

Akkumulátoros autó életciklusának ökomérlege

Ecological Balance of the Life Cycle of the Battery Electric Vehicles

F. ANISITS

anisits@aon.at

Absztrakt. A mobil hajtástechnológiák ökonómiai és ökológiai értékelése a teljes energiaátalakító lánc vizsgálatán alapul. Az autó életciklusának ökomérlege ezzel szemben kiegészül a gyártásban és a hulladékkezelésben keletkező károsanyagok kibocsájtásának számbavételével.

A következő értekezés a téma megértését szándékozik elősegíteni és az összehasonlító értékelésnél használt fogalmakat az olvasóval megismertetni. A tárgyalt összefüggések ismeretében lehetővé válik, hogy az akkumulátoros autó környezetvédelmi hozzájárulásáról objektív és valós helyzetképet lehessen alkotni. A vázolt összefüggések segítséget nyújtanak a problématerületek felismeréséhez és az e-mobilitási stratégia céljainak és feladatainak levezetéséhez.

Abstract. The economic and ecological assessment of propulsions for mobil applications is based on the analysis of the entire chain of energy transformation. In this regard, the ecological assessment of the automobile is complemented by emissions created during its production and its recycling.

The following paper aims at promoting the understanding of the underlying subject matter and to make the reader aware of relevant aspects that must be looked for in similar assessments. Understanding the discussed context makes it possible to objectively assess the contribution of BEVs (battery electric vehicles) to the environment. The assessment provides hints that help discover problem areas and assist in deducing goals and measures for the strategy of e-mobility.

Energiaátalakítási lánc

A mobil hajtástechnológiák ökonómiai és ökológiai értékelése a teljes energia-átalakító lánc elemzésére épül. Az energiaátalakítólánc átfogja a *primerenergia* (szén, kőolaj, földgáz, urán, szél, víz, földhő, biomassza) kitermelését és az *energiahordozók* (gőz, dízelolaj, benzin, petroleum hidrogén, metanol, sűrített levegő és villamos áram) előállítását. A rendszer további részterületei az energiahordozók *rendelkezésre bocsájtása* a fogyasztók számára (szállítás, tárolása, elosztása, betankolása) és az *autó üzemeltetése* zárja le a láncot. Ez a vizsgálat a szervizelést, az autó gyártását és a hulladék kezelését (ártalmatlanítását és újrahasznosítását) azonban nem tartalmazza.

A valós ökológiai mérleg az autó egész *életciklusát* elemzi. Csak ez lehet különböző meghajtási koncepciók megítélésének objektív összehasonlítási alapja.

Minden energiaátalakítás a (termodinamika törvény) energiaveszteségekkel és környezetterheléssel jár. A veszteségek mértékét a hatásfok és a károsanyag-kibocsájtást az emisszió mértéke adja meg.

Elemzési módszerek

Az EU-Bizottság fennhatósága alatt működő JRC [1] kidolgozott elemzési módszer az u.n. Well-to-Wheel [2] a „forrástól a kerékig” elemzi a gépjárműveket hajtási energiájának átalakítását kinetikai energiává. A periodikusan megjelenő aktualizált technikai jelentés tartalmazza a meghajtási koncepciók és a jövő szóbaeső üzemanyagainak WTW- elemzését. A jelentés tartalmazza a energiaátalakítás *normázott útját* (pathway).

Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) megbízására a holland *Transport & Mobility Leuven* tanulmányt készített a hagyományos és akkumulátoros autók gyártásánál fellépő emissziókibocsájtás összehasonlítására [3]. A vizsgálat váratlan eredményhez vezetett. Az akkumulátor gyártása az elektromos autó az ökomérlegét 70%-al kedvezőtlenebbé alakítja mint a hagyományosét.

Az áramtermelés energiamixe

Az akkumulátoros autók üzemeltetése és a villamos áram termelésétől elválaszthatatlan. Az áramtermelő erőművek (hő- víz-, szél-, nap-, geotermikus- atomerőművek) hatásfoka és CO₂ – kibocsájtási mértéke rendkívül eltérő. Amíg a vízerőmű hatásfoka 80-90%, addig a kőszéntüzeltésű hőerőművek hatásfoka 20-40 % között mozog. A magasabb értékeket csak a modern hőerőművekben (Nyiregyháza, Gönyü) sikerül megvalósítani.

