

WARNING DEVICE FOR INCORRECT POSITION OF USER'S BACK

ZAHARIA Ștefania, VOINEA Costin-Bogdan, UȚICĂ Nicoleta-Georgiana,
MIERLITĂ Iulia-Sorina, CIOCOIU Daniela-Adriana, BĂCIOIU Mihaela-Roxana
Facultatea: IIR, Specializarea: Ingineria și Managementul Proceselor Complexe, Anul de studii: I,
e-mail: stefi_zaharia@yahoo.com

Conducători științifici: Conf. dr. ing **Bogdan Felician ABAZA**, Ș.l. dr. ing. **Manuela-Roxana DIJMĂRESCU**, Prof. dr. ing. **Marian GHEORGHE**, Conf. dr. ing. **Camelia STANCIU**

SUMMARY: The present study is based on the analysis of the proposed need for follow-up, market research, but also the analysis of some international patents in the medical / physiotherapeutic field. It addresses the issue of the link between user awareness of the existence of the problem and action to remedy it. Thus, by applying the sensors in key positions, a device is developed with which the user is alerted and can correct the position of his back. The analysis of the obtained results demonstrates to the user if he has corrected his back posture in time.

CUVINTE CHEIE: dispozitiv, postură, senzor, înclinație.

1. Introducere

Nevoia care a dus la dezvoltarea prezentei lucrări este poziția incorectă a spatelui.

Dispozitivul medical/ kinetoterapeutic de atenționare a posturii incorecte a spatelui are rolul de a ne ajuta în a avea o postură corectă a corpului, atât pe perioada statului pe scaun, cât și în picioare, în mers sau într-o perioadă de repaus.

Obiectivele urmărite în cadrul acestei lucrări sunt de dezvoltare a unui produs inovativ care să atenționeze utilizatorul la fiecare poziție incorectă a spatelui. De asemenea, toate datele colectate de către senzori vor alcătui un al doilea obiectiv, și anume, transpunerea informațiilor recepționate de senzori în grafice și diagrame care să informeze utilizatorul în mod interactiv asupra posturii abordate de-a lungul utilizării dispozitivului.

2. Analiza nevoii

Pentru a face o analiză a nevoii s-a pornit în primul rând de la poziția incorectă a noastră ca indivizi, atât pe perioada statului pe scaun, în picioare, în mers sau într-o perioadă de repaus. Tot pentru această analiză s-a realizat un chestionar pentru a identifica nevoile eventualilor utilizatori ai dispozitivului.

O caracterizare a nevoilor/ cerințelor exprimate se prezintă în tabelul 2.1, după cum urmează:

Tabelul 2.1. Nevoia exprimată

Nevoie exprimată	Parametru	Valoare
Vreau să fie rapid de ajustat	Timp	3-4 secunde
Vreau să fie ușor de reglat	-	Închidere velcro
Vreau să fie rezistent	Masă suportată	Max. 130 kg
Vreau să fie ușor	Masă/ Material	Max. 800 g
Vreau să fie ușor de depozitat	Volum	Max. 100 x 60 x 20 mm ³
Vreau să fie stabil	Centru de greutate stabil	În funcție de poziția corpului
Vreau să mă atenționeze de corectitudinea posturii	Dispozitiv cu senzor	Senzor de poziționare a mușchilor și oaselor
Vreau să am acces la datele colectate pe telefon	-	Conexiune Bluetooth – aplicație pentru telefon
Vreau să fie cu un design atrăgător	-	Design variat, gamă largă de culori

2.1 Analiza funcțională a nevoii

Elemente de mediu și interfețele acestor elemente cu dispozitivul pentru menținere a spatelui drept, sunt prezentate în figura 2.1.

La definirea funcțiilor sistemului, se urmăresc relațiile sistemului cu elementele de mediu [1].

