

# Invalidska kolica - utvrđivanje stupnja prilagodljivosti korisniku

---

**Horvat, Mario**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2011**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:916315>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-21**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **ZAVRŠNI RAD**

Mario Horvat

Zagreb, 2011.

Sveučilište u Zagrebu  
**Fakultet strojarstva i brodogradnje**

# **ZAVRŠNI RAD**

Voditelj rada:  
doc. dr. sc. Aleksandar Sušić

Mario Horvat

Zagreb, 2011.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Mario Horvat**

Mat. br.: 0035168211

Naslov rada na  
hrvatskom jeziku:

**Invalidska kolica – utvrđivanje stupnja prilagodljivosti korisniku**

Naslov rada na  
engleskom jeziku:

**Wheelchairs – determination of the adaptability level to user**

Opis zadatka:

Imajući u vidu značaj i ulogu invalidskih kolica te zahtjeve kojima trebaju udovoljiti, može se ustanoviti kako je njihova prilagodljivost korisniku i njegovim potrebama od velike važnosti. Konstrukcijom invalidskih kolica može se ostvariti različita razina prilagodljivosti korisniku, što ne podrazumijeva samo prilagodbe dimenzijama već i druge, neophodne za funkcionalnost i sigurnost u korištenju istih. Prilagodljivost invalidskih kolica korisniku i njegovim potrebama smatra se jednim od značajnijih ergonomskih zahtjeva, a to podrazumijeva da je neophodno zadovoljiti i zahtjeve koji proizlaze iz antropometrijskih razlika među potencijalnim korisnicima.

U radu je potrebno:

- Odabrati konstrukcijska rješenja postojećih invalidskih kolica na kojima treba provesti ergonomijsku analizu s ciljem utvrđivanja odnosno vrednovanja stupnja prilagodljivosti korisniku;
- Na temelju uočenih nedostataka tijekom vrednovanja predložiti poboljšanja ili preinake koje mogu doprinijeti višem stupnju prilagodljivosti, što treba prikazati potrebnim skicama;
- Postupak vrednovanja je nakon provedene analize potrebno prilagoditi mogućnosti primjene na takav način da ga mogu koristiti i sami korisnici invalidskih kolica kada trebaju odabrati kolica za svoje potrebe, što također treba navesti u zaključku rada.

Način provedbe i opseg analize te postupka utvrđivanja odnosno vrednovanja stupnja prilagodljivosti korisniku dogovoriti tijekom izrade rada. Svu dokumentaciju izraditi pomoću računala. U radu navesti korištenu literaturu, kao i eventualnu pomoć.

Zadatak zadan:  
**18. studenog 2010.**

Rok predaje rada:  
1. rok: **04. veljače 2011.**  
2. rok: **05. srpnja 2011.**

Predviđeni datumi obrane:  
1. rok: **09. – 11. veljače 2011.**  
2. rok: **11. – 13. srpnja 2011.**

Zadatak zadao:

Doc. dr. sc. Aleksandar Sušić  
Referada za diplomske i završne ispite

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Zvonimir Guzović  
Obrazac DS – 3A/PDS – 3A

# Sadržaj

Izjava .....	III
Sažetak .....	IV
Popis slika .....	V
Popis tablica .....	VII
Popis oznaka i mjernih jedinica fizikalnih veličina .....	VIII
Popis priloga.....	IX
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 Kratki povijesni pregled razvoja invalidskih kolica.....	1
1.2 Osnovna podjela invalidskih kolica .....	2
1.3 Problemi današnjih invalidskih kolica .....	6
1.4 Cilj rada.....	7
<b>2 ODABIR POSTOJEĆIH MODELA INVALIDSKIH KOLICA.....</b>	<b>8</b>
<b>3 METODA ANALIZE.....</b>	<b>10</b>
<b>4 ANALIZA INVALIDSKIH KOLICA .....</b>	<b>13</b>
4.1 Kriterij dodjeljivanja stupnja značajnosti.....	13
4.2 Odabir značajki za analizu invalidskih kolica.....	13
4.3 Objašnjenje odabranih značajki i njima dodjeljenih stupnjeva značajnosti.....	15
<b>5 REZULTATI ANALIZE .....</b>	<b>26</b>
<b>6 RASPRAVA REZULTATA ANALIZE.....</b>	<b>28</b>
<b>7 PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA.....</b>	<b>35</b>
<b>8 ZAKLJUČAK.....</b>	<b>40</b>
<b>9 LITERATURA .....</b>	<b>41</b>

## **Izjava**

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno služeći se stečenim znanjem i navedenom literaturom.

Zahvaljujem svom mentoru, doc. dr. sc A. Sušiću, na podršci, stručnom vodstvu i svim korisnim savjetima.

## Sažetak

Kako su korisnici invalidskih kolica u velikoj mjeri vezani za njih, tj. njihova mobilnost i samostalnost ovise isključivo o invalidskim kolicima, može se ustanoviti da je prilagodljivost invalidskih kolica individualnom korisniku i njegovim potrebama izrazito bitna.

Cilj ovog rada je odabrati nekoliko postojećih modela invalidskih kolica te ih uz pomoć prikladne metode analizirati i odrediti njihov stupanj prilagodljivosti korisniku.

Nakon provedene analize biti će vidljivi nedostaci odabranih invalidskih kolica te će se moći predložiti poboljšanja i preinake koje će pridonijeti većem stupnju prilagodljivosti invalidskih kolica.

Na kraju će se postupak analize prilagoditi tako da ga mogu koristiti i sami korisnici invalidskih kolica kada trebaju odabrati kolica za svoje potrebe.

## Popis slika

Slika 1 Primjer motorizirani invalidskih kolica .....	2
Slika 2 Primjer manualnih invalidskih kolica .....	2
Slika 3 Invalidska kolica sa raznim položajem pogonskih kotača (s lijeva na desno): s prednjim položajem, sa stražnjim položajem, sa središnjim položajem .....	3
Slika 4 Razni sustavi upravljanja motoriziranih kolica (s lijeva na desno): upravljanje palicom, upravljanje dahom, upravljanje bradom, upravljanje glavom .....	3
Slika 5 Podjela manualnih invalidskih kolica (s lijeva na desno): sklopiva manualna invalidska kolica, čvrsta manualna invalidska kolica .....	4
Slika 6 Dijelovi sklopivih manualnih invalidskih kolica .....	5
Slika 7 Model 1 - invalidska kolica Aciton 3 .....	8
Slika 8 Model 2 - invalidska kolica Start <sup>M5</sup> Comfort .....	9
Slika 9 Model 3 - invalidska kolica Avantgarde T .....	9
Slika 10 Model 4 - invalidska kolica Start <sup>M5</sup> Comfort (sa dodatnom opremom) .....	9
Slika 11 Model 5 - invalidska kolica Avantgarde T (sa dodatnom opremom) .....	9
Slika 12 Naslon za ruke koji kod modela 5 omogućuje brzu i jednostavnu promjenu visine naslona za ruke te velik broj mogućih visina naslona za ruke .....	35
Slika 13 Odmorište za noge koje kod modela 4 omogućuje brzu i jednostavnu promjenu te velik broj mogućih kuteva odmorišta za noge .....	36
Slika 14 Rješenje koje kod modela 4 omogućuje jednostavno odmicanje ili skidanje odmorišta za noge .....	37
Slika 15 Preuzimanje postojećih rješenja sa različitih modela invalidskih kolica .....	37



Slika 16 Križna konstrukcija i platneno sjedalo koje ne omogućuje promjenu širine i dubine sjedišta .....38

## **Popis tablica**

Tablica 1 Rezultati ergonomske analize.....	26
---	----

## **Popis oznaka i mjernih jedinica fizikalnih veličina**

$k_s$  – faktori značajnosti u metodi za brzu ergonomsku analizu

$k_{sj}$  – faktori značajnosti pojedine značajke

$\eta_j$  – ocjena za svaku pojedinu značajku

$\eta_e$  – konačna ergonomska ocjena

## **Popis priloga**

1. Prilog A: Skice predloženih poboljšanja
2. Prilog B: Upitnik za odabir invalidskih kolica

# 1 UVOD

## 1.1 Kratki povijesni pregled razvoja invalidskih kolica

U dalekoj prošlosti ljudi s poteškoćama u kretanju bili su u potpunosti ovisni o pomoći drugih ljudi. Imućniji su imali sluge koji su ih nosili na nosilima, a siromašni su se oslanjali na pomoć članova obitelji. Razvoj invalidskih kolica, koja su omogućila veću mobilnost i samostalnost ljudi s poteškoćama u kretanju, u obliku kakvog danas poznajemo počeo je početkom 18. stoljeća. U to su vrijeme invalidska kolica izgledala kao naslonjač s dva velika drvena kotača na prednjoj strani i jednim malim kotačem na stražnjoj strani radi postizanja ravnoteže [1]. Naravno, takva invalidska kolica nisu imala gotovo nikakvu mogućnost individualne prilagodbe pojedinom korisniku. Veći napredak u razvoju invalidskih kolica dogodio se za vrijeme i nakon Prvog svjetskog rata koji je iza sebe ostavio mnogo ljudi s ograničenom sposobnošću kretanja. Moderna sklopiva kolica izum su Jenningsa i Herberta Everesta. Oni su 1932. konstruirali sklopiva invalidska kolica izrađena od čelika namijenjenog zrakoplovnoj industriji [1]. Slijedeći veliki napredak u razvoju invalidskih kolica dogodio se za vrijeme i nakon Drugog svjetskog rata. U to se vrijeme u medicini dogodio značajan napredak koji je omogućio preživljavanje ljudi s ozljedama kralježnice. Iako je došlo do značajnog napretka u konstrukciji invalidskih kolica, njihovoj se izradi još uvijek nije pristupalo na način da budu prilagođena individualnim korisnicima. Svi su korisnici uglavnom dobivali standardna kolica [1]. Najveći napredak na području prilagodljivosti invalidskih kolica dogodio se tijekom 70-ih i 80-ih godina prošloga stoljeća kada su mnogi korisnici sami počeli modificirati invalidska kolica kako bi ona što bolje odgovarala njihovim individualnim potrebama. Neki od tih korisnika osnovali su vlastita poduzeća koja su počela proizvoditi kolica prema zahtjevima korisnika i time uveli revoluciju u tu granu industrije [1].

U današnje su vrijeme korisnici invalidskih kolica vrlo aktivni te teže poboljšanju svoje mobilnosti i samostalnosti. Da bi to ostvarili potrebna su im invalidska kolica konstruirana na način da se mogu prilagoditi individualnim potrebama i svakodnevnim situacijama. U to ulaze prilagodbe dimenzija invalidskih kolica potrebne radi antropometrijskih razlika među korisnicima, ali i prilagodbe koje povećavaju funkcionalnost, sigurnost i mobilnost invalidskih kolica.

## 1.2 Osnovna podjela invalidskih kolica

Osnovna podjela današnjih invalidskih kolica vrši se na temelju načina njihovog pokretanja. Invalidska kolica dijelimo na:

- motorizirana invalidska kolica (Slika 1)
- manualna invalidska kolica (Slika 2)



Slika 1 Primjer motorizirani invalidskih kolica



Slika 2 Primjer manualnih invalidskih kolica

Motorizirana invalidska kolica pokreću se pomoću ugrađenog elektromotora, a manualna invalidska kolica pomoću mišića samog korisnika. Zbog elektromotora i potrebnih baterija motorizirana invalidska kolica su još uvijek relativno glomazna, teška, imaju ograničen krug djelovanja, skupa su i teško se transportiraju. Iz tih razloga motorizirana kolica koriste korisnici koji nisu sposobni sami pokretati kolica. To su osobe koje imaju visok stupanj oduzetosti gornjeg dijela tijela te starije nemoćne osobe. Kod njih su motorizirana kolica jedini izbor. Motorizirana invalidska kolica mogu se podjeli prema položaju pogonskih kotača i prema sustavu upravljanja.

Podjela motoriziranih invalidskih kolica prema položaju pogonskih kotača (Slika 3):

- invalidska kolica s prednjim položajem pogonskih kotača;
- invalidska kolica sa stražnjim položajem pogonskih kotača;
- invalidska kolica sa središnjim položajem pogonskih kotača;



Slika 3 Invalidska kolica sa raznim položajem pogonskih kotača (s lijeva na desno): s prednjim položajem, sa stražnjim položajem, sa središnjim položajem

Invalidska kolica s prednjim položajem pogonskih kotača omogućuju veću agilnost invalidskih kolica ali je za njihovo upravljanje potrebna veća spretnost korisnika. Za upravljanje invalidskih kolica sa stražnjim položajem pogonskih kotača potrebna je manja spretnost ali je smanjena agilnost samih kolica. Invalidska kolica sa središnjim položajem pogonskih kotača imaju najveću agilnost (mogu se okrenuti gotovo na mjestu). Ne preporučaju se korisnicima koji imaju slabu kontrolu nad gornjim dijelom tijela jer lako može doći do prevrtanja [2].

Podjela motoriziranih invalidskih kolica prema sustavu upravljanja (Slika 4):

- upravljanje palicom - korisnik upravlja pomicanjem palice koja je obično smještena na naslonu za ruke;
- upravljanje dahom - sustav upravljanja reagira na ispuhivanje ili upuhivanje zraka;
- upravljanje bradom - ispod brade je smješten gumena šalica koju korisnik može micati bradom te na taj način upravljati kolicima;
- upravljanje glavom - upravljanje se vrši pomicanjem glave na stranu i unatrag;



Slika 4 Razni sustavi upravljanja motoriziranih kolica (s lijeva na desno): upravljanje palicom, upravljanje dahom, upravljanje bradom, upravljanje glavom

Upravljanje palicom najčešći je način upravljanja [2]. Ovakav način upravljanja mogu koristiti osobe koje barem u nekoj mjeri mogu kontrolirati pokrete ruke. Osobe koje ne mogu upravljati palicom, motoriziranim kolicima upravljaju pomoću drugih navedenih sustava upravljanja.

