

Gyarmati László¹²

Mit üzen egy egyetemi központi épület karbonlábnyoma a menedzsmentnek?

Tanulmányunkban azt vizsgáljuk, hogy egy kiemelt jelentőségű felsőoktatási intézmény – amely tanulási, oktatási, találkozási, konferencia- és szolgáltatási térként is funkcionál – milyen karbonterhelési jellegzetességeket mutat és milyen kulcsfontosságú tanulságok vonhatók le a menedzsment számára, ha a kapott eredményeket referenciaként kívánják alkalmazni a fenntarthatósági stratégia kialakítása során. megállapítottuk, hogy az intézmény környezeti terhelésének közel felét az energiahordozók felhasználása adja és kicsivel több, mint felét az ellátási láncához kötődő beszerzések. A kapott eredmények alapján az energiahordozók felhasználásának redukálása és az infrastruktúra használók alternatív utazási módjainak ösztönzése járulhat hozzá jelentősen a karbonlábnyom csökkentéséhez.

Kulcsszavak, szén-dioxid kibocsátás, karbonlábnyom, felsőoktatási intézmény, fenntarthatóság menedzsment, Bilan Carbone

JEL-kód: Q56

What does the carbon footprint of a central university building say to management?

This paper examines the carbon footprint of a multifunctional central university building, the József Attila Study and Information Centre (SZTE TIK). The aim is to identify key sources of environmental impact and propose recommendations for institutional strategy development. The study uses the Bilan Carbone calculator to analyze one full year of operational data, including direct emissions, purchased energy, and commuting habits of staff and visitors, assessed via survey. The results are compared with international benchmarks from other higher education institutions. Findings reveal that nearly 50% of the carbon footprint derives from energy use, while procurement-related emissions slightly exceed this. Although staff car use generates more CO₂ per capita than student travel, the student population contributes a much larger aggregate impact due to scale. Visitor commuting alone accounts for 95% of total travel emissions. Compared to similar institutions, SZTE TIK shows higher carbon intensity, potentially due to broader data scope or more energy-intensive operations. The study emphasizes targeting fossil fuel and electricity consumption as high-impact mitigation areas.

Our results suggest that the resources available to reduce carbon emissions should be used to reduce fossil fuel use and electricity consumption. In terms of environmental pressures from student commuting, it is essential to encourage the spread of sustainable mobility options and to support university communities that promote sustainable practices.

Keywords, carbon dioxide emission, carbon footprint, higher education institution, sustainability management, Bilan Carbon

JEL-code: Q56

<https://doi.org/10.32976/stratfuz.2025.26>

Bevezető

Az emberi tevékenységekből származó környezeti terhelés kezelésére számos intézkedés, deklaráció jött létre. A 2015-ös Párizsi Megállapodás célja (az üvegházhatást okozó gázok csökkentésével), hogy a világszintű átlaghőmérséklet emelkedést 2 Celsius fok alatt tartsa az

¹² Tudományos segédmunkatárs, Szegedi Tudományegyetem Gazdaságtudományi Kar, Közgazdaságtani és

Gazdaságfejlesztési Intézet, gyarmati.laszlo@szte.hu

Junior Research Fellow, University of Szeged, Faculty of Economics and Business Administration, Institute of Economics and Economic Development

gyarmati.laszlo@szte.hu

iparosodás előtti időszakhoz viszonyítva (UN 2015). A megállapodást 196 ország fogadta el, amelynek értelmében az éves maximális üvegházhatású gázkibocsátást 2025-re kell elérni, amelyet 2030-ra 43%-kal kell mérsékelni. Az átlaghőmérséklet emelkedés aktuális státuszát az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület által rendszeresen közzétett jelentések mutatják be. A testület több száz tudóst és szakértőt fog össze világszerte, és a jelentéseit minden ENSZ-tagállam közösen hagyja jóvá, biztosítva ezzel a tudományos konszenzust (IPCC).

A környezeti terhelés csökkentését előíró irányelvek és megállapodások keretében az épített infrastruktúra terhelése azért jelentős, mert az energiafogyasztás 40%-áért, és az üvegházhatást okozó gázok (ÜHG) kibocsátásának 1/3-áért az épületek felelősek (UNEP 2009). Ez az arány kiemelt felelősséget jelent az épített környezet tervezői, és az épületek üzemeltetői számára is. A világszintű kötelezettség egyre szélesebb körben ír elő környezeti terhelés monitoring rendszereket és csökkentési politikák alkalmazását, emellett a kötelezetteken túl egyre több szervezet vállal transzparens adatközlést és önkéntes csökkentési intézkedéseket.

Menedzsment oldalról számos indikátor értékét mérjük a hatékonyság meghatározására, vagy a kitűzött stratégiai célok elérésének ellenőrzéséhez. Elemezhetjük a *pénzügyi mutatókat* (profit, megtérülés, haszonkulcs stb.), a *fogyasztói elégedettséget* (vélemények értékelése, panaszok száma, hűség mértéke stb.), az *értékesítési adatokat* (piaci részesedés, márkavérték, szállítási pontosság stb.), a *munkavállalói tényezőket* (elégedettség, elkötelezettség, bevétel munkavállalóként stb.) vagy a *környezeti hatásokat* (karbon-lábnyom, újrahasznosítás mértéke, energiafelhasználás stb.) (Marr 2012).

