



hűtőépítő

**Kutatás – fejlesztési projekt
a zárt cellás, kemény poliuretán habok
újrafeldolgozására és értéknövelt
felhasználására**

Tartalomjegyzék

A projekt rövid áttekintése.....	2.
A poliuretán habhulladék kezelése	2.
Amit a poliuretán habokról tudni érdemes	3.
A poliuretán hulladék kémiai és mechanikai újrahasznosítása	4.
Zárt cellás poliuretán habanyagok újrahasznosítási lehetőségeinek feltárása, gépbeszerzés.....	5.
Értéknövelt poliuretán anyagok előállítása	6.
Termékkonceptiók kidolgozása	7.
Termékkonceptió.....	7.
Vízió	7.
Fenntarthatóság.....	7.

A projekt rövid áttekintése

A poliuretán habok számos iparágnak jelentenek kedvező megoldást, azonban a széleskörű felhasználás eredményeként a feldolgozási technológia során nagymértékű hulladék halmozódik fel.

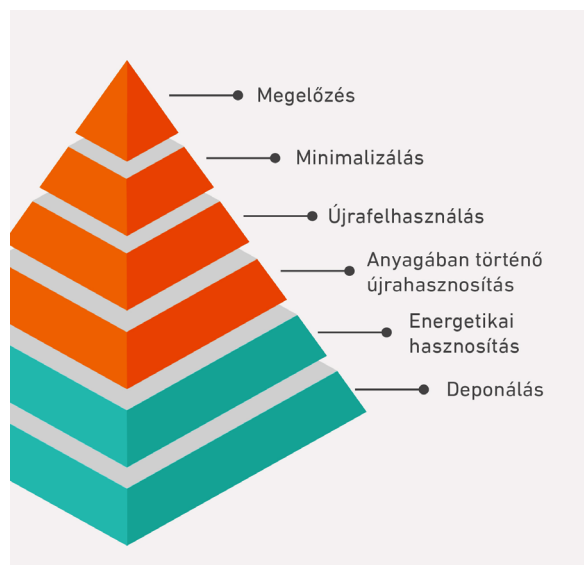
Projektünk kapcsolódik az erőforrás-hatékony gazdaság, valamint az energia- és klímavédelem nemzetgazdasági prioritásaihoz. A keletkező hulladék kezelése környezetvédelmi, társadalmi és gazdasági okból is kiemelten fontos, ezért a térhálós szerkezetű, zárt cellás, kemény poliuretán habanyagok mechanikai újrahasznosítását kívánjuk megoldani.

Az üzemünkben keletkező kemény poliuretán hab hulladékot speciális darálásnak vetjük alá és az így előállított szemcsés darálékot speciális kötőanyaggal dúsítjuk, amelyből reciklált poliuretán habtáblákat állítunk elő. Célunk, hogy ezeket a meglévő szigetelőanyagokat előállító gyártástechnológiánkba visszaforgassuk, és ezzel csökkentsük, sőt akár meg is szüntessük cégünk és a közép-európai régióban termelt kemény poliuretán habok hulladékáramát.

A poliuretán habhulladék kezelése

A poliuretán habok széleskörű alkalmazása a feldolgozási technológia során nagymértékű hulladék felhalmozódásához vezet. Ilyenek például az utóbbi pár évtizedben rendkívül elterjedt könnyűszerkezetes épületek burkoló elemei, a hűtőszekrényekből, hűtőkamrából származó keményhabok gyártási maradékai, vagy bontásból származó hulladékok. Az autóipar is jelentős mennyiségű kemény poliuretán habot alkalmaz, melyet a mennyiségből adódóan is kihívást jelent megfelelően kezelni. A megfelelő hulladékkezelés környezetvédelmi, társadalmi és gazdasági okból is kiemelten fontos. Jelenleg a felhalmozódott kemény poliuretán habok kezelésére több megoldás is elterjedt.

Ezek a hulladékkezelési piramis szintjei alapján, legrosszabb módszertől a legjobb módszer felé haladva: hulladéklerakóban történő deponálás, erőművekben történő energetikai hasznosítás (égetés), valamint anyagában történő újrahasznosítás.