Naspram motoriziranim kolicima manualna kolica su laganija, imaju neograničen krug djelovanja, jeftinija su, njima se lakše manevrira i lakše se transportiraju. Manualna kolica u odnosu na motorizirana mogu povećati mobilnost osobama koje su sposobne same pokretati kolica [2]. Zbog navedenih prednosti većina osoba koje su sposobne same pokretati invalidska kolica odabrat će manualna invalidska kolica.

Manualna kolica mogu se podijeliti u dvije skupine (Slika 5):

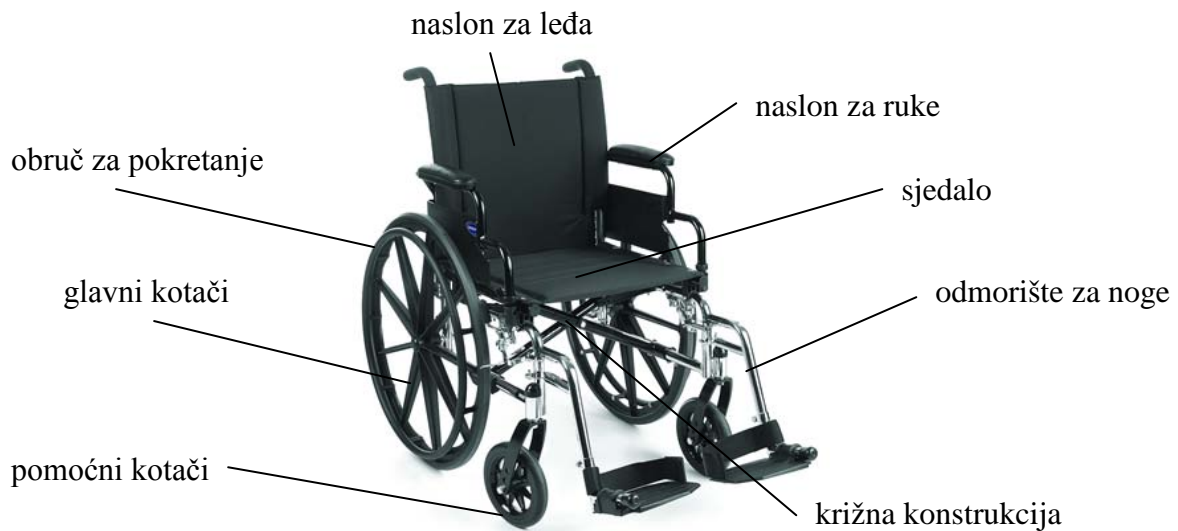
- sklopiva manualna invalidska kolica;
- čvrsta manualna invalidska kolica;



Slika 5 Podjela manualnih invalidskih kolica (s lijeva na desno): sklopiva manualna invalidska kolica, čvrsta manualna invalidska kolica

Sklopiva manualna invalidska kolica konstruirana su tako da se na lak i brz način sklapaju. Osnovni dijelovi sklopivih manualnih kolica prikazani su na Slici 6.





Slika 6 Dijelovi sklopivih manualnih invalidskih kolica

Jedan od najbitnijih dijelova sklopivih invalidskih kolica je križna konstrukcija. Ona omogućuje jednostavno i brzo sklapanje kolica. Križna konstrukcija odgovorna je i za osjećaj sigurnosti ili nesigurnosti kod korisnika. Ako je križna konstrukcija sastavljena od samo dvije cijevi kolica se prilikom pokretanja jače deformiraju te se kod korisnika može pojaviti osjećaj straha. Ako je križna konstrukcija izrađena od većeg broja cijevi kolica su kruća.

Kod manualnih invalidskih kolica glavni kotači su većih dimenzija radi lakšeg pokretanja invalidskih kolica. Gume na glavnim kotačima mogu biti pune, ispunjene zrakom ili ispunjene gelom [2]. Gume ispunjene zrakom pružaju najveću udobnost u vožnji jer najviše apsorbiraju udarce ali se često buše. Nasuprot njima pune gume se ne mogu probušiti ali zato pružaju najneugodniju vožnju. Kompromis između udobne vožnje i sigurnosti protiv bušenja pružaju gume punjene gelom.

Obruč za pokretanje služi za pokretanje i kočenje manualnih invalidskih kolica. Obično je to šuplja aluminijska cijev [2] pričvršćena na glavne kotače invalidskih kolica.

Pomoćni kotači omogućavaju okretanje invalidskih kolica. Prilikom mijenjanja smjera oni rotiraju i usmjeravaju se u smjer kretanja. Mogu biti veći i manji, tvrdi ili mekani. Vrsta pomoćnih kotača u velikoj mjeri utječe na mobilnost i udobnost vožnje u invalidskim kolicima [2].

Naslone za ruke korisniku omogućavaju da na njima odmara ruke kada ne pokreće invalidska kolica. Nasloni su također vrlo korisni prilikom transfera te korisniku omogućavaju jednostavnu promjenu pozicije sjedenja u invalidskim kolicima što je važno za sprječavanje nastanka dekubitusa [2].

Odmorišta za noge pozicioniraju noge u invalidskim kolicima i omogućavaju sigurno kretanje. Da nema odmorišta za noge, prilikom kretanja, noge korisnika bi se vukle po podu te bi moglo doći do povreda.

Čvrsta manualna kolica ne mogu se jednostavno sklopiti i izrađuju se individualno prema svakom korisniku te su iz tog razloga puno skuplja od sklopivih. Čvrsta manualna kolica ne posjeduju križnu konstrukciju koja bi omogućila njihovo jednostavno i brzo sklapanje. Upravo taj nedostatak omogućuje čvršću konstrukciju takvih invalidskih kolica. Sve ostale osnovne dijelove koje posjeduju sklopiva manualna kolica posjeduju i čvrsta manualna kolica s razlikom što su ti dijelovi rađeni prema individualnom korisniku.

### **1.3 Problemi današnjih invalidskih kolica**

Prilikom razgovora sa korisnicima invalidskih kolica postalo je jasno da današnja invalidska kolica imaju mnogo nedostataka u smislu prilagodljivosti individualnom korisniku. Ukoliko se kolica ne mogu u nekim aspektima prilagoditi pojedinom korisniku može doći do smanjenja mobilnosti, neovisnosti, pojave nezadovoljstva i frustracija ili čak ugrožavanja sigurnosti i zdravlja korisnika. Ako se invalidska kolica ne mogu sklopiti u značajnoj mjeri se smanjuje mobilnost korisnika jer ne može samostalno putovati automobilom. Tokom godine ne vladaju isti vremenski uvjeti. Za vrijeme zime korisnici invalidskih kolica sigurnije bi se kretali ako bi na kolicima bili montirani posebni glavni i pomoćni kotači. Kada pada kiša korisnici nekih invalidskih kolica imaju problema sa pokretanjem jer obruči za pokretanje, obično izrađeni od aluminija, postaju vrlo skliski. Kolica bi trebala imati mogućnost brze i lake zamjene obruča za pokretanje kako bi se rješio taj problem. Nadalje, korisnici invalidskih kolica mogu se debljati i mršaviti, a zimi nose znatno deblju odjeću nego ljeti. To sve utječe na njihove antropometrijske mjere te bi invalidska kolica trebala imati mogućnost prilagodbe dimenzija kako bi optimalno odgovarala svakom korisniku u svakoj situaciji. U nekim situacijama poput transfera iz invalidskih kolica u automobil ili ulaska u kadu bitno je da se nasloni za ruke i odmorišta za noge mogu odmaknuti ili skinuti. Na taj način značajno se olakšava transfer.

Iz navedenih primjera vidljivo je da prilagodljivost invalidskih kolica korisniku i njegovim potrebama predstavlja jedan od značajnijih ergonomskih zahtjeva. Ergonomija služi da bi se proizvodi oblikovali tako da odgovaraju čovjeku, optimalno koristeći njegove sposobnosti, a istovremeno poštujući njegova prirodna ograničenja [3]. Na kraju krajeva

invalidska kolica trebala bi biti stvorena za korisnika i trebala bi se prilagoditi njegovim potrebama, a ne obrnuto.

#### **1.4 Cilj rada**

Cilj ovog rada je odabrati nekoliko postojećih modela invalidskih kolica te ih uz pomoć prikladne metode analizirati i odrediti njihov stupanj prilagodljivosti korisniku. Iz rezultata će postati vidljivi nedostaci odabranih invalidskih kolica te će se moći predložiti poboljšanja i preinake koje će pridonijeti većem stupnju prilagodljivosti invalidskih kolica. Nakon provedene analize, postupak vrednovanja može se prilagoditi tako da ga mogu koristiti i sami korisnici invalidskih kolica kada trebaju odabrati kolica za svoje potrebe.

## 2 ODABIR POSTOJEĆIH MODELA INVALIDSKIH KOLICA

Procijenjuje se da oko 1.6 milijuna ljudi u Sjedinjenim Američkim Državama koristi invalidska kolica. Većina njih (1.5 milijuna) koristi manualna invalidska kolica, dok samo 155000 ljudi koristi motorizirana invalidska kolica [4]. Upravo zbog brojnosti korisnika odlučeno je da će se analiza stupnja prilagodljivosti provoditi na manualnim sklopivim invalidskim kolicima. Pretpostavljeno je da je broj takvih kolica znatno viši od broja manualnih čvrstih invalidskih kolica iz razloga što su manualna čvrsta kolica rađena za individualne korisnike te su zbog izuzetno visoke cijene nedostupne za mnoge osobe.

Za analizu je odabrano pet modela sklopivih manualnih invalidskih kolica. Model 1 su invalidska kolica naziva Aciton 3 proizvođača COM-ŠPED d.o.o. (Slika 7). Model 2 su invalidska kolica naziva Start<sup>M5</sup> Comfort proizvođača Otto Bock Adria d.o.o. (Slika 8). Model 3 su kolica naziva Avantgarde T proizvođača Otto Bock Adria d.o.o. (Slika 9). Model 4 jednak je modelu 2 uz razliku što je taj model opremljen dodatnom opremom (Slika 10). Model 5 jednak je modelu 3 uz razliku što je taj model opremljen dodatnom opremom (Slika 11).



Slika 7 Model 1 - invalidska kolica Aciton 3



Slika 8 Model 2 - invalidska kolica Start<sup>M5</sup>  
Comfort



Slika 9 Model 3 - invalidska kolica Avantgarde T



Slika 10 Model 4 - invalidska kolica Start<sup>M5</sup>  
Comfort (sa dodatnom opremom)



Slika 11 Model 5 - invalidska kolica Avantgarde T  
(sa dodatnom opremom)

### 3 METODA ANALIZE

Za analizu stupnja prilagodljivosti može se koristiti jedna od postojećih metoda za ergonomsku analizu.

Postojeće metode za ergonomsku analizu:

- fizikalne metode;
- psihofiziološke metode;
- ponašajne i kognitivne metode;
- makroergonomske metode;
- metoda za brzu ergonomsku analizu;

Za analizu invalidskih kolica te utvrđivanje njihovog stupnja prilagodljivosti korisniku odabrana je metoda za brzu ergonomsku analizu [5]. Podrobnijom analizom drugih spomenutih ergonomskih metoda nameće se zaključak da uglavnom nisu prikladne za inženjersku primjenu. Većina njih zahtijeva posjedovanje dodatne opreme, a usto zahtijevaju i vrlo dobro poznavanje ergonomije te su vrlo složene i dugotrajne za primjenu [6]. Nasuprot njima odabrana metoda je jednostavna i brza te ne zahtijeva dobro poznavanje ergonomije i dodatnu opremu.

Autori metode za brzu ergonomsku analizu predlažu listu sa nekoliko grupa značajki uz pomoć kojih se odabiru značajke na kojima će se vršiti ergonomska analiza. To su sljedeće grupe:

1. Postavljanje – u ovoj skupini procjenjuju se značajke potrebne da bi se objekt pripremio za upotrebu npr. sklapanje i rasklapanje invalidskih kolica;
2. Podešenja – u ovoj skupini procjenjuju se značajke objekta određene sudjelovanjem korisnika u pripremi eksploatacije i personalizacije: vrijeme potrebno za sklapanje i rasklapanje invalidskih kolica, mogućnost optimalnog podešavanja neke karakteristike kolica, složenost operacija promjene karakteristike kolica.
3. Doživljaj korisnika – u ovoj skupini procjenjuju se značajke kao: osjećaji korisnika prema invalidskim kolicima (nepovjerenje/povjerenje, strah, sviđanje/nesviđanje, itd.), udobnost, opasnosti, fizički napor, umor, itd.;
4. Antropometrijska primjerenost/osjetljivost – u ovoj skupini procjenjuju se značajke objekta koje određuju antropometrijske prikladnosti za korisnika: stupanj ili nedostatak prilagodljivosti dimenzija invalidskih kolica, stupanj prihvatljivosti za korisnika, itd.;

5. Eksploatacijsko znanje – u ovoj skupini procjenjuju se značajke korisnika određene njegovim iskustvom: znanje i upoznatost sa upotrebom, stupanj potrebnih uputstava, intuitivnost i potrebno predznanje kod pokušaja promjene nekih karakteristika invalidskih kolica;
6. Ograničenja (željena i neželjena) – u ovoj skupini procjenjuju se značajke invalidskih kolica određene pozicijom, veličinom, dostupnosti dijelova: manipulacija, opcije upravljanja i/ili transporta, jačina zahvata, proklizavnje, itd.,
7. Autonomija uporabe – u ovoj skupini procjenjuju se značajke koje određuju nezavisnost korisnika: da li je kod upotrebe potrebna dodatna pomoć, tko, kako i kada bi je trebao pružati, itd.;

Sve značajke koje se ocjenjuju nemaju jednaku značajnost. Kako bi se naglasila značajnost pojedine značajke, dodjeljeni su im faktori značajnosti. Faktor značajnosti je vezan za samu značajku te je jednak za sva invalidska kolica na kojima će se vršiti analiza. Za analizu invalidskih kolica odabrani su sljedeći faktori značajnosti [5]:

$k_s = 9$  za najvišu razinu značajnosti

$k_s = 5$  za srednju razinu značajnosti

$k_s = 3$  za nisku razinu značajnosti

$k_s = 1$  za najnižu razinu značajnosti

Što je faktor značajnosti viši to ocjenjena značajka ima veći utjecaj na ukupnu ocjenu stupnja prilagodljivosti korisniku određenih invalidskih kolica.

