

# Alkáli aktivált szervesetlen polimerek, mint a kötőanyagok újabb generációja<sup>1</sup>

ZÁKÁNY ILDIKÓ • DIPA Zrt. • ildiko.zakany@gmail.com

KORIM TAMÁS • Pannon Egyetem, Anyagmérnöki Intézet • ktm042@almos.vein.hu

Érkezett: 2011.02.21. • Received: 21.02.2011. <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2011.14>

## Alkaline activated inorganic polymers, as the new generation of binders

The subject of our thesis was the examination of the alkaline activated inorganic polymers. In the course we prepared different compound, new-type binder material systems, and we examined mechanics and physical characteristics of these models. Our first target was to determine the optimal liquid component compound, then we examined quantity of filler component which can be given to the dust component. Following this we defined the proportion of a liquid and firm components compared to each other. In the course of our work we prepared metakaolin-based geopolymers, we used standard sand as filler. In the course of the experiments we worked with NaOH and waterglass's mixture as liquid component. We examined flexural strength, hydration, apparent density, apparent porosity of the prepared models in the function of compounds. According to results we succeed in determining the optimal liquid compound and ration of liquid-firm component.

Keywords: binder, geopolymer, bending strength

## Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben az építési kötőanyagok gyártása rohamosan nőtt. A cement, ill. az abból készült beton, gyakorlatilag nélkülözhetetlen szerkezeti anyaggá vált az emberiség történelmében. Ez a tény azonban komoly problémákat is magával hoz. Az egyre növekvő igények kielégítésére a cementgyárak szó szerint hegyeket bontanak el, hogy biztosítani tudják a szükséges mennyiségű nyersanyagot. A cement gyártása, engedelmessé válik a kémia törvényeinek, nagy mértékű CO<sub>2</sub> emissziót okoz, ezzel is fokozva a globális üvegházhatást. Ezen tényezőktől független tény, de az elmúlt évtizedekre szintén jellemző a növekvő mennyiségű környezetszennyező hulladékok megjelenése. Mindhárom problémára egyszerre jelenthet megoldást az új típusú szervesetlen polimerek előállítása, amelyek megfelelő szilárdság elérése mellett alkalmasak lehetnek bizonyos hulladékok immobilizálására és gyártásuk során 90%-kal kevesebb CO<sub>2</sub> termelődik, mint a klasszikus hidraulikus kötőanyagok esetében, ill. tájrombolási problémák sem jelentkeznek.

Ezeket az új típusú kötőanyagokat a szakirodalom összefoglaló néven *geopolimereknek* nevezi. Manapság egyre inkább elterjedőben van az a nézet, hogy ha a cementalapú kötőanyagokat nem is lehet teljesen kiváltani az új típusú szervesetlen polimerekkel, néhány felhasználási területen komoly vetélytársai lehetnek a klasszikus kötőanyagoknak. A kutatásaink során célunk volt különböző összetételű geopolimerek előállítása, az előállítási paraméterek optimalizálása, az elkészített próbatesetek tulajdonságainak jellemzése.

<sup>1</sup> A cikk az SZTE 2009. évi Diplomadíj pályázatán megosztott II. helyezést elért diplomamunka alapján készült.

## ZÁKÁNY Ildikó

2004-ben végzett a miskolci Földes Ferenc Gimnázium Kémia tagozatán. Ezt követően a Veszprémi Egyetemen folytatta tanulmányait a Mérnöki Kar vegyészmérnök szakán. 2009-ben szerzett diplomát a Pannon Egyetem Anyagmérnöki Intézetében. 2009. augusztusától a Diósgyőri Papírgyárban dolgozik fejlesztőmérnökként. 2011-ben mérnök-közgazdász diplomát szerzett a Miskolci Egyetem posztgraduális képzésén. 2011. januárjában felvételizett a Debreceni Egyetem környezetvédelmi és -fejlesztési szaktanácsadó másoddiplomát adó képzésére.