Projektünk kapcsolódik az erőforrás-hatékony gazdaság, valamint az energia, klíma nemzetgazdasági prioritásokhoz. A kemény poliuretán és poliizocianurát habokból keletkező hulladék kezelése jellemzően hulladékégetőben történő energetikai hasznosítással vagy lerakóban való deponálással történik. A deponálás környezetvédelmi szempontból a legrosszabb, mivel kis sűrűségükből adódóan ezek a hulladékok nagy térfogatúak, valamint stabilak, ezért hosszú idő után sem bomlanak le teljesen. A habok energetikai célú hasznosításával (égetésével) nagy mennyiségű energia nyerhető vissza (7000 kcal/kg), de a folyamat során üvegházhatású gázok (CO_x, NO_x) és egyéb szennyezőanyagok juthatnak a légkörbe. Napjainkban még ez a két hulladékkezelési mód a legerjedtebb, kiváltképpen a projektünk keretében újrahasznosítani kívánt kemény poliuretán habok esetén.

A szigorodó környezetvédelmi szabályozás is ezen technológiák kiváltására, a PU habok újrahasznosítására ösztönzi az ipart. Erre a problémára megoldást keresve a projekt során térhálós szerkezetű, zárt cellás, kemény poliuretán habanyagok mechanikai újrahasznosítását kívánjuk megoldani.

A projekt során térhálós szerkezetű, zárt cellás, kemény poliuretán habanyagok mechanikai újrahasznosítását kívánjuk megoldani, egy új technológia kidolgozásával. Az üzemünkben keletkező kemény poliuretán hab hulladékot speciális darálásnak fogjuk alávetni és az így előállított szemcsés daralékot egyedi receptúra alapján speciális kötőanyaggal dúsítjuk, amelyből reciklált poliuretán habtáblákat kívánunk előállítani. Célunk, hogy ezeket a meglévő, szigetelőanyagokat előállító gyártástechnológiánkba visszaforgassuk, és ezzel csökkentjük, sőt akár meg is szüntessük cégünk és a közép-európai régióban termelt kemény poliuretán habok hulladékáramát.

Amit a poliuretán habokról tudni érdemes



A polimer habok olyan kétfázisú rendszerek, amelyekben statisztikus eloszlású, változó méretű gázbuborékok találhatók a polimer mátrixban. A habosított termékek számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, mint pl. kis sűrűség, jó hang- és hőszigetelési jellemzők, kiemelkedő energiaelnyelő képesség, amely tulajdonságoknak köszönhetően alkalmazásuk számos iparágban elterjedt. Jól mutatja mindezt, hogy a globális polimer habpiac értéke 2020-ra elérte a 90,7 milliárd dollárt, az összetett éves növekedési ráta pedig a 4,8%-ot. A piac növekedése elsősorban a poliuretán (PU) haboknak köszönhető, hiszen ezen alapanyagcsalád forgalma teszi ki a teljes piac 41,7%-át, a poliuretán habokra vonatkozó éves növekedési ráta pedig 7,5%-ra tehető.

A poliuretánok családjába az uretán kötőcsoportot ($-NH-C(=O)-O-$) tartalmazó anyagokat soroljuk, amelyek előállítása során di- vagy poliizocianát és di- vagy poliol egységek közötti poliaddíciós reakció játszódik le. A PU habok adják a teljes uretán termelés legnagyobb hányadát, arányuk eléri a 68%-ot. A PU habosítása történhet fizikai és kémiai habképzőszer

alkalmazásával egyaránt. Fizikai habképzőszerként korábban gyakran használtak különféle hidroklor-fluor-szénhidrogéneket (HCFC-ket), azonban ezek használatát ózontató hatásuk miatt betiltották (Montreali jegyzőkönyv, 1989). Napjainkra a HCFC-ket teljes mértékben felváltották a különböző pentánok (n-, izo- és ciklopentán), amíg a kémiai habképzőszeresek közül a különböző karboxi-savak, illetve a víz a legelterjedtebbek. Ezek reakcióba lépnek az izocianát csoporttal, ennek hatására széndioxid keletkezik, ami biztosítja a jellegzetes cellás szerkezet kialakítását. A rendelkezésre álló számos alapanyagnak köszönhetően széles skálán változtatható az előállított hab tulajdonsága a lágyhabtól az

integrálhabokon át egészen a kemény habokig. Az előállítás történhet szakaszos (pl. reaktív fröccsöntés) és folytonos üzemben is.

