

CERCETĂRI PRIVIND CONCEPȚIA, MODELAREA ȘI OPTIMIZAREA TOPOLOGICĂ A UNUI SISTEM MOBIL INDIVIDUAL

CRENICEAN Teodora¹, MATEI Marina²

Conducător științific: Prof.univ.dr.ing.ec. Cristian DOICIN

REZUMAT: Lucrarea abordează tema dezvoltării unor sisteme inovatoare de acționare și de asigurare a legăturii cu solul a cărucioarelor speciale pentru persoanele cu dizabilități locomotorii. Pornind de la modelele clasice, s-au căutat soluții de îmbunătățire și s-au modelat mecanisme ușor manevrabile, compacte care să facă mai ușoară utilizarea acestor echipamente medicale.

Problema principală la care s-a căutat soluție este cea a urcării/coborârii bordurilor înalte ale trotuarelor de către o persoană care se deplasează cu ajutorul unui cărucior special, acționat manual, fără însoțitor. În acest context, sunt prezentate abordări posibile pentru a soluționa problema identificată, la nivel de simulare a unor situații reale.

Soluțiile prezentate sunt perfectibile și vor fi îmbunătățite în continuare, astfel încât să poată fi integrate în cadrul unui produs de tip cărucior special pentru persoane cu dizabilități, fabricat în România.

CUVINTE CHEIE: cărucior special, roți, cadru, ambreiaj Steiber.

1 INTRODUCERE

Cărucioarele speciale au devenit astăzi indispensabile pentru persoanele care se confruntă cu diverse dizabilități locomotorii. Ele au reușit să îmbunătățească în mod semnificativ viața persoanelor cu probleme de mobilitate, oferindu-le o libertate de circulație din ce în ce mai mare. Folosirea pe scară largă a diferitelor tipuri de cărucioare speciale a generat o mulțime de variante constructive, cuprinzându-le pe cele care pot asigura echilibrarea pe două roți, mersul pe teren accidentat, urcatul sau coborâtul bordurii și scărilor. Cu toate acestea, există încă limitări în spațiile interioare și la depășirea unor obstacole.

De-a lungul ultimilor ani, cercetarea echipamentelor ortopedice a fost efectuată de mai mulți oameni de știință care au analizat diferite tipuri de mecanisme care pot depăși obstacole.

Obiectivul principal al lucrării este de a dezvolta și analiza noi variante constructive de cărucioare speciale, destinate deplasării persoanelor cu dizabilități locomotorii, ce pot fi folosite pentru plimbări în natură, pe un teren accidentat.

2 STADIUL ACTUAL

În lume, peste 65 de milioane de oameni sunt imobilizați în cărucioare speciale, reprezentând aproximativ 1% din populația planetei [1].

Viața într-un cărucior special oferă o perspectivă unică. Astfel, pentru o persoană cu o leziune a măduvei spinării, situație invalidantă, viața devine total diferită față de cea de dinainte, din punct de vedere fizic, profesional, social, psihologic.

În scopul reintegrării acestor persoane în societate, cu gândul de a le oferi posibilitatea de a se deplasa fără restricții, piața cărucioarelor speciale a luat avânt considerabil.

În momentul de față, pe piață se întâlnesc mai multe tipuri de cărucioare speciale, prezentate în continuare [2].

2.1 Căruciorul acționat manual

Cărucioarele speciale acționate manual folosesc puterea umană ca sursă de energie pentru deplasare, sunt autopropulsate sau propulsate cu ajutorul unei alte persoane (Fig.1). Scaunele autopropulsate sunt conduse de către utilizator acționând, de regulă, o jantă suplimentară, care are un diametru mai mic decât al roților din spate, pentru mișcarea înainte sau înapoi. Utilizarea simultană a jantelor de mână determină deplasarea în linie dreaptă, în timp ce acționarea doar a uneia dintre jante asigură întoarcerea scaunului spre stânga sau spre dreapta [3].

¹ Specializarea Inginerie Economică Industrială, Facultatea IMST;

E-mail: crenicean.teodora@gmail.com;

² Specializarea Inginerie Economică Industrială, Facultatea IMST;



Fig. 1 Scaun cu roțile acționat manual [3]

2.2 Scaunul cu roțile acționat electric

Scaunul cu roțile care funcționează cu ajutorul motorului electric necesită comenzi de navigație, de obicei un joystick mic montat pe cotieră. Pentru utilizatorii care nu pot gestiona un joystick manual, pot fi folosite switch-uri pentru cap, joystick-uri operate cu bărbia sau alte mijloace de control specializate care permit funcționarea independentă a scaunului cu roțile (Fig. 2) [4].



