

A műanyagok új szerepeket kaphatnak az építészetben

Az építészek a műanyagokat jelenleg még nem eléggé veszik komolyan, pedig a jobb energiahatékonyság érdekében egyre fontosabbá válnak ebben az iparágban is. Vannak már előreivő példák, de a szakma gondolkodását kell megváltoztatni és elsősorban a fiatal építészek ismereteit kell növelni az áttörés érdekében.

Tárgyszavak: építészet; műanyagok; energiahatékonyság; hőszigetelés; vízszigetelés; futurisztikus épületek; napenergia.

A fát, a falazóanyagokat, a betont, az üveget és a fémeket az építészek néhány évszázada, esetleg évezrede alkalmazzák építőanyagként. A műanyag azonban új építőanyagnak számít. ha ugyan annak számít. Az építészek makacsul tartózkodnak a műanyagok széles körű alkalmazásától annak ellenére, hogy azokat például az autó- és gépiparban, a légi járművek és a sportcikkek gyártásában egyre növekvő mértékben sikeresen használják.

Az építőipar ugyanis rendkívül konzervatív; természetes anyagokra és kézi munkára alapozott szemlélet jellemzi. Az építőipar a műanyagokat általában a hagyományos anyagoknál silányabbnak, kevésbé tartósnak, kevésbé megbízhatónak véli. Az iparágon belül a teendők számos szakágazat között oszlanak meg. A különböző feladatok elvégzését különböző mesteremberekre bízák: kőművesekre, ácsokra, tetőfedőkre, burkolókra, lakatosokra, asztalosokra, belsőépítészekre. Az egyes szakmák művelői szakmájuk hagyományos anyagait ismerik és azokban bíznak. A műanyagoktól való idegenkedés egyik oka lehet az is, hogy az építész mindig valami egyedit, máshoz nem hasonlíthatót szeretne építeni. Ezen szempontok érvényesítését azonban a gazdasági körülmények gyakran korlátok közé szorítják. A műanyagoknak viszont elsősorban az olyan iparágakban van sikere, ahol azt a tulajdonságukat hasznosítják, hogy automata gépekkel rövid idő alatt mérsékelt költséggel nagy számban és jó minőségben lehet előállítani tökéletesen azonos termékeket.

Valami megindult

A múlt század végén a tervezővállalatok felismerték a számítógépes programok (CAD, computer aided design) alkalmazásán alapuló tervezés előnyeit: a munkamegtakarítás lehetőségeit, a tervezés szabadságának távlatait, a formaalakítás kipróbálásának biztonságát. A számítógépekkel kitárulkozó virtuális világ kutatásokra és játékokra készített. Ezzel az eszközzel olyan formák is felvázolhatók, kipróbálhatók, megtervezhetők, amelyeket hagyományos tervezéssel nem lehetne létrehozni. A képzelőerő

hatására megfogalmazott szabadosságot csak a számítógépekkel kijelölt korlátok alkalmazásával lehet határok közzé szorítani.

Az Architekten Bernard Franken GmbH Frankfurtban az IAA (Internationale Automobil-Ausstellung Personenkraftwagen) 1999. évi kiállításán mutatta be a „*BMW Bubble*” (buborék) pavilont (1. ábra), amelynek formája két éppen egyesülőfélben lévő vízcseppet formáz, és amely poli(metil-metakrilát)-ból CAD adta lehetőségek hasznosításával tervezett és világszerte megismert létesítmények egyike.



1. ábra A BMW 1999-ben felépített kiállítócsarnoka, az akrilátból épített Buborék

Vannak ennél furcsább műanyag építmények is. Az Amszterdami Modern Művészetek Stedelijk Múzeuma hatalmas kiállítási csarnokot és előteret épített, amellyel meglepő módon kívánja bizonyítani elkötelezettségét az évezred kezdetén felgyorsuló változások támogatása terén. A létesítmény ugyanis egy fürdőkádra emlékeztet (2. ábra). A megoldás azért megdöbbentő, mert szervesen kapcsolódik a 19. században épült dekoratív neoreneszánsz épülettömbhöz. A Teijin csoporthoz tartozó Toho Tenax Co. Ltd masszív aramid/szénszálás szendvicsszerkezetű paneljeiből felépített létesítmény a maga nemében a világon a legnagyobb.



