

## Recenziók

### Az EROI és az olajhomok-bányászat jövedelmezősége közötti kapcsolat becslése, 1997–2016 – recenzió

Füredi Anita

DOI: 10.14267/VILPOL2025.03.12

(Charles Guay-Boutet, Mathieu Dufour: Estimating the relationship between EROI and profitability of oil sands mining, 1997–2016) Eredetileg megjelent: Ecological Economics 217 (2024) 108072

A szerzők, Charles Guay-Boutet és Mathieu Dufour szerint, a kőolajkitermelés jövőjét a hagyományos készletek folyamatos kimerülése és a nem hagyományos források, mint például az olajpala és az olajhomok térnyerése határozzák meg. A hagyományos készletek csökkenése azt eredményezi, hogy a társadalmak számára elérhető kőolaj mennyisége és minősége változik, mivel a nem hagyományos források jellemzően kevesebb nettó energiát biztosítanak, mint a hagyományos források. Mivel a kőolaj napjaink legfontosabb energiaforrása, a fosszilis tüzelőanyagoktól való függőség kapcsán felmerül a kérdés, hogy a gazdasági mutatók, például a piaci árak vagy a profitráta valóban alkalmasak-e arra, hogy az energiatermeléshez szükséges erőforrásokat a társadalmilag legkedvezőbb felhasználás irányába tereljék. Kevés kutatás vizsgálja, hogy az energiahordozók biofizikai jellemzői – például az energia-megtérülési arány (EROI) – milyen kapcsolatban állnak a pénzügyi mutatókkal, például az árral vagy a termelési költségekkel. A kérdés az, hogy ezek a biofizikai sajátosságok megjelennek-e a piaci folyamatokban, és ha igen, segíthetnek-e a döntéshozatalban a fosszilis energiahordozók kimerülésének korában.

Ez a tanulmány azt vizsgálja, hogy a kanadai olajhomok külszíni fejtéssel kitermelt nyersolajának nettóenergia-hányadosa milyen összefüggésben áll a piaci mutatókkal – azaz az árral, a termelési költséggel és az ár-költség hányadossal – az 1997 és 2016 közötti időszakban. A tanulmány egy ökonometriai modell segítségével elemzi az energia-megtérülési arány és a hígított bitumen, illetve a szintetikus nyersolaj árának és költségeinek kapcsolatát.

Az olajhomokok bányászata, feldolgozása és fejlesztése rendkívül költséges, ebből kifolyólag évtizedekig nem tartották kereskedelmi kiaknázásra alkalmasnak. A kereskedelmi környezet az 1960-as években változott meg, amikor megépült a Great Canadian Oil Sands projekt Fort McMurrayben. A kőolaj világpiaci árának 2008-as és 2014-es összeomlása során azonban a befektetők és az elemzők ismételten megkérdőjelezték az olajhomok kitermelésének jövedelmezőségét. A jövedelmezőségi korlátok mellett az erőforrások minőségének változása is egy újabb kihívást jelent a kanadai olajhomok-termelés növekedése során.

Az „erőforrás-minőség” az energia kapcsán az energia tisztaságát, sűrűségét, az energiahordozók által szállított nettó energia mennyiségét jelenti. A „nettó energia mennyiség” azt az energiaértéket (joule-ban mérve) jelöli, amelyet egy energiahordozó képes biztosítani, miután levonták belőle a termeléshez szükséges energiaköltségeket. A nettó energia mérésére jellemzően az energia-megtérülési arány (EROI) mutatót szokták alkalmazni, mely az energia output és input hányadosa. Minél alacsonyabb az adott energiahordozó EROI mutatója, annál kevesebb nettó energia marad hasznosítható a kitermelés után. A kutatók világszerte csökkenő tendenciát figyeltek meg a kőolaj és a földgáz EROI-jában. Például Kanadában a hagyományos olaj és földgáz EROI-ja a 1970-es években 80:1-es csúcst ért el, amely 1980-ra 22:1-re, 2006-ra pedig 15:1-re csökkent.

