



SHOEDES - Noile calificări ale designerilor de încălțăminte pentru produse sustenabile care respectă cerințele emergente ale economiei circulare
2021-1-TR01-KA220-VET-000028186



PACHETUL DE LUCRU 3

MOOC PRIVIND "DESIGNUL ÎNCĂLȚĂMINTEI PENTRU ECONOMIA CIRCULARĂ"

SARCINA R3.3. CONȚINUT PENTRU MOOC



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



REZULTATUL MODULULUI DE ÎNVĂȚARE 3

DESIGNUL PRODUSELOR DE ÎNCĂLȚĂMINTE PENTRU ECONOMIA CIRCULARĂ

LECȚIA 3.5

Prototipare, testare și analiză

PARTENER: TUIASI - UNIVERSITATEA TEHNICĂ GHEORGHE ASACHI DIN IAȘI

AUTORI: AURA MIHAI, MARIANA COSTEA, ARINA SEUL, ADRIANA CHIRILA

Declarație de non răspundere

Acest proiect a fost cofinanțat de Programul Erasmus+ al Uniunii Europene.

Informațiile și opiniile prezentate în această publicație aparțin autorului (autorilor) și nu reflectă în mod necesar opinia oficială a Uniunii Europene. Nici instituțiile și organismele Uniunii Europene, nici persoanele care acționează în numele acestora nu pot fi considerate responsabile pentru utilizarea care poate fi făcută din informațiile conținute în această publicație.

Copyright © Consorțiul SHOEDES, 2022-2025

Sunteți liber să partajați, să copiați și să redistribuiți materialul în orice mediu sau format, precum și să adaptați, să transformați și să construiți pe baza materialului în orice scop, chiar și comercial, cu condiția să acordați creditul corespunzător proiectului și parteneriatului și să indicați dacă au fost făcute modificări. Puteți face acest lucru în orice mod rezonabil, dar în niciun caz într-un mod care să sugereze că parteneriatul sau Comisia Europeană vă aprobă pe dumneavoastră sau utilizarea dumneavoastră. Nu puteți aplica termeni legali sau măsuri tehnologice care să restricționeze din punct de vedere juridic posibilitatea altora de a utiliza materialul în același mod în care ați făcut-o dumneavoastră.





CUPRINS

1. INTRODUCERE.....	3
2. PROTOTIPARE	4
2.1. Tehnici de prototipare pentru încălțăminte	5
2.2. Principiile economiei circulare pentru prototipuri	6
3. TESTAREA PRODUSELOR DE ÎNCĂLȚĂMINTE.....	8
4. ANALIZA PRODUSELOR DE ÎNCĂLȚĂMINTE	10
4.1. Analiza funcțională, estetică și expresivă (FEE).....	10
4.2. Analiză cuprinzătoare a produselor	13
4.3. Principiile economiei circulare integrate în etapele de testare și analiză	14
REFERINȚE.....	17



1. INTRODUCERE

Prototiparea, testarea și analiza (figura 1) sunt componente esențiale ale procesului de proiectare a încălțămintei care asigură dezvoltarea unor produse funcționale și de înaltă calitate. Aceste etape implică crearea de prototipuri fizice sau virtuale, supunerea acestora la diverse teste și analiza rezultatelor pentru a lua decizii de proiectare în cunoștință de cauză^{1,2}.

Prototiparea presupune crearea de reprezentări fizice sau digitale ale modelelor de încălțămintă pentru a vizualiza, evalua și perfecționa conceptele. În funcție de faza de proiectare și de nivelul de detaliu necesar, prototipurile pot varia de la schițe de bază la modele 3D complexe sau chiar machete funcționale. Prototipurile ajută designerii și părțile interesate să înțeleagă mai bine forma, potrivirea și estetica generală a designului³.

Testarea încălțămintei presupune supunerea prototipurilor la o varietate de evaluări pentru a se asigura că acestea îndeplinesc standardele de performanță, confort și siguranță. După testare, datele colectate sunt analizate pentru a înțelege cum se comportă încălțămintea în diferite condiții. Această analiză oferă informații despre zonele care necesită îmbunătățiri sau modificări.

Testele și analizele asigură că produsul final se aliază la obiectivele de durabilitate, îndeplinește cerințele de performanță și funcționează conform destinației pe tot parcursul ciclului de viață. Prin evaluarea riguroasă a prototipurilor prin testare și analiză, proiectanții pot identifica potențialele puncte slabe, pot rafina proiectele și pot lua decizii în cunoștință de cauză pentru a îmbunătăți calitatea generală a produsului. În contextul principiilor economiei circulare, testarea și analiza sunt deosebit de importante pentru a crea produse care pot fi reparate, reutilizate sau reciclate în mod eficient⁴.



Figura 1. Prototiparea, testarea și analiza.