2. ábra Az Amszterdami Stedelijk Múzeum és a mellé épített „fürdőkád” a régi főhomlokzat és arra merőlegesen, az új bejárat felől nézve

Wiesbadenben 2014-ben az „Építészet napján” a hesseni kutató, fejlesztő és érdekvédelmi szervezet, a HessenChemie bemutatta a tartomány vegyipari és rokon ágazatok vállalkozóinak, azaz a Munkaadók Szövetségének házát (3. ábra). A Szövetség ennek az épületnek az építéskor különös tekintettel volt az energia hatékony felhasználására és az építőanyagok tartósságára.



3. ábra A HessenChemie Wiesbadenben 2014-ben Plexiglas Mineral lapokkal burkolt épülete, a Munkaadók Szövetségének háza

Németországban ezen a házon alkalmaztak először tűzzel szemben kiválóan ellenálló, ásványi anyaggal töltött műanyag lapokat hátulról szellőztetett homlokzatok kialakításához. A Wiesbadeni Christoph Grabowski & J-E. Spork építésziroda mérnökei számára az épület jó alkalmat adott új építészeti megoldások tervezésére, kivitelezésére és bemutatására, különös tekintettel a hagyományostól eltérő technikák, továbbá a hagyományos anyagokat kiváltó műanyagok kipróbálására. Az épület homlokzatát az Evonik Industries AG (Darmstadt) különleges eljárással gyártott, tömegében színezett Plexiglas Mineral márkanévű PMMA lemezeivel, elemeivel burkolták.

A külső extrém hatásoknak erősen ellenálló lapoknak homogén, tompa selyemfényű felülete van (de fényes felülettel is gyárthatók), a szennyezés nem tapad meg rajtuk, ezért könnyen tisztíthatók. A lapok, sarok- vagy más elemek minden utólagos megmunkálás nélkül beépíthetők. A lapokból és elemekből résmentes, folytonos burkolat alakítható ki a sarkokat is beleértve. A gyártmánnyal más szerkezetű felületek csatlakoztatása is megoldható.

A HessenChemie-t, épületének irányt mutató szerkezetét és formáját elismerve, *Ionic-Award 2014* díjjal jutalmazták.

Az energiahatékonyság folyamatos javítása

Németországban az energia egyharmadát az épületekben használják fel, ezért az építőiparnak jelentős feladatokat (korszerű fűtés, hűtés a belső terek légkondicionálása, épületek szigetelése stb.) kell megoldania, hogy az építmények üvegházgáz-emisszióját az elvárásoknak megfelelően 2020-ig (1990-hez viszonyítva) 40%-kal csökkentse.

Ablakok szigetelése

Az ablakok gyártásában megoldandó feladat a keretek profiljaiban az összeillesztési felületek szigetelése. A külső és belső sarkokban azonban a profilok nem illeszkednek tökéletesen egymáshoz, marad egy levegő számára átjárható rés, amely hibahelyet képez. A jobb szigetelés érdekében a hőre lágyuló műanyagokból készített szigetelőprofilokat összehegesztik vagy összeragasztják, esetleg csak átlapolják. Az elasztomer profilok cián-akriláttal ragaszthatók vagy már a keretbe illesztve vulkanizálhatók. Valóban megbízható megoldás csak megfelelő előkészítést követelő, költséges vulkanizálással biztosítható. Mindez sok munkát és időt igényel, és nem is szavatolja a tartós tömítést.

A Plastex SA Croglio (Svájc) egy polybutén-1 tömítőprofilot fejlesztett ki, amelyeket az ablakszárnyak és -keretek fűgáiba préselnek. Ezt a tömítőprofilot kombinálta a LyondellBasel AF S.C.A (Rotterdam, Hollandia) ún. *Cut&Stick* (vágd el és ragaszd össze) módszerével. Ennek eredményeképpen a frissen elvágott profil vágási felületén átmenetileg ragacsos réteg képződik, amelyet hozzányomnak az ellendarabhoz, és a két profil között tartós kötés képződik. A ragasztáshoz nincs szükség speciális szerkezetre vagy külön ragasztóra. A ragasztás „titka” a LyondellBasell *Koattro KTR05* márkanévű polibutén-1 alapú plasztomerje, amely lágy amorf szerkezete és speciális termikus tulajdonságai révén már a vágás hatására vékony rétegben részlegesen megolvad, de a másik felülettel érintkezve lehűl, kristályosodik és erős kötetést képez.