Mivel a pénzügyi mutatók alapvető tényezőt jelentenek a befektetési döntések meghozatalában, fontos tudni, hogy a pénzügyi mutatókon alapuló döntéshozatal a magas minőségű energiaforrások fejlesztéséhez vezet-e. Az EROI és az árak közötti kapcsolatot tekintve a szakirodalom többféle, akár egymásnak ellentmondó elméletet dolgozott ki, míg az EROI és a jövedelmezőség kapcsolatát tekintve sincsen egyértelmű összefüggés bizonyítva. A szerzők a szakirodalmi elméletek áttanulmányozását követően három hipotézist állítottak fel:

1. A feltételezés szerint negatív kapcsolat van az EROI és a költségek között. Az EROI nem független az energiabefektetések intenzitásától, ami azt jelenti, hogy egy alacsony EROI-val rendelkező energiaforrás valószínűleg magas energiaintenzitású, tehát drága befektetéseket tükröz. Bár a termelési költségek olyan tényezőktől is függenek, mint a munkabérek vagy a kamatlábak, a szerzők azt feltételezik, hogy a csökkenő EROI több inputot jelent ugyanakkora energia előállításához, így általában magasabb termelési költségekhez vezet.
2. Az ár referenciaértékek jellemzően a külső környezeti jellemzőktől függenek (pl. politikai okokból bekövetkező kínálatcsökkenés) és a magasabb referenciaértékek lehetővé teszik a marginálisabb, alacsonyabb EROI-val rendelkező források kitermelését. A magasabb árak az alacsonyabb EROI-val rendelkező források kitermelését teszik jövedelmezővé. Az EROI és az olajárak között ezen hipotézis alapján nincsen közvetlen kapcsolat, különösen az olajhomok esetében, ahol az EROI értéket a kitermelési módszertan befolyásolja, míg a referenciaárat nagyrészt a külső tényezők befolyásolják.

3. Az EROI és a jövedelmezőség között lehet valamilyen kapcsolat, amely az EROI és a költségek közötti összefüggésen keresztül valósul meg, de az ármozgások valószínűleg gyakran dominálnak. Ennek oka, hogy a referenciaárak regionális és globális szinten alakulnak ki, míg az EROI-t az energiatermelő egységek vagy rendszerek szintjén számítják ki, amikor az energia közvetlenül a természetből származik. Az olajhomokból származó nyersolajok EROI-ja kevésbé változik, mint a referenciaárak. Továbbá, mivel más tényezők is szerepet játszanak a költségekben, az olajtermelő vállalatok bevételeit a piaci struktúra is befolyásolja. Továbbá, míg az energiaforrás EROI-jának csökkentése alacsonyabb nettó energiaarányokat jelent, nem egyértelmű, hogy ez alacsonyabb jövedelmezőséget eredményez-e a cégek számára. Ha a kereslet rugalmatlan, akkor egyszerűen azt jelentheti, hogy az árak idővel emelkednek, és az erőforrások nagyobb része az olajszektorba áramlik. A tanulmány szerzői tehát azt feltételezik, hogy az EROI és a jövedelmezőség között nem lesz látható kapcsolat a kutatásukban.

A tanulmány szerzői a kanadai olajhomokok pénzügyi mutatóit és nettó energiaarányait hasonlítják össze, különös hangsúlyt fordítva az olajhomokból származó nyersolaj, azaz a hígított bitumen és a szintetikus nyersolaj EROI arányaira. A nyers olajhomokról érdemes tudni, hogy nem szállítható közvetlenül csővezetékeken keresztül, mivel a bitumen szobahőmérsékleten szinte szilárd halmazállapotú. Ezért a bányászott olajhomokot először elő kell finomítani, hogy megfeleljen a csővezetékek súly- és kéntartalmi előírásainak. Az így előállított termékek a szintetikus nyersolaj (syncrude) és a hígított bitumen, amelyet könnyű szénhidrogénnel (például kondenzátummal vagy naftával) kevernek.

