

Elkeseredett őslakosoktól a valódi klímasemleges alternatívákig

Az energiafordulat és az e-mobilitás árnyoldalai

A természet- és műszaki tudományok területén az emberi tudás kétevenként megduplázódik, és ez az intervallum megállíthatatlanul rövidül. A világ a következő húsz évben jobban megváltozik majd, mint az elmúlt száz évben. Felvetődik a kérdés: képes-e az ember egyáltalán a felismerések és tapasztalatok folyamatosan növekvő áradatát áttekinteni, feldolgozni és hasznosítani?



Prof. Dr.-Ing.
Anisits Ferenc

Megszoktuk, hogy specialisták ítélőképeségére bízunk magunkat, ők azonban csődlátásuk következtében ma már csak interdiszciplináris együttműködésben képesek felismerni a fejlődés helyes útját. Az ember – mint *homo oeconomicus* – hatásokban, profitban és gazdaságosságban hajlandó gondolkodni, egyszerű érzelmeket keltő, manipulatív üzenetek vezérlik, nem a szakavatott, nyilvános tájékoztatás. A józan ész helyét euforikus érzelmek foglalják el, amelyek hangzatos, harsány reklámokból – pl. *way to zero* vagy a *Fridays for Future* mozgalmak – táplálkoznak. Az ökológiai lábnyomok szaporodnak, az emberiség pedig nem tanul a hibáiból.

Nyersanyagigény

A szélenergia hasznosítása

A modern szélturbina 140–260 méter magas műszaki építmény, amely 2000 m²-es betonlapozaton áll. Ezt veszi körbe a szelrelődaru felállítására szolgáló, 1500 m² nagyságú talapzat. Főbb építőelemei: alapzat, torony, generátorház és rotor. A rotor a lapátkerékagyból és a szárnylapátokból áll. A turbinalapátok hosszmérete 65–85 méter. A generátorházban található a generátor és a berendezés típusától függően a szélsébségváltó. A rotor a lapátkerékaggal együtt 320 tonnát (kb. 200 autó) nyom és 15–60/perc fordulatszámmal forog. A tartóoszlop és az alapzat több ezer tonna súlyával a legnagyobb szélsébségnek és széllekeéseknek is képes ellenállni. A szélörmű maximális teljesítménye eléri a 4,83 MW-ot. A gazdaságos háromfázisú áramtermelés 6 m/sec szélsébségnél valósul meg. A szélörműveket 20 éves üzemeltetési időtartamra tervezik. A szélturbinák egymástól való távolsága szélirányban legalább 5x rotorátmérő (kb. 400 m), oldalirányban pedig legalább 3x rotorátmérő (kb. 300 m). A szélörmű számos nyersanyagból épül fel: cement (alapzat), vas, acél, réz, alumínium (tartóoszlop), króm, mangán, szelén, molibdén, nióbbium (gépház) műanyagok és különböző ritkaföldfémek, mint diszprózium és neodínium (generátorok mágnesében), üvegfázisú epoxigyanta kötésű műanyagok (rotorokban).

A ritkaföldfémek főként Kínában fordulnak elő, ahol a kitermelésük a környezet és a lakosság egészségének katasztrofális méretű károsításával jár. A kínai elektronikai ipar felfutása miatt a ritkaföldfém-bányászat hosszú távon csak a belföldi igényeket tudja kielégíteni.

A szélörművekbe beépített nyersanyagok fajlagos igénye: vas, acél: 170 tonna/

MW; alumínium: 35 tonna/MW; réz: 4,5 tonna/MW; cement: 1100 tonna/MW.