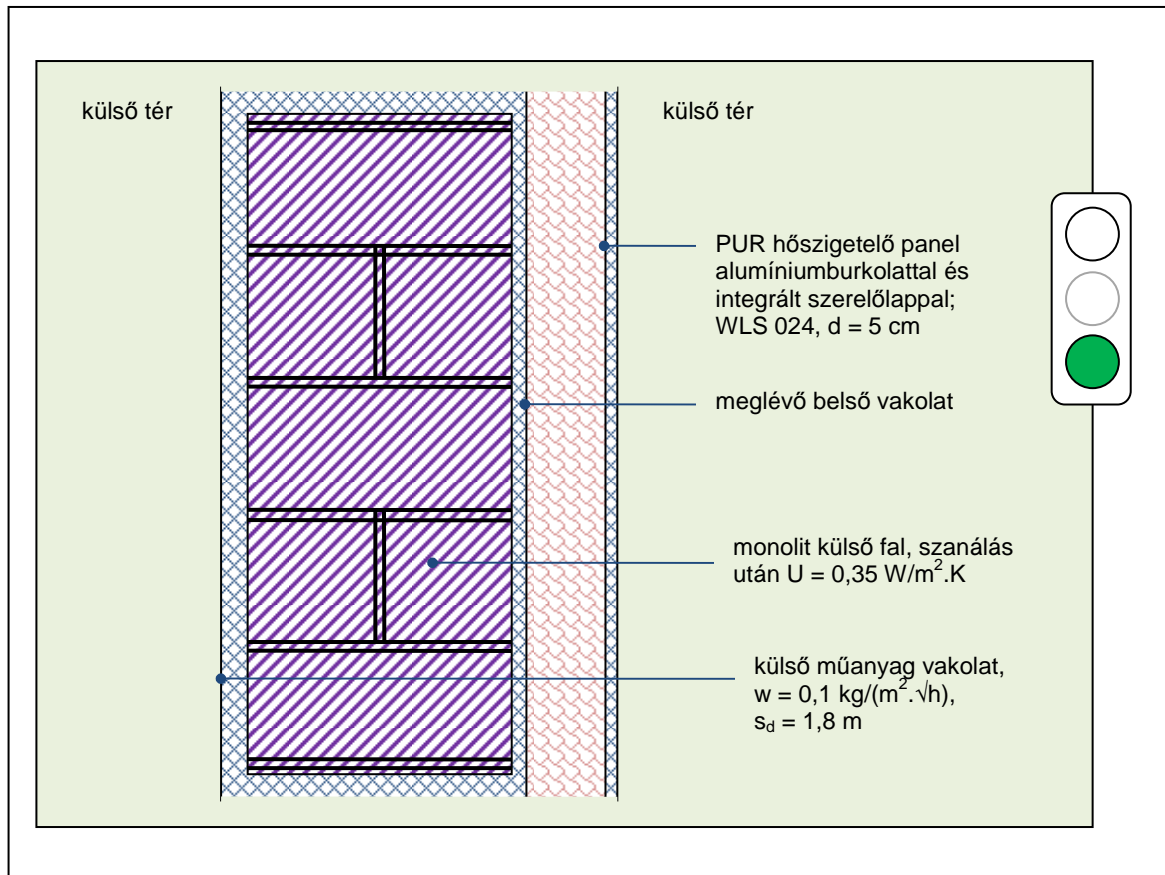
A rendszer alumínium ajtó- és ablakkeretek, továbbá fa és műanyag szerkezetek gyártásához is alkalmazható. A *Cut&Stick* hatás kritikus felületek előre jól meghatározott pontjain tökéletes, varrat nélküli, víz- és levegőmentes tömítést, szigetelést eredményez.

Hő- és vízszigetelés

Az energiahatékonyság növelésére irányuló törekvés az építészetben a régi épületek karbantartására, felújítására, szanálására is kiterjesztendő feladat, amely különösen kényes tevékenységet követel a műemlék jellegű létesítmények esetében, különös tekintettel a régiókra kiterjedő építészeti előírásokra. Több centiméter vastag külső hőszigetelő rendszer bizonyos esetekben nem alkalmazható, a belső terek gondosan tervezett és kivitelezett szigetelése viszont elfogadható megoldást eredményezhet, de mivel ez csökkenti a hasznos tér nagyságát, vastagsága nem lehet több 5–10 cm-nél. Erre

a célra általában kemény poliuretánhabot (PUR) használnak, amelynek hőátbocsátási tényezője (U) 0,23–0,33 W/m²·K között van. A belső szigetelés előtt különösen elengedhetetlen az állapotfelmérő elemzés.

