

## Kihívások a PVC ipar előtt: a hőállóság növelése és az ólomstabilizátorok helyettesítése

A világon a legnagyobb mennyiségben felhasznált PVC-nek még mindig vannak tartalékai, és ezek feltárására a nagy alapanyaggyártók és a stabilizátorgyártók intenzív kutatásokat folytatnak. A hőállóság növelésére más polimereknél már kipróbált módszerrel, a PVC-nél nagyobb üvegesedési hőmérsékletű polimer bekeverésével kísérleteznek.

*Tárgyszavak: blend; hőstabilitás; ütésállóság; hőöregítés; reológia; stabilizátorok; nyomószilárdság; migrálódás; elszíneződés; újrafeldolgozás; csővezeték; hőállóság.*

A PVC a legsokoldalúbb műanyagok egyike. Az összetételtől függően állaga a teljesen ridegtől a nagyon hajlékonyig változhat. Kedvező időjárás-állósága, az UV-sugárzással és vegyszerekkel szembeni kitűnő ellenálló képessége, hosszú élettartama és még egy sor kedvező tulajdonsága és viszonylagos olcsósága tették lehetővé, hogy az építőipari felhasználástól kezdve a villamosiparban, a csomagolótechnikában, játékok, sportszerek gyártásánál, az egészségügyben használatos kesztyűk, tömlők, transzfúziós tasakok készítéséhez egyaránt alkalmazzák.

A PVC egyik sikeres alkalmazási területe az építőipar. Nyugat-Európában évente 6 millió tonna PVC-t használnak fel az építőiparban extrudált ablak- és ajtóprofilok, épületburkoló profilok, kábelköpenyek, padlóburkolatok, különféle csövek stb. formájában. Még szélesebb körű felhasználását viszonylag alacsony hőállósága ( $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{max}}\ 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) korlátozza, ami miatt pl. nem alkalmazható meleg vizet szállító csővezetékek vagy közvetlenül napsugárzásnak kitett, sötét színre festett épületburkolatok céljára.

### A PVC hőalaktartóságának és ütésállóságának javítása módosító anyagokkal

A PVC hőállóságának növelésére régóta alkalmazzák a PVC utánklórozását. A 66% klórt tartalmazó klórozott PVC (CPVC) lágyulási hőmérséklete  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra emelkedett (a rövid idejű alkalmazás  $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra). Ugyanakkor a PVC sűrűsége  $1,4\text{ g/cm}^3$ -ről  $1,6\text{ g/cm}^3$ -re nőtt, az anyag nehezebben feldolgozható és drágább lett.

A kutatók már régóta keresik a PVC hőállóság-növelésének új módszereit. Ezek egyike, hogy a PVC-t vele jól összeférhető, magasabb üvegesedési hőmérsékletű ( $T_g$ ) polimerrel keverik össze. Az ötletet már a hetvenes években kipróbálták az ABS-nél,

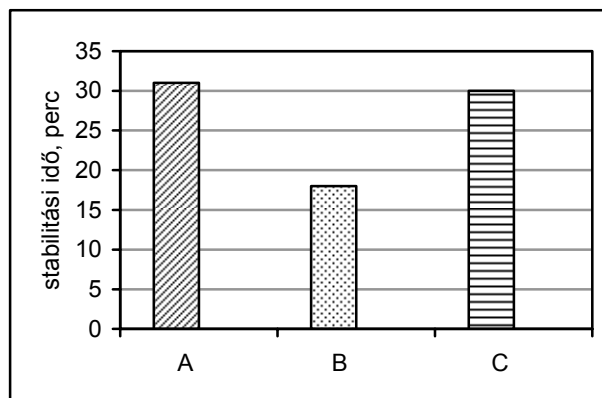
amikor a **BASF** kutatói  $\alpha$ -metilsztirol-akrilnitril kopolimert (AMSAN) alkalmaztak az ABS hőállóságának növelésére, mégpedig úgy, hogy a szokásos SAN komponens egy részét AMSAN-nal helyettesítették. Ezek *Terluran HH 106*, illetve a *Terluran HH 112* néven jól beváltak a későbbiekben (a HH jelölés a High-Heat-Typs = nagy hőállóságú típusok rövidítése).

