

A megújuló energiaszektorban használt műanyagok növekvő szerepe

A világ kőolaj-, földgáz- és uránkészleteinek végeessége, valamint a „tisztább jövő” óhaja egyre növeli a megújuló energiaforrások felhasználását. A nap- és a szélenergia a megújuló energiaforrások 86%-át teszik ki. Ezek az alkalmazások a műanyagok számára is egyre bővülő lehetőségeket kínálnak.

Tárgyszavak: műanyag-alkalmazás; megújuló energia; szélturbina; napelem; üvegszál; szénszál; aramidszál; műanyag kompozitok.

A megújuló energia alkalmazása most már minden fejlett nemzetgazdaság energiapolitikájának részévé vált. A világ kőolaj-, földgáz- és uránkészletei kimerülőben vannak. A megújuló forrásokból származó energia ezzel szemben korlátlan lehetőségeket kínál, hiszen ezek emberi időléptékben képesek újratermelődni. Másfelől a megújuló energiára való átállás egy tisztább jövőt eredményez. Tisztább levegő és víz, alacsonyabb fenntartási költségek, el nem fogyó készletek, kisebb szén-dioxid kibocsátás – csak néhány tényező azok közül, melyek bizonyítottan a megújuló energiaforrások felhasználása mellett szólnak.

A Nemzetközi Energiaügynökség (IEA: International Energy Agency) szerint a nap és a szélenergia teszi ki a megújuló energiaforrások 86%-át.

Szélturbinák

A szélturbina a szél energiáját egy lapátszerkezet segítségével forgó mozgássá alakító és azt hasznosító szerkezet. Működésüknek nincs közvetlen környezetkárosító hatása.

A szélturbinák esetében a rotor lapátok hossza döntő fontosságú a hatékonyságuk javításához. Minél hosszabbak a rotorlapátok, annál több áram termelésére képesek. A technológia az 1980-as évek óta nagyon sokat fejlődött. Az energiahozam a többszörösére nőtt. Egyre több országban alkalmazzák ezt a megújuló energiát. *Az elmúlt évtizedben a szélturbinák lapáthossza a 2010. évi 60 méterről 2020-ra 107 méter hosszúságra nőtt.*

Viszont a rotorlapátok hosszának növekedésével megnő a tömegük is, és ez csökkentheti a turbina optimális hatékonyságát. Itt van jelentősége a polimer kompozitok alkalmazásának, amely kulcsszerepet játszik a turbinák tömegének csökkentésében, valamint szilárdságának és hatékonyságának növelésében. A polimer kompozitok felhasználása döntő szerepet játszott a szélenergia-ágazat fejlődésében. Széles körben használják a szélturbina szerkezeti elemeiben. Ezek alkalmazása nélkül a szélturbinák nem is tudtak volna ekkorára „nőni”. A kompozit anyagok különféle előnyöket kínálnak: kisebb tömeg a

fémszerkezetekhez képest, alacsonyabb szállítási és szerelési költségek, alacsonyabb karbantartási költségek a szerkezet élettartama alatt.

A megújuló energiaforrások közül a szélenergia szektor a műanyag kompozitok legnagyobb felhasználója. A szélenergia adja a villamosenergia-termelés több mint 5%-át. 2019-ben 60351 MW új szélenergia-kapacitást építettek fel, amely 19,1%-kal nagyobb, mint 2018-ban. A szélerőművekhez 2019-ben 150 2400 tonna kompozitot használtak fel. A kereslet 2020–2025 között várhatóan 9,2% lesz évente. Ezzel számolva a felhasználás 2025-re el fogja érni az 1 825 400 tonnát. A legtöbb szélerőmű Kínában és Indiában (Ázsia, Dél-Kelet-Ázsia régió) épül. 2019-ben ebben a régióban használták fel a legtöbb kompozitot a szélerőművek építéséhez. *A 2019-ben telepített szélerőművek 40%-a Kínában épült.* Az egyre magasabb tornyokhoz és hosszabb rotorlapátokhoz, több kompozit is kell. Az új szélfarmok a tengereken fognak épülni, távolabb a partoktól, ahonnan a Föld görbülete miatt nem is láthatók. A kompozitokat a következő részekben használják: szélturbina lapátok, a generátort tartalmazó gondolla a torony tetején, tornyok, kapcsolószekrények.

