

# A textilipar hozzájárulása a szénlábnyom alakulásához

Lázár Károly

**Kulcsszavak/Keywords:** Szénlábnyom, Karbonlábnyom, Üvegházhatású gázok, Textilipar  
Carbon footprint, Greenhouse gases, Textile industry

## Fogalmak

A *szénlábnyom* (karbonlábnyom, angolul carbon footprint) az emberi tevékenység környezetre gyakorolt hatásának egyik mértéke. Segítségével mérhetővé válik, hogy az emberi tevékenység milyen mértékben járul hozzá a globális felmelegedéshez.

A szénlábnyomot illetően három általános meghatározás van forgalomban tudományos körökben [6]:

1. a szénlábnyom az a szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) kibocsátás, amely az emberi tevékenység során a fosszilis tüzelőanyagok elégetése során keletkezik;

2. a szénlábnyomot a termékek által kibocsátott CO<sub>2</sub> és más üvegházhatású gázok CO<sub>2</sub>-átalakításaként határozzák meg, a nyersanyagbeszerzés, a termelés, a forgalmazás, a felhasználás és a hasznosítás teljes életciklusa során;

3. a szénlábnyom fogalmának középpontjában az emberi tevékenység által okozott hatások mérése áll, e tevékenységek éghajlatváltozásra gyakorolt hatásának az közvetlen és közvetett CO<sub>2</sub>-átalakulás mérése alapján.

A szénlábnyom a különböző lábnyom mutatók családjába tartozik és jelentős részét teszi ki az ökológiai lábnyomnak. A szénlábnyom azt mutatja, hogy egy cég tevékenysége, egy ember életmódja vagy egy termék életciklusa nyomán mennyi üvegházhatású gáz kerül közvetlen és közvetlenül a levegőbe. Minden üvegházhatásúgáz-kibocsátást tonna szén-dioxid egyenértékre (t CO<sub>2</sub>e) kell átszámítani, ami egyben a szénlábnyom mértékegysége is. Minél nagyobb a szénlábnyom, annál nagyobb az éghajlatváltozásra mért hatás. Termékek karbonlábnyomát ún. életciklus-elemzés alapján lehet kiszámítani.[9] Egy termék életciklusának (életútjának) nevezzük a szükséges nyersanyag bányászatától/előállításától/termesztésétől és előkészítésétől a termék gyártásán keresztül a termék használatáig és a használat után keletkező hulladék hasznosításáig vagy kezeléséig

terjedő szakaszt. Folyamat, illetve szolgáltatás esetén az anyag- és energiafelhasználásnak, illetve magának a folyamatnak a környezeti hatásait vizsgálják.[1, 8]

A Földön tapasztalható globális felmelegedés és az azzal járó klímaváltozás az ún. *üvegházhatás* következménye. Az üvegházhatás olyan bolygók hőháztartását befolyásolja, amelynek légköre a csillagja fényét (befelé) átterszi, de a saját hőmérsékleti sugárzásának egy részét (kifelé) nem. Emiatt a bolygó felszínéről a hó egy része nem jut közvetlenül vissza az űrbe, hanem különféle fizikai és meteorológiai folyamatokban vesz részt. Ezek megnövelik a felszín és az alsó légkör hőmérsékletét. (Használó, de nem azonos folyamat tartja melegen az üvegházakat, amelyekről a jelenség a nevét kapta.) A bolygó hőmérsékleti sugárzását elnyelő gázokat *üvegházhatású gázoknak* (üvegházgázoknak) nevezik. A Föld légkörében található természetes üvegházgázhatású gázok és részvételi arányuk az üvegházhatásban [2]:

