A MAGYAR MÉRNÖKAKADÉMIA AJÁNLÁSAI

Energia- és klímatechnológia-menedzsment

Kiss István,
Cselkó Richárd, Németh Bálint, Csete Mária, Szűcs Róbert

Készült az MMA INNOKATALIZÁTOR 2021 Programját támogató NKFIH ED_18-1-2019-0016 számú Szerződés keretében

Budapest, 2020. április 15.

Tartalom

1. Helyzetkép, nemzetközi kitekintés 3
2. Klímainnováció – környezetipar és energetika 9
3. Nemzetközi projektek hasznosítható tapasztalatai 17
4. Az energia- és klímatechnológia- menedzsment nagyfeszültségű technikai vonatkozásai. 24
5. Az energiatároláshoz kapcsolódó mintaprojekt 30

1. Helyzetkép, nemzetközi kitekintés

Dr. Kiss István, egyetemi docens
BME VET

Ebben a fejezetben arról szeretnénk áttekintést adni, hogy az energia- és klímatechnológia-menedzsment témakörével kapcsolatosan milyen helyzetértékeléssel, jövőképpel, javaslatokkal találkozhatunk a Mérnökakadémiához kötődő nemzetközi szervezetek egyes dokumentumaiban. Azért választottuk kiinduló pontnak ezek áttekintését, mert azt a fajta látókör-bővítést, amelyet az INNOKATALIZÁTOR 2021 project kapcsán megcéloztunk, véleményünk szerint ezek a dokumentumok nagymértékben elősegítik.

Megjegyezzük, hogy az Európai Unió szervezetei részéről több olyan direktíva is megjelent, amelyek az ITM számára jól ismertek, hiszen a Nemzeti Energiastratégia (NES) valamint Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve (NEKT) hivatkozik rájuk, ezekre építve tesz különböző megállapításokat, javaslatokat, így ebben az anyagban feleslegesnek tartottuk azok áttekintését.

Az európai mérnökakadémiákat tömörítő CAETS (International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences) már 2015-ben kiadott egy olyan dokumentumot, amely a fenntartható növekedéssel foglalkozott. Ebben az anyagban megállapították, hogy a technikai/technológiai fejlődést jelentősen befolyásolják azok az egyre szigorúbb korlátozások, amelyek a környezetvédelem érdekében jöttek létre, mint például az emisszióra vonatkozó előírások (emisszió-csökkentés), vagy a dekarbonizációs célokat szolgáló limitek (a karbonsemlegesség, mint távlati cél irányába mutatva).

Különösen hangsúlyosan szerepel az épületek és a közlekedés tématerülete, pontosabban fogalmazva az épületek energiafelhasználásának csökkentése és a közlekedés környezet-barátabbá tétele.

Sajnos az ebből az anyagból is kitűnik (ami azóta több más dokumentumban is megjelent), hogy a fenti célokat annak ellenére kell elérni, hogy néhány, az iparban rendkívül nagy súllyal rendelkező ország, mint Kína, India, Oroszország, Egyesült Királyság, Dél-Afrika még sokáig rászorulnak a szén alapú energiatermelésre, sőt, ilyen irányú energiaigényük várhatóan még növekedni is fog.

Ugyanakkor, még az ilyen szén alapú energiatermelésben is van lehetőség „zöldítésre”, hatásfoknövelésen, illetve más környezetvédelmi beruházásokon keresztül. Érdemes megemlíteni pl. Kínát, ahol az elmúlt évtizedekben nagyon jelentős technológiai újításokat vezettek be az emisszió-csökkentés érdekében, többek között elektrofilterek telepítésével.

A 2015-ös tanulmány nagy lehetőséget látott a nemkonvencionális gázok energiaforrásként való alkalmazásában, mint amilyen. a „carbon bed methane”, ennek nemzetközi kutatására tett javaslatot. Megállapította azt is, hogy egyre inkább kapcsolt rendszert fog alkotni a villamosság, a közlekedés és a fűtés. Napjainkban ennek a hatásnak az erősödését látjuk.

A CAETS tanulmánya a fotovoltaikus rendszerek hatásfok-növekedését prognosztizálta, főként a napelemeknél használt technológia fejlődésének köszönhetően.

A tanulmányban a közlekedés is szerepelt, amit itt azért említünk meg (miközben az INNOKATALIZÁTOR 2021 külön foglalkozik ezzel a területtel), mert jelentős energetikai vonzata van, ezen belül jelentős villamos energetikai vonzata. A dokumentum az egyik legnagyobb jövőbeni kihívásnak a közúti közlekedés dekarbonizációját tartja. Ennek villamos energetikához, elektrotechnikához kötődő vonatkozásai például a motorok hatásfoknövelése (méret- és súlycsökkentése) illetve az akkumulátorok energiasűrűségének valamint élettartamának növelése.

Jelen helyzetben a „szűk keresztmetszetet" utóbbi jelenti: a benzinnel / gázolajjal működő gépjárművek „hatótávolságával" összevetve az elérhető villamos autók első sorban a tárolt energia adta korlátok miatt maradnak alul az összehasonlításban. A nyomás viszont nagyon erős ezen a területen egyrészt az emissziócsökkentési, másrészt a dekarbonizációs elvárások miatt, miközben az ehhez szükséges költségráfordítást ésszerű keretek között szeretnénk tartani, a szállítmányozás és a városi mobilizáció növekvő intenzitása mellett. Nem véletlen, hogy ez a terület az ITM által közzé tett Nemzeti Energiastratégiában illetve Nemzeti Energia- és Klímatervben is megjelenik.

A fenti célok elérését más módon elérő lehetőségekkel is foglalkozik a CAETS dokumentuma. Ilyen az informatikai rendszerek alkalmazása a közlekedésben (például a jelentős szennyezést okozó forgalmi dugók csökkentése érdekében). Ezzel azonban ebben a fejezetben nem foglalkozunk, a korábban már említett alprojekt részletezi az ezzel kapcsolatos tudnivalókat.

A teljes hajtásrendszer fejlesztése továbbra is fontos cél. Itt említjük meg, hogy a BME Villamosmérnöki és Informatikai Karán a Villamos Energetika Tanszék aktív részvételével zajlik egy FIEK projekt (Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központ), amely keretében az országban egyedülálló lehetőségekkel (teljesítmény, komplexitás) rendelkező hajtáslabor alakítottak ki.

A CAETS tanulmány kitér az innovációs lehetőségekre is. Kulcsfontosságúnak ítéli a korábban említett energiasűrűség növelést az e-mobilitásban használt akkumulátorok esetén (az egyetlen feltöltéssel megtehető távolság növelése érdekében). Emellett fontosnak tartja az akkumulátorok élettartamának növelését is. (Ez a két cél természetesen nem csak a személygépjárművekkel kapcsolatban jelentkezik, hanem a nagyobb járművek „villamosítása" esetén is. Ennek fontossága kapcsán elegendő a Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia Zöld Busz Programját említeni.)

Érdekességképpen felhívjuk rá a figyelmet, hogy a villamos energia használata a közlekedésben a repülés területén is megjelent, bár nagyon korlátozott formában, (gyakorlógépek, kisméretű légi járművek). Korábban szinte elképzelhetetlennek tűnt, hogy lesz olyan kis tömegű de kellően nagy energiasűrűségű akkumulátor, kellően kis súlyú villanymotor, amelyek lehetővé teszik a tisztán villamos repülést.

A tavalyi évben, 2019-ben jelent meg az EASAC (European Academies Science Advisory Counci) két olyan dokumentuma, amelyekről itt is érdemes rövid ismertetést adnunk. Az első a közlekedés dekarbonizációjának lehetőségeivel és kihívásaival foglalkozik, a második a villamosenergia-hálózatokhoz kapcsolódó energiatárolás tématerületét vizsgálja.

Projektünk szempontjából az első dokumentumnak villamos energetikai vonatkozásait vizsgáljuk. Ebben az anyagban különösen fontos a tanulmány 9. oldalán található állítás, amely szerint a közlekedés, az ipar és az épületek dekarbonizációja jelentős mértékben függ azok „elektrifikációjától" (villamosításától). Ez gyakorlatilag a „villamos energetika szektor" dekarbonizációját is jelenti, amelyet a lehető leggyorsabban meg kell oldani a következő 10-15 évben.

A közlekedés dekarbonizációjára több olyan javaslat is olvasható, amely összefügg a fenti „villamosítási törekvéssel", köztük az utazóközönség áttterelése autóról vasútra, vagy ha ez ne lehetséges, akkor az utazáshoz használt személygépkocsi „leváltása" akkumulátoros villamos autóra vagy plug in hibridre. Ez a szemlélet a NEKT-ben szintén megjelenik.

A tanulmányban ezen felül szerepel a hidrogéntechnológia értékelése is, az üzemanyagcellák alkalmazásától a hidrogén égésű motorok alkalmazásáig.

Sajnos vannak „vadhajtások", amikor valamilyen céllal ellentétes hatást érnek el. Ilyen például az e-roller németországi bevezetése, amely a szándék szerint arra szolgált volna, hogy minél több autós válassza a közlekedésnek ezt a módját, ehelyett viszont a gyalogosok kezdték el nagy számban használni az újszerű közlekedési eszközöket, ami így végül is nagyobb környezetterheléshez vezetett, mintha a szóban forgó személyek továbbra is gyalogoltak volna.

A személygépjárművek használatának ugyanis a rollerrel szemben van egy lényeges pszichológiai szempontja, ez „Az autómban itthon vagyok!" érzés. Sokan emiatt még akkor is az autós közlekedést választják, amikor reális alternatíva lenne más közlekedési eszköz használata. Márpedig a tanulmány szövege alapján a közlekedésben folyamatos „aktivitás-növekedés" tapasztalható a szállítás és a személyközlekedés területén.

Különösen izgalmas a szállítmányozás dekarbonizációja. A tanulmányban olyan megoldásokkal is találkozunk, mint például a teherautók táplálása az út mentén haladó vezetékről. A szakemberek sokat várnak az informatikai rendszerek egyre nagyobb mértékű alkalmazásától is, ezzel az INNOKATALIZÁTOR 2021 másik alprojektje foglalkozik.

A mi szempontunkból megjegyzendő az, hogy a nagymértékű e-mobilitáshoz szükség van megfelelő átviteli képességgel rendelkező villamos hálózatra. A tanulmány nagyon érdekes norvég adatokat közöl, (azért ilyet, mert itt viszonylag magas az akkumulátoros villanyautót használók száma), amelyek szerint autóikat zömében otthon töltik az emberek, vagyis a töltéshez szükséges energiaigény a KIF hálózatok terhelésében is megjelenik. A jövőben tehát mindenképp szükség lesz a hálózat bővítésére vagy jobb kihasználására.

