

## Különleges műanyaghabok: szilikonok és melaminok

A legismertebb műanyaghabokon, az EPS-en és a PUR-on kívül számos más műanyagfajtát is lehet habosítani. A szilikonhabok habosítására univerzális habosítószer-keveréket dolgoztak ki. A melamingyanta-alapú habanyag jelenleg a legkönnyebb hab a piacon, de emellett számos előnyös tulajdonsága van. A kutatók foglalkoznak biológiailag lebomló habanyagok kifejlesztésével is.

*Tárgyszavak: habosítás; habosítószer; szilikonhab; melaminhab; térhálósodás; hangszigetelés; csomagolás.*

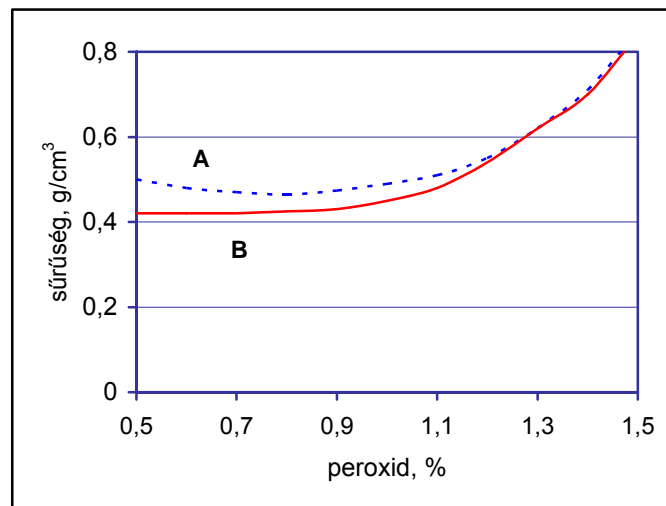
### Szilikonhabok

A szilikongumi-termékek sűrűsége – habosítás nélkül –  $1\text{--}1,2\text{ g/cm}^3$  között van. Egyes alkalmazásokhoz még ennél is kisebb sűrűségű anyagokat igényelnek, ezért fejlesztették ki a szilikonhabokat. A habosításnál figyelembe kell venni, hogy a szilikonok térhálósodása igen gyorsan végbemegy, tehát a habosításhoz is rövid idő áll rendelkezésre. Egy jó minőségű szilikonhab előállításához a két egymással ellentétes folyamat között megfelelő egyensúlyt kell teremteni. Az összefüggést az *1. ábra* mutatja, amelyen egy peroxiddal térhálósított, és egyben habosított szilikongumi sűrűségének változása látható a peroxidkoncentráció függvényében. Habosítószerként 1% Elastosil AUX MTB-t használtak, amely nyílt cellás habot, és ezáltal kisebb sűrűséget eredményez, mint az eddig alkalmazott habosítószer. Az extruderben végbemenő térhálósításhoz kétféle peroxidot használtak: 2,4-diklór-benzoil-peroxidot (A) és dibenzoil-peroxidot (B). A várakozásnak megfelelően mindkét peroxidnál van egy minimum, amelynél kisebb sűrűséget, azaz nagyobb térfogatnövekedést már nem lehet elérni. A peroxidkoncentráció növelése egy adott ponton a sűrűség hirtelen növekedéséhez vezet, ami a térhálósodás és a habosodás egyensúlyának megbomlását jelzi a habosodás rovására. Az ábrán látható még, hogy a *magasabb bomláshőmérsékletű dibenzoil-peroxiddal kisebb sűrűségű habot lehet előállítani, mint a másik peroxiddal*. A sima felületet, az egyenletes áthabosodást és térhálósodást a gyakorlatban a két peroxid kombinálásával érik el: a 2,4-diklór-benzoil-peroxid (A) gyorsan térhálósít és lezárja a felületet (ez egyben határt szab a sűrűség csökkentésének), míg a dibenzoil-peroxid (B) fő térhálósító ágensként lassabban térhálósít. Ez utóbbi folyamat miatt a szilikonhabokat a szokásosnál lassabban kell extrudálni.