A PVC hőállóságának növelésére a SAN, az A/S/A (akrilnitril-sztirol-akrilát) és az AMSAN egyaránt szóba jöhet. Ezt az utat választották a **BASF** és a würzburgi **Süddeutsche Kunststoff-Zentrum** kutatói gazdaságosan előállítható hőálló PVC keverékek kidolgozására.

A kísérletekhez Ca/Zn stabilizátort tartalmazó PVC-t (**Solvay**) különböző mennyiségű AMSAN-nal (*Luran KR 2556*, **BASF**) keverték össze egy bolygócsigás extruderben (**Entex LWE 50M2**). A keverékekből előállított próbatesteken a következő tulajdonságokat vizsgálták:

- Vicat-lágyuláspont ISO 306 B/50 módszerrel,
- hőállóság DIN 53381-1 B módszerrel,
- ütéshajlító szilárdság szobahőmérsékleten ISO 179-1 szerint,
- szakadási nyúlás ISO 527-2 szerint.

Az ütésállóvá tett műanyagok jellemzésére elterjedten használják a *Vicat módszerrel* meghatározott lágyulási hőmérsékletet. Ez az *integrált érték az anyag lágyuláspontjából és a folyási tulajdonságaiból tevődik össze*. A többkomponensű rendszerek nem valódi polimerkeverékek, hanem valójában fázisokra szétvált heterogén elegyek. A többkomponensű rendszerek tulajdonságait ezért nem csak az egyes alkotórészek kémiai felépítése és molekulaszervezete határozza meg, hanem jelentős mértékben függ a rendszer morfológiájától is. A kedvező morfológia eléréséhez a feldolgozás hőmérsékletét nagyon kézben kell tartani, nehogy a lokális túlfűtés következtében bomlási folyamatok induljanak meg.



A: PVC  
B: 90% PVC+10% AMSAN  
C: 90% PVC+10% AMSAN+0,5% stabilizátor

1. ábra. Különböző összetételű PVC-minták hőstabilitása

Az AMSAN mennyiségének egészen 40 %(m/m)-ig tartó növelésével a lágyuláspont a kiindulási 78 °C-ról 93 °C-ra emelkedett. A keverékek hőstabilitása azonban nem érte el még a tiszta PVC-ét sem, ezért külön, igaz, kis mennyiségű stabilizátor adagolására volt szükség. Az 1. ábrán látható a PVC és a PVC-AMSAN keverékek hőstabilitása közötti különbség.

Az üto-hajlító szilárdság mutatói sem az elvárások szerinti értékek voltak, további akrilátbázisú ütésállóság-javító anyagot kellett adagolni a PVC+AMSAN 85:15 %(m/m) összetételű blendhez. Már 5 %(m/m) akrilát elegendőnek bizonyult a kívánt szívósság eléréséhez, a kiindulási 16 kJ/m<sup>2</sup> értéket 23,8 kJ/m<sup>2</sup>-re sikerült emelni.

A PVC-hez képest nagyobb hőállóságú és egyben ütésálló PVC-AMSAN keverékek új távlatokat nyitnak a PVC építőipari alkalmazásánál.

## **Irányzatok a PVC stabilizálásában**

### *A stabilizátorok fajtái*

Ismeretes, hogy a PVC-t csak hőstabilizátorokkal együtt lehet feldolgozni, de a megfelelő stabilizátorrendszerek kiválasztása a végtermék tulajdonságai és élettartama szempontjából is fontos.

