
Nemzeti szintű
ökológiai lábnyom
számítás
adatbázisának
összemérhetősége
és megbízhatósága

Fenntarthatósági Füzetek 9.



CG & PARTNERS
KUTATÓ ÉS TANÁCSADÓ KFT.

Az adatgyűjtésben és feldolgozásban közreműködött: Horváth Babett

Szerkesztette: Dr. Szigeti Cecília

www.cgpartners.hu

ISSN 2061-6007

A kiadványt a Széchenyi István Egyetem hallgatói számára oktatási segédletként készítettük. A kiadvány piaci forgalomba nem kerül, jövedelemszerző célt nem szolgál, tartalma a CG & Partners Kutató és Tanácsadó Kft. véleményét tükrözi és nem tekinthető az érintett szervezetek hivatalos állásfoglalásának.

Bevezetés

Cégünk fő profilja a fenntarthatóság különböző dimenzióinak kutatása, partnerként közreműködtünk számos ökológiai lábnyommal, megtérülő környezetvédelmi beruházásokkal, fenntarthatósági jelentésekkel kapcsolatos kutatásban. Jövedelemszerző tevékenységünk mellett ismereteinket megosztjuk a felsőoktatás hallgatóival is, bevonva őket kutatási munkánkba.

Kiadványunk hetedik eleme a Fenntarthatósági Füzetek című sorozatunknak, mely a fontosabb, a szakmai irodalomból jelenleg hiányzó témákról tartalmaz rövid összefoglalásokat.

Célunk, hogy a hallgatók és más érdeklődő olvasók a fenntarthatóság kutatásának fontosabb eredményeit megismerhessék, hivatkozások alapján hozzáférhessenek az eredeti anyagokhoz, saját kutatásaikhoz, szakdolgozatukhoz jó kiindulópontot találjanak, olyan megközelítésekkel találkozzanak, amelyek gondolkodásra ösztönöznek.

„Haladó olvasóknak” szánjuk kiadványainkat, akik már ismerik a szakterület alapfogalmait, ha egyetemisták, akkor eredményesen teljesítették az alapozó kurzusokat. A szakirodalomban általánosan ismert fogalmakat ezért nem magyarázzuk, feltételezzük ezek ismeretét.

Fenntarthatósági Füzetek című sorozatunk kilencedik kiadványa a nemzeti szintű ökológiai lábnyom számítás adatbázisának összemérhetőségével és megbízhatóságával foglalkozik.

Kérjük, ha kinyomtatja a kiadványt, azt a lehető legkisebb környezetterheléssel tegye, ezért javasoljuk az újrahasznosított papír használatát, valamint a kétoldalas nyomtatást. Ha már nincs szüksége kiadványunkra, adja tovább barátainak.

Összefoglaló

A Környezetvédelmi Világnaphoz kapcsolódóan újonnan a Föld ember általi terhelésének kimutatására leginkább alkalmas mutatószámot, az ökológiai lábnyomot vettük górcső alá. Számításának alapja strukturált és könnyen megérthető elméleten alapszik. Ugyanakkor felmerül a kérdés, hogy mesterséges korlátok közé szorított területi egységek esetén is értelmezhető-e.

A kutatás során rámutattunk arra, hogy területi alkalmazás legfontosabb kritikája az országok határaihoz kapcsolódik, hiszen ezek gyakran összekapcsolódó ökoszisztémákat választanak el. Ebben a megközelítésben a természeti határokat átíró kerekben belüli ökológiai lábnyom kalkuláció kizárólag következtetések levonására alkalmas, ezzel segítve az e területre hozandó környezetpolitikai döntéseket.

A tanulmány további részben a Global Footprint Network adatbázisa alapján összehasonlító elemzéseket végeztünk az egyes országok ökológiai lábnyomnak különbözőségének kimutatására. A munkánk során statisztikai módszerek alkalmazásával vizsgáltuk meg, hogy miként viszonyulnak egymáshoz az egyes országok értékei. A kiválasztott módszertan (klaszteranalízis) elvégzése után azt az eredményt kaptunk, hogy az országok többségére az átlag körüli érték jellemző, de ugyanakkor olyan csoportok is képződtek, melyekben teljesen eltérő földrajzi elhelyezkedésű és kultúrájú országok homogén egységet alkottak. Példaként említenénk gazdaságilag is rendkívül eltérő jellemzőkkel rendelkező Gambia, Mauritius és Norvégia által alkotott klaszter. Közös pontjuk a halászati lábnyomuk nagysága, mely 38-58%-os, ugyanakkor minden másban eltérő adottságokkal rendelkeznek, mégis egy csoportba kerültek.

Az elemzések alapján szükségnek érezzük, hogy az általános használat előtt a mutató átessen egy statisztikai és egy szakmai szűrésen.

Jelen tanulmány először a Szent István Egyetemen kiadott „A filozófia és a tudományok párbeszéde” című kötetben jelent meg.

I. Globális szintű ökológiai lábnyom számítás kritikái

A Fenntarthatóság Füzetek korábbi számaiban már beszámoltunk arról, hogy mi az ökológiai lábnyom (EF), miként számítható, de arról még nem esett szó, számításának nemcsak nehézségei, hanem kritikái is vannak.