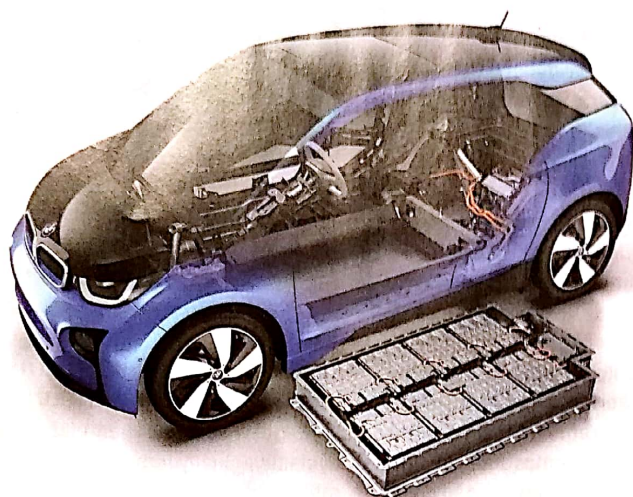
A szélörmű telepítésének ott van értelme, ahol legalább 4 m/sec az évi átlagos szélsébség. A szélkerékpark területigényét az áramteljesítmény területegységre vonatkoztatott értékében, m²/GWh (Gigawattóra = 1 millió kilowattóra) mérik. A törvény által előírt távolság betartásánál a szélkerékpark területigénye szárazföldön 64 000 m²/GWh, tengerpart közelében 1 170 000 m²/GWh (összehasonlításképpen atomerőműveknél ez az érték 25 m²/GWh).

A szélörművek anyagának újrahasznosítási aránya 80–90%, kivéve a szárnylapátokat. A szárnylapát hulladékkezelése rendkívül költséges (szállítás, szétbontás és feldolgozás), nem kifizetődő tevékenység. Egyre gyakrabban „ékesíti” a német tájakat a mezőkön egymás mellé fektetett szélturbinalapát-hulladék látványa (évi 20–30 ezer tonna). Ma Németországban annyi szélörművet építenek, mint amennyit lebontanak. Az új telepítések ellen szerveződik a helyi közösségek tiltakozása, elsősorban az enyhén szólva hátrányos esztétikai látvány, másrészt a ritka ragadozó madarak (évi 8000 vörös héja) elhullása és a lapátok által keltett zavaró (káros?) hanghatások miatt.

Ha Németország energiaigényének egynegyedét szélörművekkel kívánnák fedezni, akkor a telepítendő, egymástól 8 km távolságra lévő szélkerekek az egész ország területét lefednék.

A napenergia hasznosítása

A napkollektorokban a Nap sugárzási energiájával hőenergia termelődik. A kollektorokban hőkövetítő közeg (folyadék, gáz) cirkulál. A felhevített közeg a hőleadás és a lehűlés után ismét visszakerül a cirkulációs vagy szivattyús rendszerű kollektorokba. A berendezés fűtésre vagy vízmelegítésre szolgál (pl. háztetőre telepítés esetén). A berendezés mindaddig hibátlanul mű-



Az e-mobilitás' globális ökológiai mérlege

Az elektromos autók globális ökológiai mérlege értelem szerűen kiterjed az egész életciklusra: a nyersanyagok környezetkárosító kitermelésére, szállítására, az akkumulátorok szén-dioxiddal szennyező gyártási folyamatára, a fosszilis energiával szennyezett elektromos árammal történő üzemeltetésre és a hulladékkezelésre.

Az elektromos autó az egész életciklusa folyamán szürke energiából származó emissziót halmoz fel, kvázi egy CO₂-háztartást cipel, amely jelentősen nagyobb, mint egy modern dízelautó üzemeltetésénél. Ettől a teherből annál gyorsabban mentesül az autó, minél tisztább az üzemeltető villamos áram, hosszabb az akkumulátor élettartama és kisebb az akkumulátor tömege.

Az e-mobilitásról szóló ökomérleg-tanulmányok szerint a kisebb elektromos gépjárművek kedvezőbbek a klímavédelem szempontjából. A jelenlegi trend – nagyobb hatótávolságot nehéz akkumulátorokkal elérni – téves, mert csökkentli az elektromos autók szándékolt ökonómiai előnyét.