¹ Curteza, A., Mihai, A. (2005). Design- elemente, principii, aplicații, Editura Performantica, România. ISBN 973-730-149-8

² Mihai, A., Paștina, M., Harnagea, M., Rusu B., Volocariu, R., Dragomir, A., Ichim, M. (2009). Metode utilizate pentru conceptualizarea și dezvoltarea produselor de incaltaminte, Editura Performantica, România. ISBN 987-973-730-648-7

³ Lauff, C. A., Knight, D., Kotys-Schwartz, D., & Rentschler, M. E. (2020). Rolul prototipurilor în comunicarea între părțile interesate. Design Studies, 66, 1-34.

⁴ Paramount (2023). Ole de control al calității în testarea încălțămintei. Preluat de la <https://paramountinstruments.com/blog-detail/role-of-quality-control-in-footwear-testing>

2. PROTOTIPARE

Faza de prototipare este o etapă crucială în procesul de proiectare a oricărui produs, inclusiv a încălțămintei. Aceasta implică crearea unor modele fizice sau digitale ale produsului pentru a testa și perfecționa designul, funcționalitatea și performanța acestuia înainte de a trece la etapa de producție. În contextul designului de încălțămintei, prototiparea servește drept punte de legătură între concept și realitate, permițând designerilor să își vizualizeze ideile în forme tangibile și să identifice potențialele probleme încă din primele etape ale procesului.

În timpul fazei de prototipare, designerii au ocazia de a experimenta cu diferite materiale, structuri și caracteristici. Acest proces iterativ ajută la rafinarea designului și asigură faptul că produsul final îndeplinește obiectivele dorite și așteptările utilizatorilor. Prototiparea nu numai că ajută la rafinarea esteticii și funcționalității încălțămintei, dar joacă, de asemenea, un rol semnificativ în alinierea designului la principiile economiei circulare⁵.

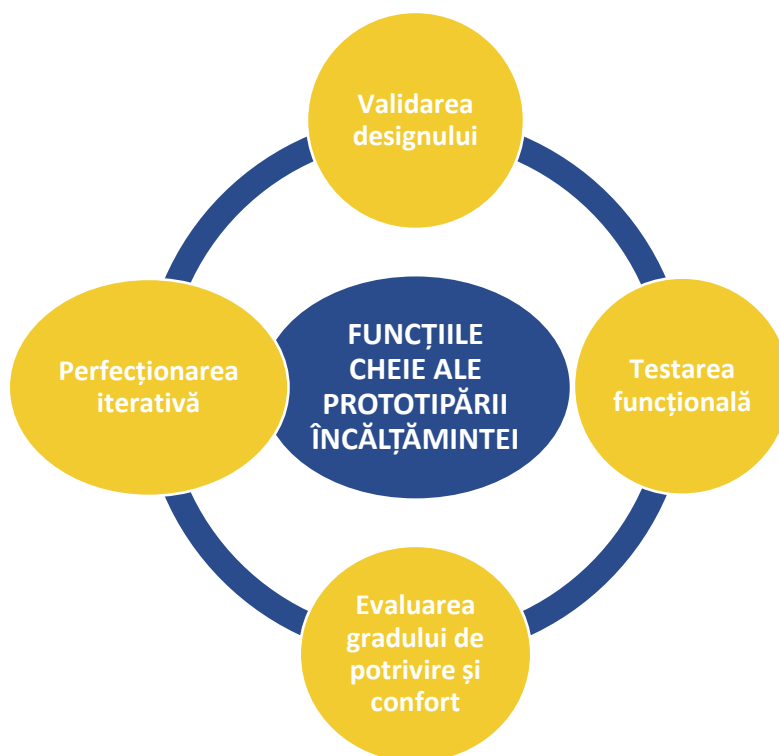


Figura 2. Funcțiile cheie ale prototipării încălțămintei.

⁵ Coughlan, P., Suri, J. F., & Canales, K. (2007). Prototipuri ca instrumente (de proiectare) pentru schimbarea comportamentală și organizațională: O abordare bazată pe design pentru a ajuta organizațiile să schimbe comportamentele de lucru. *The journal of applied behavioral science*, 43(1), 122-134.

2.1. Tehnici de prototipare pentru încălțăminte

În proiectarea încălțăminte, se pot folosi diferite tipuri de tehnici de prototipare pentru a crea reprezentări fizice sau digitale ale produsului. Aceste prototipuri servesc unor scopuri diferite în diferite etape ale procesului de proiectare. Tipurile comune de prototipare utilizate în proiectarea încălțăminte sunt: prototiparea fizică și digitală.

Prototiparea fizică



*Figura 3. Prototipul fizic al unui produs de încălțăminte conceput în conformitate cu principiile economiei circulare.
Credit: TUIASI- Alexandru Urma, Marin Cojocari și Diana Misiru*

Un prototip fizic este modelul unui produs sau o reprezentare tangibilă, tridimensională a unui concept care se creează în timpul procesului de dezvoltare a produsului. Acesta este construit pentru a permite demonstrarea vizuală și fizică a caracteristicilor prevăzute, și funcționalitatea produsului final. Prototipurile fizice sunt adesea construite cu ajutorul unor materiale similare cu cele care vor fi utilizate în produsul real, permițând designerilor, inginerilor, și părțile interesate să evalueze și să analizeze diferite aspecte ale designului, cum ar fi aspectele estetice, ergonomia, funcționalitatea și potrivirea.