1. Az ökológiai lábnyomszámítás bázisa és kritikája

Az ökológiai lábnyom számításának főkonceptió szerint az indikátor hat¹ fő földhasználati kategóriából áll: szántó, legelő, erdő, a halászati területek, beépített terület és a szén-dioxid megkötéshez szükséges energiaföld. Az összes fogyasztást földhasználati kategóriánként veszi számba, majd az ekvivalencia faktorok (Equivalence Factor, EQF) segítségével átváltja világátlag termőképességű földterületbe, globális hektárba. Az egyes szorzószámok évről évre kismértékben változnak, de nagyságrendjüket tekintve állandóak. Az 1. táblázatban szereplő szorzószámok értelmezése: a szántóterületek két és félszer produktívabbak, termékenyebbek az összes földterület átlagánál. A szántó magas szorzószáma miatt a tényleges és a hipotetikus földhasználat szerkezete jelentősen eltér egymástól.

1. táblázat: Ekvivalencia faktorok 2007-ben

Földterület	Ekvivalencia faktor
szántóterület (cropland)	2,51
beépített terület built up land)	2,51
erdő (forest)	1,26
legelő (grazing land)	0,46
tenger és egyéb vízfelületek (fishing ground)	0,37

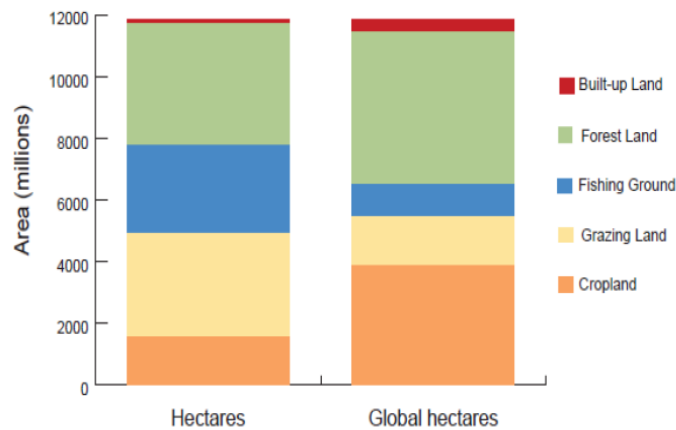
Forrás: Ewing et al. 2010

A táblázatból jól látszik, hogy a szántóterület és beépített terület rendelkezik a legnagyobb ekvivalencia faktoral, vagyis ezek az átváltásban nagyobb súllyal szerepelnek.

¹ Már hét kategóriával számolnak, mert elkülönül a „nukleáris energiaföld” Kitzes (2009). De lokális megközelítésben speciális földhasználati kategóriákat is alkalmaznak, erre példa, hogy Velence ökológiai lábnyomának meghatározásakor a lagúnákat önálló földhasználati kategóriaként vették számba, 0,997-e EQF faktoral (Bagliani et al. 2004). Jiangyin ökológiai lábnyomának számításakor csapvíz és az akvakultúra is önálló EQF faktoral jelenik meg (Hu et al. 2008)

Az 1. ábra azt mutatja, hogy mekkora a különbség a Föld ezen területi egységeinek megoszlásában hagyományos hektárban mérve, illetve az átváltás után globális hektárban.

1. ábra: Világ földterületének szerkezete, a biológiai kapacitás EQF faktorok használata nélkül (Hectares) és EQF faktorok használatával (Global hectares)²



Forrás: Ewing et al. 2010

A kalkulációnál megfogalmazódik több módszertani kritika is, az egyik az EQF faktorok használatával kapcsolatban. Az első, hogy nem veszi figyelembe a földhasználat módját, vagyis azt, hogy fenntartható vagy nem fenntartható gazdálkodást folytatnak-e ezeken a területeken (van den Bergh - Verbruggen 1999). További vitát vált ki az energiaföld koncepciója is, hiszen ez csak az energiatermelés a szén-dioxid kibocsátásával számol, a többi emisszióval nem (McDonald- Patterson 2004).

² Az energiaföld lábnyomának nincs biológiai kapacitásban megfelelője.

2. Nemzeti szintű ökológiai lábnyom számítás kritikái

A fogyasztás ökológiai lábnyomát nemzeti szinten úgy határozzák meg, hogy a termelést korrigálják az import és export különbségével, termékenként.

$$(1) EF_C = EF_P + EF_I - EF_E$$

Ha egyes országokra végzik a kalkulációt, a termés mennyiség (P) és a nemzeti átlag (Y_N) hányadosát, a termésátlagot az EQF faktorok mellett a hozam faktorokkal (Yield Factor; YF) is korrigálni kell.³

$$(2) EF_P = \frac{P}{Y_N} \cdot EQF \cdot YF$$

A YF úgy értelmezhető például, hogy Németországban az erdők hozama több mint négyszer nagyobb, mint a világ erdeinek átlaga, de hazánkban is több mint két és félszerese a világátlagnak. Ezzel szemben érthető módon Algériában mind a szántó, mind az erdő és legelő termékenysége nem éri el a világátlag értékét.

2. táblázat: Hozam faktorok 2007-ben

Területek	Szántó	Erdő	Legelő
Világátlag	1	1	1
Algéria	0,3	0,4	0,7
Németország	2,2	4,1	,7
Magyarország	1,1	2,6	1,9
Japán	1,3	1,4	2,2

Forrás: Ewing et al. 2010

Az egész világra és az országokra vonatkozó ökológiai lábnyom mutatót a Global Footprint Network⁴ (GFN) számítja, amely a szervezet honlapjáról szabadon letölthető⁵. A GFN útmutatót, tájékoztatót is készít a számításhoz (Kitzes 2008; Ewing 2010) valamint partnereihez különböző együttműködési formákon keresztül eljuttatja az alapadatokat és a számítást tartalmazó Excel táblát.

