

Óbudai Egyetem
RS Könnyűipari és Környezetmérnöki Kar
Környezetmérnöki Intézet



TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

AZ ÓBUDAI EGYETEM ÖKOLÓGIAI LÁBNYOMSZÁMÍTÁSA

Szerzők: **Bonifert Edina**
környezetmérnök BSc. szak, II. évf.
Orgoványi Zsófia
környezetmérnök BSc. szak, II. évf.

Konzulens: **Soósné Berecz Márta**
mestertanár

Budapest, 2014.

Tartalom

1. Bevezetés, célkitűzés.....	3
2. Szakirodalmi áttekintés, elemzés	4
2.1 A környezetterhelés növekedése	4
2.2 Az ökológiai lábnyom fogalma	5
3 A kutatás módszere, adatfeldolgozás	7
4 Számítások	8
4.1 Résszámítások az ökológiai lábnyomhoz.....	8
4.1.1 Területhasználat	8
4.1.2 Lábnyomszámítás földgázfogyasztásra:.....	8
4.1.3 Lábnyomszámítás vízfogyasztás alapján erdőterületre:	9
4.1.4 Lábnyomszámítás villamosenergiára – szénelnyelő területre vonatkoztatva	9
4.1.5 Lábnyomszámítás a papírra:.....	10
4.1.6 Hulladéklerakáshoz szükséges terület nagysága	11
4.1.7 Közlekedés lábnyomszámítása.....	11
4.2 Az Óbudai Egyetem ökológiai lábnyoma	12
5 Következtetés, lehetőségek	14
5.1 Összehasonlítás: vajon egy újabb vagy egy régebbi építésű oktatási épület használ több energiát?	14
5.2 Általános javaslatok a lábnyom csökkentésére	15
5.3 A közlekedési szokások felmérése, javaslatok.....	16
5.4 Eddig elért eredmény: a hőszigetelés és nyílászáró-csere.....	19
5.5 Lehetséges célkitűzés: a szelektív hulladékgyűjtés arányának növelése valamint szemléletformálás.....	22
5.6 Összefoglalás és köszönetnyilvánítás.....	23
6 Melléklet.....	24
7 FORRÁSOK	25

1. Bevezetés, célkitűzés

Mára már világszerte elismert tény, hogy az emberiség túl gyors ütemben használja fel a Föld javait, emellett túl sok mellékterméket, hulladékot; a természetben eddig nem létező, attól idegen kémiai anyagot termel. Ami negatívan hat az ökoszisztéma bonyolult rendszerére, az negatívan hat a társadalomra, a politikára, a gazdaságra és természetesen a jövő nemzedékeire is.

Elengedhetlenné vált, hogy mérsékeljék az ember okozta negatív hatásokat. Évről-évre növekvő számú fejlesztés, innováció mutat egy környezetbarát, környezetbarátabb világ felé. A környezetvédelem az egyének, kisközösségek, iskolák stb. szintjén kezdődik. Az Óbudai Egyetemnek is célja, hogy működését hatékonyabbá, környezet kímélőbbé tegye. A régebbi épületeket az elmúlt években szigetelték, ablakokat cseréltek, a karokon bevezetésre került a szelektív hulladékgyűjtés, kerékpártárolók épültek ki. Egyes épületek tetején napkollektorok illetve napelemek üzemelnek.

A TDK-dolgozat célja, hogy egy mutató, az ökológiai lábnyom segítségével felmérésre kerüljön, hogy az Óbudai Egyetem működése jelenleg mennyire terheli a Földet, mennyi erőforrás szükséges. Az elemzés, kapott értékek tájékoztatást adnak arra, hogy egyetemünk hol tart jelenleg a környezetbaráttá válás útján.

2. Szakirodalmi áttekintés, elemzés

2.1 A környezetterhelés növekedése

Az ipari forradalommal fokozódott a Föld kizsákmányolása, magunk és az élővilág mérgezése, az egyensúlyi rendszerek megbontása. A fejlődés azóta is töretlen, sőt, egyre gyorsabb ütemű.

Egyre többet gyártunk, ezáltal többszörös ütemben használjuk az erőforrásokat, mint amilyen azok keletkezési sebessége. Mesterséges anyagokat gyártunk, melyek mint melléktermék, vagy mint hulladék kerülnek az ökoszisztémába. A mezőgazdaság és az állattenyésztés nagyüzeművé alakult, egyre több növényvédőszer, kártevőirtó (peszticidek) alkalmaznak, nem is beszélve a haszonállatok növekedését serkentő anyagokról. Az emberek nap mint nap sokat utaznak, a fogyasztási cikkeket nagytávolságokra szállítják, így a közlekedés sok kőolajat használ és szén-dioxidot termel – evvel párhuzamosan folyamatosan csökken az az erdőterület, amely a nagymennyiségben keletkező szén-dioxidot meg tudná kötni. A termelés folyamatosan bővül és gyorsul, hiszen a gyártók évente jelentik be újabb és újabb mobiltelefonjaikat, fényképezőgépeiket, autóikat, termékeiket. Otthonainkban is elvárjuk a komfortot: hosszan zuhanyozunk, bő vízben fürdünk, télen igen melegre fűtünk be. Egyre több elektronikai cikk vesz minket körül, és a légkondicionálók használata miatt nyári időszakban is a téli hónapokhoz hasonló mennyiségű villamosenergia-fogyasztása vált jellemzővé.

A természetben nem létezik hulladék, ugyanis mindent, ami elpusztult, vagy ami az élőlények mellékterméke, lebont más élőlény, ezáltal ismét nyersanyag keletkezik belőle. Ezzel szemben az ember több millió tonnányi szemetet dob el, szennyvizet termel, károsítja a környezetet: a közlekedés, a káros anyag kibocsátás és a termelés révén. A keletkező hulladékot lerakva, csökkenti az élőhelyek területét, túlterheli a természet öntisztuló képességét.

Szerencsére több ország, önkormányzat is felismerte már, hogy ha a jelen életmódunkat folytatjuk, akkor hamarosan el fognak fogyni az erőforrások, ami elszegényedést, háborúkat és végsősoron az életszínvonal drasztikus csökkentésének kényszerét vonja maga után. A fejlődést meg lehet őrizni gondos környezettudatos tervezéssel. Erről szól a fenntarthatóság. Az emberiség feladata, hogy minden új beruházásnál, az intézmények üzemeltetésénél valamint a termelésnél figyelembe vegyünk a környezetvédelmet, fenntarthatóságot is. Az

1992. évi Rio de Janeiro-i konferencián fogalmazták meg a fenntartható fejlődést: „A fejlődéshez való jogot úgy kell érvényesíteni, hogy a ma élő és a jövő nemzedékek fejlődési és környezeti szükségletei egyaránt kielégítést nyerjenek” [3](*Rio de Janeiro, 1992, Agenda 21.*)

2.2 Az ökológiai lábnyom fogalma

Az emberiség használja az őt körülvevő környezeti elemeket, erőforrásokat, esetleg visszafordítható (reverzibilis) vagy akár visszafordíthatatlan (irreverzibilis) kárt tesz bennük. Ahhoz, hogy a társadalmak fenntarthatóbb, környezetbarát módon éljenek és ehhez stratégiákat készítsenek, szükség volt a környezethasználat mértékének meghatározására egy mutató segítségével. Ehhez az ökológiai lábnyomszámítás a legmegfelelőbb, amely nem pontos ugyan, de iránymutatóként, összehasonlítható értéként kiválóan alkalmazható.

Az ökológiai lábnyomszámítás világszerte elterjedt módszer, mely segítségével meghatározható, hogy egy adott ország, közösség, vállalat, iskola, otthon mennyi erőforrást használ fel, valamint hogy ez több vagy kevesebb annál, mint ami rendelkezésre áll, azaz amit a Föld biztosítani tud számára.

