



# Az Anyagtechnológiai Tanszék szerepvállalása a közelmúlt konzorciumi projektjeinek megvalósításában

## The role of the Department of Materials Technology in the implementation of recent consortium projects

<sup>1</sup> Pinke Péter

<sup>1</sup> Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 1081 Budapest Magyarország, [pinke.peter@bgk.uni-obuda.hu](mailto:pinke.peter@bgk.uni-obuda.hu)

---

### Összefoglalás

A cikk az utóbbi évek Anyagtechnológiai Intézeti Tanszékhez kötődő fontosabb pályázati projektjeit mutatja be. Három projektfeladat kerül ismertetésre: polipropilén mátrixú üvegyönggyel töltött kompozitok vizsgálata, forgácsoló szerszámok vizsgálata, nyomásos öntéssel készült öntvények belső hibáinak elemzése. Továbbá egy szakértői értékelés is bemutatásra kerül kivonatolva. A cikk részletezi a projektek megoldása során alkalmazott vizsgálati technikákat, összefoglalja a projekt szakmai eredményeit, áttekintést ad a kutatási programok megvalósítása során elkészített szakmai publikációkról is.

Kulcs szavak: roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatok, polipropilén bázisú kompozit, szerszámtörés, öntvény – mikrohibák, reaktortartály

---

### Abstract

The article presents the most important projects related to the Department of Materials Technology in recent years. Three project tasks are described: examination of composites with polypropylene matrix filled glass beads, examination of cutting tools, analysis of internal defects of castings made by die casting. Furthermore, an expert evaluation is also presented in summary form. The article details the investigation techniques used during the solution of the projects, summarizes the results of the project, and provides an overview of the professional publications prepared during the implementation of the research programs.

Keywords: destructive and non-destructive tests, polypropylene-based composite, tool breakage, casting - microdefects, reactor tank

---

## 1. Bevezető

Az elmúlt években az Óbudai Egyetem (ÓE) Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kara (BGK) számos, a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) által kiírt pályázaton szerepelt sikerrel konzorciumi partnerként. Több pályázati projekt is volt, amelynek szakmai megvalósítása az ÓE-en belül az Anyagtechnológiai Intézeti Tanszékhez (ATT) köthető. Ebben a publikációban három olyan pályázati projekt megvalósítását, eredményét szeretném összefoglalni, ahol az ATT volt a meghatározó szakmai megvalósító az ÓE-et illetően, továbbá egy szakértői megbízás teljesítéséről is szeretnék vázlatosan beszélni, amely egyértelműen az ATT szakmai közösségéhez kötődik.

## 2. Pályázati projekt (1) – Nemzeti Versenyképességi és Kiválósági Programban (NVKP) nyertes pályázat

A pályázat megnevezését, a pályázati azonosítót és a konzorciumi tagokat az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat Az NVKP pályázat főbb adatai

<p><b>A pályázat megnevezése:</b> Fröccsönthető polipropilén alapú tapadást közvetítő kompozitok fejlesztése járműtechnológiai alkalmazásokhoz</p>
<p><b>Pályázati azonosító és a megvalósítás időtartama:</b> NVKP 16-1-2016-0038 projekt (2017-2019)</p>
<p><b>Konzorciumi partnerek:</b> Richard Fritz Kft., Aszód (konzorcium vezető); BMGE Budapest; ÓE BGK, RKK Budapest; Data-Press Informatikai Kft., Budapest.</p>

A projekt célja egy olyan új környezetbarát gyártástechnológia kialakítása volt, amely az üvegre fröccsöntési folyamat fejlesztésén keresztül csökkenti a környezetterhelést és csökkenti a gyártási hibaszázalékot.

A termékminőség javítása érdekében kétkomponensű fröccsöntési technológia alkalmazható, amelyben a szigetelésre szolgáló rugalmas keret (EPDM – Etilén-Propilén-Dién-Monomer) és az üveg közé üvegszálakkal erősített polimer (leggyakrabban PP – polipropilén) réteget visznek fel. A fröccsöntési technológia velejárája a fröccsöntött polimer zsugorodása, az íves felületeken keletkező káros feszültség kialakulása, amely következtében az adhéziós kapcsolat az üveg és a polimer között megszűnhet, folytonossági hiány, tömítettségi hibák alakulhatnak ki. Az üvegszál erősítésű polimer kiváltható üvegyöngy erősítésű polimerrel, amely egy olyan töltőanyagrendszer kifejlesztéséből adódik, amely a fröccsöntés során a polimerben úgy oszlik el, hogy elősegíti az egyenletes és csökkentett zsugorodást.

