

DEBRECENI EGYETEM MŰSZAKI KAR ÖKOLÓGIAI LÁBNYOMSZÁMÍTÁSA

KOVÁCS Enikő

III. éves környezetmérnök szakos hallgató
Debreceni Egyetem Műszaki Kar
Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszék
encsencs@88mail.com

Kivonat: A Debreceni Egyetem Hallgatói Önkormányzat Környezetvédelmi Bizottságának tagjaként intézményünk ökológiai lábnyomszámítását végeztem el. Összehasonlításképpen a kar hallgatóinak az ökológiai lábnyomát is elkészítettem, szakonként (környezetmérnök, gépészmérnök, építőmérnök, építészmérnök), valamint összesített módszer alapján. A számításhoz szükséges adatokat kérdőíves felmérésből gyűjtöttem, majd a feldolgozást Evasys rendszerrel végeztem el. Kutatásomban felhasználtam az épület alapterületét, valamint a hő-elektromos áram-, hulladék, illetve - víz fogyasztását havi bontásban. Ezen ismeretek tükrében számoltam ki a Műszaki Kar Ökológiai Lábnyomát.

Kulcsszavak: ökológiai lábnyom, összesített módszer, Evasys rendszer

Abstract: Calculation of ecological footprint of Faculty of Engineering was determined by a member of Environmental Committee of Student Self-government, University of Debrecen. Data of questionnaires on students (environment engineer, mechanical engineer, civil engineer, architect) were converted Evasys system. Institution's area, thermal energy-, electric current-, waste- and water consumptions were used for the calculation of ecological footprint of the Faculty.

Keywords: ecological footprint, aggregated method, Evasys system

1. AZ ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM FOGALMA

Az ökológiai lábnyom fogalmát egy kanadai ökológus, William Rees alkotta meg a hetvenes években, majd a '90-es évek első felében Mathis Wackernagel-el közösen fejlesztette tovább. A fogalom egy hektárban megadott értéket takar, melynek számítása során számba veszik egy adott embercsoport tevékenysége során felhasznált, illetve leadott energiát és anyagokat. A számítást elvégezve arra derül fény, hogy hány hektár föld és vízfelületre van szükség az adott folyamatok fenntartásához. Bármely régió gazdaságának – például a Föld egészének, vagy egy-egy országnak - kiszámítható az ökológiai lábnyoma, ezen túlmenően egyének, vállalatok, vagy akár nagy sportesemények környezeti hatását is fel lehet térképezni a módszerrel. A kereskedelemnek köszönhetően az emberek a Föld számos különböző területéről származó javakat és szolgáltatásokat fogyasztanak, a lábnyomuk tehát ezen területek összessége, függetlenül a konkrét földrajzi elhelyezkedéstől.

A fogalom kutatási, illetve szemléltetési céllal egyaránt használható, így döntéshozók, környezeti aktivisták és tanárok egyaránt használják.

Az ökológiai lábnyomhoz kapcsolódik a biológiai kapacitás fogalma, ami azt takarja, hogy hány hektár biológiailag produktív terület – szántóföld, legelő, erdő és halászterület - áll rendelkezésre a Földön, vagy az adott országban, térségben.¹

Tehát pontosabban a fogalom, egy ember vagy egy adott terület népességének a természetre gyakorolt hatását egy hektárban kifejezett mutatószámmal, az ökológiai lábnyommal lehet leírni. A ökológiai lábnyom az a terület, ami károsodás nélkül meg tudja termelni az aktuális életvitelünkhöz szükséges javakat (élelem, energia ...). Az átlagos egy főre eső ökológiai lábnyom 2,2 hektár, 2,5-szer nagyobb, mint 1961-ben. Am ha megnézzük, hogy a Földön 11,3 milliárd hektár biológiailag aktív föld- és tengerfelület van és 6,1 milliárd ember, akkor kiszámítható, hogy valójában minden emberre csak 1,8 hektár jut. Ez az érték kiszámítható egyes emberekre, csoportokra, régiókra, intézményekre, országokra vagy vállalkozásokra is.