vízgőz	36–70%
szén-dioxid	9–26%
metán	4–9%
ózon	3–7%

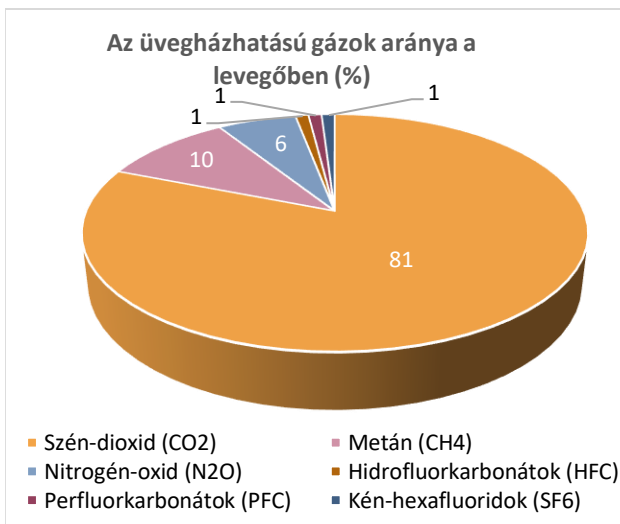
2012. évi adatok szerint Ausztrália, Európa, az Egyesült Királyság és az Amerikai Egyesült Államok által együttesen a légkörbe juttatott üvegházhatású gázok mennyisége az 1. ábra szerint alakult [5].

## A textilipar szénlábnyoma

Látható, hogy mindkét adatsor szerint a legnagyobb mennyiségben a szén-dioxid (CO<sub>2</sub>) szerepel, így érdemes ennek eredetét a textil- és ruházati ipar szempontjából külön is megvizsgálni. (Itt azonban meg kell jegyeznünk, hogy a „textilipar” és a „textilgyártás” szénlábnyomának értelmezésében a szálanyagok természetétől/gyártásától a teljes feldolgozási, megmunkálási műveletsoron át – a konfekcionálást is beleértve – a forgalmazásig, a végfelhasználásig, sőt a hulladék ártalmatlanításáig) a teljes értékláncot értik.)

A szénlábnyom az üvegházhatású gázok összesített kibocsátása egy termék esetében. A textiliparban a CO<sub>2</sub>-kibocsátást 1 kg textiltermékre vonatkoztatják és grammban (vagy kilogrammban) fejezik ki. Egy textiltermék teljes életciklusa alatt a CO<sub>2</sub>-kibocsátás körülbelül 50%-át az értéklánc mentén (szálak előállítása, termékgyártás, kereskedelem, szállítás), 50%-át pedig a mindennapi használat okozza. (Ebben azonban a termelés módja miatt nagy regionális különbségek vannak, de ezek elsősorban az energiaforrás elérhetőségének és megválasztásának köszönhetőek.)[5]

Egy tonna mennyiségű textiltermék előállítása körülbelül 15–35 tonna CO<sub>2</sub>-egyenértékű üvegházhatású gáz kibocsátásával jár. A 28 tagú Európai Unióban fogyasztott ruházati, lábbeli- és háztartási textíliák előállítása és kezelése 2017-ben fejenként 654 kg CO<sub>2</sub>-egyenérték kibocsátást eredményezett.[3]



1. ábra

A világ textilipara évente 1,22–2,93 milliárd tonna szén-dioxidot enged a légkörbe. Ez azt eredményezi, hogy egyes becslések szerint a textiltermékek életciklusa (beleértve a mosást is) az összes globális üvegházhatásúgáz-kibocsátás 6,7%-áért felelős.[4]

A probléma egyre súlyosbodni fog, mivel mind a textilgyártás, mind a textiltermék-fogyasztás erőteljesen növekszik. 1975 óta a textilszálak globális termelése csaknem megháromszorozódott: 2018-ban 107 millió tonnát állítottak elő, és ez a szám 2030-ra várhatóan eléri a 145 millió tonnát.[4]