A kemény poliuretán habokat előszeretettel használják hőszigetelő elemként az építőiparban, azonban ezek nem tesznek eleget a szigorú tűzvédelmi előírásoknak. Ez hívta életre a poliizocianurát (PIR) habok családját, amelyekben az uretán (karbamát) kötések mellett az izocianát csoportok trimerizációja útján kialakuló izocianurát csoportok is találhatóak. Az így kialakuló gyűrűs szerkezet, és a nagyobb térfelület járul hozzá a PIR habok jobb hő- és tűzállóságához. A PIR habok a kemény poliuretán habok egyik altípusának tekinthetők, ezért a továbbiakban a poliuretán hab kifejezés alatt a hagyományos PU és PIR habokat értjük.

A poliuretán hulladék kémiai és mechanikai újrahasznosítása

A tudomány mai állása szerint a poliuretán hulladék újrahasznosítására léteznek kémiai és mechanikai módszerek is. Mivel a poliuretánok kémiai úton lebonthatók, az elmúlt évek során számos különböző módszert (hidrolízis, glikolízis, aminolízis, alkoholízis) dolgoztak ki erre a célra. Ezen eljárásokban közös, hogy jellemzően nagy hőmérséklet és nyomás, különböző vegyi anyagok és katalizátorok, valamint bonyolult berendezések szükségesek hozzájuk, ami a technológiák széles körű elterjedését meggátolja. A bontási folyamat végén szekunder nyersanyagok (poliolok, aminok) keletkeznek, amelyekkel részben kiválthatók a primer alapanyagok a PU-k gyártása során.

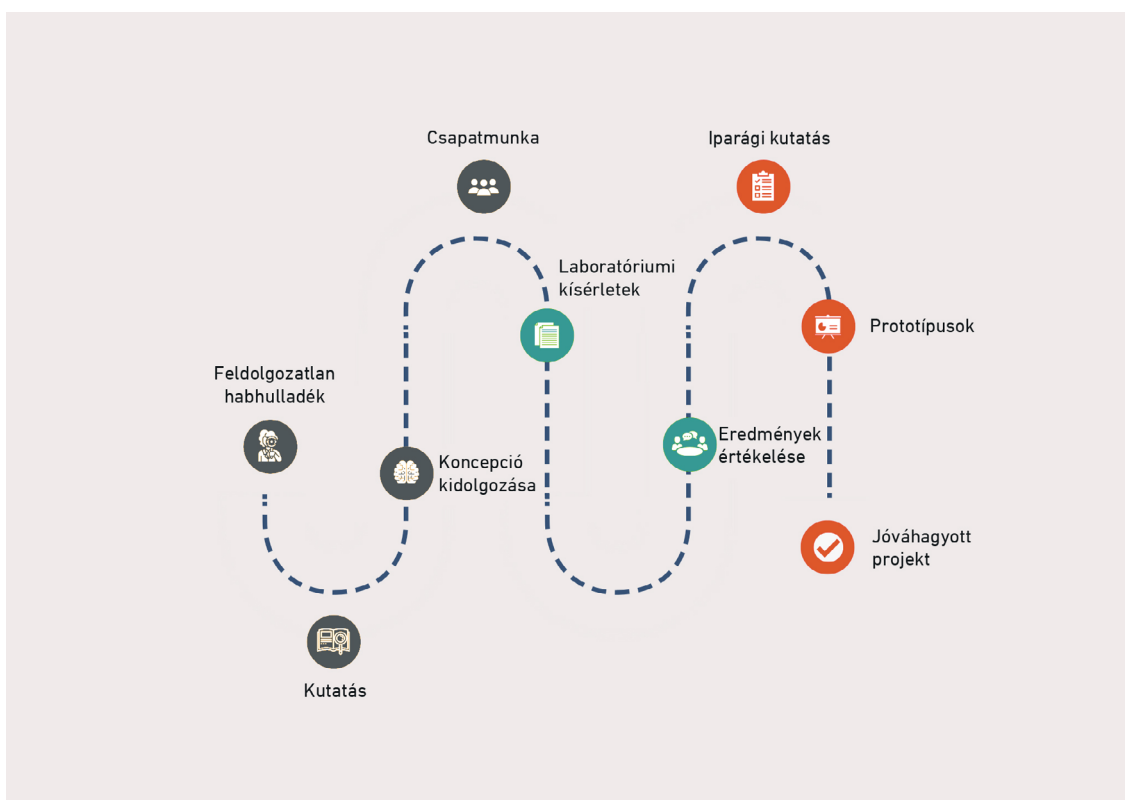
A poliuretán habok mechanikai módszerrel is újrahasznosíthatók. Ilyen újrahasznosított flexibilis habokat használnak többek között a bútoriparban ágymatracok anyagaként, ahol a statikus terhelést követő visszaalakulási képesség kiemelten fontos; a sportszergyártóiparban sportszőnyegek belső rétegeként, ami kiemelkedő ütécscillapítási képességet biztosít; vagy például az autóiparban zajcsillapítási célokra.

