



# Kihívások és eredmények

Beszélgetés Szilágyi Imre Miklóssal

*Szilágyi Imre Miklós a BME Szeretlen és Analitikai Kémia Tanszékének idén habilitáló egyetemi docense, a Journal of Thermal Analysis and Calorimetry főszerkesztője. Kumulatív impaktfaktora közel 250, h-indexe 25 körül, független hivatkozásainak száma 1100 felett jár.*



*Most töltötte be a negyvenet: jó alkalom, hogy visszatekintsünk az elmúlt évekre, az indulásra.*

A tanulás a kezdetektől fontos volt nekem. Kémiával nyolcadik osztályos koromban találkoztam először, a szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium 8 évfolyamos képzésén, ahol Prókai Szilveszter volt a kémiatanárom. Már korán beneveztek többféle versenyre – történelem, angol, magyar, matek, fizika, kémia –, de végül kémiából

jutottam országos döntőbe. Kilencediktől a Ságvári Endre Gimnáziumban (ma SZTE Gyakorló Gimnázium) tanultam tovább, ahol fizika tagozatra jártam: előfordult, hogy hét fizika- és öt matematikaórán volt egy héten. Itt is kémiából értem el a legjobb versenyeredményeket Blázsikné Karácsony Lenke felkészítésével. Magától adódott, hogy az egyetemen is ezzel folytattam.

*Hogyan került Szegedről a Műegyetemre?*

Több egyetemi nyílt napra elmentem, és a Műegyetem tetszett a legjobban; a korábbi években a felvételi pontszám is itt volt a legmagasabb, ezért ez tűnt a legvonzóbbnak. Egy évig biomérnöki szakra jártam, de az első év végére valahogy soknak tűnt a kémia. Édesapámnak ipari elektronikai fejlesztő cége volt, és felmerült, hogy majd átvenném tőle, ezért egy évre átmentem villamosmérnöki szakra. Az is jól ment, de a programozáshoz nem volt annyira érzésem. Sokat gondolkoztam, hogy merre tovább, s abban lett bizonyosságom, hogy rám mégiscsak a kémia és a kutatói pálya vár, és visszamentem vegyész-mérnöki szakra.

Jó döntés volt, mert kiemelkedő képzést kaptunk, szerettem ide járni, sokféle ösztöndíj megtalált, Bécsben is tanulhattam fél évig. A diákköri témára több lehetőség felmerült, végül Pokol György ajánlotta, hogy pályázzam meg a GE Aschner Lipót-ösztöndíjára, amit el is nyertem. Három témavezetőm lett: Pokol György és Madarász János a tanszékről és Hange Ferenc, a GE Bródy Anyagvizsgáló Laboratóriumának a vezetője. Az ösztöndíjhoz kapcsolódó több diákköri munkámat is díjazták.

Aztán jött a doktori képzés, amit Szegeden, Dékány Imre mellett kezdtem, akitől sokat tanulhattam, majd a BME-n folytattam. 2009-ben szereztem meg a PhD-t, de közben már Hargittai István, később pedig Horvai György akadémiai kutatócsoportjában kaptam állást. Két évet Helsinkiben töltöttem Marie Curie-ösztöndíjjal, és 2012-től a Műegyetemen kezdtem saját kutatócsoportot építeni, ahol 2017-től docensi kinevezést kaphattam

Nyulászi László és Gyurcsányi Róbert támogatásával. Ma már 15–20 PhD-, MSc- és BSc-hallgatóval dolgozom, de posztdoktorok is megfordulnak nálam. A csoport nemzetközi, a magyarok mellett például brazil, iraki, jordániai, kínai, kenyai, mongol, vietnámi hallgatókból áll.

*Angolul beszélnek vagy magyarul?*

A külföldiekkel angolul, a magyar hallgatókkal magyarul beszélünk. De a doktoránsok heti csoportmegbeszélése mindig angolul folyik, és ha van csoportrendezvény (pl. „félvázár”), ott is angolul beszélünk, hogy mindenki értse. A magyarok a külföldiekkel is sokszor kapcsolatban vannak, egymást kölcsönösen segítik. Örülök ennek, mert így a fiatalabb hallgatóknak is komoly lehetőségük van az angol gyakorlására.

