



**Proiect:** Materiale compozite armate în legătură cu sectoarele aeronautică și construcții – RECOMLABS-3  
**Etapa 2** - Realizarea, testarea și avizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect. Definitivarea strategiei de diseminare a rezultatelor proiectului. Finalizarea proiectului.

## **RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC AL ETAPEI nr.2**

**Cod proiect:** ERANET-INCOMERA-RECOMLABS-3

**Contract:** nr. 10 / 2018

**Denumire proiect:** Materiale compozite armate în legătură cu sectoarele aeronautică și construcții

**Etapa: 2** - Realizarea, testarea și avizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect. Definitivarea strategiei de diseminare a rezultatelor proiectului. Finalizarea proiectului.

**Termen de predare:** 31.12.2019



**Proiect:** Materiale compozite armate în legătură cu sectoarele aeronautică și construcții – RECOMLABS-3  
**Etapa 2** - Realizarea, testarea și avizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect. Definitivarea strategiei de diseminare a rezultatelor proiectului. Finalizarea proiectului.

## 1. Obiectivul general al proiectului

Proiectul RECOMLABS reunește o echipă de șase organizații, trei din vestul Greciei și trei din România, cu mai mult de cincisprezece ani de implicare activă în proiectele de cercetare NMP. Obiectivul principal al proiectului este de a utiliza patrimoniul acumulat anterior în confecționarea materialelor compozite cu proprietăți relevante pentru domeniul aeronautică și de a extinde aplicabilitatea acestor materiale în domeniul construcțiilor (civile, industriale, turistice etc).

Punctul de plecare va fi reprezentat de niște metode testate și atestate în condiții de laborator, pentru a dezvolta componente potrivite pentru a construi pereți interiori și pentru izolarea termică exterioară a clădirilor, cu capacități îmbunătățite la radiații UV și auto-curățare. În ansamblu, se propune un produs inovator pentru utilizatori finali, ceea ce ar putea conduce la o aplicație pe piață. Acest lucru se poate realiza prin extinderea activităților de testare în condiții reale de funcționare. Proiectul vizează transferul de la produse de nișă la produse de piață mai largi, crescând astfel impactul său social și dimensiunea industrială.

## 2. Obiectivele etapei

Etapa curentă a fost destinată activităților de tip *realizare*, respectiv *testare*, *avizare* (**Etapa: 2** - Realizarea, testarea și avizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect. Definitivarea strategiei de diseminare a rezultatelor proiectului. Finalizarea proiectului), având ca obiective principale:

- O 2.1 - Realizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect;
- O 2.2 - Testarea demonstratorului sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect;
- O 2.3 - Avizarea demonstratorului sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect;
- O 2.4 - Achiziție servicii de consultanță în domeniul inovării și de sprijinire a inovării.



**Proiect:** Materiale compozite armate în legătură cu sectoarele aeronautică și construcții – RECOMLABS-3  
**Etapa 2** - Realizarea, testarea și avizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect. Definitivarea strategiei de diseminare a rezultatelor proiectului. Finalizarea proiectului.

### **3. Rezumatul etapei; gradul de atingere a rezultatelor estimate**

Pentru atingerea obiectivelor etapei, s-au desfășurat următoarele activități:

- A 2.1 - Realizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect;
- A 2.2 - Testarea demonstratorului sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect;
- A 2.3 - Avizarea demonstratorului sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect;
- A 2.4 - Achiziție servicii de consultanță în domeniul inovării și de sprijinire a inovării;

Rezultatele estimate și realizate ca urmare a desfășurării acestor activități sunt următoarele:

- RST-Extenso\_A2.1\_ Realizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite;
- RST-Extenso\_A2.2\_ Testarea demonstratorului sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite;
- RST-Extenso\_A2.3\_ Avizarea demonstratorului sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite;
- RST-Extenso\_A2.4\_ Achiziție servicii de consultanță în domeniul inovării și de sprijinire a inovării.