A ruházati fogyasztás gyors ütemű növekedéséhez – és ezzel az üvegházhatású gázok kibocsátásának növekedéséhez – az is hozzájárul, hogy a *fast fashion* irányzat következtében a fogyasztóközönség jelentős része nagyon gyakran cseréli ruhatárát, egyes márkák ma már akár 24 kollekciót is kiadnak 12 hónap alatt, és a ruhákat gyakran nagyon olcsón árulják. Ez hatalmas fogyasztást vált ki. A nem használt, sokszor nagyon olcsón vásárolt darabokat egyszerűen kidobják és azok – hacsak nem kerülnek újrahasznosításra – a szeméttégetőbe vagy -lerakóba kerülnek, hozzájárulva a környezetszennyezéshez és a szénlábnyom növeléséhez.[4]

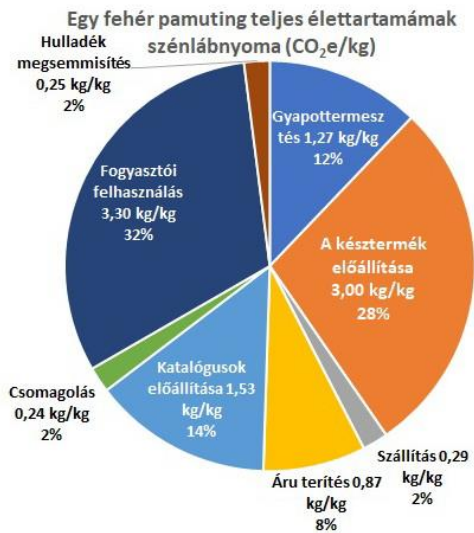
A textilipart (amibe itt a ruhaipart is beleértik) – hangsúlyozottan: a textíliák teljes életciklusát véve figyelembe, a szálgyártástól/termesztéstől a hulladékok végső ártalmatlanításáig! – a világ egyik legnagyobb üvegházhatásúgáz-termelőjeként tartják számon. A számítások szerint – anyagegységre számítva – a textilipar és az alumíniumipar okozza a legnagyobb üvegházhatásúgáz-kibocsátást. Az USA Energiainformációs Hivatala (US Energy Information Administration) szerint a textilipar az ötödik legnagyobb CO<sub>2</sub>-kibocsátó az elsődleges fémfeldolgozás, a nemfémek ásványi anyagok feldolgozása, a benzinyártás és a vegyipar után. [5, 7]

Nem hagyható azonban figyelmen kívül, hogy a textíliák szénlábnyoma régióként, sőt országokként nagyon különböző lehet, attól függően, hogy milyen energiaforrásokat és milyen arányban használnak fel a szálanyag-termesztés/előállítás ill. a textilgyártás különböző fázisaiban. Csak egy példa: Európában a legfőbb energiaforrás az olaj és a gáz, Kínában a szén. Az olajfűtés CO<sub>2</sub> kibocsátása csupán mintegy 50%-a annak, ami a szén elégetésekor keletkezik. Kínában a villamos energia kb. 80%-át széntüzelésű hőerőművekben állítják elő, ezért a Kínában gyártott textíliák szénlábnyoma 40%-kal nagyobb, mint az Európában gyártottaké. A 2. ábra bemutatja a különböző régiók szénlábnyomának arányait [5].

## A textiltermékek előállításának szénlábnyoma

A természetes szálanyagok termesztése – az összes ezzel járó művelettel együtt – jelentős mértékben hozzájárul a szénlábnyomhoz [5]. A hagyományos gyapottermesztésben például a legnagyobb tétel a szintetikus növényvédőszer hatása: 1 tonna nitrogén alapú növényvédőszer gyártása és felhasználása 7 tonna CO<sub>2</sub>-egyenértékkel járul hozzá a szénlábnyomhoz. Ebből 53%-ot képvisel maga a szén-dioxid és ehhez járul 45%-ban a nitrogén-dioxid és 2%-ban a metán. A bio- („organikus”) gyapot – a termesztés kisebb energiaigénye következtében – ennél sokkal jobb eredményt mutat, mindössze 43%-a a hagyományos termesztés szénlábnyomának.

A pamuttextíliák életciklusa alatt a CO<sub>2</sub>-kibocsátás mintegy 50%-a a szálak előállításánál, a termékek gyártásánál, a kereskedelemben és a szállítás során keletkezik, a fennmaradó 50%-ot pedig a mindennapi használat okozza.