*Sokféle anyaggal dolgoznak. Hogyan alakult ki ez a széles spektrum?*

A GE-ben a volfrámgyártáshoz kapcsolódott az első kutatási témám. A doktori munkám a volfrám-oxidokkal folytatódott; a fázisátalakulásokat, egyes kristályos módosulatok stabilitását vizsgáltam, illetve a gázérzékelőbeli felhasználást tanulmányoztam. Mire beadtam a disszertációt, már 14 cikkem volt, 30 fölötti kumulatív impaktfaktoral.

A doktori munkám alatt atomi rétegleválasztással is (ALD) foglalkozhattam egy hónapot a Helsinki Műszaki Egyetemen (ma Aalto Egyetem) Lauri Niinistö mellett. Ezt a módszert Finnországban fejlesztették ki. A rétegeket atomonként növesztjük a gázfázisú prekursorokból, amelyeket egymás után, felváltva juttatunk a reaktorba, és ezek csak a minta felületén reagálnak egymással. Mivel egyszerre csak egy atomi réteg nő, nagyon pontosan szabályozható, de kicsi a rétegnövesztés sebessége. Egészen a kilencvenes évekig kellett várni, hogy ez a lassúság és precizitás ne hátrányt, hanem előnyt jelentsen: ekkorra csökkent a módszerhez a félvezetőipari eszközök mérete. Másrészt a többi eljárással ilyen kis méretben már nem növeszthettek olyan egyenletes rétegeket, mint az ALD-vel, amely így bekerült a félvezetőipar eszköztárába. A 2000-es években a nanotechnológiában is megjelent az ALD.

A doktori munka után ehhez a módszerhez tértem vissza immár a Helsinki Egyetemre, Markku Leskelä csoportjába. Olyan anyagokra próbáltam rétegeket növesztetni ALD-vel, amelyek kezelése nagy kihívást jelentett. Korábban alig készítettek ALD-filmet például biológiai mintákra, mert az ALD alkalmazásakor a reakciók vákuumban, többnyire magas hőmérsékleten (100–400 °C körül) játszódnak le. Az egyik szubsztrátomat, a lótszlevelet régóta ismerték víztaszító tulajdonsága miatt. A felszínén kis, mikrométeres dombocskák vannak, és a nagy felbontású mikroszkóp



alatt 50–100 nanométer átmérőjű nanocsövek is láthatóak – emiatt nagy a nedvesítési peremszöge. A levélre alacsony hőmérsékleten (60 °C körül) növesztettünk vékony  $\text{TiO}_2$ -réteget – és megőrződött a szerkezete. Sőt, a víztaszítás mellett még fotokatalitikussá is vált: a fény hatására szerves anyagokat bontott le. Ez azért érdekes, mert korábban csak a kristályos  $\text{TiO}_2$ -ről gondolták, hogy jó fotokatalizátor, mi pedig amorf  $\text{TiO}_2$ -réteget növesztettünk. Így elsőként demonstráltuk az ALD-vel növesztett amorf  $\text{TiO}_2$  fotokatalitikus aktivitását, amelyet később, Budapesten, számos más szubsztráton (pl. fullerén, grafén-oxid, szén aerogél hordozókon, polimer és oxid nanoszemcséken és nanocsöveken) is kimutattunk. Ez nem csupán tudományos érdekesség, hanem haszna is lehet: ha hőérzékeny, például polimer szubsztrátra növesztünk ALD-vel amorf  $\text{TiO}_2$ -t, akkor a polimeren is öntisztító hatást érhetünk el.