## Dr. KORIM Tamás

okleveles vegyészmérnöki diplomáját 1986-ban szerezte a Veszprémi Vegyipari Egyetemen, a Szilikátkémiai és technológiai ágazaton. Végzése óta a tanszéken, ill. jogutódjainál dolgozik, 2007 óta, mint egyetemi docens. Eddigi oktatói tevékenysége során több mint 70 db sikeresen megvédett diploma-, ill. szakdolgozati témát vezetett, 3 PhD hallgató munkáját irányította. Kutatói tevékenysége a szilikátipari technológiák és a műszaki kerámiaik területéhez kapcsolódik.

## A geopolimerekről általában

A geopolimer valamely aktív kovász tartalmú komponens (aktivált kaolin, vagy éppen a cementgyártáskor már eleve alkalmazott salak vagy pernye alapú anyagrendszer) felhasználásával készült kötőanyag. Ezen komponensekhez nem nehéz hozzájutni, világszerte nagy mennyiségben rendelkezésre állnak. A geopolimer előállításakor az alapanyagok esetleges előkészítéséhez szükséges hőkezelési hőmérséklet maximum 750 °C, ami fele akkora, mint a hagyományos cement előállításakor alkalmazott hőmérséklet, így tekintélyes mennyiségű energia takarítható meg. A geopolimer anyagrendszerek kialakításához tehát szükség van az említett porkomponensre, de a kötés létrehozásához nélkülözhetetlen a folyadékkomponens, ami lúg és alkáli szilikát oldat adott arányú keveréke [1, 2]. Ez utóbbi komponens jelentheti a gyakorlati geopolimer előállítás neuralgikus pontját, főként az árproblémák miatt.

A geopolimerek képződésekor lejátszódó folyamatok még ma is tisztázásra várnak. Napjainkban elfogadott az az elmélet, miszerint a kaolin alapú geopolimerek nem kristályos mátrixot, hanem polimer-szerű szerkezetet alkotnak, amely átalakult agyagásvány maradványokat és szennyező kvarc szemcséket is tartalmazhat. A mátrix szerkezete, így a geopolimer tulajdonság-rendszere szorosan összefügg a felépítő atomok molarányaival, különösképpen a Si/Al és Al/Na arány számottevő. Röntgendiffrakciós és elektronmikroszkópos felvételek alátámasztják, hogy az anyagrendszer amorf jellegű. A geopolimerizáció végül is olyan Al-Si kötésen alapuló szerkezeteket hoz létre, amelyek nagyon hasonlítanak természetben is megtalálható, ún. kőzetképző ásványi anyagokhoz.

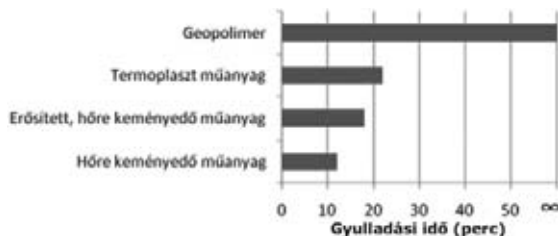
A geopolimerek egyik legfontosabb tulajdonsága a nagy kezdeti szilárdság, bekeverés után már 1–2 óra elteltével alaktartóvá válnak. A végső hajlító és nyomószilárdságuk akár két-háromszorosa is lehet a hagyományos cementének. Nyomószilárdságuk 4 óra eltelté után már a 20 MPa-os értéket is elérheti, 28

napos korban pedig, egyes mérések szerint, akár 90 MPa-nál is nagyobb érték lehet. Hajlítószilárdságuk 28 napos korban 10–15 MPa közé tehető (24 óra eltelté után 10 MPa-os érték mérhető). A Young modulus nagyobb, mint 2 GPa [1]. A geopolimerekből készült próbatetek zsugorodása igen kicsi (<0,05%), ezért a végső tulajdonságok elérésekor nem repedeznek meg. Tűz- és robbanásálló tulajdonságokkal rendelkeznek, hiszen szerkezetük nem tartalmaz hidratációs vizet, így magasabb hőmérsékleten nem kell számolni roncsolódással. Termikus stabilitásuk nagy, a szilárdságsökkenés 600 °C felett kisebb, mint 20%, 1000 °C felett pedig kisebb, mint 60%. A geopolimerek ellenállnak mind savas, mind lúgos közegeknek. Fajhőjük 0,7–1,0 kJ/kg, hővezető képességük 0,2–0,4 W/mK közé esik [1].