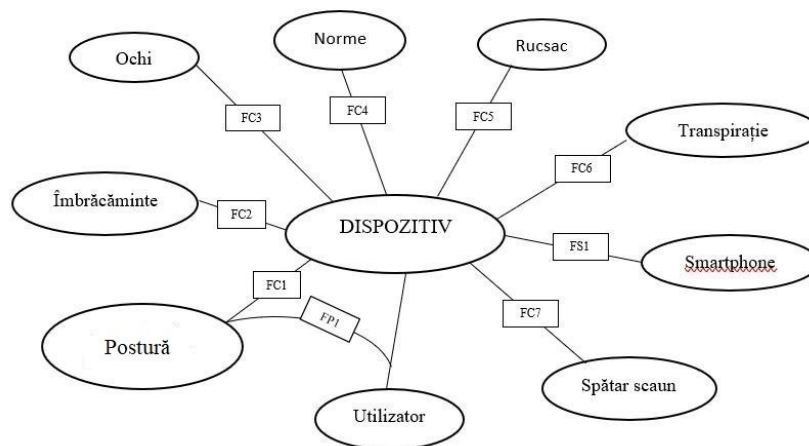


Fig.2.1. Relațiile sistemului elementele de mediu

Funcțiile produsului se prezintă în tabelul 2.2:

Tabelul 2.2. Funcțiile produsului

FP1 - menține poziția utilizatorului;	FC5 - este stabil;
FC1 - se adaptează la forma spatelui utilizatorului;	FC6 - alcatuit dintr-un material vaporos, care nu menține transpirația;
FC2 - este comod;	FC7 - este reglabil;
FC3 - este estetic;	FS1 - este compatibil cu diverse tipuri de smartphone;
FC4 - respectă normele medicale stabilite;	

În urma analizei reiese faptul că, prima funcție, cea de a menține poziția utilizatorului, este cea mai importantă. Pentru realizarea conceptelor aferente acestui proiect, s-a respectat cu prioritate această funcție.

3. Analiza pieței

3.1 Produse existente care răspund nevoii

În urma efectuării unei documentări riguroase, s-au selectat câteva produse concurente după cum se prezintă în figurile 3.1, 3.2:

Corset pentru corectarea și îndreptarea coloanei și a umerilor cu senzor inteligent



Fig. 3.1 [2]

Trainer postura Upright



Fig. 3.2 [3]

3.2 Analiza concurenței

O analiză comparativă între produsele concurente și produsul care se propune spre dezvoltare se prezintă în tabelul 3.1 după cum urmează:

Tabelul 3.1. Comparare specificații

Specificații				
Nr. crt	Produs	Dispozitiv de atenționare a posturii incorente a spatelui utilizatorului	Corset pentru corectarea și îndreptarea coloanei și a umerilor cu senzor inteligent	Trainer postura Upright
1.	Timp de ajustare	3 – 4 secunde	-	-
2.	Tip de prindere	Închidere velcro	-	-
3.	Masă suportată/Mărime	Max. 130 kg	Universală	-
4.	Masă/Material	Max. 800 g	Textil, antialergenic, nylon-elastic	-
5.	Volum	Max. 100 x 60 x 20 mm ³	-	48mm ³
6.	Centru de greutate stabil	În funcție de poziția corpului	-	-
7.	Tip atenționare	Vibrație	-	Vibrație
8.	Accesibilitate date	Conexiune Bluetooth – aplicație pentru telefon	-	-
9.	Culoare	Gamă largă de culori	Alb sau negru	-
10.	Timp de încărcare	Aprox. 1,3 ore	Aprox. 1,5 ore	30 h
11.	Încărcător	USB C	Universal cu micro USB inclus	-
12.	Voltaj încărcare	-	DC5V	-
13.	Curent încărcare	1200mA	500mA	-
14.	Specificații baterie	3,7 V/ 1000mAh	400mA/ 3,7V	-
15.	Interfață încărcare	USB C	Mini-USB	-

După cum se poate observa din tabelul 3.1, produsul propus spre dezvoltare prezintă câteva caracteristici care l-ar putea plasa pe un loc important în piață. Gama variată de culori, tipul încărcătorului, bateria cu specificațiile ei, etc., reprezintă unele dintre aceste avantaje pe care le-ar putea avea față de celelalte produse concurente [2-3].

3.3 Segmentarea pieței

3.3.1 Segmente de piață posibile și evaluarea acestora

Pentru segmentarea pieței s-a efectuat o analiză pentru produsul dezvoltat din punct de vedere geografic, demografic și economico-social.