A közlekedés kapcsán még egy érdekességre hívjuk fel a figyelmet. Vannak olyan járulékos előnyei is a közlekedés elektriofikációjának, amelyek elsőre talán nem nyilvánvalóak. Ilyen

például az a tény, hogy egy autó fékezését elő tudjuk segíteni a villamos hajtással (kinetikus energia visszanyerés) ezáltal csökken a fékbetétek kopása miatt a környezetbe jutó káros anyag (kisméretű részecskék)

Szintén az EASAC adta ki 2017.ben az energiatárolásról szóló meglátásait. A tanulmány első része megállapítja: itt is egyre erősebb a nyomás az emissziócsökkentés és a „karbon lábnyom" csökkentése miatt. Ehhez jönnek egyéb nehézségek, mint a megújuló energia integrálása a villamosenergia-rendszerbe.

Ez igényli a korábbi tárolási rendszerek bővítését, valamint a rendszer fexibilisebbé tételét. Főleg a villamosenergia-hálózathoz kapcsolódó, „villany be - villany ki" rendszerekben gondolkodnak a dokumentum szerzői, függetlenül attól, hogy a tároló rendszeren belül mennyi köztes átalakítás történik. (Például a szivattyús-tározós vízerőműveknél a villamos energia – helyzeti energia átalakítás.)

Ha már ezt az erőműtípust említettük: 2016-ból származó svájci adatok szerint a teljes tárolási teljesítmény legnagyobb része (48 325 MW) ebben a formában áll rendelkezésre, a második helyen a sűrített levegős energiatárolási mód már csak 322 MW teljesítményű és csak 3. helyen állnak a Li-ion akkumulátorok 186 MW teljesítménnyel, 77 MW lendkerekes, 38 MW NaS technológiájú és 7 MW az ólomakkumulátoros tárolás előtt.

Az energiatárolásnak van néhány fontos tulajdonsága, amelyet a tanulmány kiemel. Az első ilyen tulajdonság, hogy rendszerfüggő, értelemszerűen más-más megoldást kell választani attól függően, hogy a megújulók miatti tárolásról van szó vagy más teljesítmény-kiegyenlítési célból van rá szükség. Ugyanakkor több éves tendencia, hogy az egyes tárolási módok költségei csökkennek, egyre olcsóbbá és egyre elérhetőbbé válik az összes itt felsorolt technológia.

Az energiatárolás növeli a hálózat flexibilitását, elősegíti a rendszeregyensúlyt. Háztartási szinten – főként a fotovillamos rendszerek terjedése miatt terjedőben van az akkumulátoros energiatárolás, ennek részaránya valószínűleg jelentősen növekedni fog. Végül, de nem utolsó sorban: elszigetelt rendszerek, mikrogridek esetén is előnyös.

Az EASAC tanulmánya a villamosenergia-piac kérdéseivel is foglalkozik, erre mi most nem térünk ki, (egy esetleges későbbi tanulmánynak lehet témája), a NEKT-ben és NES-ben ez a terület szintén megjelenik. Azt azonban megemlítjük, hogy a BME VET-en régóta folynak ezzel kapcsolatos kutatások, és a korábban említett BME FIEK szervezetnek része egy, a MAVIR-ral közösen létesített „Smart Power szimulációs labor", amely lehetővé teszi a megújuló energiaforrásokra nagymértékben támaszkodó villamosenergia-rendszer energiamenedzsmentjének valós idejű, laborkörülmények közötti fejlesztését és tesztelését.

Energy Transitions in Europe címmel jelent meg átfogó tanulmány a EURO-CASE (European Council of Academies of Applied Sciences, Technologies and Engineering) szervezet energiaplatformjának kiadásában, amelynek témája, hogy 2040-re milyen jellegű átalakulásokat várhatók a villamos energetika területén Európában.

Nagyon tanulságos a tanulmány azon diagramja, amely áttekinti, hogy várhatóan 2040-re milyen forrásból fogják fedezni a várhatóan növekvő villamosenergia-igényt Lengyelországban. Látszik, hogy a legjelentősebb energiatermelők a nukleáris erőművek, illetve az offshore szélturbinák lesznek, de jelentős mennyiségnövekedést várnak a napelemek termelte energiát illetően is. (A NEKT-ben megfogalmazott forgatókönyvek, különösen a nukleáris és a fotovoltaikus úton megtermel energiára alapozó változat teljesen összhangban van ezzel a prognózissal, természetesen azzal a különbséggel, hogy hazánk adottságaiból fakadóan a nagymennyiségű offshore szélturbina mennyiség értelemszerűen hiányzik.) A tendenciák hasonlóak a további hat vizsgált országban is (Franciaország, Németország, Spanyolország, Svédország, Szerbia, Szlovénia).

Európaszerte visszaszorul a lignittüzelés (Itt is van magyar vonatkozás a Mátrai Erőmű technológiaváltása kapcsán), de sajnos az is látszik, amit korábban már említettünk, a széntüzelésű erőműveket Európán belül sem lehet teljesen kiküszöbölni, bizonyos országokban (Pl. Lengyelország) ezek továbbra is üzemelni fognak, sőt továbbiak létesítése is tervbe van véve. Itt különösen fontos, hogy a kapcsolódó környezettechnikai berendezések (pl. elektrosztatikus pernyeleválasztás) rendelkezésre álljanak.

Itt érdemes megjegyezni az innovációs irányokkal kapcsolatban, hogy a szélturbinák tervezése és gyártása során jelentős méretnövekedést figyelhetünk meg, egyetlen turbina teljesítménye jelentősen nő. Ez a méretnövekedés felvet olyan problémákat, pl. a túlfeszültség-védelem és villámvédelem területén, amelyek megoldásában nemzetközi együttműködés keretében be lehet kapcsolódni. Már csak azért is érdemes ezt megemlíteni, mert pl. a VESTAS cég azt a rendszert, amelynek segítségével a turbinák villámvédelmének hatékonyságát vizsgálja, éppen Dr. Horváth Tibor professzor Valószínűséggel Súlyozott Vonzási Tér elmélete alapján dolgozta ki. Ezen a területen a BME-n működő Budapesti Villámvédelmi iskola most is aktív.

Noha a tanulmány szerint európai szinten a biogáz és biomassza a villamosenergia-termelésben viszonylag kis szerepet kap, Magyarországon sokkal nagyobb a jelentősége, hiszen jelentős biomassza tüzelésű erőműveink működnek, (pl. a Pécsi Erőmű erre átalakított blokkjai), a fűtés nagyon sok háztartásban fatüzelésen alapul, ráadásul – amint az INNOKATALIZÁTOR projekt Ligetvári Ferenc vezetésével készült tanulmánya rámutat – más környezetvédelmi szempontok is érvényesülnek egyes biomassza-fajták esetén. A biomassza-tüzelés hatékonyságának növelése a NEKT-ben is szerepel.

Megjegyezzük, hogy a levegőtisztaság-védelem a biomassza tüzelés esetén is lényeges szempont. A nagyerőművekben ugyanúgy elektrofilterek üzemelnek, mint a széntüzelésű erőművekben, de háztartási szinten ilyen berendezések gyakorlatilag nincsenek (léteznek, de nem alkalmazzák ezeket). A Tiszta Fejlődés Stratégia tervezetében is fontos helyet foglal el a levegőtisztaság-védelem.

Ez a téma át is vezet bennünket a környezettechnológia témakörre, amelyet a következő fejezet tárgyal.

Irodalom

[1] CAETS: Pathways to Sustainability in the Energy, Mobility and Health Care Sectors (Statement, 2015)

[2] Euro-CASE: Energy transitions in Europe. Common goals but different paths.

[3] EASAC: Valuing dedicated storage in electricity grids (Policy report 33, 2017 May)

[4] EASAC: Decarbonisation of transport: options and challenges (Policy report 37, 2019 March)

[5] Magyarország Nemzeti Energia- és Klímaterve (ITM 2020. január)

[6] Nemzeti Energiastratégia 2030 (ITM, 2020. január)

[7] Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia (ITM, 2020. január)

2. Klímainnováció – környezetipar és energetika

Szalmáné Dr. habil. Csete Mária
BME GTK Környezetgazdaságtan Tanszék

Bevezetés

A napjainkban megfigyelhető globális természeti, gazdasági és társadalmi változások következményeképpen – mint például a klímaváltozás jelensége, különféle helyzetek indukálta válsághelyzetek kialakulása stb. –, ezen folyamatok hatására számos kutatóban, szakértőben, politikusban, továbbá laikus érdeklődőben felmerült a gondolat, hogy vajon mi jelenthetne megoldást e komplex problémakör esetében. Sok esetben valamiféle paradigmaváltás szükségszerűségét is megfogalmazzák, melyben jellemzően a fenntarthatóság, környezeti érdekek érvényre juttatása, karbonsemlegesség, valamiféle „zöld út" is szerepel az elképzelések rendezőelvei között.

A nemzetközi és hazai tudományos eredmények alapján is egyértelművé vált, hogy korunk egyik jelentős kihívása az antropogén tényezők által okozott klímaváltozás mértékének csökkentése (mitigáció), illetve a kapcsolódó folyamatok következtében fellépő várható hatásokhoz való alkalmazkodás (adaptáció). Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség (EEA) adatai alapján az elmúlt évtizedben 0.91-0.96°C nőtt az éves átlaghőmérséklet az iparosodás előtti átlaghoz képest, és nőtt a heves esőzések, de egyúttal az aszályos időszakok száma is, valamint a szélsőséges időjárási jelenségek előfordulásának gyakorisága is intenzitása is növekvő tendenciát mutat. (EEA Indicators, 2019)

Felmerül a kérdés, hogy ezekre a komplex problémákra, folyamatokra milyen beavatkozási lehetőségek, eszközök, innovatív megoldások állnak rendelkezésre és azokat mi alapján érdemes optimalizálni a kibocsátás-csökkentési és adaptációs kapacitás szempontjából is hatékony javaslatok azonosítása, ill. megtalálása érdekében.