A globális szint kritikái a nemzeti mutatók számításánál is értelmezhetőek, de itt már a számítás egész alap gondolatát is megkérdőjelezzük, vagyis azt, hogy

3 A „Yield Factor” azt mutatja meg, hogy az adott területen (országban) például egy szántóföld mennyivel termékenyebb, mennyivel nagyobb a hozama, mint a világátlag.

⁴ Részletes információ a szervezetről és az együttműködési lehetőségekről valamint a GFN-hez kötődő publikációkról: <http://www.footprintnetwork.org>

⁵ A letölthető Excel táblára a továbbiakban 'GFN adattáblaként' hivatkozunk.

értelmezhető-e egyáltalán egy ország saját fenntarthatósága. A területi alkalmazás oldaláról egyik legfontosabb kritika, hogy az országok határai geo-politikai és kulturális szempontok szerint alakultak ki, és ezek nem - vagy nem feltétlenül - rendelkeznek környezeti jelentéssel így gyakran összekapcsolódó ökoszisztémákat választanak el. Ebben a megközelítésben a természeti határokon belüli EF kalkuláció korrektebb következtetések levonására alkalmas. Ugyanakkor, a döntéshozatal – és az adatgyűjtés - legfontosabb szintjei ma is a nemzetállamok, így a környezeti szempontú beavatkozásokra is elsősorban ebben a keretben kerülhet sor (van den Bergh - Verbruggen 1999).

II. Ökológiai lábnyom szerkezete

A GFN adatbázisa a hat fő földhasználati kategória szerinti bontásban adja meg az egyes országok ökológiai lábnyomát.

A GFN adatbázisa szerint 1961 és 2007 között az ökológiai lábnyom nagysága 14 %-kal nőtt (**Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**) Az EF növekedése a struktúra átalakulásával járt, a szén lábnyom több mint ötszörösére nőtt és jelenleg a globális EF feléért a szén-dioxid kibocsátás felelős. A globális szinten egyértelműnek látszó trend mögött nagy egyéni- országos- különbségeket találhatunk.

**3. táblázat: globális ökológiai lábnyom szerkezete és nagysága
1961-2007 között (gha/fő)**

Ökológiai lábnyom és összetevői	1961	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2007
EF	2,4	2,5	2,8	2,8	2,8	2,6	2,7	2,6	2,5	2,7	2,7
Cropland footprint (cr)	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
Grazing land footprint (gr)	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Forest footprint (fo)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Fishing ground footprint (fi)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Carbon footprint (ca)	0,3	0,5	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,4	1,4
Built-up land footprint (bu)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Forrás: GFN adattábla

Tanulmányunk alapkérdése, hogy lehetséges-e az országokat egyértelműen csoportosítani ökológiai lábnyomuk szerkezete alapján.

III. Ökológiai lábnyom komponensek klaszter elemzése

1. Anyag és módszer

Elemzéseinket az IBM SPSS20 programcsomag segítségével végeztük, a módszerek kiválasztásában és az eredmények értékelésében Sajtos – Mitev (2007) adatelemzési kézikönyvére támaszkodtunk. Az csoportba sorolását klaszter analízis segítségével végeztük.

Kutatásunkhoz a GFN 2010 évi adatbázisát használtuk fel. A gazdasági fejlettség és az ökológiai lábnyom nagysága között valószínűsíthető kapcsolat az EF és GDP közötti korreláció alapján közepesnél erősebb. (York et al 2004). Hipotézisünk szerint az ökológiai lábnyom szerkezetét az életvitel sajátosságai, az ország földrajzi és jövedelmi helyzete alapvetően meghatározza ezért az egyes ország csoportok földrajzilag és jövedelmi szempontok szerint is jól definiáltak.

Kutatásunk első szakaszában feltártuk, hogy az EF hat összetevőjénél páronként megfigyelhető-e lineáris kapcsolat. A Pearson- féle korrelációs index értékeit korrelációs mátrixban tüntettük fel. Mivel a klaszterelemzés érzékeny az outlierok jelenlétére ezért minden elemzés előtt a kiugró adatokat egyszerű láncmódszerrel ellenőriztük és ezeket az értékeket az elemzésből kizártuk. Az eredmények értékelése szempontjából fontos, hogy nem az egyes adatsorok kiugró értékeit zártuk ki, hanem azokat, amelyek az elemzés során egytagú csoportot képeztek volna. Mivel vizsgálatba bevont adatsorok azonos szintű metrikus skálán mértek ezért standardizálatlan adatokat használtunk. A feltárt két független trió valamint öt változó bevonásával – az erős mulikollinearitás miatt a szántóterület lábnyomát kizártuk- hierarchikus klaszterelemzést végeztünk variancia módszerrel: Ward-eljárással és átlagos láncmódszerrel. A klaszterbe sorolást, amennyiben ez szükséges volt K-középpontú klaszterezéssel- nem hierarchikus módszerrel pontosítottuk, majd az eredményeket keresztábra elemzés segítségével foglaltuk össze.