¹ http://www.greenfo.hu/hirek/hirek_item.php?hir=16018

1.1. zámítási eljárás

Elméletben egy népesség ökológiai lábnyomát úgy becsülik, hogy kiszámítják, mennyi föld- és vízterület szükséges folyamatosan a népesség által elfogyasztott összes áru megtermeléséhez, és az összes keletkező hulladék elnyeléséhez. Ez azonban komoly adatkezelési problémákhoz vezetne, és könnyen elveszíthetnénk a fonalat. Éppen ezért az ökológiai lábnyom számításakor egyszerűsített módszereket alkalmazunk, melyek a következők:²

- általában arra a feltevésre alapozzuk a számításokat, hogy a jelenlegi ipari termelési (mező- és erdőgazdálkodás) módszerek fenntarthatók, ami gyakran nem igaz,
- csak a természet alapszolgáltatásait vesszük figyelembe,
- igyekszünk nem duplán számolni, amikor ugyanaz a földterület két vagy több szolgáltatást nyújt egyszerre,
- az ökológiai produktivitás egyszerű, nyolc föld- (vagy ökoszisztéma) osztályt magába foglaló rendszerezését használjuk újabban a tengeri területeket is számítjuk.

Az elemzés negatívuma ként felírható, hogy valószínűleg soha nem lesz képes arra, hogy az összes elfogyasztott termék, és hulladék figyelembevételével számoljon. Az viszont pozitívum, hogy egyensúlyt talál az összetettség és az egyszerűség között. A számítási eljárás folyamatosan fejlődik és tökéletesedik.

A számítás elméleti alapja, hogy az anyag- és energiafogyasztás minden egyes tételénél szükség van egy bizonyos mennyiségű földterületre, mely erőforrás és hulladék elnyelő. Mivel nincs mód több tízezernyi fogyasztási cikk számbavételére - a hiányos adatok és a feldolgozó kapacitás miatt -, ezért a számításokat főbb osztályok és egyedi cikkek alapján végezzük. A fogyasztási osztályok (lábnyomösszetevők) a következők:³

- élelmiszer
- lakás
- közlekedés
- fogyasztási javak
- szolgáltatások

Az ökológiai lábnyom becslése többlépcsős folyamat. Első lépésként regionális vagy országos adatokból becsüljük fel az ember éves fogyasztását a kiválasztott cikkekből. A számítás lényege, hogy az átlagfogyasztást elosztjuk a népességgel.⁴ Ez a megközelítés egyszerűbb, mintha egyéni vagy háztartási fogyasztást becsülnénk közvetlen mérésel. Az országos statisztikák kereskedelmi adatokat is tartalmaznak, ezekből a kereskedelemmel kiigazított fogyasztás becsülhető:

$$\text{kiigazított fogyasztás} = \text{termelés} + \text{import} - \text{export} \quad (1)$$

A következő lépés a fejenként kisajátított földterület (kf) becslése az összes kiválasztott cikk (c) esetében. A cikk kiszámított átlagos éves fogyasztását (f , kg/fő) elosztjuk annak átlagos éves produktivitásával vagy hozamával (p , kg/ha):

$$kf_c = f_c / p_c \quad (2)$$

Ezen adatokat összeadva megkapjuk az átlagember teljes ökológiai lábnyomát (\bar{o}):

$$\bar{o} = \sum kf^c \quad (c = 1 \rightarrow n) \quad (3)$$

Amennyiben a népesség ökológiai lábnyomára vagyunk kíváncsiak, a fejenkénti lábnyomot

² Wackernagel & Rees: Ökológiai lábnyomunk, Föld Napja Alapítvány, Bp., 2001. p. 81-82. alapján

³ Wackernagel & Rees: Ökológiai lábnyomunk, Föld Napja Alapítvány, Bp., 2001. p. 90. alapján

⁴ Wackernagel & Rees, W.E 2001

megszorozzuk a népséggel (N):

$$\mathbf{\ddot{O}L^n = N(\ddot{o}l)} \quad (4)$$

Ezek a lábnyom becslések átlagos országos fogyasztáson és a világ átlagos földhozamain alapulnak, tehát mondhatni róluk, hogy elég általánosak, de könnyen használhatók összehasonlító elemzésekben. Részletesebb elemzésekhez azonban a helyi fogyasztási és termelékenységi adatokkal érdemesebb számolni, amennyiben elegendő adat áll rendelkezésünkre.