A geopolimer massa önthető, porlasztható, extrudálható, így a legkülönbözőbb formákban állítható elő a geopolimer termék [3].

A geopolimer adott felhasználási területét főként fizikai tulajdonságai határozzák meg. Bedolgozhatóságuk, porozitásuk, színük, viszkozitásuk a felhasználási céltól függően tág határok között változtatható.

A geopolimer első ipari alkalmazására az építőiparban került sor. Faforgácslemezeket geopolimerrel vontak be, így azok tűzállóak lettek. Ezeket a faforgácslemezeket iskolákban, közintézményekben belső burkolóanyagként használták fel az 1970-es évek közepén. 1977–78-ban megkezdődött a geopolimerek, mint elektromos biztosítékok tesztelése. Szintén a '70-es évektől kezdődően került előtérbe a geopolimerek ragasztóanyagként történő alkalmazása, lévén azok magasabb hőmérsékleten is alkalmazhatóak, mint a szerves ragasztóanyagok, és előállításuk sokkal egyszerűbb és olcsóbb is. Készítenek geopolimer kompozitokat műanyag alkatrészek helyettesítésére [4], ilyen például a szénszállal erősített geopolimer kompozit, amit pl. repülőgépek utasterében alkalmaznak. Segítségükkel elkerülhető az esetleges baleset során, az égő műanyagok gyúlékony- és mérgező gázainak felszabadulása. Az 1990-es évek végétől alkalmazzák ezeket az idomokat a hajózási- és légítársaságok, sőt a Formula 1-es versenyautók kipufogójának hőszigeteléséhez is használnak geopolimert. Az 1. ábra mutatja a néhány szerves műanyag és a geopolimer gyulladási sajátságait.



1. ábra Szerves gyanták és a geopolimer gyulladáspontjának összehasonlítása a gyulladási idő függvényében

Fig. 1. The comparison of the organic resin's flash point and geopolymer's flash point in the function of the inflammation time

Szintén a '90-es évek elejére tehető az első kísérletek, amelyek nehézfém hulladékok, illetve radioaktív hulladékok geopolimer mátrixban történő immobilizálásával foglalkoztak. Az eredmények azt mutatták, hogy a geopolimer anyagokba beágyazott veszélyes hulladékok nem jutottak ki a geopolimer mátrixból, így azok alkalmassá válhatnak veszélyes hulladékok

ártalmatlanítására [5]. Ez lehet a leginkább ígéretes geopolimer felhasználási terület a jövőben, természetesen a már-már alapmegoldásnak tekinthető „minden hulladék anyagot megkötvé” kvázi betonként, építő idomként történő felhasználás mellett.

A geopolimer késztermék előállítása többlépcsős, de egyszerű folyamat. Első lépésként a porkomponenst és a folyadék-komponenst összekeverik. Ezután hozzáadják a töltőanyagot és/vagy hulladékanyagokat. Alapos homogenizálást követően a kapott masszát formákba töltik. Ezt 1–2 órás pihentetés követi, majd a formából kivett próbatesteket (szükség esetén) hőkezelik. Fontos megjegyezni, hogy a komponensek minősége, összetétele, aránya, a pihentetési idő, a hőkezelés időtartama és hőmérséklete nagyban befolyásolja a végső szilárdság-értéketeket.

## Az elvégzett kísérletek

Kutatási munkánk során egyik fő célunk olyan geopolimerek előállítása volt, amelyek mechanikai, szilárdsági sajátosságai – az adott anyagrendszeren belül – kiemelkedők. Kísérleteink során különböző összetételű kötőanyag-rendszereket állítottunk elő és jellemeztük azokat szilárdságuk és tömörségük szempontjából.