Két kikötést tettünk, mely szerint azt tekintjük releváns felosztásnak:

- ahol a klaszteren belüli szórás kisebb, mint a teljes sokaság szórása, mert ez arra utal, hogy a vizsgált szempont szerint sikerült homogén csoportot létrehozni,
- ha legalább két elemzés eredménye hasonló.

A relevánsnak tartott csoportokon belül az országok EF struktúráinak összehasonlítására a vektorok hajlásszögét is felhasználhatjuk. Ennek az elemzésnek a segítségével azt tudjuk meghatározni, hogy az adott csoportba sorolt országok ökológiai lábnyomának szerkezete a csoport tagokéhoz, vagy az átlaghoz hasonlít-e jobban. A számítás temporális elemzésekre használt módszerét a szakirodalom tartalmazza (Kerékyártó – Mundruczó; 2000) de az eljárás területi különbségek és hasonlóságok kifejezésére is alkalmas. A ω_j struktúrajellemzők, megoszlási viszonyszámok összességét vektorban is elrendezhetjük. Az így kapott vektor (ω) az adott sokaság struktúrájának egészét jellemzi. A mérőszám 0 és $\pi/2$ radián között veszi fel értékét. Minél kisebb a struktúrakülönbség értéke, annál közelebb van 0-hoz. A struktúravektor számítása az alábbi képlet alapján történik:

$$\varphi(\omega_0, \omega_1) = \arccos \frac{\omega_0' \omega_1}{|\omega_0| \cdot |\omega_1|} = \arccos \frac{\sum_{j=1}^m \omega_{j0} \omega_{j1}}{\sqrt{\sum_{j=1}^m \omega_{j0}^2 \sum_{j=1}^m \omega_{j1}^2}}$$

Több ország összehasonlítása esetén a struktúravektorokat páronként számítjuk, és mátrixba rendezzük.

2. Eredmények

Az ökológiai lábnyom komponensek közötti lineáris korrelációs együtthatók alakulását mutatja az 4. táblázat.

4. táblázat: Pearson-féle korrelációs együtthatók mátrixa

EF összetevők	Cropland footprint	Grazing land footprint	Forest footprint	Fishing ground footprint	Carbon footprint	Built-up land footprint
Cropland footprint	x	-0,23	0,334	0,273	0,641	0,601
Grazing land footprint	-0,23	x	0,023	-0,101	0,008	-0,008
Forest footprint	0,334	0,023	x	0,214	0,277	0,293
Fishing ground footprint	0,273	-0,101	0,214	x	0,231	0,114
Carbon footprint	0,641	0,008	0,277	0,231	x	0,352
Built-up land footprint	0,601	-0,008	0,293	0,114	0,352	x

Forrás: GFN adatbázis alapján saját vizsgálat

A 4. táblázat kiemelt celláiban szereplő Pearson - féle korrelációs együtthatók szignifikáns kapcsolatot mutatnak az ökológiai lábnyom egyes összetevői között,

míg mások függetlenek. Mivel erős kapcsolatot sehol sem találtunk, így elvileg nincs akadálya annak, hogy az összes változót bevonjuk a klaszterelemzésbe.

Első vizsgálatunkban a cropland footprint és carbon footprint valamint a cropland footprint és built-up land footprint változók közötti közepesnél erősebb kapcsolat miatt az elemzést 5 változóval végeztük, cropland footprint kizárásával.

Az egyszerű láncmódszerrel feltárt outlierek:

- Mongólia;
- Uruguay,
- Ausztrália,
- Katar,
- Egyesült Arab Emírségek.

A kiugró értékek nélkül végzett klaszterelemzés három- négy és ötklaszteres megoldását vizsgáltuk, de egyik se adott megfelelő eredményt. A problémákat a legjobb eredményt mutató 5. táblázat szemlélteti. Oszloponként összevetve a teljes sokaság és a klaszterekben megfigyelhető szórás nagyságát, nem tekintjük releváns klaszternek azt, ahol a szórás nagyobb, mint a teljes sokaság jellemzője, mert ez arra utal, hogy a vizsgált szempont szerint nem sikerült homogén csoportot létrehozni.

Az 5. táblázatban a szórás sorokban található kiemelt értékek jelzik, hogy ez a helyzet több alkalommal is előfordult. A vizsgálatot átlagos láncmódszerrel és nem hierarchikus K-középpontú klaszterezés módszerével is elvégezve látható, hogy az országok csoportosítása nem végezhető el egyértelműen a vizsgált változók alapján.

5. táblázat: Ward-féle eljárás eredményei öt klaszteres megoldás esetén

Ward- féle módszer		Grazing land footprint	Forest footprint	Fishing ground footprint	Carbon footprint	Built-up land footprint
1	Középpont	0,2765	0,27364	0,08902	0,35011	0,05927
	N	88	88	88	88	88
	Szórás	0,3275	0,20845	0,13562	0,30309	0,03102
2	Középpont	0,13812	0,41108	1,96264	1,06849	0,0397
	N	3	3	3	3	3
	Szórás	0,06565	0,3634	0,20646	0,67589	0,03946
3	Középpont	0,15145	0,31973	0,21516	1,54727	0,0828
	N	20	20	20	20	20
	Szórás	0,15364	0,22415	0,3311	0,29162	0,0772
4	Középpont	0,21873	0,70738	0,29207	2,87523	0,12034
	N	27	27	27	27	27
	Szórás	0,14837	0,5887	0,30361	0,48779	0,0652
5	Középpont	0,30356	0,4461	0,18039	4,06113	0,13231
	N	9	9	9	9	9
	Szórás	0,18604	0,28198	0,12508	0,66946	0,12789
Teljes sokaság	Középpont	0,24771	0,37294	0,18731	1,21865	0,07776
	N	147	147	147	147	147
	Szórás	0,27424	0,35735	0,3403	1,27063	0,06149