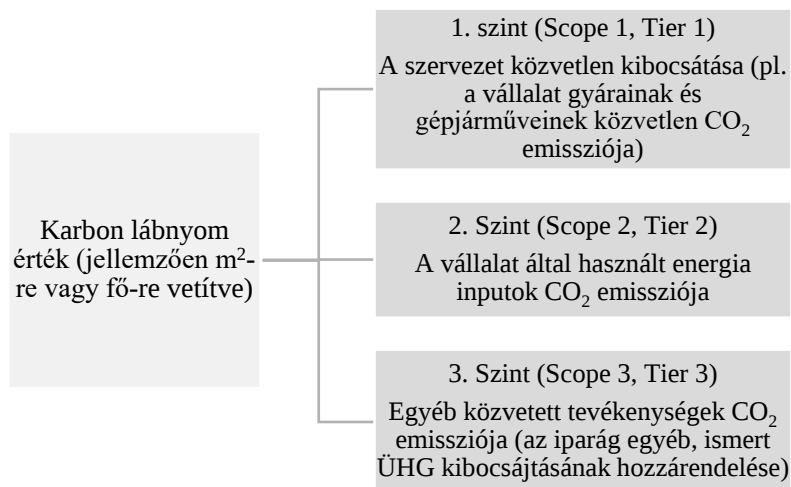
A rengeteg kidolgozott és már alkalmazott KPI (key performance indicator) eszköztára tehát lehet egzakt mérési eredmény (fő, kg, m³, kwh, db, Ft stb.) és elvont fogalom számszerűsítése (elégedettség foka, újra vásárlás valószínűsége, lojalitás mértéke stb.). Ahogy a környezeti terhelés mérésér a KPI eszköztárává vált, előtérbe került eszköz a karbonlábnyom értékek kalkulációja és közzététele.

Tanulmányunkban arra keressük a választ, hogy egy kiemelt jelentőségű, központi szerepet betöltő felsőoktatási intézmény milyen karbonterhelési jellegzetességeket mutat. Továbbá, milyen kulcsfontosságú tanulságok vonhatók le a menedzsment számára, ha a karbonterhelési eredményeket referenciaként kívánják alkalmazni a fenntarthatósági stratégia és döntéshozatal során.

A kérdés megválaszolásához egyéves üzemeltetési adatokat és kérdőíves módszerrel felmért közlekedési szokásokat elemeztünk a Bilan Carbone kalkulátorral. Az eredményeket összevetettük egyéb, felsőoktatási intézmények nemzetközi eredményeivel, javaslatokat fogalmaztunk meg a menedzsment számára és kitérünk az adatok értelmezésének korlátjaira.

Elméleti háttér

A karbonlábnyom definíciók az 1990-es évek közepén jelentek meg azzal a céllal, hogy az emberi tevékenység környezeti terhelését mérik a légkörbe juttatott szén-dioxid számszerűsítésével (Wackernagel és Rees 1996). A 90-es éveket követően a karbonlábnyom definíciók bővültek egyéb, üvegházhatást okozó gázokkal, többek között köszönhetően a Kiotói jegyzőkönyvben (UN 1998) megjelenő hat üvegházhatást okozó gáz CO₂ egyenértékesítő meghatározásának hozzárendelésével. A tanulmányban használt karbonlábnyom fogalom alatt a szervezet üvegházhatást okozó gáz kibocsátásának CO₂-egyenértékben történő meghatározását értjük, amely három fő területet összegez: közvetlen ÜHG kibocsátás, vásárolt energia felhasználása és egyéb közvetett kibocsátások összegzése (Harangozó et al. 2016). Ezeket a különböző szinteket az 1. ábra szemlélteti: Az 1. szint a közvetlenül a tevékenységhez kötődő kibocsátás helyi mértékét jelenti (helyszínen elégetett energiahordozók). A 2. szint a szervezet vásárolt, vagy átvett energiahordozóinak (legtöbbször villamos energia) előállításához kötődő kibocsátást jelöli, a 3. szint pedig további egyéb közvetett tevékenységek (dolgozók utazása, anyagfelhasználások, szolgáltatások, stb.) környezeti terhelését számszerűsíti.



1. ábra: Karbon kibocsátási szintek

Figure 1. Carbon emission scopes

Forrás: Matthews et al. 2008. alapján saját szerkesztés

A következő definíciós szintet az életciklus értékelés (Life-cycle assessment) elterjedése jelentette, ahol már folyamatok és termékek életútjához rendelték karbonlábnyomot (Wiedmann és Minx 2007). Napjainkra a karbon-lábnyom egyenértékesítések egyaránt használatosak kontinensek, országok, régiók, települések, vállalatok (épületek), termékek és egyének környezeti terhelését kalkuláló módszerként is (Szigeti et al. 2019).

A környezeti terhelés indikátorainak elterjedésével a karbonlábnyom számítások beépültek számos vállalati eszköztárba is (CSR jelentések, fenntartható beszállítói láncok, ENSZ fenntarthatósági cél-megfelelések, ESG jelentések, stb.). A definíciók kiterjesztésével viszont fókuszba kerültek a rendszerhatárok meghatározásának nehézségei, és az eredmények összehasonlíthatóságának problematikái (Matthews et al. 2008; Downie és Stubbs 2012; Parendes-Canencio et al. 2024). Egy ilyen problémára mutatott rá Iduntun és munkatársai: miközben a különböző felsőoktatási intézményeknél egyre nagyobb igény mutatkozik a karbonlábnyom mérésére, a tanulmányokban nem találhatók konzekvens tudományos definíciók a karbonlábnyom fogalmára, illetve egységes módszertanok annak kiszámítására vonatkozóan (Iduntun et al. 2021). Az ellentmondások vizsgálata érdekében Harangozó és Szigeti már 2017-ben tesztelte az online karbonlábnyom kalkulátorokat érvényességét (ugyanazokat a tevékenységeket mérik?) és megbízhatóságát (ugyanazt az eredményt adják?). Kutatásukban az érvényességet részben meg tudták erősíteni, viszont a megbízhatóságra alacsony értéket kaptak. Összeségében tehát az egyszerűbb internetes kalkulátorok nem tűnnek alkalmasnak a különböző vállalatok közötti, vagy a külső referenciaértékekkel való összehasonlításra (Harangozó és Szigeti 2017).