Ocjenjivanje samih značajki pojedinih invalidskih kolica vršit će se uz pomoć sljedećih ocjena [5]:

0.90 (vrlo primjereno)

0.75 (primjereno)

0.50 (skoro primjereno)

0.25 (slabo primjereno)

0.10 (neprimjereno)

Ukupna ocjena stupnja prilagodljivosti invalidskih kolica korisniku ( $\eta_e$ ) računa se uz pomoć izraza [5]:

$$\eta_e = \frac{\sum_{j=1}^n \eta_j \cdot k_{sj}}{\sum_{j=1}^n k_{sj}} \quad (1)$$

U izrazu (1)  $\eta_j$  predstavlja ocjenu za svaku pojedinu značajku,  $k_{sj}$  predstavlja faktore značajnosti pojedine značajke, a  $\eta_e$  konačnu ergonomsku ocjenu. Konačna ergonomska

ocjena  $\eta_e$  može imati vrijednost između 0.1 i 0.9, analogno ocjenama za svaku pojedinu značajku.

Treba napomenuti da je primjenjena metoda analize subjektivna te su vrijednosti faktora značajnosti kao i same ocjene značajki rezultat subjektivnog mišljenja [5]. To ne umanjuje značaj analize jer se primjenom ove metode osobu koja vrši analizu prisiljava da kritički razmišlja i ocjenjuje proizvod sa stajališta krajnjeg korisnika te na taj način može uvidjeti nedostatke i predložiti poboljšanja.



## 4 Analiza invalidskih kolica

### 4.1 Kriterij dodjeljivanja stupnja značajnosti

Prije pristupanja odabiru značajki uz pomoć kojih će biti vršena analizu stupnja prilagodljivosti invalidskih kolica korisniku utvrđeni su kriteriji prema kojima će se značajkama dodjeljivali određeni stupnjevi značajnosti.

Kriterij odabira stupnja značajnosti značajka:

- najviši stupanj značajnosti  $k_s = 9$  dodijelit će se značajkama čiji bi nedostatak ili nizak stupanj prilagodljivosti znatno smanjio mobilnost, neovisnost, sigurnost ili ugrozio zdravlje korisnika;
- srednji stupanj značajnosti  $k_s = 5$  dodijelit će se značajkama čiji bi nedostatak ili nizak stupanj prilagodljivosti u manjoj mjeri smanjio mobilnost, neovisnost, sigurnost ili ugrozio zdravlje korisnika;
- nizak stupanj značajnosti  $k_s = 3$  dodijelit će se značajkama čiji bi nedostatak ili nizak stupanj prilagodljivosti u vrlo maloj mjeri smanjio mobilnost, neovisnost, sigurnosti ili ugrozio zdravlje korisnika, te značajkama koje omogućuju optimalnu prilagodljivost za svakog korisnika;
- najniži stupanj značajnosti  $k_s = 1$  dodijelit će se značajkama koje ne utječu na mobilnost, neovisnost ili sigurnost te ne ugrožavaju zdravlje, ali pridonose većem zadovoljstvu korisnika;

### 4.2 Odabir značajki za analizu invalidskih kolica

Uz pomoć ranije nabrojanih grupa značajki (postavljanje, podešenja, doživljaj korisnika, antropometrijska primjerenost, eksploatacijsko znanje, ograničenja i autonomija uporabe) (vidi str. 10 i 11) odabrane su sljedeće značajke za analizu stupnja prilagodljivosti invalidskih kolica te su im dodjeljeni određeni stupnjevi značajnosti prema ranije navedenim kriterijima.

1. Stupanj sklopivosti invalidskih kolica -  $k_{s1}=9$
2. Potrebno vrijeme za sklapanje i rasklapanje invalidskih kolica -  $k_{s2}=1$
3. Mogućnost samostalnog sklapanja i rasklapanja invalidskih kolica -  $k_{s3}=9$
4. Svojstvo kolica da se ne rasklapaju sama od sebe -  $k_{s4}=1$

5. Mogućnost i stupanj složenosti skidanja i zamjene glavnih kotača -  $k_{s5}=5$
6. Mogućnost i stupanj složenosti zamjene obruča za pokretanje -  $k_{s6}=5$
7. Mogućnost i stupanj složenosti skidanja i zamjene pomoćnih kotača -  $k_{s7}=5$
8. Mogućnost i stupanj složenosti promjene nagiba glavnih kotača -  $k_{s8}=3$
9. Broj mogućih nagiba glavnih kotača -  $k_{s9}=3$
10. Mogućnost i stupanj složenosti promjene položaja osovine kotača u odnosu na naslon invalidskih kolica -  $k_{s10}=9$
11. Broj mogućih položaja osovine kotača u odnosu na naslon invalidskih kolica -  $k_{s11}=3$
12. Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine sjedala -  $k_{s12}=5$
13. Broj mogućih visina sjedala -  $k_{s13}=3$
14. Mogućnost i stupanj složenosti promjene nagiba sjedala -  $k_{s14}=5$
15. Broj mogućih nagiba sjedala -  $k_{s15}=3$
16. Mogućnost i stupanj složenosti promjene širine sjedala -  $k_{s16}=5$
17. Broj mogućih širina sjedala -  $k_{s17}=3$
18. Mogućnost i stupanj složenosti promjene dubine sjedala -  $k_{s18}=5$
19. Broj mogućih dubina sjedala -  $k_{s19}=3$
20. Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine naslona za leđa -  $k_{s20}=1$
21. Broj mogućih visina naslona za leđa -  $k_{s21}=1$
22. Mogućnost i stupanj složenosti promjene nagiba naslona za leđa -  $k_{s22}=1$
23. Broj mogućih nagiba naslona za leđa -  $k_{s23}=1$
24. Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine naslona za ruke -  $k_{s24}=5$
25. Broj mogućih visina naslona za ruke -  $k_{s25}=3$
26. Mogućnost i stupanj složenosti odmicanja ili skidanja naslona za ruke -  $k_{s26}=5$
27. Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine odmorišta za noge -  $k_{s27}=5$
28. Broj mogućih visina odmorišta za noge -  $k_{s28}=3$
29. Mogućnost i stupanj složenosti promjene kuta odmorišta za noge -  $k_{s29}=5$
30. Broj mogućih kuteva odmorišta za noge -  $k_{s30}=3$
31. Mogućnost i stupanj složenosti odmicanja ili skidanja odmorišta za noge -  $k_{s31}=5$
32. Osjećaj sigurnosti u invalidskim kolicima -  $k_{s32}=9$
33. Vizualan dojam -  $k_{s33}=1$

### 4.3 Objašnjenje odabranih značajki i njima dodjeljenih stupnjeva značajnosti

#### 1. Stupanj sklopivosti invalidskih kolica

Stupanj sklopivosti invalidskih kolica važan je za mlade aktivne osobe koje koriste invalidska kolica kao i za starije nemoćne osobe. Kod aktivnih osoba stupanj sklopivosti važan je jer one vode aktivan život. Zaposlene su, same obavljaju kupnju namirnica i drugih različitih potrepština, idu na izlete, posjećuju različite događaje. Za takav način života potreban im je automobil koji im omogućuje veću mobilnost, slobodu i neovisnost o drugim osobama. Kako bi mogli bez problema pospremiti kolica u automobil ona moraju biti sklopiva i izuzetno kompaktna kada se nalaze u sklopljenom stanju. Bitno je da li se sklopljena kolica mogu spemiti samo u veći prtljažnik automobila, za što je potrebna pomoć druge osobe, ili su u sklopljenom stanju toliko kompaktna da ih korisnik invalidskih kolica sam može spemiti na zadnje ili suvozačevo sjedalo automobila. Kod starijih nemoćnih osoba stupanj sklopivosti je također bitan. Npr. ako ih netko vozi na pregled u bolnicu važno je da li će se kolica moći sklopiti i bez problema pospremiti u automobil.

Ovoj značajki dodijeljen je najviši stupanj značajnosti  $k_{s1}=9$  iz razloga što bi nizak stupanj sklopivosti u značajnoj mjeri smanjio mobilnost i samostalnost korisnika.

#### 2. Potrebno vrijeme za sklapanje i rasklapanje invalidskih kolica

Važno je koliko će vremena korisnik invalidskih kolica potrošiti na njihovo sklapanje i rasklapanje. Npr. nakon završenog radnog vremena korisnik invalidskih kolica koji putuje na posao automobilom mora sklopiti kolica kako bi ih mogao pospremiti u automobil. Ako taj postupak traje dugu moglo bi doći do frustracija i nezadovoljstva korisnika. Nadalje, ako bi postupak sklapanja i rasklapanja kolica bio dugotrajan korisnik bi u vrijeme trajanja putovanja morao uračunati vrijeme sklapanja prije polaska te vrijeme rasklapanja nakon dolaska na određenu lokaciju kako ne bi zakasnio. Ova radnja može se spriječiti konstrukcijom kolica koja omogućuje brzo sklapanje i rasklapanje.

Ovoj značajki dodijeljen je najniži stupanj značajnosti  $k_{s2}=1$  iz razloga što vrijeme sklapanja neće ograničiti korisnika u obavljanju nekih radnji, već može samo produljiti ili skratiti vrijeme za pripremu obavljanja tih radnji.

#### 3. Mogućnost samostalnog sklapanja i rasklapanja invalidskih kolica

Ako su invalidska kolica konstruirana da je potrebno mnogo spretnosti za njihovo sklapanje i rasklapanje te veliki mišićni napor, aktivne, mlade osobe neće imati problema sa

tom radnjom. Nasuprot njima određene osobe sa tetraplegijom kao i većina starijih osoba, ako upće i uspiju obaviti tu radnju, imat će poteškoće kod sklapanja i rasklapanja te će im vjerojatno biti potrebna pomoć druge osobe čime im je smanjena neovisnost.

Ovoj značajci dodjeljen je najviši stupanj značajnosti  $k_{s3}=9$  iz razloga jer bi se konstrukcijom invalidskih kolica koja zahtijevaju veliku spretnost i visoki mišićni napor za sklapanje i rasklapanje nekim korisnicima smanjila neovisnost i mobilnost.

#### 4. Svojstvo kolica da se ne rasklapaju sama od sebe

Kada korisnik sklopi invalidska kolica kako bi ih pospremio u automobil bitno je da se onda tokom transporta ne rasplope sama. Ako se to dogodi korisniku će se otežati vađenje kolica iz automobila te bi moglo doći do frustracija.

Ovoj značajci dodijeljen je najniži stupanj značajnosti  $k_{s4}= 1$  iz razloga što ova značajka ne bi utjecala na mobilnost i neovisnost već bi samo povećala zadovoljstvo korisnika.

#### 5. Mogućnost i stupanj složenosti skidanja i zamjene glavnih kotača

Korisnici invalidskih kolica većinom koriste ista kolica tokom cijele godine. Sa sigurnošću se može reći da tokom godine ne vladaju isti vremenski uvjeti. Zimi bi bilo prikladnije da su na invalidskim kolicima kotači sa širokim gumama kako bi se povećala stabilnost na mogućem snijegu. Nasuprot tome ljeti su poželjni kotači sa uskim gumama kao bi se što više smanjilo trenje te na taj način omogućilo lakše pokretanje invalidskih kolica. Podloge u zatvorenom i otvorenom prostoru se razlikuju u velikoj mjeri. Zbog navedenih razloga izuzetno je bitna mogućnost skidanja i zamjene glavnih kotača. Ova značajka je bitna i kod transporta kolica npr. automobilom jer se skidanjem glavih kotača dimenzije sklopljenih kolica dodatno mogu smanjiti te tako olakšati transport. Ako bi se skidanje i zamjena glavih kotača moglo vršiti bez alata i to na jednostavan i brz način korisnik bi češće koristio tu mogućnost kako bi se prilagodio određenim uvjetima.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s5}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u manjoj mjeri smanjiti mobilnost, samostalnost i sigurnost korisnika.