Criteriile pe baza cărora se face segmentarea pieței sunt următoarele: vârstă, ocupație, gen, tipul de client etc.

Din punct de vedere geografic, zonele în care are loc piața de desfacere a produsului sunt județele Ilfov, Prahova, Argeș și Neamț. Acest lucru se datorează faptului că sunt județele de proveniență ale membrilor echipei, iar acest lucru ar influența atunci când produsul va fi lansat, dat spre utilizare.

Din punct de vedere demografic, conform unui studiu global [4] despre incidenta durerii de spate, s-a constatat că 88% din oamenii din țările participante la studiu suferă de această problemă. Dintre aceștia, 78 % cred că durerea de spate influențează în mod negativ activitatea profesională. Țările în care s-a efectuat studiul sunt: SUA, Mexic, Canada, Brazilia, Marea Britanie, Germania, Italia, Suedia, Polonia, Australia, Arabia Saudită, China, Japonia, Rusia. Conform unui alt studiu [5] efectuat în 187 țări, cercetătorii americani și australieni au constatat că aproape o zecime (9,4%) din populația lumii, inclusiv

copii, suferă de afecțiuni ale spatelui. Persoanele între 35 și 65 de ani se numără printre cei care prezintă cele mai mari riscuri. Activitatea pe care o desfășoară persoanele asupra cărora s-a efectuat studiul este în principal muncă de birou, cu o normă de minim 8 ore/ zi. Dispozitivul este destinat atât persoanelor de gen masculin, cât și celor de gen feminin, putându-se regla în funcție de înălțimea utilizatorului. Tipul de client care ar achiziționa un astfel de dispozitiv poate fi: persoană fizică, cabinet medical sau un centru de recuperare.

Din punct de vedere economico-social, venitul pe care un utilizator trebuie să îl aibă diferă în funcție de diverși factori, printre care: țara de proveniență, locul unde își desfășoară activitatea, pachetul salarial etc.

3.3.2 Alegerea segmentului țintă

Pentru dezvoltarea dispozitivului se va ține cont de segmentarea din punct de vedere demografic, iar criteriile pe care se bazează această segmentare sunt vârsta, genul, respectiv ocupația.

Tabelul 3.2. Alegere segment țintă

Vârstă	Gen				Ocupație							
	M	✓	F	✓	Elev	✓	Muncă de birou	X	Muncă de teren	X	Muncă mixtă	X
< 18 ani	M	✓	F	✓	Elev	✓	Muncă de birou	X	Muncă de teren	X	Muncă mixtă	X
18 – 30 ani	M	✓	F	✓	Elev	X	Muncă de birou	✓	Muncă de teren	✓	Muncă mixtă	✓
> 30 ani	M	✓	F	✓	Elev	X	Muncă de birou	✓	Muncă de teren	✓	Muncă mixtă	✓

3.3.3 Profilul clientului țintă

Pentru crearea profilului țintă, s-a efectuat o analiză ținându-se cont de segmental de interes menționat anterior. Din punct de vedere demografic, vârsta utilizatorului este de 18-30 ani, job sedentar, iar locul de muncă al acestuia poate fi de birou, de teren sau o combinație a acestora.

4. Dezvoltarea soluției tehnice

În baza dezvoltărilor efectuate la capitolele 2 și 3, s-a elaborat caietul de sarcini. Acesta reprezintă punctul de start din cadrul dezvoltării capitolului 4 [8].

4.1. Variante conceptuale

Ideea care a fost aleasă spre dezvoltare a condus la generarea a 6 variante conceptuale [9].

Prima variantă generată, schițată în figura 4.1, descrie un produs cu acționare de tip mecanic, prevăzut cu benzi elastice. Cu ajutorul acestora, dispozitivul se adaptează la forma spatelui, fiind foarte flexibil. Materialul din care sunt confecționate benzile elastice este unul antiderapant, prevenind astfel deplasarea dispozitivului de la poziția pe care utilizatorul a ales-o. Datorită faptului că acest concept face referire doar la componente cu mase foarte mici reprezintă un avantaj deosebit față de restul conceptelor generate. Această variantă conceptuală nu presupune implicarea tehnologiei software.