#### *Mivel foglalkozott a finnországi kutatásai után?*

A doktori munkám során vizsgált volfrám-oxid és a Helsinkiben ALD-vel növesztett titán-dioxid és cink-oxid is félvezető-oxid. Budapestre visszatérve ennél az anyagcsoportnál maradtam, és különböző nanostruktúrákat, nanokompozitokat állítottunk elő belőlük. Igyekeztem minél többféle eljárást felsorakoztatni: szol-gél módszert, hidrotermális szintézist, elektrosztatikus szállítást, hevítést és persze fő módszerként az ALD-t. Így számos új anyagunk született.

Az atomi rétegleválasztást még több olyan szubsztrátra kiterjesztettük, amelyre addig nem használták, például a korábban említett szén nanosztruktúrák. Sokféle filmnövesztési módszer létezik, de az atomi rétegleválasztás azért emelkedik ki, mert ezzel készíthetjük a legfinomabb, legjobban szabályozott filmeket, és ezzel kapjuk a legegyszerűsebb rétegeket a pórusos nanosztruktúrákon. Mivel a prekursorok gáz halmazállapotúak, a pórusok belsejébe is eljutnak, de nem tömnek el a pórus bejáratát. Ha néhány (10, 20, 50) atomi réteget növesztünk egy felületre, átprogramozhatjuk a tulajdonságait.

#### *Hol találják meg a helyüket a csoportjában előállított anyagok?*

Ha a félvezető-oxidok megfelelő szerves vegyületekkel vagy akár gázokkal reagálnak, redoxireakció játszódhat le: ennek hatására megváltozik az elektronszerkezetük, és emiatt a gerjesztési, vezetési tulajdonságaik is módosulnak. Ez hasznosítható többek között a fotokatalízisben és a gázérzékelésben. Vizsgáltuk például, hogyan befolyásolja a volfrám-oxid oxidációs állapota és kristályszerkezete a katalitikus és a fotokatalitikus hatást és a gázérzékelést.

Hadd említsék meg egy érdekességet a volfrámvegyületekkel kapcsolatban: a volfrám-oxidok oktaéderekből épülnek fel, és több polimorf módosulatuk létezik. A monoklin változatban az oktaéderek sakktableszerűen rendeződnek el, a hexagonálisban pedig úgy kapcsolódnak a csúcsaik mentén, hogy három- és hatoldalú csatornákat hoznak létre. Korábban azt mondták, hogy ez utóbbi fázis tiszta anyag, csak volfrámot és oxigént tartalmaz, de sikerült kimutatnunk, hogy a „tiszta anyag” nem létezik: a hatoldalú csatornáknak mindig kell lenni egy kicsi szennyezőnek, mert a kristály termodinamikailag instabil. A szennyezők akadályozzák meg, hogy a stabilabb monoklin módosulattá alakuljon át.

Az anyagtudományban, nanotechnológiában vannak, akik az anyagok célzott előállítására, a morfológia, a kristályszerkezet szabályozására koncentrálnak, mások elsősorban az alkalmazásokat tartják inkább szem előtt. Én a két irányzat között találtam meg a helyem: az érdekel elsősorban, hogyan hat az alkalmazá-



**Szilágyi Imre Miklós és csoportja**

sokra az anyag morfológiája, kristályszerkezete, összetétele; ezért az anyagok előállításán túl azt is tanulmányozzuk, hogyan módosulnak egyes alkalmazásokban a tulajdonságok, amikor megváltoztatjuk az anyagok paramétereit.

A fotokatalizátorokhoz és az atomi rétegleválasztáshoz kötődik az egyik új munkánk, az inverz opál fotonikus kristályok előállítása: olyan anyagot hozunk létre, amelyben kis üregek helyezkednek el periodikusan. Ez a felület optikai rácsként viselkedik a fényrel szemben, és a fény olyan hullámhosszon is elnyelődhet, amelyen az anyagot felépítő oxid, például a  $\text{TiO}_2$  nem abszorbeál. A  $\text{TiO}_2$  a legelterjedtebb fotokatalizátor, de csak az UV-tartományban nyel el. A napfény jobb felhasználásához viszont a láthatóban is abszorbeálni kellene. Ennek érdekében próbálunk például adalékolással, kompozitképzéssel, festékeztetéssel. A fotonikus kristályszerkezetben egyszerűen a morfológia, a fizikai felépítés idézi elő a látható fény elnyelését.