Az ökológiai lábnyom számítás következő lépcsője, hogy a lábnyomösszetevőket egyenértékűsíteni kell (az egyenértékűségi mutatóval) és területtípusonként (1. táblázat) összegezni.⁵ Az egyenértékűsítés azért szükséges, mert a különféle ökológiai területek biológiai produktivitása eltérő.

2. HALLGATÓI ÖKOLÓGIAI LÁBNYOM SZÁMÍTÁSA, KIÉRTÉKELÉSE

A Műszaki Kar hallgatói létszáma 3300 fő. Vizsgálatom során 4 különböző:

- építész
- építő
- gépész
- és a környezetmérnök

szakos hallgatókkal (összesen 275 diákkal) töltöttem ki egyéni ökológiai lábnyomszámítási tesztet, a köthálón található egyéni ökológiai lábnyom tesztkérdései alapján.

<u>Kérdés száma</u>	<u>Adott válasz</u>	<u>Pont</u>
1.	20-30 m ²	15
2.	Földgáz	30
3.	Saját vízóram van, figyelemmel követem a fogyasztást	15
4.	Családi ház	40
5.	Normál mennyiségű húst eszem	25
6.	10-14	20
7.	Amennyiben van rá lehetőségem, mindig	75
8.	Kisautó vagy középkategóriás autó	40
9.	1-3	15
10.	Tömegközlekedéssel	25
11.	Igen, amikor szükséges mindig	30
12.	Autó/ Belföld	20
13.	Ritkán	40
14.	Sokszor	10
15.	Ritkán	15
16.	Amit lehet, igen	10
17.	Egy zsákkal	10
<i>Összesen</i>		435

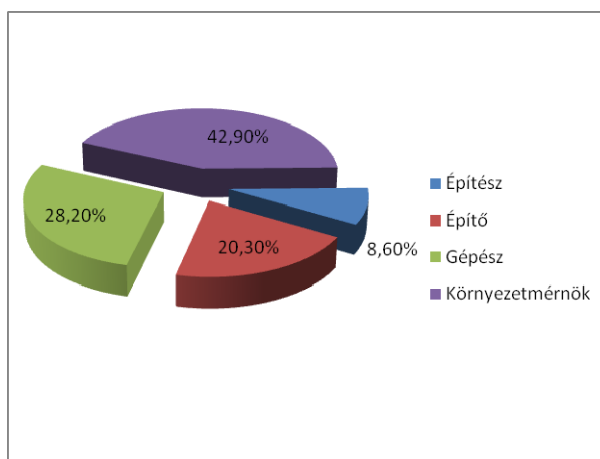
1. Táblázat Összesített eredmény

⁵ Pappné Vancsó Judit 2004

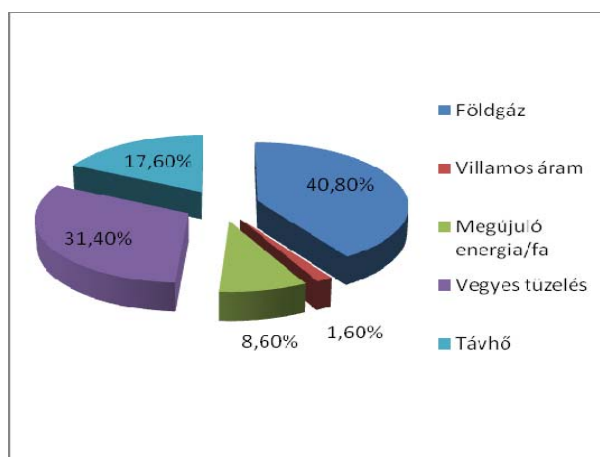
	Lábnyma a Földön
Kevesebb mint 150 pont	Kevesebb mint 4 hektár
150-350 pont között	4-6 hektár között
350-550 pont között	6-7,8 hektár között
550-750 pont között	7,8-10 hektár között
Több mint 750 pont	Több mint 10 hektár

