

Körforgásos gazdaság és fenntartható gyártás – hangsúlyos szempontok a műanyag kompozit iparban

A cikkben válogatást közlünk a kompozitokban használt erősítőszálak és töltőanyagok újrahasznosításáról, mert ezek eddig a nehezen hasznosítható hulladékok közé tartoztak. Különösen a rövidszálú kompozitokban történő újrahasznosításnak van jövője, de pl. a töltőanyagok cseréjével is csökkenthető a karbonlábnyom

Tárgyszavak: szénszál, üvegszál, aramid-szál, textilszál, pellet, írezés, hőre lágyuló kompozitok, anortozit, talkum, korom, kalcium karbonát, felületkezelés

Szénszálak és aramid-szálak újrahasznosítása

Már 2018-ban hatályba lépett több, a körforgásos gazdaság megvalósítását célzó, hulladékgazdálkodással összefüggő európai uniós irányelv, amely meghatároz célokat a fenntartható termelési gyakorlatokra vonatkozóan és kiemelten fontosnak tartja a hulladéklerakókban történő ártalmatlanítás jelentős csökkentését.

A fenntarthatósággal kapcsolatos viták a különböző típusú műanyagok területén is felerősödtek: lehet-e fenntarthatóbb módon előállítani a műanyagokat alapanyag és termék szinten; lehet-e javítani a bennük használt termékek és rendszerek fenntarthatóságát. A műszaki műanyagok erősítő anyagai, mint az üveg-, szén- és aramid-szálak sem mentesülnek a vita alól, és számos piaci szereplő: alapanyag gyártó, kompozit elem gyártó, kutató és fejlesztő intézetek aktívan részt vesznek mind a vitában, mind az új megoldások kifejlesztésében.

A szénszálak gyártói például jelentős előrelépéseket tesznek a kompozitok gyártásából származó, egyébként hulladéknak minősülő anyagok újrafeldolgozása és újra felhasználása terén. Szakértők szerint az újrahasznosított szénszálakkal erősített műanyagok jelenthetik a kulcsot mind a stabil körkörös ellátási lánchoz, mind a fenntarthatóbb alkalmazásokhoz.

Az üvegerősítő anyagok gyártói szintén kínálnak alternatív lehetőségeket. Ugyanakkor a gyártók aggodalmukat fejezik ki a termékeik előállításához szükséges energiaköltségek alakulása miatt, különös tekintettel az EU energiapolitikájának fényében, amely gyorsítaná a fosszilis tüzelőanyagoktól való eltávolodást (amit az Oroszországgal szemben az Ukrajna elleni háború miatt elrendelt szankciók is felgyorsítanak).

A hulladékok integrálását a gyártási folyamatokba nem csak a természetvédelmi megfontolások és a közlő energiaválság katalizálja, hanem az egyes ipari szegmensekben megjelenő új kihívások, új igények. Például a mobilitási ágazatban az elektromos hajtásláncok megjelenése és az ezzel együtt járó akkumulátorok okozta többletsúly az autógyártókat olyan könnyűszerkezetes megoldásokra ösztönzi, amelyek kompenzálják ezt a többletsúlyt. Az alumínium az egyik kínálgató megoldás, de alkalmazása az acélnál lényegesen nagyobb (körülbelül ötszörös)

szén-dioxid-kibocsátással jár. A fémről a műszaki műanyagokra, különösen az erősített műszaki műanyagokra való áttérés jobb megoldás lehet.

Aztán ott van az autókban lévő elektronika árnyékolásának kérdése, antisztatikus, EMI-árnyékoló vagy elektromosan vezető anyagok használatával. Ez jelentős lehetőségeket kínál az olyan műanyag-keverékek számára, amelyek kombinálni tudják a mechanikai teljesítményt, a szerkezeti integritást a szabályozható elektromos tulajdonságokkal.

Hasonló érvek más piacokon is érvényesek. Ilyen például a fogyasztói elektronikai alkalmazások, ahol a magnézium-alumínium ötvözetek használata kezd megkérdőjeleződni a szükséges feldolgozási lépések némelyikével járó óriási ökológiai lábnyom miatt, de az ipari alkatrészek széles köre, például a fogaskerekek és a szivattyúk is ide tartoznak.