3. ábra

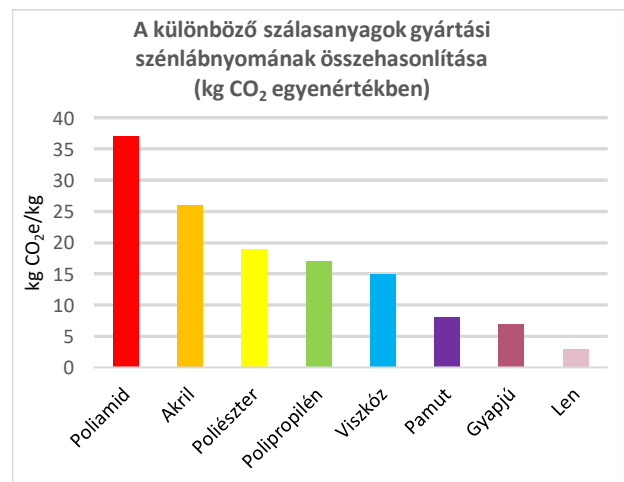
A textilkikészítés fontos folyamat a pamuttextíliák körében, amely jelentős mennyiségű szén-dioxid-kibocsátást eredményez. A CO<sub>2</sub>-kibocsátást közvetlenül az energiafogyasztók, közvetve pedig a fogyóeszközök, például a kenőanyagok és a vegyi anyagok okozzák. A pamuttextíliák teljesen folyamatos textilkikészítési folyamata során a CO<sub>2</sub>-kibocsátás eloszlása azt mutatja, hogy körülbelül 40%-a a mosásból és gőzölésből, 50%-a a szárításból, 10%-a pedig a vegyszerek használatából származik. A kötöttáru-kikészítésénél a kibocsátás legnagyobb részét, azaz 60%-át a víz felmelegítése okozza.

Kiszámították, hogy egy hosszúujjú fehér pamuting esetében, annak teljes élettartama alatt a különböző folyamatok a 3. ábra szerinti szénlábnyom-értékeket és -arányokat képviselik [5]. Figyelemre méltó a termék-előállítás és a fogyasztói felhasználás jelentős aránya (28 ill. 32%).

Gyapjúból készült textíliák esetében 1 kg szál előállítása a juhtenyésztéstől a kártolt szalagig 2,2 kg CO<sub>2</sub> keletkezésével jár, ennek fele a farmon képződik [5].

A juta esetében elsősorban a metánképződés számottevő a feltárási folyamatban, ami egyik összetevője a szénlábnyomnak.

A szintetikus szálak esetében a szénlábnyomhoz kapcsolódó legfontosabb tényező az, hogy a szálakat fosszilis tüzelőanyagokból állítják elő. A kőolaj kitermelése a földből és a szintetikus polimerek előállítása nagy



4. ábra

mennyiségű energiát igényel, ezért a természetes szálakhoz képest sokkal több CO<sub>2</sub>-t bocsátanak ki.

Az akrilszálak előállítása 30%-kal több energiát igényel, mint a poliészter, a poliamid esetében pedig ez az arány még magasabb. A szintetikus szálak esetében nem csak az üvegházhatású gázok kibocsátásának mennyisége, hanem a keletkező üvegházhatású gázok típusa is fontos. A poliamid például N<sub>2</sub>O-t bocsát ki, amely 300-szor károsabb, mint a CO<sub>2</sub>, és hosszú élettartama miatt elérheti és csökkentheti a sztratoszférikus ózonréteget. A szintetikus szálak továbbá nem bomlanak le, és a hulladéklerakókban nehézfémeket és más adalékanyagokat juttatnak a talajba és a talajvízbe. Az újrahasznosítás drága válogatást igényel, az égetés pedig szennyező anyagokat termel. A különböző szálanyagok gyártási szénlábnymának összehasonlítása (kg CO<sub>2</sub> egyenértékben) a 4. ábra szerinti képet mutatja [5].