2. Táblázat Pontozási rendszer

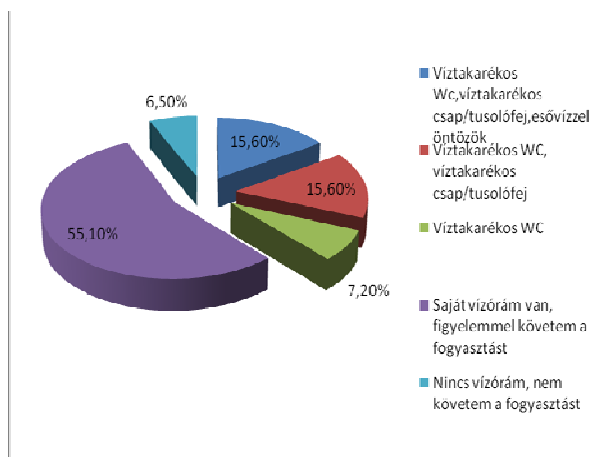
Néhány érdekes eredményt a következő diagramok szemléltetnek, melyeket a hallgatók által kitöltött teszt alapján készítettem el.



1. ábra Kérdés: Milyen szakra jársz?



2. ábra Kérdés: Mivel fűtöd házad/lakásod?



3. ábra Kérdés: Az alábbiak közül mely megoldást alkalmazod háztartásodban?

A 3. ábra alapján elmondható, hogy az emberek többsége nem akar több pénz kiadni energia takarékos berendezésekért, mert a vásárlásnál a lehető legkisebb költségre törekszik, ezért az olcsóbb és gazdaságtalan eszközöket vásárolják meg. Ár,egtérülés céljából hatékonyabb lenne, ha a lakosság víztakarékos berendezéseket, eszközöket használna.

275 hallgató a teszt eredménye szerint 430 pontot ért el, tehát ökológiai lábnyomuk **6-7,8 ha** közötti értékű. Legkevesebb pontszáma a gépészmérnök hallgatóknak volt, ők **370** pontot értek el. Nem sokkal maradtak le az építészmérnökök, ők **395** pontot értek el. Utánuk következtek az építőmérnökök, **425** ponttal. A legtöbb pont pedig, a környezetmérnök szakos hallgatók esetében született, ők **430** pontot értek el.

Az átlagos egy főre eső ökológiai lábnyom 2,2 hektár, 2,5-szer nagyobb, mint 1961-ben. Ám ha megnézzük, hogy a Földön 11,3 milliárd hektár biológiailag aktív föld- és tengerfelület van és 6,1 milliárd ember, akkor kiszámítható, hogy valójában minden emberre csak 1,8 hektár jut.⁶ A kapott eredmények alapján az ideálisnál 4.33-szor nagyobb a hallgatók ökológiai lábnyoma. A WWF 2006-os eredményei alapján az emberiség a természeti erőforrásokkal szemben támasztott igényei, már 25%-al lépik túl a Föld biológia kapacitását. 1,25 Földre lenne szükség az emberiségnek, hogy a jelenlegi színvonalon fenntartható módon éljen, az erőforrások rombolása nélkül. Számítások szerint 2050-re 200-szoros túllépés várható, tehát 3 Földre lenne szükségünk.