Az újrahasznosított erősítőszálak megnyitják az utat a könnyű, nagy teljesítményű, teljesen új tulajdonságokkal rendelkező kompozitok irányába, amelyek kis karbonlábnyom mellett megoldást nyújthatnak a fenti problémákra.

Az **Apply Carbon** az újrahasznosított szálak termékekre, köztük a szénszálak újra felhasználására specializálódott, így különösen jó helyzetből indul az új kihívások kezeléséhez. A közelmúltban független adatokat szolgáltatott az általa kínált újrahasznosított szálak termékek begyűjtött szénlábnyomáról. A vállalat részletes tanulmányt készített az **EcoRes** fenntartható fejlődéssel foglalkozó tanácsadó céggel, hogy felmérje az összes eszközhöz és működéséhez kapcsolódó üvegházhatású gázkibocsátást. Kiderült, hogy az újrahasznosított nyersanyagok használata lehetővé teszi az üvegházhatású gázok kibocsátásának 85%-os csökkentését az elsődleges nyersanyagok felhasználása során keletkező kibocsátáshoz képest. A vizsgálat kimutatta, hogy a cég által gyártott reciklált szén és aramid szálak gyártása során átlagosan 2,0 kg CO₂-egyenérték/kg karbonlábnyom keletkezik, szemben a szűzszálak gyártásakor keletkező 12,9 kg CO₂-egyenérték/kg értékkel. Tehát az újrahasznosított és az elsődleges műszaki szálak karbon lábnyoma között hatszorosa a különbség.

A szénszálak és az aramid-szálak iránt jelenleg nagyon nagy a kereslet a piacon a növekvő számú alkalmazások miatt, de az ellátási láncban jelenleg tapasztalható hatalmas zavarok miatt is. Ez erőteljesen megnövelte a keresletet az újrahasznosított megfelelők iránt. Az újrahasznosítható



Az Apply Carbon új Carbiso P újrahasznosított szénszál pelletjei 3 mm-es (balra) és 6 mm-es (jobbra) szálhosszúsággal a PA, PP, PBT, PPO vagy POM kompatibilitás érdekében felületkezelve.

alapanyag mennyisége eddig az ipari hulladékok elérhetőségétől és néhány, korlátozott kapacitású beszállítótól függött. A recikálható hulladék szűk keresztmetszetének leküzdése érdekében az Apply Carbon egy sor új, sokkal szélesebb körben elérhető textilhulladékon alapuló termékkel bővítette termékpalettáját.

A vállalat most dobta piacra újrahasznosított szénszálás termékét, pellet és granulátum formájában. Ezekben a szálak speciális felületkezelést (íreztést, angolul sizing) kaptak és olyan műszaki hőre lágyuló műanyagokhoz ajánlottak, mint a PA, PPA, PBT, PPO és POM. Ezek a termékek az újrahasznosítható, a piacon széles körben elérhető szálás alapanyagon alapulnak; az Apply Carbon jelenleg mintegy 3000 tonnás készlettel rendelkezik. Már maga a termékformátum is egy innováció, a pellet vagy granulátum megoldja a betáplálási és az adagolási problémákat, amelyekkel a keverők jellemzően az alacsony ömlesztett sűrűségű, szálás termékek esetében találkozhatnak. A pellet és granulátum formátumok, az által, hogy pormentes kezelhetőséget biztosítanak és szabadon áramlanak, termelékenységnövekedést és minőségjavulást tesznek lehetővé az erősített hőre lágyuló műanyagtermékek gyártása során. A szálak hossza a pelletben, vagy a granulátumban az alkalmazási követelményekhez igazítható. A rövidebb szálak jellemzően alacsonyan tartják az olvadék viszkozitását, ami lehetővé teszi a vékonyfalú, izotróp tulajdonságokkal rendelkező alkatrészek gyártását vagy a szénszállal erősített 3D nyomtatású alkatrészek előállítását. A hosszabb szálak jobban alkalmazhatók ott, ahol az alkatrész mechanikai tulajdonságainak a maximalizálása a cél, például fém-műanyag hibrid alkatrészek gyártásánál, vagy ahol a fő terhelés mentén való szálanyag orientáció szükséges.