Erősítő szálak

A felhasznált kompozitok erősítő komponensei: üvegszál, szénszál, és aramidszál.

A szélenergia-iparban a kompozitok közül az üvegszál-erősítésű kompozitok iránt van a legnagyobb kereslet. Az üvegszálat és a folyékony epoxi kombinációját szélturbinalapátok gyártásához használják.

Jelenleg a szénszál kompozitokat főként a 45 m-nél hosszabb rotorlapátok főtartójához használják. A repülőgépszárnyakhoz hasonlóan itt is használatos a belépőél, főtartó, kilépőél elnevezések. A legfontosabb szerkezeti elem a főtartó. A gyártók megkezdték a szénszál kompozitok használatának növelését, mivel ezek nagyobb merevséget biztosítanak, mint az üvegszál kompozitok. Ez lehetővé teszi a vékonyabb, de merevebb és könnyebb rotorlapátok előállítását.

A teljes egészében üvegszál kompozitokból készült 100 méter hosszú rotorlapát súlya akár 50 tonna is lehet. A gyártók 20–30% súlymegtakarítást érhetnek el szénszál kompozitok felhasználásával, ami akár 15 tonna össztömeg-megtakarítást eredményez. A Vestas szénszál kompozitok alkalmazásával 5 méterrel hosszabb rotorlapátokat gyártottak további súlynövekedés nélkül.

A szénszálak magas költsége hibrid szálak használatát eredményezte a szélturbina gyártásban. A hibridszálak iránti kereslet várhatóan gyorsan növekszik, mivel ez biztosítja a versenyképességet és javítja a mechanikai tulajdonságokat a hosszú rotorlapátoknál. Ilyen hibrid szál kombinációk a következők: üvegszál/szénszál, üvegszál/aramidszál. A bazaltszál szénszállal kombinálva szintén a rotorlapátok gyártásának egyik érdekes hibridszál-kombinációjaként jelenik meg.

Gyártók és alkalmazott műanyagok

A legfontosabb szélturbina gyártók egyre inkább a kutatásra és fejlesztésre koncentrálnak. Fő céljuk a rotorlapátok hosszának növelése, anélkül, hogy növelnék a súlyát és költségeit. Ezek a gyártók a következők: Vestas (Dánia), Goldwind (Kína), Siemens

Gamesa Renewable Energy (Spanyolország), GE Renewable Energy (USA), Enercon (Németország) és Envision (Kína). Viszont azt is figyelembe kell venni, hogy a szénszálak kompozitok nem viselik jól a sérüléseket. Egy esetleges madárütkezés komoly és nehezen javítható károkat okoz a rotorlapátok szerkezetében. A rotorlapátok gyártói általában a drágább pre-preg termékek felé fognak elmozdulni.

A gyanták meghatározzák a kompozit alkatrészek mechanikai tulajdonságait. A szélenergiaiparban az összetett alkatrészek gyártásához használt fő polimer gyanták a következők: epoxi, poliészter és vinilészter. Ezek hőre keményedő műanyagok.

Az epoxigyanta és más gyanták iránti keresletet befolyásoló legfontosabb tényezők: az epoxigyantáknak a tömeghez viszonyítva nagy a szilárdsága, jobb a méretstabilitásuk a poliészter és vinilészter gyantákhoz képest. Az epoxigyanták eltarthatósága több év, míg a poliészter gyantáké csak hat hónap. Az epoxigyanták kiváló nedvességállósággal rendelkeznek, ha rostokkal erősítik. Mindezek a tényezők növelik az epoxigyanták iránti keresletet a poliészter és a vinilészter gyantákhoz képest. Az epoxi továbbra is kulcsfontosságú marad. A poliuretán iránti kereslet az elkövetkező 5 évben meghaladja majd az epoxiét. A poliuretán előnye, hogy jobb mechanikai, gyártási tulajdonságokkal rendelkezik és költséghatékonyabb. 2020 augusztusában a Covestro bejelentette, hogy kifejleszt egy 64,2 méter hosszú, teljesen poliuretánból készült rotorlapátot.