2005-ös adatok alapján más országokban az ökológiai lábnyom egy főre vonatkoztatva az alábbi táblázat adatai szerint alakul:

Európa	4,69
Ausztria	4,98
Belgium	5,13
Kanada	7,07
USA	9,42
Magyarország	3,55
Franciaország	4,93
Németország	4,23
Finnország	5,25

3. Táblázat 2005-ös adatok alapján más országok ökológiai lábnyom

A hallgatók ökológiai lábnyoma 6-7,8 ha. Tehát 2,2-szer nagyobb, mint Magyarország egy főre eső ökológiai lábnyoma. Sajnos kijelenthetem, hogy a hallgatók pazarló életmódot folytatnak.

⁶ <http://lelleujsg.hu/Valogatas-az-internetr%C5%91/oekologia-labnyom-szamitas.html>

Megoldás:

- Élelmiszer: a hús fogyasztást a szállítás igénybevétele határozza meg. Illetve, hogy helyben, vagy nem helyben megtermelt élelmet fogyasztunk. Fontos, hogy minél többször együnk otthon elkészített ételt, ne pazaroljunk, csak annyit ételt készítsünk, amit biztos elfogyasztunk.
- Hulladék: nagyon fontos, hogy a szemetet szelektíven gyűjtsük. Megdöbbentő volt, hogy a hallgatók közül senki sem gyűjti szelektíven a hulladékot, pedig nem igényel nagy erőfeszítést, az otthoni különválogatás.
- Lakás: a hallgatók nagy többsége családi házban él, ami nem is lenne gond, kivéve akkor, ha a ház túl nagy területű. Mivel minél nagyobb házban élünk, annál nagyobb a fogyasztás is. Ez csökkenthető megfelelő szigeteléssel, és energiatakarékosan.
- Vízfogyasztás: a hallgatók 15,6%-a használ csak víztakarékos WC-t, csapot és tusoló fejet. Ez azt jelenti, hogy a megkérdezettek közül csak 43 fő. A víz fogyasztás csökkentésére egyszerű módok is vannak. Pl. ne folyó csapnál mosogassunk, illetve gyűjtsük össze a mosatlant, és egyszerre mossuk el. Zuhanyzásnál a tusolófejet húzzuk lentebb, így kisebb vízszugárnál zuhanyozunk, tehát kisebb a fogyasztás is.
- Közlekedés: autó vagy tömegközlekedési eszközök helyett, járjunk kerékpárral vagy gyalog.

A környezetvédelem közös ügy, sok kicsi sokra megy. Ha mindenki csak egy kicsit tesz a védelemért máris közelebb kerültünk a probléma megoldásához. Az tény, hogy egy energia vállalat igazgatója sokkal többet tehet a környezet megóvásáért, mint egy falu összes lakossága, de összefogással megoldható minden probléma.

3. Műszaki Kar Ökológiai Lábnyomszámítása

Mint már említettem, megkaptam az intézmény fogyasztását havi bontásban, a víz, hő, gáz, hulladék és elektromos áramra nézve. A kapott értékekből mértékegység egyeztetés követően tudtam meghatározni az ökológiai lábnyomot.

Hulladék

Egy év alatt összesen 222 db, 888 m³ kommunális hulladék keletkezik. Ezt át kell számolni kg-ra. A kommunális hulladék átlag sűrűsége 0,20t/m³. Mivel 888 m³ hulladék keletkezett, ezért átszámolva az 177,6 t, vagyis **177.600 kg** hulladék.

Energia

A gázt nem kell átszámolnom, mivel az adott. **45.715 m³**.
Az elektromos áram is adott, az pedig, **665.116 kWh**.

Víz

Egy év alatt 12.705m³ víz fogyott az intézményben, ezt literben kell átváltani. 1m³ az 1000liter. Tehát, **12.705.000 liter**

Zöld terület

Az elméleti (A) iskola alapterülete **10.200 m²**, a B épület alapterülete **2850 m²**. Az elméleti iskola udvarának alapterülete **3178 m²**.