Fig. 2 Scaun cu roțile electric[4]

2.3 Scaune pentru teren accidentat

Problema urcării unor trepte este rezolvată de „Scalevo”(Fig. 3), unul dintre cele mai confortabile scaune cu roțile, care este proiectat în așa fel încât poate urca și coborî inclusiv scările de beton din fața unei instituții sau dintr-un parc. O pereche de șenile de cauciuc deosebit de aderente ajută la urcarea scărilor, concomitent cu ridicarea hidraulică a scaunului propriu-zis, astfel încât cel care îl ocupă să rămână într-o poziție perfectă de echilibru.

Prototipul are la bază ideea unor studenți elvețieni și este o invenție care vine în ajutorul bătrânilor, dar mai ales al persoanelor care se află în imposibilitatea de a se deplasa fără un scaun cu roțile [5].



Fig. 3 Scaun cu roțile pentru scări [5]

O altă variantă este un sistem motorizat cu acumulator, pe care se atașează scaunul rulant pentru a avea stabilitatea mult dorită pe un teren accidentat cum ar fi nisipul, pietrișul, zăpada sau chiar noroiul. Atunci când sistemul este pregătit pentru plimbări lasă o anumită urmă datorită lametelor care se învârt în timpul deplasării (Fig. 4) [6].



Fig. 4 Scaun cu roțile pentru teren accidentat [6]

Un alt exemplu este Zenith Wheelchair, un scaun din fibră de carbon, care poate urca cu ușurință scări (Fig. 5) [7].



Fig. 5 Zenith Wheelchair [7]

3 SCAUN CU ROTILE CU AMBREIAJ STIEBER CU ACȚIONARE CONTINUĂ „PUSH’N RUN”

3.1 Conceptul

Sistemul de locomoție propus utilizează un ambreiaj Stieber. Acest sistem de tip rulment a fost utilizat datorită ușurinței cu care transmite mișcarea

de la manete către roțile laterale, dar și a modului silențios de a funcționa. De asemenea, designul acestuia nu permite pătrunderea noroiului, prafului sau a apei, mărindu-i perioada de funcționare.

S-au propus variante pentru urcarea sau coborârea bordurilor înalte ale trotuarelor în perfectă siguranță, fără ajutorul unui însoțitor. Dat fiind faptul că pentru traversatul bordurilor și urcatul scărilor, nu există soluții complete, autorii au abordat această problemă. Așadar, conceptele dezvoltate pot fi acționate manual, având drept sursă de inspirație modelele de biciclete "Mountain Bike".

Autorii s-au oprit asupra a două variante: prima variantă folosește două roți montate în partea din față care nu iau contact cu solul decât în momentul urcării bordurii. Varianta a II-a propune un sistem de 3 roți, din care două rămân în contact permanent cu solul. S-a elaborat ansamblul pentru fiecare tip de cărucior modelat 3D și s-a calculat centrul de masă pentru fiecare în parte. Cele două cărucioare diferă prin modul în care se asigură contactul cu solul în partea din față a căruciorului.

3.2 Materiale de structură generală

Cadrul scaunelor cu roțile este structura principală care susține sarcinile externe, menține rigiditatea structurală și trebuie să aibă o greutate redusă pentru a îmbunătăți performanța în mișcare (Fig. 6).

Materialele utilizate pentru realizarea unui cadru trebuie să fie ușoare, să permită proiectarea de componente modulare, să mențină durabilitatea, cerințele de fabricație și să nu mărească costurile. O modalitate prin care materialele și metodele de fabricare avansate pot reduce costurile este realizarea unui ansamblu care să aibă un număr redus de componente, care pot fi obținute, pentru prototip, prin utilizarea fabricației aditive. Pentru ambele variante, s-a urmărit realizarea unui cadru compact, cu forme simetrice, diminuând pe cât posibil numărul de elemente componente ale ansamblului [15].