Környezetipar

A környezetipar feladata olyan termékek és szolgáltatások előállítása, melyekkel lehetőség nyílik a környezeti károk mérésére, megelőzésére, csökkentésére, valamint elhárítására. Mivel piaci alapokon szerveződik, sokkal könnyebben fogadják el a piaci szereplők, mint a hagyományos eszközöket. Egyes Nyugat-európai országokban a GDP jelentős százalékát a

környezetipar állítja elő. A környezetipar alapvetően három részterületre bontható, melyek számos energetikai kapcsolódási ponttal rendelkeznek (WTO 1998, OECD/Eurostat 1999):

- szennyezéskezelés;
- tisztább technológiák és termékek;
- erőforrásgazdálkodás.

Pénzügyi tekintetben messze az első terület a legjelentősebb, hiszen ide tartoznak a széles körben elterjedt és alkalmazott ún. „end of pipe" technológiák. A környezetipari tevékenységekhez kapcsolódó forgalom megoszlik az egyes környezetipari ágazatok között. A legjelentősebb forgalmú szektorok között szerepelnek a szennyvíz- és hulladékkezeléshez, továbbá a levegőtisztaság-védelemhez kötődő szolgáltatások és tevékenységek.

A környezetiparnak számos externális hatása lehet, melyek közül néhány kedvező. A pozitív externális hatások közé sorolhatók a környezetipar kapcsán annak gazdaságélénkítő, munkahelyteremtő, esélyegyenlőséget és a tudásmegosztást támogató hatásai. A gazdaságélénkítő hatás magába foglalja a környezetipar által generált alapanyag-keresletet és termék- valamint szolgáltatáskínálatot. Ide tartozik még a pénzpiacra gyakorolt hatás (pl. környezetipari cégek hitelfelvétele). A tudásmegosztás az innovációt, a K+F tevékenységeket, valamint a nemzeti és nemzetközi együttműködést takarja. A környezetiparhoz kapcsolódó munkaerőpiaci hatások és az ezekkel kapcsolatos esélyegyenlőségi kérdések szintén kiemelt fontossággal bírnak ezen témakörben.

A környezetiparnak azonban vannak negatív externális hatásai is. Ezek között az egyik legfontosabb a szennyezések exportjához kapcsolódik. A keletkezett többletkibocsátásokra és az ezekkel járó határérték-túllépésekre az érintett ország kétféleképpen reagálhat. Megemelheti a határértékeket, hogy megtakarítsa a kárelhárítás költségeit, vagy kénytelen azokat kifizetni. Mivel azonban a szükséges technológia nem áll rendelkezésre, valószínű, hogy egy fejlett országbeli környezetipari vállalatot szükséges megbízni.

A környezetiparban Európa egészére, így Magyarországra is jellemző a reaktív stratégiák, vagyis a szennyezések kezelésére, csökkentésére vonatkozó fejlesztések – a proaktív stratégiákhoz képesti hangsúlyosabb volta. Ez részben annak következménye, hogy egyrészt a környezetipari tevékenységek nagymértékben a környezetvédelmi szabályozásoktól függnek, másrészt a környezetfejlesztési célú projektek esetében az elérhető, pályázható, kiírt támogatási források függvénye, vagyis a rendelkezésre álló fejlesztési források prioritásai nagymértékben meghatározzák a megvalósítandó beruházások jellegét is egyben, ami nem minden esetben kedvez a proaktív környezetipari stratégiának, illetve forrásmenedzsmentnek.

A proaktív környezetipari stratégiához a megelőző jellegű beruházásokat, vagyis nem a már létező szennyezést kezelni kívánó környezeti fejlesztéseket sorolom. A környezeti fenntarthatóság felé történő elmozdulásban némi ellentmondás látszik tükröződni a környezeti, társadalmi és a gazdasági dimenziók között a gazdasági ellenérdekeltség tekintetében abban az értelemben, miszerint a csővégi technológiát üzemeltetők alapvető érdeke, hogy az adott kezelendő szennyezés, illetve annak mértéke, vagy mennyisége hosszútávon fennmaradjon, ami a bevételeiket biztosítja ugyan, de nem mutat az élhetőség, a környezet és társadalmi fenntarthatóság irányába.

Karbonsemlegesség és klímainnovációs törekvések

A környezetipari tevékenységekhez kötődően és a legutóbbi ENSZ klímapolitikai célkitűzések, az EU-s kibocsátás-csökkentési vállalások gyakorlati megvalósításához kapcsolódóan is egyre inkább előtérbe kerülnek az ágazati és egyéni fogyasztói kibocsátás-csökkentési megoldásokon, tevékenységeken belül is a kifejezetten a karbonsemlegesség elérését célzó törekvések. A különféle típusú, egyes ágazatokban alkalmazható klímainnovációs törekvések is egyre inkább fókuszba kerülnek, melyekben jellemzően kiemelt szerepet tulajdonítanak a „smart" vagy „nature based" jellegű megoldásoknak, ill. ezek ágazattól vagy térségtől függő kombinációinak. A karbonsemlegesség felé történő elmozdulás irányát, pedig a karbonlábnyom számítási módszerek és annak eredményei alapján javasolt kibocsátás-csökkentési megoldások segíthetik.

A karbonlábnyom számításnak két fajtáját lehet megkülönböztetni (Barnett et al., 2012):

a. Alulról induló folyamat elemzés (Process model carbon footprints)

Az alulról induló modell figyelembe veszi az termék egész életciklusát a gyártástól a végső felhasználásig. Ezt a módszert tarják a legpontosabbnak azonban részletes információra van szükség a teljes életciklus függvényében mely mind idő és költség igényes. Továbbá felmerülő probléma lehet még, hogy bizonyos esetekben az ellátó/szállító nem szívesen adja ki a termék gyártásával kapcsolatos információkat. Manualitása miatt időigényes ezért inkább egy termék vizsgálása esetén ajánlott. Azonban ezen modell révén pontosabb adatokat kapunk, mint a felülőről induló elemzés útján ugyanis, ha a gyártó alacsony karbon forrásokat használt akkor a végső kibocsátásban ez tükröződni fog.

b. Felülről induló elemzés (Input-out model carbon footprints)

Értelemszerűen ez a modell felülőről lefelé haladva vizsgálja meg a termék kibocsátását CO2 szempontjából. A modell a karbon erősségét használja, azt, hogy mennyi az adott pénzegységre eső elköltött szén-dioxid kilogrammban mérve. Az erre kialakított rendszer

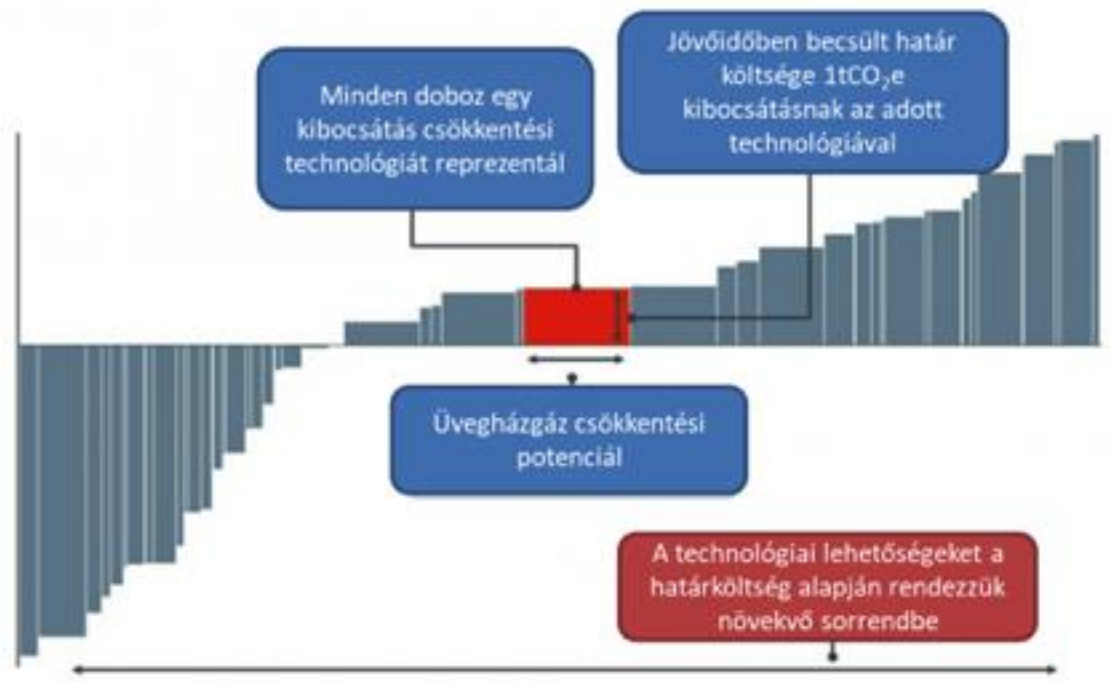
hozzárendeli a terméket a kategóriákhoz, majd a termék kiadását megszorozzák a kategóriához tartozó karbon intenzitással, aminek eredményeként megkapjuk a karbonlábnyomát. Ez a rendszer teljesen automatizált, így a ráfordított idő és költség szempontjából egyaránt hatékony. Az adott termék előállításáról csak nagyon minimális információt igényel, az árat és a súlyt leszámítva így a rendszer csak bizonyos termékeket képes vizsgálni.

A bottom up vizsgálatra a PAS2050 módszer is jól alkalmazható, melyet a British Standard Institute fejlesztett ki 2008-ban. Az ISO 14040, és ISO 14044 szabványrendszerekre építve alakították ki. Nagy sikerét látva 2011-ben tovább fejlesztették a rendszert, hogy még pontosabb információval szolgálhasson a cégeknek a jövőben környezeti szempontok figyelembevétele során. Ezzel a módszerrel bármilyen termék vagy szolgáltatás által kibocsátott üvegházhatású gázok mennyisége a rendelkezésünkre állhat és azonosítja a csökkentési lehetőségeket. A PAS 2050 az üvegházhatású gázokra fókuszál, amelyek a termék életciklusa folyamán keletkeznek így olyan egyéb potenciális környezeti, társadalmi, és gazdasági hatásokat, mint például a vízfogyasztás, biodiverzitást nem veszi figyelembe.