Az elektromos autó számos alkatrésze nagyszámú ritkaföldfémeket tartalmaz. Ilyenek pl. a cérium, bizmut, germánium, lantán, eurórium stb. Ezenkívül átlagosan 80 kilogrammal (elektromotorok) több réz beépítésére kerül sor, mint a hagyományos autókba. Az akkumulátor előnytelen, kis energiasűrűségű tároló, ez képezi az elektromos autó legfontosabb alkatrészét. Az elektródagyártás nagy mennyiségben igényel lítiumot, kobaltot, platint és grafitot. A bolíviai Salar de Uyuni nevű sóstóban, az argentin Pozuelos nevű sósisivatagban és a chilei Coyo környékén folyik a lítiumtartalmú kőzet kibányászása. A lítium alkálifém, amelyet vizes oldatból elpárologtatás útján nyernek ki. Az ásványtartalmú talajvizet óriási medencékbe szivattyúzzák. Az erős napsugárzás hatására a víz elpárolog, és különböző összetételű sóoldat marad vissza a medencében, amelyet kémiai folyamat útján lítiumkarbonáttá alakítanak át. Ha sokat kell párologtatni, a talajvíz szintje süllyed, a folyómedrek kiszáradnak, a talaj elszennyeződik és az ivóvíz elfertőződik. A lítiumkarbonátot a több ezer kilométerre fekvő

ködik, amíg a hatásfoka – korrózió és lerakódások folytán – 80% alá nem csökken. Az élettartama, rendszeres és szakavatott karbantartás esetén, akár 20 évnél is több lehet.

A nagy teljesítményű naphőerőművekben a Nap sugárzási hőenergiáját hasznosítják a folyadék felhevítéséhez, ezzel azután gőzturbinát üzemeltetnek, amely a generátorhoz kapcsolva villamos áramot szolgáltat. A napelem vagy a fotovillamos elem a Nap elektromagnetikus energiáját alakítja át közvetlenül villamos energiává, amelyet inverterek alakítanak át egyenáramból váltakozó árammá. A kívánt feszültség szintet transzformátorokkal érik el. A fotovoltaiikus berendezésekben három megoldást alkalmaznak: a vékonyréteges modult, a mono- és a polikristályú szilíciummodult. Mindhárom modultípus eltér egymástól a hatásfokban, gyártási költségekben, hővezetésben és súlyban. A modul kivitelezésétől függően eltérő nyersanyagokra és mennyiségekre van szükség. A szükséges nyersanyag a vékonyréteges modulnál: kadmium, tellur vagy réz, indium, gallium, szelén, germánium; a mono- és polikristályos modulnál pedig szilícium és ezüst. A berendezésben felhasznált ezüst mennyisége 90 kg/MW.

A hőerőművek élettartamát 20–40 évre becsülik. A fotovoltaiikus területigénye szabadtéri telepítésnél 22 900 m²/GWh. A napelempark telepítésének ökológiai lábnyoma sem hagyható figyelmen kívül.

Az áramtermelés akadályai megújuló energiák esetén

Az áramszolgáltatás megújuló energiákból nagymértékben ingadozik – a széljá-

rástól, a nappalok/éjszakák, az évszakok változásától függően –, a kiszámíthatatlan időjárási viszonyok függvénye. Mivel a villamos hálózatokban a termelés és fogyasztás között állandó egyensúly van, a hálózat nem képes energiát kívülről felvenni vagy tárolni. Minél nagyobb a megújuló energia részesedése az áramellátásban, annál nagyobb jelentőségű a tárolás kérdése. A tisztán megújuló energiákon alapuló állandó áramszolgáltatás általánosan, széleskörűen ma még nem biztosítható. Például Németországban a megújuló energiákból termelt áram nem képes a hálózatból a kalorikus erőművekben termelt elektromos áramot kiszorítani. Az áramszolgáltatás ezért két, párhuzamosan kiépített struktúrával működik, amelynek következménye, hogy ott a legdrágább a villanyáram. A megújuló energiaformák berendezéseinek telepítését elsősorban az ország szélviszonyai (széltérképe) és a Nap átlagos sugárzási ideje határozza meg. A telepítéshez kapcsolódó magas költségek, az erdők és mezőgazdasági termelésre alkalmas, őrzési területek lefedése, kiesése, az eredeti tájkép optikai elcsúfítása, a természeti környezet maradó károsítása sem hagyhatók figyelmen kívül.