#### 6. Mogućnost i stupanj složenosti zamjene obruča za pokretanje

Korisnici invalidskih kolica kreću na način da okreću obruč za pokretanje koji je povezan sa glavnim kotačem. Koče također uz pomoć obruča za pokretanje na način da ga

zadržavaju rukom. Obruči za pokretanje obično su izrađeni od aluminijski [2]. Takvi obruči za vrijeme sunčanog vremena osiguravaju dovoljno trenje između ruke i obruča za normalno pokretanje, a prilikom kočenja se ne zagrijevaju u velikoj mjeri. Za vrijeme kišnog vremena aluminijski obruči za pokretanje postaju vrlo skliski i korisnik ima poteškoće kod pokretanja. U takvim situacijama rješenje nude polimerni obruči za pokretanje koji osiguravaju potrebno trenje između ruke i obruča za sigurno pokretanje. Kod njih je problem da se prilikom kočenja u velikoj mjeri zagrijevaju te može doći do opećenja ruku [2]. Kada bi korisnik invalidskih kolica mogao na jednostavan i brz način zamijeniti aluminijski obruč sa polimernim i obrnuto povećao bi si mobilnost i sigurnost u svim vremenskim uvjetima.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s6}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u manjoj mjeri smanjiti mobilnost, i sigurnost korisnika.

#### 7. Mogućnost i stupanj složenosti skidanja i zamjene pomoćnih kotača

Pomoćni kotači su maleni kotači s prednje strane invalidskih kolica. Mogu biti veliki ili mali, mekani ili tvrdi. Mali pomoćni kotači omogućavaju uže kuteve odmorišta za noge te povećavaju agilnost samih kolica, no budući da su obično izrađeni od krutog materijala korisnik prilikom vožnje osjeti svaku neravninu na podlozi. Još jedan problem koji se javlja kod malih pomoćnih kotača je činjenica da mogu upasti u neku rupu na cesti te tako prouzročiti prevrtanje kolica [2]. Postoje i veći pomoćni kotači koji imaju gumu punjenu zrakom. Oni osiguravaju ugodniju vožnju jer prigušuju udarce, a i njima se lakše upravlja po neravnom terenu. Njihov nedostatak je smanjena agilnost invalidskih kolica i mogućnost bušenja gume [2]. Ako bi se skidanje i zamjena pomoćnih kotača moglo vršiti bez alata i to na jednostavan i brz način korisnik bi češće koristio tu mogućnost kako bi se prilagodio određenim uvjetima. Npr. ako bi kolica koristio u stanu ili na poslu, tj. u zatvorenom prostoru bitnija bi mu bila agilnost kolica te bi koristio malene pomoćne kotače. Nasuprot tome ako bi planirao kretati se neravnim terenom ili tijekom zime po snijegu prikladniji bi bili veći pomoćni kotači koji bi apsorbirali udarce i osigurali sigurniju vožnju.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s7}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u manjoj mjeri smanjiti mobilnost, i sigurnost korisnika.

#### 8. Mogućnost i stupanj složenosti promjene nagiba glavnih kotača

Nagib glavnih kotača određen je kutom između kotača i podloge s unutrašnje strane invalidskih kolica. Što je veći nagib kotača to je veća površina koju zatvaraju kotači na podlozi, a time i veća lateralna stabilnost invalidskih kolica u zavojima i prilikom naginjanja

na stranu. Povećanjem nagiba kotača invalidska kolica postaju okretnija [1] ali im se također povećava ukupna širina što otežava upravljanje u malim prostorima [2]. Ako se promjena nagib kotača može izvršiti na brz i jednostavan način, bez upotrebe alata, korisnik bi mogao koristiti veći nagib kotača kada se nalazi na otvorenom prostoru (povećana mu je stabilnost) te manji nagib kotača kada se nalazi u zatvorenom prostoru gdje mu je bitnija manja širina kolica radi lakšeg upravljanja.

Ovoj značajci dodijeljen je nizak stupanj značajnosti  $k_{s8}=3$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u vrlo maloj mjeri smanjiti mobilnost, i sigurnost korisnika.

#### 9. Broj mogućih nagiba glavnih kotača

Što je veći broj mogućih nagiba glavnih kotača to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati baš onakav nagib kakav njemu odgovara u određenim situacijama.

Ovoj značajci dodijeljen je nizak stupanj značajnosti  $k_{s9}=3$  iz razloga što ova značajka može omogućiti optimalnu prilagodljivost kolica za svakog korisnika u određenim situacijama.

#### 10. Mogućnost i stupanj složenosti promjene položaja osovine kotača u odnosu na naslon invalidskih kolica

Položaj osovine kotača u odnosu na naslon invalidskih kolica utječe na stabilnost i efikasnost pokretanja kolica. Ako se osovina glavnog kotača pomiče više prema naprijed stabilnost invalidskih kolica pada (mogu se lakše prevrnuti), a efikasnost pokretanja se povećava jer korisnik prilikom pokretanja koristi dvije skupine mišića ruku. Na taj način korisnik održava ravnotežu između tih skupina mišića [7]. S druge strane, ako se osovina kotača pomiče više prema natrag stabilnost kolica se povećava ali opada efikasnost pokretanja jer korisnik koristi samo jednu skupinu mišića ruku. Može doći do stvaranja neravnoteže između različitih skupina mišića što može dovesti do povreda. Ako se položaj osovine kotača u odnosu na naslon invalidskih kolica može mijenjati na brz i jednostavan način korisnik će bez problema moći ostvariti željeni odnos između sigurnosti i efikasnosti pokretanja.

Ovoj značajci dodijeljen je najviši stupanj značajnosti  $k_{s10}=9$  iz razloga što bi nedostatak ili nizak stupanj prilagodljivosti ove značajke mogao znatno smanjiti sigurnost i ugroziti zdravlje korisnika.

#### 11. Broj mogućih položaja osovine kotača u odnosu na naslon invalidskih kolica

Što je veći broj mogućih položaja osovine kotača u odnosu na naslon invalidskih kolica to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati optimalan položaj osovine kotača.

Ovoj značajci dodijeljen je nizak stupanj značajnosti  $k_{s11}=3$  iz razloga što ova značajka može omogućiti optimalnu prilagodljivost kolica za svakog korisnika.

## 12. Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine sjedala

Minimalna visina sjedala određena je fizikalnim faktorima pojedinog korisnika [2]. Glavni faktori za određivanje visine sjedala su duljina nogu i visina odmorišta za noge. Mala visina sjedala omogućuje da se korisnik bez problema može približiti stolovima te može pokupiti stvari koje su mu ispale na pod. Nedostatak male visine sjedala je to što je korisniku teže dohvatiti neke police kod kuće ili u dućanu, ima lošiju vidljivost i može lakše istegnuti vrat kada se razgovara sa osobom koja stoji [2]. Veća visina sjedala u nekoj mjeri ublažuje te probleme. Kod veće visine sjedala treba imati na umu da koljena ne budu previsoko kako bi se korisnik mogao približiti stolu. Ako bi se promjena visina sjedala na invalidskim kolicima mogla mijenjati na jednostavan i brz način korisnik bi koristio veću visinu sjedala kada bi trebao nešto dohvatiti te manju visinu sjedala kada bi se htio približiti stolu ili podići s poda nešto što mu je ispalo.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s12}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u manjoj mjeri smanjiti mobilnost i neovisnost korisnika.

## 13. Broj mogućih visina sjedala

Što je veći broj mogućih visina sjedala invalidskih kolica to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati željenu i optimalnu visinu sjedala.

Ovoj značajci dodijeljen je nizak stupanj značajnosti  $k_{s13}=3$  iz razloga što ova značajka može omogućiti optimalnu prilagodljivost kolica za svakog korisnika.

## 14. Mogućnost i stupanj složenosti promjene nagiba sjedala

Sjedalo ne mora nužno biti paralelno sa podlogom na kojoj se nalaze invalidska kolica. Može postojati određeni nagib sjedala. Nagib nikada ne smije biti takav da bi prouzročio klizanje korisnika van kolica već mora biti takav da u višoj ili manjoj mjeri uzrokuje klizanje korisnika dublje u kolica [2]. Kada je nagib veći korisnik radi gravitacijske sile kliže dublje u kolica te se postiže osjećaj veće stabilnosti. Nedostatak velikog nagiba sjedala je povećana vjerojatnost pojave zakrivljenja kralješnice i otežani transfer [2]. Ako bi se promjena nagiba

sjedala mogla mijenjati na jednostavan i brz način korisnik bi mogao odabrati željeni nagib sjedala za određene situacije.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s14}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u manjoj mjeri smanjiti sigurnost i zdravlje korisnika.

#### 15. Broj mogućih nagiba sjedala

Što je veći broj mogućih nagiba sjedala invalidskih kolica to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati željeni i optimalan nagib sjedala.

Ovoj značajci dodijeljen je nizak stupanj značajnosti  $k_{s15}=3$  iz razloga što ova značajka može omogućiti optimalnu prilagodljivost kolica za svakog korisnika.

#### 16. Mogućnost i stupanj složenosti promjene širine sjedala

Širina sjedala invalidskih kolica ovisi o antropometrijskim značajkama korisnika i trebala bi biti što je moguće manja bez da se stvore točke pritiska koje mogu uzrokovati dekubitis. Sjedalo koje je preširoko povećava ukupnu širinu invalidskih kolica te tako smanjuje mobilnost i efikasnost pokretanja. Preširoko sjedalo također pridonosi lošem držanju što može dovesti do oštećenja kralježnice [2]. Korisnici invalidskih kolica tokom vremena mogu se debljati i mršaviti. U ljetnim mjesecima nose znatno tanju odjeću nego u zimskim mjesecima. Zbog navedenih razloga korisno bi bilo da se na invalidskim kolicima može mijenjati širina sjedala. Ako se promjena širine sjedala može izvršiti bez upotrebe alata te na brz i jednostavan način korisnik bi mogao češće koristiti tu mogućnost te si prema potrebi mijenjati širinu sjedala.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s16}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u manjoj mjeri smanjiti sigurnost i zdravlje korisnika.

#### 17. Broj mogućih širina sjedala

Što je veći broj mogućih širina sjedala invalidskih kolica to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati željenu i optimalnu širinu sjedala.

Ovoj značajci dodijeljen je nizak stupanj značajnosti  $k_{s17}=3$  iz razloga što ova značajka može omogućiti optimalnu prilagodljivost kolica za svakog korisnika.

#### 18. Mogućnost promjene dubine sjedala

Dubina sjedala kao i širina sjedala invalidskih kolica ovisi o antropometrijskim značajkama korisnika. Dubina sjedala trebala bi biti takva da je sjedalo u što većem kontaktu



sa donjim dijelom bedara, bez da se stvara kontak iza koljena [2]. Ako je dubina sjedala preplitka noge previše prelaze preko ruba sjedala i stvara se povećani pritisak na stražnjicu korisnika te se na takav način povećava rizik od dekubitusa. U drugom krajnjem slučaju kada je dubina sjedala preduboka korisnik se ne može pravilno nasloniti na naslon kolica. Može doći do kroničnih bolova u leđima pa čak i do povrede kralješnice.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s18}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u manjoj mjeri smanjiti mobilnost i zdravlje korisnika.

#### 19. Broj mogućih dubina sjedala

Što je veći broj mogućih dubina sjedala invalidskih kolica to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati optimalnu dubinu sjedala.

Ovoj značajci dodijeljen je nizak stupanj značajnosti  $k_{s19}=3$  iz razloga što ova značajka može omogućiti optimalnu prilagodljivost kolica za svakog korisnika.

#### 20. Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine naslona za leđa

Visina naslona u velikoj mjeri ovisi o stupnju paraliziranosti. Ako je korisnik paraliziran od torza pa na niže neće imati kontrolu nad trbušnim mišićima uz pomoć kojih stabilizira gornji dio tijela pa mu je potrebna veća visina naslona koja će osigurati stabilnost i suport [2]. Ako je korisnik paraliziran na način da može koristiti trbušne mišiće on će sam stabilizirati gornji dio tijela te mu nije potrebna velika visina naslona koja inače ograničava rotaciju gornjeg dijela tijela [2].

Ovoj značajci dodijeljen je najniži stupanj značajnosti  $k_{s20}=1$  iz razloga što je visina naslona vezana za stupanj paralize korisnika. Njezina promjena pridonosila bi samo većem zadovoljstvu korisnika koji imaju mogućnost korištenja trbušnih mišića za stabilizaciju gornjeg dijela tijela i to tako da bi povećali visinu naslona kada bi se htjeli odmoriti.

#### 21. Broj mogućih visina naslona za leđa

Što je veći broj mogućih visina naslona invalidskih kolica to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati optimalnu visinu naslona.

Ovoj značajci dodijeljen je najniži stupanj značajnosti  $k_{s21}=1$  iz razloga što bi mogućnost promjene visine naslona koristili samo korisnici koji imaju kontrolu nad trbušnim mišićima, a ta promjena bi pridonijela samo većem zadovoljstvu korisnika.

## 22. Mogućnost i stupanj složenosti promjene nagiba naslona za leđa

Što je nagib naslona veći to je veća udobnost u invalidskim kolicima. Ako bi postojala mogućnost jednostavne i brze promjene nagiba naslona korisnik bi koristio veći nagib naslona kada bi se htio odmoriti.

Ovoj značajci dodijeljen je najniži stupanj značajnosti  $k_{s22}=1$  iz razloga što promjena nagiba naslona ne utječe na mobilnost i neovisnost ali pridonosi većem zadovoljstvu korisnika.

## 23. Broj mogućih nagiba naslona

Što je veći broj mogućih nagiba naslona invalidskih kolica to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati optimalni nagib naslona.

Ovoj značajci dodijeljen je najniži stupanj značajnosti  $k_{s23}=1$  iz razloga što bi mogućnost promjene visine naslona pridonijela samo većem zadovoljstvu korisnika, a ne bi smanjila mobilnost, samostalnost i sigurnost.