*Új habosítószer: jobb tulajdonságok*

A szilikonok habosításához ez ideig kizárólag a kémiai habosítószer váltak be. Kísérleteztek gázokkal is, azonban a szilikonok nagy gázáteresztőképessége és a ké-

szülék bonyolultsága miatt ezek a módszerek nem bizonyultak eredményesnek. Jól beváltak viszont a metastabil azovegyületek, például az azo-izobutironitril, amely magas hőmérsékleten bomlik és nitrogén szabadul fel belőle. Hátránya, hogy csak peroxidos szilikonokhoz használható, és a képződő zárt cellás habnak viszonylag nagy a maradó összennyomódása. Ezenkívül hátránya még a mérgező volta és kellemetlen szaga. Ismertek olyan habosító rendszerek is, amelyekből vízgőz vagy szén-dioxid szabadul fel, azonban ezek részben nehéz feldolgozhatóságuk, részben magas árak miatt kevésbé terjedtek el.



1. ábra 1% Elastosil AUX MTB habosítószert tartalmazó szilikon sűrűségének változása a peroxidkoncentráció függvényében (A: 2,4-diklór-benzol-peroxid; B: dibenzol-peroxid)

A megfelelő habosítókészerek fejlesztését az is indokoltá tette, hogy időközben megjelentek a platínakatalizátorral előállított szilárd szilikonok, amelyek vulkanizációja másképpen zajlik le, mint a peroxidos szilikonoké: a platínakatalizált rendszerek általában gyorsan működnek, ami azt jelenti, hogy a teljes térhálósodás korábban következik be, mint a peroxidos rendszereknél.

#### *Univerzális habosítószer-keverék alkalmazása*

A **Wacker Chemie AG.** szilikonokkal foglalkozó kutatóinak sikerült egy olyan univerzális habosítószer-keveréket, az *Elastosil AUX BTB*-t kifejleszteni, amely mind a peroxidos, mind a platínakatalizált szilikonok habosítását megoldja. Segítségével vegyes cellaszerkezetű habokat lehet előállítani, amelyek egyesítik a nyílt cellás habok előnyeit (zárt felület, csekély folyadékfelvétel) a zárt cellás habok jó maradó összennyomódási tulajdonságával (1. táblázat).

Az új habosítószer-keverékkel a peroxiddal térhálósított szilikonokat 10–90 Shore A között, a Pt-katalizáltakat 30–90 Shore A között sikerült habosítani, 0,4–0,8 g/cm<sup>3</sup> sűrűséggel. Mivel a kiindulási szilikonok sűrűsége 1,05–1,23 g/cm<sup>3</sup> között volt, ez 60%-os tömegcsökkenést jelent. *A szilikonhabok jövőjét a szakemberek perspektivikusabbnak ítélik, mint a szilikongumiét.*

1. táblázat

Maradó összenyomódás alakulása 1,2% Elastosil AUX BTB-vel habosított peroxidos és platinakatalizált szilikonoknál

Szilikonfajta	Keménység Shore A	Sűrűség g/cm <sup>3</sup>	Maradó összenyomódás, % 22 h, 100 °C	Maradó összenyomódás, % 22 h, 175 °C
Elastosil R 401 (peroxid kat.)	40	0,48	8	60
Elastosil R 401 (peroxid kat.)	70	0,65	15	62
Elastosil R 4305 (Pt-kat.)	40	0,52	1	6
Elastosil R 4305 (Pt-kat.)	70	0,64	4	38

## Melamingyanta-alapú habanyag – *Basotect*

### *Kemény gyantából könnyű hab*

Az 1938 óta gyártott melamingyantákat elsősorban a lakkipar alkalmazza. Savas katalízissal nagyfokú, sűrű kötésű térhálós szerkezet jön létre, amely ennek megfelelően merev, rideg, repedezésre hajlamos tulajdonságú. Ezért tekinthető tudományos és műszaki teljesítménynek, hogy a **BASF AG**-nek a rideg melamingyantából – lágyító hozzáadása nélkül – sikerült *elasztikus habot* előállítania. A *Basotect* kereskedelmi nevű melaminhabot folytonos üzemben állítják elő, lényegében ugyanolyan berendezésekben, mint a lágy PUR habokat. Az előállított habtömbök jól megmunkálhatók marással, vághatók késsel, fűrészszel, drótvágóval. Jól ragaszthatók szinte mindenfajta ragasztóanyaggal, ami jelentősen szélesíti az előállítható darabok formáját.

