, az ÜHG fluxus megmutatja a valamilyen egységre eső éves kibocsátást/elnyelést, a pozitív fluxus kibocsátást, a negatív elnyelést jelent, a fluxus jele: F. A fluxus lehet területfüggő (pl: legelőterület ÜHG fluxusa), ekkor a területegységre jutó éves kibocsátást jelenti. Nem területfüggő fluxus esetén az adott fluxushoz igazodó egységben érdemes számolni. Egy adott fluxust megszorozva az egységek számával megkaphatjuk az adott gazdaságrész/tevékenység éves kibocsátását (pl: legelő CO<sub>2</sub> fluxusa szorozva a legelő területével, egy kg vetőmagra eső ÜHG fluxus szorozva az éves vetőmag felhasználással). A fluxus egységének jele: A.

A teljes ÜHG mérleg jele: T (székely-magyar rovásírásban T).

A teljes ÜHG mérleg módszerének alapegyenlete:

$$T = \sum_i F_i^{\text{kibocsátás}} A_i + \sum_j F_j^{\text{elnyelés}} A_j$$

Ha a teljes ÜHG mérleg módszerével elemzünk egy gazdaságot, a számítások végeredményeként megkapjuk a teljes gazdaság éves ÜHG kibocsátását/elnyelését CO<sub>2</sub>E-ben számítva, valamint a gazdaság adott évben létrehozott összes termékét, így láthatjuk, az adott mennyiségű termék(ek) létrehozása milyen ÜHG kibocsátással járt, a kibocsátást azonban nem tudjuk elosztani a termékek között.

A könnyebb összehasonlíthatóság érdekében a teljes ÜHG mérleg eredményeiből könnyen számolhatunk területegységre (pl: kg\_CO<sub>2</sub>E/Ha/év) vonatkozó kibocsátási adatokat, ezek az adatok azonban nem általánosíthatók, csak az adott gazdaságra érvényesek.

Fontos megjegyezni, hogy a teljes éves ÜHG mérleg egy adott üzemre vonatkozik, a számítás nem végezhető el egy régió vagy ágazat esetében. Természetesen ha külön-külön elvégezzük egy régió vagy ágazat összes üzemének teljes éves ÜHG mérleg számítását, abból számíthatunk regionális vagy ágazati adatokat. Sok üzemet magába foglaló régió vagy teljes ágazat esetén célszerű a statisztikai módszerek alkalmazása.

Amennyiben felrajzoljuk a különböző külterjes kisgazdaságok kapcsolati hálóját, egy bonyolult hálózatot láthatunk, ha ismerjük a hálózat tagjainak teljes éves ÜHG mérlegét, és ismerjük a szereplők közötti kapcsolatrendszer, a hálózatkutató eszközöket felhasználva további értékes adatokat nyerhetünk ki helyi, regionális, nemzetgazdasági és globális szinten egyaránt.

Egy gazdaság teljes ÜHG mérlegének számításához az alábbiak szerint kell eljárni:

1. Készítsük el a gazdaság részletes leírását, azaz vegyük számba a művelt földterületeket, a termesztett növényeket, a haszonállatállományt, továbbá a gépeket, berendezéseket, épületeket és ezek energiaigényét, energiaforrásait.
2. Egy év munka folyamatainak a részletes leírása minden olyan adattal, ami az adott munkafolyamat ÜHG kibocsátásának a számításához szükséges (pl: traktorral végzett munka időtartama, motorteljesítmény felvétele és a traktor emissziós besorolása alapján kiszámítható az adott munka ÜHG kibocsátása).
3. Éves beszerzések összesítése, melynek során ügyelni kell rá, hogy az adott beszerzés ÜHG kibocsátását a vizsgált gazdaságnál, más gazdaságnál, vagy más ágazatokban kell elszámolni.
4. Éves termelés összesítése (adott évben előállított minden termék).
5. Szakirodalmi adatokat kell gyűjteni ahhoz, hogy a fentebb felsorolt termékek, munkafolyamatok, művelési módok és növénykultúrák ÜHG kibocsátását kiszámíthassuk.
6. A teljes ÜHG mérleg számításához készítsünk számoló táblát, erre bármelyik elterjedt táblázatkezelő szoftver alkalmas (pl: excel, open office: calc). Az egyes részegységek, munkafolyamatok ÜHG kibocsátásait összegezve kaphatjuk meg a vizsgált gazdaság teljes éves ÜHG mérlegét.
7. Vetésforgót alkalmazó gazdaságok esetén a vetésforgó minden évére külön-külön végezzük el a számítást, az eredményekből megkaphatjuk az éves átlagos ÜHG mérleget.
8. Évelő kultúrák (pl: gyepterület, gyümölcsös, szőlő, stb.) esetében két lehetőséget különböztetünk meg:
  - meglévő, jó állapotú évelő kultúra esetén nem kell számolnunk a telepítés ÜHG kibocsátásával;
  - új telepítés vagy felújítás esetén a felmerülő ÜHG kibocsátást az adott évnél kell elszámolni, a végeredménynél jelezni kell, hogy az adott évben új telepítés vagy felújítás történt.