Hasonló fejlesztési ütemtervet követ az Apply Carbon aramid-szálás üzletága is, ahol a vállalat most már különféle minőségeket kínál elsősorban tribológiai alkalmazásokhoz, ahol jó kopási tulajdonságokra van szükség. Az Apply Carbon anyavállalata, a **Procotex** nemrégiben költözött egy új, 15 500 m²-es létesítménybe Franciaországban, amely lehetővé teszi az újrahasznosított szálak gyártási kapacitásának megháromszorozását.

A szűz és újrahasznosított szénszálakat gyártó **Zoltek** szerint a szűz szénszálak több mint 30%-a valamikor hulladékként végzi. A vállalat szerint az újrahasznosított szénszál modulusa lényegében megegyezik a szűz szénszálaléval, de a szűz szénszál alternatíváihoz képest 20–30%-os költségmegtakarítást kínál. Így a cég komoly potenciált lát az újrahasznosított szénszálak gyártásában és alkalmazásában, úgy vélik, hogy az újrahasznosított szénszál a kereskedelmi gyártás következő generációjában világszerte nagy szerepet fog játszani. Bár az újrahasznosított szénszál még nem biztos, hogy minden alkalmazáshoz ideális megoldást jelent, szívesen együttműködnek ügyfeleikkel, hogy a még fenntarthatóbb szénszál erejét a fő piacokon is érvényesítsék. A Zoltek ma már számos különböző formában kínálja az újrahasznosított szénszálakat, többek között pellet, pehely vagy pálcika formában.



Az Apply Carbon Carbiso G szénszál-granulátum közepes és normál modulusú szénszálak keverékét használja, és jól alkalmazható ESD és EMI alkalmazásokhoz.

A szénszál iránti nagy kereslet újabb kapacitás bővítésre ösztönözte a Zolteket, 2023 végére a mexikói Guadalajarában található üzemében 6000 t/év mennyiséggel növeli gyártását, így globálisan 35 000 t/év lesz a Zoltek összkapacitása szűz szénszálgyártásban.



A Zoltek mexikói Guadalajara-i üze

A **Dreytek** és társvállalata, a **Dreyplas** a japán **NPS** által aprított, újrahasznosított szénszálak észak-amerikai, illetve európai forgalmazója.

A Dreytek szerint az NPS-t az különbözteti meg a többi vágott szénszál szállítótól, hogy többféle felületkezeléssel kínálja a vágott szálakat. A szál felületkezelő bevonatának (írező anyag) összetételét ahhoz a polimerhez igazítják, amelynek az erősítésére szánják a vágott szálát. Így a szálak felülete és a mátrix anyaga kompatibilis, ami tartós együttműködést eredményez a szálak és a polimer között. A végeredmény olyan szálerősített műanyagok, amelyek ötvözik a jó mechanikai tulajdonságokat, a jó elektromos tulajdonságokkal és a könnyű feldolgozhatósággal. A magas hőmérsékletű polimerek esetében ezek a szabadalmaztatott írező anyagok nem okoznak gázosodást a feldolgozás során.

Az NPS a vágott szálakat három különböző mértékű felületkezeléssel ajánlja (1,5, 3 és 5%), így a felhasználók a polimer típusától, a keverési technológiától és a végfelhasználási követelményektől függően testre szabhatják termékeiket.

A **Cannon Ergos** a **Cannon Afros** és a **Cannon Tipos** testvérvállalatokkal együtt már több éve sikeresen végrehajtott számos olyan projektet, amelyek új életet adnak az újrahasznosított szénszálaknak. A különböző technológiák és az egyes alkalmazásokhoz igazított gyártási folyamatok kombinálásával a partnerek képesek voltak hatékonyan feldolgozni az újrahasznosított szénszálakat, akár különféle gyantákkal impregnálva, akár más hőre lágyuló mátrixba integrálva. Most a Cannon Ergos a **Boeinggel** együttműködve próbálja ki az újrahasznosított szénszál (*rCF*) felhasználásának megvalósíthatóságát a repülőgép kabin belső oldalfalainak gyártásához. A Boeinggel közös projekt bizonyítja, hogy az újrahasznosítás gazdaságos és az újrahasznosított szénszálakat műszaki, hőre lágyuló műanyagokkal kombinálva, a repülőipari magas követelményeinek megfelelő kompozit elemek gyárthatók.