### *Vegyszerállóság és lángállóság*

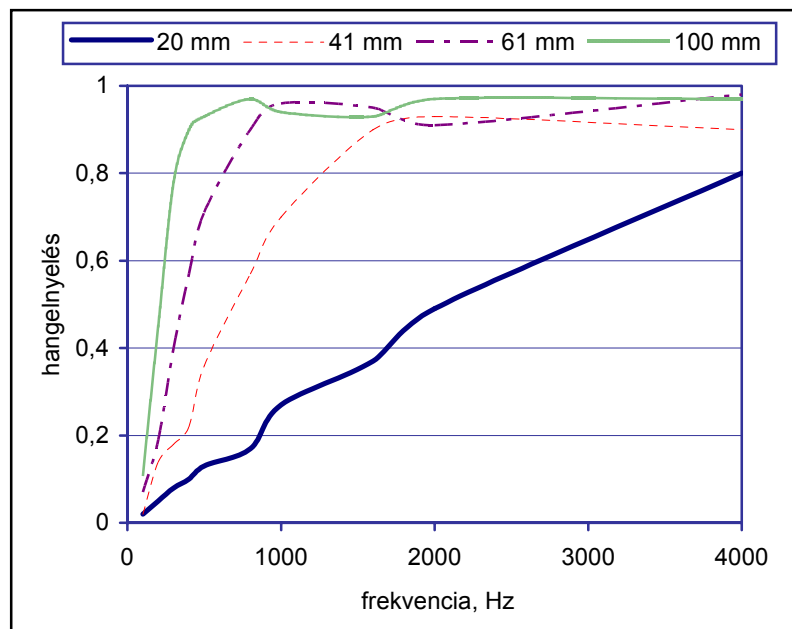
A melaminhabnak nagy térhálósűrűsége folytán igen jó az oldószerállósága. Üzemanyagok, olajok, zsírok, alkoholok és szerves oldószerek nem oldják, sőt még csak nem is duzzasztják. Ellenállóak továbbá lúgokkal szemben is, viszont az erős savak bontják a melamingyantát és oldják a habanyagot.

A melamingyanta-molekulának nagy a nitrogéntartalma és emiatt jó a lángállósága is. A *Basotect* lánggal való érintkezésnél nem olvad meg és nem csepeg. Az

anyag egy gyenge, fehér füstképződéssel ég el és nincs utóizzás. Ezért a szerves anyagoknál elérhető legjobb tűzvédelmi osztályozást érte el, mind a német, mind a nemzetközi minősítéseknél.

### *Kiváló hangelnyelés*

A *Basotect* nyílt cellás szerkezete kiváló hangelnyelést biztosít, amivel belső terek akusztikáját lehet optimális szintre beállítani. A hangelnyelés mértéke függ a habanyag rétegvastagságától, az áramlási ellenállástól és a hanghullámok frekvenciájától. A 2. ábra a hangabszorpció mértékét mutatja a frekvencia és a habanyag rétegvastagsága függvényében. Kisfrekvenciájú hanghullámokat csak vastag habanyagréteggel lehet csillapítani. Közép- és nagyfrekvenciák fellépésénél csupán vékony felületű habréteggel is el lehet érni a helyiség zajszintjének nagyfokú csillapítását. Mély frekvenciáknál egy, a habanyaglemezek mögött lévő üreges tér is javíthatja az abszorpciót.



2. ábra A *Basotect* hangelnyelése a frekvencia és a habvastagság függvényében

A melaminhab tető- és falelemek csökkentik a hangvisszaverő felületekről való sokszoros visszaverődés miatt előálló utózengést. Ez előadótermekben vagy irodákban növeli a beszédérthetőséget, és különösen fontos a hangstúdiók, koncerttermek jó akusztikájának kialakításához. Üzemcsarnokokban, sportsarnokokban, egyéb középületeknél a tetőre szerelt *Basotect* akusztikai ütközőkkel lehet védekezni az éles láрма ellen.

A 200 °C –ig hőálló *Basotect* hangszigetelő képességét az autóipar is hasznosítja a motor és az erőátviteli részek zajának csökkentésére.

## *Kis tömeg*

A *Basotect* sűrűsége  $9 \text{ kg/m}^3$ . Ezzel a lényegesen drágább poliimid habanyag mellett a legkönnyebb hab a világpiacon. A nyílt cellás szerkezet miatt igen nagy mennyiségű folyadékot tud felvenni.  $1 \text{ m}^3$  hab tömege kb. 9 kg, és ez 990 l folyadékot képes tárolni. Az alkalmazás szempontjából további előnye, hogy impregnálni lehet szilikonnal vagy fluorkarbon gyantával és ezzel hidrofób, ill. oleofób tulajdonságú habot lehet előállítani.

A *Basotect* kis sűrűsége a repülőgépgyártók érdeklődését is felkeltette. Repülőgépeket fejlesztettek ki, amelyek magja melaminhab, borítása pedig PUR hab. A *Basotect* fokozza a tűzbiztonságot és a költségek szempontjából is előnyös.