Prototipurile fizice pot varia de la machete de bază realizate cu materiale simple până la reprezentări foarte detaliate și funcționale care seamănă foarte mult cu produsul final (figura 4). Acestea joacă un rol crucial în validarea, testarea și comunicarea designului, permițând o mai bună înțelegere a formei și funcției produsului și luarea unor decizii în cunoștință de cauză cu privire la dezvoltarea acestuia⁶.



Modele conceptuale: Acestea sunt reprezentări fizice de bază ale conceptului de proiectare. Ele ajută proiectanții să vizualizeze forma generală, forma și proporțiile încălțăminte.



Machete: Machetele sunt create folosind materiale ieftine pentru a reprezenta structura generală și senzația de ansamblu a încălțăminte.



Prototipuri funcționale: Aceste prototipuri sunt mai avansate și sunt create folosind materiale similare cu produsul final. Ele permit designerilor să testeze aspecte precum amortizarea, susținerea și performanța generală.

⁶ Lauff, C.(2018). Prototiparea în sălbăticie: rolul prototipurilor în companii.



Prototipuri imprimate 3D: Tehnologia de imprimare 3D permite designerilor să creeze prototipuri precise și complexe strat cu strat. Acest lucru este util pentru testarea formelor și modelelor complexe.



Prototipuri portabile: Acestea sunt prototipuri mai rafinate care seamănă foarte mult cu produsul final. Acestea pot fi purtate pentru a testa confortul, potrivirea și funcționalitatea în condiții reale.

Figura 4. Tipuri de prototipuri fizice

Prototiparea digitală



Un prototip digital este un prototip virtual o reprezentare sau o simulare a un produs, un design sau un concept care este creat cu ajutorul instrumentelor și programelor informatice digitale. Spre deosebire de un prototip fizic, care este un model tangibil tridimensional, un prototip digital există într-un mediu digital și este compus din elemente și date virtuale. Principalele programe informatice utilizate pentru prototiparea virtuală a încălțăminteii sunt: ICad3d+, MindCAD, Romans CAD, precum și Rhino, Maya, etc.

2.2. Principiile economiei circulare pentru prototipuri

În contextul principiilor economiei circulare, faza de prototipare capătă o importanță suplimentară. Economia circulară urmărește să reducă la minimum deșeurile și să promoveze longevitatea produselor prin crearea unor sisteme în circuit închis în care resursele sunt reutilizate, refolosite și reciclate⁷. Proiectarea de prototipuri care se aliază la principiile economiei circulare este o modalitate proactivă de a contribui la o abordare mai durabilă și mai ecologică a designului. Principiile-cheie ale economiei circulare pe care se pune accentul în timpul fazei de prototipare sunt prezentate în figura 6.

⁷ Bouteille, R., Bakker, C., & Donke, T. (2020). Strategii de proiectare circulară pentru încălțăminte: Un studiu de caz al adidașilor sustenabili. Sustainability, 12(19), 8054.



Figura 6. Principiile cheie ale economiei circulare subliniate în timpul prototipării.

Durabilitate și longevitate	Reparabilitatea și modularitatea	Ușurința de dez asamblare
<p>Designul circular al încălțămintei pune accentul pe crearea unor produse care sunt construite pentru a dura. Prototipurile ar trebui să fie proiectate cu accent pe durabilitate, asigurându-se că pot rezista la uzură pe o durată de viață extinsă. Materialele alese pentru prototip ar trebui să fie de înaltă calitate și capabile să își mențină integritatea în timp, reducând astfel nevoia de înlocuiri frecvente.</p>	<p>Prototipurile ar trebui să încorporeze caracteristici care să faciliteze repararea și întreținerea. Acest lucru ar putea implica utilizarea unor componente modulare care pot fi înlocuite individual fără a afecta întregul produs.</p>	<p>Proiectarea circulară a încălțămintei încurajează proiectarea produselor ținând cont de considerentele legate de sfârșitul ciclului de viață. Prototipurile ar trebui să fie proiectate astfel încât să permită dez asamblarea ușoară în părțile lor constitutive. Această abordare de proiectare sprijină reciclarea eficientă și recuperarea materialelor la sfârșitul ciclului de viață al produsului.</p>

Punând accentul pe aceste principii în timpul fazei de prototipare, designerii pun bazele creării unor produse de încălțămintă care se aliniază la obiectivele economiei circulare de reducere a deșeurilor și de maximizare a eficienței resurselor. Natura iterativă a prototipării înseamnă, de asemenea, că designerii pot perfecționa continuu aceste aspecte pe baza testelor și a feedback-ului utilizatorilor, ceea ce duce la produse finale mai ecologice și mai durabile.

3. TESTAREA PRODUSELOR DE ÎNCĂLȚĂMINTE

Testarea încălțămintei presupune supunerea prototipurilor la o varietate de evaluări pentru a se asigura că acestea îndeplinesc standardele de performanță, confort și siguranță.