## 24. Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine naslona za ruke

Naslone za ruke korisni su zbog mnogih razloga: mogu spriječiti probleme sa kralješnicom, važni su kod transfera, korisnik uz pomoć njih može mijenjati poziciju sjedenja u invalidskim kolicima što je važno za sprječavanje nastanka dekubitusa te povećavaju sigurnost kod korisnika koji imaju ograničenu mogućnost stabilizacije gornjeg dijela tijela [2]. Ako bi se visina naslona za ruke mogla mijenjati na jednostavan način korisnik invalidskih kolica mogao bi prema potrebi mijenjati visinu te se tako prilagoditi individualnim situacijama. Npr. visinu naslona za ruke povećao bi kako bi lakše obavio transfer, a smanjio kako bi se više mogao približiti radnom stolu.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s24}= 5$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u manjoj mjeri smanjiti mobilnost, sigurnost i zdravlje korisnika.

## 25. Broj mogućih visina naslona za ruke

Što je veći broj mogućih visina naslona za ruke invalidskih kolica to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati željenu i optimalnu visinu naslona za ruke.

Ovoj značajci dodijeljen je nizak stupanj značajnosti  $k_{s25}=3$  iz razloga što ova značajka može omogućiti optimalnu prilagodljivost kolica za svakog korisnika.

## 26. Mogućnost i stupanj složenosti odmicanja ili skidanja naslona za ruke

Nasloni za ruke mogu smetati kod pokretanja invalidskih kolica, a mogu zasmetati i kada korisnik želi podići nešto s poda [2]. Prilikom transfera nasloni za ruke također mogu zasmetati. Iz navedenih razloga korisno bi bilo da se nasloni za ruke mogu na jednostavan i brz način skinuti ili odmaknuti. Ako bi kolica posjedovala tu mogućnost korisnik bi po želji skinuo ili postavio naslone za ruke.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s26}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u manjoj mjeri smanjiti mobilnost, sigurnost i neovisnost korisnika.

## 27. Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine odmorišta za noge

Visina odmorišta za noge određena je udaljenošću odmorišta za noge od podloge. Visina od 50 mm preporučena je kao apsolutni minimum [2]. Korisno je da je visina odmorišta za noge što manja. Na taj način je i visina koljena mala pa se korisnik bez problema može približiti stolu. Problem kod male visine odmorišta za noge javlja se kada korisnik sa svojim kolicima prelazi iz nakošene podloge na horizontalnu podlogu. Odmorišta za noge mogu zapeti te može doći do prevrtanja i pada korisnika. Kada bi se visina odmorišta za noge mogla mijenjati na brz i jednostavan način korisnik bi visinu mogao prilagoditi potrebnim uvjetima.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s27}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove značajke mogao u manjoj mjeri smanjiti mobilnost, neovisnost i sigurnost korisnika.

## 28. Broj mogućih visina odmorišta za noge

Što je veći broj mogućih visina odmorišta za noge invalidskih kolica to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati željenu i optimalnu visinu odmorišta za noge.

Ovoj značajci dodijeljen je nizak stupanj značajnosti  $k_{s28}=3$  iz razloga što ova značajka može omogućiti optimalnu prilagodljivost kolica za svakog korisnika.

## 29. Mogućnost i stupanj složenosti promjene kuta odmorišta za noge

Kut odmorišta za noge određuje gdje će se nalaziti korisnikova stopala u odnosu na njegova koljena. Mali kut će više približiti stopala prema koljenu. Veći kut će udaljiti stopala od koljena, a moguć je i negativan kut kod kojeg su stopala iza koljena. Manji i negativan kut odmorišta za noge znači da će međuosovinski razmak između glavnih i pomoćnih kotača biti

manji te će se omogućiti okretanje kolica u manjem prostoru [2]. Nedostatak manjeg i negativnog kuta je to što korisnik ne vidi svoja stopala. Ako korisnik nema osjećaj u nogama, a ne vidi stopala, zbog manjeg ili negativnog kuta odmorišta za noge, postoji mogućnost da mu se stopalo nađe u nepravilnom položaju ili čak ispadne iz odmorišta te nastane povreda [2]. Ako bi korisnik sam i to na jednostavan način mogao mijenjati kut odmorišta za noge mogao bi ga prilagoditi prema svojim potrebama i željama.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s29}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove mogućnosti mogao u manjoj mjeri smanjiti mobilnost i zdravlje korisnika.

### 30. Broj mogućih kuteva odmorišta za noge

Što je veći broj mogućih kuteva odmorišta za noge invalidskih kolica to je veća vjerojatnost da će korisnik moći odabrati željeni i optimalan kut odmorišta za noge.

Ovoj značajci dodijeljen je nizak stupanj značajnosti  $k_{s30}=3$  iz razloga što ova značajka može omogućiti optimalnu prilagodljivost kolica za svakog korisnika.

### 31. Mogućnost i stupanj složenosti odmicanja ili skidanja odmorišta za noge

Odmorišta za noge mogu zasmetati kada se korisnik želi približiti kadi za kupanje ili nekom ormaru, a mogu predstavljati problem kada korisnik želi ući u manje dizalo ili pospremiti invalidska kolica u automobil. Ako bi postojala mogućnost da se odmorišta za noge na jednostavan i brz način odmaknu ili u potpunosti uklone korisnik bi koristio tu mogućnost u nabrojanim situacijama. Povećala bi mu se mobilnost i samostalnost.

Ovoj značajci dodijeljen je srednji stupanj značajnosti  $k_{s31}=5$  iz razloga što bi nedostatak ove značajke mogao u manjoj mjeri smanjiti mobilnost i samostalnost korisnika.

### 32. Osjećaj sigurnosti u invalidskim kolicima

Ako prilikom upotrebe kolica proizvode čudne zvukove, škripe, klimaju se, snažno vibriraju, klimaju se kada su u zakočenom stanju te se na pogled ne čine čvrstima, kod korisnika će se pojaviti strah za sigurnost. Kada kolica daju loš osjećaj sigurnosti korisnik se neće usuditi obavljati neke radnje koje bi normalno obavljao kada bi imao dobar osjećaj sigurnosti u invalidskim kolicima. Npr. ne bi se usudio na dulja putovanja.

Ovoj značajci dodijeljen je najviši stupanj značajnosti  $k_{s32}=9$  iz razloga što bi kolica u kojima se korisnik ne bi osjećao sigurno u značajnoj mjeri ograničavala njegovu mobilnost i neovisnost.

### 33. Vizualan dojam

Kako su korisnici invalidskih kolica usko vezani za njih i konstantno ih koriste, uz funkcionalnost, udobnost i sigurnost bitan im je i vizualan dojam samih kolica. Korisnik se neće dobro osjećati u kolicima čijim izgledom neće biti zadovoljan.

Ovoj značajci dodjeljen je najniži stupanj značajnosti  $k_{s33}=1$  iz razloga što ova značajka ne doprinosi sigurnosti i mobilnosti korisnika već samo većem zadovoljstvu korisnika.

## 5 REZULTATI ANALIZE

Konačni rezultati ergonomske analize stupnja prilagodljivosti korisniku invalidskih kolica za prethodno odabrane modele kolica prikazani su u Tablici 1. Ukupna ocjena stupnja prilagodljivosti invalidskih kolica korisniku ( $\eta_e$ ) izračunata je uz pomoć izraza (1).

Tablica 1 Rezultati ergonomske analize

Redni broj	Značajka	$k_{sj}$	$\eta_j$	Model kolica				
				1	2	3	4	5
1.	Stupanj sklopivosti	9	$\eta_1$	0.75	0.90	0.90	0.90	0.90
2.	Vrijeme sklapanja	1	$\eta_2$	0.90	0.90	0.90	0.50	0.50
3.	Samostalnost sklapanja	9	$\eta_3$	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
4.	Spriječavanje samorasklapanja	1	$\eta_4$	0.25	0.75	0.75	0.75	0.75
5.	Skidanje i zamjena glavnih kotača	5	$\eta_5$	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
6.	Zamjena obruča za pokretanje	5	$\eta_6$	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
7.	Skidanje i zamjena pomoćnih kotača	5	$\eta_7$	0.25	0.25	0.50	0.25	0.50
8.	Promjena nagiba glavnih kotača	3	$\eta_8$	0.10	0.50	0.50	0.50	0.50
9.	Broj nagiba kotača	3	$\eta_9$	0.10	0.25	0.50	0.25	0.50
10.	Promjena položaja osovine glavih kotača	9	$\eta_{10}$	0.25	0.75	0.75	0.75	0.75
11.	Broj položaja osovine glavnih kotača	3	$\eta_{11}$	0.50	0.25	0.75	0.25	0.75
12.	Promjena visine sjedala	5	$\eta_{12}$	0.50	0.25	0.50	0.25	0.50
13.	Broj visina sjedala	3	$\eta_{13}$	0.50	0.50	0.75	0.50	0.75
14.	Promjena nagiba sjedala	5	$\eta_{14}$	0.50	0.25	0.50	0.25	0.50
15.	Broj nagiba sjedala	3	$\eta_{15}$	0.50	0.50	0.75	0.50	0.75
16.	Promjena širine sjedala	5	$\eta_{16}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
17.	Broj širina sjedala	3	$\eta_{17}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

18.	Promejna dubine sjedala	5	$\eta_{18}$	0.25	0.25	0.10	0.25	0.10
19.	Broj dubina sjedala	3	$\eta_{19}$	0.25	0.25	0.10	0.25	0.10
20.	Promjena visine naslona za leđa	1	$\eta_{20}$	0.10	0.50	0.50	0.50	0.50
21.	Broj visina naslona za leđa	1	$\eta_{21}$	0.10	0.25	0.50	0.25	0.50
22.	Promjena nagiba naslona za leđa	1	$\eta_{22}$	0.10	0.10	0.10	0.90	0.50
23.	Broj nagiba naslona za leđa	1	$\eta_{23}$	0.10	0.10	0.10	0.50	0.25
24.	Promjena visine naslona za ruke	5	$\eta_{24}$	0.25	0.25	0.10	0.25	0.90
25.	Broj visina naslona za ruke	3	$\eta_{25}$	0.25	0.25	0.10	0.25	0.75
26.	Odmicanje ili skidanje naslona za ruke	5	$\eta_{26}$	0.25	0.90	0.90	0.90	0.90
27.	Promjena visine odmorišta za noge	5	$\eta_{27}$	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
28.	Broj visina odmorišta za noge	3	$\eta_{28}$	0.50	0.75	0.90	0.75	0.90
29.	Promjena kuta odmorišta za noge	5	$\eta_{29}$	0.10	0.10	0.10	0.90	0.10
30.	Broj kuteva odmorišta za noge	3	$\eta_{30}$	0.10	0.10	0.10	0.75	0.10
31.	Odmicanje ili skidanje odmorišta za noge	5	$\eta_{31}$	0.90	0.90	0.25	0.90	0.25
32.	Osjećaj sigurnosti	9	$\eta_{32}$	0.25	0.75	0.90	0.75	0.90
33.	Vizualan dojam	1	$\eta_{33}$	0.50	0.50	0.75	0.25	0.75
Konačna ocjena pojedinog modela			$\eta_e$	0.41	0.51	0.54	0.56	0.59

Legenda:

Model kolica 1 - Aciton 3

Model kolica 2 - Start M5 Comfort - osnovna oprema

Model kolica 3 - Avantgarde T - osnovna oprema

Model kolica 4 - Start M5 Comfort - dodatna oprema

Model kolica 5 - Avantgarde T - dodatna oprema

---

## 6 RASPRAVA REZULTATA ANALIZE

Stupanj sklopivosti ocjenjen je kod svih modela sa visokim ocjenama jer se sva kolica na jednostavan način mogu sklopiti tako da zauzimaju malo mjesta. Kod svih kolica jednostavno se daju skinuti glavni kotači te odmorišta za noge što u značajnoj mjeri smanjuje ukupne dimenzije sklopljenih kolica. Najvišu ocjenu nije dobio model 1 jer kod njega stupanj sklopivosti umanjuje držač štapova koji sprječava potpuno sklapanje kolica. Ovaj problem lako bi se riješio držačem štapova koji se može montirati sa stražnje strane, a ne bočno kako je to izvedeno na ovom modelu.

Vrijeme sklapanja ocjenjeno je nižom ocjenom kod modela 4 i 5 iz razloga što se kod modela 4 vrijeme sklapanja produljuje zbog potrebe demontaže oslonca za glavu, a kod modela 5 vrijeme sklapanja se produljuje zbog potrebe demontaže čvrstog naslona. Ostali analizirani modeli sklapaju se na brz način.

Samostalnost sklapanja podjednaka je kod svih modela. Sva analizirana invalidska kolica lako se sklapaju. Starije i nemoćnije osobe mogle bi imati malih problema kod sklapanja kolica jer svi modeli traže određenu spretnost kod sklapanja.

Spriječavanje samorasklapanja bolje je kod modela 2, 3, 4 i 5 jer imaju sustav protiv samorasklapanja koji korisnik sam mora aktivirati. Model 1 nema taj sustav ali u normalnim uvjetima kolica se ne rasklapaju sama. Najbolje rješenje bilo bi da se kolica prilikom sklapanja automatski osiguraju od samorasklapanja.

Skidanje i zamjena glavnih kotača podjednako je ocjenjeno kod svih analiziranih modela invalidskih kolica. Kotači se skidaju na jednostavan i brz način pritiskom dugmeta na osovini. Mali problem je u tome da kolica prilikom skidanja kotača treba podići i pridržavati.