A kibocsátáscsökkentési megoldások elhárítási költségei és potenciáljai az energetikában

Az egyes műszaki-technológia innovációk kibocsátás-csökkentési hozzájárulásának és költség vonzatainak vizsgálata az energetika területén is kiemelt fontosságú, mely a gyakorlatban az egyes megoldási javaslatok prioritási sorrendjének kialakításának megalapozására is alkalmas. Költséggel párosítani a klímaváltozást komoly kihívást jelent. A klímaváltozás hatásai széleskörűek, részleteiben teljeskörűen nehezen, vagy egyáltalán nem is modellezhetők és költségeket rendelni távoli jövőbeni eseményekhez pedig még bizonytalanabb. Környezetgazdaságtani megfontolásokból az elhárítási határköltség görbe (MAC, Marginal Abatement Cost) elemzése adhat választ a klímainnovációs eszközök optimalizálására az energetika területén. A határköltség az összköltségnek a növekménye, amelyet egy további output egység termelése előidéz. A határköltség az output minden egyes többletegységének előállításához szüksége pótlólagos inputok költsége. Nyilvánvaló, hogy a megnövekedett output összköltsége több lesz, mint a kevesebb outputé, ezért a teljes változó költség mindig nő, amikor az output növekszek. Ezzel szemben a határköltség, egy bizonyos szintig csökken, majd növekszik. Megállapítható, hogy a határköltség görbe meredeksége konzisztens a rövid távú csökkenő hozadékkal. Először csökken, majd amikor a termelés fix tényezője korlátozni kezdi a vállalatot, a határköltség emelkedik. (Török, 2018)

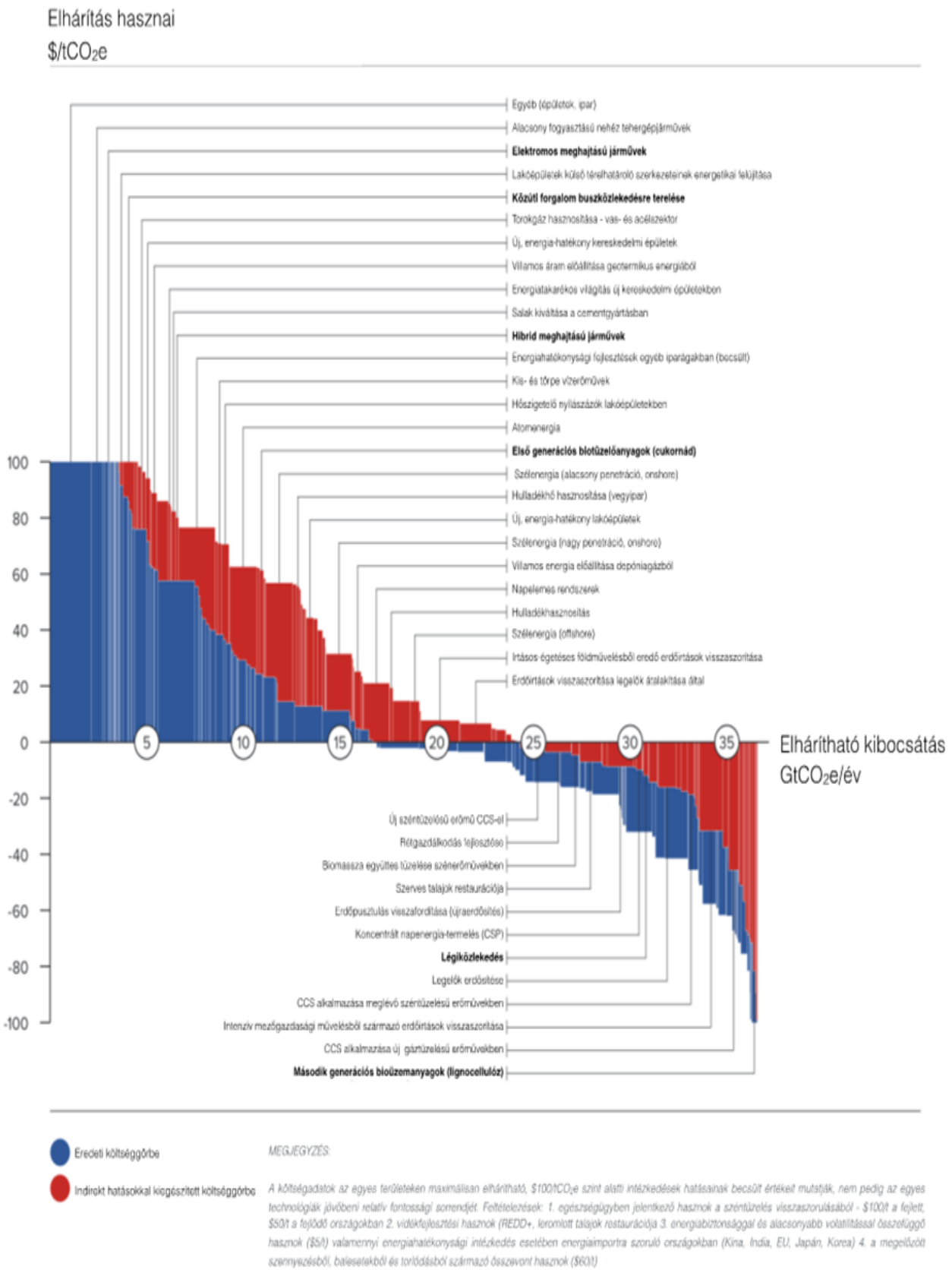
A határköltség görbe egyik változata az elhárítási határköltség görbe (Teng et al., 2014), mely az elhárítási alternatívák határköltség görbék aggregátuma (1. ábra). Az egyes területek, illetve műszaki-technológiai innovációk eltérő dekarbonizációs kapacitással rendelkeznek a CO_2-kibocsátások vonatkozásában és az egyes megoldásokhoz tartozó költségszintek is eltérőek.



1. ábra McKinsey-diagram (elhárítási határköltség görbe) sematikus ábrázolása

(Forrás: http://www.climateworksaustralia.org/project/tools-resources/how-read-marginal-abatement-cost-curve alapján szerk. in Török (2018))

A vízszintes tengelyen az elhárítható kibocsátás mértéke (javítási potenciál) látható, a függőleges tengelyen pedig az elhárítás határköltsége (általában a jövőidőre diszkontálva) (Szendrő et al.,2016).



2. ábra Elhárítási költségek és potenciálok

(Forrás: Green (2011) alapján szerk. in Török (2018))

A 2. ábra alapján CO_2 kibocsátás szempontjából leginkább költséghatékony innovatív megoldások energetikai szempontból a CCS alkalmazásához kapcsolódnak, melyet a koncentrált energiatermelés (CSP) és a biomassza együttes tüzelése szénerőművekben megoldás követ. A CO_2 kibocsátás szempontjából leginkább költséghatékony eszközök az energetika mellett a közlekedés és a mezőgazdaság területén találhatók.

A háztartásokat érintő intézkedések között jelentős potenciálok láthatók az ábra alapján, melyek nagyságrendekkel nagyobb megtakarítást eredményeznének, mivel a befektetett pénz sokkal hatékonyabb úton járulna hozzá a CO_2 és energia megtakarításhoz. Ez azt jelenti, hogy kisebb költségek révén tudnánk ugyanazt a mennyiségű CO_2-t, illetve energiát megtakarítani, mint például a közlekedésbe fektetett összegekkel. (Török, 2018)

Források

Barnett, A., Barraclough, R. W., Becerra, V., Nasuto, S. (2012): A comparison of methods for calculating the carbon foot print of a product

European Environmental Agency (EEA) (2019) – Indicator 1: Global and European Temperature
https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/global-and-european-temperature-9/assessment

European Environmental Agency (EEA) (2019)– Indicator 2: Precipitation Extremes in Europe
https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/precipitation-extremes-in-europe-3/assessment

European Environmental Agency (EEA) (2019) – Indicator 3: River Flow Drought
https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/river-flow-drought-2/assessment

Green, F.: Nationally self-interested climate change mitigation: a unified conceptual framework Centre for Climate Change. Economics and Policy Working Paper No. 224, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper No. 199.

OECD/Eurostat (1999) The environmental and services industry: manual for data collection and analysis. Paris: OECD Editions.

Szendrő G., Börcsök E.,, Török Á. (2016): Közlekedési kibocsátás-csökkentési lehetőségek Magyarországon, Magyar Energetika 23:(2) pp. 32-35.

Teng, F., Wang, X., Pan, X., & Yang, X. (2014). Understanding marginal abatement cost curves in energy-intensive industries in China: insights from comparison of different models. Energy Procedia, 61, 318-322.

Török Á. (2018): Elhárítási határköltséggörbék alkalmazása a járműgépészeti fejlesztések priorizálásában In: Csibi, Vencel-József; Barabás, István (szerk.) Marosvásárhely, Románia : Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT), (2018) pp. 508-511. , 4 p.

WTO (1998) *Environmental services.* Chapter IX. of the Committee on Trade and Environment's note on environmental benefits of removing trade restricitons and distortions.

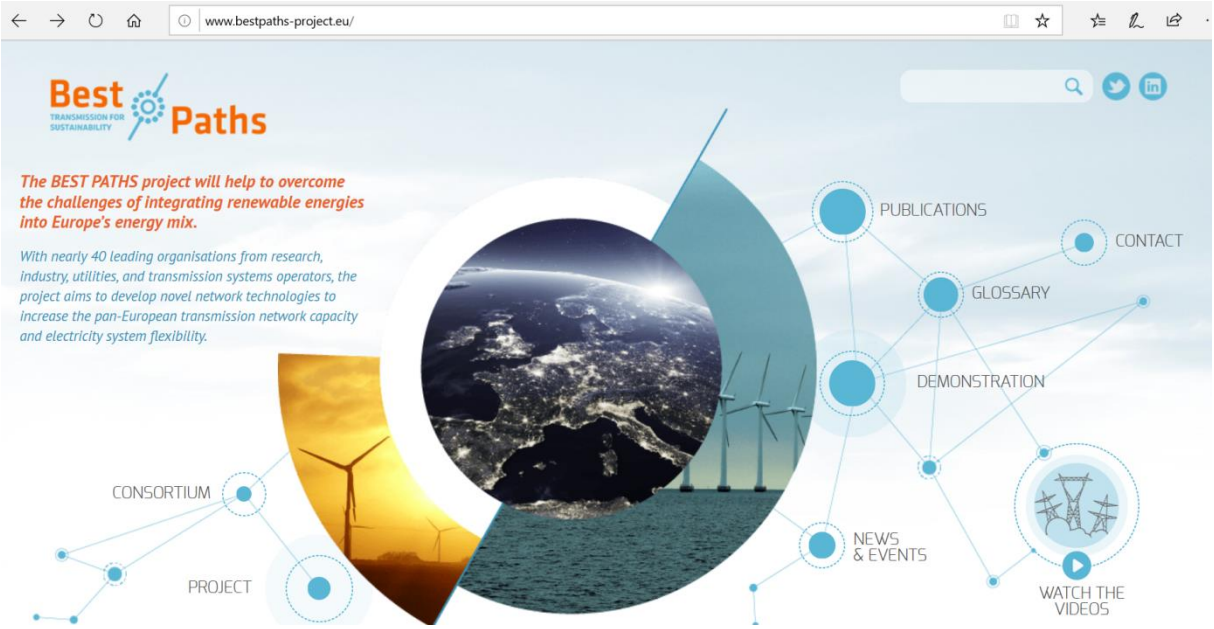
3. Nemzetközi projektek hasznosítható tapasztalatai

Dr. Németh Bálint egyetemi docens, BME VET

Best Paths

Az egyik utolsó és legnagyobb költségvetésű EU-FP7-es pályázat témája éppen azzal a problémával volt kapcsolatos, hogy az Európában telepített megújuló energiaforrásokat használó energiatermelők és a nagy energiaigényű fogyasztók egymástól földrajzilag távol helyezkednek el, tehát a villamos energiát kellő hatékonysággal, kis veszteséggel el kell szállítani a termelés helyétől a felhasználás helyéig.