A fogalmat Mathis Wackernagel és William Rees alapította 1996-ban, a British Columbia Egyetemen. „Az ökológiai lábnyom elemzése olyan számítási eszköz, mely lehetővé teszi, hogy felbecsüljük egy meghatározott emberi népesség vagy gazdaság erőforrás-fogyasztási és hulladékfeldolgozási szükségleteit termékeny földterületben mérve. A segítségével feltehető jellemző kérdések közé tartozik, hogy mennyire függ a tanulmányozott népesség az erőforrások „máshonnan” való behozatalától és a világ hulladékfeldolgozási kapacitásától, továbbá elegendő lesz-e a természet termelékenységére egy növekvő emberi népesség fokozódó anyagi igényeinek kielégítésére a következő században” [3](*Mathis Wackernagel és William Rees: Ökológiai lábnyomunk*) Később ezt többen továbbfejlesztették illetve saját számítási metodikákat is dolgoztak ki.

Az ökológiai lábnyom azt fejezi ki, hogy mekkora termékeny földterület kellene ahhoz, hogy egy meghatározott embercsoportot a jelenlegi életszínvonalán, károsodás nélkül hosszútávon is képes legyen eltartani és az ehhez szükséges javakat megtermelni.

Az ökológiai lábnyom összetevői: az a terület, amelyen a táplálkozáshoz szükséges gabona megtermelhető, az elfogyasztott hús előállításához szükséges legelő mérete, a fa- és papírfogyasztáshoz szükséges erdőterület, a halfogyasztással arányos tengeri terület, az

ingatlanokhoz szükséges földterület, a termelt szén-dioxid megkötéséhez szükséges erdőterület.

A biokapacitás azt mutatja meg, hogy mekkora biológiailag produktív terület áll rendelkezésre. Amennyiben a népesség ökológiai lábnyoma nagyobb a biokapacitásnál, deficitről (azaz hiányról) beszélünk, és az adott népességnek intézkedéseket kell tennie a fenntarthatóbb életmód kialakításának érdekében. [1]

Magyarországon is folyamatosan csökken a biológiai kapacitás. Habár a népesség hazánkban nem növekszik, hanem fogy, a termőföldek állapota romlik (intenzív mezőgazdaság, sok műtrágya, emiatt sokhelyütt talajszikesedés). Nem hanyagolható el az energiát szolgáltató illetve karbonelnyelő erdőterületek csökkenése se.

Azt a napot, amelyen kimondhatjuk, hogy az év elejétől számítva felhasználtuk az azévi összes energiaforrást, túllövés napjának nevezzük. Ez a nap évről-évre korábbi időpontra tolódik. Például, míg 1993-ban október 21. volt ez a nap (becsült érték), addig 2013-ban már augusztus 20-a. Tehát körülbelül 8 hónap alatt felhasználjuk, amit a Föld egy esztendő alatt adna. Másképp megközelítve: másfél év alatt termelődik újra illetve regenerálódik az, amit egy év alatt felhasználunk. [2]

3 A kutatás módszere, adatfeldolgozás

Az Óbudai Egyetem karainak ökológiai lábnyomának számításába a vízfogyasztást, az elektromosáram-fogyasztást, a gázfogyasztást, a papírfogyasztást, a hulladékkezelést és a közlekedési szokásokat foglaltuk bele. A szükséges adatok hiányosságai miatt a Keleti Károly Gazdasági Kar oktatási épületét nem foglaltuk bele számításainkba. Sajnos a korábban elérhető táblázatok illetve segédletek már nem nyilvánosak, ezért az ökológiai lábnyom számításához a meglévő adatokat használtuk és több módszer együttes használatával kaptuk meg az eredményeket.

Igyekeztünk minél több részletre kiterjedő, a 2013-as esztendőre vonatkozó adatot gyűjteni. Az energiafogyasztásra (gáz- és villamosenergia-fogyasztás), a vízfelhasználásra, a keletkezett hulladék mennyiségére vonatkozó adatokat valamint az ingatlanok területét a Műszaki Osztály munkatársaitól kaptuk meg.

A papírfelhasználásról karonként tájékozódunk, az egyetem hallgatóinak és dolgozóinak létszámát a Neptun csoporttól kaptuk meg.

1. táblázat A számításoknál alapul vett létszámok

nappalis hallgatók:	6999
egyéb hallgatók:	3094
dolgozók:	476
összesen:	10569

Számításaink tartalmazzák az intézménybe történő közlekedés lábnyomát is. Kérdőívek segítségével felmértük az Óbudai Egyetem nappali illetve levelező tagozatos hallgatóinak valamint alkalmazottjainak az intézmény és tartózkodási helyük (kollégium, albérlet, lakás) közötti közlekedési szokásait. A kérdőíveket kinyomtattuk és személyesen töltöttük ki. Hogy az eredmények minél jobban reprezentálják a valóságot, mintegy 299 választ dolgoztunk fel, valamennyi karról vegyesen. Az összegyűjtött adatok Excel program használatával lettek kiértékelve és a dolgozat utolsó fejezetében találhatóak.

4 Számítások

4.1 Résszámítások az ökológiai lábnyomhoz

2. táblázat

Fogyasztási adatok összesítve a 2013. év alapján (a szerzők munkája a Műszaki Osztálytól kapott információk alapján)

Fogyasztási cikk	Fogyasztott mennyiség naponta
víz	39,8 m ³ /nap
gáz	1957,29 m ³ /nap
elektromos energia	5641,61 kWh/nap

4.1.1 Területhasználat

Az Óbudai Egyetem különböző telephelyen lévő épületeinek alapterületére végeztük el a számítást.

A kiszámításhoz szükséges képlet: [3]

$$K_{\text{fbt}} = T_{\text{épület}} \cdot 1,5 = 28\,615 \text{ m}^2 \cdot 1,5 = 42\,922,5 \text{ m}^2 = 4,29 \text{ ha/év}$$

Ez napokra átszámítva:

$$4,29 / 365 = 0,1 \cdot 10^{-2} \text{ ha/nap}$$

$$\text{Ez egy főre vonatkoztatva: } 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ ha/nap} / 10\,569 \text{ fő} = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ ha/fő/nap}$$

4.1.2 Lábnyomszámítás földgázfogyasztásra:

(Együtthatók és képletek forrása: [3])

A fűtéshez használt földgáz eltüzelése során, égésterméként keletkező szén-dioxid mennyiség megkötéséhez szükséges erdőterület meghatározására szolgál a következő képlet.

A kapott adatokból kiszámoltuk a napi földgázfogyasztást (fogyasztási adat forrása: 2. táblázat). Figyelembe vettük az 1. táblázat létszámmra vonatkozó adatait a számításnál, így megkaptuk a szénelnyelő terület nagyságát.

$$K_{fc} = C_{r,\text{szén}} \cdot e \cdot a_c, \text{ ahol}$$

$C_{r,\text{szén}}$: erdőterület szénmegkötő képessége (m²/kJ)

e : energiatartalom (MJ/kg]

a_c : a termék napi mennyisége (kg)

K_{fc} : a szénmegkötő erdőterület nagysága

a földgáz sűrűsége: $1,4 \text{ kg/m}^3$

$$K_{fc} = (10\,000 / 71\,000 \text{ m}^2/\text{MJ}) * 18 \text{ MJ/kg} * 1957,29 \text{ m}^3/\text{nap} * 1,4 \text{ kg/m}^3 = 6947 \text{ m}^2/\text{nap}$$

$$K_{fc} = 0,6947 \text{ ha/nap}$$

4.1.3 Lábnyomszámítás vízfogyasztás alapján erdőterületre:

(Együtthatók és képletek forrása: [3])

$$K_{fc} = \frac{a_v}{p_e}, \text{ ahol:}$$

a_v : felhasznált vízmennyiség (l): $39,8 \text{ m}^3/\text{nap} = 39,8 * 100 \text{ dm}^3 (=l)/\text{nap}$

p_e : erdőterület vízmegkötő-képessége (l/m^2)

$$(39,8 * 10^4) / (0,15 * 10^4) = 265,33 \text{ m}^2/\text{nap}$$

A fenti eredmény átszámolása ha/év mértékegységbe:

$$(265,33 \text{ m}^2 / \text{nap}) / 10^4 = 0,02653 \text{ ha/nap}$$

4.1.4 Lábnyomszámítás villamosenergiára – szénelnyelő területre vonatkoztatva

(Együtthatók és képletek forrása: [3])