A project céljához illeszkedően az ÓE-BGK-ATT feladata több területet foglalt magában, amelyek közül a legfontosabbak az alábbiak voltak: 1) roncsolásmentes és roncsolásos anyagvizsgálati kísérletsorozat elvégzése az optimális anyagösszetétel meghatározásához, 2) CT (komputer-tomográfiai) anyagvizsgálati mérésorozat elvégzése az üvegyöngy eloszlás mérésére, 3) a szükséges kutatási infrastruktúra beszerzése (ipari CT berendezés).

A vizsgált PP mátrixú kompozitokat illetően az üvegyöngy tömegszázalék (10, 25, 40 m%) tartalmából, az alkalmazott üvegyöngy méret-tartományából (0-75  $\mu\text{m}$ , 75-125  $\mu\text{m}$ , 125-250  $\mu\text{m}$ ) és a befröccsöntési sebesség változó értékeiből (5  $\text{cm}^3/\text{s}$ , 20  $\text{cm}^3/\text{s}$ , 80  $\text{cm}^3/\text{s}$ ) adódóan 27 féle paraméter-variációval készültek mintalapok, amelyeket a BMGE Polimertechnika Tanszéke állított elő. Ezeknek a kompozitoknak a mechanikai tulajdonságait határoztuk meg, illetve fröccsöntött ablakkeretektől származó mintákon is végeztünk mechanikai vizsgálatokat [1] és morfológiai vizsgálatokat (SEM – pásztázó elektronmikroszkópos technikával).

Az ATT vizsgálatainak leghangsúlyosabb részét a CT vizsgálatok jelentették (mintalapokon és ablakkereteken). A pályázat keretén belül, nemzetközi közbeszerzési eljárás során, beszerzésre került egy Y. Cheetah FXE 160.51 típusú multifókuszú röntgen berendezés (1. ábra), amely geometriai nagyítása 2000 X-es, irányítása CNC vezérelt, nyitott multifókuszú (MFT) röntgensóvel rendelkezik, csőtéljesítménye max. 64 W, a vizsgált objektum precíz részleteinek kimutatására alkalmas (< 1  $\mu\text{m}$ , < 350 nm MFT-vel), a röntgen intenzitás ellenőrzésére TXI szabályozással rendelkezik, valós idejű leképező szoftvere FGUI 3.1, AIM Zoom. Képpalkotó szoftvercsomag is beszerzésre került, mégpedig a VG Studio MAX 3.0.



1. ábra Y. Cheetah FXE 160.51 típusú multifókuszú röntgen berendezés, áttekintő kép a berendezésről (balra), vizsgáló kabin (jobbra)

Az üvegyöngyökkel társított PP mátrixú kompozit mintákon 2D leképezéseket és 3D rekonstrukciókat készítettünk, amelyek segítségével lehetővé vált az üvegyöngy tartalom meghatározása a vizsgálati hely függvényében, továbbá az üvegyöngy átmérő-eloszlás feltérképezése a vizsgálati térfogatban [2, 3].

### 3. Pályázati projekt (2) – Versenyképességi és Kiválósági Együttműködések (VKE) programban nyertes pályázat

A pályázat megnevezését, a pályázati azonosítót és a konzorciumi tagokat a 2. táblázat foglalja össze.

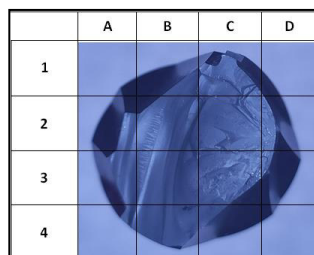
2. táblázat A VKE pályázat főbb adatai

<p><b>A pályázat megnevezése:</b> Intelligens, prediktív szerszámfelügyeleti eljárások kidolgozására és rendszer kialakítására, valamint a fejlesztés fenntartására alkalmas kutatási együttműködés létrehozása</p>
<p><b>Pályázati azonosító és a megvalósítás időtartama:</b> 2018-1.3.1-VKE-2018-00041 (2019-2022)</p>
<p><b>Konzorciumi partnerek:</b> KÁTA CNC Ipari és Kereskedelmi Kft., Szentlőrincváta (konzorcium vezető); MATE Gödöllő; ÓE BGK Budapest</p>