Repülőgép kabin belső oldalfala újrahasznosított szénszál feldolgozásával

A projekt legújabb szakaszában a **Mitsubishi Chemical Advanced Materials (MCAM)** vesz részt, amely számára a Cannon Ergos tervezett, gyártott és telepített egy egyedi, teljesen felszerelt hő-présegységet. Ezt a berendezést a Mitsubishi az új **Kyrontex** mátrixú és újrahasznosított szénszállal erősített oldalfalpanelek prototípusainak előállításához használja. A **Kyrontex** termoplasztikus mátrix, amely repülőgépiparban alkalmazható, a már használt, tipikus gyantamátrixok közé tartozik, mint a poliamid (PA), a poliéterimid (PEI), a polifenilén-szulfid (PPS), a poliéter-éter-éter-keton (PEEK) és a poliariléter-éter-keton (PAEK).

A **Gen 2 Carbon**, korábban **ELG Carbon Fibre**, egy rendkívül könnyű, 60 g/m^2 súlyú, újrahasonított szénzálal nem szőtt anyagot mutatott be a JEC World 2022 rendezvényen, május 3–5. között Párizsban, Franciaországban. Ez a megjelenés a kompozit kiállításon az első a cég életében a 2021 májusában történt menedzsmenkváltást követően. Ez a G-TEX termékcsalád részét képező 60 g/m^2 -es nem szőtt kelmét vásárlói igényre fejlesztették ki: ötvözi a kártolt textíliák rugalmasságát az alacsony négyzetméter súllyal. A vállalat úgy látja, hogy a kompozit ipari piac számos szegmensében alkalmazható lesz ez a termék, a speciális felületkezelésének, a könnyű alakíthatóságának, és egyenletes, alacsony négyzetméter súlyának köszönhetően.

A G-TEX 60 g/m^2 nem szőtt textília bármilyen gyantarendszerrel feldolgozható, száraz szövetként infúziós eljárásokban, vagy prepregként autoklávus felhasználáshoz, illetve présformázáshoz, hatékony megoldást kínálva az ügyfeleknek az autóipar, a repülőgépipar, az elektronika és a szélenergia ágazatában. A JEC World kiállításon a Gen 2 Carbon bemutatott egy változatást, ebből a nem szőtt szénzálal struktúrával erősített kompozit alkatrészekből, jellemzően autóipari, repülőgépipari és hajóipari kompozit elemeket.

Az ásványi töltőanyagipar is fejleszt a fenntarthatóság érdekében. A korábban **Hudson Greenland** néven ismert vállalat nemrégiben átnevezte magát: **Lumina Sustainable Materials** névre, hogy tükrözze fenntarthatósági üzenetét. A vállalat egy grönlandi lelőhelyről bányássza és dolgozza fel az anortozitot. Az ércet több telephelyre szállítják őrlés és felületkezelés céljából, ebből állítják elő a *Greenspar* márkanevű, multifunkcionális adalékanyagot. Ez az adalékanyag javítja a polimerkeverékek reológiáját, növeli a szívósságát és a termék szilárdságát is pozitívan befolyásolja. A Lumina jelenleg véglegesíti az Ohio folyó mentén található amerikai üzem helyszínének kiválasztását, és reméli, hogy a létesítmény 2022 végére üzembe áll. Az ásványfeldolgozás mellett a létesítményben egy anyagfejlesztési laboratórium és egy kísérleti üzem is lesz az új termékek és eljárások kifejlesztésére.

A logisztikát a fenntarthatóság egyik fő mozgatórugójaként alakítják ki. Anyagukat közvetlenül a grönlandi partoknál bányásszák és dolgozzák fel. Az ércet ezután hajóval közvetlenül az Ohio folyón mentén lévő malomipari telephelyre szállítják. A vízi szállítás energiaigénye és karbonlábnyoma a közúti szállítás energia- és szénlábnyomával szemben, kevesebb mint 10%. A közép-nyugat-amerikai létesítményen kívül, amely az első lesz, a vállalat azt tervezi, hogy a világ más régióiban is létrehoz helyi feldolgozóüzemeket, energia takarékos logisztikai megoldásokat keresve.