A teljes ÜHG mérleg módszerének alkalmazásához alapvető matematikai ismeretek is elegendők, nincs szükség sem statisztikai ismeretekre, sem drága informatikai eszközökre, egy szabad hozzáféréssű táblázatkezelő program elegendő a számítások elvégzéséhez, így sok gazdaság esetében végezhető el a számítás viszonylag rövid idő alatt akár valódi gazdaságok, akár elméletben létező modell-gazdaságok esetében.

Fontos hangsúlyozni, hogy a fenti módszer az agrárszakemberek többsége által korszerűnek tartott, intenzív, specializált gazdálkodási módok esetén nem alkalmazható. Az intenzív gazdálkodás során

felhasznált inputanyagokat nagyipari módszerekkel állítják elő, alapanyagaik globális kereskedelmi láncokon keresztül érkeznek a gyártó üzemekbe, emiatt a bevitt anyagok ÜHG kibocsátása nem határozható meg. A nagy mennyiségben megtermelt alapanyagokat a specializált gazdaságok legtöbbször élelmiszeripari nagyvállalatoknak értékesítik, így nem valósul meg a modellünk használhatóságának egyik alapfeltétele, a nagyrészt gazdaságon belüli alapanyag feldolgozás.

### **PÉLDA A TELJES ÜHG MÉRLEG SZÁMÍTÁSRA**

Ebben a fejezetben szeretnénk bemutatni modellünk működését. A tudományos elméletek, modellek, módszerek bemutatása során elterjedt az egyszerűsített – gyakran túlzottan egyszerűsített – példák használata. Ezek a példák legtöbbször nem a valóságot írják le, a szerzők célja az új elmélet vagy módszer használatának, működésének bemutatása. A fizikakönyvekben a klasszikus mechanika törvényeit először egy a valóságban nem létező, súrlódástól és közegellenállástól mentes ideális világban mutatják be. David Ricardó közgazdász a komparatív előnyök elméletét egy olyan világban szemlélteti, ahol mindössze két termelő és két termék létezik.

A Teljes ÜHG Mérleg számítási módszerét egy ilyen, erősen egyszerűsített példagazdaságon keresztül szeretnénk bemutatni. A példagazdaság kitalált, a felhasznált adatok is kitaláltak, a számítás kizárólag a modell megértését szolgálja, az eredményeknek nincs tudományos értéke. A példagazdaságnál, ha egy adat szakirodalmi adatként szerepel, ez azt jelenti, hogy azt az adatot valós gazdaságok elemzése során célszerű szakirodalmi forrásból beszerezni.

#### **A példagazdaság leírása**

A leírás módja szabadon választható, a pontokba szedett leírás csökkenti a hibalehetőségeket.

A gazdaság elhelyezkedése: Észak-Magyarországon, kisközségben található, a község határában agyagos talajú, hegylábi legelők és közepes/gyenge minőségű szántóföldek találhatók.

Földterületek: nagyméretű gazdasági udvar, 10 ha rét hasznosítású gyepterület.

Termesztett növények: természetes gyepterületek.

Haszonállatok: 20 db anyajuh, 2 db tenyészkos.