A szélenergiaiparban a gelcoat bavatok használata is terjed a rotorlapátok gyártásánál. A gelcoat a kompozit termék használati oldalának első rétege. Biztosítja a termék védelmét (UV-állóság, nedvességzárás), megakadályozza a szálkihúzódotást. Esztétikus felületet ad (nincs mintázat átnyomódás), nem szükséges az utólagos festés, lakkozás. A különböző PVC és PET habok gyorsan felváltják a balsa fát a szélturbina lapátok gyártása során. A PET hab olcsóbb és könnyebb anyag, mint a balsa.

Néhány vállalat a PET hab fejlesztésére koncentrálnak, mivel ez környezetbarát alternatívát kínál, hiszen újrahasznosítható PET palackokból készíthető. A szélenergia-felhasználásra szánt PET habok fő gyártói: 3A Composites (Svájc), Aramcell International SA (Luxemburg) és Gurit GmbH (Svájc).

A hőre lágyuló kompozit rotorlapátok a szélenergia-ipar jövője?

A leszerelt szélturbinalapátok elhelyezése kulcsfontosságú kérdés a szélenergiaiparban. A ma alkalmazott, hőre keményedő kompozit anyagok újrahasznosítása nem könnyű. Folyamatosan kutatnak újrahasznosítható, könnyű, hőre lágyuló kompozit anyagok előállítására, hogy helyettesítsék a hőre keményedő kompozitokat. A hőre lágyuló műanyagok főbb előnyei a következők: újrafeldolgozható az élettartama végén, előállítása gyorsabb és olcsóbb. Laboratóriumok és különböző kutatóintézetek együtt dolgoznak ezen előnyök elérésében. Például a National Renewable Energy Laboratory (NREL, az Egyesült Államok Energiaügyi Minisztériumának laboratóriuma) szerint energiamegtakarítás érhető el az újrahasznosított anyagok alkalmazásával. A hőre lágyuló anyagokból készített rotorlapátok javíthatósága, kisebb súlya és gyártási időigénye költséghatékonyabb a hőre keményedő kompozitokhoz képest. Ez a technológiai az elkövetkező években tovább fejlődik és hatással lesz az egész iparágra.

A kezdeti kutatások szerint egy 60–65 m hosszú hőre lágyuló műanyagból készült rotorlapát körülbelül 4–5%-kal olcsóbb, mint ha hasonló méretekben epoxiból készülne. Annak ellenére, hogy a hőre lágyuló műgyanták drágábbak, mint az epoxi, jóval költséghatékonyabb, mert alacsonyabb a tőke, energia- és munkaköltsége, rövidebb gyártási ciklusidő.

Az Arkema *Elium* nevű kompozit laboratóriumi méretekben újrahasznosítható. Az *Elium* kompozit alkalmazásával hosszabb és újrafeldolgozható rotorlapátok alacsonyabb költséggel állíthatók elő. Az NREL rotorlapát-alkatrészeket gyártott az Arkema hőre lágyuló műanyagának felhasználásával.

Műanyagok a napenergiaiparban

A napelem vagy fotovillamos elem, amelyet az idegen photovoltaikus kifejezésből a magyar irodalom olykor PV elemnek is nevez, olyan szilárdtest eszköz, amely az elektromágneses sugárzást (fotonbefogást) közvetlenül villamos energiává alakítja. A fotovoltaikus hatást Alexandre Edmond Becquerel francia fizikus mutatta be először sikeresen 1839-ben, 19 éves korában. Ez évben építette meg a világ első fotovoltaikus elemét apja laboratóriumában.

Az IEA szerint 2019-ben világszerte 114,9 GW új napelem-kapacitást adtak át. Ez 12%-os növekedést mutat 2018-hoz képest az új létesítmények tekintetében. A napenergia a globális villamosenergia-igény 3%-át tette ki 2019-ben.

Az IEA szerint az új napelem létesítmények várhatóan 12%-kal csökkennek 2020-ban a 2019-es képest a Covid-19 járvány miatt. Viszont 2021-ben már fellendülés lesz, mivel a folyamatban lévő projektek többségét finanszírozzák, és a pandémiás helyzet – reménybeli – normalizálódásával elkezdhetik az építkezést.

Az új fejlesztéseknek köszönhetően a napelemek könnyebbé, rugalmasabbá és mindenhol alkalmazhatóbbá válik. A világ számos országában folynak a kísérletek és a lakossági alkalmazások is terjednek. Ma már szinte természetes a háztetőkre és teraszokra szerelt napelemek látványa.