Épületek karbonterhelése

Ahogy a bevezetőben is említettük, az épített környezet jelentős környezeti terhelést okoz. Az épületek karbonterhelésének értékelése alapulhat életciklus-értékelésen (LCA) és

karbonemissziós standardokon (pl. PAS 2050, ISO/TS 14067, GHG Protocol, EN 15804). Az LCA módszerek gyakran bölcsőtől-bölcsőig szemléletet alkalmaznak, lefedve a nyersanyagok kinyeréstől a bontás utáni újrahasznosításig terjedő folyamatokat, és kombinálhatnak input-output és hibrid modelleket.

A fenti módszerekkel kapcsolatban az egyik legfőbb kritika, hogy nincs egységes, nemzetközileg elfogadott módszertan az új és meglévő épületek ÜHG-kibocsátásának mérésére, összehasonlítására. és az emissziócsökkentő beavatkozások igazolására. (Fenner et al. 2018). Emellett a kapott CO₂ egyenértékek vetítési alapja is eltérő lehet: épület alapterülete (Fenner et al. 2018), hallgatói dolgozó létszám (Lo-lanoco et al. 2018), napi kibocsátás (Li és Jia 2022), vagy akár valamilyen pénznem is lehet vonatkoztatás egység (Alvarez et al. 2014). Tehát a különböző karbon-kalkulációk összehasonlíthatóságának kihívásait leggyakrabban az eltérő vetítési alapok, a más-más adatfelvételi időszakok és a 3-as szint változatos adatpontjai adják. Ez kiemelve Valls-Val és Bovea (2021) 84. felsőoktatási intézmény karbonterheléséről szóló szisztematikus cikkelemzésében normalizálta a kalkulációs adatokat és az 1. táblázat szerinti átlagokat határozta meg. A cikkírók hangsúlyozzák, hogy az adatok széles tartományban mutatnak és felsőoktatási intézmények szektorán belül egyensúlyhiány van, mivel csak kevés szervezetnek van világos ismerete a működésükből eredő üvegházhatásúgáz-kibocsátási profiljukról. Emellett meglehetősen nehézkes a csökkentési célok teljesítése.

1. táblázat: Normalizált karbonlábnyom értékek

Table 1. Normalized carbon footprint values

Normalizált Karbonlábnyom értékek	Áttekintett cikkek alapján	
	Áttekintett cikkek %-os aránya, amelyek tartalmaztak adatot a normalizált érték meghatározásához	Átlag (terjedelem) tCO _{2e} /kritérium
Tanulók	77	2.67 (0,06-10.84) tCO _{2e} /tanuló
Alkalmazottak	57	11.73 (0,56-27.15) tCO _{2e} /alkalmazott
Személyek (tanulók és alkalmazottak)	66	2.14 (0,14-7.50) tCO _{2e} /személy
Terület	43	0.13 (0,02-0.35) tCO _{2e} /m ²

Forrás: Valls-Val és Bovea (2021)

Az átlagértékek terjedelme alátámasztják Paredes-Canencio et al. (2024) javaslatát, miszerint a felsőoktatási szektor számára szükség van egy egységes, standardizált számítási módszerre a pontosabb eredmények és összehasonlítás érdekében.

A Bilan Carbone Karbonlábnyom kalkulátor

Az esetpélda feldolgozásához a Bilan carbone kalkulációt használtuk, amely egy nemzetközileg elfogadott módszertan a környezeti terhelés számszerűsítésére. A Bilan Carbone eljárást a Francia Környezetvédelmi és Energiagazdálkodási Ügynökség (ADEME) készítette el 2001-ben az üvegházhatású gázok számszerűsítésére. Az eljárás egyaránt alkalmas a verseny- és közszféra szervezeti és területi egységeinek karbon lábnyom feltérképezésére. A módszertan elfogadott az ISO 14054, az ÜHG protokoll és karbon semlegesítő projektek megfelelőségének nyomon követésére, és minden Kiotói Protokollban számszerűsített üvegházhatású gázt szerepeltet (Pelletier et al. 2014). A kalkulátor tíz adatbemeneti kategóriába rendezi a szükséges adatokat, feltünteteti az egyenértékesítési mérőszámokat és több metodika szerinti kalkulációs eredményt is bemutat (2. táblázat).