#### *A tulajdonságok vizsgálatára nyilván sokféle analitikai módszert használnak.*

Az analitikai kémia mindig az eszköztáram fókuszában állt, az egyetemen analitikai és szerkezetvizsgálati szakirányon végeztem, és most a szilárd minták analitikai vizsgálatát tanítom. Ha a kutatómunkánk során előállítunk egy anyagot, minél több információt próbálunk megtudni róla: ez segíthet abban, hogy megmagyarázzuk az adott alkalmazásban mért értékeket. A vizsgálmódszereink közé tartozik a röntgen- és elektrondiffrakció; a pásztázó és transzmissziós elektronmikroszkópia; az energiadiszperzív röntgenspektroszkópia; az UV-látható-, IR-, Raman-, röntgenfotoelektron- és NMR-spektroszkópia.

A módszerek közül kiemelkedő szerep jut a termikus analízisnek. A BME Szerzetlen és Analitikai Kémia tanszéke világviszonylatban is a termikus analízis egyik „fellegrája” volt, és ma is fontos szereplő ezen a téren. A tanszéken fejlesztették ki a világ első, kereskedelmi forgalomban kapható szimultán TG/DTA berendezését, amellyel egyszerre mérhető a tömegváltozások és a hőeffektusok. A hallgatóknak mindig bemutatom az „ősderivatográf” ábráját – ahol még nyoma sincs a számítógépnek, a nyomtatónak. A hallgatók mindig elmosolyodnak, mikor elmesélem, hogy Liptay György, az egyik szakmai mentorom idejében az eredmények időbeli alakulását még stopperrel mérték vagy a falra vetítve jegyezték fel. A termikus analízis hagyományát igyek-



szem ápolni – nem öncélúan, hiszen a nanoszerkezetű anyagokat vagy magasabb hőmérsékleten állítjuk elő, és ellenőrizni kell, hogy a minta szerkezete megváltozik-e, vagy egy struktúra előállítását követően hőkezelésre van szükség, és ennek eredményét is követnünk kell. Például amikor úgy készítünk nanocsövet, hogy polimer nanoszálra növesztünk ALD-réteget, majd kiegészítjük a szálal, akkor a rendszert először termikusan vizsgáljuk meg.

A termikus analízis egyik új területe a „nanofolyadékok” tanulmányozása. A nanofolyadékok kolloid rendszerek, amelyeket miniatűr és hatalmas hőcserélőkben is használnak. A folyadékoknak nem olyan jó a hővezető képességük, mint a szilárd anyagoknak, de a bejuttatott nanoszemcsék sokat javítanak ezen. A jó hőcserélőkkel pedig tovább csökkenthetjük az elektronikai eszközök méretét, hiszen jobban elvezetik a fejlődő hőt, de akár a napkollektorok, klímaberendezések, hűtőszekrények, eróművek hatásfokát is növelhetjük. A hőcsere általában az áramlással foglalkozó gépészmérnökök terepe, akik kész nanofolyadékokat használnak. Mi a kémia felől közelítjük meg a kérdést: módosítjuk a nanoszemcsék összetételét, morfológiáját, újraprogramozzuk a felületi tulajdonságokat, hogy optimáljuk a hőcserét. Ebben a munkában összeér a nanotechnológia, a félvezető-oxidokkal szerzett tapasztalat, az atomi rétegleválasztás, a termikus analízis.