A doua variantă generată, schițată în figura 4.2, descrie un produs cu acționare de tip mecanic, prevăzut cu tijă și ventuze. Cu ajutorul acestora, dispozitivul se adaptează la forma spatelui, fiind mobil și flexibil. Cu toate că acest concept permite utilizatorului posibilitatea mișcării corpului în voie, tija din componența acestuia face îl face să nu fie 100% flexibil în comparație cu celelalte concept care nu folosesc această component. Nici această variantă conceptuală nu beneficiază în componența sa de tehnologie software.

Cea de-a treia variantă conceptuală, schițată în figura 4.3, propune un dispozitiv cu acționare de tip mecanico-electronic, prevăzut cu tijă și ventuze. Pe lângă cele menționate, acestui concept i s-au adăugat bretele elastice, astfel produsul se prezintă sub formă de rucsac. Spre deosebire de primele două

variante conceptuale, acest concept beneficiază de implementarea tehnologiei software pentru a realiza conexiunea cu telefonul. Dimensiunea acestui concept contravine total cu nevoia exprimată de a fi un produs mic, care să nu incomodeze utilizatorul la purtare.

Propunerea pentru cel de-al patrulea concept, schițat în figura 4.4, a fost un dispozitiv cu acționare de tip mecanico-electronic, prevăzut cu benzi elastice și senzori încorporați în acestea. Acest concept este conceput pentru a avea o masa cât mai mică, să fie dintr-un material vaporos, flexibil, care să permit pielii să respire și utilizatorului mișcarea. Și acest concept propune îmbinarea părții mecanice, cu cea electronice.

Următorul concept propus, conturat în figura 4.5, se prezintă ca cel anterior descris, însă, pe lângă benzile elastice, prezintă două ventuze care au rolul de a fixa poziția în care dispozitivul este așezat de utilizator.

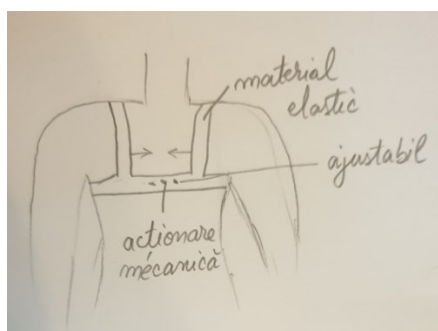


Fig. 4.1 Concept 1

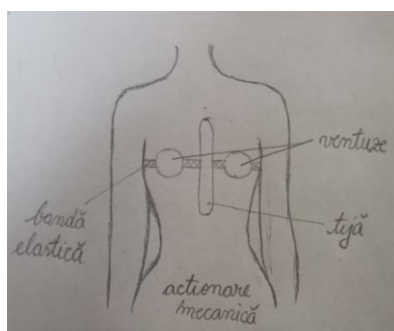


Fig. 4.2 Concept 2

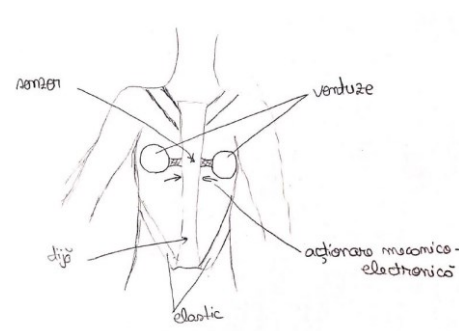


Fig.4.3 Concept 3

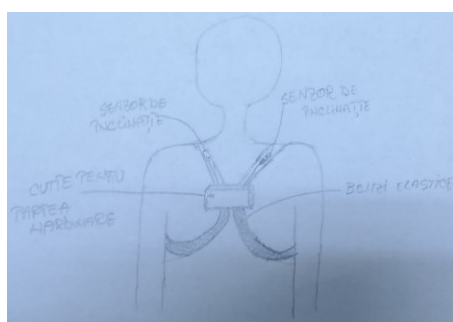


Fig. 4.4 Concept 4

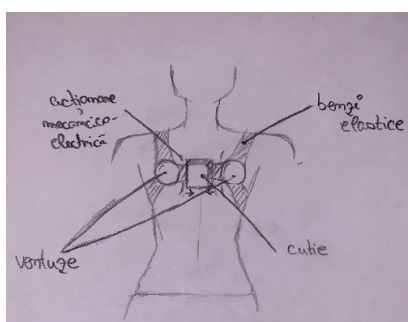


Fig. 4.5 Concept 5

4.2. Analiza și alegerea a două concepte

Pentru alegerea celor două concepte ce vor fi dezvoltate în continuare, s-a efectuat o analiză pe baza următoarelor criterii:

1. Sistem de prindere ușor de utilizat;
2. Prezența senzorilor pentru detectarea imediată a poziției incorecte;
3. Acționare mecanico-electronică;
4. Aspect simplist;

Analiza rezultată este reprezentată în tabelul 4.1.