A müncheni Hővédelmi Kutatóintézet (Forschungsinstitut für Wärmeschutz; FIW) új tanulmánya segítséget kínál ehhez, rávilágítva azokra az előfeltételekre, amelyek teljesítése esetében a PUR jól teljesít (a 4. ábrán a közlekedési lámpa alsó zöld mezője világít) a belső terek szigetelésében.



4. ábra A PUR habbal végzett belső hőszigetelés elve (szanálás előtt a monolit külső fal hőátbocsátási tényezője, $U = 1,40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$, szanálás után ugyanennyel $U = 0,35 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$)

Tervezéskor nemcsak a belső oldalt, hanem külsőt is figyelembe kell venni. A belső szigetelés következtében a fal hőmérséklete csökken, a kiszáradás folyamata lassul. A kívülről behatolt nedvesség hosszabb idő alatt távozik el. Kedvezőtlen esetben a falban megreked a nedvesség. Nedves környezetben (vízpartok mellett, magasabb tájon, észak-nyugati oldalon) az eső különösen veszélyezteti a külső falat. Ilyen helyen nagyon kedvezőtlen a nedvszívó vakolat.

A nedvesség valamennyi épületelemre káros, mert veszélyeztetheti az építmény állóképességét vagy penészedést vált ki. A belső térben lecsapódó pára és a külső tér-

ből beszivárgó víz veszélyezteti az épületet, ha a víz elvezetéséről vagy a megnedvedett szerkezetek kiszáradásáról nem gondoskodtak.

Belső szigeteléshez ma már kaphatók olyan ún. *kapilláráktív szigetelőanyagok*, amelyek a falszerkezetből a nedvességet a falakból a felületre vezetik és az ott elpárolog. Ily módon szabályozható, optimalizálható a külső falrétegek vízháztartása is.

A PUR szigetelőanyagoknak is vannak kapilláráktív változatai. Ilyen pl. a német Remmers Baustofftechnik GmbH. (Löningen) *iQ-Therm* perforált habja, amely erős kapillárképző anyaggal van töltve. A belül képződő nagy kapillárerők képesek arra, hogy a hab pórusain keresztül a nedvességet a belső tér felületeire juttassák. Hogy a külső fal is funkcionálisan működjék, a PUR szigetelőanyagot össze kell hangolni a teljes falszerkezettel, pl. speciális, nedvességet pufferolni képes ásványi anyagot tartalmazó szorpciós vakolatot kell felvinni a belső falra.

A BASF SE (Ludwigshafen) legújabb termékei között is szerepel egy korszerű poliuretánhab, amelyet *Slentite* márkanéven forgalmaz. Ezt régi házak és műemlék-épületek szanálására, belső hőszigetelésre ajánlja, mert egyrészt bármilyen szűk vagy rejtett zugba is bejuttatható, másrészt jó hőszigetelő képessége révén a szokásos haboknál 25–50%-kal kisebb vastagságban is jó hatásokkal alkalmazható. Hővezető képessége, $\lambda = 16 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$. A lemez formájú szigetelőanyag pormentesen fűrészelve, fúrható és természetesen ragasztható.

A *Slentite* lényegében egy új szerves aerogél. Kivételesen jó hőszigetelő képességét optimális, nanoméretű pórusainak köszönheti. A rendkívül kicsi pórusokban a levegőmolekulák csak korlátozottan tudnak mozogni, ami javítja a hőszigetelés hatását. Emellett a benne lévő töltőanyag a szokásos töltőanyagoktól eltérő geometriája révén lehetővé teszi a vákuumozást. Gyártáskor ugyanis a szigetelő lapokat vákuumkezelésnek vetik alá, ami által a pórusokból eltávolítják a levegőt. Ez tovább fokozza a hőszigetelést. Az így kapott ún. *vákuumizolációs panelek (VIP)* hővezető képességét akár $5 \text{ mW/m}\cdot\text{K}$ alá is lehet csökkenteni.