Általában érvényes, hogy minél nagyobb az erőmű hatásfoka, annál jobb a tüzelőanyag kihasználása és kedvezőbb környezethatása.

Energiamix a villamosáram termelésében felhasznált különböző primerenergiák keveréke.

Magyarországon a villamos áramtermelés fosszilis energiaforrásokra földgázra, kisebb arányban barnaszénre és atomáramra épül. A megújuló energia részesedése a bruttó áramfogyasztásban 2016-ban becslések szerint 8-10% volt.

Az energiamix következetes javítása az e-mobilitási stratégia egyik központi feladata. Az EUSTAT az EU statisztikai hivatala évente aktualizálja és felügyeli a tagországok az energiamixben elért javulását.

Az energiamix emissziófaktora

Az egyes energiahordozó az energiaátalakítási folyamat során villamosáram termelődik és CO₂ képződik. A két nagyság (széndioxid és áram-munka) kvóciense CO₂ g/kWh az energiahordozó specifikus emissziófaktora.

A német Umwelt Bundesamt (UBA) szolgáltat adatokat a különböző energiahordozók emissziófaktoraira [4]. Ezek országonként kis mértékben eltérhetnek egymástól a felhasznált nyersanyagok (pl. barnaszén) széntartalma függvényében. Tájékoztatás céljára szolgál a következő táblázat:

Energiahordozó	Emissziófaktor CO ₂ g/kWh
Kőszén/ Barnaszén	339/404
Fűtőolaj	315
Földgáz	245
Tűzifa	23
Atomáram	32 (atomhulladék kezelése nélkül)
Vízenergia	40
Szélenergia	24

Minden ország áramtermelésének emissziófaktora a primerenergiák részarányainak ismeretében a következő képlet szerint számítható ki:

$$\text{Energiamix emissziófaktor} = \frac{\sum \text{CO}_2}{\sum \text{áramfogyasztás}}$$

Az ország emissziófaktora a mindenkori erőmű parkjának összetételétől és a felhasznált energiahordozótól függ. Minél nagyobb a megújuló energia részaránya az energiamixben, annál tisztább a villamosáram termelése.

Az elektromos autók CO₂ emissziója az áramfogyasztásának (kWh) és az ország emissziófaktorának (CO₂ g/kWh) szorzatából meghatározható.

Ha az ország villamosáram termelése erősen szennyezett, tehát az emissziófaktor értéke magas, akkor az a paradoxon állhat elő, hogy minden elektromos autó forgalomba állításával a CO₂ terhelés jobban növekszik, mint hagyományos modern belsőégésű motorral üzemeltetett autónál.

Németország 2018-ban elérte eddig legalacsonyabb emissziófaktorát 477 CO₂ g/kWh egy 25,8%-os megújuló energia részarányánál: Ez 28 év következetes csökkentési stratégia és kemény munka eredménye a kiinduló 761értékről.

A Észtországnak, Lengyelországnak és Ciprusnak van a legmagasabb emissziófaktora, Svédországnak ill. Lettországnak pedig a legkisebb.

Ausztria villamos áramtermelése már ma is mentes fosszilis primerenergiától.

CO₂- szennyezett akkumulátorgyártás

A Transport& Mobility tanulmányának eredménye az ökomérleg életciklusra vonatkoztatott módszerére fókuszálta a figyelmet.

Egy Svédországban megjelent tanulmány [5] mindenesetre erősen erre utal. A Svéd Környezetkutató Intézet *IVL* az ottani Közlekedési Hivatal és az állami energiaügynökség megbízásából megvizsgálta, hogy mennyi CO₂ keletkezik az elektromos gépjárművek akkumulátorainak gyártásánál.

Ehhez a témához felhasználták a különböző nemzetközi vizsgálatok adatbázisait. Az eredmény meglepő: az akkumulátoros autók (akkumulátor csere nélkül) csak több tízezer kilométer után, válhatnak környezetbarátibbak, mint gépjárművek belső égésű motorral.

Egy akkumulátor előállításánál 1KWh tárolókapacitással 150-200 kg CO₂ kibocsátással kell számolni. Ennek oka a rendkívül energaintenzív gyártási folyamat. Ennek környezeti hatását gyakorlati példával könnyebb illusztrálni.

Az elektromos kis gépjármű *Nissan Leaf* a 30 KWh tároló kapacitással rendelkező akkumulátorral van felszerelve. A svéd tanulmány szerint ennek a leggyártásánál (150-200 CO₂ kg/kWh-val számolva) 4,5-6 tonna CO₂ keletkezik.