A PVC több évtizedre visszatekintő alkalmazása során számos stabilizátorrendszert fejlesztettek ki, amelyek alapvetően három feladatot látnak el:

- a labilis klóratomok helyettesítése,
- a lehasadó sósav semlegesítése,
- a konjugált kettős kötések megszakítása.

A PVC feldolgozását segítő adalékok a következő három csoportba sorolhatók:

#### *Primer stabilizátorok*

- ólomstabilizátorok, pl. tribázikus ólom-szulfát, dibázikus ólom-sztearát, semleges ólom-sztearát,
- ónstabilizátorok: mono- és dialkil-ónmerkaptidok, valamint -tioglikolátok,
- kevert fémstabilizátorok: kalcium/cinkszappanok elegyei – mindkét komponens gyakorlatilag ártalmatlan az egészségre, ezért jelentőségük nő; ezzel szemben a bárium/kadmiumstabilizátorok – toxikusak, jelentőségük nagymértékben csökkent,
- szerves stabilizátorok (organic based stabilisers, OBS – a Chemtura cég bejegyzett márkaneve), pl. 1,3-dimetil-4-amino-uracil, amino-krotonát, valamint karbamid- és tiokarbamid-származékok. A fémmentes szerves vegyületek környezetkímélő voltak miatt egyre népszerűbbek.

#### *Kostabilizátorok*

A kostabilizátorok olyan vegyületek, amelyeknek önállóan alig van stabilizáló hatásuk, azonban más stabilizátorokkal együtt alkalmazva növelik azok hatását. Ide tartoznak a poliolok, a β-diketonok, az antioxidánsok, a szerves foszfitok, az epoxilágyítók, valamint a szintetikus és természetes ásványi anyagok, pl. a zeolit.

### *Csúsztatók*

Választékuk nagy, hatásuk szerint lehetnek külső vagy belső csúsztatók. A főbb vegyületek a poláros paraffinok és PE viaszok, poláros észterviaszok és fémszappanok. A stabilizátorokhoz illeszthető csúsztatókkal gyakorlatilag a keverék reológiai tulajdonságait a feldolgozási technológiához jól be lehet állítani.

### *Hőstabilizátorok hatása*

Az ólomstabilizátorokat régóta használják a PVC stabilizálására. Minél nagyobb a koncentrációjuk, annál nagyobb a PVC sztatikus hőstabilitása. Ez az összefüggés alapvetően érvényes az ón- és a szerves stabilizátorokra is. A Ca/Zn stabilizátoroknál ennél komplikáltabb az összefüggés, ugyanis a különböző fémszappanok hatása egymással ellentétes. A Ca-sztearát növeli a stabilitást, de rontja a színt, míg a Zn-tartalom növelésével az elszíneződés gyengébb, de a stabilitás csökken. Ezekhez a rendszerekhez általában kostabilizátorokat adagolnak, amelyek kiválasztását ma már számítógépes programok segítik.

Egy kísérletsorozatban PVC csövek következő stabilizátorrendszereit vizsgálták:

- 2,0 %(m/m) ólom,
- 2,3 %(m/m) Ca/Zn (nem kritikus színű – barna és sárga – receptekben),
- 3,0 %(m/m) Ca/Zn (nem kritikus színű – barna és sárga – receptekben),
- 2,3 %(m/m) Ca/Zn (kritikus színű – fehér és kék – receptekben),
- 3,0 %(m/m) Ca/Zn (kritikus színű – fehér és kék – receptekben),
- 3,0 %(m/m) oktil-ón-merkaptid,
- 3,0 %(m/m) OBS.