Első lépésként az optimális folyadék-komponens-összetételt határoztuk meg, majd vizsgáltuk, hogy az adagolt töltőanyag hogyan befolyásolja ezen kötőanyag-rendszerek szilárdságtani viselkedését, fizikai tulajdonságait. Tanulmányoztuk, hogy a folyadék-komponensek mennyiségének változása (a porkomponensek mennyiségéhez képest) hogyan befolyásolja a fenti jellemzőket. Vizsgálataink során megpróbálkoztuk hulladék anyag megkötésével. Az így kapott próbatetek fizikai paramétereit is meghatároztuk.

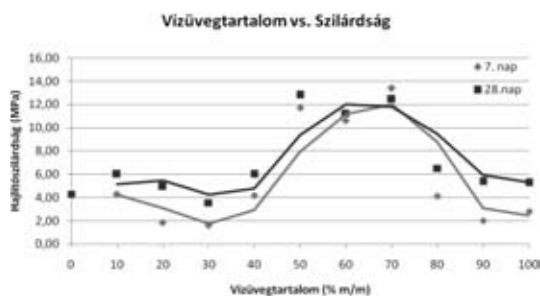
Kísérleteink során a következő anyagokat használtuk fel:

- Porkomponens: zettlitz kaolin
- Folyadék komponens: lúg- és vízüveg oldat
- Töltőanyag: szabványhomok
- Hulladékanyag: polietilén-viasz

A hőkezeléssel történő aktiválás előtt a kaolint porítottuk, majd 250 µm-es szitán átszitáltuk. Összemértük a folyadék- és porkomponenseket (alap esetben 1:1 tömegarányt alkalmazva), homogenizáltuk azokat, majd fémformákba töltöttük a masszát. Ezt követően 2 órán át 60 °C-on, szárítószekrényben hőkezeltük a próbatesteket, amely idő alatt azok alaktartóvá váltak. A formából kivéve levegőtől elzárva tároltuk őket a vizsgálatok napjáig. A hajlítószilárdság, testsűrűség, vízfelvétele, illetve látszólagos porozitás vizsgálatokat 7, illetve 28 napos korban végeztük el.

## A folyadék komponens optimális összetételének meghatározása

Első lépésként a lúg és vízüveg egymáshoz viszonyított arányát határoztuk meg úgy, hogy azonos folyadék és szilárd komponens mennyiségeket felhasználva változtattuk a hozzáadott vízüveg-tartalmat 0%-tól 100%-ig. Az így elkészített próbatesteket 7, ill. 28 napos korban vetettük alá hajlítószilárdság, testsűrűség, ill. látszólagos porozitás mérésnek. A szilárdság-vizsgálat során kapott eredményeket mutatja a 2. ábra.



2. ábra A hajlításierő változása a vízüveg-tartalom függvényében  
Fig. 2. The change of the flexural strength in the function of the content of the liquid glass

Az ábrán megfigyelhető a geopolimerek azon sajátága, miszerint a 7, ill. a 28 napos szilárdság között nincs lényegi különbség (ellentétben a „klasszikus” cementekre jellemző hasonló értékekkel). Ez a későbbi vizsgálatok során is jellemző viselkedés volt. Megfigyelhető az is, hogy mind a 7, mind a 28 napos korban mért szilárdság értékek esetén az 50–70% (m/m) vízüveget tartalmazó tartományban mérhetők a legnagyobb szilárdság értékek. Gazdaságossági szempontokat is figyelembe véve (mivel a lúg 3–4-szer drágább, mint a vízüveg), a 70% (m/m) vízüveg tartalmú összetétellel folytattuk kísérleteinket.

### Szabványhomok alkalmazásának hatása

Ezzel a vizsgálattal az volt a cél, hogy meghatározzuk a töltőanyag mennyiségének hatását a geopolimer fizikai tulajdonságára, vagyis konstans geopolimer komponens arány mellett mennyi töltőanyag köthető meg anélkül, hogy az így kialakított geopolimer betonok fizikai paraméterei lényegesen romlanának. Ez a vizsgálat a későbbiekben a környezetszennyező hulladékanyagok esetleges megkötése esetén válhat fontos technológiai paraméterré. A modell-vizsgálatokhoz töltőanyagként a szabványos cementvizsgálatok során alkalmazott szabványhomokot használtuk.