A kemény poliuretán habok mechanikai úton történő újrahasznosítására jelenleg egy módszer terjedt el. Az eljárás lényege, hogy a hulladék habot finom porrá őrlik, majd ezt töltőanyagként alkalmazzák (max. 20%) poliuretán termékekben. Napjainkban a lakossági hűtő- és fagyasztószelektárolók ártalmatlanítása során visszanyert kemény PU habokat is így igyekeznek újrahasznosítani. Fontos azonban megjegyezni, hogy a kemény PU és PIR habokból keletkező hulladék kezelése jellemzően hulladékégetőben történő energetikai hasznosítással vagy lerakóban való deponálással történik.



A projektben az új technológia kidolgozása, ipari alkalmazhatóságának vizsgálata mellett fontos tudományos eredmények is várhatók, mivel a kemény poliuretán habok mechanikai módszerrel történő újrahasznosítása jelenleg még feltáratlan kutatási terület.

Zárt cellás poliuretán habanyagok újrahasznosítási lehetőségeinek feltárása, gépszerűzés



A fejlesztés során az első munkaszakaszban a projekt megvalósításához szükséges gépek, berendezések kiválasztása és beszerzésének elindítása történik meg. Szintén az első részfeladat során kiválasztjuk a rendelkezésünkre álló információk alapján a laboratóriumi előkísérletekhez szükséges kötőanyagokat, valamint beszerezzük azokat. Ezzel párhuzamosan megkezdjük az üzemünkben keletkező, rendelkezésünkre álló poliuretán habhulladékok széleskörű jellemzését. Mikroszkópos módszerekkel megvizsgáljuk a habok cellaszerkezetét, a bennük lévő cellák átlagos méretét. A habok esetében nagyon fontos paraméter azok sűrűsége, amelyet felhajtó erőn alapuló módszerrel fogunk meghatározni. A vizsgálandó mechanikai jellemzők közül kiemelnénk a habszerkezetek nyomószilárdságát, amelyet univerzális anyagvizsgáló berendezés (szakító gép) segítségével fogunk meghatározni.

A második részfeladat során laboratóriumi méretekben állítunk elő újrahasznosított kemény poliuretán habanyagokat síklemez formában. Ehhez a beszerezni kívánt gyártósor specifikációinak megfelelő szemcseméretűre kell darálnunk a rendelkezésünkre álló habhulladékot. A rekonstruált hablemezeket laboratóriumi hidraulikus prés segítségével fogjuk előállítani. Vizsgálni fogjuk a laboratóriumi körülmények között előállított újrahasznosított PU habok tulajdonságait.

Mivel az üzemünkben poliuretán (PU) mellett poliizocianurát (PIR) habhulladék is keletkezik, ezért vizsgálnunk kell, hogy az előállított rekonstruált habok tulajdonságaira milyen hatással van a hulladékban lévő PIR és PU habok aránya. A mérőföldkő végére rendelkezni fogunk a feldolgozó berendezésre adaptálható gyártástechnológiával, amelyet a következő mérőföldkő során fogunk az üzemi kísérletek eredményei alapján finomhangolni.

A vizsgálatok eredményeiről jegyzőkönyveket fogunk készíteni. A mérőföldkő végére rendelkezni szeretnénk egy a kifejlesztetni kívánt berendezésre adaptálható gyártástechnológiával, amelyet a következő mérőföldkő során fogunk az üzemi kísérletek eredményei alapján finomhangolni.