Testarea încălțămintei se realizează folosind o combinație de metode de testare standardizate, protocoale specifice industriei și proceduri de testare interne. Aceste teste îi ajută pe producători să identifice potențialele defecte de proiectare, să asigure conformitatea cu reglementările și să livreze consumatorilor produse de înaltă calitate.

În contextul proiectării încălțămintei aliniată la principiile economiei circulare, faza de testare capătă o importanță suplimentară. Economia circulară urmărește să reducă deșeurile și să promoveze eficiența resurselor, iar testarea joacă un rol crucial în asigurarea faptului că produsele de încălțămintă nu sunt doar funcționale, ci și durabile pe tot parcursul ciclului lor de viață. Pentru a evalua alinierea încălțămintei la principiile economiei circulare, trebuie testate mai multe aspecte (figura 7).

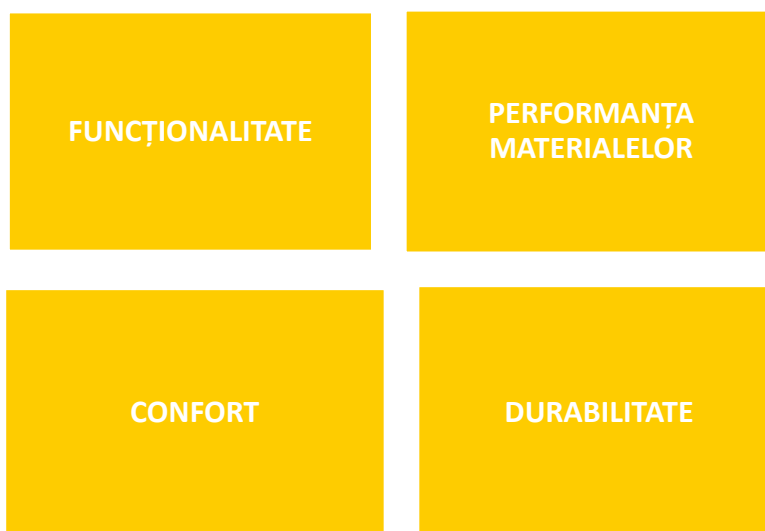


Figura 7. Principalele aspecte ale testării încălțămintei în contextul economiei circulare.

Testarea funcțională (uzură, flexibilitate, impact, abraziune, rezistență la apă, respirabilitate, aderența tălpii) evaluează cât de bine își îndeplinește încălțămintea funcția pentru care a fost concepută, cum ar fi alergarea, mersul pe jos sau asigurarea de suport. Economia circulară pune accentul pe proiectarea unor produse care au o durată de viață mai lungă și pot fi utilizate pentru

perioade îndelungate. Testarea funcțională evaluează modul în care încălțăminte își îndeplinește funcția prevăzută în timp. De exemplu, testarea modului în care talpa intermediară își păstrează proprietățile de amortizare după numeroase cicluri de uzură contribuie la asigurarea faptului că încălțăminte rămâne confortabilă și funcțională pe toată durata de viață, reducând necesitatea unor înlocuiri frecvente.



Figura 8.. Performanța încălțăminte. Sursa: <https://www.blcleathertech.com/news/footwear-testing>



Testarea performanțelor materialelor (figura 9) include evaluarea unor factori precum flexibilitatea, rezistența, confortul și răspunsul la diferite condiții de mediu. De exemplu, dacă un design de încălțăminte încorporează materiale reciclate, designerii trebuie să testeze dacă aceste materiale își păstrează integritatea și caracteristicile de performanță.

Figura 9. Testul de piele - Testul fizic al pielii. Sursa: <https://www.ctcgroupe.com/en/about-ctc/values-57-1.html>

Testarea confortului evaluează nivelul de confort al încălțăminte, luând în considerare factori precum amortizarea, potrivirea și respirabilitatea (figura 10). Confortul este un factor-cheie în prelungirea utilizării încălțăminte. Principiile economiei circulare încurajează proiectarea de produse pe care utilizatorii se bucură să le poarte pentru o perioadă îndelungată. Testarea confortului merge dincolo de evaluările inițiale de potrivire pentru a evalua cât de bine își menține confortul încălțăminte în timp. Asigurându-se că materialele rămân confortabile și nu se degradează rapid, designerii pot contribui la

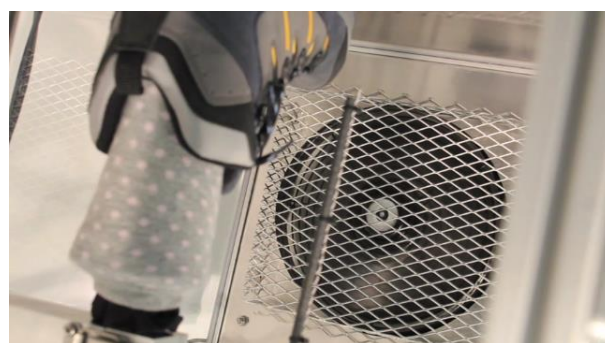


Figura 10. Testarea respirabilității încălțăminte. Sursa: <https://www.satrap.com/footwear/performance.php>

longevitatea încălțăminteii și la satisfacția utilizatorilor.⁸



Figura 11. Testarea durabilității încălțăminteii. Sursa: <https://pfi.hk/resources/an-overview-of-various-test-methods-of-flexing-durability-for-footwear/>