A szükséges képlet:

$$K_{fe} = c_{r,\text{szén}} * e * m_c$$

A képletbe szükséges m_c együttható kiszámítása: (A számításhoz a fogyasztási adat lásd: 2. táblázat)

a szén fűtőértéke: 10 MJ/kg , az égetésénél a hatásfok 50%

$$m_c = (\text{villamosenergia} * 3,6 \text{ MJ}) / 5 \text{ MJ/kg}$$

$$m_c = (2\,059\,190 \text{ kWh/év} * 3,6) \text{ MJ} / 5 \text{ MJ/kg} = 1\,482\,616,5 \text{ kg}$$

A villamosenergia lábnyoma:

$$\begin{aligned} k_{fc} &= 10\,000 / 7\,100 \text{ m}^2/\text{MJ} * 18 \text{ MJ/kg} * 1\,482\,616,8 \text{ kg} = 37\,587\,468,17 \text{ m}^2 = \\ &= 3\,758,75 \text{ ha/év} / 365 = 10,3 \text{ ha/nap} \end{aligned}$$

4.1.5 Lábnyomszámítás a papírra:

A papírfogyasztási adatainkat különböző méretű és súlyú egységekben kaptuk meg, ezért mindegyiket A4-es papírcsomagra számítottuk át. Az így kapott csomag-darabszámok:

3. táblázat Papírfogyasztási adatok (a szerzők munkája az intézetektől illetve egyéb szervezeti egységektől kapott információk alapján)

NIK	485 csomag
Rektori hivatal	365 csomag
AREK	100 csomag
RKK	430 csomag
KVK	450 csomag
nyomda	2000 csomag
Σ	3830 csomag

Egy csomag papír 500 darab A4-es ívet tartalmaz, ami 80 g/m^2 tömegű. Tehát egy A4-es lapnak a tömege (5g). Ez alapján határoztuk meg, hogy egy csomag hány kilogramm ($5 \times 500 \text{ g} = 2,5 \text{ kg}$). Így a kapott adatokból, az összes csomag számát megszorozva az egy csomagra számított tömeggel, megállapítottuk, hogy az összes felhasznált csomagnak mekkora a tömege. A 3830 darab csomag tömege együttesen 9575 kg.

A papírfelhasználáshoz felhasznált összefüggés: [3]

$$\frac{\frac{\text{kg}}{\text{fő}}/\text{év} \cdot 1,8 \text{ m}^3}{1000 \text{ kg/t} \cdot 2,3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{év}},$$

ahol:

$1,8 \text{ m}^3$: ennyi fa kell 1 t papír előállításához

$2,3 \text{ m}^3$: egy hektáron ennyi fa termelhető egy év alatt a szárazföldi éghajlaton

A képlethez az egy fő által átlagosan elhasznált papírmennyisége:

$$9575 \text{ kg/év} / 10569 \text{ fő} = 0,905 \text{ kg/év/fő}$$

Behelyettesítés a képletbe:

$$(0,905 \text{ kg/fő/év} \cdot 1,8 \text{ m}^3) / (1000 \text{ kg/t} \cdot 2,3 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{év}) = 0,0007 \text{ ha/fő/év} = 1,9142 \cdot 10^{-6} \text{ ha/fő/nap}$$

4.1.6 Hulladéklerakáshoz szükséges terület nagysága

A kiszámításhoz szükséges képlet:

$$K_{fh} = d_h * a_h, [3]$$

ahol:

d_h : 1 m³ hulladék lerakásának területigénye 30 m²

a_h : a keletkező hulladék mennyisége (0 2. táblázat alapján a kommunális hulladék: 2003,88 m³ / év)

$$K_{fh} = 30 \text{ m}^2 * 2003,88 \text{ m}^3 / \text{év} = 60\,116 \text{ m}^2/\text{év}$$

Ez átszámítva napi lebontásra:

$$K_{fh} = 60\,116 \text{ m}^2 / 365 = 164,7 \text{ m}^2/\text{nap}$$

$$1 \text{ főre jutó: } 1,558 * 10^{-2} \text{ m}^2 = 1,558 * 10^{-6} \text{ ha/fő/nap}$$

4.1.7 Közlekedés lábnyomszámítása *(Együtthatók és képletek forrása:*

A számítást a hallgatók és dolgozók bejárási szokásai alapján végeztük el. Az 5. táblázatban szereplő adatok alapján meghatároztuk, hogy a személygépkocsival közlekedők súlyozott átlagban milyen távolságot tesznek meg az ingázás miatt. A nem nappali tagozatos hallgatók ritkábban közlekednek az egyetemre, ezért a létszámuk harmadát vettük figyelembe a számításnál.

4.1.7.1. Autóval történő közlekedés lábnyoma

Fogyasztás: 7 l / 100 km

Autógyártás, útfenntartás: +45%

1 l üzemanyag energiatartalma: 35 MJ/l = 0,035 GJ/l

299 megkérdezettből 38 utazik autóval, ez alapján az egyetem hallgatói és dolgozói közül 1081-en ingáznak autóval.

A kérdőív adatai alapján: átlagosan 60 km-t tesznek meg egy nap

Fenti adatok alapján a képlet és a számítások:

$$(1,45 * 7 \text{ l} * 0,035 \text{ GJ} / \text{l} * 60 \text{ km/nap} * 180 \text{ nap/év} * 1081 \text{ fő}) / 100 \text{ km} * 100 \text{ GJ/ha} * 8506 \text{ fő} \\ = 0,048 \text{ ha/év/fő}$$

Ebből napra átszámítva: $0,048 \text{ ha/év} / 365 = 1,31 \cdot 10^{-4} \text{ ha/nap/fő}$. Így megkaptuk az autóközlekedéshez szükséges szén-dioxidelnyelő terület nagyságát.

4.1.7.2. Busz

A közösségi közlekedéssel közlekedők esetén a rendelkezésre álló források [3] információi alapján autóbuszra végeztük el a lábnyomszámítást. A közösségi közlekedéssel a felmérésünkből súlyozott átlagot számítva 46 km-t tesznek meg ingázással a tömegközlekedéssel bejárók.

A 299 megkérdezettből 240 jár tömegközlekedéssel. Ez az egyetemre vonatkoztatva 6827 főt jelent.

Energiaszükséglet: $0,9 \text{ MJ} / \text{fő} / \text{km}$

Útfenntartás, gépjárműgyártás: +45%

$1,45 \cdot 0,0009 \text{ fő/km} \cdot 180 \text{ nap/év} \cdot 46 \text{ km} \cdot 6827 \text{ fő} / 100 \text{ GJ ha/év} \cdot 8506 \text{ fő} = 0,086 \text{ ha/fő}$

Napra átszámítva:

$0,086 \text{ ha/fő} / 365 = 2,35 \cdot 10^{-4} \text{ ha/fő/nap}$

Az autóbusz és a személygépkocsik közlekedéséhez úthálózatra van szükség. A források alapján kalkulált területeket is figyelembe vettük az egyetem lábnyomszámításához.

4.2 Az Óbudai Egyetem ökológiai lábnyoma

Az egységes mértékegységre, tehát ha/év/fő-re átszámított adatokat egyenként át kell számítani globális hektárra az adott terület egyenértékűségi mutatójával. „...mielőtt összeadnánk a kategorizált lábnyomösszetevőket, egyenértékűségi faktorukkal megszorozva azonos termékenységű szintre hozzuk őket. Ezután a részeredményeket összesítve megkapjuk az adott népesség egy főre jutó ökológiai lábnyomát. Mivel a beépített területek általában igen magas termésátlagú földeken helyezkednek el, ezt a kategóriát a szántóval megegyező egyenértékűségi faktorral kell megszorozni. A fosszilis energiaföldet hasonló okokból az erdők egyenértékűségi faktorával szorozzuk meg.” [11] *Forrás:*

http://geography.hu/mfk2004/mfk2004/phd_cikkek/pappne_vancso_judit.pdf

4. táblázat Földtípusok egyenértékűségi faktora (forrás: Budapesti Corvinus Egyetem: Az ökológiai lábnyom ökonómiája.