### *Jut elég pénz a kutatásra?*

Alapvetően optimista vagyok, és nem panaszkodom. Már a doktori képzés alatt is sok pályázatot elnyertem és több díjat kaptam: egy részük finanszírozta a kutatást, a konferenciákon való részvételt. Számos ipari kutatásban is részt vettem, és a bevételek egy részével én gazdálkodhattam. Az ipari bevételek ma is állandó alapot jelentenek, amelyből például meg tudjuk rendelni a vegyszereket, de több kutatási pályázatomból is fut. Egyetlen komolyabb nehézséget látok: mivel Budapest nem konvergenciaregió, kevesebb lehetőség adódik műszervásárlásra. Persze annak is örülök, hogy vidékre több műszer jutott – hiszen Szegedről származom –, és kiegyenlítődték az infrastrukturális különbségek.

A beszerzéseknél azonban fontosabbnak tartom a doktorán-sok, a fiatal kutatók munkájának pénzbeli elismerését. Az egyetemi és az ipari keresetek között annyira szétnyílt az olló, hogy csökkenteni kell a rést, különben a fiatalok nem tudnak itt maradni. Még én is úgy nőttem fel, hogy a doktori munka kiváltság, de ez mára megváltozott. Komoly versenyt vívunk az iparral, hogy nálunk maradjanak a hallgatók, és ne érezzék úgy, hogy a kutatás kedvéért le kell mondaniuk az anyagiakról.

*Másik nevezetes évforduló is volt nemrég: ötvenéves lett a Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, amelynek a főszerkesztője.* Ahogy említettem, Magyarország a kezdetektől kulcsszerepet játszott a termikus analízisben, és ennek egyik folyamánként indult meg a folyóirat 1969-ben. Negyvenöt évig Simon Judit volt az alapító-főszerkesztő, aztán Kállay-Menyhárd Alfréddel átvettük a szerkesztést (amiben több társszerkesztő segít). Ma mi határozzuk meg a lap fejlődési irányát; előbb Alfréd volt a főszerkesztő, 2017-től én vagyok. Megtiszteltetés, hogy a termikus analízis magyar hagyományait továbbvihetjük. A jubileumot nagyon sikeres konferenciával ünnepeltük meg (JTACC–JTAC Conference), amelyet a V4 termoanalitikai konferenciával együtt szerveztünk. Palkovics László innovációs és technológiai miniszter volt a fővédnök, az ITM-től és az MTA-tól is kaptunk támogatást. A JTACC–V4 az elmúlt évtizedek egyik legsikeresebb és leinnovatívabb termoanalitikai konferenciája volt világszinten. Olyan újítá-

sokat használtunk, amelyek itthon és nemzetközi szinten sem gyakoriak még, például digitális poszttereket, interaktív mobil-applikációt, on-line résztvevő-térképet, és a résztvevők az előadások alatt mobilon és interneten keresztül is beküldhették a szekcióelnököknek a kérdéseiket (Sli.do). Ehhez a technikai hátteret a JTAC kiadója, az Akadémiai Kiadó konferencia-üzletága, az AKCongress biztosította.

A JTAC mindig is a termoanalitika vezető lapja volt, de az elmúlt években kiemelkedően fellendült. 2014-ben 1400 cikk érke-



**Az International Confederation of Thermal Analysis and Calorimetry Young Scientist Award átadásakor (2008, Brazília), szakmai mentorokkal (balról jobbra: Liptay György, Szilágyi Imre Miklós, Lauri Niinistö, Pokol György, Madarász János)**

zett, 2019-ben 3200, és ez a szám idén várhatóan tovább nő 4500–5000-ig. Az impaktfaktor az utóbbi négy évben már 50 százalékkal nőtt (jelenleg 2,731), 2021-ben tovább fog, és már elérhető lesz a 3-as érték. Jó eséllyel jövőre Q1-essé válik a folyóirat, amit már nagyon várunk – és nem szeretnénk itt megállni.