Épületek: karám és három oldalról zárt istálló a gazdasági udvarban, válogató karám, mini fejőház tejfeldolgozó helyiséggel, kistermelői húsfeldolgozó helyiség, fedett terasz a gyapjú feldolgozásához, esővízgyűjtő berendezés, ásott kút szivattyúval.

Gépek, berendezések: napelemes mobil villanypásztor rendszer, 40 LE teljesítményű traktor, homlokrakodó (bátatüskével és trágyavillával), 165 cm dobkasza, 5 csillagkerekű rendszerről, pótkocsi, szárzúzó, gyepterület, vonóhorgos gépkocsi, állatszállító utánfutó, kisméretű hűtős utánfutó.

Energetika: A gazdaság villamos energia ellátásáról saját napelemes rendszer gondoskodik, az istállóban nincs fűtés/hűtés, a feldolgozó helyiségek fűtéséhez/

hűtéséhez is a napelemes rendszer által termelt energiát használják.

### **Egy év munkafolyamatainak részletes leírása**

A munkafolyamatok leírása mindig az adott gazdaság tevékenységeihez igazodik, törekedni kell az egyszerű, átlátható, értelemszerű munkára, a pontokba szedett leírás csökkenti a hibalehetőségeket. Az egyes munkafolyamatokról vagy munkaterületekről készített rajzok, ahol jelöljük az ÜHG gázok áramlását, segítenek a számítások végigkövetésében. Itt a folyamatok leírása elegendő, konkrét számadatokat a teljes ÜHG mérleg számításához készített számolótáblában kell megjeleníteni.

Minden elektromos gép energiaszükségletét a napelemes rendszer fedezi, így működésük nem jár ÜHG kibocsátással. (Ha a gazdaság nem rendelkezne napelemekkel, a fogyasztási adatokból és a szolgáltató éves ÜHG jelentéséből a gazdaságban felhasznált energia ÜHG kibocsátását meg tudnánk határozni.)

Allatokkal végzett munkafolyamatok: a juhokat nagy méretű hátsó udvarban tartják, az állatok szabadon mozognak az udvaron belül kialakított karám és a három oldalról zárt fedett istálló között. Az istálló mélyalmos rendszerű szalma alom, melyet évente egyszer géppel takarítanak ki. Az istállótakarítás ÜHG kibocsátását a gépi munkáknál kell elszámolni. A juhokat május 1. és november 1. között minden nap mobil villanypásztorral körbekerített legelőre hajtják, a legelőn lajtoskocsiból itatnak. A villanypásztor rendszer működése és az állatok terelése nem jár ÜHG kibocsátással, a lajtoskocsi mozgatását a traktoros munkáknál kell elszámolni. A bárányok májusban születnek, augusztus 1-ig az anyjukkal járnak a legelőre, majd a leválasztott bárányokat tovább legeltetik november 1-ig, ezután szénát etetnek velük december 1-ig. Az anyajuhokat augusztus 1. és november 1. között fejik. A fejéshez mobil fejőgépet használnak. A juhokat évente egyszer, júniusban nyírják elektromos nyírógéppel. Az ellés, báránygondozás, válogatás, terelés, kezelés munkafolyamatait a gazda végzi, ezek nem járnak ÜHG kibocsátással.

Traktoros munkák: 5 ha terület évi kétszeri kaszálása és rendsodrása, bálák rakodása és behordása a gazdasági udvarba, heti két bála etetőbe helyezése, évi egyszeri kitrágyázás, lajtoskocsi heti egyszeri újratöltése, legelőterületek évi kétszeri tisztítása szárzúzóval, gyepek tavaszi boronálása.

Közúti szállítási feladatok: a vágásra szánt bárányokat és selejt anyajuhokat állatszállító utánfutóval viszik a vágópontra, a húst és az ehető belsőségeket hűtős utánfutóval hozzák haza, a gereznákat gépkocsival viszik a szűcshöz, és így is szállítják majd haza is.