A Lumina lehetőséget lát a polimerek továbbfejlesztésében a felületkezelés, az egyedi kémiai receptúrák és adalékanyagok alkalmazásával. Az egyik lehetőség például a nagy szén-dioxid-kibocsátású adalékanyagok, mint például a kalcinált agyagok helyettesítése nem termikusan kezelt ásványi anyagokkal, amelyek egyedi kémiai módszerekkel hasonló teljesítményt nyújthatnak. Ez kiválóan alkalmas a huzalok és kábelek vagy az üveg/ásvány hibridek esetében, hogy csökkentsék a karbonlábnyomot és a költségeket.

A talkumot régóta használják funkcionális töltőanyagként, ahol a polimer egy bizonyos százalékát helyettesítheti a költségek csökkentése és a fizikai tulajdonságok javítása érdekében. Különböző követelményekhez különböző minőségű talkumot állítanak elő. Például határozott tendencia a



Lumina termék – fenntartható gyártásból

tömörített és ultrafinomított talkum használata, amely nagyobb hajlítási modulust és ütésállóságot, karcolás- és marásállóságot biztosít. A továbbfejlesztett és felületkezelt talkumtermékek új felhasználási területe az elektromos járművek és a nagy teljesítményű nyomtatott áramköri lapok gyártása. A termékek súlyának csökkentése talkum töltéssel, elsődleges teljesítménycél a járműiparban. Megfigyelhető a talkum használatának folyamatos bővülése a bioalapú műanyagformulákban, ahol a keverők a talkum hozzáadásának szintjét a végső alkalmazástól függően 70–80%-ra is növelik a gyantarendszerekben.

A szakértők szerint sokan már a karbonlábnyom csökkentése céljából is a talkumot keresik a polimer egy részének helyettesítésére. Ebből a célból a **Magris Talc** egy olyan talkum/magnézium-karbonát ásványi kompozitot kínál *Vertal AF* márkanéven, amely az UL által tanúsítottan 100%-ban iparilag újrahasznosított tartalommal rendelkezik, és szerepel az UL Environment's Sustainable Products Database (Környezetileg fenntartható termékek) adatbázisában. A Vertal AF-et a Magris Talc vermonti telephelyéről szállítják, amelyet a vállalat az **Imerys** észak-amerikai talkum leányvállalataitól szerzett meg egy 2021 februárjában lezárult adásvétel során. A Magris Talc jelenleg azon dolgozik, hogy az újrahasznosított tanúsítványt kiterjessze a montanai telephelyén gyártott egyéb minőségekre is.



Magris Talc

A Magris Talc különös hangsúlyt fektet a fenntarthatóságra, és már rendelkezik az Ecovadis környezetvédelmi értékelő szervezet bronz minősítésével. Jelenleg adatokat gyűjtenek a széndioxid-kibocsátásuk számszerűsítésére, annak érdekében, hogy megfogalmazzassák számszerűsíthetően környezetvédelmi céljaikat.

A töltőanyagok helyzete is érdekes a fenntarthatóság szempontjából, mivel ezeket minden polimer típusban – elasztomerekben, hőre lágyuló és hőre keményedő műanyagokban is jelen vannak. Globális szinten a legnagyobb mennyiséget a korom és a kalcium-karbonát képviseli. A **Rothon Research** tanulmánya szerint az ásványi töltőanyagok a világ széndioxid-kibocsátásának 0,2–0,3%-át teszik ki (becsült érték), és bár ez viszonylag kis százalékos arány, a szakemberek keresik az alternatív töltőanyagokat vagy a kisebb környezeti hatással járó gyártási módszereket.

