



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București

Facultatea de Inginerie Aerospațială
Departamentul de Grafică Inginerească și Design Industrial

TEZĂ DE ABILITARE

**Provocări ale inovației privind influența factorului
uman în dezvoltarea de produse sustenabile**

**Innovation challenges on the human factor
influencing the development of sustainable products**

Autor: șl. dr. ing. **Ana-Maria NICOLAU (AVRAMESCU)**

București
2024

Rezumat

Teza de abilitare intitulată “Provocări ale inovației privind influența factorului uman în dezvoltarea de produse sustenabile” conține activități de cercetare desfășurate în perioada 2013-2023. Rezultatele prezentate, atât lucrările științifice, cât și rapoartele de cercetare, au fost realizate după finalizarea și susținerea tezei de doctorat în anul 2013 în Franța, în cadrul Université de Technologie Belfort – Montbéliard, Département d’Ergonomie, Design Industriel et Mécanique, Montbéliard.

Dorința obținerii atestatului de abilitare în domeniul de studii universitare de doctorat în Inginerie Industrială a luat naștere din motive didactice și motive științifice. Întreaga experiență didactică și de cercetare mi-a dat ocazia să îmi îmbunătățesc calitățile de comunicare și, totodată, modul în care sunt transmise informațiile științifice. În perioada 2013-2023 am făcut parte din 4 proiecte de cercetare științifică și contracte de colaborare cu mediul socio-economic, din care la trei proiecte am avut calitatea de director de proiect. Alături de acești parteneri, întreaga activitate de cercetare științifică a reprezentat, de asemenea, o experiență care a favorizat acumularea de informații.

În perioada menționată am avut prilejul să cooperez cu experți în domeniu cu diverse specializări: ingineri, antreprenori, economiști. Această întreagă experiență dobândită a avut menirea să îmi perfecționeze percepția asupra designului, căutând totodată o armonizare între ideile specialiștilor care utilizează forma ca o cerință necesară a atribuțiilor și constrângerile din procesele de modelare și proiectare impuse de tehnologie. Cercetările elaborate în această perioadă se încadrează în aria dezvoltării de produs. Pentru realizarea procesului de dezvoltare trebuie identificate și rezolvate contradicțiile ingineresti asociate sistemului tehnic existent.

Domeniile centrale de interes sunt:

- Dezvoltare de produs, Inovație;
- Activități de modelare 3D, printare 3D, prototipare;
- Design senzorial, Factor Uman;
- Design sustenabil.

Elaborarea unei punți de legătură între diverși specialiști, de la simpla idee de produs propusă de echipa de designeri, până la utilizatorul final, reprezintă succesul de implementare a cercetărilor în domeniu. În mod esențial, consider că designul senzorial, precum și metodele și instrumentele asociate, trebuie să fie integrate în procesele de proiectare a produselor. Calitatea percepută, care este tratată de

designerul senzorial, este identificată drept criteriu central în comportamentul de cumpărare al consumatorilor, dar abordarea sa senzorială nu este sistematizată în procesul de proiectare a produsului. Implicarea caracteristicilor senzoriale ale produselor ar trebui să facă posibilă punerea la dispoziția designerilor specializați în dezvoltarea de produs a unei baze documentate care să faciliteze propunerile de design, astfel încât să fie garantată calitatea percepută a produselor lor. Prin urmare, rezultatele analizei senzoriale pot deveni relevante pentru echipele de proiectare care promovează luarea în considerare a calității percepute a produsului.

Această abordare ar trebui să permită proiectanților să consulte atât datele tehnice, cât și pe cele senzoriale. Rolul designerului senzorial trebuie studiat și luat în considerare pentru a-i permite să se poziționeze ca un co-designer. În acest scop vor trebui adaptate instrumentele de proiectare convenționale. Cu toate acestea, pentru a permite designerilor să înțeleagă aceste noi criterii de selecție în condiții bune, consider că este necesar să dezvoltăm noi aprofundări de direcții viitoare de cercetare.

Ca o consecință a celor menționate, teza de abilitare este sistematizată în jurul acestor subiecte și preocupări de cercetare, prezentând sumar în capitolul 1 întreaga activitate didactică și științifică.