A 180 °C-on elvégzett sztatikus hőstabilitási vizsgálat (DIN 50011) szerint – amely a színváltozást méri – az ólom- és az ónstabilizátorok mutatták a legjobb hőstabilitást. *Valamennyi receptúra között az oktil-ónmerkaptid tartalmú bizonyult a legjobbnak.* A szerves stabilizátor és a fehér és kék, ún. kritikus színekhez adagolt Ca/Zn-stabilizátor 3 %(m/m) koncentrációban szintén jó eredményt adott, amelyek alapján nagy igénybevételeknek kitett PVC csövek stabilizálására is ajánlhatók. A 2,3 %(m/m) Ca/Zn-stabilizátort tartalmazó receptúra a nem kritikus színű (barna és sárga) PVC csöveknél adott kielégítő eredményt.

Ugyanezen stabilizátorrendszerek Brabender plaztográfban mért dinamikus hőstabilitás vizsgálata azt mutatta, hogy a Ca/Zn rendszerek hőstabilitása kissé elmarad a jól bevált ólom- és ónstabilizátorokétól. Az OBS receptúrák több összetételben hasonlóan jó dinamikus stabilitást biztosítottak, mint a fémtartalmú rendszerek. Az eredmények igazolták, hogy mind a négy stabilizátorrendszer megfelel a PVC csővezetékekhez.

### **PVC csövek alkalmazástechnikai vizsgálata**

Mintegy 60 évvel ezelőtt alkalmazták az első – 5–120 mm átmérőjű – PVC csöveket ivóvízvezetékek céljára, amelyek 3,5–6 bar nyomáson üzemeltek. Ezek egy ré-

szé még ma is működik, a vizsgálat céljából kivett csődaraboknak pedig kiváló volt a nyomásállósága. Az eredmények alapján megállapították, hogy a csövek további 10 évig üzembiztosak lesznek.

Időközben egészségügyi szempontok miatt felvetették az ólomstabilizátorok helyettesítését. 1996-ban a **Német Csőgyártók Szövetsége** (Fachverband der Kunststoffrohr-Industrie) irányításával egy bizottság alakult a PVC csövek új stabilizátorainak vizsgálatára. A vizsgálati programban nyolcféle PVC csövet (négyféle Ca/Zn-, kétféle ón-, egy OBS- és egy ólomstabilizátorral stabilizált) tartós nyomásállósági vizsgálattal (DIN 8061) minősítettek. A vizsgálatokat 20–80 °C-on 51 000 órán át végezték. A következőket állapították meg:

- 20 °C-on valamennyi vizsgált cső törési pontja a szabvány által előírt törési görbén vagy afölött helyezkedett el,
- 40 °C-on a nyolcféle anyagból készült csőminták közül egy kivételével mindnek a töréspontja a minimális görbe fölött volt,
- 60 °C-on és 65 °C-on valamennyi próbánál a törési pontok a minimális görbe feletti értékek voltak, kivéve 65 °C-on egy ónstabilizátor tartalmú próbacsövet,
- a 70 °C-on és 80 °C-on elvégzett vizsgálatok eredményei között lényeges különbség nem volt, az előzőekhez képest új információt nem adott.

A fenti mérési eredményekből azt a következtetést vonták le, hogy mivel az ivóvíz szállítására engedélyezett csővezetésekre hatóságilag 20 °C üzemi hőmérsékletet állapítottak meg, a mért adatok extrapolációjából maximálisan  $2,5 \times 10^6$  óra üzemidő, azaz több, mint 250 év prognosztizálható. Állandó belső nyomást és 40 °C-os üzemi hőmérsékletet figyelembe véve az Arrhenius-összefüggéssel számolva valamennyi cső várható élettartamára több, mint  $10^8$  óra adódik; 20 °C-os üzemi hőmérsékleten pedig extrapolálással  $10^{12}$  óra élettartam, azaz lényegében korlátlan élettartam jelölhető meg.

## **Stabilizátorok migrációja PVC ivóvízvezetékéből**

A PVC fémtartalmú stabilizátoraiból a használat során fém vagy fémtartalmú vegyületek oldódhatnak ki. Nyilvánvalóan mennyiségük nem hasonlítható össze a régen alkalmazott ólomcsövekből kioldódó ólomtartalmú vegyületekkel.

