

Talozó

A fosszilis energiahordozók hasznos szintű energiamegtérülésének becslése és annak következményei a megújuló energia rendszerekre

Bujdosó Bence

DOI: 10.14267/VILPOL2026.01.12

Aramendia és szerzőtársai (Nature Energy, 2024) azt vizsgálják, mennyi „hasznos energia” nyerhető a fosszilis energiahordozókból egy egységnyi befektetett energiával (EROI), szemben a korábbi, jellemzően „végső energia” alapú becslésekkel. IEA-adatokra és az Exiobase multi-regionális fizikai input–output modelljére (MR-PSUT) támaszkodva 153 ország 1971–2020 közötti energiaáramlásait elemzik, a közvetlen és ellátási láncban felmerülő energiaigényekkel együtt. A fosszilis EROI a végső energia szintjén átlagosan 8,5:1, míg a hasznos energia szintjén 3,5:1, ami a konverziós veszteségek jelentőségét mutatja. „Egyensúlyi EROI”-t is számolnak (4,6:1), amely jelzi, mekkora megtérülés kell a megújulóknál azonos hasznos energia biztosításához. A nap- és szélenergia többnyire meghaladja ezt a küszöböt, és a tárolás/ingadozás hatása mérsékelt. Következtetésük: az energiaátmenet hosszú távon nem feltétlenül csökkenti a nettó hasznos energiát, de az EROI-t érdemes hasznos energia szinten mérni. Így.

Emmanuel Aramendia, Paul E. Brockway, Peter G. Taylor, Jonathan B. Norman, Matthew K. Heun és Zeke Marshall: Estimation of useful-stage energy returns on investment for fossil fuels and implications for renewable energy systems Eredetileg megjelent: Nature Energy, volume 9, pages 803–816 (2024)

Jelen tanulmányt Emmanuel Aramendia, Paul E. Brockway, Peter G. Taylor, Johnatan B. Norman, Matthew K. Heun és Zeke Marshall Leedsi Egyetem Fenntarthatósági Kutatóintézet tagjai készítették. A szerzők a fenntartható energiagazdálkodás, az energiahatékonyság és az energia-rendszerek gazdasági elemzésének területével foglalkoznak.

A kutatás célja a fosszilis energiahordozók energiamegtérülésének (Energy Return on Investment, EROI) vizsgálata a „hasznos energia” szintjén. Az említett mutató azt fejezi ki, hogy egy egységnyi befektetett energiával hány egységnyi energiát lehet nyerni. A szerzők a kutatásuk során rámutatnak, hogy a korábbi, témával foglalkozó elemzések jellemzően a végső energia szintjén, vagyis az energiahordozók fogyasztóhoz jutásáig vették figyelembe az EROI mutatót, és figyelmen kívül hagyták a társadalom számára hozzájárulást alkotó, ténylegesen hasznosuló, szolgáltatássá váló energiát (mint például fűtés, világítás, közlekedés). Ebből adódóan a kutatás célja, hogy az energiamegtérülést a hasznos energia szintjén értékelje és feltárja a fosszilis energiahordozók valós hatékonyságát, illetve a megújuló energiaforrások összevetését.

A bevezetésben a szerzők megalapozzák kutatásukat három, egymásra épülő energiaátalakítási szint elkülönítésével. Az első az elsődleges energia szintje, amely a természetből származó feldolgozatlan energiahordozókat (kőolaj, földgáz, szén) foglalja magába. A következő stádiumot fedli le a végső energia szintje, amely az energia átalakítása után képződő, fogyasztóhoz eljutó energiameennyiséget jelenti (benzin, földgáz, villamos energia), majd a harmadik szintben magyarázzák a hasznos energia szintjét, ahol alkalmazható szolgáltatássá alakul az energia (autó mozgása, világítás fénye, fűtés hője). Az első két szintet veszi górcső alá a legtöbb kutatás, a hasznos energia figyelembevétele nélkül.

Az elemzés az 1971 és 2020 közötti időszakot vizsgálja, globális és nemzeti szinten egyaránt, összesen 153 országra kiterjedően. A szerzők az International Energy Agency (IEA) adatbázisát és az Exiobase többregionális input-output modelljét használták. A középpontban a fizikai input-output modellezés áll (Multi-Regional Physical Supply Use Table – MR-PSUT), amely lehetővé teszi az energiaáramlások és -átalakítások részletes követését az energiarendszeren belül. Az kutatás szerzői nemcsak a közvetlen (helyszíni), hanem az indirekt (ellátási láncban felmerülő) energiaigényeket is figyelembe vették, azonban a tőkebefektetések energiaszükségletét nem számszerűsítették. Mindemellett az analízis statikus jellegű, tehát az időbeli dinamikus hatásokat nem modellezi, hanem az éves energiaállományokra fókuszál.

A produktum szerint a fosszilis energiahordozók energiamegtérülése a végső energia szintjén átlagosan 8,5:1, vagyis egy egységnyi befektetett energia körülbelül nyolc és félszeresen térül meg. Ezzel szemben a hasznos energia szintjén az átlagos EROI már csak 3,5:1, ami azt jelzi, hogy az energiatermelés és -felhasználás során jelentős veszteségek mutatkoznak. Az eltérés származéka, hogy a fosszilis energiahordozók felhasználása során az energia nagy része hőveszteségként vagy esetleg más formában elvész, mielőtt ténylegesen hasznosulna. Ennek okán megalkottak egy úgynevezett „egyensúlyi EROI”-t, ami azt taglalja, hogy mekkora EROI értéket kell elérniük a megújuló energiaforrásoknak ugyanannyi hasznos energia biztosítása érdekében, mint a fosszilis energiahordozók. Ez az arány pedig 4,6:1.

A nap- és szélenergia rendszerek EROI értéke a vizsgálat szerint többnyire meghaladják az egyensúlyi EROI értéket, így képesek elegendő hasznos energiát biztosítani a fosszilis hordozókkal szemben. Az energiatárolás, valamint termelés ingadozásának hatása mérsékelt jellegű, ezért a megújuló források megtérülése így is képes megfelelő szinten működni.

A tanulmány végső megállapítása alapján a fosszilis energiahordozók hasznos szinten mért energiamegtérülése alacsonyabb, mint a korábban feltételezett értékek, azonban a megújuló energiaforrások fejlettsége alapján a globális energiaátmenet hosszú távon nem eredményez nettó hasznos energia csökkenést. A kutatásban megfogalmazottak kiemelik a jövőbeli energiagazdasági és környezeti modellekben, hogy az energiamegtérülési elemzéseket célszerű a hasznos energia szintjén végrehajtani, mivel ez a lehető legpontosabban tükrözi az energia társadalmi és gazdasági értékét. A szerzők véleménye reprezentálja, hogy a megújuló technológia terjedése és az elektromos rendszerek hatékonyságának emelkedése lehetővé teszi a világ energiatermelésének fenntarthatóságát, amely biztosítja a társadalom energiaigényét.