Hő

Egy év alatt az intézmény, **8664,88 GJ** hőt termel. A hőszolgáltató hatásfokát 85%-nak vettem.
 $8664,99\text{GJ}/\text{év}/3300\text{fő}=2,62\text{GJ}/\text{fő}/\text{év}$.
 $2,62\text{GJ}/\text{fő}/\text{év}/100\text{GJ}/\text{ha}/\text{év}=0,26\text{fő}/\text{ha}$.

<i>Környezetre gyakorolt hatás</i>	<i>A vizsgálat eredménye 1 évre vonatkozóan</i>	<i>Szorító tényező</i>	<i>Eredmény hektárban</i>
Hulladék			
Diákok száma	3300	0,81	2673
Kommunális hulladék (kg)	177.600	0,0094	1669
Energia			
Gáz (m ³)	45.715	0,001255	57,4
Hő(GJ)	8664	10,194	0,26
Elektromos áram(kWh)	665.116	0,0000125	8,314
Víz			
2009. évi vízhasználat literben	12.705.000	0,00000167	21,22
Zöld terület			
Iskola épület alapterülete (m ²) A épület	10.200	0,00001	0,102
Iskola épület alapterülete(m ²) B épület	2850	0,00001	0,0285
(Iskola udvar(m ²))	3178	0,00001	0,03178)
Élelmiszer			
A diákok száma összesen	3300	2,9 (átlagosan ekkora terület lát el élelemmel egy embert egy éven keresztül)	9570
Az intézmény ökológiai lábnyoma			13.961
Egy fő ökológiai lábnyoma			4,23

4. Táblázat Műszaki Kar Ökológiai Lábnyom számítása⁷⁷ Környezeti Nevelés a Középiskolában: Trefort Kiadó, Budapest, 2004. Szerkesztette: Schrót Ágnes

Összesített eredményem alapján az intézmény ökológiai lábnyoma, **13.961 ha**, tehát ez alapján az egy főre eső ökológiai lábnyom **4,23 ha**. Ez a 3300 fő a nappalis, levelezős tanulókat, és a dolgozókat foglalja magába. A 4,23 ha egy terhelt időszakra van vonatkoztatva, mely majdnem a kétszerese a normális értéknek.

Ennek oka lehetnek:

- elavult nyílászárók,
- nem hatékony fűtési rendszer ,
- szigetelés hiánya,
- oktatók, dolgozók, hallgatók nem megfelelő környezettudatossága (olykor feleslegesen veszik igénybe az elektromos áramot)
- nem elég hatékonyak a vízellátó egységek.

Megoldási lehetőségek:

Lokális harmónia a természettel!

- teljes nyílászáró csere, az elavult építőipari elemek korszerűsítése
- fűtési rendszer korszerűsítése
- az épület teljes szigetelése
- idő kapcsolós világítás a tantermekben és irodákban, mozgás érzékelős világítás a folyosón és a mellék helyiségekben
- a villamos energia ellátása napkollektorral
- öntisztuló WC alkalmazása, esővíz összegyűjtése és hasznosítása a mellék helyiségek öblítésére

4. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] http://www.greenfo.hu/hirek/hirek_item.php?hir=16018
- [2] **Wackernagel & Rees:** Ökológiai lábnyomunk, Föld Napja Alapítvány, Bp., 2001. p. 81-82. alapján
- [3] **Wackernagel & Rees:** Ökológiai lábnyomunk, Föld Napja Alapítvány, Bp., 2001. p. 90. alapján
- [4] Wackemagel & Rees, W.E 2001
- [5] Pappné Vancsó J.: „Az ökológiai lábnyom számítási módszerek bemutatása Magyarországon példáján keresztül” című tanulmány. a Táj-, Tér, Tervezés Geográfus Doktoranduszok VIII. Országos Konferenciája alkalmából összeállított „Abstract kötet” CD-ROM mellékletben jelent meg. 2004
- [6] <http://lelleujsag.hu/Valogatas-az-internetr%C5%91/oekologia-labnyom-szamitas.html>
- [7] Környezeti Nevelés a Középiskolában: Trefort Kiadó, Budapest, 2004. Szerkesztette: Schrót Ágnes

AZ ELVÉGZETT MUNKÁT ÉS A MEGJELENÉST AZ OKTATÁSÉRT KÖZALAPÍTVÁNY TÁMOGATTA AZ NTP-OKA-XXII-038 PÁLYÁZAT ALAPJÁN.