Az 1. táblázatban ólom-, cink- és ónstabilizátort tartalmazó PVC minták többszöri vizes extrakciója után az extraktumban mért fémtartalom van feltüntetve. Az eredményekből látható, hogy az ólomtartalom növelésével egyenes arányban emelkedett az ólom mennyiség az extraktumban. A stabilizátorokat összehasonlítva az ólomstabilizátorból egy nagyságrenddel nagyobb mennyiség extrahálható ki, mint a cink és az ónstabilizátorból. Az ólomtartalmú stabilizátor Ca/Zn-stabilizátorral való kombinálásával a második extraktumban már egyszer sem érte el az ólomtartalom a  $0,3 \text{ mg/m}^2\text{d}$ -értéket. Az is megfigyelhető továbbá, hogy a Ca/Zn- és az ólomstabilizátor együttes alkalmazásakor a migrálódott ólom mennyiség nagyobb volt, mint tiszta ólomstabilizátor esetén. Ezt a Ca/Zn-stabilizátor nagyobb vízfelvevő képességével magyarázták. Az extraktumokban mért Zn-koncentráció minden esetben  $0,15 \text{ mg/m}^2\text{d}$  alatt volt. Az ón migrációja minden összetétel esetén  $<0,005 \text{ mg/m}^2\text{d}$ .

Különböző stabilizátortartalmú PVC minták extrahálása

Minta	Fém tartalom a mintában (extrahálás előtt)			Pb az extraktumban, mg/m <sup>2</sup> d			Zn az extraktumban, mg/m <sup>2</sup> d			Sn az extraktumban, mg/m <sup>2</sup> d		
	Pb, g/100 kg PVC	Zn, g/100 kg PVC	Sn, g/100 kg PVC	1. extr.	2. extr.	3. extr.	1. extr.	2. extr.	3. extr.	1. extr.	2. extr.	3. extr.
1	786			0,60	0,16	0,08						
2	956			0,79	0,22	0,09						
3	1127			0,70	0,19	0,10						
4	1297			0,86	0,32	0,12						
5	1468			0,91	0,38	0,14						
6		83					0,083	0,047	0,007			
7	170	83		0,21	0,07	0,04	0,097	0,013	0,083			
8	341	83		0,23	0,17	0,12	0,057	0,063	0,093			
9	511	83		0,35	0,18	0,15	0,040	0,067	0,100			
10	682	83		0,40	0,23	0,23	0,037	0,057	0,100			
11		83	31				0,017	0,033	0,110	<0,005	<0,005	<0,005
12		83	46				0,030	0,063	0,100	<0,005	<0,005	<0,005
13		83	61				0,040	0,030	0,080	<0,005	<0,005	<0,005
14		83	76				0,053	0,013	0,080	<0,005	<0,005	<0,005
15			122							<0,005	<0,005	<0,005

A víz minőségét jellemző fontos mérőszám, a szerves szénvegyületek (TOC = Total Organic Carbon) mennyisége az ólom-, Ca/Zn-, ón- és OBS-stabilizátoroknál 0,2–1,0 mg/m<sup>2</sup>d között volt.

Vizsgáltak használatból kivett PVC csöveket is a kioldódó fémtartalom szempontjából. 22 éve üzemelő PVC csövekből kivett mintákon megállapították, hogy az ónstabilizátor kioldódása rendkívül csekély volt, és az is mindössze kb. 1,5 µm rétegre korlátozódott.