A hőre lágyuló műanyagokban használt kalcium-karbonát mintegy 80%-a töltőanyagként kerül a PVC-be; a legtöbbször őrölt kalcium-karbonát (GCC), nem pedig kicsapott kalcium-karbonát (PCC) formájában. Bár egyesek aggódnak amiatt, hogy a GCC bányászata és előállítása nem fenntartható, az iparágnak új lehetőségei lehetnek a fenntartható kalcium-karbonát előállítására. A Rothon Research intézet a **Chesteri Egyetemmel** (Egyesült Királyság) együttműködve kutatja például az ásványi szilikátokat, mint a légköri széndioxid megkötésének módját. A vizsgálat lényege, hogy akár a kalcium- akár a magnézium-szilikátot széndioxiddal reagáltatva előállítható-e porszerű csapadék (akár CaCO_3 , akár MgCO_3). Az egyik kérdés az, hogy meg lehet-e tisztítani ezeket a termékeket, és felhasználható-e ásványi töltőanyagként, ami csökkentené az anyag karbonlábnyomát, mivel megkötné a széndioxidot, és helyettesítené a bányászott ásványt. Egy következő kérdés, hogyan lehet az eljárást költség-hatékonyá, versenyképessé tenni.

Idén áprilisban az **Imerys** bejelentette, hogy bővíti és optimalizálja az amerikai Alabamában, Sylacaugában található telephelyét, válaszul az örölt kalcium-karbonát (GCC) iránti növekvő keresletre. Egy új ércdarálót helyeztek üzembe 2021 végén, hogy egy sor különleges ásványi anyagot állítsanak elő többek között a műanyagipar számára. Ezenkívül, és a telephelyen tervezett beruházások részeként a vállalat célja az energiafogyasztásának csökkentése, a termelési hozam javítása mellett. Az energiafelhasználás minimalizálása része a fokozott fenntarthatóságra irányuló folyamatos erőfeszítéseinek.

Az Imerys a fenntarthatóság területén a fejlett anyagtechnológiákra és az intelligensebb működési módokra összpontosítja erőfeszítéseit. Kiemelt termékük a *ReMined* márka nevű kalcium-karbonát, amely már több éve kapható, és harmadik fél által tanúsítottan 100%-ban ipari felhasználás utáni újrahasznosított anyag. A terméket funkcionális töltőanyagként használják különféle műanyag keverékekben.

A vállalat *ImerCarb Ultra* és *ImerCarb Ultra Plus* márka néven két új, speciálisan felületkezelt kalcium-karbonát típust fejlesztett ki PP és HDPE mesterkeverékekhez, amelyekből rafia szálakat gyártanak. A szálak gyártásához használt polimer keverékek jellemzően 80% vagy annál nagyobb arányban tartalmaznak kalcium-karbonátot. A rafia szálak gyártási sebességének növekedésével a meglévő kalcium-karbonát töltőanyag diszperziós problémákat okozott, amelyek az új típusok alkalmazásával elkerülhetők.

Az ezekben a szalagfajtákban használt kalcium-karbonát finoman szabályozott szemcseméretű és speciális bevonattal ellátott. Az új típusú kalcium-karbonátot Malajziában gyártják, és az indiai raffia piacra szánják. Amerikában *Supercoat SOS* a márkanéve annak a kalcium-karbonátnak, amelyet az Imerys braziliai létesítményeiben gyártanak, és elsősorban az amerikai csomagolóanyag iparnak forgalmazzák.

A múlt hónapban a vállalat egy új kísérleti egységet is felavatott, amely lehetővé teszi a nagyon nagy teljesítményű szintetizált ásványi anyagok előállítását. A projekt a franciaországi lyoni technológiai központban található, amelynek egyik szakterülete a magas hőmérsékletű anyagok. A projekt egymillió eurós beruházásból valósult meg. A bordeaux-i és toulouse-i egyetemekkel közösen kifejlesztett folyamatos hidrotermális szintézisfolyamat nagy nyomást (150–300 bar) és hőmérsékletet (100–600 °C) kombinál a speciális ásványok előállításához, és lehetővé teszi az olyan szempontok előzetes meghatározását, mint a méret, a szerkezet, a morfológia, a tisztaság, az összetétel, a szín vagy más tulajdonságok. A vállalat szerint az ilyen ásványok magasabb szintű teljesítményt nyújtanak, és kezdetben valószínűleg csúcstechnológiai és hiánypótló alkalmazásokban fogják használni őket.