Feldolgozás munkafolyamatai: A vágópontról visszahozott húst és ehető belsőségeket darabolják, csomagolják. A friss tejből gomolya sajtot készítenek. Mindkét feldolgozási folyamat csak emberi munkát,

elektromos energiát és vizet igényel, így ebben a gazdaságban nem jár ÜHG kibocsátással. A lenyírt gyapjút válogatják, hideg vízzel mossák, üstben főzik, kézzel kártolják és fonják. A gyapjú főzéséhez hulladék fát (lemetszett gallyak, bozót, kivágott öreg/beteg fák) használnak. A fa a megújuló biomassza kategóriába tartozik, a fák életük során CO<sub>2</sub>-t nyelnek el, azaz szénatartékot kötik meg. A tűzifa elégetésekor a megkötött szén egy része felszabadul, azaz CO<sub>2</sub> formájában ismét a légkörbe kerül. A tűzifa teljes életciklusát tekintve, annak elégetése nem jár ÜHG kibocsátással, a feldolgozási munkafolyamatok nem járnak ÜHG kibocsátással.

Értékesítés munkafolyamatai: a gomolya sajtot, csomagolt húst, csomagolt belsőségeket, gyapjúfonalat a gazdaság háztól értékesíti, az értékesítés nem jár ÜHG kibocsátással.

### **Éves beszerzések összesítése**

A beszerzések összeírásánál külön vesszük a termékeket és a szolgáltatásokat. Minden termék/szolgáltatás esetében jeleznünk kell, hogy az ÜHG kibocsátást hol kell elszámolni.

#### *Beszerzett termékek:*

Tenyészállatok: törzstenyészőtől szerzik be, a törzstenyészet is külterjes kisgazdaság. A tenyészállatok előállítása során keletkező ÜHG kibocsátást az előállító gazdaságnál kell elszámolni. Üzemanyag: ÜHG kibocsátást más ágazatoknál kell elszámolni.

Állatgyógyszerek, sebkezelő anyagok, féreghajtók: ÜHG kibocsátást más ágazatoknál kell elszámolni.

Nyalósó: ÜHG kibocsátást más ágazatoknál kell elszámolni.

Gépek, szerszámok, alkatrészek, kenőanyagok: ÜHG kibocsátást más ágazatoknál kell elszámolni.

Szalma: külterjes kisgazdaságból szerzik be, a szalma előállítása során keletkező ÜHG kibocsátást az előállító gazdaságnál kell elszámolni.

#### *Beszerzett szolgáltatások:*

Állatorvosi szolgáltatások: ÜHG kibocsátást más ágazatoknál kell elszámolni.

Építési, szervíz, karbantatási szolgáltatások: ÜHG kibocsátást más ágazatoknál kell elszámolni.

Birkanyírás: ÜHG kibocsátását a nyírást végző vállalkozásnál kell elszámolni, mert más ágazatba tartozik.

Vágópont, szűcsmunka: ÜHG kibocsátást az adott vállalkozásnál kell elszámolni, mert más ágazatba tartozik.

Bálázás: a bálázást bérvállalkozó végzi, a bálázást végző traktor ÜHG kibocsátását a példagazdaságnál kell elszámolni. A mezőgazdasági géppel végzett bér munka ÜHG kibocsátását mindig a bér munkát igénybevevő gazdaságnál kell elszámolni.

**Éves termelés összesítése**

Az éves termelés összesítésére és a teljes ÜHG mérleg számítására érdemes ugyanazt a számolótablát használni, ez csökkenti a hibalehetőségeket.

A példagazdaság előállított termékei:

- 200 kg gomolya sajt
- 315 kg csomagolt hús és belsőség
- 24 db báránybőr
- 3 db birkabőr
- 36,5 tonna mélyalmos trágya

**Teljes ÜHG mérleg számítása**

A számolótabla elkészítését és a szakirodalmi adatok gyűjtését célszerű párhuzamosan végezni, hiszen a konkrét számítás mutatja meg pontosan, milyen adatokra van szükségünk. Célunk a teljes ÜHG mérleg számítási módszernek bemutatása, ezért a szükséges számolótablát magyarázatokkal is elláttuk.