Ehhez meg kell határozni, hogy a meglévő távvezetékrendszer hogyan használható ki még jobban, hol kell új útvonalakat létesíteni és azok milyen típusúak legyenek (távvezeték, vagy kábel, ha előbbi, nagy váltakozó feszültségű vagy nagy egyenfeszültségű, kábel esetén lehet-e szupravezetős stb.)



5 demo tartozott a projekthez, ezen belül kiemeljük a váltakozófeszültségű távvezetékek jobb kihasználását célzó dinamikus terhelhetőség (Dinamic Line Rating) eredményeit. Ez a terület a ITM által kiadott Energiastratégiában is szerepel vizsgálandó megoldásként, a nemzetközi projektben szerzett tapasztalatok a hazai távvezetékhálózaton is alkalmazhatók.

A folyamatos energiaellátás szempontjából lényeges a feszültség alatti munkavégzés (FAM) alkalmazása. Itt azt szeretnénk megjegyezni, hogy a projekthez kapcsolóan lényeges innovációs eredményt sikerült elérni: egy olyan új FAM szerelőkocsit sikerült kifejleszteni, amely képes a távvezeték sodronyain úgy közlekedni, hogy a szigetelőknél is képes továbbhaladni.

Ezzel kapcsolatban általánosan igaz, hogy a nemzetközi együttműködés keretében végrehajtott nagyprojektekben lehetséges olyan léptékű részfeladat elvégzése, amelyben komoly innovációra nyílik lehetőség.

A FAM tevékenység kapcsán a vezetőképes védőruházat fejlesztésében és újszerű mérési módszerek kidolgozásában értünk el eredményeket, több szabványbizottság tagjaiként javaslatunkra változtatták meg például az archálóra vonatkozó szabvány-előírásokat.

További információk érhetők el az alábbi honlapról:

http://www.bestpaths-project.eu/

Horizon 2020 projektek

Magyarország Nemzeti és Klímatervében több olyan nemzetközi együttműködési program is található, amely a Horizon 2020 keretében valósul meg. Ezzel kapcsolatosan szeretnénk bemutatni azokat a projekteket, amelyek az INNOKATALIZÁTOR 2021 témájához kapcsolódnak és elősegíthetik a NEKT-ben megfogalmazott célok elérését.

K+F+I innovációs pályázatok, közvetlen EU finanszírozással

Horizon 2020 program (2014-2020)

- 7 éves kutatás-fejlesztés-innovációt támogató program, 80 mrd EUR kerettel
- Hangsúlyosak az energetikai témák
- Minden évben új pályázati felhívás jelenik meg

- Előnyök:
  - Élvonalbeli nemzetközi K+F+I projektekben történő részvétel
  - Konzorciumi működés, egy résztvevőre belátható méretű feladat hárul (~10-75 emberhónap nagyságrendben)
  - Közös szakmai munka hazai és nemzetközi partnerekkel, célorientáltan
  - Együttműködés TSO-k, DSO-k, NRA-k, kutatóhelyek, energiaszolgáltatók, szoftverfejlesztők, projektkoordinátorok, EU-s szervezetek között
  - A gyakorlati alkalmazhatóságot, demonstrációt (TRL 5+) megcélzó kiírások
  - Magas, akár 70%-os támogatási intenzitás akár vállalkozások számára is

    + további költségtérítés utazási, CAPEX és rezsi jellegű tételekre

A hazai energiaipari szereplők a BME-vel közösen már sikeresen elindították a Horizon2020 pályázatokhoz kapcsolódó programjaikat

- Támogatást elnyert, futó projektek
  - **FLEXITRANSTORE** (2017-21)
    - BME, VPP
  - **INTERRFACE** (2019-22)
    - BME, NKM, EON, ALTEO
  - **INTERRFACE** (2019-23)
    - BME, MAVIR, HUPX, Uniper, MEI

FLEXITRANSTORE projekt (2017-2022)

flexitranstore

FLEXITRANSTORE – An Integrated Platform for Increased FLEXIbility in smart TRANSmission grids with STORage Entities and large penetration of Renewable Energy Sources

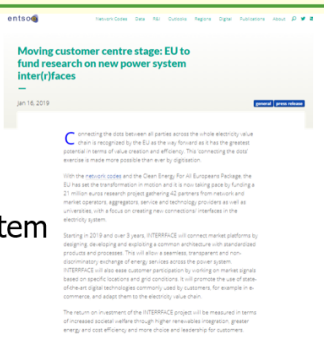
H2020 felhívás: *LCE-04-2017: Demonstration of system integration with smart transmission grid and storage technologies with increasing share of renewables*

Konzorcium: **28 tag, 15,8 millió EUR keret**

A BME két demonstrációs program vezetése:

- Demo 3 – Increase resilience of the cross-border lines with sensors for de-icing solutions;
- Demo 5 – New wholesale market approach with flexibility services

INTERRFACE projekt (2019-2021)



INTERRFACE TSO-DSO-Consumer INTERFACE aRchitecture to provide innovative grid services for an efficient power system

H2020 felhívás: *LC-SC3-ES-5-2018-2020: TSO-DSO-Consumer: Large-scale demonstrations of innovative grid services through demand response, storage and small-scale (RES) generation*

Konzorcium: **42 tag, 21 millió EUR keret**

A BME feladatai két demonstrációs program vezetése:

- Demo 4 – "Asset-enabled local markets" Microgrid local electricity markets using the assets capabilities;
- Demo 7 – "Spatial Aggregation of Local Flexibility" A EUPHEMIA-based market platform to engage local flexibility resources

FARCROSS projekt (2019-2021)

FARCROSS FAcilitating Regional CROSS-border Electricity Transmission through Innovation

H2020 felhívás: *LC-SC3-ES-2-2019 - Solutions for increased regional cross-border cooperation in the transmission grid*

Konzorcium: **31 tag, 13,6 millió EUR keret**

A BME feladatai két demonstrációs program vezetése:

- Demo 1 – Complex grid management technology for handling cross-border transmission line capacity-related issues
- Demo 2 – Co-optimized cross-border capacity auction algorithm

Az egyes projektekhez tartozó további információk az alábbi honlapokról érhetők el.

http://www.flexitranstore.eu/

http://www.interrface.eu/

https://farcross.eu/

4. Az energia- és klímatechnológia- menedzsment nagyfeszültségű technikai vonatkozásai

Dr. Cselkó Richárd
adjunktus, BME VET

Bevezetés

A melléklet 4. fejezetében olyan területeket igyekszünk bemutatni, amelyekben innovációs lehetőségeket látunk a tématerülethez kapcsolódóan.

Téma címe:	Eszközgazdálkodás és diagnosztika IoT támogatással
Érintett cél:	Infrastruktúra állapot, nagy megbízhatóság
Bevételtermelés módja:	OPEX csökkentés, CAPEX késleltetés
Cég(ek):	TSO, DSOk, nagyobb ipari üzemek

A villamosenergia hálózat hossza Magyarországon meghaladja az Egyenlítő hosszának négyszeresét, a csomópontokba beépített primer berendezések számossága pedig több tízezresre tehető. A hálózatfejlesztés történeti sajátosságai miatt a magyar hálózaton a fejlett országokéhoz hasonlóan sok olyan berendezés üzemel, ami a tervezett élettartama végéhez közelít. A berendezések élettartamának maximális kihasználása, ugyanúgy, mint a megbízható villamosenergia-szolgálatatás alapvető nemzetgazdasági, de egymásnak ellentmondó érdekek. Az optimális beavatkozási struktúra, a beruházások lehetséges elhalasztása és a karbantartások megfelelő mértékének megállapításához szükséges információkat a diagnosztikai mérések adatai szolgáltathatják. A korábbi módszertantól eltérően a ma már szinten mindenhol rendelkezésre áll és költséghatékonyan elérhető valamilyen kommunikációs csatorna, így lehetséges a diagnosztikai-monitoring eszközök IoT szemlélettel való fejlesztése és telepítése. Ennek segítségével a megnövekedett információmennyiség lehetővé teszi az eddigieknél jelentősen pontosabb eszköz élettartam modellek felépítését és ezáltal a fent megfogalmazott feladat optimális megoldását.

Téma címe:	Transzformátor részkisülés mérés UHF frekvenciatartományban
Érintett cél:	Infrastruktúra állapot, nagy megbízhatóság
Bevételtermelés módja:	Új technológia rendelkezésre állása
Cég(ek):	Siemens, CG Electric, TSO, DSOk

A transzformátorok meghibásodásainak egy jelentős része közvetve vagy közvetlenül

részkisülések kialakulása miatt következik be. A részkisülések mérésének szabványosított, a vezetett kisülésimpulzus integrálásán alapuló módszere csak nagyon korlátozottan alkalmas a hibahely pontos behatárolására. Ez mind az üzemben, mind a gyári átvételi vizsgálatok során hosszadalmas és nehézkes hibahely keresést eredményez. A méréstechnika kiterjesztése UHF tartományra ennek a problémának az áthidalását eredményezi, ugyanakkor az alkalmazhatósághoz szükséges a szenzorok kialakításának meghatározása, figyelembe véve a transzformátoron belüli térerősség viszonyokat és a szükséges frekvenciatartományt. Típusonként eltérő lehet a pontos helymeghatározáshoz elégséges szenzor darabszám és elhelyezés, aminek a módszertanát ki kell dolgozni. Az kidolgozott technológiát a transzformátor gyártók mint opció kínálhatják, míg az üzemeltetők utólagosan építhetik be, csökkentve ezzel a váratlanul bekövetkező meghibásodások valószínűségét.