Az *Omyalooop* márkanévű, újrahasznosított kalcium-karbonátot az **Omya** európai telephelyein állítja elő, más iparágakból származó, rendkívül gondosan válogatott, visszanyert anyagokból, amelyet egyébként hulladékként ártalmatlanítanak. A termék ötlete 2019-ben született meg, de csak az utóbbi időben fogadta el a piac, mint egy prémium kategóriás, tanúsított, újrahasznosított terméket. Az uniós előírások, köztük az egyszer használatos csomagoló anyagokról szóló irányelv, amely 2025-ig 25%-os újrahasznosított tartalom használatát írja elő, megmozgatta a piacot és megnövelte az ilyen újrahasznosított töltőanyagok rangját. A vállalat szerint az *Omyalooop* terméket a **Bureau Veritas** 100%-ban újrahasznosított anyagként tanúsította, és megfelel az EU ételadagolóanyagokra vonatkozó követelményeinek. A termék alkalmas arra, hogy 1:1 arányban helyettesítse a hagyományos kalcium-karbonátot számos összetett keverékben, és több, általánosan használt szemcseméretben kapható. A vállalat szerint az *Omyalooop* alkalmazása során a szén-dioxid-kibocsátás a hagyományos kalcium-karbonátokhoz hasonló (kb. 54 kg

CO₂/tonna). Számos feldolgozó a kulcsfontosságú alkalmazási területeken, mint például az autóipar, a PVC padlóburkolatok, az építőipari csövek és profilok, már részben újrahasznosított polimereket használ. Az ilyen receptúrák egyik fő összetevője az ásványi töltőanyag. Az a lehetőség, hogy ezt a viszonylag nagy mennyiséget újrahasznosított alternatívával lehet helyettesíteni, nagy figyelmet kelt a piacon.

A kalciumkarbonát előállítására fenntartható forrásból fontos szempont a műanyagiparban. Ennek egyik forrása az oolitikus aragonit, amelyből az **Arctic Minerals** kifejlesztette az *AquaFlex* oolitikus aragonit töltőanyagot a műanyag ipar számára. Az aragonit kalcium-karbonát ásványt cianobaktériumok csapják ki az óceánban (szén-dioxidból és kalciumsókból), és a jelenlegi kitermelési ütem több mint százszorosával rakódik le, ami tehát megújuló ásványnak számít. Kutatások szerint az anyag 40%-ban újonnan megkötött szén-dioxidot is tartalmaz, tehát a képződése jó hatással van a természetre.

Az óceánból begyűjtött tojás alakú gyöngyök 1–2 mm hosszúak. Ezeket őrléssel olyan méretűre készítik elő, hogy polimerekkel lehessen őket keverni. Az oolitikus aragonit valószínűleg nem fog versenyezni a hagyományos kalcium-karbonáttal a költségek szempontjából, de betölthet egy rést azok számára, akik megújuló töltőanyagot keresnek. A 20–40%-os aragonit hozzáadása egyszerű módja a megújuló és fenntartható műanyagokkal kapcsolatos célok elérésének. A műanyagokra szánt oolitikus aragonitermékeket kínáló más vállalatok közé tartozik a **Calcean**, amely az *OceanCal*-t szállítja; és az **Asbury Carbons**, amely a *CarboRaygrade 750* mikronos és finomabb szemcseméretű termékeket gyártja.

A **Ragn-Sells** svéd környezetvédelmi technológiai vállalat a körforgást szolgálja azzal, hogy az észtországi olajpala-égetés során keletkező hulladékot új nyersanyagok előállítására használja fel Észtországban az olajpala-kőzetet villamosenergia-termelés céljából égetik el, ami évente több millió tonna hamut eredményez. A Ragn-Sells szabadalmaztatott eljárásának célja, hogy a hamuban lévő kalciumot a légkörből vagy más kibocsátási forrásokból kinyert CO₂-vel kombinálja, és így precipitált kalciumkarbonátot állítson elő.