Forrás: SPSS20 output táblázat

Az 4. táblázat alapján két páronként független változó-trió (grazing land footprint - fishing ground footprint - forest footprint és fishing ground footprint - grazing land footprint - built-up land footprint) különült el. Vizsgálatunk folytatásaként, hogy a korreláció miatti torzításokat kiküszöböljük az elemzést megismételtük a két változó csoporttal is.

Második vizsgálatunkban a grazing land footprint, fishing ground footprint és forest footprint változók felhasználásával végeztünk klaszterelemzést az egyszerű láncmódszerrel feltárt outlierok, Mongólia és Uruguay kihagyásával. Az elsőként használt Ward- féle eljárás alapján (3-7 klaszterre elvégezve az elemzést) nem kaptunk értékelhető eredményt. Az átlagos láncmódszer és a K-középpontú klaszterezés módszerével sem vezetett eredményre.

A másik, független trióval (és fishing ground footprint - grazing land footprint - built-up land footprint) folytatva az elemzést, az outlierok (Mongólia és Uruguay) kizárása után végezett hierarchikus klaszter elemzésünk eredménye Ward- módszerrel és átlagos láncmódszerrel is hasonló eredményt adott. A legjobbnak ítélt 5 klaszteres felosztásban a két módszer szerint három klaszter teljesen megegyezett.

6. táblázat: Ward-féle eljárás eredményei 5 klaszteres megoldás esetén

Ward- féle módszer		Grazing land footprint	Fishing ground footprint	Built-up land footprint
1	Középpont	0,165754	0,099943	0,07218
	N	112	112	112
	Szórás	0,1191847	0,0985277	0,0525249
2	Középpont	0,72335	0,05913	0,092792
	N	18	18	18
	Szórás	0,1880914	0,07308	0,0956923
3	Középpont	0,138122	1,962636	0,039703
	N	3	3	3
	Szórás	0,0656512	0,2064573	0,0394625
4	Középpont	1,638929	0,081369	0,045164
	N	3	3	3
	Szórás	0,1362701	0,0768296	0,0217289
5	Középpont	0,16089	0,726215	0,114406
	N	14	14	14
	Szórás	0,1887962	0,2907903	0,0670005
Teljes sokaság	Középpont	0,261122	0,19038	0,077405
	N	150	150	150
	Szórás	0,3002555	0,3384604	0,0612065

Forrás: SPSS20 Output tábla

A stabil klasztereket részletesebben megvizsgálva második klaszterbe Botswana, Közép-Afrikai Köztársaság; Csád, Lesotho, Mali, Namíbia, Niger, Szomália, Szudán, Szváziföld, Belgium, Hollandia, Argentína, Brazília, Columbia, Paraguay, Peru, Venezuela tartozik. A harmadik klasztert Gambia, Mauritius és Norvégia alkotja, a negyedik klaszterbe Mauritánia, Ausztrália, Bolívia sorolható. Az 5. táblázatban és a 6. táblázatban kiemelt klaszternek ugyanazok a tagjai, vagyis a jelenlegi analízis harmadik klasztere jelentősnek tekinthető.

A szerkezetet struktúravektorok segítségével összehasonlítva az 7. táblázatban látható eredményeket kapjuk.

7. táblázat: Struktúravektor elemzés eredménye a kiemelt klaszterre (Radián)

	Átlag	Gambia	Mauritius	Norvégia
Átlag	x	1,155376142	0,705155348	0,754916391
Gambia	1,155376142	x	0,540177622	0,45394073
Mauritius	0,705155348	0,540177622	x	0,265973044
Norvégia	0,754916391	0,45394073	0,265973044	x

Forrás: GFN adatbázis alapján saját számítás

Ökológiai lábnyomuk szerkezetét vizsgálva, az outlier csoportban Mauritius és Norvégia hasonlít legjobban egymásra (itt a legalacsonyabb a struktúravektor értéke). De a csoporton belül mindenhol kisebb értékeket találunk, mint a csoporttagok és az átlagos szerkezet összehasonlításánál.

A klaszterek jellemzésére a jövedelem változó bevonásával keresztábra elemzést végeztünk. Az egyes országok jövedelmi kategóriákba sorolásánál a GFN adatbázisban is használt világbanki kategóriákat használtuk (LI= low income, alacsony jövedelem; LM= lower middle income, közepesen alacsonyabb jövedelem, UM= upper-middle income, közepesen magasabb jövedelem, HI= high income, magas jövedelem).