Kod svih analiziranih modela zamjena obruča za pokretanje moguća je samo uz pomoć alata. Uz to potrebno je odstraniti i mnogo vijaka koje naknadno ponovno treba stegnuti. Mogućnost brzog skidanja i ponovnog postavljanja obruča za pokretanje ostvarila bi se upotrebom uskočnih mehanizama.

Skidanje i zamjena pomoćnih kotača uglavnom je ocjenjeno nižim ocjenama iz razloga što je kod svih analiziranih modela invalidskih kolica potreban alat za tu radnju, a prilikom skidanja kolica treba na neki način stabilizirati kako ne bi došlo do njihovog prevrtanja. Problem skidanja pomoćnih kotača mogao bi se riješiti konstrukcijom pomoćnih kotača s utičnom osovinom na isti način kako je riješen problem skidanja glavnih kotača.



Pritiskom na dugme pomoćni kotači bi se mogli izvaditi i zamijeniti sa drugim pomoćnim kotačima.

Model 1 invalidskih kolica nema mogućnost promjene nagiba glavnih kotača, svi ostali modeli imaju tu mogućnost. Za promjenu nagiba glavnih kotača kod njih, potreban je alat i određena doza spretnosti i znanja. Određeni nagib postiže se različitim orijentiranjem klinastih pločica na mjestu gdje se učvršćuje šuplja osovina kroz koju prolazi osovina kotača. Bolje rješenje bila bi konstrukcija koja bi omogućavala promjenu nagiba kotača bez upotrebe alata.

Kod modela 2 i 4 dva su moguća nagiba kotača, nagib od  $0^\circ$  i  $2.5^\circ$ . Kod modela 3 i 5 moguća su tri nagiba kotača, nagib od  $0^\circ$ ,  $2^\circ$  i  $4^\circ$ . Broj mogućih nagiba jednostavno bi se mogao povećati prilaganjem više različitih klinastih pločica.

Mogućnost i stupanj složenosti promjene položaja osovine glavnih kotača u odnosu na naslon invalidskih kolica kod svih modela vrši se uz pomoć alata. Iz tog razloga nijedan model nije dobio najvišu ocjenu. Kod modela 1 promjena zahtijeva veću spretnost pa je taj model ocjenjen manjom ocjenom. Kod ostalih modela promjena se vrši jednostavnije. Ova mogućnost mogla bi se poboljšati primjenom konstrukcije koja omogućuje promjenu položaja osovine bez upotrebe alata.

Modeli 2 i 4 imaju samo tri moguća položaja osovine glavnih kotača. Model 1 ima veći broj, a modeli 3 i 5 najveći broj mogućih položaja osovine glavnih kotača. Nijedan model nije ocjenjen najvišom ocjenom jer je kod svih modela broj mogućih položaja osovine kotača predodređen te se promjena vrši na stupnjevit način. Bolje rješenje bi bila konstrukcija koja omogućuje kontinuiranu promjenu položaja osovine glavnih kotača.

Visina sjedala može se mijenjati kod svih analiziranih modela. Problem je u tome da je za tu promjenu kod svih modela potreban alat te veća spretnost korisnika jer se na kolicima mora promijeniti nekoliko postavki da bi se postigla željena visina bez da se poremeti nagib sjedala. Visina se mijenja podizanjem ili spuštanjem glavnih i pomoćnih kotača u odnosu na invalidska kolica. Kod modela 2 i 4 taj postupak je malo kompliciraniji. Bolje rješenje bila bi konstrukcija sjedala koja omogućuje mijenjanje visina neovisno o položaju glavnih i pomoćnih kotača ili izvedba koja omogućuje brzo i jednostavno podizanje glavnih i pomoćnih kotača bez upotrebe alata.

Broj mogućih visina sjedala veći je kod modela 3 i 5 nego kod ostalih modela ali ni na tim modelima ne može se dobiti proizvoljna visina već se može odabrati jedna od predodređenih visina sjedala. Bolje rješenje bila bi konstrukcija koja omogućuje kontinuiranu promjenu visine sjedala.

Nagib sjedala također se može mijenjati kod svih analiziranih modela i to na jednak način kao i visina sjedala promjenom visine glavih i pomoćnih kotača u odnosu na invalidska kolica. Budući da se promjena nagiba ostvaruje na isti način kao i promjena visine sjedala svi modeli su ocijenjeni kao i kod značajke promjena visine sjedala. Bolje rješenje bila bi konstrukcija sjedala koja omogućuje mijenjanje nagiba neovisno o položaju glavnih i pomoćnih kotača ili izvedba koja omogućuje brzo i jednostavno podizanje glavnih i pomoćnih kotača bez upotrebe alata.

Budući da se kod svih modela nagib sjedala mijenja na isti način kao i visina sjedala broj mogućih nagiba sjedala ocijenjen je jednako kao i broj mogućih visina sjedala.

Mogućnost i stupanj složenosti promjene širine sjedala ocijenjena je kod svih modela sa najnižom mogućom ocjenom iz razloga što promjena širine sjedala nije moguća bez promjene cijele križne konstrukcije koja omogućuje sklapanje kolica. Rješenje bi bilo izrada križne konstrukcije koja se može proširiti ili suziti.

Budući da kod nijednog modela analiziranih invalidskih kolica ne postoji mogućnost promjene širine sjedala broj mogućih širina sjedala također je ocijenjen sa najnižom mogućom ocjenom. Predloženu križnu konstrukciju kojoj bi se mogla mijenjati širina treba iskonstruirati na način da se širina može mijenjati kontinuirano, a ne stupnjevito. Na taj način omogućilo bi se postizanje optimalne širine sjedala za svakog korisnika.

Promjena dubine sjedala nije moguća kod modela 3 i 5 pa je kod njih ta mogućnost ocijenjena najnižom mogućom ocjenom. Kod modela 1, 2 i 4 promjena dubine sjedala je moguća ali zahtijeva veliku spretnost i upotrebu alata. Iz tih razloga ocijenjena je niskom ocjenom. Poboljšanje bi bila konstrukcija koja omogućuje jednostavnu i brzu promjenu dubine sjedala bez upotrebe alata.

Kako kod modela 3 i 5 promjena dubine sjedala nije moguća broj mogućih dubina sjedala ocijenjen je najnižom mogućom ocjenom. Kod modela 1, 2 i 4 postoji mogućnost promjene dubine sjedala ali se može postići samo mali broj različitih dubina sjedala. Poboljšanje bi bila konstrukcija koja omogućuje kontinuiranu promjenu dubine sjedala.

Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine naslona za leđa kod modela 1 ocijenjena je najnižom mogućom ocjenom jer ta mogućnost ne postoji. Kod ostalih modela ocijenjena je sa srednjom ocjenom budući da je za promjenu potreban alat te je potrebno otpustiti i, nakon namještanja nove visine koja je određena dostupnim provrtima, ponovno pritegnuti veći broj vijaka. Bolje rješenje bila bi konstrukcija naslona za leđa čija bi se visina mogla podestiti jednostavno pomoću uskočnog mehanizma ili nekog mehanizma koji omogućuje kontinuiranu promjenu visine naslona za leđa.

Broj mogućih visina naslona za leđa veći je kod modela 3 i 5 nego kod modela 2 i 4 te su sukladno tome modeli 3 i 5 u ovom području ocjenjeni većom ocjenom. Kod svih modela postoji ograničen, relativno malen, broj mogućih visina naslona za leđa. Taj problem mogao bi se riješiti dodavanjem novih provrta ili konstruiranjem konstrukcije koja će omogućiti kontinuiranu promjenu visine naslona za leđa.

Mogućnost i stupanj složenosti promjene nagiba naslona za leđa kod modela 1, 2 i 3 ocjenjena je najnižom mogućom ocjenom jer ta mogućnost ne postoji. Kod modela 4 nagib naslona mijenja se na jednostavan i brz način bez upotrebe alata, a sam mehanizam promjene nagiba naslona ne ometa proces sklapanja kolica. Iz tih razloga dodijeljena mu je najviša moguća ocjena. Kod modela 5 nagib naslona se može mijenjati ali je za njegovu promjenu potreban alat te određeni stupanj spretnosti.

Broj mogućih nagiba naslona za leđa veći je kod modela 4 nego kod modela 5 ali se nagib ne može mijenjati kontinuirano već je određeno nekoliko predefiniраниh nagiba. Modeli 1, 2 i 3 nemaju mogućnost mijenjanja nagiba naslona za leđa. Idealno rješenje bila bi konstrukcija koja omogućuje kontinuiranu promjenu nagiba za leđa.

Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine naslona za ruke samo je kod modela 5 ocjenjena najvišom mogućom ocjenom. Kod tog modela promjena visine naslona za ruke vrši se jednostavno i na brz način bez upotrebe alata. Za promjenu visine naslona za ruke kod modela 1, 2 i 4 potreban je alat i određena doza spretnosti. Model 3 uopće nema naslon za ruke pa je ova značajka kod njega ocjenjena najmanjom mogućom ocjenom. Ova mogućnost mogla bi se povećati kod svih modela primjenom rješenja koje nudi model 5.

Kod modela 3 ne postoji mogućnost promjene visine naslona za ruke pa je sukladno tome ocjenjen sa najnižom mogućom ocjenom. Modeli 1, 2 i 4 imaju mali broj mogućih visina naslona za ruke, dok model 5 ima veći broj mogućih naslona za ruke ali se visina ne može mijenjati kontinuirano već stupnjevito. Bolje rješenje bila bi konstrukcija naslona za ruke koja omogućuje kontinuiranu promjenu visine.

Za skidanje i odmicanje naslona za ruke kod modela 1 potrebna je velika spretnost. Kod ostalih modela, osim kod modela 3 koji uopće nema naslon za ruke, skidanje ili odmicanje se vrši na brz i jednostavan način povlačenjem odgovarajuće poluge. Iz tih razloga modeli 2, 3, 4 i 5 ocjenjeni su najvišom mogućom ocjenom.

Mogućnost i stupanj složenosti promjene visine odmorišta za noge kod svih modela ocjenjena je sa visokom ocjenom. Za promjenu visine potreban je alat, ali se kod svih modela promjena može izvršiti na brz i jednostavan način (potrebno je otpustiti i nakon namještanja

nove visine ponovo pritegnuti samo jedan vijak). Veću ocjenu zaradili bi kada bi se visina odmorišta za noge mogla mijenjati bez upotrebe alata.

Broj mogućih visina odmorišta za noge kod modela 3 i 5 ocjenjen je najvišom mogućom ocjenom iz razloga što se kod tih modela visina može mijenjati kontinuirano, a ne stupnjevito kao kod ostalih modela. Model 1 ima manji broj mogućih visina nego modeli 2 i 4 pa je sukladno tome tako i ocjenjen.

Mogućnost promjene kuta odmorišta za noge ima samo model 4. Kod njega se kut odmorišta za noge mijenja na jednostavan i brz način, bez upotrebe alata, jednostavnim povlačenjem poluge. Iz tih razloga model 4 ocjenjen je najvišom mogućom ocjenom. Svi ostali modeli nemaju mogućnost promjene kuta odmorišta za noge pa su ocjenjeni najnižom mogućom ocjenom. Ova mogućnost mogla bi se povećati kod svih modela primjenom rješenja koje nudi model 4.

Broj mogućih kuteva odmorišta za noge kod svih modela osim modela 4 ocjenjen je najmanjom mogućom ocjenom jer ne posjeduju tu mogućnost. Model 4 ima velik broj mogućih kuteva odmorišta za noge ali nije ocjenjen najvišom mogućom ocjenom iz razloga što se kut ne može mijenjati kontinuirano već se mijenja stupnjevito. Bolje rješenje bila bi konstrukcija koja omogućuje kontinuiranu promjenu kuta.

Mogućnost i stupanj složenosti odmicanja ili skidanja odmorišta za noge ocjenjena je niskom ocjenom kod modela 3 i 5 iz razloga što se kod tih modela odmorište za noge ne može zakrenuti, a samo djelomično se može skinuti. Kod svih ostalih modela ocjenjena je najvišom mogućom ocjenom jer se odmicanje ili skidanje vrši na jednostavan i brz način bez upotrebe alata povlačenjem određene poluge.

Osjećaj sigurnosti ocjenjen je najvišom ocjenom kod modela 3 i 5 iz razloga što je njihova konstrukcija čvršća od ostalih modela. Imaju dvostruki križ i spojevi su u većoj mjeri izvedeni u zavarenom obliku te stoga ne može doći do rasklimavanja i pojave straha kod korisnika. Uz to modeli 3 i 5 imaju metalna odmorišta za noge što daje veći osjećaj sigurnosti nego kod modela 1, 2 i 4 koji imaju plastična odmorišta za noge. Modeli 2 i 4 ocjenjeni su nešto nižom ocjenom jer imaju više pomičnih komponenti. Lakše može doći do rasklimavanja. Model 1 ima jednostruki križ te se prilikom korištenja kolica deformiraju u maloj mjeri što kod korisnika može izazvati strah. Iz tog razloga modelu 1 dodijeljena je niska ocjena.

Vizualan dojam ocjenjen je niskom ocjenom kod modela 4 iz razloga što mehanizam za promjenu nagiba odmorišta za noge i oslonac za glavu izrazito povećavaju dojam

prisutnosti invalidskih kolica. Modeli 1 i 2 su u tom pogledu nešto bolji. Najmanji dojam prisutnosti invalidskih kolica ostavljaju modeli 3 i 5.