Tabelul 4.1. Analiză concepte

Criteria	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4	Concept 5
1	3	4	3	5	4
2	1	1	4	5	5
3	1	1	5	5	5
4	5	4	2	4	5
TOTAL	10	10	14	19	19

În urma analizei criteriilor menționate în tabelul 4.1, se constată că există două concepte care se apropie cât mai mult de satisfacerea nevoii vizate. Cele două concepte sunt marcate în tabel prin bolduirea font-ului. Punctul cel mai important și care a fost definitiv în alegerea celor două concepte a fost modul de măsurare și detectare a poziției incorecte. Acesta presupune măsurarea unor unghiuri și în momentul în care punctele de referință depășesc intervalul prestabilit, se va declanșa vibrația [6].

4.3. Dezvoltarea conceptului propus pentru prototipare

Prezentul concept a fost ales în urma unei analize, pe baza anumitor criterii, dintr-o listă de concepte, el având punctajul cel mai mare. Așadar, punctajul ridicat pe care l-a obținut conduce la ideea că acesta va satisface la standarde înalte nevoia pe care ne-am propus să o satisfacem.

Modul de funcționare al acestui concept este după cum urmează: utilizatorul „îmbracă” dispozitivul asemenea cum ar îmbrăca un obiect vestimentar. Atunci când poziția utilizatorului depășește, în înclinare, unghiul prestabilit la configurarea dispozitivului, acesta începe să vibreze până când utilizatorul își va corecta poziția astfel încât ea să se afle în intervalul unghiular prestabilit, după cum se poate observa în figura 4.8. Unul din cei trei senzori va fi plasat în carcasa dispozitivului pentru înregistrarea coordonatelor punctului ales ca referință principală. Ceilalți doi senzori vor fi plasați pe mușchii deltoizi, care de asemenea vor înregistra coordonatele punctelor. Atunci când unghiul care se formează între senzorul din carcasă și ceilalți senzori va depăși intervalul de toleranță stabilit, dispozitivul va începe să vibreze [7]. Toate datele colectate de senzori, marcați în figura 4.7, vor fi înregistrate și vor fi prelucrate pentru a-i oferi utilizatorului grafice și diagrame care să ilustreze progresul pe care îl are utilizând acest dispozitiv.

Din punctul de vedere al solicitărilor care pot apărea la nivelul dispozitivului, nu există elemente care să intervină în bună desfășurare a acestuia. Masa totală a produsului este de ordinul sutelor de grame, așadar utilizatorul nu va fi afectat în sens negativ.

Modelul 3D al conceptului se prezintă în figurile 4.3, 4.4, 4.5, 4.6.