Szerkesztette: Csutora Mária; Tematikus kötet, Budapest, 2011)

földtípus	egyenértékűségi faktor(gha/ha)
beépített terület	2,8
szén-dioxid elnyelő föld	1,1
szántó	2,8
legelő	0,5
erdő	1,1
tenger	0,2

5. táblázat globális hektár számítása.

lábnyom elemei	napi érték/fő	egyenértékűségi faktor	globális hektár
gáz	0,6947 ha/nap	1,1	0,7117
villamos energia	10,3 ha/nap	1,1	11,33
vízhasználat	0,0265 ha/fő/nap	1,1	0,029
papírfogyasztás	$1,9142 \cdot 10^{-6}$ ha/fő/nap	1,8	$3,44 \cdot 10^{-6}$
közlekedés CO ₂ terület	autóra: $1,31 \cdot 10^{-4}$ ha/fő/nap	1,1	$1,4 \cdot 10^{-4}$
közlekedés CO ₂ terület	buszra: $2,35 \cdot 10^{-4}$ ha/fő/nap	1,1	$2,58 \cdot 10^{-4}$
közlekedés területfoglalás	autóra: $2,1 \cdot 10^{-4}$ ha/fő/nap	2,8	$5,88 \cdot 10^{-4}$
közlekedés területfoglalás	buszra: $4,79 \cdot 10^{-6}$ ha/fő/nap	2,8	$1,34 \cdot 10^{-5}$
területhasználat	$1,1 \cdot 10^{-6}$ ha/fő	2,8	$3,08 \cdot 10^{-6}$
hulladék	$1,93 \cdot 10^{-6}$ ha/fő	2,8	$5,40 \cdot 10^{-6}$
összesen			12,41

A teljes ökológiai lábnyomunk 12,41 globális hektár lett. „Az ökológiai lábnyom, az a globális földhektár, aminek termelékenysége egyenlő a Föld teljes bioproductív hektárjának, átlagos termelékenységevel.” [12] A fenti táblázat alapján látható, hogy az energia felhasználás, azon belül is a villamos energia fogyasztás a legjelentősebb tényező az egyetem ökológiai lábnyomában. A közlekedési szokások nagyságrendileg kisebb mértékben befolyásolják az elemzés végeredményét. A részletes elemzést és a tapasztalatokat, a csökkentéssel kapcsolatos lehetőségeket a következő fejezet tartalmazza.

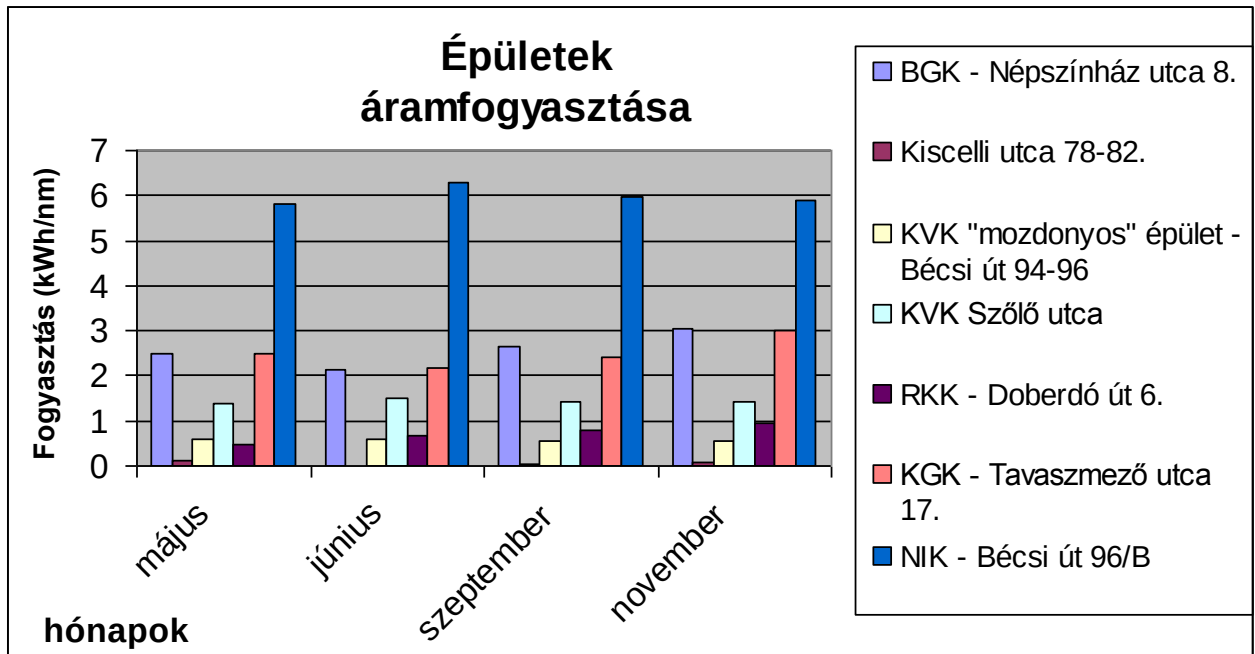
Az egyetem papírfogyasztásának csökkentésével, a dokumentálás papír formátumban történő visszaszorításával, az egyik oldalán használt papírok széles körű újra használatával ezen a tényezőn is lényegesen lehetne előre lépni a környezetterhelés, az erőforrások felhasználásának mérséklése érdekében.

5 Következtetés, lehetőségek

5.1 Összehasonlítás: vajon egy újabb vagy egy régebbi építésű oktatási épület használ több energiát?

6. táblázat Villamosenergia-fogyasztás összehasonlítása a nyári hónapokban (a szerzők munkája a kapott információk alapján)

Kar, épület	Alapterület	Bruttó terület	Fogyasztás (kWh)				Bruttó 1 nm területre eső fogyasztás (kWh/nm)			
			május	június	szept	nov	május	június	szept	nov
BGK - Népszínház utca 8.	3750 nm	11955 nm	29709	25648	31583	36608	2,49	2,15	2,64	3,06
Kiscelli utca 78-82.	5091 nm	7259 nm	750	46	301	468	0,10	0,01	0,04	0,06
KVK "mozdonyos" épület - Bécsi út 94-96	3707 nm	17740 nm	10384	10519	10185	13873	0,59	0,59	0,57	0,78
KVK Szőlő utca	1853 nm	2015 nm	2775	2995	2844	2844	1,38	1,49	1,41	1,41
RKK - Doberdó út 6.	6834 nm	27336 nm	13286,4	18034,2	21711,6	26111,4	0,49	0,66	0,79	0,96
KVK - Tavaszmező utca 17.	1625 nm	9583 nm	23808	20697	23043	28649	2,48	2,16	2,40	2,99
NIK - Bécsi út 96/B	394 nm	10607 nm	61547	66697	63319	62720	5,80	6,29	5,97	5,91



1. ábra Áramfogyasztások összehasonlítása a nyári időszakban és kontrollként egy
(forrás: a szerzők munkája a Műszaki Osztálytól kapott információk nyomán)

Az épületek áramfogyasztását szemléltető diagramból jól látszik, hogy a szellőztető berendezéssel ellátott NIK épületének elektromos fogyasztása számottevően kiemelkedik egész évben, a többi kar épületének fogyasztásához képest. Erre a különbségre magyarázatot ad a sok informatikai eszköz és a légtechnikai, klíma berendezések magas energiaigénye.

5.2 Általános javaslatok a lábnyom csökkentésére

Ahogy a 9. ábrából látszik, a Neumann János Informatikai Kar villamosenergia-használata jelentősen magasabb bármely más karénál. Javasoljuk, hogy a „semleges” hőmérsékleti időszakokban, vagyis amikor nem kell sem fűteni, sem pedig hűteni, a szellőztető berendezés helyett a természetes szellőztetést részesítsék előnyben.

Mozgásérzékelők alkalmazásával, energiatakarékos világítás alkalmazásával is jelentős megtakarítás érhető el a villamos energia fogyasztásában.

A víz fogyasztásának csökkentése érdekében javasoljuk, hogy a mosdókban szereljen fel korszerű, kis áteresztőképességű környezetbarát csapokat, valamint a WC-tartályokat is alakítsák át ökotartállyá.