2. táblázat: Bilan Carbone karbon kalkulátor felépítése

Table 2. Structure of the Bilan Carbone carbon calculator

	kibocsátási kategóriák	Leírás
Adatbemeneti kategóriák	Energia	Fosszilis tüzelőanyagok és villamos energia
	Nem energia	Tevékenységek energiafelhasználás nélkül
	Bemenetek	Vásárolt anyagok, termékek és szolgáltatások
	Jövőbeli csomagolás	Csomagoláshoz vásárolt anyagok, termékek és szolgáltatások (csökkenti a CO2 értéket)
	Szállítás	Áruk szállítása
	Személyszállítás	Személyszállítás
	Közvetlen hulladék	A gazdálkodó egység által termelt hulladék
	Tőkejavak	A gazdálkodó egység által használt tartós fogyasztási cikkek gyártása
	Felhasználási szakaszok	Az értékesített vagy forgalmazott termék vagy szolgáltatás felhasználási szakaszai
	Az életciklus végén	Az értékesített vagy forgalmazott termékek életciklusának végét lezáró kezelés.
Hozzárendelések	Emissziós faktorok	A felhasznált kibocsátási tényezők listája
	Konvertáló eszközök	konvertáló eszközök
Eredmények	CO2e áttekintés	CO2-egyenértékben kifejezett eredmények
	GHG jegyzőkönyv	Az eredmények kinyerése az GHG Protocol jelentéshez
	ISO 14069	Az eredmények kinyerése az ISO/TR 14069:2013 szerinti jelentéstételhez
	Grafikonok	Grafikonok az eredményekkel CO2e-ben kifejezve

Forrás: Bilan Carbone kalkulátor kezdőoldala

Az eljárást számos szervezet környezeti terhelésének számszerűsítésére használják: a franciaországi Leclerc szupermarket ezzel a módszertannal tünteti fel a bevásárlások bizonylatain a fogyasztók által megvásárolt termékek előállításából származtatott karbon terhelés kalkulációt (Shaefer és Blanke 2014), Tran (2013) pedig egy teljes város ÜHG leltárjának meghatározásához használta a módszert. Zeljko és Ljubas (2020) országspecifikus emissziós egyenértékesítési faktorokkal aktualizálták a számítás módszertanát, és három szervezet karbonlábnyom kalkulációját készítették el (ügynökség, gyár, intézmény). A közölt eredményeknél a bizonytalansági hibahatárok 6,7-8,4 %-ig terjedtek, így meglehetősen pontos eredményeket kaptak a legszennyezőbb tevékenységek meghatározásához, és további kibocsátás-csökkentési stratégiák kialakításához.

Az esetpélda

A vizsgált intézmény, az SZTE József Attila Tanulmány és Információs Központ (SZTE TIK) öt funkciót lát el: tanulási, oktatási, találkozási, konferencia és szolgáltatási tér. A 25.000 m²-es központ 2004-ben került átadásra, az SZTE kari könyvtárainak integrációjával itt alakult meg a Klebelsberg Könyvtár. Az épület napi szinten 3.000-4.000 látogatót fogad, alkalmazotti száma átlagosan 180 fő, és éves szinten több mint 250 rendezvénynek ad helyszínt. Az intézmény egyaránt ötvözi egy felsőoktatási intézmény funkcióit (könyvtár, tanuló és közösségi területek, szolgáltató irodák, kávézó) és egy konferencia központ szolgáltatásait (konferenciák, workshop-ok, kiállítások, galavacsorák és bálak szervezése), ezért a környezeti terhelésének értékelése többféle aspektusból is értelmezhető, és vezetéstámogató lehet. A központ nyitott, multifunkcionális

jellege miatt kiemelt intézményként tekinthető a helyi közösség számára is, ezáltal az ott megvalósított jó gyakorlatok számos célcsoporthoz eljuthatnak.

Az esetpélda adatforrását 2020-ban lebonyolított, külső szakértői csapat bevonásával (KÖVET egyesület a fenntartható gazdálkodásért) véglegesített karbonlábnyom elemzés adta. Az együttműködés célja az épület működtetéséhez, a dolgozók és látogatók közlekedéséhez kapcsolódó környezeti terhelés szén-dioxid egyenértékesítésének meghatározása, és a kitöltők környezeti terheléshez kötődő attitűdjeinek a felmérése volt. Az adatfelvétel dokumentációelemzéséből és online kitölthető kérdőív feldolgozásából állt. A Bilan Carbone metodikája szerint három szinten valósultak meg az adatfelvételek (3. táblázat).

3. táblázat: Karbon terhelés meghatározásához használt felmérési területek

Table 3. Assessment areas used to determine carbon emission

Felmérési terület	Adatrögzítési kategóriák (éves adatok)	Kibocsátás típusa
Közvetlen kibocsátás (scope 1)	Földgázfogyasztás	Közvetlen kibocsátás
	Diesel aggregátor üzemelése	
	Flottajármű üzemanyag fogyasztása (TIK-re vetített hányad)	
Energia felhasználás (scope 2)	Hálózati villamosenergia-fogyasztás	Származtatott kibocsátás
	Megújuló energiaforrásból fedezett villamosenergia-fogyasztás	
Ellátási lánc (scope 3)	<i>Bemeneti anyagok</i> Vásárolt áruk: Személyi higiéniai termékek (papír kéztörölő, folyékony szappan) Vásárolt szolgáltatások: postaköltségek, előfizetési díjak, műszaki és felügyeleti díjak, határozott idejű foglalkoztatás (üzemeltetés), takarítás, nyomtatás és fénymásolás, catering, biztosítás, továbbképzés, IT szolgáltatások, besorolás nélküli költségek	
	<i>Beszerzési javak</i> Laptopok, monitorok, nyomtatók	
	<i>Telephelyen keletkező hulladék</i> Hulladéklerakóra kerülő kommunális hulladék, komposztált hulladék, újrahasznosított papír-, műanyag- és fémhulladék, egyéb újrahasznosítás, veszélyes hulladékok ártalmatlanítása és tárolása, keletkezett hulladékhhoz kötődő elszállítás	
	<i>Üzleti utazás</i> Nem céges autóval Vonattal Repülővel	
	<i>Munkavállalók, látogatók helyi és távolsági közlekedései</i> Diesel autóval, benzines autóval, telekocsival, busszal, trolibuszal, motorral, kerékpárral, gyalog, LPG üzemű személyautóval, hibrid autóval, villamos autóval, rollerrel	