### **4. Descrierea științifică și tehnică, cu punerea în evidență a rezultatelor etapei și gradul de realizare a obiectivelor**

- ***RST-Extenso\_A2.1\_ Realizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite***

Prezentul raport contribuie la elaborarea proiectului privind capitolul „D4.2 - Fabricarea la scară mică. Rapoarte ale proprietăților de materiale multifuncționale dezvoltate.” Realizarea infrastructurii de fabricare la scară mică și analiza proprietăților materialelor obținute,



**Proiect:** Materiale compozite armate în legătură cu sectoarele aeronautică și construcții – RECOMLABS-3  
**Etapa 2** - Realizarea, testarea și avizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect. Definitivarea strategiei de diseminare a rezultatelor proiectului. Finalizarea proiectului.

reprezintă rezultatele lucrărilor de cercetare efectuate pe parcursul obiectivului 4.2, în care TESAGON a fost responsabil cu proceselor de fabricație a materialelor compozite, în vederea automatizării acestora.

Pe baza analizei principalelor procese tehnologice de fabricație a materialelor compozite și de realizare a diferitelor piese și componente din aceste materiale compozite, s-a realizat un sistem automat de verificare a parametrilor principali de pe linia de producție în vederea asigurării calității materialelor compozite produse.

• ***RST-Extenso\_A2.2\_Testarea demonstratorului sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite***

Acest raport contribuie la livrabilul proiectului “D4.3 – Demonstratoarele finale ale proiectului. Aspecte de realizare ale demonstratoarelor fizice” și este rezultatul lucrărilor de cercetare efectuate în timpul sarcinii 4.3 în care TESAGON a fost responsabil cu realizarea sistemului de automatizare și control al fabricației materialelor compozite dezvoltate în proiect.

• ***RST-Extenso\_A2.3\_Avizarea demonstratorului sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite***

Acest raport contribuie la livrabilul proiectului "D5.2 – Evaluarea produsului. Raport privind evaluarea produsului" și este rezultatul lucrărilor de cercetare efectuate în timpul sarcinii 5 în care TESAGON este responsabil cu evaluarea și avizarea sistemului de automatizare și control al calității pentru demonstratorul pentru producția materialelor compozite create în timpul desfășurării acestui proiect.

• ***RST-Extenso\_A2.4\_Achiziție servicii de consultanță în domeniul inovării și de sprijinire a inovării***

În cadrul acestei activități, TESAGON a derulat procedura de achiziție a serviciilor de consultanță în domeniul inovării și de sprijinire a inovării, în sprijinul realizării activităților prezentei etape și al monitorizării proiectului.



**Proiect:** Materiale compozite armate în legătură cu sectoarele aeronautică și construcții – RECOMLABS-3  
**Etapa 2** - Realizarea, testarea și avizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect. Definitivarea strategiei de diseminare a rezultatelor proiectului. Finalizarea proiectului.

## 5. Rezultatele etapei. Anexe

Rezultatele etapei, care se constituie ca anexe ale prezentului RST, sunt următoarele:

- RST-Extenso\_A2.1\_ Realizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite;
- RST-Extenso\_A2.2\_ Testarea demonstratorului sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite;
- RST-Extenso\_A2.3\_ Avizarea demonstratorului sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite;
- RST-Extenso\_A2.4\_ Achiziție servicii de consultanță în domeniul inovării și de sprijinire a inovării.

## 6. Concluzii

S-au desfășurat cu succes toate activitățile prevăzute în Planul de realizare a proiectului, fiind atinse toate obiectivele etapei și obținute toate rezultatele estimate și planificate pentru această etapă.

Pentru buna desfășurare a activităților etapei, s-au efectuat cheltuielile prevăzute în Devizul proiectului, anexă a Contractului de finanțare.

## Bibliografie

1. [1] Materials for biological safety through electromagnetic shielding D.D.L. Chung, O.I. Fisun, A.N. Goltsov, V.N. Kadantsev, Y.K. Alexandrov
2. [2] Vinoy K. J., Radar Absorbing Materials, Kluwer Academic Publishers, 1996
3. [3] P. S. Neelakanta, Handbook of electromagnetics materials. Boca Raton, FL: CRC Press, 1995
4. [4] P. Sjöblom, "Simple design approach against low velocity impact damage", Proc. 32th SAMPE Symp., Anaheim, 1987, pp. 529-39.
5. [5] D. Liu, "Impact-induced delamination - A view of bending stiffness mismatching", J. Compos. Mater., Vol. 22, 1988, pp. 674-92.