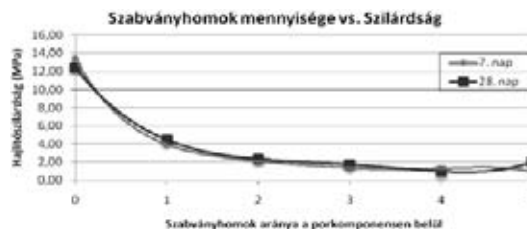
Első lépésként tehát egyforma mennyiségű szilárd- és folyadék-komponens alkalmazása mellett vizsgáltuk a töltőanyag bekeverés hatását. A szabványhomok mennyiségét (a porkomponenshez képest) először azonos mennyiségűre választottuk, majd kétszeresére, háromszorosára, négyszeresére, illetve ötszörösére növeltük. Az így elkészített próbatesteknek 7, illetve 28 napos korukban meghatároztuk hajlításierőjét, testsűrűségét, illetve látszólagos porozitását.

A későbbiekben úgy is vizsgáltuk a töltőanyag hatását, hogy a folyadék-komponens mennyiségét (a porkomponenshez képest) csökkentettük felére, illetve harmadára.

A 3. ábrán a töltőanyag mennyiségének hatása látható a geopolimer betonok szilárdságára.

Az ábrán jól megfigyelhető, hogy a töltőanyag adagolás csökkenti a geopolimerek szilárdságát, viszont az is jól látható, hogy egy adott összetétel után ez a csökkenés már nem folytatódik tovább, a szilárdság gyakorlatilag konstans értéket vesz fel. Ez az összetétel, a szilárd alkotókat tekintve, 25% (m/m) porkomponens és 75% (m/m) szabványhomok. A kapcsolódó vizsgálatok során azt is megfigyeltük, hogy szabványhomok mennyiségének növelésével csökken a vízfelvétel és látszólagos porozitás, ami azt az érdekes szituációt eredményezi, hogy a legnagyobb szilárdságú minta rendelkezik a legnagyobb porozitás értékkel. Ennek valószínűleg az az oka, hogy a nagyobb mennyiségű heterodiszperz szabványhomok jobban kitölti a rendelkezésre

álló teret, így kevesebb pórus kialakulására van lehetőség, viszont a töltőanyag növekvő mennyisége csökkenti a szilárdságértékeket, ami nyilvánvalóan csak akkor lehetséges, ha a geopolimer mátrix nagyobb szilárdságú, mint maga a töltőanyag.

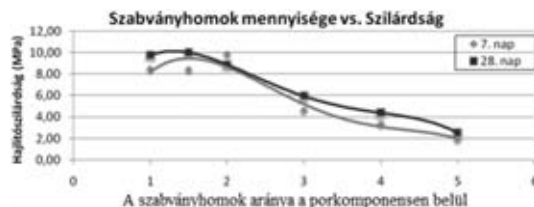


3. ábra A hajlításierő változása a szabványhomok mennyiségének függvényében  
Fig. 3. The change of the flexural strength in the function of the quantity of the standard sand

A kapott eredmények összességét figyelembe véve, ebben a kísérletsorozatban az 50% (m/m) szabványhomok és 50% (m/m) porkomponens tartalmazó szilárd komponens összetétel bizonyult a legmegfelelőbbnek.

### A komponens-arányok hatásának vizsgálata

Következő lépésként a folyadék-komponens mennyiségét csökkentettük az eddigiekhez képest. Ennek a vizsgálat-sorozatnak az volt a célja, hogy meggyőződjünk arról, lehet-e kevesebb folyadék komponenssel megfelelő tulajdonságú geopolimert előállítani, csökkenthető-e a vegyszerfelhasználás. A kísérletsorozat pozitív eredményt hozott, az eddig alkalmazott mennyiség felét felhasználva, az előző mérésekhez képest nagyobb szilárdságú anyagrendszert kaptunk; a 7 és a 28 napos szilárdság értékek több mint kétszeresére nőttek az azonos folyadék illetve szilárd komponens mennyiségek alkalmazása során kapott eredményekhez képest. Az így kapott szilárdságértékek már jól közelítik a maximális hajlításierőt mutató, töltőanyagmentes geopolimerek szilárdságát.