Testele de durabilitate (figura 11) simulează uzura pentru a evalua longevitatea încălțăminteii în condiții reale. Testarea durabilității este esențială în proiectarea încălțăminteii orientate spre economia circulară. Simularea uzurii și a ruperii prin teste riguroase poate dezvălui potențialele puncte slabe și zonele predispuse la deteriorare timpurie. Identificând aceste vulnerabilități și consolidând sau reproiectând în consecință, proiectanții pot crea încălțăminte care durează mai mult și contribuie la reducerea deșeurilor prin minimizarea eliminării premature.

Încorporarea principiilor economiei circulare în testarea încălțăminteii înseamnă nu numai evaluarea performanței, ci și a modului în care alegerile de design influențează eficiența resurselor, satisfacția utilizatorului și amprenta ecologică globală a produsului. Luând în considerare durabilitatea, confortul și siguranța încălțăminteii pe tot parcursul ciclului său de viață, designerii pot contribui la crearea unor produse care nu sunt doar funcționale, ci și durabile și aliniate la obiectivele economiei circulare.

4. ANALIZA PRODUSELOR DE ÎNCĂLȚĂMINTE

După testare, datele colectate sunt analizate pentru a înțelege cum se comportă încălțăminteii în diferite condiții. Această analiză oferă informații despre zonele care necesită îmbunătățiri sau modificări.

În contextul conceperii încălțăminteii cu accent pe economia circulară, faza de analiză joacă un rol crucial nu numai pentru a asigura performanța și funcționalitatea, ci și pentru a se alinia la principiile sustenabile.

4.1. Analiza funcțională, estetică și expresivă (FEE)

Analiza funcțională (F), estetică (E) și expresivă (E) este o abordare structurată utilizată în dezvoltarea și proiectarea produselor pentru a evalua diverse dimensiuni ale calităților și atributelor unui produs.

⁸ Proiectul SciLED. (2021). Încălțăminteii în secolul XXI. Competențe noi pentru conceperea bazată pe știință a unor produse de încălțăminteii confortabile, durabile și orientate spre modă, 601137-EPP-1-2018-1-1-RO-EPPKA2-KA. Recuperat de la <https://sciled.eu/>

Fiecare dintre aceste dimensiuni - funcționalitate, estetică și expresivitate - reprezintă un aspect diferit al modului în care un produs răspunde nevoilor și așteptărilor utilizatorilor. Acest model de analiză este utilizat în mod obișnuit în proiectarea încălțămintei și în dezvoltarea produselor de consum pentru a se asigura că produsul final se aliniază la preferințele și cerințele utilizatorilor⁹.

- **Funcționalitate**

Funcționalitatea (figura 13) se referă la modul în care un produs își îndeplinește scopul propus și satisface cerințele funcționale ale utilizatorilor. În contextul încălțămintei, analiza funcțională implică evaluarea unor aspecte precum confortul, potrivirea, susținerea, durabilitatea, siguranța și orice caracteristici sau tehnologii speciale încorporate în design. Scopul este de a se asigura că încălțămintea funcționează eficient și oferă caracteristicile necesare pe care utilizatorii le așteaptă pentru utilizarea prevăzută.



Figura 12. Considerații funcționale ale analizei FEE.

În contextul designului încălțămintei și al principiilor economiei circulare, instrumente precum **analiza cu elemente finite (AEF)** pot juca un rol semnificativ în evaluarea integrității structurale, a comportamentului materialelor și a performanței generale a prototipurilor (figura 14). AEF presupune utilizarea simulărilor pe calculator pentru a modela și a prezice modul în care diverse componente ale încălțămintei răspund la diferite tensiuni, sarcini și condiții. Pentru proiectarea orientată spre economia circulară, AEF poate ajuta la optimizarea aspectelor structurale ale încălțămintei, asigurându-se că designul rezistă la rigorile de utilizare și se aliniază la obiectivele de durabilitate. Prin testarea virtuală a diferitelor materiale și configurații de proiectare, proiectanții pot rafina structura pentru o performanță și o longevitate sporite.

⁹ Stokes, Bailey & Black, Catherine. (2012). Aplicarea modelului nevoilor funcționale, expresive și estetice ale consumatorului: Evaluarea nevoilor vestimentare ale adolescentelor cu dizabilități. Jurnalul internațional de design, tehnologie și educație în domeniul modei. 5. 1-8. 10.1080/17543266.2012.700735.



Figura 13. Rolul analizei cu elemente finite ca instrument de analiză a produselor de încălțăminte. Credit: TUIASI

O combinație de teste fizice și analize AEF oferă o înțelegere cuprinzătoare a funcționalității, performanței, impactului asupra mediului și alinierii la principiile economiei circulare.