Forrás: saját szerkesztés

A táblázatban szereplő adatfelvételi pontokhoz az intézmény üzemeltetéséhez kapcsolódó közvetlen és származtatott kibocsátási értékek kerültek, továbbá azok az ellátási láncához kötődő elemek, amelyek az épület működéséhez elengedhetetlenek. A közvetlen kibocsátásnál listáztuk

a lokális emissziót eredményező tevékenységeket, az energiafelhasználáshoz a vásárolt, és helyben előállított villamosenergia került, az ellátási lánc elemeinél pedig az igénybe vett szolgáltatások és megvásárolt áruk üzemeltetés-releváns adatait gyűjtöttük össze.

Kutatási eredmények

Kutatásunkban az operatív működtetés, a dolgozói és a látogatói közlekedés szintjén jelennek meg a karbonlábnyom kalkulációk. Az adatok összegzése és Bilan Carbone adatgyűjtőjébe helyezését követően, a rendszer tevékenységenként hozzárendelte a szén-dioxid egyenértékeket, amit a 4. táblázat tüntettünk fel.

4. táblázat: Karbonlábnyom eredmények

Table 4. Carbon footprint results

SZTE TIK üzemeltetés és hallgatói közlekedés karbon lábnyoma a 2019-es évre		
TIK üzemeltetés	tonna CO ₂ -eq	%
Energia	2556	48
Bemeneti anyagok	1465	28
Áruszállítás	1	0
Közlekedés	114	2
Direkt hulladék	164	3
Tőkejavak	2	0
Munkavállalók munkába járása	1016	19
összesen	5318	100
Látogatók közlekedése		
Látogatók (távolsági közlekedés) 95%	112800	95
Látogatók (helyi közlekedés) 5%	5365	5
összesen	118165	100

Forrás: saját szerkesztés

Az adatokból látható, hogy a vizsgált intézmény környezeti terhelésének közel felét az energiahordozók felhasználása adja (közvetlen kibocsátás és energia felhasználás; scope 1-2) és kicsivel több, mint felét az ellátási láncához kötődő beszerzések. Ha a dolgozók munkába járását kivesszük az ellátási lánc kategóriájából (rendszerhatárok átstrukturálása), akkor az energiahordozók környezeti terhelésének aránya 59%-ra növekedik.

Az 1. táblázat mintájára elvégeztük a hallgatókra és munkatársakra eső környezeti terhelés értékek meghatározását is. A 180 munkavállalóra jutó közvetlen és származtatott környezeti terhelés 23,9 tCO₂-eq/munkatárs értékre adódik. Az 1. táblázat normalizált eredményeivel összehasonlítva megállapítható, hogy nem sokkal a maximum érték (27.15 tCO₂-eq/alkalmazott) alatti az egy dolgozó környezeti terhelésére jutó érték. Ha az intézmény környezeti terhelését m²-re vetítve határozzuk meg, a kapott érték (0,21 tCO₂-eq/m²) 62%-al magasabb az 3. táblázat normalizált érténél, de szintén alacsonyabb a maximum értékénél.

A dolgozók és látogatók napi ingázása

A dolgozók és látogatók közlekedési szokásainak vizsgálatára kérdőíves adatfelvétel történt, amelyben 1754 fő vett részt (köztük 407 egyetemi dolgozó és 1347 látogató). Az adatfelvétel az utazási módok mellett az étkezés, hulladékkezelés és környezettudatosság területeit is lefedte.

A munkavállalók munkába járásánál külön elemeztük azon dolgozók közlekedési szokásait, akik naponta járnak az SZTE TIK-be, és ehhez saját gépjárművet használnak. A naponta ingázó, mintában szereplő dolgozók belső égésű gépjárművel megtett kilométereiből származó éves környezeti terhelést az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat: A mintába került napi ingázók személygépjármű használatának környezeti terhelése.

Table 5. Environmental load of daily car use by sampled commuters.

Naponta ingázó dolgozók személygépjármű - éves környezeti terhelés (n=49)		
Gépjármű típus	Megtett km	tonna CO ₂ -eq
Benzin	49520	12,8
Diesel	10000	2,5
LPG	700	0,2
Hibrid	150	0,02
összesen	60370	15,52
	1 főre jutó kibocsátás	0,32

Forrás: saját szerkesztés

Mivel a kitöltők 52%-a nyilatkozta, hogy naponta ingázik, így azzal a feltételezéssel éltünk, hogy ez az arány igaz az állományra (180 fő). Ha a 180 fő 52%-a ingázik naponta a munkahelyére, és felszorozzuk a minta szerinti 1 főre jutó kibocsátási értékkel, a napi ingázásra összesen 29,95 tonna CO₂-eq értéket kapunk. Ez az állományi közlekedéshez tartozó kibocsátás 2,9%-a.

Az épületet naponta látogatók belső égésű gépjármű használatát is megvizsgáltuk külön, itt a várakozásunknak megfelelően egy rendkívül alacsony számot kaptunk (6. táblázat), feltehetően a látogatók demográfiai összetételének köszönhetően (a mintában szereplő látogatók 99%-a hallgató volt).