Téma címe:	Nanokompozit szigetelőanyagok alkalmazása különleges igénybevételű berendezésekben
Érintett cél:	Infrastruktúra állapot, nagy megbízhatóság
Bevételtermelés módja:	Új technológia rendelkezésre állása
Cég(ek):	Korax Kft., startup

A villamos szigetelőanyagok fejlesztésének egy ígéretes iránya a nanokompozitok készítése, amelynek során egy költséghatékony donor anyagba nanoméretű szemcséket helyeznek el más, általában önmagában szintén olcsó anyagból. A két anyag határfelülete a hozzáadott anyag nanomérete miatt igen nagy lesz és jelentősen eltérő tulajdonságokkal bírhat, mint a kiinduló anyagok külön-külön. A technológia kutatólaboratóriumi szinten képes ún. igényre szabott szigetelőanyagok létrehozására, amikor figyelembe vehetők a szigetelésekkel szembeni követelmények. A villamos szilárdságon túl alkalmazás függvényében fontosak lehetnek az anyag mechanikai tulajdonságai (húzószilárdság, nyomószilárdság) és termikus tulajdonságai (hőállóság, hővezető képesség) is. Ezen tulajdonságok beállításával az eddiginél kisebb méretű, hatékonyabb berendezések készíthetők. Az ipari alkalmazáshoz szükséges azon módszerek kialakítása, amelyekkel a laboratóriumi szintézist át lehet ültetni nagyüzemi technológiává.

Téma címe:	Észter folyadékok alkalmazása szigetelőolaj kiváltására
Érintett cél:	Környezetvédő technológia
Bevételtermelés módja:	Új technológia rendelkezésre állása
Cég(ek):	CG Electric, Siemens, Isofarad, H-tec, TSO, DSOk, MOL

Az ásványi olaj alapú szigetelőolaj jelenleg is meghatározó szigetelőanyaga a nagyfeszültségű (nagy villamos térerősségű) technológiának. Ennek alternatívájaként az elmúlt évtizedben jelentős lépések történtek észter folyadékok kifejlesztésére, amelyek lehetnek szintetikusak és növényi alapúak is. Ezek jelentős előnye, hogy a környezetbe

kijutva nem okoznak jelentős károkat és biológiai úton lebomlanak, így nem szükséges például nagytranszformátorok esetén jelentős költséget jelentő kármentő medence építése. Emellett jelentős előnnyel bír ezen folyadékok igen magas lobbanáspontja, mert az ásványi olajjal szemben gyakorlatilag önoltó tulajdonsággal bírnak az ezekkel töltött berendezések, így szintén megtakarítható az automata tűzoltó berendezés. Fenti előnyös tulajdonságok ellenére a terjedést jelentősen gátolja a tapasztalat hiánya és néhány jelentős fizikai különbség, így szükséges további kutatással hozzájárulni a berendezésekben való alkalmazhatóság bizonyítására. Az egyik legfontosabb tisztázandó kérdés a hőmérséklet függvényében való villamos viselkedés, mert az eddig villamos vizsgálatok konszenzusosan szobahőmérsékleten történtek.

Az észter folyadékok sokkal nagyobb viszkozitása miatt a transzformátorok termikus viselkedése jelentősen megváltozik, így új transzformátorok esetén a korábbiaktól jelentősen eltérő módszertanra van szükség a hűtés megtervezésére, ami kihatással van a szigetelési rendszerre és a mágneses kör kialakítására is. Használt transzformátorokban való alkalmazás esetén szükséges lehet a transzformátor névleges értékeinek átszámítására. Elosztói engedélyesek számára azért lehet előnyös akár teljesítménycsökkenés árán is kiváltani az ásványolajat, mert azzal ellentétben magas lobbanáspontja miatt nem használható fűtésre, magas viszkózussága miatt pedig gépjárművekben sem, így védettnek tekinthető az eltulajdonítással szemben.

Téma címe:	Kénhexafluorid csökkentési módszerek
Érintett cél:	Klímavédelem
Bevételtermelés módja:	OPEX csökkentés
Cég(ek):	TSO, DSOk, H-Tec, KVGY

A kén-hexafluorid a villamos kapcsolókészülékek működésében alapvető szerepet betöltő gáz, fizikai tulajdonságainak egyedi kombinációja miatt jelenleg csak nagyon korlátozott esetekben van igazi alternatívája. Kiváltása, vagy legalábbis alkalmazásának csökkentése ugyanakkor mindenképpen előnyös lenne, mert a jelenleg ismert legerősebb üvegházgáz, így csekély kibocsátása is jelentős hatással bír. A gáz alkalmazása két alapvető funkcióra osztható, egyik esetben kizárólag szigetelőanyag, míg másik esetben szigetelőanyag és ívoltási közeg is egyben. Előbbi esetben tágabbak a lehetőségek, ugyanakkor a kiváltás során életciklus szemlélettel kell meghatározni az alternatívák előnyeit, mert például a megnövelt nyomás miatt szükséges lehet a felhasznált acélmennyiség jelentős növekedése. Mivel a gáz a Kyotói Megállapodás részét képezi, használata szigorú szabályok alá esik, ennek megfelelően például egy kénhexafluorid-mentes gyűjtősín jelentős piacra találhatna.

Téma címe:	Háztartási méretű elektrosztatikus porleválasztó
Érintett cél:	Klímavédelem, környezetterhelés csökkentése
Bevételtermelés módja:	Új technológia rendelkezésre állása

Cég(ek):	Gyártók, alkalmazók

A biomassza tüzelés várhatóan még évtizedekig használatban marad. Klímavédelmi szempontól – szén-dioxidra vonatkoztatva - közel semleges, ugyanakkor a más szennyezőanyagok is keletkeznek, melyek közül jelentős levegőminőség problémákat okoz a szálló por.

Az elektrosztatikus porleválasztást ipari méretekben hatékonyan alkalmazzák tüzelőberendezések és egyéb részecske-források szűrésére. A háztartási méretű kivitel műszakilag lehetséges, ugyanakkor jelentős fejlesztést igényel a karbantartásmentesség és hosszú távú megbízhatóság elérése, figyelembe véve a szükségszerű költségkorlátokat. A porleválasztás megoldásával a téli időszakban jelentősen csökkenteni lehetne a levegőminőség-problémákat.

Téma címe:	Háztartási méretű elektrosztatikus porleválasztó
Érintett cél:	Klímavédelem, környezetterhelés csökkentése
Bevételtermelés módja:	Új technológia rendelkezésre állása
Cég(ek):	Gyártók, alkalmazók

A biomassza tüzelés várhatóan még évtizedekig használatban marad. Klímavédelmi szempontól – szén-dioxidra vonatkoztatva - közel semleges, ugyanakkor a más szennyezőanyagok is keletkeznek, melyek közül jelentős levegőminőség problémákat okoz a szálló por.

Az elektrosztatikus porleválasztást ipari méretekben hatékonyan alkalmazzák tüzelőberendezések és egyéb részecske-források szűrésére. A háztartási méretű kivitel műszakilag lehetséges, ugyanakkor jelentős fejlesztést igényel a karbantartásmentesség és hosszú távú megbízhatóság elérése, figyelembe véve a szükségszerű költségkorlátokat. A porleválasztás megoldásával a téli időszakban jelentősen csökkenteni lehetne a levegőminőség-problémákat.

Téma címe:	Elektrosztatikus porleválasztás technológia alkalmazása a mobilitásban
Érintett cél:	Környezetterhelés csökkentése
Bevételtermelés módja:	Új technológia rendelkezésre állása
Cég(ek):	MÁV, BKV, Volán, Mahart

A dízelüzemű gépjárművek egyik legveszélyesebb egészségkárosító hatása a korom kibocsátása, amit az EURO környezetvédelmi fokozatokban egyre szigorúbban korlátoznak. Az elektrosztatikus porleválasztás technológiája igazítható ezen járművek kibocsátásaihoz és a jelenlegi részecskeszűrőknél hosszú távon is megbízhatóbb működést biztosíthat. A technológia ipari alkalmazhatósága első lépésben a nagyobb járműveknél (pl. hajók, dízelmozdonyok) érhető el, ahol a motorok üzeme kiszámíthatóbb és nincs szükség a

leválasztó méretének extrém kicsire való csökkentésére. A piaci termékké fejlesztés jelen pillanatban nem megoldott kérdése a leválasztott anyagok kezelése.

Téma címe:	Indukált áram ellen védő ruházat
Érintett cél:	Infrastruktúra állapot, nagy megbízhatóság
Bevételtermelés módja:	Új technológia rendelkezésre állása
Cég(ek):	TSO, DSOk és szolgáltatóik

A villamosenergia-hálózat üzemeltetése során gyakran van szükség feszültség közeli munkavégzésre. Ebben az üzemállapotban a munkavégzés tárgya földelt, ugyanakkor a környező villamos berendezések eléggé közel vannak ahhoz, hogy kapacitív és induktív csatolás által jelentős feszültséget indukáljanak a vezetőkben, szerencsétlen esetben pedig a munkavégző személy testén keresztül sérülést okozó áramot hajtsanak. Az indukált áram ellen védő ruházat nagyban hasonlíthat az elektrosztatikus védőruhára, ami a feszültség alatti munkavégzés potenciálon végzett munkamódszerének védőeszköze, ugyanakkor annál több nagyságrenddel nagyobb áram vezetésére kell képesnek lennie. Ilyen ruházat jelenleg nem áll rendelkezésre egyik gyártó kínálatában sem, továbbá a minősítési eljárások kidolgozása is szükséges a piacra vitelhez.

Téma címe:	Beavatkozni képes FAM robotok fejlesztése
Érintett cél:	Megbízhatóság növelés
Bevételtermelés módja:	OPEX csökkentés
Cég(ek):	TSO, DSO, startup

A szabadvezeték hálózatok üzemeltetése során igen előnyös a feszültéség alatti munkavégzés (FAM) alkalmazása, hiszen a hálózat megbízhatóságát növeli és csökkenti a hálózati veszteségeket a kikapcsolás elkerülése. A FAM technológia részletesen kidolgozott és biztonságos, ugyanakkor a jövőben a biztonsági szint tovább lenne növelhető, ha ember helyett robot végezné a szükséges beavatkozásokat. Jelenleg a távvezetéken alkalmazott robotok többsége kizárólag ellenőrző, diagnosztikai szereppel bír, a robotika rohamos fejlődésével azonban a szabadvezetékeken való munkavégzésre alkalmas eszköz is kifejleszthető. A lehetséges főbb irányokat két csoportra oszthatjuk, az univerzális eszközökre és a célzottan, adott hiba típust vagy típusokat javítani képes robotokra.