**Proiect:** Materiale compozite armate în legătură cu sectoarele aeronautică și construcții – RECOMLABS-3  
**Etapa 2** - Realizarea, testarea și avizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect. Definitivarea strategiei de diseminare a rezultatelor proiectului. Finalizarea proiectului.

6. [6] W.J. Cantwell and J. Morton, "The influence of varying projectile mass on the impact response of CFRP", *Compos. Struct.*, Vol. 13, 1989, pp. 101-114.
7. [7] A.D. Curson, D.R. Moore and D.C. Leach, "Impact failure mechanisms in carbon fiber/PEEK composites", *J. Thermopl. Compos.*, Vol. 3, 1990, pp. 24-31.
8. [8] J.C. Pritchard and P.J. Hogg, "The role of impact damage in post-impact compression testing", *Composites*, Vol. 21, 1990, pp. 503-511.
9. [9] E.F. Dost, L.B. Ilcewicz and W.B. Avery, "Effects of stacking sequence on impact damage resistance and residual strength for quasi-isotropic laminates", *ASTM STP 1110*, T.K. O'Brien Ed., 1991, pp. 476-500.
10. [10] Y.S. Kwon and B.V. Sankar, "Indentation-flexure and low-velocity impact damage in graphite epoxy laminates", *J. Compos. Technol. Res.*, Vol. 15, 2, 1993, pp. 102-11.
11. [11] W.C. Jackson and C.C. Poe, "The use of impact force as a scale parameter for the impact response of composite laminates", *J. Compos. Technol. Res.*, Vol. 15, 1993, pp. 282-9.
12. [12] G.A.O. Davies, X. Zhang, G. Zhou and S. Watson, "Numerical modeling of impact damage", *Composites*, Vol. 25, 5, 1994, pp. 342-50.
13. [13] D. Delfosse and A. Poursartip, "Energy-based approach to impact damage in CFRP laminates", *Composites Part A*, Vol. 28A, 1997, pp. 647-55.
14. [14] G.A. Bibo, P.J. Hogg, R. Backhouse and A. Mills, "Carbon-fibre noncrimp fabric laminates for cost-effective damage-tolerant structures", *Compos. Sci. Technol.*, Vol. 58, 1998, pp. 129-43.
15. [15] Y.P. Siow and V.P.W Shim, "An experimental study of low velocity impact damage in woven fiber composites", *J. Compos. Mater.*, Vol. 32, 1998, pp. 1178-202.
16. [16] S.L. Gao and J.K. Kim, "Effect of cooling rate on impact performance of carbon fibre/PEEK laminates", *Proc. 8th Europ. Conf. Compos. Mater. (ECCM-8)*, Woodhead Publ., Cambridge, 1998.
17. [17] G.A. Schoeppner and S. Abrate, "Delamination threshold loads for low velocity impact on composite laminates", *Composites Part A*, Vol. 31, 2000, pp. 903-15.
18. [18] R. Teti, P. Buonadonna, V. Lopresto, G. Caprino, "Volumetric Ultrasonic NDE of damaged CFRP laminates", *Acts of ECCM 10*, Brugge, June 3-7 2002, Paper n. 346.
19. [19] G. Caprino, V. Lopresto, "fenomeni di frattura in laminate sottili indotti da impatto a bassa velocità"
20. [20] M.O.W. Richardson and M.J. Wisheart, "Review of low-velocity impact properties of composite materials", *Composites Part A*, Vol. 27A, 1996, pp. 1123-31.
21. [21] S. Abrate, *Impact on composite structures*, Cambridge University Press, Cambridge, 1998.



**Proiect:** Materiale compozite armate în legătură cu sectoarele aeronautică și construcții – RECOMLABS-3  
**Etapa 2** - Realizarea, testarea și avizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect. Definitivarea strategiei de diseminare a rezultatelor proiectului. Finalizarea proiectului.