### *Minek köszönhető ez a látványos javulás?*

Korábban is nagyon jó volt az újság. Amikor átvettük a szerkesztést, előbb igyekeztünk megtanulni, megtartani a színvonalát és a jó munkamódszerét, aztán próbáltunk csak új dolgokba belevágni. Átnéztük, hogy 20 éve, 10 éve és újabban milyen cikkeket közöltünk, melyekre hány hivatkozás érkezett: fel akartuk deríteni a népszerű területeket és a tendenciákat (láttuk például, hogy a nanofolyadékkal és a hőátadással foglalkozó cikkekre sokan hivatkoznak), s ezekről a területekről igyekeztünk több cikket szerezni, különszámokat is összeállítottunk. Tehát próbáltuk bővíteni a folyóirat profilját. És még csak a változások elején, reményeink szerint egy felívelő szakasz kezdetén járunk.

A kutatómunka eredményei mellett ezt is komoly vagy talán még nagyobb sikernek érzem. Az is szerencsés, hogy a kutatás során általában egy-egy területben mélyedünk el, a lap esetében viszont egészében kell látni a folyamatokat.

### *Nagyjából húsz év telt el a pályáján. Mit gondol: hol tart majd ugyanennyi idő múlva?*

Nagyon szeretem a munkámat. A kutatás mellett ott a tanítás, a témavezetés, a folyóirat, a konferenciaszervezés, és ha valamilyen elfáradok kicsit, a másik területen mindig van annyi sikerélmény, amennyi továbblendíti.

A kutatópályának természetes íve van: habilitáció előtt állok,



utána reményeim szerint jön a nagydoktori, aztán lehet további lépcső. Az ember folyton új, hasznos problémákat szeretne megoldani. A munkáim jelentős része az energiahatékonysághoz, a környezetvédelemhez kapcsolódik. Remélem, ipari szinten is érünk el eredményeket.

Kutatóként és általában emberként gyakran szeretnénk fontos eredményt elérni, nyomot hagyni, de ha realisan nézzük, bármi legyen a munkánk, bármekkora sikert érünk is el, kicsit dolgozunk hozzá az egészhez. Én mégis elégedett vagyok, bárhogyan alakul is a pályám. A Biblia azt mondja, hogy Isten mindenki életének személyes értelmet és fontosságot ad. Én igyekszem Isten dicsőségére végezni a munkámat, ez ad értelmet és elégedettséget. Amikor vacilláltam, hogy villamos- vagy vegyészmérnök legyek-e, belső bizonyosságom lett, hogy Isten kutatói pályára szán a kémia területén, ezzel a bibliai idézettel: „A bölcsesség kezdete az Isten félelme”. Visszatekintve elmondhatom, hogy meg is áldotta pályámat, hiszen rengeteg elismerésben volt részem. A *Science folyóirat* „KARRIER” rovatában közölték velem interjút, a legjobb 30 év alatti kutatónak választottak itthon 2008-ban (Scopus Fiatal Kutatók Fődíja), kétszer elnyertem a Bolyai-ösztöndíjat, a nemzetközi termikus analízis szervezet (ICTAC) legfiatalabb díjazottja lettem, az európai anyagtudományi szervezet (EMRS) fiatal kutatóknak szóló díját is megkaptam. Mindegyik kedves em-

lék, de a díjak nem önmagukban fontosak számomra, hanem azért, mert rajtuk keresztül Istenre tudok mutatni. Ezt különféle interjúkban, cikkekben igyekeztem is megtenni, és gyakran tartok előadásokat a Biblia Szövetség Protestáns Teremtéskutató Körének keretében a tudomány, a kereszténység és a teremtés témakörében.

*Minden díjért keményen meg kellett dolgoznom.*

Természetesen nagyon fontos a személyes teljesítmény, az oda-azt munka. De én hitemből fakadóan Isten kegyelmének tartom elsősorban az elismeréseket.

Ha az a kérdés, hogy hol tartok majd húsz év múlva a pályámon, bennem nincs bizonytalanság, mert ahogy eddig Istentől kértem el az élettemmel és a munkámmal kapcsolatos dolgokat, továbbra is Tőle várom.