## A különböző textilgyártási folyamatok szénlábnyma

A textilgyártás legfőbb energiaforrása az elektromosság. 2008. évi adatok szerint a világ textilipara mintegy 1074 milliárd kWh elektromos energiát (ez 132 millió tonna szénnek felel meg) és 9 trillió liter vizet használt fel. A felhasznált elektromos energiának mindössze 15–20%-át tette ki a szorosán vett textilgyártás, a fennmaradó részt a textiltisztítás használta fel. [5]

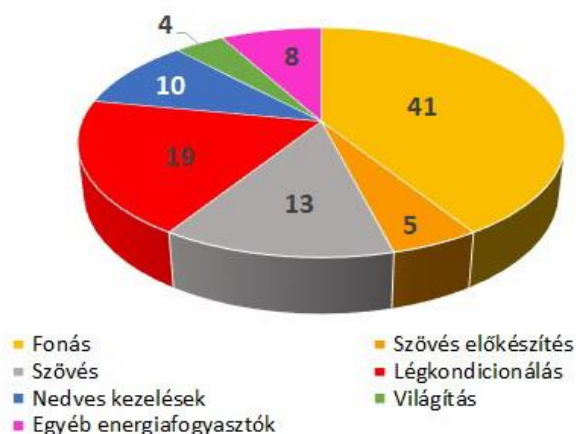
A textiliparban felhasznált villamos energia megoszlása gyártási folyamatok szerint az 5. ábrán látható. Figyelemre méltó a fonás viszonylag nagy villamosenergia-felhasználása, de megjegyezzük, hogy a fonáson belül a gyűrűsfonás 37%-ot, a turbinás fonás 20%-ot képvisel. [5]

A textilkikészítő ipar energiaforrásait és szén-dioxid-kibocsátásának mértékét pamut- és pamut típusú kelmékre vonatkozólag az I. táblázat foglalja össze [5].

I. táblázat

Művelet	Használt energia	CO <sub>2</sub> kibocsátás
Perzselés	Gáz	Csekély
Mosás/fűtés	Gőz	Nagyon sok
Gőzölés	Gőz	Mérsékelt
Szárítás	Gáz/szén, gőz	Nagyon sok
Kelme szállítás	Elektromosság	Csekély
Légkondicionálás	Elektromosság	Csekély
Vegyszerek		Csekély

A textiliparban felhasznált villamos energia megoszlása gyártási folyamatok szerint (%)



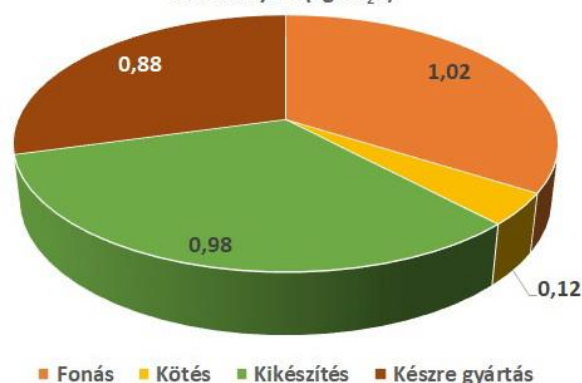
5. ábra

Egy pamutpóló (T-ing) gyártásánál keletkező szénlábnym értékeket gyártási fázisonként a 6. ábra szemlélteti [5].

## Mit tehetünk?

A szénlábnym és ezzel a globális felmelegedés gyorsulásának csökkentése elsőrendű fontosságú a Föld elérhető állapotának megőrzése szempontjából. Minthogy a textilipar egyike azoknak a gazdasági folyamatoknak, amelyek jelentős mértékben hozzájárulnak a szénlábnym növekedéséhez, az ebben az iparban tevékenykedő szakembereknek mindent meg kell tenniük ennek lehetőség szerinti mérséklésére – annak tudtában és figyelembe-

Egy pamut T-ing gyártási fázisaiban keletkező szénlábnym (kg CO<sub>2</sub>e)



6. ábra

vételével is, hogy a textiliák iránti igény mind a ruházatkodás, mind a műszaki és egészségügyi textiliák körében folyamatosan emelkedik.