8. táblázat: Ward- féle módszer- Jövedelmi kategóriák keresztábra elemzés

Megnevezés	Jövedelmi kategóriák					Összesen	
	O ⁶	HI	LI	LM	UM		
Ward- féle módszer	1	1	24	38	33	16	112
	2	0	2	5	7	4	18
	3	0	1	1	1	0	3
	4	0	1	1	0	1	3
	5	0	7	1	1	5	14
Összesen	1	35	46	42	26	150	

Forrás: SPSS20 output tábla

A 8. táblázat sorait vizsgálva láthatjuk, hogy az egyes klaszterek jövedelmi szempontból erősen heterogének, az 5. klaszternél állíthatjuk csak egyértelműen, hogy ide főként közepesen magasabb jövedelmű országok tartoznak.

3. táblázat: Struktúravektor elemzés eredményei az outlier csoportra

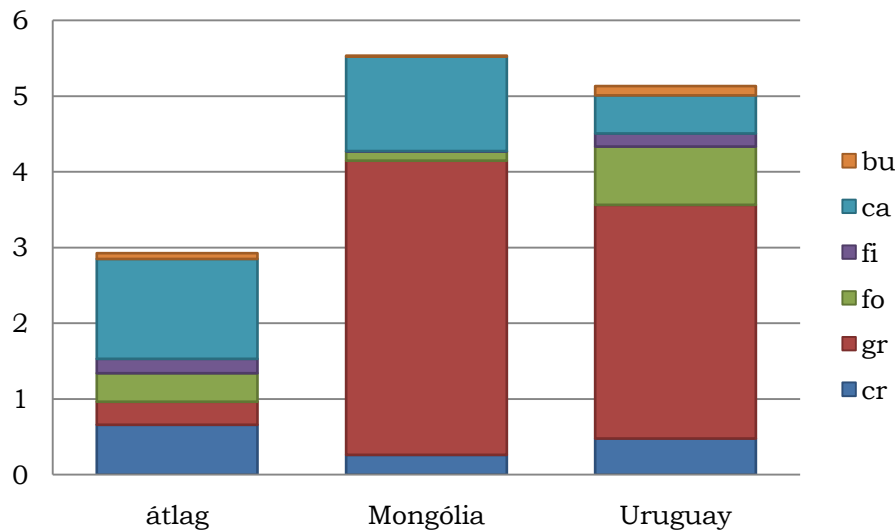
	Átlag	Mongólia	Uruguay
Átlag	x		1,11547
Mongólia	1,075958348	x	0,27599
Uruguay	1,11547	0,27599	x

Forrás: GFN adatbázis alapján saját számítás

⁶ A GFN táblázatból hiányzó érték Szerbia jövedelmi adata

Az analízisek során feltárt outlierek között mindhárom esetben megtalálható Mongólia és Uruguay. Ennek okát vizsgálva elemeztük a két ország ökológiai lábnyomának szerkezetét.

2. ábra: Ökológiai lábnyom szerkezete (Gha/fő)



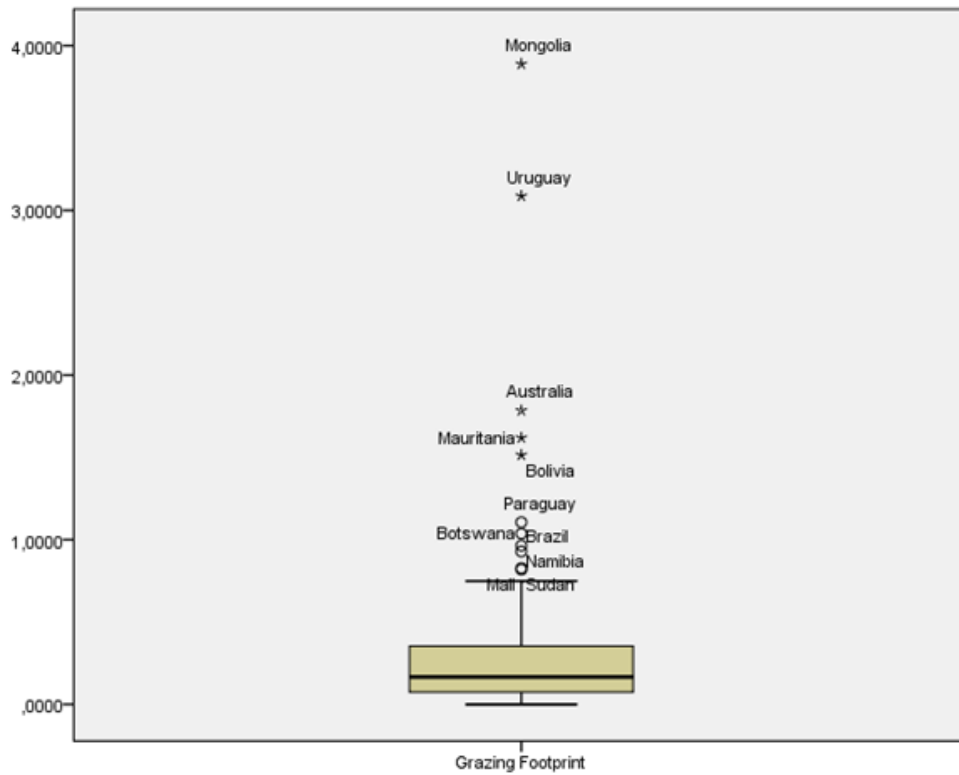
Forrás: GFN adatbázis alapján saját szerkesztés