1. táblázat

**Teljes ÜHG mérleg minta táblázat**

<b>Gazdaság adatai</b>				
Gazdaság része	egység	mennyiség	magyarázat	forrás
Legelőterület	ha	5	a példagazdaság művelt területei	a vizsgált gazdaság adata
kaszálóterület	ha	5		
Anyajuhok száma	db	20		
Bárányok száma	db	24		
Legeltetéssel töltött napok	nap	200		gazdaságban mért vagy szakirodalom
Bárányok kora vágáskor	év	0,5		
Traktor teljesítménye	kW	29	a leírásban szereplő traktor teljesítménye	traktor adattábla
Területi teljesítmények:				
Kaszálás	Ha/óra	1,2		gazdaságban mért vagy szakirodalom
Rendsodrás	Ha/óra	2		
Legelőtisztítás (szárazúzó)	Ha/óra	1,5		
Rét boronálás	Ha/óra	2		
Bálák behordása homlokrakodó	óra/év	10	kaszálóról a bálák behordása	
Bálák behordása pótkocsi	óra/év	5	kaszálóról a bálák behordása	
Bálamozgatás gazdasági udvar	óra/év	20	bálák be- és kitárolása, etetőbe helyezése homlokrakodóval	
kitrágnyázás	óra/év	30	kitrágnyázás pótkocsira homlokrakodóval	
<b>Számítások elvégzéséhez szükséges adatok</b>				
adat	egység	mennyiség	magyarázat	forrás
legelő zöldtömeg hozama	kg/Ha/év	13 600		gazdaságban mért vagy szakirodalom
kaszáló zöldtömeg hozama	kg/Ha/év	8 400		
egy anyajuhra jutó napi almos trágya mennyiség	kg/nap	5		
egy anyajuh éves tejtermelése	liter/év	30		
egy anyajuh éves gyapjútermelése	kg/év	4		
Motorterhelés adatok:				
kaszálás	%	70		gazdaságban mért vagy szakirodalom

rendsorás	%	40		
legelőtisztítás (szárazúzó)	%	80		
rét boronálás	%	80		
szállítás pótkocsival	%	50		
homlokrakodós munkák	%	40		
CO <sub>2</sub> – CO <sub>2</sub> E egyenérték	szorzó	1	CO <sub>2</sub> E átszámítás IPCC irányelv alapján	szakirodalom
CH <sub>4</sub> – CO <sub>2</sub> E egyenérték	szorzó	25		
N <sub>2</sub> O – CO <sub>2</sub> E egyenérték	szorzó	298		
<b>ÜHG kibocsátási adatok</b>				
adat	egység	mennyiség	magyarázat	forrás
traktor CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg/kWh	0,8		környezetvédelmi besorolás
gyepterület CO <sub>2</sub> fluxusa	kg/év	-4	1 kg zöldtömegre számított éves CO <sub>2</sub> fluxus (pozitív fluxus a kibocsátás)	szakirodalom
gyepterület CH <sub>4</sub> fluxusa	kg/Ha/év	-0,2	1 Ha gyepterületre vonatkozó éves fluxus	
gyepterület N <sub>2</sub> O fluxusa	kg/Ha/év	-0,6		
legelőn elhullajtott trágya N <sub>2</sub> O fluxusa	kg/Ha/év	10	A legelőn elhullajtott trágya éves N <sub>2</sub> O fluxusa függ a legelő állatok trágyatermelésétől, a legelő minőségétől, az éghajlattól és a legeltetéssel töltött napok számától, meghatározása mindig külön számítást igényel.	szakirodalmi és saját adatokból számítva
mélyalmos trágya CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg/anyajuh/év	15 000	Ha nem áll rendelkezésre konkrét szakirodalmi adat, a trágyára vonatkozó általános kibocsátási adatokból az adott gazdaság anyajuhonkénti kibocsátása kiszámítható.	
mélyalmos trágya CH <sub>4</sub> kibocsátása	kg/anyajuh/év	100		
egy anyajuh éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg/anyajuh/év	350	A szakirodalmi adatok és az adott juh fajta testtömege, valamint a bárányok testtömeggyarapodása és vágásának ideje alapján kiszámítható	
egy anyajuh éves CH <sub>4</sub> kibocsátása	kg/anyajuh/év	10		
egy bárány éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg/bárány/év	120		
egy bárány éves CH <sub>4</sub> kibocsátása	kg/bárány/év	4		
<b>Gazdaságban évente előállított termékek</b>				
adat	egység	mennyiség	magyarázat	számítás módja
vágott bárányok száma	db/év	24		Számítás szakirodalmi adatokból vagy mérés az adott gazdaságban
vágott anyajuhok száma	db/év	3		
évente előállított konyhakész hús- és ehető belsőség	kg/év	315		
évente előállított birka/bárány bőr	db/év	27		
évente előállított gyapjú fonal	kg/év	30		