Az egy főre jutó ruházati cikkek fogyasztása exponenciálisan nő az emberek életszínvonalának javulásával és divattudatosságával. A textilipar bonyolult ellátási láncja jelentős mennyiségű szénlábnymot eredményez a gyártás, forgalmazás és a használat során. A textiltermékek életciklusuk minden egyes szakaszában szénlábnymot hoznak létre. A betakarítástól kezdve a csomagoláson, a szállításon, a felhasználáson át, egészen a megsemmisítésig minden feldolgozási lépés növeli a textiltermékek szénlábnymát. Hatalmas termelési volumenével a textilipar az üvegházhatású gázok kibocsátásának egyik fő forrása világszerte.

A textildolgozás szén-dioxid-kibocsátásának csökkentésére egyre több energiahatékony eljárást alkalmaznak.

A számítások szerint a szintetikus szálak előállítása rendkívül energiaigényes, így a szénlábnym csökkentése érdekében lehetőleg előnyben kell részesíteni a természetes szálanyagok használatát, mert ezek szénlábnyma kisebb, mint a szintetikus szálaké. Emellett a természetes szálanyagoknak más előnyei is vannak, mint például a biológiai lebonthatóság és a növény szén-dioxid megkötése a légkörből. A mesterséges szálanyagok előállítói folyamatosan arra törekednek, hogy olyan új gyártmányokat, gyártási és feldolgozási eljárásokat dolgozzanak ki, amelyek ezeknek a – minden hátrányuk mellett nélkülözhetetlen – termékeknek a szénlábnymát csökkentik.

Az energia- és vízigényes textildolgozás a szénlábnymot tekintve igen nagy mértékben hozzájárul a szén-dioxid-kibocsátáshoz, ezért minden gép- és technológiafejlesztés fő célja ezek lehetőség szerinti csökkentése. Ma már számos olyan, a környezetvédelem és a szén-dioxid-kibocsátás szempontjából hatékony műszaki és techno-

lógiai megoldás ismert, amelyek hozzájárulnak az erőforrások megtakarításához, amelyekkel csökkenthető a feldolgozási idő, az energia- és vízfogyasztás. A nem megújuló energia fogyasztása csökkenthető a víz napenergiával vagy a szennyvízvezetékben lévő hőcserélővel történő előmelegítésével. Kívánatos, hogy minél több üzem energiaellátásában szerepet kapjanak a napelemek. Számos technológiai megoldás teszi lehetővé a szennyvíz-visszanyerést és -újrahasznosítást, így is csökkentve a feldolgozás szén-dioxid-terhelését. A folyamatos eljárások csökkentik a textilfeldolgozási fázisok számát és ezáltal a víz- és energiafogyasztást. A folyamatok digitális vezérlése a gyártás minden szakaszában hozzájárulhat a gazdaságos energia- és vízfelhasználáshoz és ezzel a szénlábnyom csökkentéséhez.

Jelentősek azok a törekvések, amelyek célja a textíliák újrafelhasználása és újrahasznosítása. Ez környezetvédelmi előnyökkel is jár. Az újrahasznosítás csak akkor hatékony, ha az ebből adódó szénlábnyom kisebb, mint az ártalmatlanításé. A mérlegelésnél figyelembe kell venni az adott termék begyűjtésének, újraértékesítésének, használatának energiafelhasználását és az üvegházhatású gázok ezzel járó kibocsátását, és ezt össze kell hasonlítani az új termékek előállításának energiaigényével és CO<sub>2</sub>-kibocsátásával.