A nagy hőállóság és kicsiny hővezető képesség, alkalmassá teszi gőzvezetékek szigetelésére is.

Egy teljesen új alkalmazási területe a melamingyantahabnak a tisztítás céljára használatos szivacs. A hab megnedvesítve, könnyen eltávolítja a felületi szennyezést és visszaállítja annak eredeti fényességét. Ezt a tisztító hatást a melamingyanta nagy keménységével és az ezzel összefüggő koptató hatással éri el. Ehhez járul még, hogy a szivacs könnyen deformálódó sejtfalai mélyen be tudnak hatolni a felület egyenlőtlen-ségeibe.

## *Új fejlesztések: hőre lágyuló és még kisebb sűrűségű*

A **BASF** nemrégiben megjelent *egy termoplasztikus változattal*, a *Basotect TG* típusal. Ezáltal első ízben vált lehetségessé háromdimenziós, akusztikai formadarabokat *hőszajtolással előállítani*, anélkül, hogy előzetesen termoreaktív térhálósítókkal impregnálnák. Ez idő- és költségmegtakarítást jelent, ami növeli a versenyképességet.

A legújabb fejlesztés a *Basotect UL* (ultralight), egy különösen könnyű habanyag, melynek sűrűsége  $6 \text{ kg/m}^3$ . Ez a ma létező, legkönnyebb habanyag a világon. A légi közlekedés eszközeiben és az űrrepülésben várható az alkalmazása.

## **Biológiailag lebomló hab kifejlesztése csomagolóanyag céljára – egyelőre a kutatólaboratóriumban**

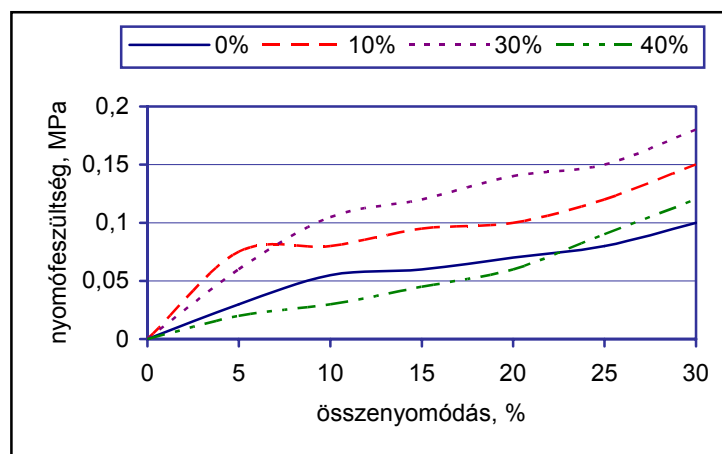
Kínai kutatók kifejezetten a PS habpohely-csomagolóanyag helyettesítését célozták meg a szén-dioxid és a propilén-oxid kopolimerjével a poli(propilén-karbonát)-tal folytatott kísérleteikkel. A biológiailag teljesen lebontható poli(propilén-karbonát)-ot (PPC) cink-glutarát katalizátorral állították elő. Az optimalizált reakciókörülmények között igen magas kitermelési hatékonyságot értek el ( $126 \text{ g polimer/g katalizátor}$ ).

A PPC habosítását azodikarbon-amid (AC) habosítószerrel végezték és megállapították, hogy az így kapott PPC habok viszonylag gyengébb mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek és drágábbak, mint az EPS pelyh-csomagolóanyagok. *Ezen hátrányok kiküszöbölésének egyik módszere szervesen töltőanyagok, pl. talkum, csillám, agyag, kalcium-karbonát bekeverése a habosítás alatt.*