Az olajhomok kitermelésére két módszer létezik: a külszíni (nyílt ásatásos/nyílt felszíni) bányászat és az „in-situ” kitermelés. A külszíni bányászatot akkor alkalmazzák, ha az olajhomokrétegek kevesebb mint 75 méter mélységben találhatóak a felszín alatt. Amennyiben a fedőréteg ennél mélyebb, az in-situ kitermelést alkalmazzák, amely során nagynyomású gőzt injektálnak a mélyen fekvő olajhomok-rétegekbe. 2019-ben az in-situ és a külszíni bányászati eljárások az összes olajhomokból származó nyers bitumen kitermelésének körülbelül 50-50%-át tették ki.

A szakirodalmi áttekintés szerint az olajhomok-kitermelésből származó üvegházhatású gázok (GHG) kibocsátása magasabb a szintetikus nyersolaj előállítása során, mint a hagyományos nyersolaj esetében, kg CO<sub>2</sub>-egyenérték/hordó alapon. A legmagasabb kibocsátási intenzitás az „in-situ” kitermeléssel nyert és szintetikus nyersolajjal alakított bitumenhez kapcsolódik, melynek kibocsátási intenzitása meghaladja a külszíni bányászatból származó olajhomok kitermelést. A feldolgozás típusa nagyban befolyásolja a végső kibocsátási szintet.

A szerzők a kutatásuk során első lépésként meghatározták azokat a pénzügyi tranzakciókat, amelyekből a vizsgált pénzügyi mutatók származnak, és megmagyarázták, hogy miért hasonlíthatók össze ezek az adatok az EROI (nettó energiatermelési) mutatókkal. Az elemzésben Guay-Boutet (2023) idősoros adatait használták a nyílt felszíni bányászattal kinyert hígított bitumen és az ezen a helyszínen szintetikus nyersolajjal alakított bitumen EROI értékeinek vizsgálatához. Mivel az EROI-bebecslések a bányászati helyszínen alapulnak, a pénzügyi mutatóknak is

ezt kell tükrözniük. Ezért megkülönböztették a nyílt felszíni bányászattal kinyert nyers bitument, amelyet közvetlenül a kitermelési helyszínen értékesítenek és a feldolgozott bitument, amelyet a kitermelés helyszínén hígítanak és alakítanak szintetikus nyersolajjává, majd a bányászati helyszínen értékesítik.

A termelési költségeket két kategóriára osztották: a tőkeberuházásokra (CAPEX) és a működési költségekre (OPEX). A szintetikus nyersolaj előállításánál figyelembe kell venni azt is, hogy a bitumen alapanyagként szolgál az átalakításhoz, így ennek költsége is része a teljes termelési költségnek. A jövedelmezőséget az ár és a költség hányadosával mérték, amely azt mutatja meg, hogy egy hordó olaj eladási ára hogyan viszonyul az előállítási költségéhez. Mivel az EROI is egy arányszám, ezért a szerzők érdekesnek találták azt egy másik aránnyal, jelen esetben az ár-költség mutatóval összehasonlítani. Vizsgálatuk a kanadai nyílt felszíni bányászattal kitermelt nyers bitumenre és az ugyanott szintetikus nyersolajjává feldolgozott bitumenre terjed ki az 1997 és 2016 közötti időszakban.

A jövedelmezőség mérésére a szerzők kiszámították az output árának és a technikailag szükséges inputok árának arányát egy hordónyi kitermelt termékre vetítve az elemzett bányák esetében. A költségelemzés a hígított bitumen és a szintetikus nyersolaj előállításával közvetlenül összefüggő tőke- és működési költségekre összpontosít, mivel ezek a leginkább összehasonlíthatók a biológiai-fizikai mutatókkal. Ezzel szemben az olyan költségek, mint az értékesítési és jövedelemadók vagy a jogdíjak, amelyeket az állam vet ki a vállalatokra, inkább politikai döntések eredményei, semmint a termelés technikai szükségletei, ezért nem vették figyelembe.