6. táblázat: A mintába került naponta bejáró látogatók személygépjármű környezeti terhelése

Table 6. Environmental load of daily car use by sampled visitors

Naponta bejáró látogatók személygépjármű - éves környezeti terhelése (N=182)		
Gépjármű típus	Megtett km	tonna CO ₂ -eq
Benzin	3274	0,8
Diesel	3802	0,9
LPG	528	0,1
Hibrid	0	0
összesen	7604	1,8
	1 főre jutó kibocsátás	0,01

Forrás: saját szerkesztés

Mivel a kitöltők 14%-a nyilatkozta, hogy naponta ingázik, így szintén azzal a feltételezéssel éltünk, hogy ez az arány igaz az állományra (20813 fő). Ha a 20813 fő 14%-a ingázik naponta az SZTE TIK-hez, és felszorozzuk a minta szerinti 1 főre jutó kibocsátási értékkel, a napi ingázásra összesen éves szinten 29,14 tonna CO₂-eq összeget kapunk. Ez az állományi, városi belüli közlekedéshez tartozó kibocsátás 0,5%-a.

Következtetések a napi ingázók környezeti terhelése kapcsán

Mindkét csoportot megvizsgálva láthatjuk, hogy a teljes környezeti terhelés összetételén belül 3% alatti a napi ingázók személygépjármű használatából fakadó környezeti terhelés. Ez egy alacsony arálynak mondható, viszont ha a természetes értékeket hasonlítjuk össze látható, hogy a naponta bejáró dolgozók napi autóhasználatából fakadó szén-dioxid kibocsátása 0,81 tonna CO₂-eq-sel meghaladja a naponta bejáró látogatók autóhasználatából fakadó szén-dioxid kibocsátását. A feltűnő különbség az összesség nagysága: míg a dolgozók esetében 94 fő produkálja ezt a kibocsátási értéket, a látogatók esetében 2914 fő közlekedéséből származik a kibocsátás.

Az adatok értékelése

Az adatok elemzéséből megállapítottuk, hogy az SZTE TIK környezeti terhelésének közel felét az energiahordozók felhasználása adja és kicsivel több, mint felét az ellátási láncba kötődő beszerzések.

A szakirodalomból hozott intézmények környezeti terhelésénél magasabb környezeti terhelést mértünk a vizsgált intézmény esetében. Az eltérés hátterében akár a felmérési folyamatok eltérése, akár a ténylegesen ennyivel környezetterhelőbb működés is állhat. A módszerek közös eleme, hogy minél szélesebb adatfelvételi halmazt határozzunk meg a CO₂ egyenértékesítéshez, annál magasabb lesz a vetítési egységre jutó érték. Az intézmények összehasonlítása csak a teljesen azonos adatfelvételi módszerekkel valósulhat meg.

A publikációban a számszerűsített környezeti terhelésre hozott példák vetítési alapja vagy m², vagy fő volt. Láthattuk, hogy bármelyik vetítési alapot választjuk, jelentős eltérések és szóródások jelenhetnek meg a kalkulációkban. Ez viszont nem feltétlen csak a technológiai paraméterek következménye lehet. Egy épület belső kialakítása; a bejárható négyzetméterek számának aránya, viszonyítva a légköbméterhez számos eltéréseket mutathat (tágas terek, vs. szűkös folyosók). Tehát a nagy, nyitott területekkel rendelkező intézmények környezeti terhelésének négyzetméterre vetítése lényegesen magasabb értéket eredményezhet, mint az alapterületben hasonló, de sűrűbb belső infrastruktúrával rendelkező épületek.

Összefoglalás

A tanulmányban bemutatott esetpélda az SZTE József Attila Tanulmányi és Információs Központ éves karbon terhelésének meghatározásához kötődő tapasztalatokat gyűjtötte össze. A Bilan Carbone eljárás módszerével azonosítottuk az üzemeltetéshez kapcsolódó éves közvetlen és származtatott kibocsátásokat. Emellett vizsgáltunk dolgozó és látogatói közlekedéshez kötődő közvetlen környezeti terhelést.

Paredes-Canencio et al. (2024) kiemelték, hogy a felsőoktatási intézmény szénlábnomának legnagyobb részét a közvetett kibocsátás (nevezetesen az oktatási közösség közlekedési kibocsátása) teszi ki, de számos publikálás nem veszi figyelembe ezeket a tényezőket. Megemlítették azt is, hogy a felsőoktatási intézmények számára a jobb jelentéstételi eredmények és az összehasonlíthatóság érdekében szükséges lenne egy konkrét szénlábnom-iránymutatás. Ez a megállapítás megegyezik a Tanulmányi és Információs Központ szénlábnomának eredményével, ahol a diákok ingázása felelős az intézményhez kapcsolódó szénlábnom 95%-áért.

Amennyiben a látogatói közlekedést rendszerhatáron kívül kezeljük, a karbon terhelés közel felét az intézmény közvetlen és közvetett energiafelhasználása (scope 1-es és 2-es szint) adta. Ez az eredmény azt sugallja, hogy a közvetlen és közvetett szén-dioxid kibocsátás csökkentésére rendelkezésre álló erőforrásokat érdemes fosszilis energiahordozók használatának és az áramfogyasztásnak a mérséklésére fordítani, mert az intézményi menedzsment beavatkozása ezeken a területeken tudja legnagyobb arányban csökkenteni a környezeti terhelést. Ennek

megfelelően az energiahatékonysági intézkedések időbeli optimalizálása segíthet a fogyasztás csökkentésében.