A 2. ábra alapján az átlagos ökológiai lábnyomnak⁷ a legjelentősebb alkotóeleme a szén lábnyom, a legelő lábnyom pedig a teljes lábnyom 10%-át jelenti. Ezzel szemben Mongólia ökológiai lábnyomának 70%-át Uruguay estén pedig 60%-át teszi ki a legelő lábnyom, ami extrém outliernek minősül. Legelő lábnyomuk a világ átlagának tizszerese. 3. táblázat oszlopait vizsgálva látható, hogy a legnagyobb struktúravektor érték – vagyis a legjelentősebb különbség – minden esetben az átlagos lábnyom és a vizsgált országok ökológiai lábnyomának összehasonlításánál található. Ez azt mutatja, hogy az outliereknek az átlagos szerkezettől való eltérés nagyobb, mint az egymás közötti különbség, ami megerősíti azt a feltételezést, hogy a két ország, sajátos ökológiai lábnyom szerkezetével egy jól körülhatárolt csoportot alkot.

⁷ Az itt bemutatott, az országos adatok egyszerű számtani átlagaként meghatározott „átlagos ökológiai lábnyom” és az első táblázatban ismertetett globális ökológiai lábnyom nagysága és szerkezete között módszertani okok miatt kisebb különbségek vannak.

A 6. táblázatban bemutatott, 4. klaszterbe tartozó országok (Ausztrália, Mauritánia és Bolívia) legelő lábnyoma is kiemelkedően nagy, extrém outliernek tekinthető a 3. ábra alapján.

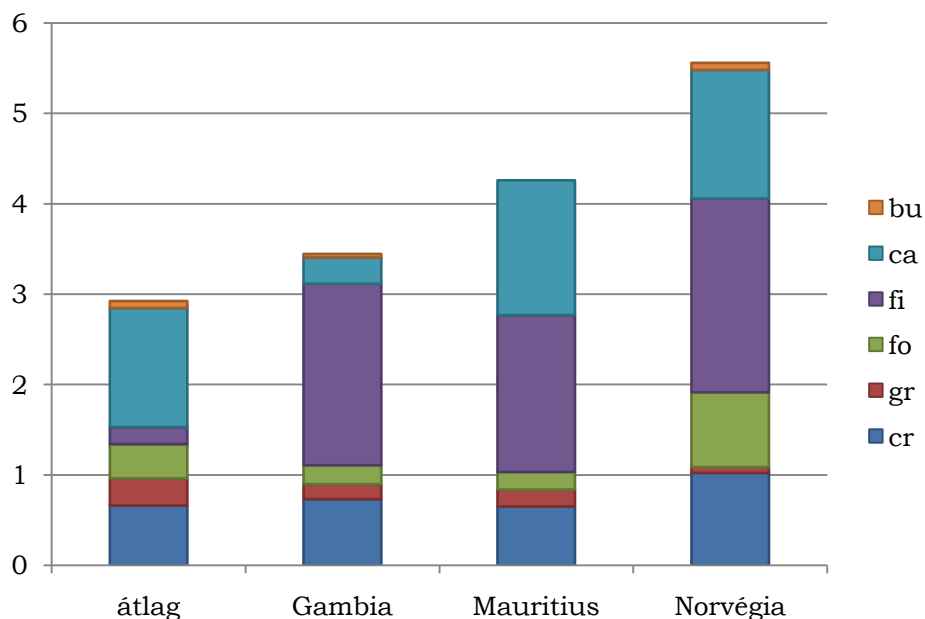
3. ábra: Legelő lábnyom boxplot diagramja



Forrás: SPSS20 Output

A klaszteranalízis során kialakult állandó és homogén tulajdonságokat mutató csoport, a tagjainak különbözősége miatt érdekes. A földrajzilag, kulturálisan és gazdaságilag is rendkívül eltérő jellemzőkkel rendelkező Gambia, Mauritius és Norvégia közös pontja halászati lábnyomuk nagysága saját lábnyomuknak 38-58%-a (4. ábra). A három ország ökológiai lábnyomának struktúráját vizsgálva azt tapasztaltuk, hogy a legjelentősebb hasonlóság Mauritius és Norvégia ökológiai lábnyomának szerkezetében figyelhető meg. Az 7. táblázat oszlopait vizsgálva látható, hogy a legnagyobb struktúravektor érték – vagyis a legjelentősebb különbség – minden esetben az átlagos lábnyom és az egyes országok ökológiai lábnyomának összehasonlításánál található. Ez azt mutatja, hogy a klaszter országainak az átlagos szerkezettől való eltérése minden esetben nagyobb, mint a klaszteren belüli különbség, ami megerősíti azt a feltételezést, hogy itt egy jól körülhatárolt csoportról beszélhetünk.