ÖSSZEFOGLALÓ A TDK MUNKÁRÓL AZ NTP-OKA-XXII-038
PÁLYÁZATHOZ
AZ ELKÉSZÜLT DOLGOZAT CÍME: MŰSZAKI KAR ÖKOLÓGIAI
LÁBNYOMSZÁMÍTÁSA,
AMIT KOVÁCS ENIKŐ III. ÉVES KÖRNYEZETMÉRNÖK SZAKOS
HALLGATÓ KÉSZÍTETT.

Kovács Enikő a Debreceni Egyetem Műszaki Karán tanulmányait 2008/2009-es tanév I. félévben kezdte meg. Kiváló tanuló, eddig több ízben nyert el kari tanulmányi, és demonstrátori ösztöndíjat.

A hallgató 2009 óta dolgozik a Hallgatói Önkormányzatban, ahol a környezetvédelmi témákban számos feladatot vállalt és oldott meg. Az ő kezdeményezésére készült el általa a Műszaki Kar ökológiai lábnyomának meghatározása szakmai és statisztikai módszerekkel. Ezt később diák kapcsolatok révén az egész Debreceni Egyetemre, azok karaira is kiterjesztette.

A 2010/2011-es tanév I. félévében is a Műszaki Kar által megrendezésre kerülő kari TDK versenyen részt vett, ahol harmadik helyezést ért el.

Az ökológiai lábnyom meghatározásával kapcsolatos kutatásait, elemzéseit azok fontosságát példamutatóan illusztrálja, melyben kiemelt szerepe van a szakszerű kérdőívi mintavételezéseknek, saját analitikai vizsgálatoknak, azok elsajátításának és értékelésének. A hallgató a kornak megfelelő számítástechnikákat sajátította el és számos értékelést különféle szakokon is elvégzett.

A felmérés eredményeinek kiértékeléséhez felvette a kapcsolatot a témában jártass cégekkel, új értékelő módszert dolgozott ki.

2010/2011. tanévtől kezdve Kovács Enikő a Debreceni Egyetem Tehetségkutató Programjában is tevékenykedik illetve ugyanezen tanévtől kezdve a Környezet- és Vegyészmérnöki Tanszéken is dolgozik demonstrátorként.

2011. szeptemberétől a Karunkon induló Környezetmérnöki MSc képzésre végzését követően szeretne jelentkezni, ahol a megkezdett témát mélyebb tudományossággal tervezi folytatni.

A TDK MUNKÁHOZ BESZERZETT ESZKÖZÖK, VEGYSZEREK:

Eszköz neve	Típus	Db	Ár (bruttó) Ft
Automata pipetta	1-5 ml	1	36.975
Automata pipetta	1-10 ml	1	60.000
Terepi külső-belső hőmérő (víz- és léghőmérséklet mérése)	-	1	3.025
Összesen:			100.000 Ft
Vegyszer neve	Mennyiség	Db	Ár (bruttó) Ft
Puffer oldat pH = 4,00	500 ml	1	3.625
Puffer oldat pH = 7,00	500 ml	1	3.625
Klorid standard oldat ionkromatográfiás méréshez	500 ml	1	34.126
Foszfát standard oldat ionkromatográfiás méréshez	500 ml	1	27.398
Nitrát standard oldat ionkromatográfiás méréshez	500 ml	1	34.603
RL/G Tisztító oldat CellOx 325 oldott oxigén szondához	30 ml	1	20.995
ELY/G Elektrolit oldat CellOx 325 oldott oxigén szondához	50 ml	1	24.855
Összesen:			149.226 Ft ~150.000 Ft

*Fórián Sándor adjunktus
sk.*