A BASF a PUR habokat elsősorban az építőiparnak ajánlja. Ha a háztulajdonosok mind a négy házfalat hőszigetelik, ezt a szigetelést több évtizedig élvezhetik. Az energiamegtakarítás (és a CO₂-emisszió csökkenése) mellett lakásuk klímája is kellemesebb lesz. A PUR hab nyitott pórusai szabályozzák a légtér nedvességtartalmát, elkerülhetővé teszik a falak penészedését.

Nem csak hőszigeteléssel lehet energiát megtakarítani

Műanyaghabokkal „drámaian” lehet csökkenteni egy épület energiafogyasztását, akár nullára, azaz a jövőben egy ház talán meg is fogja termelni azt az energiamennyiséget, amelyre szüksége van. A fosszilis energia felhasználása azonban már ma is jelentős mértékben helyettesíthető „ingyenes” napenergiával. Műanyagok nélkül ez nem volna lehetséges.

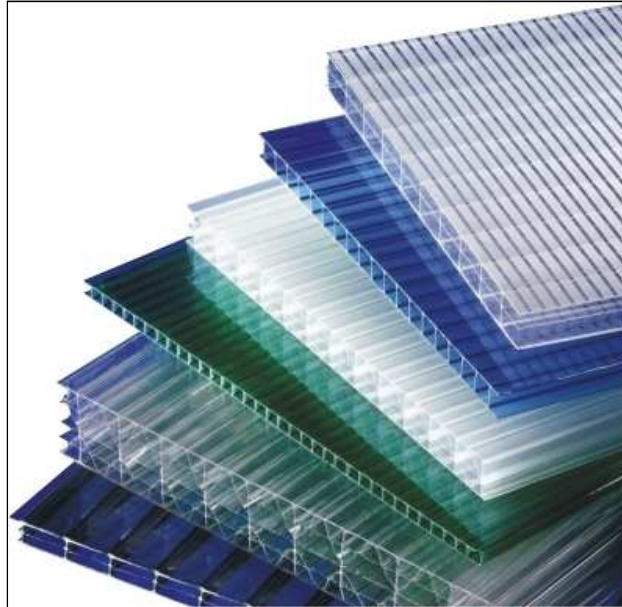
Tetővilágítás

Az Evonik cég *Cyro Acrylite Heatstop* márkanévű akrilátlemezeit tetővilágító elemek gyártására ajánlja. A tetővilágítással áramot lehet megtakarítani, de nyáron az

így megvilágított terek kellemetlenül túlmelegedhetnek. A Cyro rendszer azonban a szokásos akrilátok 33%-os fényvisszaverésével szemben egy beépített réteg segítségével a napfény infravörös sugárzásának 67%-át veri vissza a megvilágítás csökkenése nélkül. Ezért az alatta lévő helyiségekben kellemes marad a hőmérséklet.

Hasonló funkciója van a Sabcic cég *Lexan Thermoclear Solar Control Infrared* paneljeinek (5. ábra), amelyek a napfény spektrumának közeli infravörös sugárzásának jelentős hányadát elnyelik.

Az ilyen felülvilágítókkal meg lehet takarítani a korábban világításra használt áram jelentős részét.



5. ábra A Sabcic cég infravörös fényt kiszűrő *Lexan Thermoclear* paneljei

Napelemek

A DuPont cég „energiaházát” *napzsindellyel (solar shingles)* fedték be (6. ábra). Ezek olyan tetőfedő lapok, amelyekbe napelemeket építettek be. Napfény hatására egyenáramot termelnek, ezt a tetőrendszer váltóárammá alakítja. Az áram egy részét maga az épület használja fel, a felesleget betáplálják a vezetékes hálózatba. Az árammérő rendszer pontosan méri, hogy a ház mennyi áramot adott le vagy ellenkezőleg, mennyi áramot vett ki a hálózatból és ezt korrektül elszámolják. Az épület üzemeltetői tehát pontosan ki tudják számítani, hogy a rendszer beindítása óta mekkora energia-költséget takarítottak meg.

A Sabcic cég Lexan polikarbonátba ágyazott fotovoltaikus elemeket tartalmazó és épületelemekbe (tetőkbe, tetőablakokba, homlokzatokba, burkolatokba) illeszthető *BIPV (building-integrated photovoltaic) paneleket* (7. ábra) hozott forgalomba. Ezek hajlíthatók, lehetnek egy vagy többretegűek, emellett tartósak, könnyűek és átlátszóak.