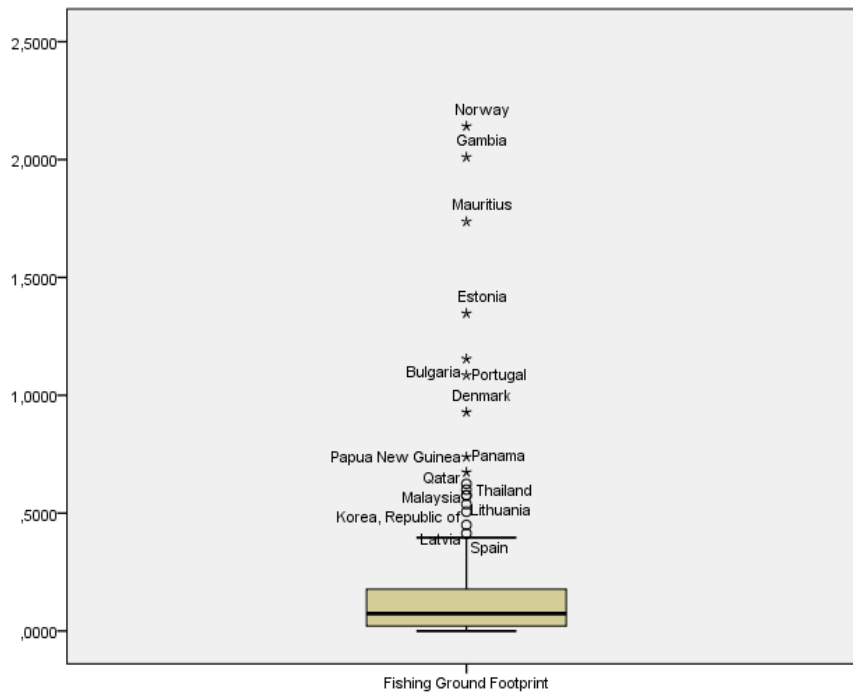
4. ábra: Ökológiai lábnyom szerkezete



Forrás: GFN adatbázis alapján saját szerkesztés

Gambia, Mauritius és Norvégia halászati ökológiai lábnyoma a világtátlag 9-11-szerese és extrém outliernek minősül a 2. ábra alapján.

2. ábra: Halászati lábnyom boxplot diagramja



Forrás: SPSS20 OUTPUT tábla

IV. Következtetés

Az országok többségére – 150-ből 112 országra – az átlag körüli értékek jellemzőek, vagyis az átlagos ökológiai lábnyom szerkezetéből jól következtethetünk az egyes országok ökológiai lábnyomának struktúrájára. Vannak azonban jól körülhatárolt, bár kis tagszámú csoportok, amelyekre az átlagostól jelentősen eltérő szerkezet jellemző.

Így szükségnek érezzük, hogy az általános használat előtt a mutató átessen egy statisztikai és egy szakmai szűrésen. Ennek indoklása pedig jól látszik Norvégia-Gambia- Mauritius példáján, ahol is e három ország egy klasztert alkot, holott földrajzilag, kulturálisan és gazdaságilag is rendkívül eltérő országokról van szó.

Irodalomjegyzék

- Bagliani M. , DaVilla E., Gattolin M. , Nicolucci V.; Patterson T., Tiezzi E. (2004): The ecological footprint analysis for the Province of Venice and the relevance of tourism Marchettini N.; Brebbia C.A.; Tiezzi E.; Wadhwa L.C.: The Sustainable City III. Urban Regeneration and Sustainability WIT PressSouthampton, Boston p:123-131.
- Ewing B., Reed A.; Galli A; Kitzes J.; Wackernagel M. (2010): Calculation methodology for the National Footprint Accounts, 2010 Edition, Global Footprint Network http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/National_Footprint_Accounts_Method_Paper_2010.pdf
- Hu D.; Li F.; Wang B., Lef K; Cao A.; Wang Z.; Yin-Hua L. (2008): An effect analysis of changes in the composition of the water ecological footprint in Jiangyin City, China International Journal of Sustainable Development and World Ecology15 p: (211-221)
- Kerékgyártó Gy.- Mundruczó Gy.(2000):Statisztikai módszerek a gazdasági elemzésben Aula p: 48-50. 63-64.
- Kitzes J.; Galli A.; Rizk S.; Reed; Wackernagel M. (2008): Guidebook to the National Footprint Accounts 2008 Edition , Global Footprint Network http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/National_Footprint_Accounts_Method_Paper_2010.pdf
- Kitzes J., Galli A., Bagliani M., Barrett J., Dige G, Ede S., Erb K., Giljum S., Haberl H., Hails C., Jolia-Ferrier L., Jungwirth S., Lenzen M., Lewis K., Lohn J., Marchettini N, Messingero H., Milne K., Moles R., Monfreda C., Moran D., Nakano K., Pyhälä A., Rees W, Simmons C., Wackernagel M., Wada Y., Walsh C., Wiedmann T. (2009): A research agenda for improving national Ecological footprint accounts in Ecological Economics 68 p:(1991-2007)
- McDonald G. W.; Patterson M. G. (2004): Ecological Footprints and interdependencies of New Zealand regions (analysis) in Ecological Economics 50 p: (49-67)
- Sajtos L.- Mitev A. (2007): SPSS kutatási és adatelemzési kézikönyv Alinea Kiadó Budapest

- Stiglitz J.; Sen A.; Fitoussi J.-P. (2009): Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress
http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf
- van den Bergh JCM. J. ; Verbruggen H. (1999) Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the ecological footprint in *Ecological Economics* 29 p: (61–72)
- Wackernagel, M., Rees, W.E. (1996): *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Philadelphia.
- York R., Rosa E. A., Dietz T. (2004): The Ecological Footprint Intensity of National Economies *Journal of Industrial Ecology* Volume 8, Issue 4, p: (139–154)
- Alessandro Galli, Justin Kitzes, Valentina Niccolucci, Mathis Wackernagel (2011): *Assessing the global environmental consequences of economic growth through the Ecological Footprint: A focus on China and India* (6. oldal) 2012.04.03.