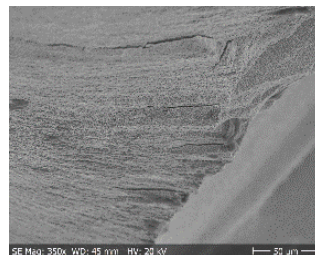
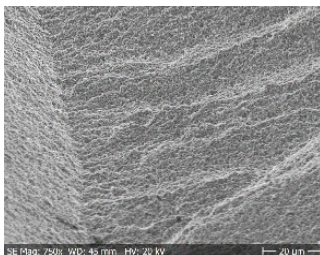
A projekt célja egy a jelenlegi rendszereknél fejlettebb, komplexebb adaptív rendszer kifejlesztése volt, amely a szerszámok tönkremenetelét képes előre jelezni, a szerszámtörés, illetve a selejt termék gyártása előtt képes beavatkozni a gyártási folyamatba. A kidolgozott rendszer, a szerszámról és környezetéről, érzékelők segítségével kapott jelek alapján javasol módosításokat, illetve meghatározza a várható kritikus meghibásodási időpontot. Külön hangsúlyt fektetett a projekt a rezgésméréssel történő hibaesemények megelőzésére (pl. frekvenciaváltozás) és ennek kiterjesztésére más bejövő adatok összevetésével (pl. rezgésmérés és a főorsó áramfelvételének mérése).

Az ÓE-BGK-ATT feladata ebben a projektben is több területet foglalt magában, amelyek közül a legfontosabbak az alábbiak voltak: 1) roncsolásmentes és roncsolásos anyagvizsgálati kísérletek tervezése, 2) vizsgálatra kapott forgácsoló szerszámok azonosítása, szerszámgeometriai vizsgálatok végrehajtása, töretfelületek vizsgálata sztereomikroszkóppal, elektronmikroszkópos vizsgálatok (SEM), 3) roncsolásos vizsgálatok: keménységvizsgálat, indentációs törési szívósság vizsgálata, koptató vizsgálat, metallográfiai vizsgálatok a forgácsoló szerszámok belső szerkezetére vonatkozóan.

A törésfelületek rendszerezése szempontjából sztereomikroszkópos vizsgálattal törethétképeket készítettünk (2. ábra), a törési folyamat részleteinek jellegzetességeit elektronmikroszkópos vizsgálattal detektáltuk (3. ábra). A forgácsoló szerszámok anyagának töréssel szembeni ellenállóképességét indentációs törési vizsgálattal minősítettük [4]. Forgácsolási kísérleteket is végeztünk, amely során vizsgáltuk a szerszámra ható erő nagyságát, valamint a szerszám kritikus (törési) tönkremenetelét különböző forgácsolási paraméterek hatására [5, 6].



2. ábra Forgácsoló szerszám törethétképe



3. ábra Felületi barázdaltság szerszám törethéületén (balra), repedések a törethéületen (jobbra)

#### 4. Pályázati projekt (3) – Piacvezérelt Kutatási Fejlesztési és Innovációs (Piaci KFI) programban nyertes pályázat

A pályázat megnevezését, a pályázati azonosítót és a konzorciumi tagokat a 3. táblázat összesíti.

3. táblázat A Piaci KFI pályázat főbb adatai

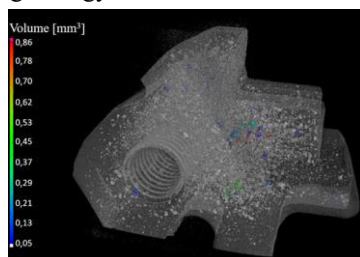
<b>A pályázat megnevezése:</b> Öntvény-mikrohíbat kimutató, gyártásba integrálható, robotizált, új minőségellenőrzési technológia és berendezés kifejlesztése
<b>Pályázati azonosító és a megvalósítás időtartama:</b> 2019-1.1.1-Piaci KFI-2019-00462 (2019-2023)
<b>Konzorciumi partnerek:</b> Richard Fritz Kft., Aszód (konzorcium vezető); ÓE BGK Budapest

Az autópári gyártó- és beszállító vállalkozások a növekvő minőségügyi igényeket számos esetben nem tudják gazdaságosan teljesíteni a gyártósor végén elhelyezett ellenőrző állomásokkal (EOL – End of Line). A projekt célja egy olyan BOL (Begin of Line) ellenőrző technológia és ellenőrzőrendszer létrehozása volt, amely nyomásos öntéssel készült öntvények mikrohíbat képes kimutatni és ezáltal a későbbi anyagmegmunkálás sikeressége is biztosíthatóvá válik.