4. ábra A hajlításierő változása a szabványhomok mennyiség függvényében  
Fig. 4. The change of the flexural strength in the function of the quantity of the standard sand

### Hulladékanyag bekeverési lehetőségének tanulmányozása

Munkánk során egy, a környezetet szennyező, nagy mennyiségben keletkező, de további hasznosításra alkalmatlan hulladékanyagot próbáltunk megkötni a kidolgozott összetételű geopolimerek alkalmazásával. Ez az anyag a TVK Nyrt.-ben keletkező ún. polietilén viasz, amiből évente 4500–5500 tonna keletkezik az etilén polimerizációja során, s amelyet nem tudnak tovább felhasználni vagy értékesíteni és a tárolás mikéntje komoly problémákat jelent. Választásunkat az indokolta, hogy szerves hulladékanyagok megkötésével már többen, sokféle módon megpróbálkoztak, szerves komponensek immobilizálására azonban nem találtunk utalást a szakirodalomban.

A már ismertetett módon elkészített és polietilén viaszt tartalmazó próbatesteket szintén 7, illetve 28 napos korukban vizsgáltuk. Elmondható, hogy a polietilén viasz bekeverésekor kapott eredmények biztatóak, bár a kapott próbatestek szilárdsága csökkenő értékeket mutat (a hajlítószilárdság akár az ötödére eshet vissza). Még a kísérletsorozatok elején járunk, de valószínűsíthető, hogy ~33%-nyi szerves hulladék megköthető a geopolimer mátrixban, a kapott termék a szerves hulladék depónálására alkalmas, de a porózus, viszonylag kis szilárdságú darabok egyéb célokra (pl. építkezés) nem használhatók fel.

## Összefoglalás

Munkánkban egy új típusú kötőanyag előállítási körülményeinek optimalizálásával foglalkoztunk. Célunk volt olyan szervesen bázisú, alkáli aktivált polimerek előállítása, amelyek alternatív megoldást jelenthetnek napjaink széles körben elterjedt, klasszikusnak nevezhető kötőanyagával, a cementtel szemben. Bár kutatásaink során biztató eredményeket kaptunk, nyilvánvalóan sok kísérlet és széleskörű gazdaságossági számítások szükségesek annak megítéléséhez, vajon ténylegesen helyettesíthető-e a cement a geopolimer bázisú kötőanyagokkal. Első lépésként célunk a minél nagyobb szilárdsággal rendelkező geopolimerek előállítása volt.

Kísérleteink alapján levonhatók az alábbi következtetések:

- a geopolimer folyadék-komponensének összetétele jelentős hatással bír a szilárdságra
- a folyadék-szilárd komponensek arányának változtatásával kedvezően alakítható a szilárdság
- a geopolimer mátrix képes nagyobb mennyiségű töltőanyag megkötésére, ami biztató a környezetet szennyező hulladékok biztonságos ártalmatlanítása szempontjából
- sikeres előkísérleteket végeztünk szerves hulladékok geopolimer mátrixban történő immobilizálására

## Köszönetnyilvánítás

Jelen publikáció a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0025 azonosítójú projekt támogatásával valósult meg.