A Tesla modellben 100 KWh kapacitású akkumulátor van beépítve. Minden egyes modellnél csak az akkumulátor gyártása az atmoszférát a fentiek szerint 15-20 t CO₂-val terheli meg.

Ez a járulékos terhelés emissziómérleget hátrányosan befolyásolja. Végül is az e-autóval a többlet CO₂ tonnák kiegyenlítéséhez, hosszú utat kell levezetni, mielőtt az akkumulátoros autó a hagyományos üzemeltetésű gépjárműnél környezetbarátibbá válik. Ez attól függ, hogy milyen nagy a különbség a CO₂ kibocsátásban a belsőégésű és az elektromos motor hajtású autó között. A német autókлуб ADAC az ökoteszt vizsgálatánál szintén az egész energialáncból (német emissziófaktorral 527 CO₂ számolva) indul ki. A legújabban tesztelt VW Golf-nak benzin motorral egy 159g/km az CO₂ kibocsátást mérték.

A Nissan Leaf fogyasztása az ADAC tesztben 20,5KWh/100km. Így a Leaf 108 g/km CO₂-val terheli a légkört, amely 51g-mal kevesebb mint a Golfnál. Az akkumulátor gyártásánál fellépő óriási energiafogyasztás ezt a különbséget messze felülmúlja, amely hátrányt a Leaf-nél közel 90 000 km út megtétele után sikerül csak kompenzálni.

A Tesla Model S nem készült ADAC teszt. A közölt adatokat alapul véve a szóbanforgó gépjármű fogyasztása 20,7 KWh/100km. Ez megfelel 109g/km CO₂ kibocsátásnak.

Összehasonlításként szolgál a Mercedes E-klasse benzinmotor, amely az ADAC-Öko-tesztben 204 g/km CO₂ eredményez. A különbség a Tesla és a Mercedes autók között tehát 95g/km. A Tesla akkumulátor gyártásánál autóként azonban legalább 15t CO₂ képződik. Ennek a hátránynak kiegyenlítéséhez 160 000 km hosszú utat kellene megtenni. Éppen a nagy hatótávolságra tervezett nagy akkumulátor kapacitással felszerelt autóknál lép fel az egyre növekvő hátrány.

Ezt a helyzetet súlyosbítja még a hulladékkezelés (hulladék ártalmatlanítás és újrahasznosítás) folyamata. Az akkumulátor kijózanító problémája boríthatja az ökomérleget és megrendítheti az eddigi elektromos autóba vetett eufémikus hitet.

E-mobilitási stratégia

A technológiai átállás elkerülhetetlen, de nem rövidtávú folyamat.

Minden elektromos hajtási koncepció akkumulátoros vagy üzemanyagcellás autó bevezetésének előfeltétele a megújuló energiaforráson alapuló *energiagazdaság* (villamosáram, hidrogén és metanol) felépítése.

Az egymással technológiai versenyben álló koncepciók (akkumulátoros, üzemanyagcellás autók) értékelésére csak az *életciklus ökológiai mérlege* nyújt valós képet.

Az elektromobilitási stratégia elsősorban a *klima védelmére* irányuló, az egész gazdaságot átfogó *fejlesztési terv*, amely lehetőségeket kínál a hazai innovációs tevékenység lökészerű fellendítésére, új és nagyobb tudástartalmú termékek kifejlesztésére, előnyös piaci pozíciók megszerzésére, új vállalkozások és munkahelyek teremtésére, stb.

Ennek a kihívásnak a felvállalása és az esélyek körültekintető kihasználása az igazi *befektetés a jövőbe*.

Hivatkozások

- [1] JRC: Joint Research Center az Európai Bizottság kutató központja a politika tudományos támogatására a környezet- és egészségvédelmi súlyponttal
- [2] *Well-to-Wheel (WTW) szemléleti- és elemzési módszer a gépjárművek területén*
<http://iet.jrc.ec.europa.eu>
- [3] Welt: Warum ein Elektroauto allein noch keine Lösung ist? 2018 10.24
- [4] Kristina Juhrik, Umwelt Bundesamt: *CO₂-Emissionen sfaktoren für fossile Brennstoffe* 1916 junius
- [5] Focus online: Schwedische Studie rechnet vor: CO₂-Bilanz eines Elektroautos ist ein Desaster 2017 06. 14