- **Estetică**

Estetica (figura 15) se referă la aspectele vizuale și senzoriale ale designului unui produs. Analiza estetică presupune evaluarea atractivității vizuale generale, a stilului, a schemei de culori, a proporțiilor și a elementelor de design ale produsului. În cazul încălțăminte, considerentele estetice cuprind factori precum coerența vizuală a designului, alinierea la tendințele actuale și răspunsul emoțional pe care îl suscită la potențialii consumatori pe baza aspectului său.



Figura 14. Considerații estetice ale analizei FEE.

- **Expresivitate**

Expresivitatea (Figura 16) implică comunicarea unor semnificații mai profunde, a emoțiilor și a identității mărcii prin intermediul designului produsului. În contextul încălțăminte, ea depășește simpla estetică pentru a surprinde esența valorilor și identității brandului, precum și emoțiile pe care aceasta urmărește să le evoce în rândul consumatorilor. Analiza expresivă are în vedere cât de bine reflectă designul încălțăminte mesajul, personalitatea și asociațiile culturale ale mărcii.



Figura 15. Considerații privind caracterul expresiv al analizei FEE.

4.2. Analiză cuprinzătoare a produselor

Procesul de proiectare a încălțămintei implică mai multe etape cruciale pentru a rafina și selecta concepte care sunt aliniate cu specificațiile de proiectare, urmate de o analiză cuprinzătoare pentru a lua decizii informate pentru dezvoltarea ulterioară.

- **Analiza portofoliului**

După faza de creație, în care sunt generate diverse idei de design, se alcătuieste un portofoliu pregătit. Acest portofoliu include, de obicei, o serie de reprezentări vizuale, cum ar fi desene, schițe, machete și prototipuri ale diferitelor concepte de încălțămintă. Aceste concepte sunt rezultatul unui brainstorming creativ și al explorării. Scopul acestei etape este de a evalua critic conceptele și de a le selecta pe cele care corespund cel mai bine specificațiilor inițiale de proiectare.

- **Selectarea conceptelor**

În această etapă, proiectanții și factorii de decizie analizează conceptele din portofoliul pregătit. Analiza presupune evaluarea modului în care fiecare concept se aliniază la obiectivele de design stabilite, la preferințele publicului țintă și la tendințele pieței. Conceptele care îndeplinesc efectiv aceste criterii sunt alese pentru a trece la următoarele etape de dezvoltare. Acest proces de selecție asigură faptul că doar cele mai promițătoare și relevante idei merg mai departe, eficientizând procesul de proiectare și alocarea resurselor.

- **Analiza tehnologică**

Aceasta presupune evaluarea fezabilității de a transforma conceptele alese în produse de încălțămintă reale. Se iau în considerare factori precum materialele, tehnicile de producție, procesele de fabricație și orice inovații tehnologice necesare pentru a da viață modelelor. Această etapă asigură faptul că conceptele selectate pot fi produse folosind resursele și tehnologiile disponibile.

- **Analiza financiară**

Evaluarea aspectelor financiare implică estimarea costurilor asociate cu producerea la scară largă a conceptelor alese. Aceasta include costurile materialelor, manopera, cheltuielile generale de producție și orice alte cheltuieli relevante. Analiza financiară ajută la asigurarea faptului că

conceptele sunt viabile din punct de vedere financiar și se aliniază cu bugetul și strategia de prețuri a companiei.

- **Analiza de marketing**

Această etapă presupune evaluarea modului în care conceptele selectate se încadrează în peisajul mai larg al pieței. Se iau în considerare factori precum tendințele actuale, preferințele consumatorilor, concurența și cererea potențială. Analiza de marketing garantează că conceptele se potrivesc pieței și că pot atrage și rezona eficient cu publicul țintă vizat.



Figura 16. Analiza completă a produselor.

4.3. Principiile economiei circulare integrate în etapele de testare și analiză

Încorporarea principiilor economiei circulare în etapele de testare și analiză implică evaluarea prototipurilor cu un accent specific pe alinierea acestora la obiectivele de sustenabilitate. Economia circulară pune accentul pe minimizarea deșeurilor și pe maximizarea valorii resurselor pe parcursul întregului ciclu de viață al unui produs. Prin urmare, în timpul testării și analizei, proiectanții evaluează cât de bine se aliniază prototipurile la principii precum reparabilitatea, reutilizarea și reciclabilitatea.

- **Evaluarea potențialului de reciclare a materialelor și componentelor**

În timpul testării și analizei, proiectanții evaluează dacă materialele utilizate în prototip pot fi reciclate în mod eficient. Acest lucru implică înțelegerea caracteristicilor fiecărui material și a modului în care acestea pot fi prelucrate pentru reciclare sau refolosire la sfârșitul duratei de viață a produsului. Sunt preferate materialele care pot fi ușor separate și reciclate fără o degradare semnificativă, deoarece acestea contribuie la un sistem în circuit închis în care resursele pot fi utilizate în mod continuu.