Téma címe:	3D nyomtatás alkalmazása a villamosenergia hálózaton
Érintett cél:	Infrastruktúra állapot, nagy megbízhatóság
Bevételtermelés módja:	Új technológia rendelkezésre állása, CAPEX csökkentés
Cég(ek):	TSO, DSO, startup

Az additív gyártási technológiák számos iparágat megreformáltak. A szabadvezetéki hálózat számos olyan elemet tartalmaz, aminek a fő költsége maga az anyag. Számos esetben ismert ugyanakkor, hogy a berendezések tervezése során a gyárthatóság a fő korlát. A 3D nyomtatás költséghatékonyabbá válásával bizonyos hálózati elemek költsége jelentősen csökkenthetővé válik, mert jelentősen csökken az anyagigény és a tényleges igénybevételekre és feladatokra tervezhetők az eszközök. A piacosítható termékek köre tulajdonképpen kiterjed az összes hálózati elemre, aminek a mérete lehetővé teszi az additív technológiák alkalmazását.

5. Az energiatároláshoz kapcsolódó mintaprojekt

Králik István, Szűcs Róbert
VIDEXIM

Projekt neve: Mobilizálható szünetmentes energiatároló rendszer fejlesztése extrém környezeti feltételek melletti felhasználásra

Földünk változó klíma rendszerre évről évre okoz egyre több katasztrófát. Vannak előre jelezhető események, de egyre több a kiszámíthatatlan. Az hogy hol, mikor és mekkora erővel következik be egy földrengés, cunami, szökőár stb. egyre nehezebb megmondani. A katasztrófák utáni helyzetben a mentés, kárfelmérés támogatásához villamos áramra van szükség. Egyszerű fogyasztók esetén az aggregátoros tápellátás megfelelő, de vannak olyan kritikus fogyasztók, ahol stabil és megfelelő villamos jelre van szükség, amit szünetmentes tápegységek képesek előállítani a tartalék energia forrásaik felhasználásával. Ilyen fogyasztok az informatikai eszközök, telekommunikációs rendszerek, orvosi berendezések és egyéb speciális műszerek, eszközök. Az adott területen nem lehet tudni milyen körülmények és feltételek fogadják a mentő, kárfelmérő csapatokat, ezért egy univerzális tápellátású, intelligens, stabil, védett áramszolgáltató egység a kezdeti fázisban nagy segítséget jelent az ott dolgozó embereknek.

A projektet életre hívó igény a mobilizálható energiatárolási megoldásokra való igény megjelenése, szélsőséges időjárási és környezeti körülmények között. A jelenleg elérhető kínálatban nem találunk ennek az igénynek megfelelő kompakt eszközöket, ezen felül olyan megoldás sem érhető el, amely komplexebb módon nyújtana megoldást erre az igényre.

Smart Electronic Kft. a mobilitás elérését speciális, erre a célra fejlesztett konténerekbe való telepítéssel kívánta megoldani. A fizikai hatásokkal szembeni ellenálló képességet acél tartószerkezettel valósítja meg, amely stabil védelmet és biztos rögzítési pontot ad a héjszerkezetnek. A projekt eredményként létrehozott berendezés alkalmas az extrém körülmények közötti egyenletes, megbízható működésre.

Céljaink között szerepelt különböző energiatároló rendszerek kiválasztása, melyek stabilan tudnak működni az általunk meghatározott körülmények között. Saját fejlesztésünk által összekapcsolásra került a tápegység és az energiatároló rendszer. Ez a rendszer került telepítésre a kifejlesztett acél állvány rendszerbe. Ezt követően mérnökeink megterveztek és előállítottak egy rendszer-specifikus intelligens távfelügyeleti szoftvert, amely információt biztosit a kritikus helyzetben történő riasztásokról. Majd a mobilitás megoldása, külső generátoros áramforrás csatlakoztatás lehetőségének kiépítése és az éles körülmények között végzett tesztelés következett.

Miután ezeken a feladatokon túljutottunk, cégünk megkezdi a kifejlesztett termék értékesítését, amelyből várhatóan már a piacra lépés évében telepítésre kerül az elkészített prototípus darab.

A további években, tekintve a konkurencia hiányát exponenciális értékesítési növekedés várható.

Projekt kommunikációs összefoglalója

A fejlesztésünk eredményekképpen létrejött eszköz a speciális kivitelezésnek következtében, képes ellenállni a szélsőséges időjárási körülményeknek, viharoknak és földrengéseknek. Ezáltal kiemelten hasznos a közösség számára, főleg a természeti katasztrófák által veszélyezett övezetekbe. Mivel az eszköz alkalmazásával olyan kritikus területeken is biztosítható az energiaellátás, ami eddig nehezen vagy egyáltalán nem volt megoldott. Az eszköz nagymértékben mérsékeli a kockázatát egy esetleges kritikus üzemeltetésű rendszer (pl. egészségügyi létesítmény) leállásnak valószínűségét és az ezek következtében kialakuló negatív következményeket.

A projekt eredményeképpen egy olyan speciális egység jött létre, amely képes energiaforrást biztosítani szinte bármilyen környezeti katasztrófa estén. Ennek elérése érdekében egy teljesen egyedi kialakítású acélszerkezetet hoztunk létre, amely magába fogadja az akkumulátort, a szünetmentes tápegységet és egyéb folyamatos működést biztosító saját tervezésű eszközeinket. A fejlesztés következtében, az eszköz extrém környezeti körülmények között is képes a teljesen izolált működésre egyéb áramforrások nélkül, továbbá szabványos szinusz hullámot állít elő, ezáltal kivétel nélkül minden elektromos eszköz működtethető erről a forrásról. Az egység kimeneti teljesítménye néhány száz Watt-tól több tízezer Wattig (kW) terjed. Ezek a képességek lehetővé teszik a széleskörű alkalmazás lehetőségét.

A termék felvevőpiaca a tőkeerős szegmensből, a katasztrófavédelem, mentők, tűzoltók, rendőrség és a víz-csatorna, áramszolgáltató cégek közül kerül ki, ezáltal hosszútávon egy stabil értékesítési bázis kialakulásával kalkulálunk. A kezdeti árbevételünket egy darab termék értékesítésével és üzembe helyezésével szeretnénk elérni Magyarországon. Erre reális lehetőségek mutatkoznak a kormányzati szerveknél, a dokumentumtárolásokat végző kritikus szervereket üzemeltetők körében.

A fejlesztés iránya

Napjainkban több mobilizálható energia tárolási megoldás létezik otthoni felhasználásra, illetve ipari területekre is. Ezen rendszerek hagyományos / normál környezeti feltételekhez készülnek, adott, fix kiviteli konstrukciókban. A mobilitás az egyes elemek / modulok hagyományos konténerbe történő beépítésével érhető el. A szünetmentes tápegység egy fajta, általában zárt gondozásmentes ólom-sav akkumulátor rendszerből felépített energia tárolókból szolgálja ki az időszaki, előre nem tervezett hálózati kimaradásokat. Az energia tároló rendszerek további konstrukciói: lítium és egyéb ötvözetű akkumulátorok, forgó/lendkerekes megoldások, nagyon ritkán hidrogén és kondenzátoros megoldások is lehetnek, de általában csak egyik megoldást támogatja a szünetmentes rendszer kialakítása. A töltés megoldások általában a hálózati csatlakozási ponton keresztül történnek, amennyiben hosszabb az áram-kimaradás, mint az energia tároló kapacitása és nem lehet tölteni a tároló rendszert, segéd töltő kör indul el. Ezek a rendszerek nagy általánosságban aggregátorok és / vagy újrahasznosítható energia átalakítók (szolár, szél). Ezen rendszerek normál körülmények esetén nyújtanak megfelelő védelmet.

Szélsőséges körülmények, katasztrófa sújtotta területen nagy valószínűséggel nincs hálózati kapcsolati lehetősége, illetve a környezeti feltételek nem állandóak, gyorsan és hirtelen

megváltozhatnak. Jelenleg nem áll rendelkezésre olyan eszköz, amely ilyen körülmények között megbízhatóan képes üzemelni.

Fejlesztésünk eredményeként egy olyan szünetmentes rendszert kívántunk előállítani, amely képes az energia tároló rendszerének alkotó részeit a körülményekhez igazítva, optimálisan használni. Ezáltal kíván megoldást nyújtani a fent részletezett problémára.

Ennek az eredménynek elérése érdekében megvizsgáltuk, hogy a különböző rendszereknek eltérnek az ideális kisütési és töltési paraméterei, melyet a szünetmentes áramforrás készülék (UPS) és energia tároló egység közé helyezett intelligens interfésszel lehet vezérelni, kontrollálni. Ezen felül az alkotó elemeket magasabb védelmet biztosító rendszerekbe kell építeni: földrengés biztos kivitelű ház és állvány rendszer, IP65 védettségű kialakítás, gépjárműre szerelt kivitel.

A prototípus elkészülését követően további fejlesztési lehetőségek is megnyílnak. Többek között a prototípus alkalmassá tétele a nyíltvízi felhasználásra, például alkalmassá tétel olajfúrótornyokra való telepítésre

Fenntartható környezet - természeti erőforrás gazdálkodás, fejlett környezetvédelmi technológiák

Termékeink tervezésénél elsődleges szempontként vettük figyelembe a környezettudatos kivitelezést és előállítási folyamatokat. Továbbá a fejlesztésünk folyamán figyelembe vettük annak kritikusságát, hogy a termékünkben felhasznált akkumulátoroknak környezetszennyező hatásúak lehetnek. Annak érdekében, hogy elkerüljük az esetleges környezetszennyezés lehetőségét, mérnökeink elsődleges szempontként kezelték, hogy egy esetleges környezeti behatás következtében ne sérüljenek ezek az elemek. Ezáltal elkerülhetővé válik a szennyeződés környezetbejutása. Így nagy előrelépést teszünk a hagyományos eszközök környezetkárosító hatásának csökkenésének érdekében.