évente előállított gomolya sajt	kg/év	200		
évente előállított mélyalmos trágya	kg/év	36 500		
<b>Gyepterületek ÜHG kibocsátása</b>				
adat	egység	mennyiség	magyarázat	számítás módja
legelő CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg/év	-272 000	a gazdaság összes legelőjének éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	gyepterület CO <sub>2</sub> fluxusa * legelő zöldtömeg hozama * legelőterület
kaszáló CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg/év	-168 000	a gazdaság összes kaszálójának éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	gyepterület CO <sub>2</sub> fluxusa * kaszáló zöldtömeg hozama * kaszálóterület
gyepterületek CH <sub>4</sub> kibocsátása	kg/év	-2	a gazdaság összes gyepterületének éves CH <sub>4</sub> kibocsátása	gyepterület CH <sub>4</sub> fluxusa * (legelőterület + kaszálóterület)
gyepterületek N <sub>2</sub> O kibocsátása	kg/év	-6	a gazdaság összes gyepterületének éves N <sub>2</sub> O kibocsátása	gyepterület N <sub>2</sub> O fluxusa * (legelőterület + kaszálóterület)
gyepterületek CO <sub>2</sub> E kibocsátása	kg/év	-441 838		ÜHG fluxusok átszámítása CO <sub>2</sub> E értékre IPCC irányelv szerint, majd a fluxusok összegzése.
<b>Juhok ÜHG kibocsátása</b>				
adat	egység	mennyiség	magyarázat	számítás módja
anyajuhok CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg/év	7 000	anyajuhok éves CO <sub>2</sub> kibocsátása összesen	egy anyajuh éves CO <sub>2</sub> kibocsátása * anyajuhok száma
anyajuhok CH <sub>4</sub> kibocsátása	kg/év	200	anyajuhok éves CH <sub>4</sub> kibocsátása összesen	egy anyajuh éves CH <sub>4</sub> kibocsátása * anyajuhok száma
bárányok CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg/év	1 440	bárányok éves CO <sub>2</sub> kibocsátása összesen	egy bárány éves CO <sub>2</sub> kibocsátása * bárányok száma * bárányok kora vágáskor
bárányok CH <sub>4</sub> kibocsátása	kg/év	48	bárányok éves CH <sub>4</sub> kibocsátása összesen	egy bárány éves CH <sub>4</sub> kibocsátása * bárányok száma * bárányok kora vágáskor
juhok CO <sub>2</sub> E kibocsátása	kg/év	14 640	juhok éves ÜHG kibocsátását megmutató adat	ÜHG fluxusok átszámítása CO <sub>2</sub> E értékre IPCC irányelv szerint, majd a fluxusok összegzése.
<b>Gépi munkák ÜHG kibocsátása</b>				
adat	egység	mennyiség	magyarázat	számítás módja
kaszálás	üzemóra	4		Számítás szakirodalmi adatokból vagy mérés az adott gazdaságban
rendsodrás	üzemóra	2,5		
szárzúzás (tisztítókaszálás)	üzemóra	3,33		
boronálás	üzemóra	5		
pótkocsis szállítás	üzemóra	5		
homlokrakodós munkák	üzemóra	60		
kaszálás CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg	67,67	kaszálás éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	traktor teljesítménye * traktor CO <sub>2</sub> kibocsátása * kaszálás motorterhelés / 100 * kaszálás üzemóra
Rendsodrás CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg	23,2	rendsodrás éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	a fentivel azonos módon