De exemplu, designerii ar putea evalua dacă prototipul de încălțăminte este fabricat din materiale compatibile cu fluxurile de reciclare existente sau dacă acestea necesită procese specializate. Această evaluare ghidează deciziile de proiectare pentru a selecta materiale care să sprijine obiectivul economiei circulare de eficiență a resurselor¹⁰.

- **Evaluarea ușurinței de reparare și demontare**

Proiectarea de prototipuri ușor de reparat și dezasamblat este un aspect esențial al designului circular al încălțămintei. În timpul testării și analizei, proiectanții evaluează cât de bine sprijină prototipul activitățile de reparare și cât de fezabilă este dezasamblarea produsului în părțile sale constitutive. Această evaluare garantează că, atunci când produsul necesită în cele din urmă reparații, întreținere sau procesare la sfârșitul ciclului de viață, acestea pot fi efectuate în mod eficient¹¹.

De exemplu, proiectanții ar putea testa dacă elementele de fixare sunt accesibile și ușor de îndepărtat, dacă adezivii utilizați în prototip pot fi desprinși fără a deteriora componentele și dacă proiectul include conectori standardizați care facilitează înlocuirea unor piese specifice.

- **Estimarea duratei totale de viață a produsului**

Principiile economiei circulare încurajează prelungirea duratei de viață a produselor pentru a reduce la minimum nevoia de înlocuiri frecvente. În timpul testării și analizei, proiectanții estimează durata



Figura 17. Adidas- Pantofi făcuți pentru a fi refăcuți. Sursa: <https://news.adidas.com/running/ultraboost-dna-loop-launches-to-public-as--made-to-be-remade--running-shoes-come-to-creators-club-we/s/38b4b53e-2343-4d9a-9c59-20feda458e2b>

¹⁰ Mederle, K., Katschnig, J., & Braun, A. K. (2020). Strategii de proiectare circulară pentru sisteme de produse în circuit închis: Un studiu de caz privind încălțăminte reciclabilă. Resurse, conservare și reciclare, 158, 104807.

¹¹ Yu Fan Su, Robles, F. (2022). Proiectarea durabilă a încălțămintei circulare: un exemplu de economie circulară în industria încălțămintei.

de viață totală preconizată a prototipului pe baza unor factori precum durabilitatea materialelor, metodele de construcție și potențialul de reparare. Această estimare ajută la înțelegerea longevității produsului și a potențialului său de a contribui în mod pozitiv la economia circulară prin reducerea consumului și a deșeurilor.

De exemplu, pentru a evalua în mod cuprinzător impactul de mediu al încălțămintei, se realizează o evaluare a ciclului de viață (LCA) (Figura 19). LCA evaluează amprenta ecologică a produsului de la extragerea materiei prime până la eliminare, luând în considerare factori precum consumul de energie, emisiile și utilizarea resurselor în fiecare etapă a vieții produsului. Această analiză ghidează selecția materialelor, deciziile de proiectare și strategiile de încheiere a ciclului de viață, asigurându-se că produsul se aliniaza la obiectivele de sustenabilitate și contribuie la o economie mai circulară¹².

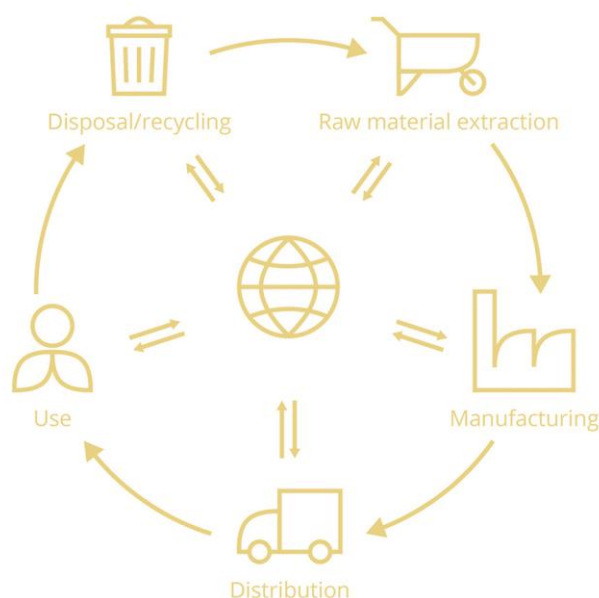


Figura 18. Metodologia de evaluare a ciclului de viață. Sursa: <https://pre-sustainability.com/articles/life-cycle-assessment-lca-basics/>

Încorporarea acestor principii ale economiei circulare în teste și analize asigură faptul că proiectanții iau în considerare în mod activ ciclul de viață al produsului și impactul acestuia asupra mediului. Prin luarea unor decizii de proiectare care acordă prioritate reciclabilității, reparabilității și longevității, designerii contribuie la o industrie a încălțămintei mai durabilă și mai eficientă din punct de vedere al resurselor.