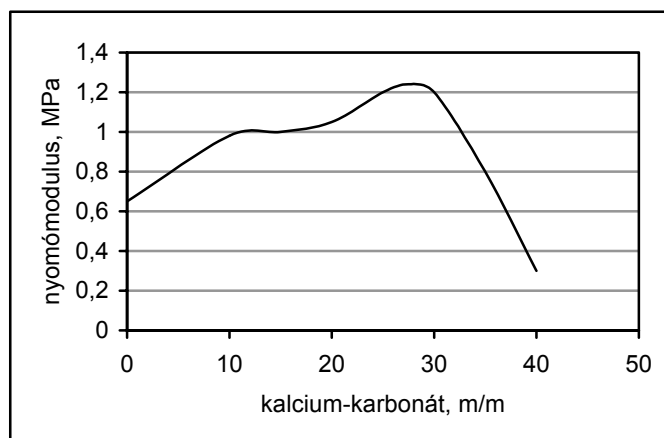
A kísérletsorozatban különböző mennyiségű kalcium-karbonátot adagoltak a saját maguk által előállított PPC-hez ( $M_n = 62700$ , polidiszperzitás = 4,27). Az AC habosítószer bomlási hőfoktartománya 190–240 °C, gázképződése 230–270 g/cm<sup>3</sup> között volt. Gyorsítóként cink-oxidot alkalmaztak. A keveréket 140 °C-on állították elő, 100 rész polimerre 5–40 rész kalcium-karbonátot, 6 rész AC-t és 0,6 rész ZnO-t adagolva. A sajtolással előkészített lemezeket különböző habosítási hőmérsékleteken (150, 170 és 190 °C) és különböző habosítási ideig (10, 20, 30 perc) habosították.

Gélpermeációs kromatográffal mérték a habosított minták molekulatömegét, az ASTM D 1622-98 szerint meghatározták a látszólagos sűrűségüket, pásztázó elektronmikroszkóppal (SEM) a törési felületek morfológiáját és ASTM D 1621 szerint a nyomás alatti deformációt.

Összességében kis sűrűségű habokat állítottak elő 0,05–0,93 g/cm<sup>3</sup> között. Megállapították, hogy a habosítás feltételei, a hőmérséklet, az időtartam és a töltőanyag-koncentráció mind erősen befolyásolja az üres térfogatot és a hab szerkezetét. Nagy mennyiségű üres térfogat eléréséhez a habosítás hőmérsékletének magasabbnak kell lennie, mint a keverék olvadási hőmérséklete. A kalcium-karbonát bevitelle némiképpen korlátozza a habosodást. A SEM-felvételek bizonyították, hogy az átlagos cellaméret nő mind a habosítási hőmérséklettel, mind a habosítási idővel, míg a hab sűrűsége ezek függvényében csökken. A kalcium-karbonát koncentrációjának növekedése az átlagos cellaméretet csökkentette, de a sűrűséget növelte a keverék ömledékvizkozitása és heterogén nukleáló képessége miatt. A 3. ábrán a különböző mennyiségű kalcium-karbonátot tartalmazó, 0,24 g/cm<sup>3</sup> sűrűségű habok nyomóvizsgálatának eredményei láthatók. A feszültség-erő görbék tipikusan az elasztikus-plasztikus tulajdonságú habokra jellemzőek: kis feszültségeknél egy rövid elasztikus szakaszt, majd egy laposabb platót és végül egy meredeken növekvő részt tartalmaznak. Az elasztikus szakaszban számolt nyomószilárdsági modulus változását a kalcium-karbonát tartalom függvényében a 4. ábra mutatja be.



3. ábra PPC/kalcium-karbonát kompozitok feszültség-erő diagramja a kalcium-karbonát koncentráció függvényében (minták sűrűsége: 0,24 g/cm<sup>3</sup>)



4. ábra PPC-CaCO<sub>3</sub> habok nyomómodulusa a CaCO<sub>3</sub>-tartalom függvényében

A kalcium-karbonát kedvezően befolyásolta a habkeverék mechanikai tulajdonságait, ezért a PPC-hez adagolása indokolt egy jól definiált cellaszerkezetű, jó mechanikai szilárdágú, biológiailag lebomló csomagolóhab előállítására céljából.

Összeállította: Dr. Orbán Sylvia

- Weidinger, J.: Gewicht erheblich reduzieren. = Kunststoffe, 96. k. 5. sz. 2006. p. 80–83.  
 Baumgartl, H.: Basotect – Leichter Schaum aus hartem Harz. = Gummi Fasern Kunststoffe (GAK), 59. k. 7. sz. 2006. p. 436–438.  
 Baumgartl, H.: Leichtgewichtes Allroundgenie. = Kunststoffe, 96. k. 5. sz. 2006. p. 74–78.  
 Jiao, J.; Xiao, M.; stb.: Preparation and characterization of biodegradable foams from calcium carbonate reinforced poly(propylene-carbonate) composites. = Journal of Applied Polymer Science, 102. k. 6. sz. 2006. p. 5240–5247.