## **Újrafeldolgozhatóság és a stabilizátorrendszerek értékelése**

Egyesek úgy vélik, hogy a PVC tartóssága szorosan összefügg a termék élettartamával és az újrafeldolgozhatósággal. Mivel a hosszú élettartamú PVC csöveket már nincs értelme újrafeldolgozni, a kutatók általában a különböző stabilizátorokat tartalmazó kísérleti receptúrákat vetik alá többszöri feldolgozásnak. A **Chemson-Polymeradditíve AG** kutatói – együttműködve a **Hydro Polymers** céggel – az elszíneződés alapján hasonlították össze a Ca/Zn-, OBS- és ólomtartalmú stabilizátorokat tartalmazó kemény PVC rendszereket. A különböző PVC keverékekből extrudálással granulátumokat készítettek, majd ezeket ötször dolgozták fel újra. A Ca/Zn-stabilizátort tartalmazó granulátumokon már az első reciklálást követően enyhe, kritikusnak nem nevezhető színváltozás volt látható, majd a többszörös újrafeldolgozás során fokozatosan teljesen megbarnultak. Ezzel szemben a másik két stabilizátorral előállított granulátumokon nem észleltek elszíneződést. Az ónstabilizátorok vizsgálatát itt nem végezték el, de az eddig szerzett tapasztalatok alapján a szakemberek jó reciklálhatóságot, elszíneződés nélküli újrafeldolgozást prognosztizálnak. Megjegyzendő, hogy a gyakorlatban a kevert PVC hulladék újrafeldolgozhatóságát megnehezítik a különböző stabilizátorrendszerek. Például az ólom- és az ónstabilizátorok összeférhetetlenek egymással. Az elektronikai berendezésekre és a személygépkocsik használat utáni kötelező hasznosítása is befolyásolja a stabilizátorrendszerek alkalmazását. Például az autóipar Európában a kábelekhöz már csak Ca-alapú stabilizátortartalmú anyagokat fogad el.

A PVC csövek gyártásánál használatos négyféle stabilizátor hosszú távra tervezhető, az alkalmazás szempontjából fontos tulajdonságai a 2. táblázatban láthatók.

## **Az ólomstabilizátorok kiváltásának helyzete a világon**

*A jelenlegi piaci felmérések szerint – Észak-Amerika kivételével – a világon mindenhol túlnyomórészt ólomtartalmú stabilizátorokat használnak a csővezetékek és a fittingek gyártásához. A Ca/Zn-stabilizátorok főleg Ausztráliában terjedtek el, míg az OBS-stabilizátorok alkalmazására – újdonsága miatt – még nincs elegendő statisztikai adat (3. táblázat).*

2. táblázat

## A PVC csövek gyártásához használt stabilizátorrendszerek összehasonlítása

Tulajdonság	Ólom (Pb)	Ón (Sn)	Ca/Zn	OBS
Stabilitás	kiváló	kiváló	mindenkori igény-hez illeszthető	mindenkori igény-hez illeszthető
Szín	kitűnő	kitűnő	mindenkori igény-hez illeszthető	mindenkori igény-hez illeszthető
Ár	alacsony	a Pb-hez képest magasabb	a Pb-hez képest magasabb*	a Ca/Zn-kel összevethető
Nehézfém-tartalom	van (Pb)	van (Sn)	van (Zn)	nincs
Újrafeldolgozhatóság	fenntartással jó	fenntartással jó	a Pb-hez és az Sn-hez viszonyítva korlátozottabb	nagyon jó
Átszíneződés	kéntartalmú Sn-stabilizátorral átszíneződik	ha kéntartalmú, akkor Pb-stabilizátorral átszíneződik	nincs	nincs
Fittingek előállítása	nagy méreteknél kissé korlátozott	nincs korlátozás	kevés tapasztalat	nincs tapasztalat

\* A kalciumstabilizátorok csak első látásra drágábbak, az ár/teljesítmény arány alapján már egyenlő költséggel lehet számolni, különösen termékre igazított receptúránál.