Fig. 6 Cadru

Pentru ca un mijloc de transport să poată fi pus în mișcare, asupra lui trebuie să acționeze o forță F , orientată în sensul mișcării, care să aibă o valoare suficient de mare pentru a putea transmite acestuia o accelerație diferită pozitivă și pentru a învinge rezistența la înaintare R (conform principiului elementar al acțiunii și reacțiunii), datorată frecărilor.

Pentru ambele variante constructive s-au folosit roți laterale cu spițe (Fig. 7). Spițele sunt o componentă foarte importantă a roții, tipul, numărul și modul de aranjare a acestora dând, practic, caracteristica de funcționare a unei roți.

Spițele roții pot fi aranjate în diverse moduri, de la cel mai simplu model, radial direct, trecând prin tipurile clasice de organizare, până la multe alte moduri fanteziste de montaj, cu sau fără avantaje suplimentare[8].



Fig.7 Roată laterală

În cazul ambelor variante, punerea în mișcare a căruciorului se realizează cu ajutorul a două manete, montate la roțile laterale, folosind un ambreiaj Stieber (Fig. 8) care transmite energia cinetică de la manete către roți. Punerea în mișcare începe odată cu acționarea manetelor. Această mișcare antrenează un rulment cu bile, care transferă mișcarea către roata laterală printr-un sistem de 2 roți dințate și un lanț.

Acest sistem de acționare permite deplasarea prin acționarea manetelor atât concomitent, cât și independent, astfel că folosirea unei singure manete nu influențează direcția de deplasare.



Fig. 8 Rulment Stieber CSK PP [9]

3.3 Soluții constructive

Pentru stabilirea direcției de deplasare s-a utilizat o roată standard orientabilă, montată în partea din spate a căruciorului. Aceasta este asemănătoare celei fixe, exceptând faptul că se poate roti în jurul axei verticale (Fig. 9) [10].

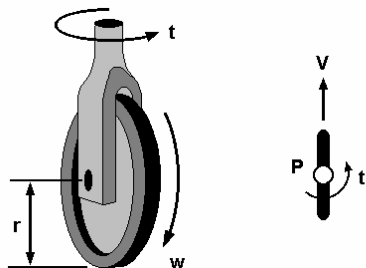


Fig.9 Roată standard orientabilă [10]

Roata poate fi acționată folosind un joystick montat pe maneta dreaptă (luând în considerare faptul că persoana care folosește căruciorul este dreapta). Astfel, în momentul în care utilizatorul rotește spre dreapta joystick-ul, roata se rotește spre dreapta, schimbându-se astfel și direcția de deplasare a căruciorului (Fig. 10).

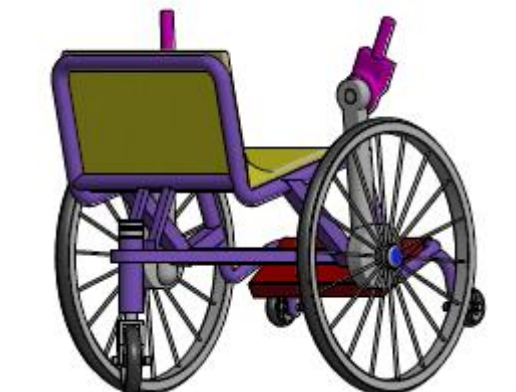


Fig.10 Schimbare direcție spre dreapta

Pentru a îmbunătăți confortul și manevrabilitatea căruciorului, roata din spate este prevăzută cu un amortizor (Fig. 11). Sistemul de suspensie izolează de forțele ce apar dinspre calea de rulare.



Fig.11 Sistem de suspensie [11]

3.4 Modelarea și analiza primei variante de cărucior special

S-au analizat poziția corpului, stabilitatea și ușurința în manevrarea acestor variante de cărucior special, la încercarea de depășire a unui obstacol. Ambele variante au fost elaborate pentru ușurarea deplasării persoanelor care își pot folosi cel puțin o mână, eliminându-se contactul cu suprafața anvelopei.

În primul caz s-a stabilit o înclinare de 15° a spătarului căruciorului și de cel puțin 90° a picioarelor, conform recomandărilor medicale pentru a reduce stresul osos și muscular, dar și pentru o manevrare eficientă. În partea din față a căruciorului s-au utilizat roți de diametru egal cu 80 mm, poziționate la o distanță de 150 mm față de sol. Această distanță este egală cu înălțimea bordurilor. Această configurație face ca urcarea bordurilor să fie mai accesibilă [14].