Hasonlóképpen, a finanszírozási költségek a pénzügyi piacok feltételeitől függenek, amelyek nem kapcsolódnak közvetlenül a termelési folyamathoz, ezért nem várható el, hogy a biológiai-fizikai tényezőkkel összhangban változzanak. A szén-dioxid-adókat sem vették a szerzők figyelembe, mivel a szén társadalmi költsége etikai feltételezéseket foglal magában, illetve a hígított bitumen és a szintetikus nyersolaj előállításával kapcsolatos üvegházhatású gázok kibocsátásának becslésére lenne szükség annak érdekében, hogy ezt a költségtípust adekvátan figyelembe lehessen venni. Ennek megfelelően a szerzők az éves tőke- és működési kiadásokat azonosították mind a bitumen, mind a szintetikus nyersolaj előállítása esetén, majd elosztották azok összegét az adott évben az elemzett létesítmények által előállított bitumen vagy szintetikus nyersolaj hordók számával. Ezután ezt az értéket használták nevezőként, míg a nyersolajáram referenciaárát (bitumen egy hordójának ára) alkalmazták számlálóként a költség-ár arányok kiszámításához.

A kutatási eredmények azt mutatják, hogy nincs egyértelmű összefüggés a biofizikai és a pénzügyi változók között, vagyis nincsen kapcsolat a bitumen és a szintetikus nyersolaj EROI változásai, illetve az árak, a termelési költségek és a jövedelmezőség változásai között. Ez arra utal, hogy a bitumen és a szintetikus nyersolaj energiaforrások fizikai jellemzői és a piaci tényezők egymástól függetlenül alakulnak, és a piaci árak nem feltétlenül tükrözik az energia-megtérülési arányt.

Az árak és a költségek viszonyát vizsgálva sem mutatkozott kimutatható kapcsolat az árak és a teljes költségek változása között. Ez arra utal, hogy a költségek változása nem feltétlenül a domináns tényező a bitumen és szintetikus nyersolaj árának mozgásában. Mivel az olajtermelő vállalatok profitorientáltak, és a termelési költségek és a piaci árak alapján hozzák meg a termeléssel kapcsolatos döntéseiket, ezen eredmények azt sugallják, hogy döntéseik függetlenek a vizsgált energiahordozók biológiai-fizikai jellemzőitől. Ez pedig arra enged következtetni, hogy a pénzügyi változók valószínűleg gyenge irányadóként szolgálnak az energiaforrások ökológiai és társadalmi kezelésében. Ennek következtében a szerzők szerint lehetőség nyílhat arra, hogy a kormányok vagy más szereplők, akik szélesebb horizontot látnak, nagyobb szerepet vállaljanak a tervezésben és beavatkozásban ezen szektorokban, mint az egyes vállalatok.

Fontos kiemelni, hogy a szerzők kutatásával ellentétben számos szakirodalom negatív kapcsolatot feltételez az EROI és az árak között. Ezen tanulmány eredményei arra utalnak, hogy ezt a kérdést további szinteken és esettanulmányok segítségével érdemes tovább vizsgálni, mivel az energiaszektor szabályozásának és politikájának szempontjából jelentőséggel bírhat.

Az elemzés egyik korlátja az, hogy az olajhomokból származó kőolaj árát a spot árak alapján becsülte meg, azonban sok esetben az olajat határidős ügyletek keretében értékesítik. A jövedelmezőség realisabb becsléséhez ezért szükség lenne a határidős árak figyelembevételére. Szintén kutatási korlátnak tekinthető az EROI adatok vizsgálati időszakának rövidege, illetve az, hogy éves adatokat vettek figyelembe és ez megakadályozta az éven belüli változások tanulmányozását.

A tanulmány további korlátja az is, hogy az EROI mutatókat a bányászati helyszínen gyűjtötték. Érdemes lenne megvizsgálni a biofizikai és pénzügyi mutatók közötti esetleges összefüggéseket a termelési lánc későbbi szakaszaiban is, vagyis a további kutatások kiterjedhetnének a finomítási folyamatok és a szállítás vizsgálatára is. Ezek az elemzések a szakirodalom alapján alacsonyabb EROI értékeket mutatnának, mint a jelen tanulmányban becsült értékek.