szárzúzás CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg	61,87	szárzúzás éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	
boronálás CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg	92,8	boronálás éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	
pótkocsis szállítás CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg	58	Pótkocsis szállítás éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	
homlokrakodós munkák CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg	556,8	Homlokrakodós munkák éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	
gépi munkák CO <sub>2</sub> E kibocsátása	kg	860	gépi munkák éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	Az egyes munkafolyamatok kibocsátásainak az összege.
<b>Gépi bér munka ÜHG kibocsátása</b>				
adat	egység	mennyiség	magyarázat	számítás módja
bálázás üzemóra	óra/év	10		gazdaságban mért vagy szakirodalom
bérmunkát végző traktor teljesítménye	kW	80		
Bérmunkát végző traktor motorterhelése	%	70		
traktor CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg/kWh	1,1	bérmunkát végző traktor kibocsátási adatai	környezetvédelmi besorolás alapján
bérmunka CO <sub>2</sub> E kibocsátása	kg	616		traktor teljesítménye * traktor CO <sub>2</sub> kibocsátása * motorterhelés/100 * üzemóra
<b>Trágya ÜHG kibocsátása</b>				
adat	egység	mennyiség	magyarázat	számítás módja
mélyalmos trágya CO <sub>2</sub> kibocsátása	kg	300 000	mélyalmos trágya éves CO <sub>2</sub> kibocsátása	mélyalmos trágya CO <sub>2</sub> kibocsátása * anyajuhok száma
mélyalmos trágya CH <sub>4</sub> kibocsátása	kg	2 000	mélyalmos trágya éves CH <sub>4</sub> kibocsátása	mélyalmos trágya CH <sub>4</sub> kibocsátása * anyajuhok száma
legelőre elhullajtott trágya N <sub>2</sub> O kibocsátása	kg	50	legelőre elhullajtott trágya éves N <sub>2</sub> O kibocsátása	legelőterület * legelőn elhullajtott trágya N <sub>2</sub> O fluxusa
trágya CO <sub>2</sub> E kibocsátása	kg/év	364 900	trágya éves ÜHG kibocsátását megmutató adat	ÜHG fluxusok átszámítása CO <sub>2</sub> E értékre IPCC irányelv szerint, majd a fluxusok összegzése
<b>Teljes ÜHG mérleg számítása</b>				
adat	egység	mennyiség	magyarázat	számítás módja
gazdaság összes kibocsátása	kg_CO <sub>2</sub> E	381 016	a gazdaság éves ÜHG kibocsátása széndioxid egyenértékben (CO <sub>2</sub> E)	a fent számított (pirossal jelölt) kibocsátási adatok összege
gazdaság összes elnyelése	kg_CO <sub>2</sub> E	-441 838	a gazdaság éves ÜHG elnyelése széndioxid egyenértékben (CO <sub>2</sub> E)	a fent számított (zölddel jelölt) elnyelési adatok összege
<b>teljes ÜHG mérleg számítása</b>	kg_CO <sub>2</sub> E	<b>-60 822</b>	a gazdaság éves teljes ÜHG mérlege széndioxid egyenértékben (CO <sub>2</sub> E)	gazdaság összes kibocsátása + gazdaság összes elnyelése

**Teljes ÜHG mérleg eredménye**

Az eredményeknél közölni kell a teljes ÜHG mérleg számításának az eredményét, valamint tételesen felsorolni a vizsgált gazdaságban egy év alatt előállított összes terméket.

A példagazdaság teljes ÜHG mérlege:  

$$T = -60822 \text{ kg CO}_2 \text{E}$$

A példagazdaság egy év alatt előállított termékei:

- 200 kg gomolya sajt
- 315 kg csomagolt hús és belsőség
- 24 db báránybőr
- 3 db birkabőr
- 36,5 tonna mélyalmos trágya

**A TELJES ÜHG MÉRLEG EREDMÉNYEINEK ÉRTÉKELÉSE**

A számításaink legfőbb eredménye egyetlen adat, az adott gazdaság teljes éves ÜHG kibocsátása/elnyelése, azonban a teljes ÜHG mérleg elkészítése során rengeteg adatot szereztünk meg és dolgoztunk fel. A mérleg megmutatja az egyes tevékenységek/termékek/növénykultúrák ÜHG kibocsátását, lehetőséget adva a gazdaság kibocsátási adatainak részletes elemzésére is. A mérlegben szereplő adatok alapján lehetséges az adott gazdaság optimalizálása a minél alacsonyabb ÜHG kibocsátás érdekében (pl: megtudhatjuk, hogy a trágyakezelés módjának a megváltoztatása vagy a traktor magasabb környezetvédelmi besorolásra cserélése csökkenti jobban az adott gazdaság ÜHG kibocsátását).