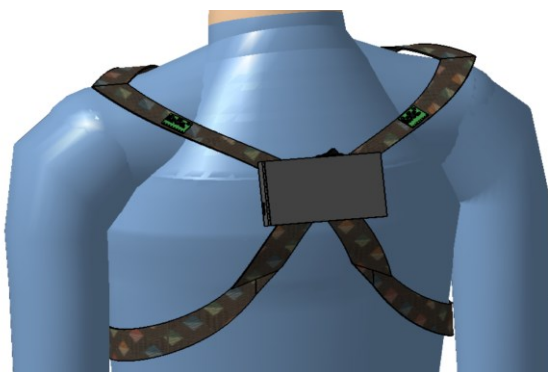


Fig. 4.3. Vedere izometrică 1

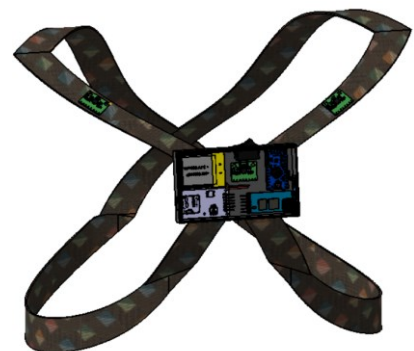


Fig. 4.4. Vedere izometrică 2

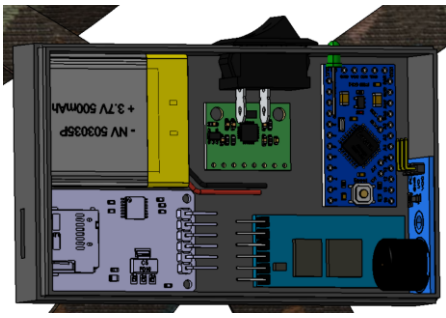


Fig. 4.5. Detaliu 1

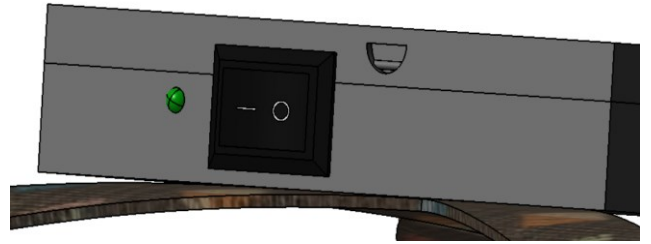


Fig. 4.6. Detaliu 2

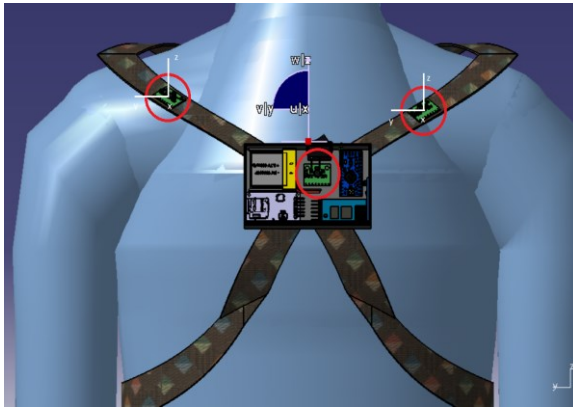


Fig. 4.7. Puncte de măsurare

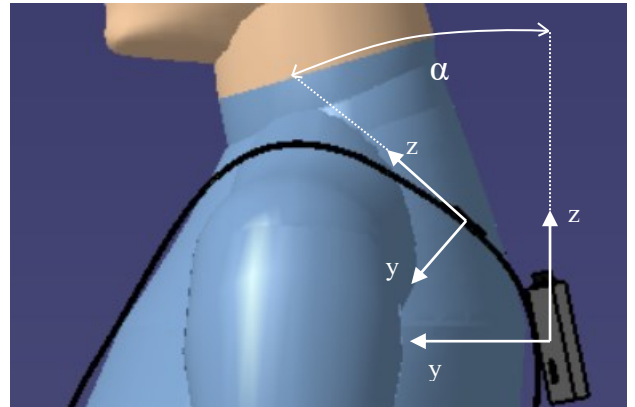


Fig. 4.8. Principiul de măsurare

5. Costurile componentelor produsului

Componentele care alcătuiesc produsul propus spre dezvoltare și costurile estimative de achiziție/fabricare ale acestora se regăsesc în tabelul 5.1.

Tabelul 5.1. Componente

Placă Arduino Pro Mini	1 buc.	~31 lei	Carcasă	1 buc.	
Senzor MPU6050	3 buc.	~15 lei	Capac	1 buc.	
Buton/ întrerupător	1 buc.	~5 lei	LED	1 buc.	~0,3 lei
Modul Bluetooth	1 buc.	~35 lei	Fire	25 buc.	~8 lei
Baterie 503035P	1 buc.	~30 lei	Bretele elastice	2 buc.	~10 lei
Modul adaptor micro SD	1 buc.	~6 lei	Modul Buzzer	1 buc.	~6 lei

După cum reiese din tabelul 5.1, costul estimativ total pentru prototiparea produsului nu depășește valoarea de 150 lei. Prețul final al produsului va fi diferit de cel prezentat în lucrarea de față. Costul producerii lui va scădea, vor apărea costuri de transport, valoarea profitului care se dorește a fi obținută în urma vânzării produsului și un procent de 2% din valoarea totală a produsului care reprezintă costurile pentru repararea produselor defecte (legislația din România obligă vânzătorul să asigure garanția produselor pe o perioadă de 1 an - personae juridice – și 2 ani pentru persoanele fizice).