---



---

## Autóipari védőfólia

Az új autók összeszerelésénél, majd később a szervizekben a dolgozók többször beülnek a gépkocsiba. Ilyenkor vékony, PE fóliát terítenek az ülésekre a szennyeződés megakadályozására. A közönséges fólia csúszik és sokszor mechanikailag sem bírja az igénybevételt. Ezért fejlesztett ki a Nordenia Deutschland egy háromrétegű fóliát (*Norprotect Seatcover*), amelynek a belső felülete tapad az üléshez. A belső réteg tapadásnövelő adalékot tartalmaz, amelyet egy barrierréteg választ el a külső rétegtől, hogy az adalék ne vándoroljon a fólia külső felületére. A megfelelő szakítószilárdság és rugalmasság beállítására PE-LD és PE-LLD keverék mellett döntöttek.

Az új háromrétegű fólia vastagsága 15 µm, ami kissé meghaladja ugyan az eddig használt 10 µm-es egyrétegű fóliáét, azonban a nagyobb használati érték bőven kiegyenlíti a fóliák közötti árkülönbséget.

Plastverarbeiter, 58. k. 4. sz. 2007. p. 70–71.

O. S.

## Röviden...

### **Kenderkóc és PTFE szalag helyett PA-szál a menettömítéshez**

Csővezetékek kiépítéséhez ugyan sokféle csőkötési eljárást dolgoztak ki, a *menetes csőkötést* még mindig széles körben alkalmazzák. Az ilyen kötésekben a menetet tömíteni kell. Ehhez hagyományosan kenderkócot használnak, amelyet gyakran kittel tesznek tömörebbé. Meglehetősen elterjedt a poli(tetrafluor-etilén) (PTFE, első márka-neve után teflonnak is nevezik) szalag is. Minkét tömítőanyagnak vannak előnyei és hátrányai.

A kenderszál előnye, hogy nedvesség hatására duzzad, ezáltal elzárja a szivárgó-utakat; hátránya, hogy kiszáradáskor ezek ismét szabaddá válnak. Ha kittel kenik be a kóctömítést, a szálak merevvé válnak, és rosszabbul tömítenek. *A PTFE szalag előnye a jó hő- és vegyszerállóság; hátránya hogy nehéz rátekerceselni a menetre, mert rosszul követi annak alakját.* Ha a vezetékbe szelepet építettek, a lekoptatott polimer könnyen eltömi azt. A PTFE jó siklóképesége miatt a menetet könnyű túlhúzni, aminek következtében menetszakadás léphet fel.

Az optimális menettömítő anyagtól elvárják, hogy egyszerűen, gyorsan lehessen feltekerceselni a menetre; olcsó legyen; teljes élettartama alatt őrizze meg formáját; legyen tartósan rugalmas és álljon ellen a rezgésnek; szétszereléskor legyen könnyen eltávolítható; feleljen meg az adott szerelvényre vonatkozó előírásoknak.

A **Loctite** cég *Loctite 55* márkanévvel egy *poliamidszál-alapú menettömítő anyagot fejlesztett ki.* A tömítőzsinór sok egyedi PA-szálból épül fel, amelyeket kémiaileg inert szilikonolaj-bázisú pasztával impregnálnak. A zsinór szagtalan és oldószermentes. 150 ml-es dobozban hozzák forgalomba, amelyből egyszerűen ki kell húzni. A zsinórt a dobozon található pengével lehet elvágni. A *Loctite 55* bármilyen műanyag vagy fémmenet tömítéséhez használható 150 mm-es (6 collos) átmérőig.

A *Loctite 55* használatát Németországban engedélyezték az épületek belsejében futó gázvezetékek, hideg- és melegvizes vezetékek tömítésére, és engedélyeztetése folyamatban van szinte valamennyi európai országban, továbbá Észak-Amerikában, Ausztráliában és Új-Zélandban.

Egy fűtőrendszereket gyártó világszerte ismert cég *Vitogas* nevű kazánjaihoz csatlakozó vízcsőhálózatban tért át a PA-szálás tömítésre a korábban használt kóc és kitt helyett. A müncheni repülőtér 2. termináljának tűzoltórendszerében 300 ezer szórófej (sprinkler) menetet tömítették kóc és PTFE-szalag helyett *Loctite 55*-tel, ami által a szerelési idő 54%-kal lett rövidebb. Egy vasúti étkezőkocsi vízellátó rendszerében is ezt az új tömítést alkalmazták. Ugyanitt a fékrendszerben is ezzel helyettesítették a PTFE-t, ahol a tömítésnek 10 bar levegőnyomásnak kell ellenállnia.