22. [22] S. Liu and F.-K. Chang, "Matrix cracking effect on delamination growth in composite laminates induced by a spherical indenter", *J. Compos. Mater.*, Vol. 28, 1994, pp. 940-77
23. [23] Cantwell, W.J. and Morton, J., "The impact resistance of composite materials - a review", *Composites*, 22(5), (1991), 347-62.
24. [24] Wang, H, and Vu-Khanh, "Impact-induced delamination in [05,905,05] carbon fiber/polyetheretherketone composite laminates", *Polymer Engineering and Science*, Vol. 31, No. 18, pp. 1301-1309.
25. [25] Aymerich, F., Bucchioni, A. e Priolo, P., "Impact Behaviour of quasi-isotropic graphite-PEEK laminates", *Key Engineering Materials*, 144, (1998), 63-74.
26. [26] Adebahr T, Roscher C., Adam J., Reinforcing nanoparticles in reactive resin. *European Coatings Journal*, n 4, April, 2001, p 144-149.
27. [27] Becker O., Varley R., Simon G., Morphology, thermal relaxations and mechanical properties of layered silicate nanocomposites based upon high-functionality epoxy resins, *Polymer* 43 (2002) 4365-4373.
28. [28] Becker O., Cheng Y.B., Varley R., Simon G., Layered Silicate Nanocomposites Based on Various High-Functionality Epoxy Resins: The Influence of Cure Temperature on Morphology, Mechanical Properties and Free Volume, *Macromolecules* 36 (2003) 1616-1625.
29. [29] Wetzel B., Hauptert F., Zhang M.Q., Epoxy nanocomposites with high mechanical and tribological performance. *Compos Sci Technol* 63 (2003) 2055-2067.
30. [30] Zhang M., Singh R.P., Mechanical reinforcement of unsaturated polyester by Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles, *Mater Lett* 58 (2004) 408-412.
31. [31] Lam C.K., Lau K.T., Cheung H.Y, Ling H.Y, Effect of ultrasound sonication in nanoclay clusters of nanoclay/epoxy composites, *Mater Lett* 59 (2005) 1369-1372-
32. [32] Lin J.C., Chang L.C., Nien M.H., Ho H.L., Mechanical behavior of various nanoparticle filled composites at low-velocity impact, *Compos Struct*, in press
33. [33] Timmerman J. F., Hayes B. S., Seferis J. C., Nanoclay reinforcement effects on the cryogenic microcracking carbon fiber/ epoxy composites. *Compos Sci Technol* 62, (2002), 1249-1258.
34. [34] Subramaniyan A. K., Bing Q., Nakaima D., Sun C.T., Effect of nanoclay on compressive strength of glass fiber composites, *Proc. of 18th Conference of ASC*, Gainesville, Florida, October 2003.
35. [35] Haque A., Shamsuzzoha M., Hussain F., Dean D., S2-Glass/Epoxy Polymer Nanocomposites: Manufacturing, Structures, Thermal and Mechanical Properties, *J Compos Mater*, 37, (2003), 1821-1837.
36. [36] Becker O., Varley R., Simon G., Use of Layered Silicates to Supplementary Toughen High Performance Epoxy Carbon Fibre Composites, *J Mater Sci Lett*, 22, (2003), 1411-1414.



**Proiect:** Materiale compozite armate în legătură cu sectoarele aeronautică și construcții – RECOMLABS-3  
**Etapa 2** - Realizarea, testarea și avizarea unui demonstrator al sistemului de automatizare și control pentru procesele de fabricație a materialelor compozite dezvoltate în proiect. Definitivarea strategiei de diseminare a rezultatelor proiectului. Finalizarea proiectului.

37. [37] Jen M.H.R., Tseng Y.C., Wu C. H., Manufacturing and mechanical response of nanocomposite laminates. *Compos Sci Technol*, 65 (2005), 775-779.
38. [38] Chisholm N., Mahfuz H., Rangari V. K., Ashfaq A., Jeelani S., Fabrication and mechanical characterization of carbon/SiC-epoxy nanocomposites, *Compos Struct* 67 (2005) 115–124.
39. [39] M. Cascione, B.Fiedler, M. Quaresimina, K. Schulte, M.H.G. Wichmann, Preparazione e caratterizzazione di nanocompositi a matrice epossidica.