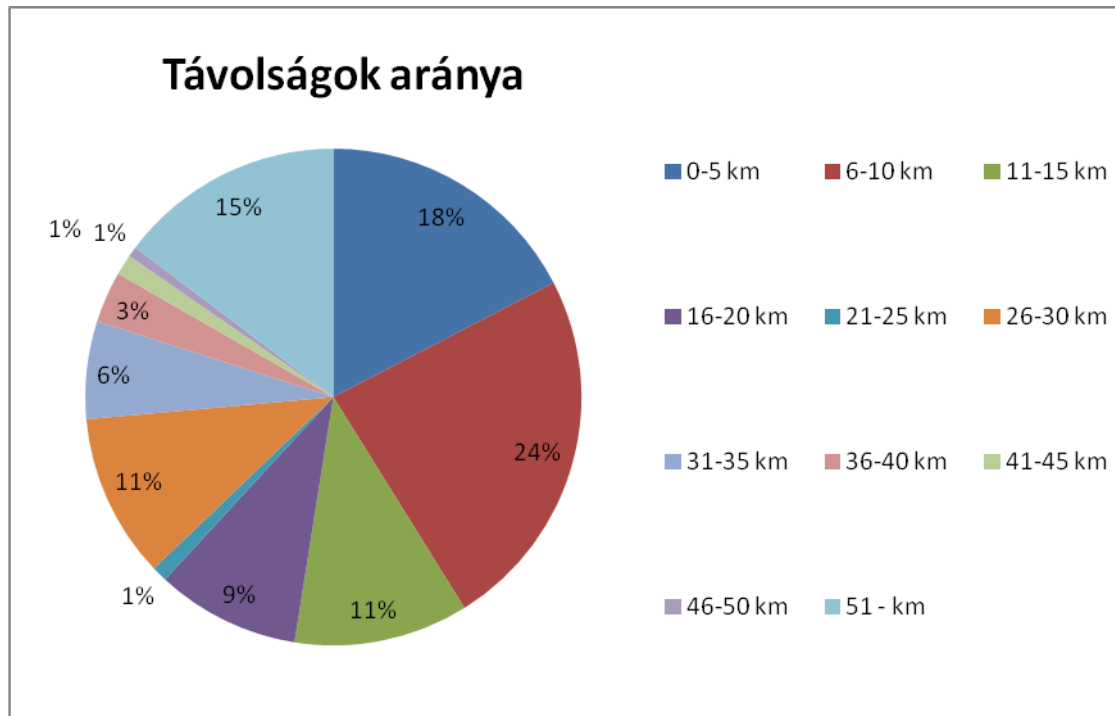
5.3A közlekedési szokások felmérése, javaslatok

A felméréshez használt kérdőív a dolgozat mellékletében található.

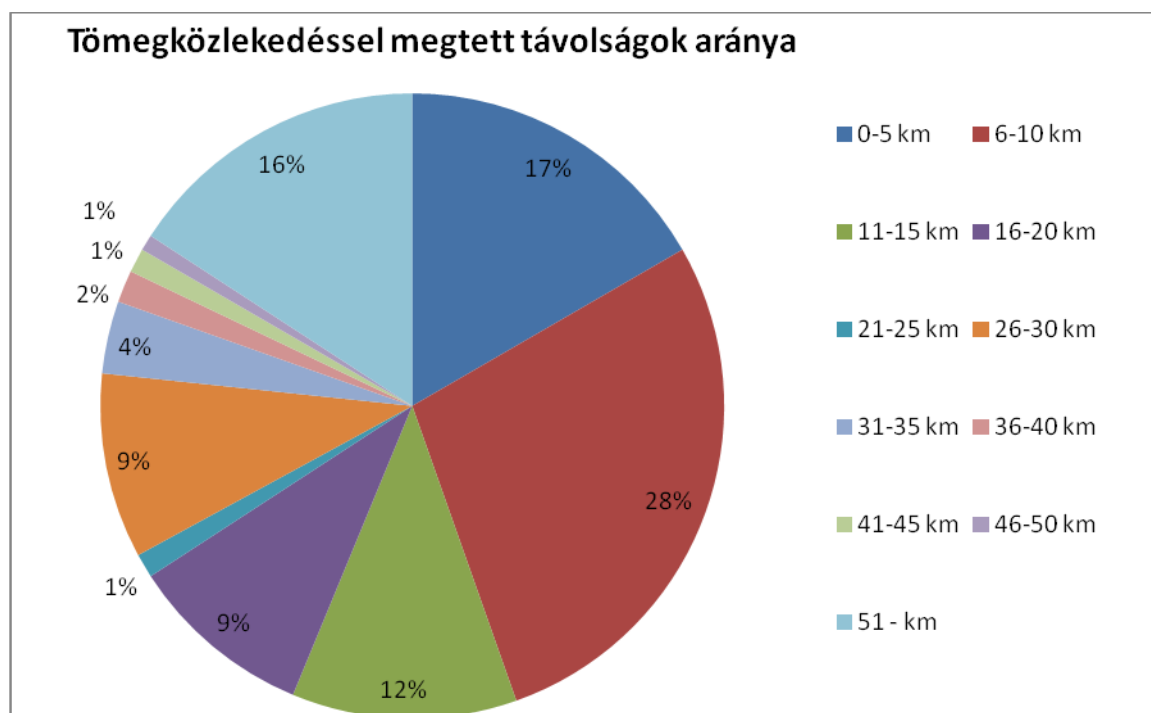
7. táblázat A közlekedési szokásokat vizsgáló kérdőív feldolgozásának eredménye (a táblázat a szerzők munkája)

táv	közösségi közlekedés		autó / motor		gyalog/kerékpár	
	darab	%	db	%	db	%
0-5 km	40	76,92%	1	1,92%	11	21,15%
6-10 km	67	94,37%	3	4,23%	1	1,41%
11-15 km	28	82,35%	6	17,65%	0	0,00%
16-20 km	23	82,14%	5	17,86%	0	0,00%
21-25 km	3	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
26-30 km	23	71,88%	4	12,50%	5	15,63%
31-35 km	9	47,37%	9	47,37%	1	5,26%
36-40 km	4	40,00%	4	40,00%	2	20,00%
41-45 km	3	75,00%	1	25,00%	0	0,00%
46-50 km	2	100,00%	0	0,00%	0	0,00%
51 - km	38	86,36%	5	11,36%	1	2,27%
összesen	240	80,27%	38	12,71%	21	7,02%

Az egyetemisták részben anyagi, részben praktikus okokból előnyben részesítik a közösségi közlekedést. A legtöbb ember 5 és 10 km közötti távolságból érkezik, sokan utaznak 5 km-nél kevesebbet is – azonban 20-25 km-ről vagy annál messzebből alig páran.