### Felhasznált irodalom

- [1] Davidovits, J.: *Geopolymer roomtemperature ceramic matrix for composites*, Ceramic Engineering and Science Proceedings, 1988
- [2] Davidovits, J.: *Global Warming Impact on the Cement and Aggregates Industries*, World resource review, 1994, p. 263–276, Vol. 6, N°2
- [3] Davidovits, J.: *Geopolymer Chemistry & Applications - Chapters 18 to 26 Chemical Structure and Applications* – Geopolymer Institute – Technical Data Sheet for Geopolymeric cement type (Potassium, Calcium) – Poly (sialate-siloxo) / (K, Ca) – (Si-O-Al-O-Si-O-), Si:Al=2:1 (www.geopolymer.org)
- [4] Lyon, R. E. – Balaguru, P. N. – Foden, A. – Sorathia, U. – Davidovits, J.: *Fire-resistant Aluminosilicate Composites*, Fire and materials, 1997, Vol. 21, p. 67–73.
- [5] Hermann, E. – Kunze, C. – Gatzweiler, R. – Kießig, G. – Davidovits, J.: *Solidification of various radioactive residues by geopolymers with special emphasis on long-term stability*, Géopolymère '99 Proceedings, pp. 211–228.

Ref.: <http://dx.doi.org/10.14382/epitoanyag-jsbcm.2011.14>

**Zákány Ildikó – Korim Tamás: Alkáli aktivált szervesen polimerek, mint a kötőanyagok újabb generációja. Építőanyag, 63. évf. 3–4. szám (2011), 74–77. p.**

## SZÉKHELY-VÁLTOZÁS

A Szilikátipari Tudományos Egyesület tavalyi költözését követően a 2011. évi Küldöttgyűlés jóváhagyta az Alapszabály-módosítást, melynek következtében megváltozott Egyesületünk székhelye.

**A Szilikátipari Tudományos Egyesület új székhelye:  
1034 Budapest, Bécsi út 122–124.**



### Tájékoztató közlemény

A magánszemélyek 2009. évi személyi jövedelemadójának 1%-ából Egyesületünk 507 500 Ft összegben részesült.

Minden rendelkezőnek köszönjük a támogatást!

az SZTE vezetősége

## AZ SZTE XXXIV. KÜLDÖTTGYŰLÉSE

2011. május 26-án, a Cemkut Kft. előadótermében tartotta XXXIV. Küldöttgyűlését a Szilikátipari Tudományos Egyesület.

**Asztalos István**, az Egyesület főtítkára köszöntötte a megjelenteket, majd bemutatta **Urbán Ferencet**, a Cemkut Kft. ügyvezetőjét, aki ismertette az idén 20 éve alakult Kft. fő tevékenységi területeit.

**Tóthné Kiss Klára**, a Küldöttgyűlés levezető elnöke megállapította, hogy az ülés határozatképes. Ezután felkérte az Egyesület elnökét, **Dr. Szépvölgyi Jánost**, hogy tartsa meg nyitó előadását *Az ajkai vörösiszap-katasztrófa: következmények és tanulságok* címmel.

Az ügyrendi kérdések tisztázása után a jelenlévők **Asztalos István** főtítkár beszámolóját hallgatták meg az Egyesület 2010. évi tevékenységéről, 2011. évi terveiről, valamint a 2010. évi Közhasznúsági jelentésről. Az Ellenőrző Bizottság jelentését **Sey Pongrác** ismertette, majd **Koska János** főtítkár-helyettes tájékoztatót a 2010. évi költségvetés teljesítéséről és a 2011. évi tervekről.

A Küldöttgyűlés az elhangzott beszámolókat egyhangúlag elfogadta.

Ezután **Asztalos István** főtítkár javaslatot tett az Egyesület Alapszabályának módosítására, melyet a székhely-változás, valamint az elmúlt évek jogszabályi változásai tettek szükségessé. Az előterjesztett módosítást a Küldöttgyűlés egyhangúlag megszavazta.

Ezután a Szilikátiparért Emlékérem átadása, majd az Örökös Tagok avatása következett.

### Szilikátiparért Emlékérem kitüntetést kapott:

Dr. Dani Sándorné (Tégla és cserép)

Dr. Kertész Pál (Kő és kavics)

Dr. Baksa Csaba (Szigetelő)

Tóthné Kiss Klára (Üveg)

### Az Egyesület Örökös Tagja lett:

Hugyák László

Horváth Sándor

Dr. Takács Vilmos

Kecskeméti Mihályné