În capitolul 2 au fost rezumate domeniile personale de cercetare, structura acestei părți de rezultate profesionale și contribuții științifice fiind prezentată succint mai jos:

- ❑ **2.1** Prezintă o succesiune de modalități de a crea, dezvolta și inova produse concepute în aplicațiile CAD. Atât funcția produsului dezvoltat, cât și tehnologia de confecționare constrâng forma 3D a acestuia. Această formă 3D a produsului ajută la conturarea trăsăturilor.
- ❑ **2.2** Prezintă posibilitățile de texturare, iluminare și randare care convertesc identitățile generate 3D în obiecte realiste.
- ❑ **2.3** Prezintă efectele vizuale aplicate scenelor 3D folosind umbre, lumini, texturi și modul în care acestea pot influența calitatea scenelor.
- ❑ **2.4** Prezintă modalitățile de realizare a animațiilor 3D, avându-și originea în creșterea gradului de realism al vizualizărilor și reprezentărilor în industria cinematografică, însă cu trecerea timpului a fost luată în considerare și în cercetarea științifică și industrială. Odată cu creșterea gradului de realism vizual și simulare fizică la nivelul softurilor specializate, animațiile 3D au devenit o alternativă din ce în ce mai puternică la metodele clasice de desen și reprezentare folosite în cercetarea științifică.

- ❑ **2.5** Prezintă tendințe din domeniul dezvoltării de produs al designului senzorial pentru industria din domeniu. Designul senzorial este un sector în continuă dezvoltare în străinătate unde iau naștere nenumărate inovații privind soluțiile de design, materiale, tehnologii de producție, chiar dacă în țara noastră este un subiect foarte puțin dezbătut.
- ❑ **2.6** Prezintă importanța implicării factorului uman în dezvoltarea de produs. Este evidențiată strânsa legătură între unele dintre cele mai importante elemente ale unui proces de dezvoltare de produs: factorul uman și principiile ergonomiei, echipamentul și mediul.
- ❑ **2.7** Prezintă un număr important de studii și cercetări corespunzătoare proiectării grafice și influența designului asupra produselor. Interdependența om-sistem este tratată cu mare atenție în stadiul actual al influenței inovației, ergonomiei și caracteristicilor senzoriale.
- ❑ **2.8** Prezintă demersurile de eco-design care vizează o îmbunătățire radicală a mediului și se concentrează pe serviciul pe care produsul trebuie să îl ofere consumatorului în condițiile ameliorării calității, echității și armoniei de mediu.
- ❑ **2.9** Prezintă importanța abordărilor sustenabile, cercetările efectuate ducând către o economie ecologică, în armonie cu mediul natural.

Ultima parte a tezei de abilitare, Capitolul 3, prezintă direcțiile de cercetare propuse. Având în vedere experiența dobândită și rezultatele de cercetare prezentate anterior, în această secțiune sunt avute în vedere extinderi ale cercetărilor descrise mai sus, prezentate după cum urmează:

- ✓ Implicarea factorului uman în toate etapele de dezvoltare de produs;
- ✓ Analiza senzorială a produselor / serviciilor;
- ✓ Integrarea funcțiilor de proiectare, marketing și fabricație în crearea unui nou produs.
- ✓ Extinderea noțiunii de „plăcut” în condițiile unei performanțe a produsului.

Abordările dezvoltării de produs și inovația centrată pe consumator sunt demersuri de proiectare care necesită plasarea factorului uman în centrul procesului de inovare. Proiectarea produselor cu scopul satisfacerii nevoilor consumatorilor, pentru a-i face să trăiască experiențe pozitive și de calitate, necesită implicarea lor în toate etapele procesului de proiectare. Această idee are în vedere să obțină o sensibilizare vis-a-vis de abordarea propusă, care este mai presus de toate o filozofie de lucru pentru echipa de proiectare. Această propunere are scopul să sensibilizeze în vederea modificării anumitor instrumente și metode, astfel încât utilizatorul să poată fi luat în considerare în procesul de inovare.

Summary

„Innovation challenges on the human factor influencing the development of sustainable products” is my habilitation thesis detailing my research activity during a 10 years span: 2013-2023. The results both of scientific papers and research reports included have been submitted after the presentation of my PhD thesis, which took place in France in 2013 at Université de Technologie Belfort – Montbéliard, Département d’Ergonomie, Design Industriel et Mécanique, Montbéliard.

Based on scientific and didactic reasons, the next step forward in my educational career is to obtain a habilitation attestation in the field of Industrial Engineering. I consider my extensive experience as teacher and researcher was an opportunity to improve my communication skills and my ability to correctly convey the scientific information. In the above mentioned 10 years interval I was part of four research projects and, based on several contracts, I was involved in cooperating with the socio-economic environment. In three of the mentioned projects I acted in managing capacity as project coordinator. This whole activity of scientific research, with the support of my respective partners, represented an experience that facilitated the acquiring of different types of information.