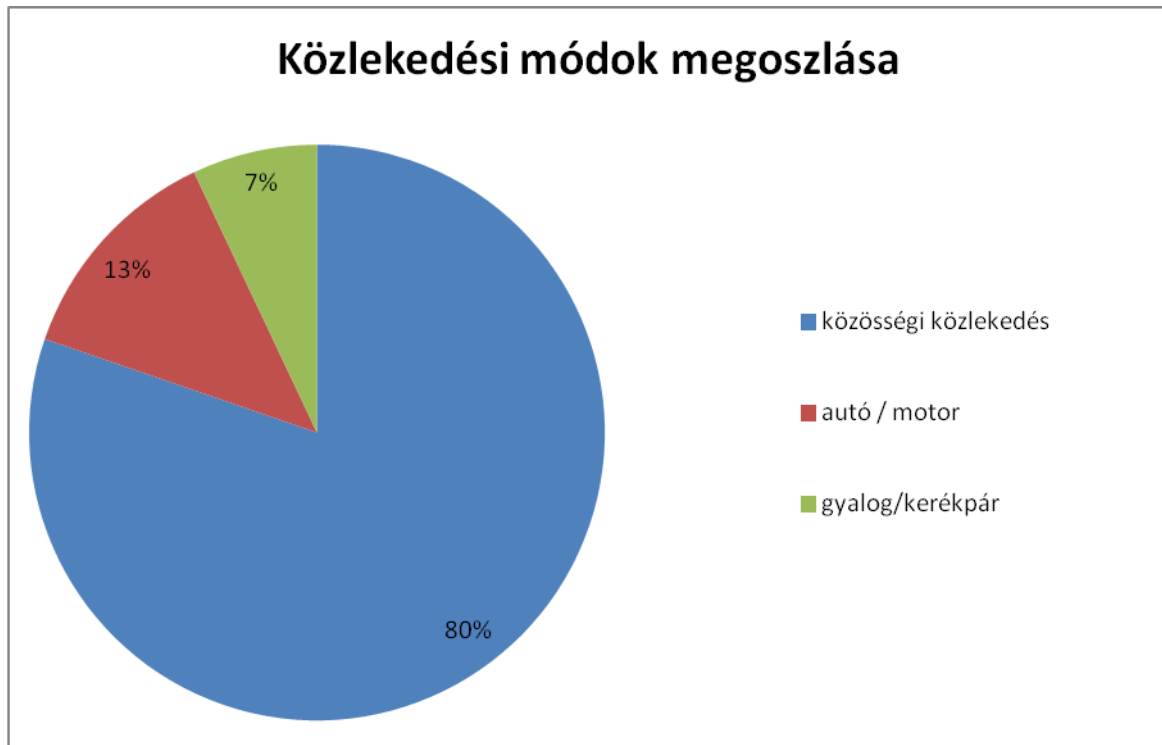


2. ábra távolságok aránya (az ábra a szerzők munkája)

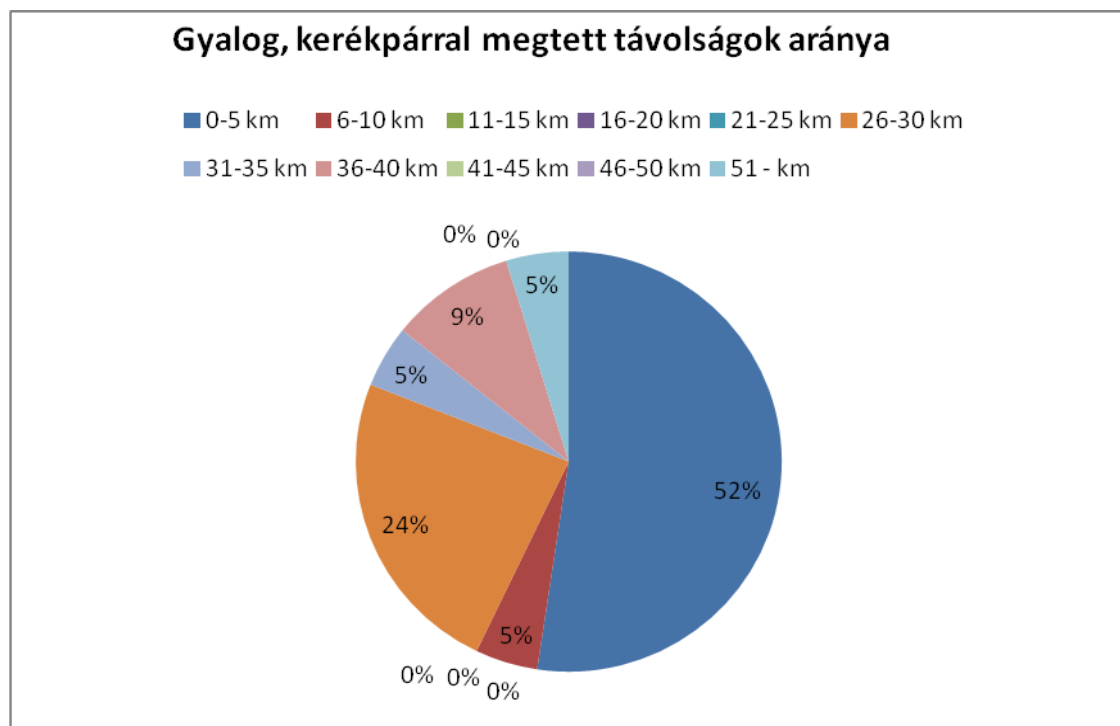


3. ábra Tömegközlekedéssel megtett távolságok aránya (az ábra a szerzők munkája)

Ennek az eloszlásnak az oka az, hogy aki messze lakik, az a szorgalmi időszakban kollégiumba vagy albérletbe költözik. Kevesen választják a személygépkocsit.



4. ábra közlekedési módok megoszlása (az ábra a szerzők munkája)



5. ábra Gyalog, kerékpárral megtett távolságok aránya (az ábra a szerzők munkája)

A 0-5 km-es távot megtevő emberek túlnyomó része az egyetem adott telephelyére a tőle csupán 5-10 percnire levő kollégiumból gyalog érkezik. 5 km felett elenyésző kisebbség jelölte ezt a válaszlehetőséget, tehát egyelőre kevesen választják a kerékpárt, mint közlekedési

eszközt. Nagyobb befogadóképességű, biztonságosabb, fedett kerékpártárolók kiépítésével esetleg ösztönözni tudná az egyetem a hallgatóit és az alkalmazottait, hogy válasszák ezt az alternatívát. Nagy előnye, hogy környezetbarát és alig lassabb a közösségi közlekedésnél.

Javasolható megoldás az úgynevezett telekocsi rendszer: ha vannak páran, akik ugyanabból az irányból érkeznek, azok többen egy autóban teszik meg az utat.

5.4 Eddig elért eredmény: a hőszigetelés és nyílászáró-csere

Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kap a régebbi, rossz hőszigetelő képességű fallal rendelkező épületek szigetelése illetve a régi nyílászárók cseréje. Egy ilyen épületet hőkamera segítségével megvizsgálva jól látszik, hogy a fal a helyiségek melegének egy részét a külső felületre, főleg a nyílászárók illetve az illesztések mentén kivezeti, tehát az utcát is fűti. Gazdaságilag és ökológiai szempontból is hátrányos ez, ugyanis jóval több energiahordozó (például földgáz) felhasználása szükséges, hogy a helyiségeket egy adott hőmérsékletre felfűtsük, mintha a hő egy része nem veszne el, hanem megtartaná a fal.

Az Óbudai Egyetemen a 2012-es esztendőben két épületen, a Doberdó út 6. illetve a Bécsi út 94-96. szám alatt találhatókban végeztek hőszigetelést illetve nyílászáró-cserét. A közüzemi számlák adatai alapján összehasonlítottuk az épületek gázfogyasztását a fűtési időszak hónapjaiban, hogy kiderüljön, valóban kevesebb földgázt használtak-e fel a két épületben a felújítás után.

Egyértelmű volt, hogy a 2013-as évből indulunk ki, ugyanis a felújítás elvégzése óta ez az egyetlen „teljes” év, amellyel dolgozni lehet. Az elmúlt esztendők havi bontású hőmérsékleti adatai alapján megvizsgáltuk, mely év hőmérsékleti adatai egyeznek a leginkább a 2013-as esztendőével. Ezek alapján a 2011-es évet találtuk legmegfelelőbbnek. Ezt szemlélteti a következő táblázat. A két év összehasonlításra való alkalmasságát leginkább a vizsgált hónapok átlagolt sorai mutatják: a hőmérsékleti eltérések minimálisak.