Najvišu konačnu ocjenu zaradio je model 5. Kod tog modela sve značajke sa najvišim stupnjem značajnosti ocjenjene su visokim ocjenama što je u značajnoj mjeri pridonjelo povećanju ukupne ocjene. Najslabije točke kod ovog modela su nemogućnost promjene širine i dubine sjedala, nemogućnost promjene kuta odmorišta za noge te nemogućnost zakretanja odmorišta za noge. Budući da je navedenim značajkama dodijeljen visok stupanj značajnosti njihove niske ocjene kod ovog modela dovode do snižavanja ukupne ocjene. Da bi se u značajnoj mjeri poboljšao stupanj prilagodljivosti korisniku kod ovog modela dovoljno je pronaći i implementirati rješenja koja omogućuju jednostavnu promjenu širine i dubine sjedala, kuta odmorišta za noge te zakretanje odmorišta za noge.

Nešto nižu konačnu ocjenu zaradio je model 4. Iako taj model ima neke značajke koje model 5 nema, poput mogućnosti promjene kuta odmorišta za noge i jednostavnija promjena kuta naslona za leđa, zaradio je manju ukupnu ocjenu. Razlog tome je manji broj mogućih različitih postavki i složenija promjena visine naslona za ruke. Kod modela 5 neke značajke mogu se mijenjati kontinuirano pa korisnik kod tog modela može postići optimalne i željene postavke. Kod modela 4 značajke se mogu mijenjati stupnjevito pa neki korisnici ne bi mogli postići optimalne i željene postavke.

Model 3 zaradio je konačnu ocjenu koja ga, prema stupnju prilagodljivosti korisniku, postavlja u sredinu analiziranih modela. Kao što je već spomenuto model 3 jednak je modelu 5 s razlikom što model 3 nema dodatnu opremu. Upravo nedostatak dodatne opreme koja omogućava promjenu kuta naslona za leđa te jednostavnu promjenu visine naslona za ruke u značajnoj mjeri snižuje ocjenu ovom modelu.

Model 2 zaradio je nešto nižu ocjenu od modela 3. Model 2 jednak je modelu 4 s razlikom što model 2 nema dodatnu opremu. Nedostatak dodatne opreme koja omogućava jednostavnu promjenu kuta naslona za leđa te jednostavnu promjenu kuta odmorišta za noge uz značajke koje se ne mogu mijenjati kontinuirano nego se mijenjaju stupnjevito, rezultiralo je nižom ukupnom ocjenom.

Model 1 zaradio je najnižu ukupnu ocjenu. Kod njega su značajke s najvišim stupnjem značajnosti ocjenjene nižim ocjenama nego kod ostalih analiziranih modela. To je pridonjelo smanjenju konačne ocjene za taj model. Uz slabije ocjenjene značajke s najvišim stupnjem značajnosti kod ovog modela također ne postoji mogućnost kontinuirane promjene značajki, neke značajke se uopće ne mogu promijeniti, a neke se mijenjaju na složen i kompliciran način.

Iz rezultata analize vidljivo je da je velik broj značajki kod modela 1 ocjenjen niskim ocjenama. Samo da bi se došlo do stupnja prilagodljivosti kakvog posjeduju modeli 4 i 5 potrebno je na modelu 1 izvršiti mnogo preinaka što je ekonomski vrlo zahtjevno. Modeli 4 i 5 jednaki su modelima 2 i 3 s razlikom što modeli 4 i 5 posjeduju dodatnu opremu koja u primjetnoj mjeri povećava konačnu ergonomsku ocjenu.

Iz navedenih razloga logično je da se poboljšanja, koja bi omogućila veću prilagodljivost invalidskih kolica individualnom korisniku, predlažu za modele 4 i 5. Kod tih modela dovoljno je poboljšati samo nekoliko određenih značajki koje posjeduju viši stupanj značajnosti. Poboljšanjem tih značajki u značajnoj mjeri bi se povećala konačna ergonomska ocjena stupnja prilagodljivosti korisniku.

Razmatranjem rezultata analize za modele 4 i 5 uočeno je da su kod modela 4 značajke pod rednim brojevima 29., 30. i 31. (vidi str. 27) ocjenjene visokim, a značajke pod rednim brojevima 24. i 25. (vidi str. 27) niskim ocjenama. Kod modela 5 situacija je obrnuta. Značajke pod rednim brojevima 29., 30. i 31. ocjenjene su niskim, a značajke pod rednim brojevima 24. i 25. visokim ocjenama. Većina navedenih značajki ima srednji stupanj značajnosti pa bi poboljšavanje nisko ocjenjenih značajki kod modela 4 i 5 u značajnoj mjeri pridonjelo povećanju konačne ergonomske ocjene.

Daljnijim razmatranjem rezultata analize za modele 4 i 5 uočeno je da su značajke pod rednim brojevima 16., 17., 18. i 19. (vidi str. 26) ocjenjene najnižim ocjenama. Niti jedan od analiziranih modela ne posjeduje mogućnost promjene širine sjedišta, a promjena dubine sjedišta moguća je kod modela 4 ali na kompliciran način i moguć je mali broj različitih dubina sjedišta. Kako neke od navedenih značajki posjeduju srednje stupnjeve značajnosti, konstrukcija koja bi omogućila jednostavnu promjenu širine i dubine sjedišta u značajnoj bi mjeri povećala konačnu ergonomsku ocjenu modela 4 i 5.

## 7 PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA

Iz već prije navedenih razloga poboljšanja će se predložiti za modele 4 i 5. Pokušat će se predložiti poboljšanja koja neće biti ekonomski i tehnički zahtjevna, a koja će na kraju pridonjeti značajnom povećanju konačne ergonomske ocjene.

Kod modela 4 predlaže se poboljšanje ovih značajki:

- 16. Promjena širine sjedala
- 17. Broj širina sjedala
- 18. Promjena dubine sjedala
- 19. Broj dubina sjedala
- 24. Promjena visine naslona za ruke
- 25. Broj visina naslona za ruke

Značajke pod rednim brojevima 24. i 25. mogu se poboljšati na jednostavan način preuzimanjem rješenja koje kod modela 5 omogućuje jednostavnu i brzu promjenu naslona za ruke i velik broj mogućih položaja naslona za ruke (Slika 12). Implementacija takvog rješenja kod modela 4 ne bi predstavljala nikakav problem jer se naslon za ruke prisutan na modelu 5 može ugraditi na model 4 bez ikakvih preinaka. Postojeći nasloni za ruke s pripadajućim sustavom za pričvršćavanje na konstrukciju invalidskih kolica kod modela 4 samo se trebaju zamijeniti sa naslonima za ruke kakve posjeduje model 5 (Slika 15).



Slika 12 Naslon za ruke koji kod modela 5 omogućuje brzu i jednostavnu promjenu visine naslona za ruke te velik broj mogućih visina naslona za ruke

Kod modela 5 predlaže se poboljšnje ovih značajki:

- 16. Promjena širine sjedala
- 17. Broj širina sjedala
- 18. Promjena dubine sjedala
- 19. Broj dubina sjedala
- 29. Promjena kuta odmorišta za noge
- 30. Broj kuteva odmorišta za noge
- 31. Odmicanje ili skidanje odmorišta za noge

Značajke pod rednim brojevima 29., 30. i 31. mogu se poboljšati na jednostavan način preuzimanjem rješenja koje kod modela 4 omogućuje jednostavnu i brzu promjenu kuta odmorišta za noge, veliki broj mogućih kuteva odmorišta za noge (Slika 13) te mogućnost odmicanja ili skidanja odmorišta za noge (Slika 14). Implementacija takvog rješenja kod modela 5 ne bi predstavljala velik problem jer se odmorišta za noge, preuzeta s modela 4, na model 5 mogu ugraditi uz minimalnu preinaku sustava za pričvršćivanje (Slika 15).



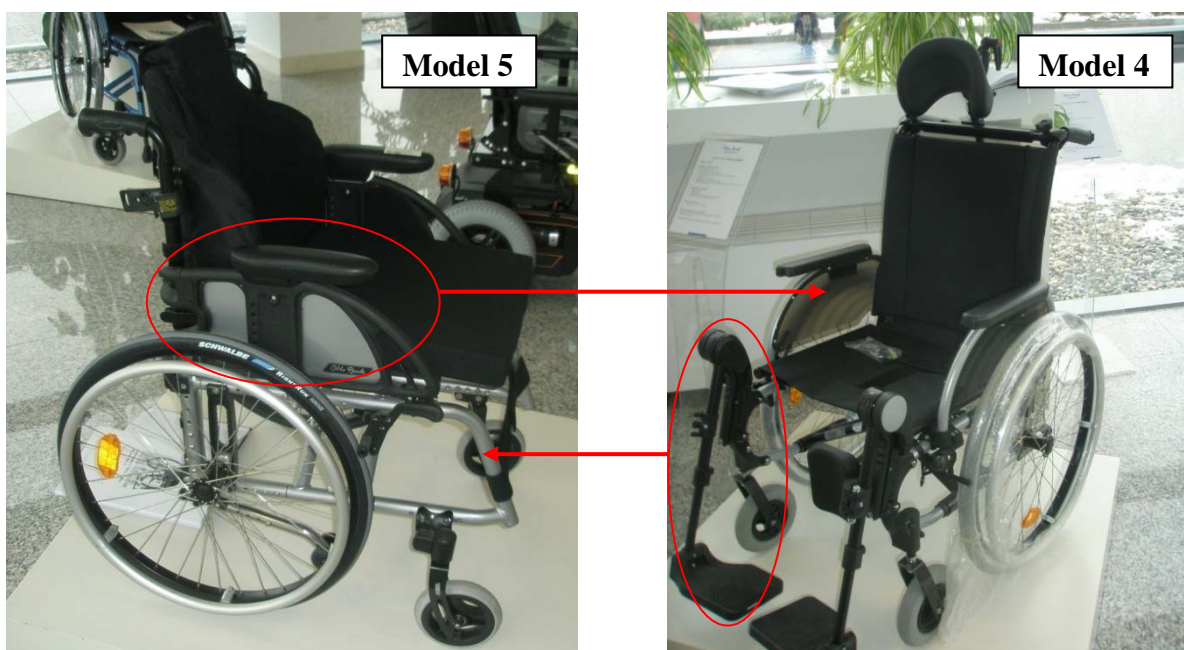
Slika 13 Odmorište za noge koje kod modela 4 omogućuje brzu i jednostavnu promjenu te velik broj mogućih kuteva odmorišta za noge





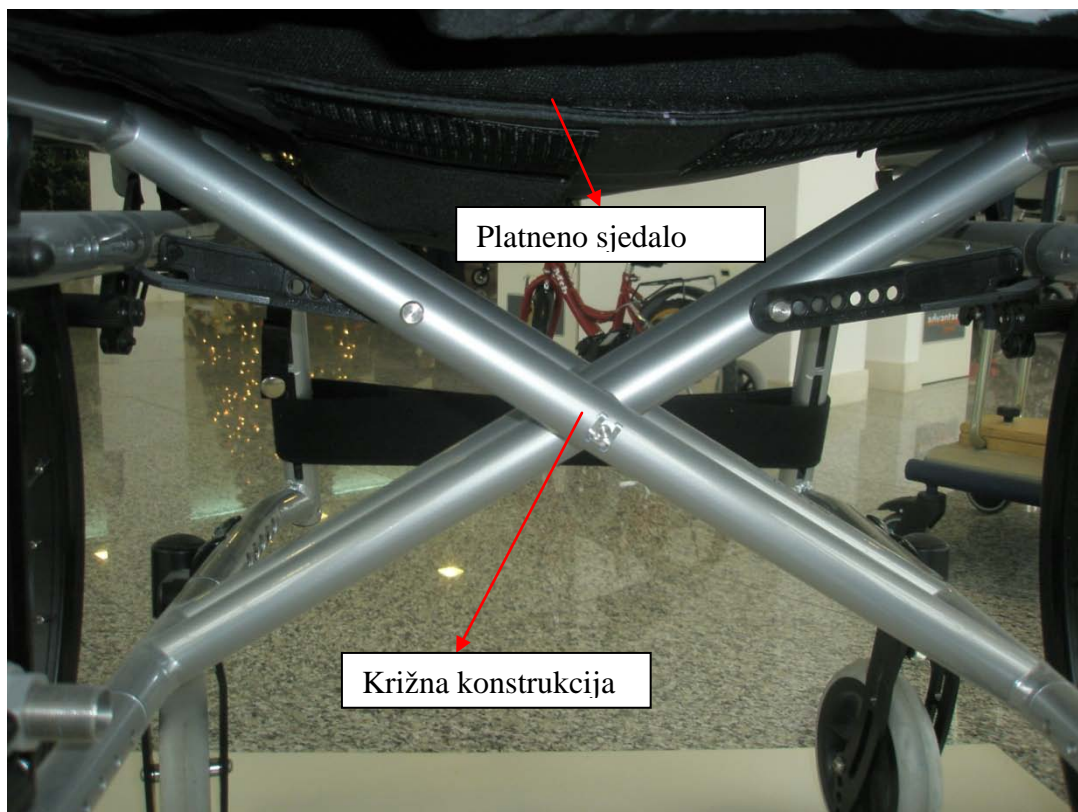
Slika 14 Rješenje koje kod modela 4 omogućuje jednostavno odmicanje ili skidanje odmorišta za noge

Preuzimanjem postojećih rješenja sa različitih modela invalidskih kolica postiže se povećanje konačne ergonomске ocjene uz male ili nikakve preinake na samim kolicima što je ekonomski vrlo povoljno (Slika 15).