3. táblázat

## A különböző PVC stabilizátorrendszerek megoszlása a világon 2004-ben

Régió	Ólom (Pb), %	Ón (Sn), %	Ca/Zn, %	OBS, %
Európa	83	2	13	2
Észak-Amerika	–	100	–	–
Dél-Amerika	77	3	10	10
Afrika	99	–	1	–
Ausztrália	59	5	35	2
Közép-Kelet	95	5	–	–
Távol-Kelet	85	10	5	–

A 3. táblázatban feltüntetett számadatokból látható, hogy míg Észak-Amerikában kizárólag ónstabilizátorokat használnak, addig a világ többi részén még az ólomstabilizátorok az uralkodók. Ausztráliában az ólomstabilizátorok részesedése már most sem éri el a 60%-ot, és a **Vinyl Council of Australia** hivatalos közleménye szerint 2008 végéig mind a három nagy gyártónak számúzni kell palettájáról az ólomot.

Az ólomstabilizátorok egyeduralma az alábbiakban felsorolt, a helyettesítését egyre sürgetőbb intézkedések miatt Európában is alapvetően meg fog változni a közeljövőben:

- állami szabályozások,
- az európai PVC ipar kötelezettséget vállalt az ólomstabilizátorok 50%-ának helyettesítésére 2010-ig, 2015-ig pedig a teljes mennyiség kiváltására,
- a TEPPFA (The European Plastic Pipes and Fittings Association) 2010-ig előírja az ólomstabilizátorok 75%-ának lecserélését más stabilizátorra,
- Németországban már 2003 decembere óta lecsökkentették az ivóvízben maximálisan megengedhető Pb-tartalmat 40 µg/l-ről 25 µg/l-re,
- a német kormány a vérben mérhető Pb-tartalmat 400 µg/l értékre korlátozta,
- Franciaországban a vérben mérhető Pb-tartalmat 500 µg/l értékre csökkentették – 2006-ban további korlátozásokat vezettek be.

Ezen felsorolt célok elérése érdekében az egyes európai országok a következőket tervezik:

- *Németországban*: az összes ólomstabilizátort szándékoznak lecserélni; a Ca/Zn- és OBS-típusok jöhetnek szóba,
- *Ausztriában*: az összes ólomstabilizátort már lecserélték OBS típusra,
- *Olaszországban*: már használnak Ca/Zn-stabilizátort is, de nagy érdeklődést tanúsítanak az OBS-stabilizátorok iránt is,
- *Franciaországban*: jelenleg ólom- és ón-stabilizátorokat alkalmaznak, a jövőben viszont a Ca/Zn-stabilizátorokat kívánják bevezetni,
- *Nagy-Britanniában*: az ivóvízszállításra gyártott csövekhez már Ca/Zn- és OBS-stabilizátorokat használnak, és ezekkel a típusokkal szándékoznak kiváltani valamennyi más célra előállított PVC termék stabilizátorait is,
- *Hollandiában és Belgiumban*: a Ca/Zn-stabilizátorra már váltottak, de még fontolgatják az OBS-típus alkalmazását is,
- *Svédországban, Dániában és Finnországban*: a Ca/Zn-stabilizátort már bevezették, az OBS-típus alkalmazását középtávú alternatívaként vizsgálják,
- *Norvégiában*: érdemi döntés még nem született az ólomstabilizátorok korlátozásáról, de néhány gyártó már áttért a Ca/Zn- és az OBS típusú stabilizátorok alkalmazására.

*Az előrejelzések arról tanúskodnak, hogy Európában nem törekszenek az ólomstabilizátorok ónnal való helyettesítésére. Az európai országok a fenti vizsgálati eredmények ismeretében inkább a Ca/Zn-stabilizátort részesítik előnyben, de nagy érdeklődést tanúsítanak az OBS-stabilizátorok iránt is.*

Összeállította: Dr. Pásztor Mária és Dr. Orbán Sylvia

Gottschalk, A.: PVC noch „heißer” gemacht. = Kunststoffe, 96. k. 7. sz. 2006. p. 48–50.

Schiller, M.; Souza, D.; Huisman, H.: PVC alternativ stabilisieren. = Kunststoffe, 96. k. 8. sz. 2006. p. 92–94.