Erőteljes törekvésnek lehetünk tanúi az ún. *slow fashion* szemlélet – a *fast fashion* ellentéte – elterjesztése érdekében, amelynek célja a ruházati textíliák fogyasztásának csökkentése azáltal, hogy a fogyasztóközönség minél ritkábban cserélje ruhatárát, ne dobja ki egy-két használat után megunt vagy „divatjamúltnak” minősített ruháját, hanem a ruhadarabok variálásával, esetleg kismértékű átalakításával hordja azokat hosszabb ideig. Ez voltaképpen a ruhadarabok életciklusának meghosszabbítását jelenti és ezzel egyrészt a rájuk eső szénlábnyom csökkentéséhez, másrészt a hulladékképződés csökkentéséhez járul hozzá.

Említettük, hogy egy ruhadarab életciklusa alatt a legnagyobb szénlábnyomot a használat, elsősorban a mosás-tisztítás adja. A mosást, szárítást és esetleges vasalást igénylő ruházati cikkek igénylik a legtöbb energiát, energiafelhasználást a használati fázisban. A tisztítási műveletek az ilyen ruházati cikkek teljes életciklusbeli üvegházhatásúgáz-kibocsátásának 40–80%-át teszik ki. Érdemes áttekinteni, hogyan lehet ezt csökkenteni [7]:

- A gépi szárítás általában a legnagyobb energiafelhasználó és az üvegházhatást okozó gázok kibocsátója.

- A kézi mosást igénylő ruházati cikkek valószínűleg sokkal kevesebb energiát használnak el a használati fázisban.

- Amit lehet, a szabad levegőn szárítsuk, ne szárítógépben.

- A vegytisztítást igénylő ruházati cikkek kevesebb üvegházhatású gáz kibocsátásával járhatnak, mint a vizes mosást igénylő ruházati termékek.

- A ruhaneműket sok esetben gyakrabban mosás, mint amennyiszer okvetlenül szükséges (pl. minden használat után), ami jelentősen növeli az összes üvegházhatásúgáz-kibocsátást.

- Ha nem okvetlenül szükséges, ne vasaljuk ki a ruhaneműt vagy háztartási textíliát.

## Források

- [1] Karbonlábnyom. Wikipédia szócikk. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Karbonl%C3%A1bnyom>
- [2] Üvegházhatás. Wikipédia szócikk. <https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%9Cvegh%C3%A1zhat%C3%A1s>
- [3] Textiles in Europe's circular economy. <https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-in-europes-circular-economy/textiles-in-europe-s-circular-economy>
- [4] Changing the Fabric of Our Clothes to Cut Climate Emissions. <https://therevelator.org/textiles-climate-emissions/>
- [5] Sohail Rana, Subramani Pichandi et al.: Carbon Footprint of Textile and Clothing Products. [https://www.researchgate.net/publication/276193965\\_Carbon\\_Footprint\\_of\\_Textile\\_and\\_Clothing\\_Products](https://www.researchgate.net/publication/276193965_Carbon_Footprint_of_Textile_and_Clothing_Products)
- [6] Jin Zhang, Xiaoming Qian, Jing Feng: Review of carbon footprint assessment in textile industry. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/EFCC-03-2020-0006/full/html>
- [7] Apparel Industry Life Cycle Carbon Mapping. [https://www.bsr.org/reports/BSR\\_Apparel\\_Supply\\_Chain\\_Carbon\\_Report.pdf](https://www.bsr.org/reports/BSR_Apparel_Supply_Chain_Carbon_Report.pdf)
- [8] Életciklus-értékelés. Wikipédia szócikk. <https://hu.wikipedia.org/wiki/%C3%89letciklus-%C3%A9rt%C3%A9kel%C3%A9s>
- [9] Bakosné dr. Böröcz Mária: Az életcikluselemzés módszerének használata és a karbonlábnyom számítás alapja. Szent István Egyetem Szaktanácsadási és Továbbképzési Központ. 2016/3 [http://real.mtak.hu/34959/1/Bakosne\\_eletciklus\\_u.pdf](http://real.mtak.hu/34959/1/Bakosne_eletciklus_u.pdf)