A projekt kivitelezője:

A Smart Electronic Kft. Európában az első APC disztribúciós cégként jelent meg 1990-ben. Cégünk rendelkezik a legszélesebb gyári kínálattal, beleértve a teljes körű termékkínálatot és az 1995 óta működő szakszerviz hálózatot. Speciális igényeket is kielégítünk úgy, mint egyedi termékek tervezése és kivitelezése, bérbeadás, cserekészülék biztosítása, visszavásárlási garancia és készülék beszámítási garancia.

Emellett a legszélesebb, közel 45,000 db-os raktárkészlettel és a leggyorsabb, akár 1 órán belüli kiszállítással rendelkezünk. Szervizünk rendelkezésre áll 0-24 órában 110-240,000VA teljesítményig. A Schneider/ APC-től kapott képzéseket első kézből adjuk tovább partnereinknek, melyeket egyedi igények alapján további képzésekkel egészítünk ki.

APC termékekből mi bonyolítjuk le a legnagyobb és legszélesebb választékú forgalmat Magyarországon. Kiemelt környezet tudatos értékesítésünk során a használt akkumulátorok és az e-hulladék begyűjtése dinamikusan évről évre fejlődik.

A kereskedelmi tevékenységünk mellett az elmúlt években jelentős mennyiségű szakmai tapasztalatra tettünk szert a szünetmentes tápegységek üzemeltetése és szervizelése terén. Kollégáink a szünetmentes tápok felhasználásának minden lehetőségével megismerkedtek munkáink során, az átlag felhasználóktól egészen az ipari felhasználási területig. Ez a

tapasztalat sok esetben mutatott rá a termékek hibáira, amely egy hiteles bázist nyújt a továbbfejlesztés szempontjából.

A projekt műszaki és tudományos tartalma

Szünetmentes tápegység rendszerek (APC Schneider Electric tanulmány alapján):

- offline (készenléti): kisebb 2kVA alatti egyfázisú rendszerrel, van átkapcsolási idő.
- line interaktív (vonali): általában 5kVA –ig használják kisebb szerver rendszerekhez, egyfázisú, rövidebb átkapcsolás.
- ferró (készenléti): 3-15kVA között, jellemző melegedés, rosszabb hatásfok, kiváló szűrés
- Kettős átalakítású online: 10kVA felett, 3:1, 3:3 fázisú változat. Nincs átkapcsolási idő, generátoros illesztés komplikáltabb. Hálózati zavarokat okozhat, ezért szűrő használat javasolt.
- Moduláris kettős átalakítású online: Megegyezik a fenti modellel, de gyorsan és könnyen növelhető a kapacitás és gyorsan szervizelhető. Rugalmas, ügyfélbarát
- delta online: 10kVA és 1,6MW közötti használat. Kiküszöböli az online hibákat. Bemeneti teljesítménytényező javított. Könnyű generátoros üzemmód, csak kis mértékű túlméretezés szükséges.

A delta rendszeren kívül, ami Schneider fejlesztés, minden gyártó alkalmazza a fenti topológiákat. Kivéve a ferró rendszer, mely már kifutót modell.

UPS rendszer	Terhelés tartomány kVA	Feszültség szabályzás	Költség / VA	Hatékonyság	Folyamatos inverter működés
Készenléti	0-1	Alacsony	Alacsony	Nagyon magas	Nem
Vonali	0,5-5	Tervezéstől függ	Közepes	Nagyon magas	Tervezéstől függ
Ferró	3-15	Magas	Magas	Alacsony-közepes	Nem
Kettős online	5-5000	Magas	Közepes	Alacsony-közepes	Igen
Delta	5-5000	Magas	Közepes	Magas	Igen

Energiatároló alapelemek:

Akkumulátorok: a legelterjedtebb az *ólom-sav akkumulátor* 100%-ban minden gyártó használja.

Elektrokémiai akkumulátorok, olyan elektrokémiai eszközök, amelyek kémiai úton elektromos energiát állítanak elő. Az akkumulátor több energia cellából épül fel. A cella egy független és teljes egység, amely elektrokémiai tulajdonságokkal rendelkezik. A cella három főbb részből áll: két elektródát (pozitív és negatív) és az elektrolit, amibe az elektróda el van belemerítve. Az

akkumulátorgyártók meghatározzák az akkumulátor kapacitását (coulometriás, amper-óra), és a kisütési diagramot. Az akkumulátorgyártók ezt az arányt adják meg a termékeiken. Egy másik fontos paramétere az akkumulátornak a SOC (State Of Charge=töltöttségi fok). Az SOC a teljesen feltöltött kapacitáshoz viszonyított fennmaradó kapacitás aránya.

Ezáltal egy teljesen feltöltött akkumulátort SOC értéke 100%-os, és egy teljesen lemerült akkumulátor SOC értéke 0%-os. Azonban, a "teljesen lemerült" akkumulátor néha okoz zavart, mert a különböző kapacitásoknak eltérő a kibocsátási aránya, és eltérő a kisütési cut-off feszültség.

A táblázat bemutatja az elektrokémiai akkumulátorok tulajdonságait.

Akkumulátor technológia	Energiasűrűség [Wh/kg]	Teljesítmény sűrűség [W/kg]	Hatásfok [%]	Ciklusszám	Önkisülés [%/48 óra]	Költség [USD/kWh]
Savas akkumulátor	35-50	150-400	>80	500-1000	0,6	120-150
Nikkel-kadmium	50-60	80-150	75	800	1	250-350
Nikkel-vas	50-60	80-150	75	1500-2000	3	200-400
Nikkel-cink	55-75	170-260	65	300	1,6	100-300
Nikkel-metal hidrid	75-95	200-300	70	750-1200+	6	200-350
Alumínium-levegő	200-300	160	<50	Nincs adat	Nincs adat	Nincs adat
Vas-levegő	80-120	90	60	500+	Nincs adat	50
Cink levegő	100-220	30-80	60	600+	Nincs adat	90-120
Cink-bromid	70-85	90-110	65-70	500-2000	Nincs adat	200-250
Vanádium redox	20-30	110	75-85	Nincs adat	Nincs adat	400-450
Nátrium-kén	150-240	230	80	800+	Nincs adat	250-450
Nátrium-nikkel- klorid	90-120	130-160	80	1200+	Nincs adat	230-345
Lítium-vas-szulfid	100-130	150-250	80	1000+	Nincs adat	110
Lítium- ion	80-130	200-300	>95	1000+	0,7	200

A *lítium-ion akkumulátor* azért gyakoribb választás, mert más akkumulátorokhoz képest könnyebb, gyorsabban tölthető, van, hogy hatszor annyi feltöltési-kisütési ciklust bír ki, valamint nem tartalmaz nagy mennyiségű (pl. balesetkor veszélyessé váló) savat.
Schneider, Eaton és kisebb gyártók is használják a lítium akkumulátorokat.

Ultrakapacitás, vagy szuperkondenzátor, vagy elektromos duplaréteg kondenzátor előnye, hogy rövid idő alatt viszonylag nagy energiát felvenni és leadni képes, karbantartásmentes, a jármű élettartamával összemérhető élettartamú, jó hatásfokkal és nagy ciklusszámmal üzemelő, környezetbarát eszköz. Ennek kielégítését az utóbbi időben a több száz, illetve ezer farados kondenzátorok közelítik meg egyre jobban. A közeljövőben komoly konkurenciát jelenthetnek az akkumulátoroknak, de legfőképpen jól kiegészíthetik egymást.
Riello gyártó használja

Lengő tekercs vagy rotációs rendszer nagyon magas előállítási költség miatt csak nagy 500kVA feletti terhelésnél gazdaságos. Fizikai méretek is nagyobbak, mint a hagyományos UPS rendszerek, nincs elterjedve.
Pillar és Riello UPS gyártó is használja

Hidrogén cellás rendszer: fokozott biztonsági feltételek, drága, ezért kevésbé terjedt el.
Schneider gyártónak van megoldása

Piaci hasznosíthatóság és igény bemutatása

2005-2014 között 1,4 billió USD anyagi kár, 1,7 milliárd embert érintett a természeti katasztrófák hatása. Egyesült Nemzetek katasztrófa statisztikák alapján:

https://www.unisdr.org/we/inform/disaster-statistics
https://www.flickr.com/photos/isdr/16111599814/

A legtöbbet katasztrófa által érintett területek 2005-2014 között:

Ország	Katasztrófák száma	Kárérték USD milliárd
Kína	286	265
USA	212	443
Fülöpszigetek	181	16
India	167	47
Indonézia	141	11
Vietnám	73	7
Afganisztán	72	16
Mexikó	64	26
Japán	62	239
Pakisztán	59	25
Total:	1317	
Éves átlag:	146	

Az Ázsiai kontinens a legérintettebb, ebből a régióból: Hong Kong-ból már volt megkeresés termékünk iránt. Az itt lévő cégek több éves tapasztalattal rendelkeznek gyártóknak az ázsiai és egyéb, Európa, Amerika piacra történő bevezetésében.

Európai katasztrófa statisztikák:
1980-2008 között 267 milliárd USD anyagi, 33 millió embert érintett a természeti katasztrófák hatása

forrás:
http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/index_region.php?rid=3

10 legnagyobb anyagi kár

Ország	Katasztrófa	Dátum, Év	Anyagikár USD milliárd
Olaszország	Földrengés	1980	20
Szovjetunió	Földrengés	1988	14
Németország	Áradás	2002	11
Olaszoszág	Áradás	1994	9,3
Franciaország	Vihar	1999	8
Olaszország	Áradás	2000	8
Anglia	Áradás	2000	5,9
Németország	Vihar	1990	5,5
Olaszország	Földrengés	1997	4,5
Spanyolország	Szárazság	1990	4,5

Smart Electronic Eurologisztikai Kft, több mint 25 éves nemzetközi kapcsolatokkal rendelkezik az Európai piacokon. A fenti országokban aktív partnerséget tart fent kereskedelmi vonalon (kivéve Szovjetunió).

Forgalom, értékesítés:

A forgalmazás induló évében alapvetően a piac szondázása céljából 1 darabos gyártási és értékesítési szám tervezett Magyarországon, Európába és Ázsiába (Hong Kong/Kína). Ezt követő évben a legveszélyeztetettebb országok elérése a cél, minimum 1-1db rendszerrel, ami kb. 16db rendszert jelent. Az utána következő évek célja a nagyobb területű országok államainak, illetve az esetleges előforduló katasztrófa helyszínekre történő szállítás elérése.

Dr. Bársony István „Fenntarthatóság – fenntartásokkal" című cikke:
https://mersz.hu/hivatkozas/matud202007_f43925#matud202007_f43925