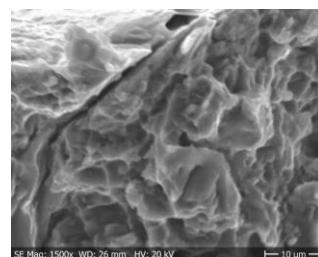
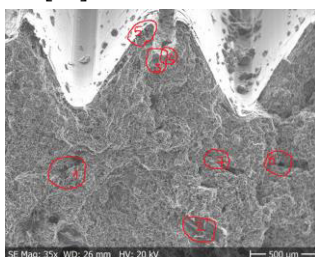
A gépjárművekben alkalmazott klímakompresszorok nyomás alatt működő öntvényháza szivárgás és nyomásvesztés nélkül kell, hogy feladatát ellássa. A nyomásos öntés technológiájából adódóan az öntött darabokban különböző belső és akár az öntvény felületére is kilépő hibák fordulhatnak elő: zsugorodási (szívódási) üregek, pórusok (bezárt levegő vagy öntési gázok eredményeként), a leválasztó anyag hőre történő bomlásából származó maradványok, oxidbezáródások, repedések, egyéb folytonossági hiányok és inhomogenitások. Klímakompresszorokban jellemzően előforduló inhomogenitások, a barlangszerűen összekapcsolódó zsugorodási üregek, a pórusok és az oxid zárványok. Az ipari gyakorlatban az öntvények szivárgásmentességének elérésére leggyakrabban gyantával történő vákuumos impregnálást alkalmaznak.

A projekt szakmai részéhez kötődően az ÓE-BGK-ATT legfontosabb feladatai az alábbiak voltak: 1) a szivárgás lehetséges útvonalainak és mechanizmusainak pontosítása, 2) a szivárgási útvonalak anyagvizsgálattal feltárható jellegzetességeinek meghatározása, 3) a szivárgási útvonalak roncsolásmentes detektálási lehetőségeinek azonosítása és 4) az impregnálás megvalósíthatósági feltételrendszerének vizsgálata.

A projekt anyagvizsgálati részét tekintve elsősorban arra kerestünk választ, hogy milyen üregrendszerrel és porozitási szinttel jellemezhetőek a vizsgálati darabok, illetve impregnálás miként záródnak be a szivárgási útvonalak [7,8,9]. A 4. ábra ipari CT-vel készített 3D rekonstrukció által mutat példát a hibahelyekre. A kompresszorház funkciói felületei forgácsolással készülnek, a menetes részek forgácsolással vagy képlékeny alakítással kerülnek kialakításra. Képlékeny alakítás (mentformázás) után is a menetszelvény sok pórust tartalmazhat, elektronmikroszkópos vizsgálattal sikerült kimutatni, hogy a szivárgási üreg kifuthat a menet felületére is (5. ábra), amely potenciális hibahelynek minősül a gáztömörség szempontjából. Az impregnálási művelet komplex matematikai modellezése eredményeként meghatározásra került az a minimális kapillaris sugár, amelynél elégtelen gyanta-telítődésről beszélhetünk [10].



4. ábra CT vizsgálattal kimutatott öntvényhibák



5. ábra Menetformázással készített menet jelölt anyaghibákkal (balra), szivárgási csatorna kifutása a menet felületére (jobbra)

## 5. Szakértői megbízás – Paks 2 reaktortartály gyártástechnológiai értékelése

A szakértői értékelés az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) megrendelésére (OAH-ABA-07/22) készült. A reaktortartály gyártástechnológia értékelése annak megállapítására irányult, hogy a rendelkezésre bocsájtott dokumentációban a folyamat leírása elfogadható-e a kijelölt szakmai területek mérlegelésével, a gyártás műveleti sorrendje, és a folyamat során alkalmazandó ellenőrzési pontok, ellenőrzési eljárások és elfogadási kritériumok egyértelműen meghatározásra kerültek-e a dokumentációkban. A fenti szempontrendszert figyelembe véve értékeltük a reaktortartály egyes szerkezeti elemeinek gyártástechnológiáját: perem, két csonkzóna gyűrű (felső és alsó), támasztó gyűrű, alsó gyűrű (az aktív zóna körüli) és elliptikus fenék.

A szakértői értékelés, összhangban a szerződésben megfogalmazottakkal, kiterjedt az alkalmazott acélminőségek gyártási technológiára, az acéolvadék kezelésére, a tuskóméretre és a hidrogénmentesítés vizsgálatára; a kovácsolásra, mint alaptermőológiára, ezen belül az alakítási lépések értékelésére, a közbenső megmunkálás és hőkezelés vizsgálatára, a roncsolásmentes vizsgálatokra és a mechanikai tulajdonságok ellenőrzésére. Az értékelés felölelte továbbá a pelyhesedéssel kapcsolatos elemzéseket is (a 2014-es Doel3 és Tihange2 atomerőművek reaktortartályainak hidrogén okozta pelyhesedéssel kapcsolatos információ alapján).