Therefore, in the mentioned projects, I had the opportunity to work with multiple experts in adjacent fields: engineers, entrepreneurs, economists. As a result, I was able to gain an experience that refined my perception on design in general, with the particular aim of finding the perfect balance between the innovative ideas of experts using shape in their day-to-day activity on one hand and the constraints that technology imposes over the manufacturing process on the other. The research I focused on extensively is the area of product design. In order to achieve a performant result in the developing process of a product we must find and solve the inherent engineering contradictions of the existing technical system.

My main fields of interest and expertise are:

- Product development and design; Innovation
- Modelling in 3D, 3D printing, prototypes
- Sensory Design, Human Factor
- Sustainable Design.

In order to succeed in implementing the research in real life we need a proper bridge meant to reduce the gap between the different experts involved in product design – from the simple idea of a product

that designing team is proposing to the final user. Therefore, in my view, the sensory design and its tools and methods must be integrated in the process of creating a product. The perceived quality, a main aspect of sensory design, is considered an essential criterium for the consumer's behavior. Unfortunately, the sensory approach is not properly systematized in the creation process. When considering the sensory characteristics of the products, we should be able supply the product designers with a thorough database aimed at guaranteeing the perceived quality of the various products intended for designing. As a consequence, the results of the sensory analysis could be more than relevant for the designing teams inclining to support the perceived quality aspect of a product, allowing the design engineers to be able to have access both at technical and sensory data. The role of the sensory designer has to be well documented in order to be considered as a co-designer. To that end we must change our usual conventional designing tools. As such, it is of paramount importance to develop future in depth research branches in order to grant the designers a good understanding of the new sensory criteria of selection for their products.

Taking into account all the arguments mentioned above, the habilitation thesis is structured around these topics of research, summarizing in Chapter 1 my entire teaching and scientific activity.

Chapter 2 is a presentation of my personal research interests. The structure of this chapter, detailing my professional results and my scientific contribution is briefly described below:

- ❑ **2.1** It presents a succession of steps in order to create and develop innovative products using CAD software. The shaping constraints are due both to the product further function and the manufacturing technology. The 3D shape of a product helps to outline its features.
- ❑ **2.2** It presents the various options for texture, light and rendering, converting the 3D shapes into realistic objects.
- ❑ **2.3** It presents the visual effects applied to 3D scenes, using shadows, light and texture that could influence the quality of those scenes.
- ❑ **2.4** It presents the different ways of creating 3D animations, originating in the increase of the realism degree of the visual representation in the movie industry. After a certain amount of time, this method was also considered for the scientific and industrial research. The increase in the degree of visual realism and physical simulation of specialized software led the engineering industry to consider it a better alternative to the classic drawing and representation methods used in scientific research.

- ❑ **2.5** It presents trends in the sensory design branch of the product design field. Abroad, the sensory design is a branch in continuous evolution and there are numerous innovations in finding solutions for the shape, material and manufacturing technology of a product. Unfortunately, in Romania this topic is less present in our scientific debate.
- ❑ **2.6** It presents the importance of the human factor in product creation, outlining the close connection between some of the very important elements of the design process: the human factor and ergonomic principles, technical gear and the environment.
- ❑ **2.7** It presents an important number of research studies for the graphic design and its influence on the products. The interdependence between the human factor and the system as a whole is a very important focus in the present stage of innovation, ergonomics and sensory features of a product.
- ❑ **2.9** It presents the eco-design approaches aiming at a radical improvement of the natural environment, with a focus on the benefit the product must grant its user, taking into account the highest standards for quality, equity and natural balance.
- ❑ **2.9** It presents the importance of a sustainable approach, as the research results are pointing toward a green economy, in balance with the natural environment.

The final part of the habilitation thesis, Chapter 3, details new research directions for the future. Based on the gained experience and the results already mentioned, in this section are presented extensions of the previously described studies, targeting the following directions:

- ✓ Involving the human factor in all stages of product design;
- ✓ Sensory analysis of the products / services;
- ✓ Integrating design, marketing and manufacturing principles in creating a new product;
- ✓ Extension of the „pleasant” concept in order to be included in the product performance.

Product design and innovation focused on consumer are creative approaches that force us to put the human factor in the center of the innovation process. Creating products to satisfy the consumer’s needs and able to make them have a positive experience also means to involve the user in all stages of the product design. This idea has the aim at sensitize all actors involved towards this approach that tends to be, above all, a working philosophy for the creation team. The goal of this proposition is to focus all the attention on changing certain tools and methods, enabling us to consider the user in the innovation process.