Fig.12 Varianta 1 de cărucior special

3.5 Modelarea și analiza variantei a 2-a de cărucior special

Cea de-a doua variantă a căruciorului are o înclinare a spătarului de 20° și utilizează un mecanism planetar. Acesta este format din roți mici cu diametrul egal cu 100 mm care sunt distribuite în mod egal pe un element de legătură de formă "Y".

Configurația spițelor a fost aleasă pe baza unei cercetări anterioare. În cadrul acestei lucrări am urmărit, în principal, propunerea unor noi configurații pentru roțile scaunelor cu rotile. Am proiectat mai multe variante, le-am fabricat folosind tehnologii aditive și le-am testat. Aceste noi configurații au o comportare mult mai bună în timpul rulării decât cele obișnuite. În urma testelor modelul adoptat a rezistat cel mai bine forțelor exterioare aplicate [12].



Fig. 13 Mecanism planetar

Roțile mici se pot roti în jurul axelor proprii, dar pot realiza și o mișcare de revoluție în jurul arborelui principal. Fiecare roată mică se rotește în jurul propriei axe, când scaunul se mișcă pe sol. Iar fiecare roată se rotește în jurul axei centrale, când scaunul urcă sau coboară borduri [13].

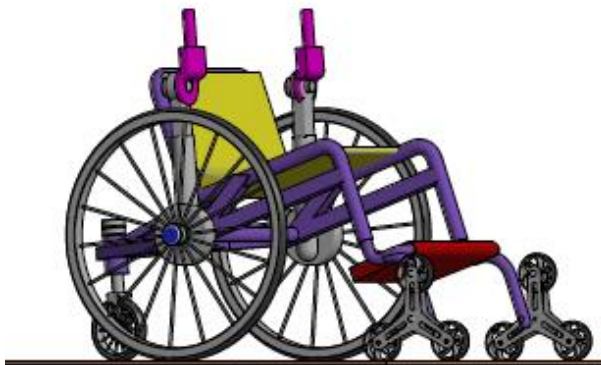


Fig.14 Varianta 2 de cărucior special

4 DETERMINAREA CENTRULUI DE MASĂ

4.1 Determinarea centrului de masă pentru varianta 1

Având în vedere că cele două variante propuse au și elemente de structură diferite, au fost necesare calcule pentru determinarea și verificarea stabilității cărucioarelor în momentul depășirii unui obstacol.

Centrul de masă s-a determinat cu ajutorul softului de proiectare Autodesk Inventor.