A megújuló energiaszolgáltatás ökológiai értékelése csak akkor teljes, ha kiterjed az egész folyamatra, a nyersanyag kiaknázásától kezdve (a szállítást is beleértve) a berendezés legyártásán és üzemeltetésén keresztül a hulladékkezelésre is. Mindez tetemes energiafogyasztással, károsanyag-kibocsátással (emisszióval) és számos ökológiai lábnyom hátrahagyásával jár.

1 E-mobilitás: a személy- és tömegközlekedésben használt gépjárművek elektromotoros meghajtása. A trolibusz és a villamos, elektromos felsővezetékhez kötött gépjárművek nem képezik az e-mobilitás témakörét.

akkumulátorgyárakba szállítják, majd a lítium-karbonátból kémiai folyamatok során tiszta lítiumot nyernek, tetemes mennyiségű szén-dioxid keletkezése kíséretében.

Az európai energiafordulattal rohamosan nő a lítiumkereslet. 10–15 kg lítium szükséges egyetlen elektromos autóhoz való lítiumion-akkumulátor gyártásához. A lítium kinyerése megsemmisíti az őshonos indián lakosság egzisztenciális alapjait, az egyébként is száraz vidéken alaposan megcsappantja a vízkészletet, elszennyezi a talajt és a levegőt. Az őslakosok elkeseredett kiáltása – „Az európaiak az elektromotoros autóikkal megölnék bennünket!” – a „zöld” politikusoknál süket fülekre talál.

Az argentinai geológiai tanulmány (Buenos Aires-i Egyetem, 2011) becslése szerint a lítium kitermelésénél tonnánként kétfélszáz liter vizet használnak fel. Nagyobb lítiumkoncentrációnál ez „csupán” négyszázezer liter. A United States Geological Survey (USGS) jelentése szerint az ismert globális lítiumtartalék a földkéregben 53 millió tonna. A gazdasági szempontok alapján kiaknázható lítiumtömeg jelenleg ennek 30%-a, tehát 16 millió tonna. 2017-ben világszerte kerekén 43 ezer tonna lítiumot termeltek ki. A ma ismert forgatókönyvek szerint az évi lítiumszükséglet 2030-ig 160 ezer tonnára, 2050-re 500 ezer tonnára növekszik.

A globális kobalttartalékot 145 millió tonnára becsülik. Ennek csupán 17%-a tárolódik a szárazföldön, a többség az óceán mélyén, a kobaltkéregben, mangánzárványokban található. A világ legnagyobb kobaltkitermelője Kongó, amely a világ tartalékának 60%-a felett rendelkezik. 2017-ben 64 ezer tonna kobaltot aknáztak ki. Az e-mobilitás előretörésével a szükséglet 2030-ig 260 ezer tonnára, 2050-ig több mint 800 ezer tonnára növekszik. A kereslet és kínálat alakulásának figyelembevételével a kobalt hiánycikké válhat a 21. század folyamán. Az akkumulátorgyártók előrelátóan cselekednek, ha a kobaltot nikkellel pótolják.

Ezenkívül az akkumulátorok tartalmaznak más nyersanyagokat is, grafitot, platínát és mangánt. A hulladékká vált lítiumion-akkumulátorok újrahasznosítása rendkívül nagy ráfordítással jár, de ökológiailag értelmes tevékenység.

A körforgásos gazdálkodás elvének megfelelően egyre gyakrabban alakulnak cégek a másodlagos nyersanyagok visszanyerésére. Ma még az EU a lítiumion-akkumulátoro-

kat a szokásos ipari akkumulátorok közé sorolja be, ahol 50% a másodlagos nyersanyag előírt újrahasznosítási kvótája. Várható a törvény szigorítása, a visszanyerés 90%-ra emelése és az államok újrahasznosítási infrastruktúrájának kötelező kiépítése.