A teljes ÜHG mérleg megalkotásának egyik fő szempontja az egyszerűség és a széles körű alkalmazhatóság volt, ugyanakkor tekinthetünk a modellre optimalizációs problémaként is, ekkor a gazdálkodás lehető legnagyobb ÜHG elnyeléssel járó módját keressük nagy számú, egymástól is függő változó mellett. Egy ilyen probléma kezelése magas szintű matematikai ismereteket és drága szoftvereket igényel.

**AZ EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA**

A kisméretű, külterjes gazdaságok klímaváltozásra gyakorolt hatása kevés figyelmet kap manapság, az ilyen gazdaságok esetében mind az IPCC, mind a FAO javasolt módszerének használata nehézségekbe ütközik.

Az általunk kifejlesztett módszer, a teljes ÜHG mérleg számítás segítségével teljes képet kaphatunk egy külterjes kisgazdaság ÜHG kibocsátásáról/elnyeléséről. A módszer legnagyobb előnye, hogy a számítások elemi matematikai ismeretek és egyszerű táblázatkezelő programok segítségével elvégezhető, ami nagyban hozzájárul a széleskörű alkalmazhatóságához.

**KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK**

A teljes ÜHG mérleg egy könnyen használható, mikroszkópikus módszer, segítségével nagy számú külterjes kisgazdaság ÜHG kibocsátását/elnyelését határozhatjuk meg egyszerű számításokkal viszonylag rövid idő alatt.

Az egyszerű és viszonylag gyors módszernek köszönhetően könnyen elképzelhető, hogy rövid időn belül nagy mennyiségű adat áll majd a rendelkezésünkre, ekkor élhetünk a big-data elemzés és a hálózatkutatás adta lehetőségekkel, így új módszereket tárhatunk fel az állattenyésztés ÜHG kibocsátásának csökkentésére.

A teljes ÜHG mérleg számítását elvégezhetjük modellgazdaságok esetében is. Ennek nagy előnye, hogy a sokféle elképzelhető gazdálkodási mód közül kiválaszthatjuk a legkisebb ÜHG kibocsátással járókat. Ha megtaláltuk a legkedvezőbb klimatikus hatású gazdálkodási modellt, az adott terület szakértőinek segítségével módosíthatjuk azt, hogy a környezeti fenntarthatóság mellett közgazdasági és társadalmi szempontból is életképes modellt alkothassunk.

Reményeink szerint a teljes ÜHG mérleg módszere segíthet abban, hogy klímasemleges gazdálkodási módokat találjunk az állati termékek előállításához.

**IRODALOM**

- Benedek Zs. (2014): A rövid ellátási láncok hatásai. Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaság és Regionális Tudományi Kutatóközpont Közgazdaság-tudományi Intézet Műhelytanulmányok, MT-DP – 2014/8, ISBN 978-615-5447-17-4
- FAO (2006): Food and Agriculture Organization of the United Nations: The State of Food and Agriculture
- IPCC (2019): Intergovernmental panel on climate change: Climate Change and Land, An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems
- Répás M. I. (2022): A gyepgazdálkodásra alapozott állattartás ÜHG kibocsátásának számítási módszerei. Gyepgazdálkodási Közlemények 20(1): 35-39.
- Robertson, G. P.-Paul, E. A.-Harwood, R. R. (2000): Greenhouse gases in intensive agriculture: contributions of individual gases to the radiative forcing of the atmosphere. Science, New Series, Vol. 289, No. 5486 (Sep. 15, 2000), pp. 1922-1925.
- Schils, R. L. M.-Olesen, J. E.-del Prado, A.-Soussana, J. F. (2007): Review of a farmlevel modelling approach for mitigating greenhouse gas emissions from ruminant livestock systems. Livestock Science, 112(3): 240-251.
- Soussana, J. F.-Tallec, T.-Blanfort, V. (2010): Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. Animal 4(3): 334-350.