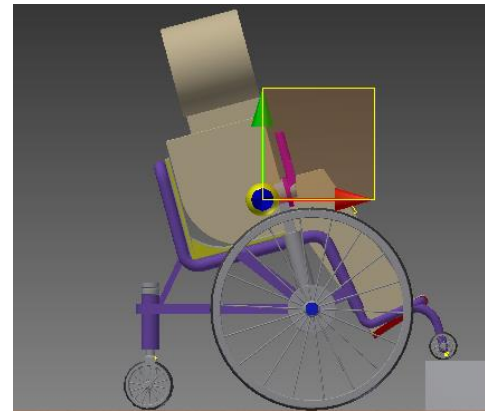


Fig.15 Centru de masă Varianta 1

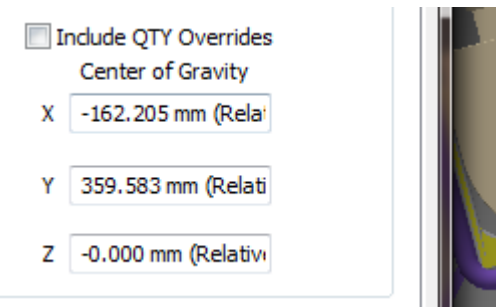


Fig.16 Coordonate centru de masă varianta 1

4.2 Determinarea centrului de masă pentru varianta 2

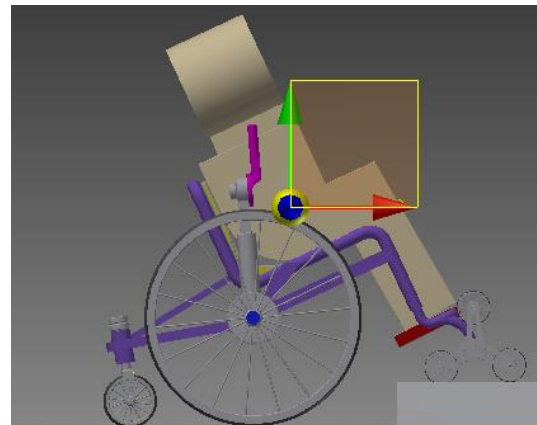


Fig.17 Centru de masă varianta 2

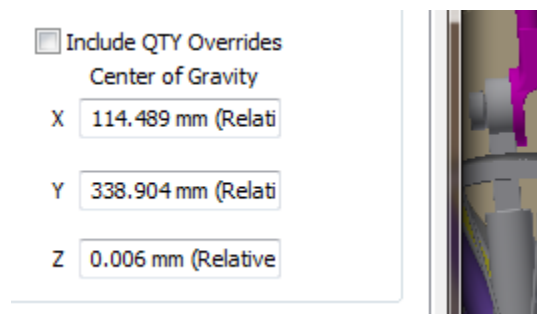


Fig. 18 Coordonate centru de masă varianta 2

5 CONCLUZII

În urma determinării centrului de masă se constată ca poziționarea acestuia este conformă în ambele cazuri, căruciorul având stabilitatea necesară în timpul urcării unei borduri. Distribuția greutății se face, în primul caz pe roata de direcție poziționată în spate și pe cele 2 roți mari poziționate în lateral, iar pentru varianta a II-a greutatea este repartizată în special pe roțile mari din lateral și pe mecanismul planetar.

Cărucioarele speciale cu ambreiaj Stieber sunt gândite pentru urcarea bordurilor sau pentru depășirea obstacolelor. Pentru viitor ne dorim optimizarea acestui cărucior în vederea urcării și coborârii scărilor.

6 BIBLIOGRAFIE

- [1]<http://www.robotics.ucv.ro/flexform/aplicatii>
Accesat la data: 20.04.2017
- [2].<https://www.prostemcell.ro/traumatisme-medulare/>
Accesat la data: 20.04.2017
- [3]<http://www.digi24.ro/Stiri/Digi24/Actualitate/Social/Povesti+de+succes+in+tara+umilintei+pentru+persoanele+cu+dizabil>
Accesat la data: 20.04.2017
- [4]<https://echipamenteortopedice.ro/22-scaun-cu-rotile-electric-fotoliu-rulant-electric>
Accesat la data: 25.04.2017
- [5]<http://www.livebiz.ro/video/scalevo-scaunul-cu-rotile-inovator/>
Accesat la data: 25.04.2017
- [6]http://observatorul.ro/%C8%98tiin%C8%9B%C4%83/Un-sistem-inovator-permite-deplasarea-scaunului-rulant-prin-_9923
Accesat la data: 25.04.2017
- [7]<http://walyou.com/wheelchair-mods-and-designs/>
Accesat la data: 2.05.2017
- [8] <https://www.freerider.ro>
Accesat la data: 2.05.2017
- [9]<http://www.leco.ro/rulmenti-unisens-csk.html>
Accesat la data: 2.05.2017
- [10]<http://ais.informatik.unifreiburg.de/teaching/ss11/robotics/slides/03locomotion.ppt.pdf>
Accesat la data: 8.05.2017
- [11]https://www.google.ro/search?q=amortizor&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjQ2bnJleHTAhXDa1AKHY4VC3EQ_AUICigB&biw=1093&bih=518#imgrc=L12votiLBSrcUM
Accesat la data: 2.05.2017
- [12]Ciufu, I., Dobre, M. și Matei, M. Cercetări privind îmbunătățirea sistemului de legătură cu solul pentru scaunele cu rotile, TEHNONAV JUNIOR 2016, Faculty of Maritime, Industrial and Mechanical Engineering, Constanța, 1 iulie 2016

[13]Gheorghică, V. (2017). Raport Științific nr.2- Sistem mobil autonom pentru transportul persoanelor cu dizabilități,UBP.

[14] Corves, B. și Lovasz, E. (2015). Mechanisms, Transmissions and Applications. Editura Springer.

[15] Ing. Ciobota N. (2015), ”Implementarea tehnologiilor avansate de sinterizare selectivă cu laser pentru aplicații în mecatronică și biomecatronică”