Természetesen nagyon sok embernek is hálás vagyok. Számos szakmai mentorom volt, párat név szerint is említhettem. Rengeteget jelentett a családi háttér: nálunk a tanulás mindig érték volt, de természetes is. Sokat számít a feleségem és a gyermekeim támogatása – mert egyáltalán nem könnyű egy kutatóval együtt élni, hiszen a nem mindig kiszámítható munkaterhelés, a külföldi utak kihívást jelentenek, ahogy az is, hogy a kutatás nem fix munkaidős, mivel a kutatási problémákon akkor is gondolkodunk sokszor, ha már eljöttünk a munkahelyünkről. **SV**

Zádori Antal

## A légszűrő szerkezete és működése

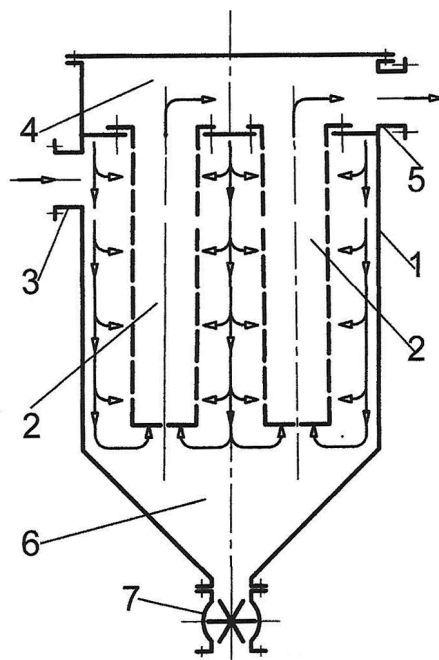
**A** légszűrőt a vegyiparban és az élelmiszeriparban alkalmaznak, por alakú termékek légáramból való kiválasztására. Gyakran használják őrlőberendezéseknél, szárítóberendezéseknél és pneumatikus szállításhoz.

A légszűrő metszete (**1. ábra**), a szűrőfelület tisztításához szükséges szerkezet kivételével, a fontosabb részeket tünteti fel. A légszűrő készülékházában (1) helyezkednek el a szűrőelemek (2). Ezekre szűrőszövetből készült szűrőzsákokat erősítenek. A port szállító levegő egy csőcsonkon (3) áramlik a szűrőlemezekhez. A por a szűrőzsák külsejére rakódik. A szűrőzsákon átszívott levegő a szűrőkamrába (4) jut, melynek csőcsonkjá (5), az elszívó ventilátor csővezetékéhez csatlakozik. A por a porgyűjtő kamrában (6) gyűlik össze, ahonnan egy cellás adagolón (7) át távozik a légszűrőből.

A por jelentős része igen apró szemű, kis ülepedési sebességű lehet, ezért a szűrőelemek között fentről lefelé irányuló légáramlást kell létesíteni, mely a szűrőelemekről eltávolított port lefelé szállítja, amíg az elhagyja a szűrőelemeket. Ez a poros levegőnek a légszűrő készülékházának felső részén történt bevezetésével érhető el. Az **1. ábra** a poros levegő és a megszártott levegő áramlását is feltünteti a légszűrőben.

Téves elgondolás a poros levegőt az alsó porgyűjtő kamrába vezetni, hogy ott a nagyobb porszemek kiülepedjenek és ez tehermentesítse a szűrőfelületet.

Egy tojáslevet feldolgozó porlasztásos szárító üzempróbája során beigazolódott a poros levegő alul történő bevezetésének hibás volta. A légszűrőnek hengeres alakú kellékháza volt, melybe a poros levegőt alul, a porgyűjtő kamra felső részén, a ciklonoknál szokásos módon vezették be.



1. ábra.  
A légszűrő  
metszete

Üzembe helyezés után, a légszűrőn átszívott levegő mennyisége gyorsan csökkent. A felfelé áramló levegő nem engedte, hogy a kis ülepedési sebességű por eljusson a porgyűjtő kamrába, az a szűrőelemek között feldúsult. A szűrés kezdete után fél órával a légszűrőn átszívott levegő mennyisége annyira lecsökkent, hogy nem lehetett a porlasztásos szárítót tovább üzemeltetni.