6. Concluzii

În cadrul proiectului am folosit numeroase metode de analiză pentru a alege, în mod obiectiv, anumite puncte cheie din proiect.

Startul proiectului s-a bazat pe o metodă modernă a generării de idei, și anume, metoda brainstorming. Am analizat un număr mare de idei, în urmă cărora, am decis continuarea proiectului cu una singură. Pentru a ne putea forma o vedere de ansamblu asupra tipologiei de produs care să aibă la bază o idee ca cea selectată, am ales utilizarea metodei chestionarului și am studiat diverse cercetări și studii existente. Aceasta ne-a oferit suficiente informații pentru a putea trece la pasul următor, și anume, la cercetarea pieței, la efectuarea analizelor funcționale, atât interne, cât și externe.

Pentru a crea profilul clientului țintă am efectuat o analiză din punct de vedere demografic, psihologic și cel al nevoilor și dorințelor.

Am făcut analiza de riscuri pe proiect pe baza macroplanning-ului stabilit și am identificat și am soluționat riscurile cu criticitatea cea mai mare.

În primă fază, am elaborat mai multe concepte ale produsului. Acestea au suferit o analiză detaliată în urma căreia au rezultat doar două concepte vandabile. Dintre cele două concepte, cel care a rămas și a fost pus în dezvoltare este cel care s-a apropiat cel mai mult de cerințele noastre.

Am început căutarea și achiziționarea unor componente pentru începerea experimentării, după cum urmează: o placă arduino pro mini, un led, o placă breadboard, 3 senzori MPU6050, set de fire tată-tată și set de fire mamă-tată.

Pe lângă acestea, am dezbătut problema cu un specialist (kinetoterapeut) care ne-a oferit informațiile necesare pentru definirea posturii corecte, despre punctele importante care se află pe spate și care ar putea fi măsurabile și relevante în dezvoltarea unui produs de acest tip.

În următoarea perioadă, obiectivul nostru principal este să finalizăm prototipul, să îl testăm și să analizăm rezultatele astfel încât să îmbunătățim stadiul la care se află acesta pentru plasarea în producție a produsului.

7. Bibliografie

- [1]. Stanciu C., *Dezvoltare de produs și servicii inovative 1*, Note de curs, UPB, 2021
- [2]. ***, Emag, <https://www.emag.ro/corector-de-postura-inteligent-cu-senzor-de-vibratie-pentru-indreptare-spate-umeri-si-coloana-tenxcor-gri-marime-universala-tnx002/pd/DFN402MBM/>
- [3]. ***, UPRIGHT, https://store.uprightpose.com/products/upright-go2?_ga=2.6868656.344934286.1605198642-975295177.1605198642
- [4]. ***, <https://www.multivu.com/players/English/7542151-survey-uk-tops-the-bodypain-charts/document/5bf96f02-21c7-47d1-abea-dd15ea786119.pdf>
- [5]. ***, <https://www.medlife.ro/articole-medicale/durerile-de-spate-sunt-principalacauza-a-incapacitatii-de-munca-la-scara-mondiala-studii.html>
- [6]. Vitalyi Epishev, *Chair posture detection with force platform*, Advances in Health Sciences Research, volume 17, 4th International Conference on Innovations in Sports, Tourism and Instructional Science (ICISTIS 2019)
- [7]. Jian Wang, Xue Hua Liu, *Human Posture Recognition Method Based On Skeleton Vector With Depth Sensor*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 806, International Conference on AI and Big Data Application (AIBDA 2019) 20-22 December 2019, Guangzhou, China
- [8]. Abaza B., *Managementul proiectelor 1*, Note de curs, UPB, 2021
- [9]. Dijmărescu M., *Proiecte de dezvoltare 1, 2*, Note de curs, UPB, 2020-2021