A szakértői jelentés 92 megállapítást fogalmazott meg, a megállapítások tartalmi részére vonatkozóan ismertetés nem közölhető, az aláírt titoktartási záradék értelmében.

## 6. Összefoglalás

Az elmúlt években az Anyagtechnológiai Intézeti Tanszék munkatársai több sikeres konzorciumi projekt megvalósításába kapcsolódtak be. Ahogy a vázolt projektek is jelzik, kompozitanyagok vizsgálatától kezdve, szerszámanyagok kutatásán át, nyomásos öntéssel készült alkatrészek hibafeltárásáig, valamint atomenergetikai berendezések gyártástechnológiájának értékeléséig bezárólag, nagyon széles az a terület, ahol a tanszéki munkatársak tudása, problémamegoldó készsége hasznosítható.

### Köszönetnyilvánítás

Az (1) és (2) pályázati projekt szakmai vezetőjeként, valamint Prof. Dr. Réger Mihály a (3) pályázati projekt és a Szakértői megbízás szakmai vezetőjének nevében, szeretnék köszönetet mondani az ATT minden munkatársának, aki bármilyen módon (irodalomkutatás, kísérletek tervezése és végrehajtása, jegyzőkönyv készítése, összesítő/összefoglalók készítése...) hozzájárult az adott projektek sikeres megvalósításához.

## 7. Hivatkozások

- [1] Ráthy, I., Pinke, P., Huszák, Cs.: Polipropilén mátrixú fröccsöntött kompozitok mechanikai vizsgálatai. *Acta Materialia Transylvanica* 1/2 (2018), 105-109. <https://doi.org/10.2478/amt-2018-0039>
- [2] Ráthy, I., Pinke, P., Fábíán, E., R., Nagyné, H., E.: Polimer mátrixú kompozitok töltőanyag tartalmának vizsgálata. In: Horváth, R., Beke, É., Stadler, R., G.: *Mérnöki Szimpózium a Bánkiban (ESB 2019)*, Óbudai Egyetem, Budapest, 29-32. <http://bgk.uni-obuda.hu/esb/2019>
- [3] Ráthy, I., Pinke, P., Fábíán, E., R., Nagyné, H., E.: Structural Investigation of Granular Composites by Modern Methods. *International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS)* Vol. 5. (2020). No. 2, 179-185. DOI: 10.21791/IJEMS.2020.2.23.
- [4] Réger, M., Gáti, J., Nagyné, H., E., Horváth, R., Pinke, P.: WC-Co szerszám indentációs törési szívósságának meghatározása. In: Horváth, R., Beke, É., Stadler, R., G.: *Mérnöki Szimpózium a Bánkiban (ESB 2020)*, Óbudai Egyetem, Budapest, 7-12. <http://bgk.uni-obuda.hu/esb/2020>
- [5] Horváth, R., Fábíán, E., R., Stadler, R., G., Pinke, P.: Marószerszámok erőtani és tönkremeneteli vizsgálata. *GÉP* 72: 3-4, 35-41, (2021)
- [6] Pinke, P., Horváth, R., Stadler, R., G., Rácz, V.: Erőtani és tönkremeneteli vizsgálat korrózióálló acél marása során. In: Horváth, R., Lukács, J., Stadler, R., G.: *Mérnöki Szimpózium a Bánkiban (ESB 2021)*, Óbudai Egyetem, Budapest, 160-165. <http://bgk.uni-obuda.hu/esb/2021>
- [7] Horváth, R., Réger, M., Oláh, F.: Characterisation of defects in die cast aluminium parts. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 1246 (2022) 012016, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1246/1/012016>
- [8] Horváth, R., Réger, M., Gáti, J., Oláh, F.: Nyomásosan öntött alumínium alkatrész folytonossági hibáinak jellemzése. *ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA 2021/IV.*, 6-11.
- [9] Réger, M., Gáti, J., Horváth, R., Fábíán, E., R., Oláh, F., Huszák, Cs., Bubonyi, T.: Gáztömör nyomásos alumínium öntvény porozitásának roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálata. *ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA 2023/I.*, 17-24.
- [10] Réger, M. et al.: Modelling the impregnation of a pressure-tight casting, *Inter Metalcast* (2024), <https://doi.org/10.1007/s40962-024-01272-1>.