Észtország kormánya 2022 januárjában 1,7 millió eurót fektetett be a Ragn-Sells projektbe. A vállalat ezt egy demonstrációs üzem tervezésére és a kapcsolódó kísérleti tevékenységek finanszírozására fogja felhasználni. 2024-re a demonstrációs üzem a remények szerint készen áll majd 5000–7000 tonna/év kalcium-karbonát előállítására. A Ragn-Sells vállalat tervei között szerepel, hogy 2027-re vagy 2028-ra körülbelül 500 000 tonna/év kereskedelmi termelési mennyiségre növelje a termelést, és további hat kalciumkarbonát fajtát állítson elő.

A vállalat számára fontos, hogy olyan felhasználási területeket találjanak, ahol a végtermékek hosszú élettartamúak. Ennek érdekében partnerségre lépett a **Tarkett** padlóburkoló gyártóval, amely az új üzemben előállított kalciumkarbonátot fogja felhasználni vinil padlóburkoló termékeiben. A Tarkett tervei szerint az általa gyártott, hamu alapú kalciumkarbonát CO₂ lábnyoma negatív lesz, –0,4 kg CO₂ egyenérték/kg értékre számítanak, a jelenleg használt kalciumkarbonát CO₂ lábnyomához képest, ami 0,006 kg CO₂ egyenérték/kg. A Ragn-Sells célja,



Ragn Sells termék

hogy 2030-ra 30%-ban újrahasznosított nyersanyagokat használjon, ami kivitelezhetőnek tűnik, hiszen a Tarkett cég évente több százezer tonna ásványi töltőanyagot (főként kalcium-karbonátot) használ fel vinil padlóburkoló termékeiben.

A Tarkett mellett a Ragn-Sells a német **Gelean** ablakprofilgyártóval is együttműködik. Azonban a két alkalmazás igényei nagyon különbözőek. Az új típusú kalcium-karbonátból, ami az ablakprofil gyártáshoz specializált, már az első kísérleti gyártás (200 kg előállítás) 2021-ben megtörtént. További termék- és folyamatfejlesztés után, 2,5–5,0 tonna legyártását tervezik a 98–99,5%-os tisztaságú típusból. A vállalat célja, hogy klímasemleges vagy negatív CO₂ lábnyomú gyártó legyen.

A gyártó vállalatok a széndioxid-kibocsátás csökkentésére törekednek, és sokan életciklus-értékelést (LCA) alkalmaznak ennek elemzésére. Az anyagok szállítása a származási helyükről jellemzően nagy szén-dioxid-kibocsátási forrás, amelyet figyelembe kell venni az életciklus-értékelés során; az ásványi anyag helyben bányászata vagy a felhasználáshoz közelebbi beszerzése általában előnyösebb. Az ásványi töltőanyag életciklus-értékelését ezután felhasználják az anyagból készült termék életciklus-értékének kiszámításához. A termék életciklus-értéke „használat közbeni” része a termék környezeti hatásának jelentős és némileg összetett része. Ha például egy anyag jobb fizikai tulajdonságokkal ruház fel egy műanyag autóalkatrészt, ami könnyű súlyt és jobb fogyasztást eredményez, akkor ez nagy hatással lehet a szén-dioxid-kibocsátásra.

Bár az életciklus-értékelések hasznosak az új anyagok használatát megfontolni kívánó vállalatoknak óvatossá kell lenniük azzal, hogy a fejlesztési folyamat túl korai szakaszában megköveteljék a magas életciklus-értéket – hiszen ez, csak egy teljes alapanyagtól a használaton át a hulladékká válásig ciklus után alapozódik meg.

Összeállította: Faurné Csukat Gabriella, Novia Kft.

<https://www.plasticstoday.com>

<http://apply-carbon.com/>

<https://zoltek.com/>

<https://www.dreytek.com/>

<https://www.dreyplas.com/en/>

<https://www.ngfcanada.com/>

<https://www.glassfibreeurope.eu/>

<http://luminamaterials.com/>

<https://magristalc.com/>

<https://www.imerys-performance-minerals.com/>

<https://omyaloop.omya.com/>

<https://www.arcticminerals.com/>

<https://www.ragnsells.com/>

<https://www.nonwovens-industry.com>