Az intézmény környezeti terhelésének számszerűsítése során fontos leszögeznünk továbbá, hogy a kapott értékek minimum értékek, hiszen a rendszerhatárok meghúzása szükségessé teszi, hogy bizonyos faktorok környezeti terhelését ne vegyük bele a számítás módszertanába. A rendszerhatárok megválasztásának tudatossága kiemelkedően fontos, ha idősoros adatok, vagy más intézmények környezeti terhelésének összehasonlító elemzését kívánjuk elvégezni. A vetítési alapok (fő, m², Euró, stb.) és vonatkozó időszakok (év, nap, egyetemi szemeszter, stb.) eltérései a tanulmányokban (egyelőre) mind a transzparenciát csökkentik egy mindenki élete számára hatással bíró jelenség vizsgálatánál.

Gyakorlati javaslatok

Eredményeink megerősítik azt a nemzetközi trendet, hogy a felsőoktatási intézmények karbonlábnyoma jelentős mértékben függ a közvetett kibocsátásoktól, így a fenntarthatósági stratégiák kialakításánál elengedhetetlen a tágabb rendszerhatárok figyelembevétele. A tanulmány egyúttal rámutat arra is, hogy az intézményi karbonlábnyom csökkentése nem kizárólag műszaki vagy pénzügyi kérdés, hanem menedzsmenti szemléletváltást is igényel. Az adatok alapján egy jól kidolgozott fenntarthatósági akcióterv jelentős környezeti és gazdasági előnyöket eredményezhet.

Nagy Szabolcs és munkatársai (2024) a megújuló energiaforrások használatával kapcsolatos felhasználói magatartások elemzésének során rámutattak, hogy célszerű az ezen technológiát népszerűsítő kampányok során a technológia használóinak társadalmi elfogadottságát, a környezetre gyakorolt pozitív hatást és az energiafüggőség mérséklését hangsúlyozni. Erre azért is kiemelt szükség van, mivel egyelőre a hallgatók által érzékelt fenntarthatóság legfontosabb elemének a szelektív hulladékgyűjtés bizonyult (Nagy 2023). Mivel az SZTE TIK kettő fajta megújuló energiaforrást (napelem és hőszivattyú) használ, ezért ez a stratégia könnyen adaptálható. Jakopánecz és munkatársai (2023) tanulmányuk szerint számos környezettudatos cselekedet már a mainstream része, a kevésbé elterjedt cselekvések esetében a mély elköteleződés és az aktív magatartás igénye a jelenthet akadályt. Az egyetem (és a TIK) szellemiségéből fakadóan lehetőséget hordoz a mélyebb elköteleződéssel rendelkező egyének közvetlen elérésére, így ritkábban alkalmazott példák is használhatóak a környezeti terhelés csökkentésére. A környezettudatos tevékenységek és azokhoz kapcsolódó kommunikáció ráadásul a munkavállalói elégedettség növekedéséhez is hozzájárulhat, így kettős szinten javíthat a vezetői KPI értékeken (Hubert 2023).

A dolgozói és látogatói közlekedésből származó terhelés (több mint 95%) csökkentése érdekében kiemelten fontos lehet olyan közlekedési stratégiák kidolgozása (pl. kerékpár- és e-roller kölcsönzők bővítése, közösségi közlekedés széleskörű támogatása, stb.), amelyek támogatják a fenntartható közlekedést. Ezek a megoldások nemcsak a szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez járulhatnak hozzá, hanem az intézményi fenntarthatósági jelentésekben is pozitív változásokat eredményezhetnek.

A fenntarthatóbb életmódnak része a környezeti terhelés csökkentése. Neulinger és munkatársai egy részvételi kutatás keretében (ökoklub) rámutattak arra, hogy a közösségnek milyen kiemelkedő szerepe van a fenntartható életmód kialakításában (2023). Mivel az SZTE-n több közösség is foglalkozik a környezeti terhelés kérdéskörével, az intézmény kiváló helyszíne lehet a közösségi élet megszervezésének és támogatásának.

A publikációban bemutatott adatok egy pillanatfelvételnként tekinthetők és megfelelő bázisai lehetnek szénlábnyom csökkentési stratégia megvalósításának utókövetésére. Ehhez viszont elengedhetetlen, hogy az adatfelvételi módszertan változatlan maradjon, és ha a metodikában használt szénlábnyom egyenértékesítési faktorok változnak, akkor annak a végeredményre gyakorolt hatása egyértelműen jelenjen meg a kalkuláció végén.