A mai felső kategóriájú autókban több mint száz villanymotor van beépítve: az ülés pozíciójának állítására, ablaktörlő mozgására; az utastér szellőztetésére, szivattyúk, kompresszorok (klimatizálás) működtetésére stb. Ilyen kisebb teljesítményű hajtásra az egyszerűbb kivitelezésű gépjárművekben egyenáramú villanymotorokat alkalmaznak. Az elektromos autók meghajtására ezzel szemben kizárólag nagy teljesítményű váltóáramú motort használnak. Bár a villanymotorok már majdnem kétszáz éve léteznek, rohamos fejlődésük csak az utóbbi két évtizedben ment végbe. Ez egyrészt a modern anyagok – például erős mágnesek ritkaföldfémekből –, másrészt nagy teljesítményű számítógépek és elektromos építőelemek alkalmazásának köszönhető. Ezáltal rendkívül bonyolult szabályozást, korábban soha nem látott sebességgel és pontossággal sikerült megvalósítani. Minél könnyebb a motor, annál kisebb beépítési teret is igényel, és annál kevesebb energiát fordít a gépjármű gyorsítására vagy fékezésére. A BMW i3 villanymotorja például 50 kg-ot nyom és 75 kW teljesítményt nyújt, amely 0,67 kg/kW teljesítménysűrűségről felel meg.

Az elektromosság legfontosabb nyersanyaga jó vezetőképesége miatt a réz, a Föld nyersanyagtartalmakai azonban rézben is végesek. A rézkereslet az ICA (International Copper Association) jelentése szerint jelentősen növekedni fog az elektromos autók térhódítása során. Egyedül a villanymotorok rézdróttal tekercselt rotorja 2030-ig több mint évi 250 ezer tonna növekedést okoz a világ rézkitermelésében. A réztermelés a következő harminc évben meg fogja duplázni a bányászat kezdetétől eddig kinyert össz mennyiséget. A világ legnagyobb rézbányája az észak-chilei Atacama-sivatagban található. A felszíni fejtés egy óriási, 4300 m hosszú, 3000 m széles és 1000 m mély, kúp alakú kráterben történik. Az óriási vízfogyasztás (2000 l/sec) olyan tájon zajlik meglehetősen pazarlóan, ahol már több száz éve nem esett eső. A bánya völgyek között helyezkedik el, magas hegyekkel körülvéve, ahol a levegő nehézfémekkel erősen szennyezett. 15 ezer bányász dolgozik három műszakban, heti hét napon. A bá-

nya valakiknek jólétet, másoknak szerény megélhetést és pusztítást hozott. A tüdőrákos megbetegedés sokak sorsa. Tocopilla város a Csendes-óceán partján gondoskodik a bánya elektromos árammal való ellátásáról, mégpedig kilenc új széntüzelésű erőművével. A szentet Kolumbiából szállítják, négyezer kilométeres hajóúton. A város levegője nehézfémekkel szennyezett (a lakosság 10%-a tüdőrákos).

Az e-mobilitás klímasemleges alternatívái

A világot a közeljövőben elkerülhetetlen nyersanyaghiány fenyegeti, amelyet a mai rablógazdálkodás okoz. A fenntartható klímavédelem olyan technológiai megújulást igényel, amely kevésbé függ a nyersanyag-tól, és nem szorul a világ nyersanyag-monopolistáira. Több megoldás kínálkozik a klímasemleges energiaellátásra:

Oláh György javasolta az áttérést a metanolgazdaságra. Gyakorlatilag ez azt jelentené, hogy a hőerőművek füstgázában lévő szén-dioxidból metanolt termeljenek. A kőszéntüzelésű hőerőműben, Lünenben napi egy tonna metanolt termeltek. A metanol energiátároló, üzemanyag, valamint kémiai alapanyag. Klímasemleges, mert a Föld szén-dioxid-körfolyamatába illeszkedik be. Izland több metanolgyárat működtet a szén-dioxid-dús forrásokból, amelyek Oláh György nevét viselik.

A belső égésű motor elvén működő, de hidrogénnel üzemeltetett belső égésű motor lehetővé tenné a szén-dioxid-mentes mobilitást, a fentebb említett problémák elkerülése mellett. A BMW Hidrogén 7 modelljével demonstrálta ezt a megoldást már 2004-ben. Újabban a MAN és Daimler Benz tesztel hidrogén-motorhajtású tehergépkocsikat.