A napelemek fajtái

Monokristályos szilícium napelemek: a szilícium miatt drága, de hatékonyak. A legkorszerűbb panelek hatásfoka 18%. Polikristályos szilícium napelemek: némileg olcsóbbak, ám kevésbé hatékonyak. Hatásfokuk 15% körül van.

Szerves-szervetlen perovszkitek alapján készült napelemek kísérleti teljesítménye elérte a 20%-ot. Ez a hatásfok egyelőre nem éri el a kereskedelmi forgalomban kapható hagyományos napelemekét, de az utóbbi időben komoly előrelépés történt ennek növelése érdekében. A gyártási költsége alacsonyabb.

Szerves festék alapú napelemek: elektrokémiai elven működnek, a fényelnyelő anyag egy szerves festék. A hatásfoka csak 2-4%, azonban a gyártása rendkívül olcsóvá válhat a jövőben.

Szerves anyagokból (polimerekből) készült napelemek: olcsók, de hatásfokuk csak 2–5%.

A napelem hatásfoka azt fejezi ki, hogy a beérkező napenergia hány százalékát sikerül elektromos energiává alakítani.

A napenergia szektorban különböző műanyagokat alkalmaznak. Ezek a következők: etilén-vinil-acetát (EVA), poli(vinil-butirál) (PVB), poli(dimetil-sziloxán) (PDMS), ionomer, hőre lágyuló poliuretán (TPU) és poliolefinok. Az etilén-vinil-acetát (EVA) használata a leggyakoribb, ezzel laminálják a szilícium lapka felső és alsó részét. A napelemekhez használnak még titán-dioxidot és szilícium-nitridet is.

Vezetőképes polimer, mint például a poli (3, 4-etilén-dioxi-tiofén) várhatóan a következő években is gyorsabban fog növekedni a napenergia-iparban, köszönhetően nagy stabilitásának és optikai átlátszóságának vezetési állapotban.

Hazai körkép

Magyarország a megújuló energiák szempontjából a közepesen fejlett országok közé tartozik. A zöld energia azonban a szén-dioxid kibocsátás csökkentését célzó törekvéseknek köszönhetően egyre szélesebb körben terjed.

A jelenlegi szélerőenergia-kapacitásunk 329 MW. A szélerőművek a teljes áramfogyasztás 1,73%-át adják; Németországban ez az arány például 20% körül mozog. A szélerőművek többsége a Kisalföldön helyezkedik el, ahol az optimális áramtermeléshez a legkedvezőbbek a természeti adottságok. A különbség elsősorban a természeti adottságokból fakad: a szélerőművek főleg hegyvidéken és tengerparton hatékonyak, hiszen itt számolhatunk erős széllel. Bár nem tartozunk a legszeleesebb európai országok közé, ezzel együtt itthon is jelentős szélerőmű-kapacitás lenne gazdaságosan telepíthető és működtethető. Ugyanakkor a törvényi szabályozás nem kedvez a szélerőműnek, melynek következtében az utóbbi kilenc évben nem épült új szélerőmű.

Az Innovációs és Technológia Minisztérium (ITM) Nemzeti Energia- és Klímatervének (NEKT) első verziója nem számol új szélerőművekkel, sőt, a jelenleg üzemelők bezárását feltételezi. A következő évtizedben csak három ország nem tervez új turbinákat telepíteni, köztük Magyarország, így még hátrébb csúszhatunk a szélerőmű flotta nagysága alapján felállított rangsorban – derül ki a Wind Europe iparági szervezet jelentéséből. A szélerőművek élettartam-hosszabbítása sincs napirenden, így a kormány előzetes terve szerint 2025-re 98,7, 2027-re 50 MW-ra olvad, 2030-ra pedig teljesen eltűnik Magyarországról a szélerőenergia-kapacitás. (A fordító megjegyzése: azért remélem és szerintem ezzel korántsem vagyok egyedül, hogy nem maradunk szélerőművek nélkül 2030 után sem). A járványhelyzet miatt a turbinagyártásban és összeszerelésben jelentkező zavarok ellenére sem esett vissza a szélerőművek telepítésének intenzitása 2020 első félévében Európában. A kihívásos gazdasági környezetben rekordnak számító 14,3 milliárd EUR-t sikerült az iparágak bevonnia új szélerőműparkok finanszírozására, miközben a kontinensen működő turbinák rekord mennyiségű villamos energiát termeltek.