Irodalomjegyzék

- ALVAREZ, S., BLANQUER, M., & RUBIO, A. (2014). Carbon footprint using the compound method based on financial accounts: The case of the School of Forestry Engineering, Technical University of Madrid. *Journal of Cleaner Production*, 66, 224-232. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.050>
- DOWNIE, J., & STUBBS, W. (2012). Corporate carbon strategies and greenhouse gas emission assessments: The implications of Scope 3 emission factor selection. *Business Strategy and the Environment*, 21(6), 412-422. <https://doi.org/10.1002/bse.1734>
- FENNER, A. E., KIBERT, C. J., WOO, J., MORQUE, S., RAKENARI, M., HAKIM, H., & LU, X. (2018). The carbon footprint of buildings: A review of methodologies and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 1142-1152. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.07.012>
- HARANGOZÓ, G., SZÉCHY, A. ZS., & ZILAHY, GY. (2016). A fenntarthatósági lábnyom-megközelítések szerepe a vállalatok fenntarthatósági szempontú teljesítményértékelésben. *Vezetéstudomány*, 47(7), 2-13. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2016.07.01>
- HARANGOZÓ, G., & SZIGETI, C. (2017). Corporate carbon footprint analysis in practice – with a special focus on validity and reliability issues. *Journal of Cleaner Production*, 167, 1177-1183. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.237>
- HUBERT, J. (2023). „Kérem, gondoljon a környezetre, mielőtt kinyomtatja ezt a cikket!” – A belső marketing szerepe a szervezetek környezetvédelmi erőfeszítéseinek közvetítésében és hatása a fiatal munkavállalók elégedettségére. *Marketing & Menedzsment*, 57(3), 58-67. <https://doi.org/10.15170/MM.2023.57.03.06>
- IDUNDUN, E., HURSTHOUSE, A. S., & MCLELLAN, I. (2021). Carbon management in UK higher education institutions: An overview. *Sustainability*, 13(19), 10896. <https://doi.org/10.3390/su131910896>
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMA CHANGE (n.d.). <https://www.ipcc.ch/>
- JAKOPÁNECZ, E., NEULINGER, Á., LÁNYI, B., & CSÓKA, L. (2024). Környezettudatos fogyasztás a tömegessé válás útján: Nemzetközi és hazai tapasztalatok. *Marketing & Menedzsment*, 57(4), 5-14. <https://doi.org/10.15170/MM.2023.57.04.01>
- LI, Y., & JIA, Q.-S. (2022). On the feasibility to achieve carbon neutrality in university campus: A case study. *IFAC-PapersOnLine*, 55(5), 78-83. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.07.643>
- LO-IACONO, V., TORREGROSA, J., & CAPUZ, S. (2018). The use of carbon footprint as a key performance indicator in higher education institutions. *Proceedings of the 22nd International Congress on Project Management and Engineering*, Madrid, Spain, 11-13 July 2018.
- MATTHEWS, H. S., HENDRICKSON, C. T., & WEBER, C. L. (2008). The importance of carbon footprint estimation boundaries. *Environmental Science & Technology Viewpoint*, 42, 5839-5842. <https://doi.org/10.1021/es703112w>
- MARR, B. (2012). *Key performance indicators (KPI): The 75 measures every manager needs to know*. Pearson UK.
- NAGY, SZ. (2023). Az egyetemi fenntarthatóság hallgatói észlelésének mérése. *Marketing & Menedzsment*, 57(Különszám EMOK 2), 35-44. <https://doi.org/10.15170/MM.2023.57.KSZ.02.04>
- NAGY, SZ., MOLNÁR, L., & HAJDÚ, N. (2024). A megújuló energiaforrások használatával kapcsolatos felhasználói magatartás elemzése. *Marketing & Menedzsment*, 58(3), 25-36. <https://doi.org/10.15170/MM.2024.58.03.03>
- NEULINGER, A., NAGY, J. M., PETRÓCZI, ZS., KISS, G., VERESS, T., & LAZÁNYI, O. (2023). Hogyan támogathatja a közösség a fenntarthatóbb életmódot? Egy részvételi

- kutatás tapasztalatai. *Marketing & Menedzsment*, 57(1), 15-24. <https://doi.org/10.15170/MM.2023.57.01.02>
- PAREDES-CANENCIO, K. N., LASSO, A., CASTRILLON, R., VIDAL-MEDINA, R. J., & QUISPE, C. E. (2024). Carbon footprint of higher education institutions. *Environment, Development and Sustainability*, 26, 30239-30272. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04596-4>
- PELLETIER, P., ALLASKE, R. K., PANT, R., & MANFREDI, S. (2014). The European Commission organisation environmental footprint method: Comparison with other methods, and rationales for key requirements. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(2), 387-404. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0609-x>
- SCHAEFER, F., & BLANKE, M. (2014). Opportunities and challenges of carbon footprint, climate or CO2 labelling for horticultural products. *Erwerbs-Obstbau*, 56, 73-80. <https://doi.org/10.1007/s10341-014-0206-6>
- SZIGETI, C., SZENNAY, Á., LISÁNYI ENDRÉNÉ, B. J., POLÁK-WELLDON, R., & RADÁCSI, L. (2019). Vállalati ökológiai lábnyom-számítás kihívásai a KKV-szektorban. *Vezetéstudomány*, 50(7-8), 63-69. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2019.07.06>
- TRAN, A. T. (2013). Making an inventory of greenhouse gas emission in Hue City using the Bilan Carbone method. *Journal of Science, Hue University*, 84(6), 75-81.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. (2009). *Common carbon metric for measuring energy use and reporting greenhouse gas emissions from building operations*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/7922>
- UNITED NATIONS. (1998). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf>
- UNITED NATIONS. (2015). *Paris Agreement*. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- VALLS-VAL, K., & BOVEA, M. D. (2021). Carbon footprint in higher education institutions: A literature review and prospects for future research. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 23, 2523-2542. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02180-2>
- WACKERNAGEL, M., & REES, W. (1996). *Our ecological footprint: Reducing human impact on the Earth*. Philadelphia, PA: New Society. <https://doi.org/10.5070/G31710273>
- WIEDMANN, T., & MINX, J. (2007). A definition of "carbon footprint". *Ecological Economics Research Trends*, 1-11.
- ŽELJKO, J., & LJUBAS, D. (2020). Comparative assessment of carbon footprints of selected organizations: The application of the enhanced Bilan Carbone model. *Sustainability*, 12(22), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su12229618>