A sűrített levegővel működő, égés nélküli gázexpanziós motorok elve már régóta ismert, ám csupán elvétve alkalmazták (pl. a berni villamosokban). Az emissziómentesség, a hosszú élettartam és a csekély karbantartási igény előnyei mellett számos hátrány is felsorakoztatható – nagy, nehéz palack, alacsony energiasűrűség, a sűrített levegő drága energiahordozó. Alkalmazása tömegközlekedési eszközként erősen kétséges.

A hiteles és az álságos klímapolitika

A klímapolitikai stratégia a globális felmelegedés mérséklésére irányul. A politikai

intézkedések kiterjednek a nemzetgazdaságok egészére, az energiagazdaságra, a nyersanyagforrások kiaknázására, az ipari termelésre, a közlekedésre, a mezőgazdaságra, a háztartásokra és a természetvédelemre. A klímapolitika akkor hiteles, ha az intézkedések reális célokat követnek, hatékonyak, összeegyeztethetők a társadalom elvárásaival, és kicsi az ökológiai lábnyomuk. A megoldásokon csak olyan szakemberek dolgozhatnak, akik függetlenek minden külső befolyástól, csupán a klímavédelemnek elkötelezettek. A klímapolitika akkor válik álságossá, ha az rejtett üzleti vagy ideológiai célokat szolgál. Így válnak a tájékozatlan, naiv polgárok a politikusok, a lobbisták, a média és *Greta Thunberg* propagandájának áldozatává.

Az álságos klímapolitika számos európai „zöld mintaállamnál” tetten érhető, mert környezettudatosságuk csupán az országok határáig terjed. Környezetvédelmi intézkedései alapján Norvégia is öntudatos és büszke mintaország. 2025-ig a teljes személygépjármű-forgalmat elektromos meghajtásúvá kívánják átállítani, ugyanakkor a világ hetedik legnagyobb kőolaj- és földgáztermelőjeként lényegében hozzájárul a szénhidrogének elégetéséhez és a globális szén-dioxid-kibocsátás növeléséhez. Ez a tudathasadásos magatartás olyan, mintha egy kábítószerral kereskedő a kábítószer-fogyasztóra hátrítaná át a felelősséget.

A széntüzelés teljes leállítását azt jelentené, hogy az eltüzelésre szánt szén a föld alatt marad. A zöld paradoxon másik mintapéldája Németország: egyrészt energiatranszformációt (a fosszilisból a megújuló áramtermelésbe) hirdet, másrészt mint a világ egyik legnagyobb barnaszén-termelője és -exportőre, buzgón növeli a globális szén-dioxid-kibocsátást. Az európai CO₂-kibocsátás kereskedelme is komolytalan bohózat. A megújuló energiát termelő országok emissziós tanúsítványokkal kereskednek. Az európai piacon a tanúsítványok felvásárlásával más országok több fosszilis tüzelőanyagot égethetnek el.

Az elektronikai ipar nyersanyag-kiszolgáltatottsága

A ritkaföldfémek a világ legfontosabb és legkeresettebb nyersanyagai (mobiltelefonok, számítógépek, laptopok, elektromos autók, szél-turbinák és naperművek).

Nélkülözhetetlenek a hadiparban (rakétegyezmény, űrhajózás, radarrendszerek, drónok stb.) és a repülőgépiparban. Kína látja el a világkereskedelm 95%-át. Mivel a ritkaföldfémek a kőzetből erős savval nyerik ki, ezért erősen mérgező, ráadásul radioaktív iszap marad vissza. Kínában jött létre a világ legnagyobb szennyvíztava 230 millió köbméter térfogattal, amely nemcsak a talajvizet mérgezi, hanem más vonatkozásban is károsítja az emberi egészséget. A helyi lakosok közvetve a zöld klímavédelem menekültjei, az egyetlen lehetőségük lakóhelyük elhagyása.

Kína monopolhelyezete nem merül ki nyersanyag-exportáló tevékenységében, hiszen a világszerte forgalmazott elektromos készülékek legnagyobb gyártója is. Az az ország, amely Kínával ideológiai okokból nem kereskedik, gazdaságát nyílegyenesen kormányozza a recesszióba, másrészt teljes technológiai kiszolgáltatottságba kerül a nyersanyag-monopólium következtében. A nyersanyagágazat ökológiai, szociális és emberjogi szempontok alapján bizonyítottan a legproblemátikusabb gazdasági ágazat. Az utolsó hatvan évben kitört konfliktusok 40%-a összefügg a természetes nyersanyagforrásokért vívott küzdelemmel.