8. táblázat hőmérsékleti adatok [10]

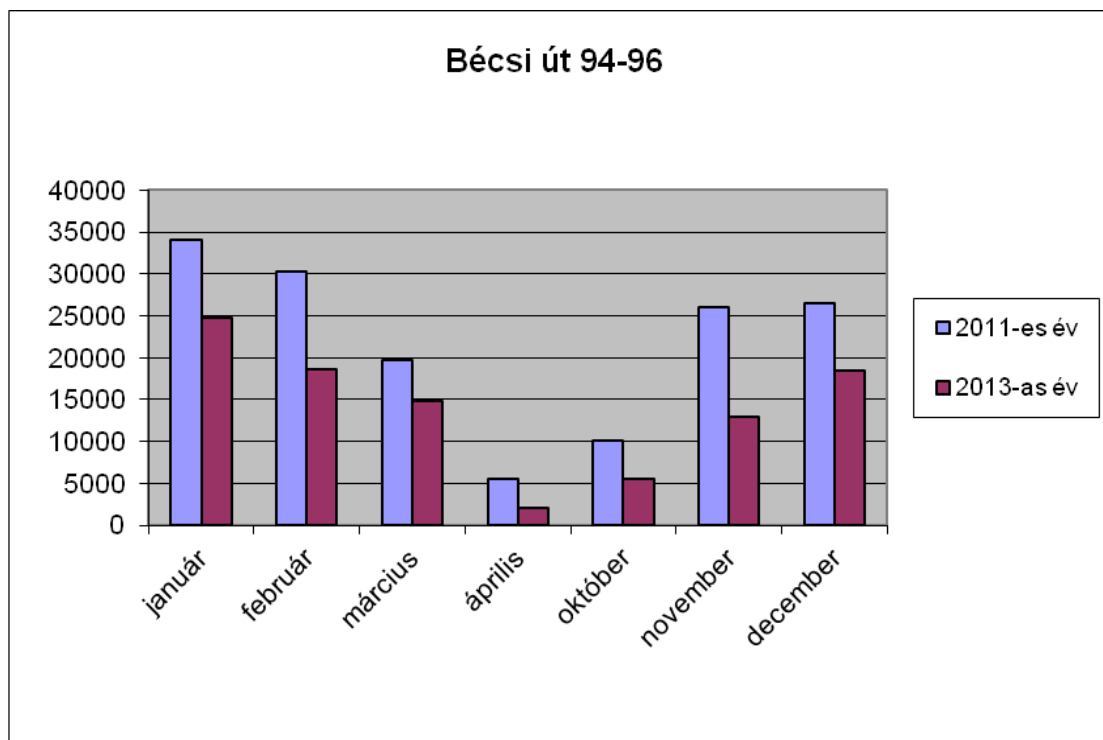
5.1. A budapesti megfigyelőállomás időjárási adatai

Időszak		Közép-	Maximális	Minimális	Lehullott csapadék, mm	A napsütéses órák száma
		hőmérséklet, °C				
2011.	Január	0,9	12,3	-6,8	16	68
	Február	1,0	14,6	-7,5	6	86
	Március	8,0	20,9	-4,0	28	193
	Április	14,1	26,4	4,8	7	241
	Október	11,6	27,3	0,5	26	176
	November	4,6	17,2	-3,4	0	131
	December	3,7	12,7	-3,8	53	54
	Átlag	6,3	18,8	-2,9	19,5	135,4
2013.	Január	1,4	10,5	-5,3	54	41
	Február	3,4	14,3	-4,0	77	49
	Március	4,5	15,6	-5,8	108	89
	Április	13,6	29,7	0,2	21	..
	Október	13,6	24,3	0,6	34	..
	November	8,2	17,5	-2,4	51	..
	December	2,8	12,1	-3,6	4	..
	Átlag	6,8	17,7	-2,9	49,9	59,6

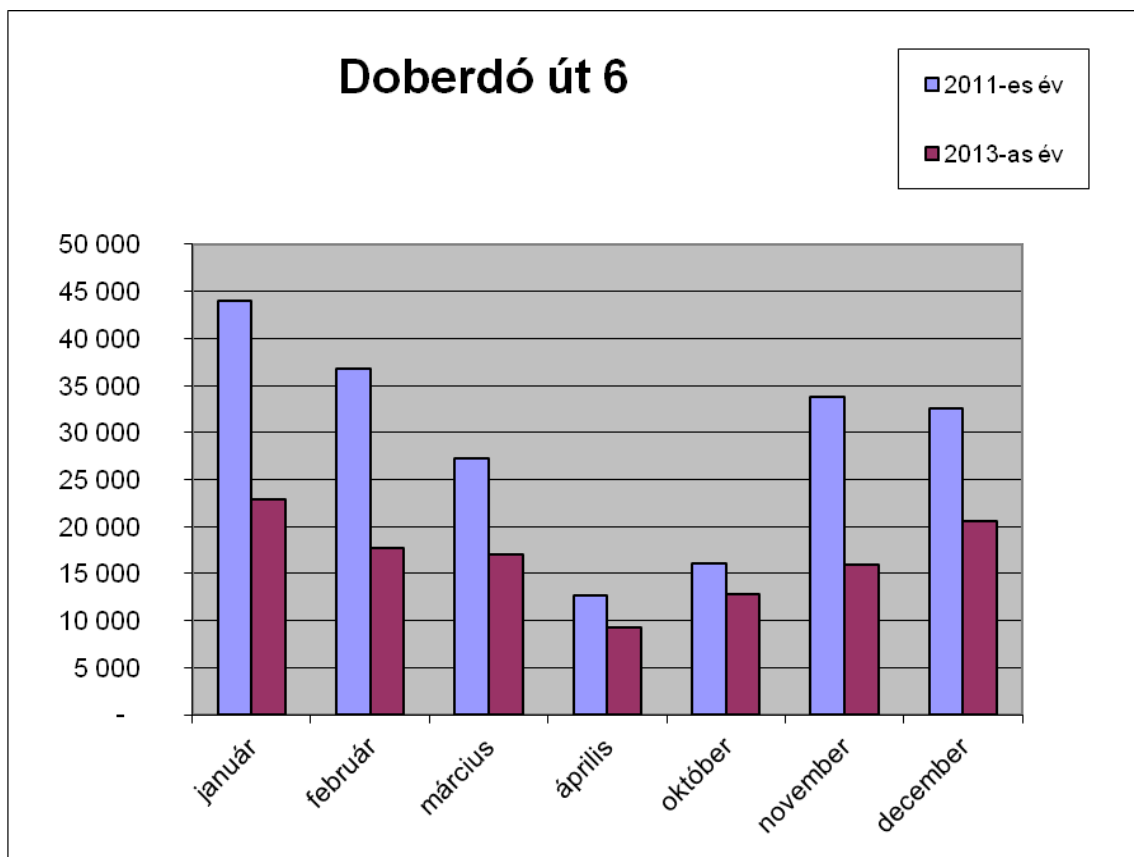
Fentiek alapján a 2011-es és a 2013-as esztendő földgázfogyasztását hasonlítottuk össze a januártól áprilisig illetve az októbertől decemberig terjedő időszakban.

9. táblázat A két épület földgáz fogyasztása (m3) (a táblázat a szerzők munkája a Műszaki Osztálytól megkapott információk alapján)

Doberdó út 6:			Bécsi út 94-96.		
	2011-es év	2013-as év		2011-es év	2013-as év
január	43 944	22 901	január	34079	24 715
február	36 789	17 692	február	30296	18 564
március	27 261	17 067	március	19683	14 788
április	12 617	9 318	április	5539	2105
október	16 054	12838	október	10 113	5598
november	33 725	15878	november	26 072	12947
december	32 540	20642	december	26 479	18376



6. ábra Bécsi út 94-96. gázfogyasztása a szigetelés előtt és után (az ábra a szerzők munkája; a Műszaki Osztálytól kapott információ alapján)



7. ábra Doberdó út 6. gázfogyasztása a szigetelés előtt és után (az ábra a szerzők munkája; a Műszaki Osztálytól kapott információ alapján)

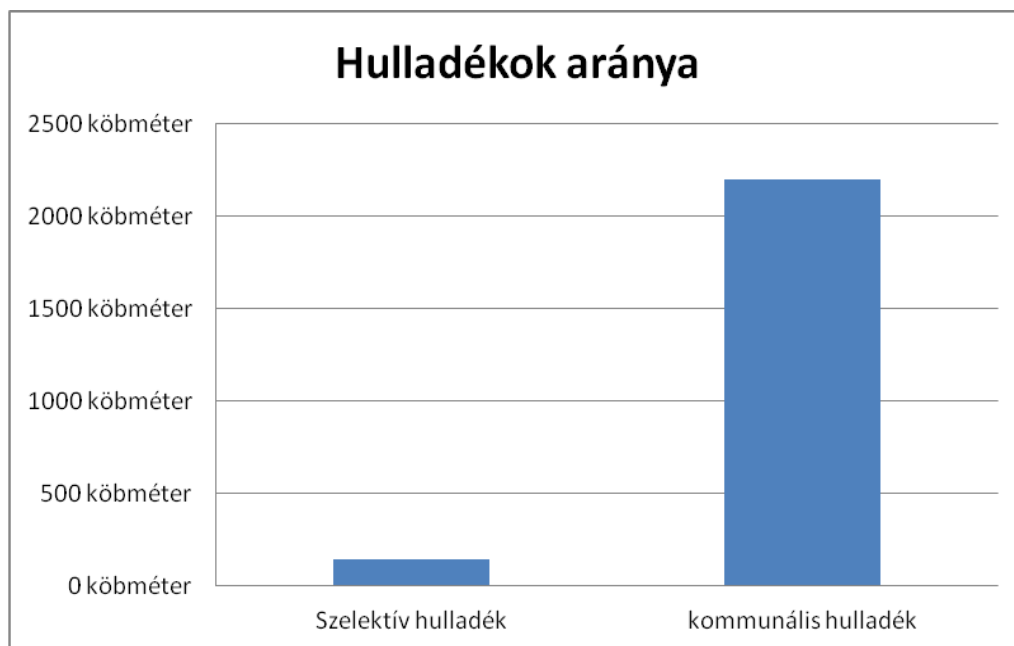
Mint ahogyan azt a két grafikon is jól szemlélteti, a hőszigetelés hatására jelentősen csökkent mindkét vizsgált épület földgázfogyasztása. A felújítás elvégzése elérte célját.