Értéknövelt poliuretán anyagok előállítása

A harmadik munkaszakasz során célunk az előző munkaszakasz során laboratóriumi méretekre meghatározott receptúrák ipari mértékre történő adaptálhatóságának vizsgálata. A harmadik részfeladat során először meg kell ismernünk a gyártósor technikai tulajdonságait, pontos működését, a berendezésen változtatható paraméterek típusait és tartományait. A gyártástechnológia és a berendezés jellemzőinek részletes megismerését követően megkezdődhetnek az ipari mértékű feldolgozási és újrahasznosítási próbák, ahol a laboratóriumi körülmények között létrehozott termékminőséget szeretnénk reprodukálni vagy felülmúlni.

A negyedik részfeladat során az üzemi méretekre felskálázott receptúra alapján készült habtömböket a kiindulási alapanyagokhoz és a laboratóriumi kísérletek során előállított mintákhoz hasonlóan széleskörűen jellemezni fogjuk. A vizsgálatok eredményeiről az előző

részfeladatokhoz hasonlóan jegyzőkönyvet fogunk készíteni, amely tartalmazni fogja a végtermék tulajdonságait befolyásoló fontosabb tényezőket. Ezen megszerzett ismereteket felhasználva kívánjuk a kötőanyag típusát és adagolási mennyiségét véglegesíteni, valamint az újrahasznosított habok alkalmazási célterületének ismeretében a gyártástechnológiai paramétereket optimalizálni. A mérőföldkő végére szeretnénk eljutni arra a szintre, hogy egy végleges receptúrával és gyártási paramétersorral rendelkezünk, és ezáltal jó minőségű rekonstruált habokat tudjunk reprodukálható módon, sorozatgyártásban előállítani.

A fejlesztésünk azon fázisában, ahol a kutatási eredmény felhasználható formát nyer, tervezzük olyan bemutatók megszervezését első sorban ügyfélkörünk számára –, ahol a fejlesztési eredményünk és az anyagok tulajdonságai megismerhetővé válnak. A kutatási eredményről bemutatót tervezünk készíteni, amit online tervezünk elérhetővé tenni saját weboldalunkon, illetve az iparágunkat tömörítő szakmai szövetségek, érdekképviseletek weboldalán, kiadványaiban.



Termékkonceptiók kidolgozása

A fejlesztési utolsó negyedében a gépeken tesztelt, kikísérletezett, újrahasznosított alapanyag formára alakítása történik meg. A végleges termékkonceptiók tesztelése egy speciális tesztkamrában megy végbe a telephelyünkön, amit már az ajtógyártás fejlesztése során alkalmaztunk korábban is. Végző célunk, hogy az értéknövelt, másodnyersanyagból előállított termékek minél több típusa jöjjön létre.

Termékkonceptió

A fejlesztési projekt során számos különböző termékkörre fókuszálunk. A kemény poliuretán habok az élet minden területén fellelhetőek és alkalmazhatóak, nincs ez másképpen a reciklált termékekkel sem. A végző célunk az, hogy a megfelelő termékkör kialakításával számos iparág számára tudjunk újrahasznosított poliuretán termékeket kínálni.

Vízió

A projekt során azt a célt tűztük ki magunk elé, hogy újrahasznosított hab anyagból hozzunk létre jól alkalmazható, az ipar számára hasznos termékeket, mindezt úgy, hogy nem jár CO_x és egyéb károsanyag kibocsátással. Az idő elteltével egyre jobban szükség van lokális és globális zöld megoldásokra, a régi, elavult technológiák innovatív fejlesztéseire. Szeretnénk elérni, hogy a saját üzemünkben - és más cégek által termelt hulladékot 100%-ban újrahasznosítsuk a környezetkárosító elégetés vagy személtlerakóban történő bomlás helyett.

Fenntarthatóság

A fenntartható fejlődés egyik alapelve, hogy komplex megközelítéssel, egyszerre veszi figyelembe a környezeti ügyek elvárásait, a társadalmi igényeket, és a gazdasági fejlődés igényeit. Projektünk során minden fenntarthatósági problémára választ szeretnénk adni. Olyan gyártási - és hulladékkezelési megoldáson dolgozunk, amivel kevesebb PUR hab és mikroműanyag fog a természetbe kerülni, ezáltal az emberi jólétet, egészséget, illetve a gazdasági fejlődést is elősegítjük.

Hűtőépítő Kft.

Magyarország, Heves megye
3200 Gyöngyös, Kenyérgyár út 9.