¹² Golsteijn L. (2022), Life Cycle Assessment (LCA) explained. Extras din <https://pre-sustainability.com/articles/life-cycle-assessment-lca-basics/>

REFERINȚE

- Bouteille, R., Bakker, C., & Donke, T. (2020). Strategii de proiectare circulară pentru încălțăminte: Un studiu de caz al adidașilor sustenabili. *Sustainability*, 12(19), 8054.
- Coughlan, P., Suri, J. F., & Canales, K. (2007). Prototipuri ca instrumente (de proiectare) pentru schimbarea comportamentală și organizațională: O abordare bazată pe design pentru a ajuta organizațiile să schimbe comportamentele de lucru. *The journal of applied behavioral science*, 43(1), 122-134.
- Curteza, A., Mihai, A. (2005). Design- elemente, principii, aplicații, Editura Performantica, România. ISBN 973-730-149-8.
- Golsteijn L. (2022), Life Cycle Assessment (LCA) explained. Extras din <https://pre-sustainability.com/articles/life-cycle-assessment-lca-basics/>
- Lauff, C. (2018). Prototiparea în sălbăticie: rolul prototipurilor în companii.
- Lauff, C. A., Knight, D., Kotys-Schwartz, D., & Rentschler, M. E. (2020). Rolul prototipurilor în comunicarea între părțile interesate. *Design Studies*, 66, 1-34.
- Mederle, K., Katschnig, J., & Braun, A. K. (2020). Strategii de proiectare circulară pentru sisteme de produse în circuit închis: Un studiu de caz privind încălțăminte reciclabilă. *Resurse, conservare și reciclare*, 158, 104807.
- Mihai, A., Paștina, M., Harnagea, M., Rusu B., Volocariu, R., Dragomir, A., Ichim, M. (2009). Metode utilizate pentru conceptualizarea și dezvoltarea produselor de incaltaminte, Editura Performantica, România. ISBN 987-973-730-648-7.
- Paramount (2023). Ole de control al calității în testarea încălțăminte. Extras din <https://paramountinstruments.com/blog-detail/role-of-quality-control-in-footwear-testing>
- Proiectul SciLED. (2021). Încălțăminte în secolul XXI. Competențe noi pentru conceperea bazată pe știință a unor produse de încălțăminte confortabile, durabile și orientate spre modă, 601137-EPP-1-2018-1-1-RO-EPPKA2-KA. Recuperat de la <https://sciled.eu/>
- Stokes, Bailey & Black, Catherine. (2012). Aplicarea modelului nevoilor funcționale, expresive și estetice ale consumatorului: Evaluarea nevoilor vestimentare ale adolescentelor cu dizabilități. *Jurnalul internațional de design, tehnologie și educație în domeniul modei*. 5. 1-8. 10.1080/17543266.2012.700735.
- Yu Fan Su, Robles, F. (2022). Proiectarea durabilă a încălțăminte circulare: un exemplu de economie circulară în industria încălțăminte.

Tabel de figuri

<i>Figura 1. Prototiparea, testarea și analiza.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Funcțiile-cheie ale prototipării încălțăminte.</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3. Prototipul fizic al unui produs de încălțăminte conceput cu respectarea principiilor economiei circulare. Credit: TUIASI- Alexandru Urma, Marin Cojocari și Diana Misiru</i>	<i>5</i>
<i>Figura 4. Tipuri de prototipuri fizice.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 5. Prototipul digital al unui produs de încălțăminte proiectat cu respectarea principiilor economiei circulare. Credit: TUIASI- Maria Popa</i>	<i>6</i>
<i>Figura 6. Principiile cheie ale economiei circulare subliniate în timpul prototipării.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 7. Principalele aspecte ale testării încălțăminte în contextul economiei circulare.</i>	<i>8</i>
<i>Figura 8.. Performanța încălțăminte. Sursa: https://www.blcleathertech.com/news/footwear-testing.....</i>	<i>9</i>



Figura 9. Testul de piele - Testul fizic al pielii. Sursa: https://www.ctcgroupe.com/en/about-ctc/values-57-1.html	9
Figura 10. Testarea respirabilității încălțămintei. Sursa: https://www.satrap.com/footwear/performance.php	9
Figura 11. Testarea durabilității încălțămintei. Sursa: https://pfi.hk/resources/an-overview-of-various-test-methods-of-flexing-durability-for-footwear/	10
Figura 13. Considerații funcționale ale analizei FEE.	11
Figura 14. Rolul analizei cu elemente finite ca instrument pentru analiza produselor de încălțămintei. Credit: TUIASI	12
Figura 15. Considerații estetice ale analizei FEE.	12
Figura 16. Considerații privind caracterul expresiv al analizei FEE.	13
Figura 17. Analiza cuprinzătoare a produselor.	14
Figura 18. Pantofi Adidas- Made to be remade. Sursa: https://news.adidas.com/running/ultraboost-dna-loop-launches-to-public-as--made-to-be-remade--running-shoes-come-to-creators-club-we/s/38b4b53e-2343-4d9a-9c59-20feda458e2b	15
Figura 19. Metodologia de evaluare a ciclului de viață. Sursa: https://pre-sustainability.com/articles/life-cycle-assessment-lca-basics/	16