5.5 Lehetséges célkitűzés: a szelektív hulladékgyűjtés arányának növelése valamint szemléletformálás

Az Óbudai Egyetemen jelenleg nagyon alacsony a szelektív hulladékgyűjtés aránya. A szelektív hulladékgyűjtés fontos, hiszen az emberiség egyik fő problémájának a hulladékképződés tekinthető. Az ipari termelés bővülésével, a populáció száma megemelkedett, az előre várható életkor a mai orvostudománynak köszönhetően megemelkedett, a fogyasztói társadalom bővülésével, egyre nagyobb mértéket ölt a hulladékképződés. Ennek a következtében, Földünk nem lesz képes több hulladékot befogadni. Ezért is fontos felismerés a hulladékok újrahasznosításának lehetősége, és az erre való törekvés. Ez nem csak globális szinten, de gazdaságilag is jövedelmező. Szemléletformáló programokkal valamint nagyobb, esetleg feltűnőbb színű, nagyobb számú, szelektív tartályokkal lehetne ezt jobban népszerűsíteni.

10. táblázat Szelektíven gyűjtött és vegyes kommunális hulladékok mennyiségének összehasonlítása (éves adatok, az egész egyetemre vonatkozóan (a táblázat a szerzők munkája)

Szelektív hulladék	147 köbméter
kommunális hulladék	2200 köbméter



8. ábra Szelektíven gyűjtött és vegyes kommunális hulladékok aránya (a szerzők munkája a Műszaki Osztálytól kapott információk alapján).

A Óbudai Egyetem tantervei tartalmazzák a Környezetvédelem tárgy oktatását. Ez lehetőséget teremt, hogy a tárgyi ismeretek mellett a hallgatók környezetvédelem melletti elkötelezettségét is fokozza. Egyre több hallgatónál tapasztalható, hogy a fogékonyak a környezetvédelem iránt, de népszerű programokkal szélesíteni lehet ezt a kört.

A Rejtő Karon tanuló hallgatók Kiss Árpád Kollégium vezetőjével minden évben szerveznek egy rendezvénysorozatot a Föld napja alkalmából, melyen előadások, filmvetítés, fa- és virágültetést kap helyet. Ez az alkalom azonban nem kap túl nagy publicitást; kevesen hallanak róla. A hallgatók segíthetnek a környezettudatos életszemlélet népszerűsítésben, valamint esetleg ők is tarthatnának előadásokat. Magunk is ötletelhetnénk, hogyan tehetnénk a mindennapi életet környezetbarátabbá – ezekből az ötletekből létrejöhetne egy kiállítás is. Tarthatnánk ismét környezetvédelmi napokat is, ahol nem csak egy környezeti problémát járunk körül, foglalkozhatnánk a talajjal, vízzel, levegővel is. Figyelemfelkeltő plakátokat lehetne kihelyezni, amik biztatnak a biciklis, rolleres, gyalogos közlekedésre.

Más karokon a Föld Napja alkalmából szintén a középpontba kerül a környezetvédelem, de a figyelem fenntartása érdekében rendszeresebben lenne célszerű egy-egy impulzussal hatni a környezettudatosság mélyítése érdekében.

5.6 Összefoglalás és köszönetnyilvánítás

Igyekeztünk minél szélesebb körben végezni az adatgyűjtést és elemzést. A közlekedési szokások felmérése során megkérdezettek szívesen részt vettek a kérdőíveink kitöltésében, ezért ezúton szeretnénk köszönetet nyilvánítani nekik. Köszönet illeti továbbá a Műszaki Osztály munkatársait, akiktől az elemzés alapjául szolgáló közműszámlákat kaptuk. Természetesen nem feledkeztünk meg a karok intézeteinek, illetve tanulmányi osztályainak segítségéről (létszámadatok, papírfogyasztás) sem: nekik is köszönetet mondunk!

Jelentős területet használunk, ugyanakkor ennek jövőbeni mérséklésére érdekében igyekszünk a környezettudatos szemléletet megismertetni; felhívni a figyelmet annak előnyeire, fontosságára, az egyetem összes dolgozójával, hallgatójával egyaránt. Az emberek szemléletének a formálása az első lépés, ha ezt megtörtént, akkor jó úton haladunk.

6 Melléklet

A közlekedési szokások felmérésére szolgáló kérdőív:

Kérdőív az Óbudai Egyetem ökológiai lábnyomának számításához

Kérjük, hogy kitöltésével segítse a TDK dolgozatunkhoz szükséges adatok gyűjtését!

1. Melyik karra hallgatója/dolgozója?

- ☐ KGK
- ☐ KVK
- ☐ RKK
- ☐ NIK
- ☐ BGK
- ☐ AREK

2. Az Óbudai Egyetem alkalmazottja, vagy hallgató?

- ☐ alkalmazott
- ☐ hallgató; levelező – nappali (kérjük, húzza alá)

3. Milyen távolságról jár be az egyetemre (albérlet, kollégium)? (Kérjük, jelölje be a megfelelő választ!)

- ☐ 0-5 km
- ☐ 5-10 km
- ☐ 10-15 km
- ☐ 15-20 km
- ☐ 25-30 km
- ☐ 30-35 km
- ☐ 35-40 km
- ☐ 40-45 km
- ☐ 50 km vagy több

Ha nem tudja a távolságot, akkor honnan? _____

4. Mivel utazik a lakóhelye és az egyetem között?

Közösségi közlekedéssel:

- ☐ Vonat
- ☐ Busz
- ☐ Villamos/metró/HÉV

Egyéni közlekedéssel:

- ☐ Autó
- ☐ Kerékpár / gyalog
- ☐ Motor

Köszönettel:

Bonifert Edina és Orgoványi Zsófia

ÓE RKK Környezetmérnök Szak hallgatói

7 FORRÁSOK

- [1] Budapesti Corvinus Egyetem: Az ökológiai lábnyom ökonómiája. Szerkesztette: Csutora Mária; Tematikus kötet, Budapest, 2011
- [2] The Ecological Footprint c. film
- [3] Mathis Wackernagel és William E Rees: Ökológiai lábnyomunk, Föld napja alapítvány, 2001
- [4] Magyar Zsófia: Szabadtéri fesztiválok környezetre gyakorolt hatásának csökkentési lehetőségei, számszerűsítése az ökológiai lábnyom számítás segítségével, 2010
- [5] Winkler Zsófia: Az Óbudai Egyetem környezetközpontú Rejtő Sándor Könnyűipari és Környezetmérnöki karának ökológiai lábnyom számítása, 2012

Internetes források:

- [6] <http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>
- [7] http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/page/earth_overshoot_day/
- [8] http://elib.kkf.hu/edip/D_13402.pdf
- [9] <http://mkne.hu/pie/piekonyv3.htm>
- [10] http://www.ksh.hu/stadat_evkozi_5
- [11] http://geography.hu/mfk2004/mfk2004/phd_cikkek/pappne_vancso_judit.pdf
- [12] <http://www.fna.hu/mittehetsz/okolabnyom>