A klímavédelem helyes útjának felfedezése

A darmstadti ököintézet prognózisa szerint a világ autópályahálózata elérheti a két és fél milliárdot, az új forgalomba hozott gépjárművek száma pedig az évszázad közepéig évi 160 millióra fog növekedni. Az új elektromos autók különböző modellek szerinti részesedése: harmada hibrid, negyede plug-in hibrid és további negyede tisztán akkumulátoros, hatoda üzemanyagcellás hajtásokból tevődik össze. A hirtelen fellépő e-autó-boom átmenetileg – különösen a lítium és a kobalt vonatkozásában – a nyersanyagpiacon hiányhoz vezethet.

A válságok okai sokrétűek lehetnek: politikai zavargások a bányarégiókban, a monopolszerű ellátási struktúrák, vagy új bányák elhúzódozó engedélyezési eljárásai. A nyersanyagárak emelkedése is fékezheti a váltást az e-mobilitás korszakába.

Az e-mobilitás akkumulátoros koncepciója nem egyetemesen használható minden közlekedési eszközre. Alkalmazása főleg kisméretű személygépkocsik városi

forgalmára² előnyös. A teherautóknál, távolsági autóbuszjáratoknál, vasútnál, vízi járműveknél és repülőgépeknél továbbra is a fosszilis energiahordozókkal való üzemeltetés maradt az uralkodó technológia.

Az energiatranszformáció és az e-mobilitás rendkívül összetett és sok megoldatlan feladattal terhelt témakör, amely nem válhat szakavatatlan lobbisták, ideológiai propagandisták, politikusok, ngo-k játszóterévé. Tanulmányként szolgál erre a német energiatranszformáció kudarca. Németországban az átállás a megújuló energiaforrásokra a milliárdos támogatások (160 milliárd euró öt év alatt) ellenére sem halad előre. A klímacélokat nem sikerült teljesíteni, az áramhálózat kiépítése is akadozik. A Szövetségi Számvevőszék (Bundesrechnungshof) számos hiányosságot fedezett fel és súlyos szemrehányásokkal illette a gazdasági minisztériumot. Egyre erősödnek azok a hangok, amelyek az atomerőművek bezárásáról szóló elhamarkodott döntés visszavonását követelik. Itt az ideje, hogy a szakemberek a globális ökológiai fenntarthatóság kritériumait a megújuló energiára és az atomerőmű-technológiára objektív alapon, szakszerűen újraértékeljék.

Az akkumulátorok másodlagos nyersanyag-hulladékból történő visszanyerésére (kvóta < 90%) speciális hulladékfeldolgozó telepeket kell létrehozni. Fel kell térképezni a napelemparkok telepítésére alkalmas, kis természeti károsítással járó területeket (elsivatagosodott, sós, kiszáradt tavak). A megújuló energiát termelő parkokat egy autonóm villamos vezetékhálózattal kell egymással összekötni, és a termelt áramot tárolásra alkalmas közeg, hidrogén vagy metanol előállítására használni. A tárolt megújuló energiát tervezetten lehet az elektromos fővezetékbe betáplálni.

Mindenekelőtt meg kell szüntetni *Szent-Györgyi Albert* tanácsa: a helyes út felfedezésére látni kell, amit mások is látnak, és úgy kell gondolkodni, ahogy mások korábban még nem gondolkodtak! Rohanni pedig csak akkor szabad, ha már a helyes úton vagyunk.

² Az akkumulátor gyártása tetemes szén-dioxid-kibocsátással jár. Nagy tömegű akkumulátor szén-dioxid-mérlege csak nagyon hosszú élettartamú, emissziómentes üzemeltetésű autókban egyenlíthető ki. Mivel azonban az akkumulátor élettartama (kb. 8 év) rövidebb, mint a gépjárműé, ezért az akkumulátorcserével nem áll be az egyensúly.