A Mátrai Erőmű Zrt. (korábban: Gagarin Hőerőmű) 966 MW-os beépített kapacitásával Magyarország második legnagyobb erőműve, a Paksi Atomerőmű után. A hazai villamosenergia-termelés 17,51 %-át állítja elő. A Mátrai Erőmű lignittüzelésű erőmű, amely

a tüzelőanyagot a visontai és a bükkábrányi külfejtéses bányákból szállítja be. A lignittüzelésű blokkjaink élettartama 2029-ben lejár. Az Erőmű bezárása után elbontják a széntüzelésű blokkokat és a széntüzelésű áramtermeléshez szorosan kapcsolódó egyéb berendezéseket. A blokkok és bányák területén egy (meglehetősen nagy), 500 MW-os kombináltciklusú gázerőművet, egy 31 MW-os, hulladék- és növényi tüzelésű blokkot, valamint 200 MW-nyi napelemet telepítenének, amihez Európai Unió forrásokat is bevonnának. A kombinált ciklusú erőműben a gázturbinából kiáramló forró füstgázt hőhasznosító kazánba vezetik, és hőenergiáját felhasználva gőzt termelnek. Az így kapott gőz turbinát hajt meg és villamos áramot termel, de hőszolgáltatásra is hasznosítható. A kombinált ciklusú erőművek hatásfoka jóval kedvezőbb, mint a hagyományos hőerőművéké, ráadásul az üzemeltetési költségük is alacsonyabb.

A napelemek által termelt villamos energia kiugró mértékben nőtt 2019-ben Magyarországon, csaknem 124%-kal haladta meg a 2018-as értéket. A teljes hazai napenergia termelő kapacitás 2017 végén közel 400 MW körül alakulhatott, a 2018-as telepítéseknek köszönhetően ugyanez az érték év végére megközelítette a 800 MW-ot. Ha ebben az ütemben folytatódnak a telepítések, jó eséllyel teljesülhet a 2022-re kitűzött 3000 MW körüli kormányzati célszám is. A Nemzeti Energia- és Klímaterv első változata szerint kedvező esetben a 2030-as évig akár közel 7000 MW-ra is nőhet a teljes hazai naperőmű-kapacitás, amiben a napelem parkoknak is jelentős szerep juthat.

Csak felújított házakkal és lakásokkal érheti el Magyarország a kitűzött klímavédelmi célokat. A teljes energiafogyasztás 16%-át takaríthatnák meg, ha az összes meglévő, elavult energiafelhasználású lakó- és középületet korszerűsíteneék – áll az Európai Újjáépítési és Fejlesztési Bank (EBRD) megbízásából készült tanulmányban. Magyarországon az épületek számítanak a legnagyobb energiafogyasztónak, a primer felhasználás 40%-át teszik ki. Ebből az is következik, hogy az energiahatékonysági célkitűzések elérésének egyik alappillére a korszerűtlen ingatlanállomány megújítása. Ezen belül, a családi házak különösen kulcsfontosságúak a dekarbonizáció szempontjából, az 1990 előtt épített ilyen ingatlanokat emiatt prioritásként kell kezelni a korszerűsítések során. A rosszul szigetelt ingatlanokban lakóknak (a családi házaknak csupán 23%-a megfelelően szigetelt) többet kell fűteni és fizetni, így még kevesebb pénzük marad a szigetelésre, felújításokra. Ezzel az energiaszegénység lényegében állandósul. A hazai épületállomány 70–90%-a valamilyen felújításra, (nyílászárócseré, szigetelések, hűtés-fűtés, vezetékek, kazán) szorul. Ez is azt mutatja, hogy nem csak a hatékony energiatermelésben, hanem a felhasználásban is van hová előrelépni.

Összeállította: Jankelovics Péter

Pankaj Kumar Tiwari – 2020. szeptember 18

[Growing Role of Polymers and Plastics Used in Renewable Energy Sector \(specialchem.com\)](https://www.specialchem.com)

Growing Role of Polymers and Plastics Used in Renewable Energy Sector (specialchem.com)

<https://www.eon.hu/hu/egyeb/tesztoldalok/blogcikk/megujulo-energiaforrasok.html>

<http://www.mszt.hu/>