Schiller, M.; Souza, D.; Huisman, H.: PVC und Umwelt. = Kunststoffe, 96. k. 9. sz. 2006. p. 177–180.

Fokken, S.: Calcium-based systems nibble at lead’s market. = Modern Plastics Worldwide, World Encyclopedia, 2006. p. 62–63.

## Röviden...

### Két új extrúziós technológia építőipari profilok előállítására

Az építőipari profilok gyártására nagyon erős árnyomás nehezedik. A **Battenfeld** (Battenfeld Extrusion Technology) két új technológiája *alkalmas a profilextrudálás költségeinek csökkentésére*.

A PVC esőcsatorna gyártásánál az utólagos alakadással, sikerült az extrudálás sebességét háromszorosára növelni. A szalagban kinyomott anyagot kalanderrel kismítják, majd még melegen egy utóformázó berendezésbe továbbítják. A szállal erősített egyszerű szerszám (gyártó: **B-Tec**, Consandolo, Olaszország.) a megkívánt alakba kényszeríti a szalagot.

Az extrudersort a Düsseldorfhoz közeli Kempenben mutatták be és hangsúlyozták, hogy bár az alaptechnológia eddig is ismert volt, de esőcsatornát most készítettek először ezzel az eljárással. Két 600 kg/h teljesítményű extruderrel adagolták a külső, UV-álló fedőréteghez, illetve a belső PVC maghoz az anyagot. Egy ehhez hasonló gépen általában 5-6 m/min sebességgel nyomják ki az anyagot, de Kempenben 17 m/min sebességet értek el, és az utóformázást akár 30 m/min-nel is képesek végezni.

Jelenleg foglalkoznak fa-műanyag kompozit extrudálásával, amelynek felületére PVC fóliát visznek fel. *Ezt a profilt elsősorban ablakkeretek készítésére alkalmazzák.* A pl. 50% farostot tartalmazó PVC keverékkel (WPC) elért szilárdság sok helyen feleslegessé teszi az acélbetétes profil használatát. A WPC-re közvetlenül egy másik extruderrel viszik fel az UV-álló PVC fóliát. Ezt a *winBEX* gépsort 1,2 m/min sebességgel, 150 kg/h teljesítménnyel üzemeltetik.

A *Fibrex* márkanévű farostos, újrafeldolgozott és megfelelően stabilizált PVC keveréket és az extrúziós szerszámot az **Andersen Windows** (USA) szállítja. A svájci **Fentech** ablakgyártó cég megvásárolta a *Fibrex* technológia licencét.

Az így gyártott ablakkeret rugalmassági modulusa nagyobb, mint a tipikus farostos PE-é vagy fenyőfáé, a PVC-nél pedig kétszer nagyobb. A *Fibrex*nek alacsonyabb a lángterjedési indexe is, mint a PE-HD alapú anyagnak vagy a fenyőnek. A fenyőfa hőtágulási együtthatója ugyanakkor jóval a *Fibrex* értéke alatt van, de ez utóbbi kedvezőbb ebből a szempontból, mint a PVC.

European Plastics News, 33. k. 8. sz. 2006. p. 41.

P. Á.

#### *Egyéb irodalom*

Lopez, J. L.; Sain, M.; Cooper, P.: Performance of natural-fiber-plastic composites for outdoor applications: effect of moisture, temperature and ultraviolet light exposure. (Természetes szálakat tartalmazó műanyag kompozitok viselkedése kültéren: UV-besugárzás, hőmérséklet és nedvesség hatása.) = *Journal of Applied Polymer Science*, 99. k. 5. sz. 2006. p. 2570–2577.

Osman, A. F.; Mariatti, M.: Properties of aluminium filled polypropylene composites. (Alumíniumpehellyel töltött polipropilén tulajdonságai.) = *Polymers&Polymer Composites*, 14. k. 6. sz. 2006. p. 623–633.