Többféle formában és színben állítják elő őket. Az építészek számára nagy tervezési szabadságot adnak. Hozzájárulnak a hőszigeteléshez, a megvilágításhoz és áramot is termelnek. A többrétegű *Lexan BIPV* panelekkel a szokásos dupla falú üvegezéshez képest 17%-kal több energia takarítható meg.



6. ábra Napzsindellyel fedett tető



7. ábra A Sabic cég épületelembe építhető polikarbonát *BIPV* paneljei

Egy történelmi épület toronyerkélyének vízmentesítése

A történelmi épületek legveszélyesebb ellensége a pangó víz és a tűz. Súlyosbítja a problémát, hogy ezek hatását általában csak túlságosan későn érzékelik és a hatások az épületek teherhordó elemeinél jelentkeznek.

www.quattroplast.hu

A hamburgi evangélikus főtemplom (Hauptkirche St. Michaelis) történelme során kétszer vált a tűz áldozatává: 1750-ben villámcsapás következtében, 1906-ban felőlőtn forrasztási munkák közben keletkezett tűz miatt. A hamburgiak harmadszor is felépítették.

A 106 magas torony 100 m² felületű kilátóerkélyét 2014-ben víz ellen kellett szigetelni. Az erkélyhez csatlakozó elemek, például a lépcsők homorú-domború felületei miatt hidegen feldolgozható folyékony oldószermentes anyag, a Kemper System GmbH & Co. KG (Vellmar) *Kemperol 2K-PUR* termékének alkalmazása mellett döntöttek. Ez a gyanta a kikeményedést követően tökéletesen tapad a különböző formájú felületeken, tartósan rugalmas, homogén felületet képez, amely víz, csapadék stb. ellen biztonságosan szigetel. Erre rávittek egy ugyancsak oldószermentes átlátszó réteget, amely a vízszigetelő réteget a mechanikai hatásoktól védi. A következő átlátszó réteget antracit színű kvarc szemekkel szórták meg, végül egy szintén átlátszó réteggel zárták le a rendszert.

A DuPont cég házak esővíz elleni védelmére ajánlja *Tyvek* rendszerét, amely lényegében az épületek külső felületének (a tető és a falak) résmentes fóliába burkolását jelenti. A millió apró pórust tartalmazó Tyvek fólia megakadályozza az esővíz és a levegő behatolását a falba, a mögé mégis bejutó nedvesség viszont a pórusokon keresztül elpárologhat, ezért nem alakulhat ki rajta penész. A fólia megakadályozza a levegő áthatolását a falon, amivel hőenergiát lehet megtakarítani.

A műanyagok alkalmazásának oktatása

A törekvés az energia egyre hatékonyabb felhasználására a jövőben is folytatódik, ezért elkerülhetetlen lesz az egyre nagyobb teljesítményű szigetelő- és tömítőanyagok további fejlesztése és a műanyagok egyre intenzívebb alkalmazása az építőiparban. A műszaki fejlesztés mellett meg kell változtatni az építésszek szemléletét is. Mindenekelőtt a fiatal építésszeket kell közelebb vinni a műanyagok világához, meg kell ismertetniük velük ezeket az anyagokat. Ebben a termékgyártóknak is részt kell venniük, célszerűen egy-egy konkrét tervezés keretében.

Az építészetben az architektonikus szemlélet érvényesítése jelentősen elősegítheti a műanyagok alkalmazásának elterjedését. Különöse érvényes ez az építéssel kapcsolatos intézmények oktatási programjának kidolgozásában érdekeltekre.

Összeállította: Pál Károlyné

Nicolay, S., Pfahl, G.: *Kunststoff in der Architektur = Kunststoffe*, 104. k. 12. sz., 2014. p. 76–81.

The Bath tub = *CHEManager Europe*, 2013. 5. sz. p. 16.

Dr. Kaufmann, S.: *Maßgeschneidertes Klimamanagement = Kunststoffe*, 104. k. 10. sz. 2014. p. 75.

American Chemistry Council (ACC): *Plastics and energy efficiency in building & construction = Plastics Engineering*, 70. k. 10. sz. 2014. p. 26–27.