Slika 15 Preuzimanje postojećih rješenja sa različitih modela invalidskih kolica

Niti jedan od analiziranih modela ne posjeduje mogućnost promjene širine i dubine sjedišta (Slika 16). Kako te značajke posjeduju srednji stupanj značajnosti njihovim poboljšavanjem u značajnoj mjeri bi se povećala konačna ergonomska ocjena. Iz navedenih razloga potrebno je predložiti novo rješenje.



Slika 16 Križna konstrukcija i platneno sjedalo koje ne omogućuje promjenu širine i dubine sjedišta

Kako bi se postigla mogućnost promjene širine sjedišta bez da se promjene ostale značajke poput visine sjedišta potrebno je izraditi križnu konstrukciju koja se može proširiti ili suziti te sjedalo kojemu se može mijenjati širina. Kako bi se postigla mogućnost promjene dubine sjedišta potrebno je izraditi sjedalo koje to omogućuje.

Prijedlog rješenja koje će omogućiti promjenu širine i dubine sjedišta prikazan je skicom u Prilogu A: Skice predloženih poboljšanja.

Takvo rješenje omogućilo bi brzu, jednostavnu i kontinuiranu, a ne stupnjevitu, promjenu širine križne konstrukcije, a time i promjenu širine sjedišta te jednostavnu promjenu dubine sjedišta. Za razliku od uobičajenih platnenih sjedala predloženo sjedalo je kruto. Iz tog razloga moguća je jednostavnija konstrukcija koja omogućuje promjenu širine i dubine sjedišta. Kod predloženog sjedala ne bi se direktno mijenjala širina površine na kojoj se sjedi

već bi se mijenjala širina mehanizma uz pomoć kojeg se sjedalo povezuje s križnom konstrukcijom. Predlaže se da se na invalidska kolica ugradi sjedalo sa minimalnom širinom površine na kojoj se sjedi. Ako bi sjedište korisniku bilo preusko, korisnik bi jednostavno proširio sjedište. Nastala zračnost između naslona za ruke i same površine na kojoj se sjedi ne bi predstavljala problem jer na sjedalo uvijek dolazi i poseban jastuk.

Primjenom predloženih poboljšanja kod modela 4 značajke pod rednim brojevima 16., 17., 18., 19., 24. i 25. zaradile bi znatno više ocjene, a značajka pod rednim brojem 2. zaradila bi nižu ocjenu. Kako značajka pod rednim brojem 2. ima najniži faktor značajnosti, niža ocjena ne bi značajno utjecala na konačnu ocjenu. Značajke pod rednim brojevima 16., 17., 18., 19., 24. i 25. posjeduju niži ili srednji stupanj značajnosti pa bi njihova veća ocjena mogla pridonjeti značajnom povećanju konačne ocjene.

Primjenom predloženih poboljšanja kod modela 5 značajke pod rednim brojevima 16., 17., 18., 19., 29., 30. i 31. zaradile bi znatno više ocjene, a značajke pod rednim brojem 2. i 33. niže ocjene. Kako značajke pod rednim brojevima 2. i 33. imaju najniži faktor značajnosti, niža ocjena ne bi značajno utjecala na konačnu ocjenu. Značajke pod rednim brojevima 16., 17., 18., 19., 29., 30. i 31. posjeduju niži ili srednji stupanj značajnosti pa bi njihova veća ocjena mogla pridonjeti značajnom povećanju konačne ocjene.

## 8 ZAKLJUČAK

Nakon provedene ergonomske analize na odabranim modelima sklopivih manualnih invalidskih kolica i razmatranja rezultata analize dolazimo do zaključka da današnja invalidska kolica još uvijek nemaju visok stupanj prilagodljivosti individualnom korisniku. Čak ni modeli sa dodatnom opremom nisu postigli konačnu ergonomsku ocjenu veću od 0.60. Ako se moguće konačne ocjene mogu kretati između 0.10 i 0.90, ocjena 0.60 predstavlja srednji stupanj prilagodljivosti.

Razmatranjem rezultata analize uočene su značajke čija bi poboljšanja u značajnoj mjeri mogla povećati konačnu ocjenu stupnja prilagodljivosti invalidskih kolica. Predloženo je nekoliko poboljšanja za dva modela koji su postigli najviše konačne ocjene. Primjenom predloženih poboljšanja kod modela 4 konačna ocjena stupnja prilagodljivosti invalidskih kolica iznosila bi  $\eta_e = 0.66$ , a primjenom predloženih poboljšanja kod modela 5 konačna ocjena stupnja prilagodljivosti invalidskih kolica iznosila bi  $\eta_e = 0.73$ . Porast konačne ocjene od 18% kod modela 4 i 24% kod modela 5 smatra se značajnim.

Kada se osobe prvi put susreću sa problemom odabira invalidskih kolica ne mogu procijeniti koja invalidska kolica i koje postavke su najbolje za njih. Ako invalidska kolica posjeduju visok stupanj prilagodljivosti velika je vjerojatnost da će se moći prilagoditi individualnim potrebama korisnika. Kako bi se olakšao odabir invalidskih kolica na temelju provedene analize predložen je upitnik (Prilog B: Upitnik za odabir invalidskih kolica) uz pomoć kojeg korisnik može ocjeniti i usporediti razne modele invalidskih kolica. U upitniku korisnik uz pomoć ocjena 1, 2, 3, 4 i 5 subjektivno ocjenjuje pojedine značajke koje su prikazane u obliku pitanja. Nakon ocjenjivanja zbrajaju se ocjene za pojedini model. Veći zbroj ocjena upućuje na veću mogućnost prilagodbe invalidskih kolica individualnom korisniku. Značajke su označene crvenom, žutom, zelenom ili bijelom bojom koje pokazuju važnost pojedine značajke. Poželjno je da su crvene i žute značajke visoko ocjenjene.

Iako je metoda kojom je provedena analiza invalidskih kolica subjektivna smatram da to ne umanjuje njezin značaj jer se primjenom ove metode osobu koja vrši analizu prisiljava da kritički razmišlja i ocjenjuje proizvod sa stajališta krajnjeg korisnika te na taj način može uvidjeti nedostatke i predložiti poboljšanja. Ovaj oblik analize invalidskih kolica ističe koliko je važno uzeti u obzir značajno više podataka nego je to praksa.

## 9 LITERATURA

- [1] Cooper, R., A.: *Wheelchair selection and configuration*, Demos Medical Publishing, New York, 1998.
- [2] Karp, G.: *Life on wheels: the A to Z guide to living fully with mobility issues*, Demos Medical Publishing, New York, 2009.
- [3] Skupina autora: *VDI Richtlinien*, VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 1986.
- [4] Kaye, H., S., Kang, T., LaPlante, M., P.: „Wheelchair Use in the United States“, *Disability Statistics Abstract*, broj 23, 2002. (stranice 1 - 4)
- [5] Sušić, A., Štorga, M., Majić, M.: *Rapid ergonomic assessment methodology for engineering design*, „Proceedings of 4<sup>th</sup> International Ergonomics Conference, Ergonomics 2010.“, 2010. (stranice 53-62)
- [6] Majić, M.: *Primjena ergonomskih metoda u procesu razvoja proizvoda*, diplomski rad, FSB, Zagreb, 2010.
- [7] Schmeler, M., Buning, M., E.: *Manual Wheelchairs: Set-Up and Propulsion Biomechanics*, University of Pittsburgh, 1999.

## **PRILOG A: Skice predloženih poboljšanja**

F

E

D

C

B

A

1

2

3

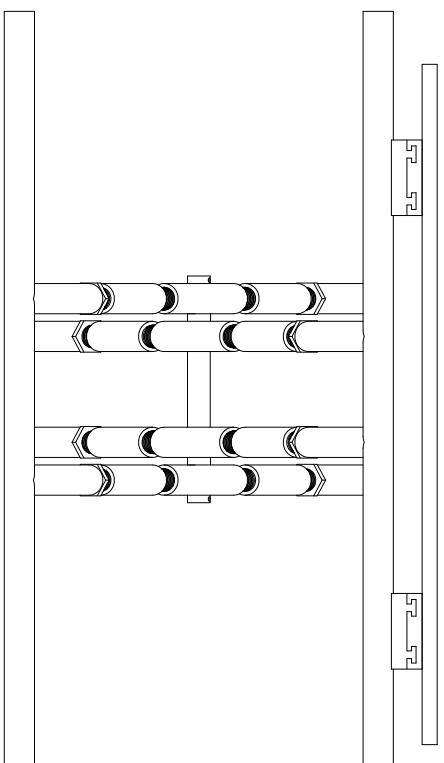
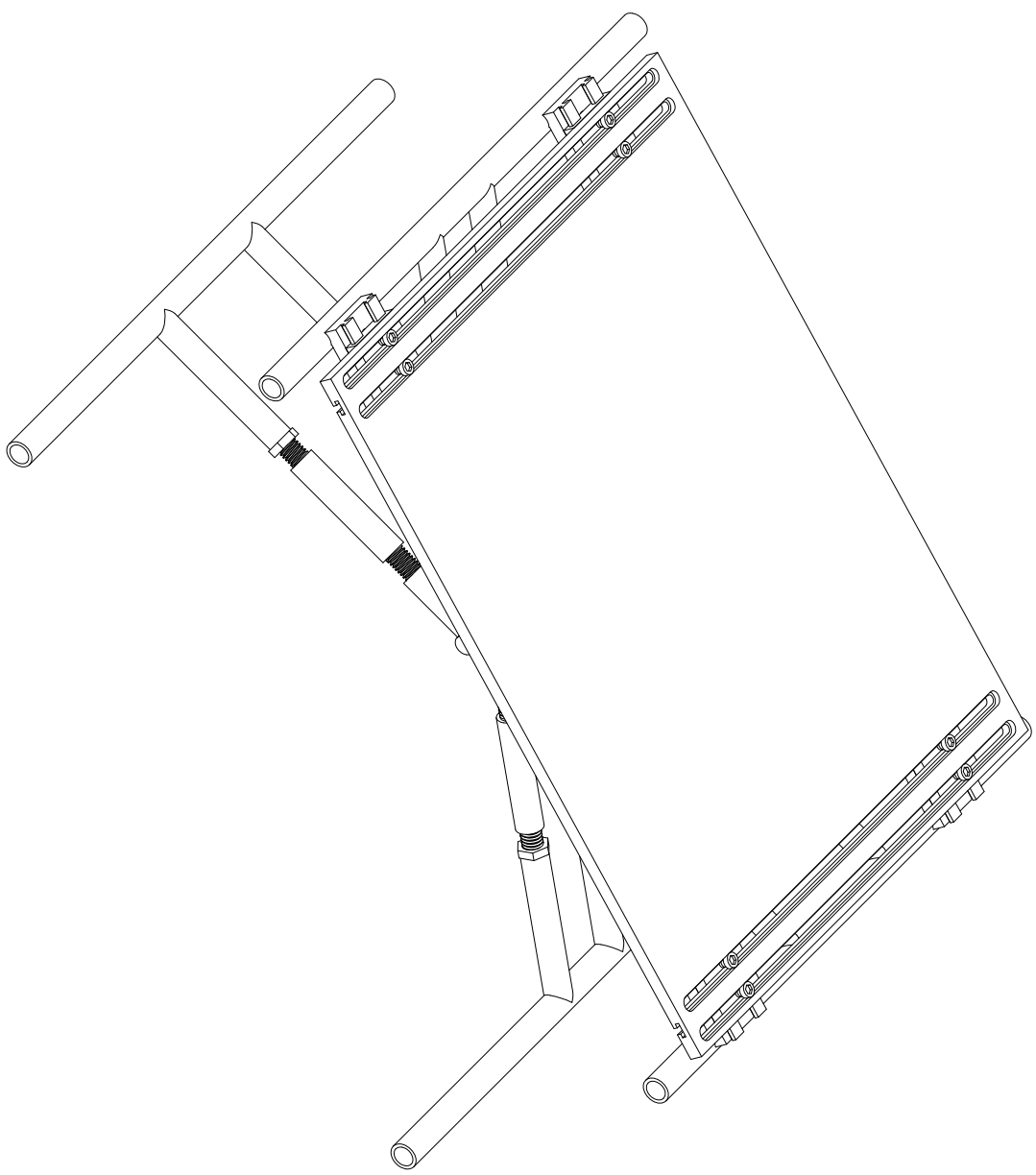
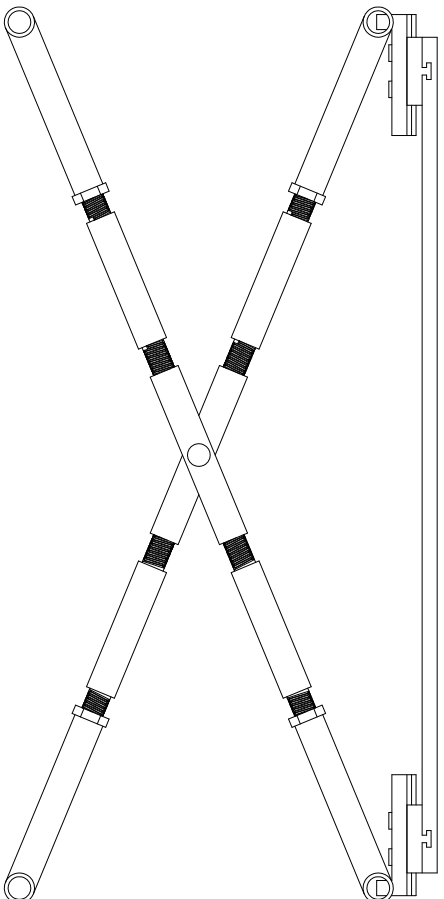
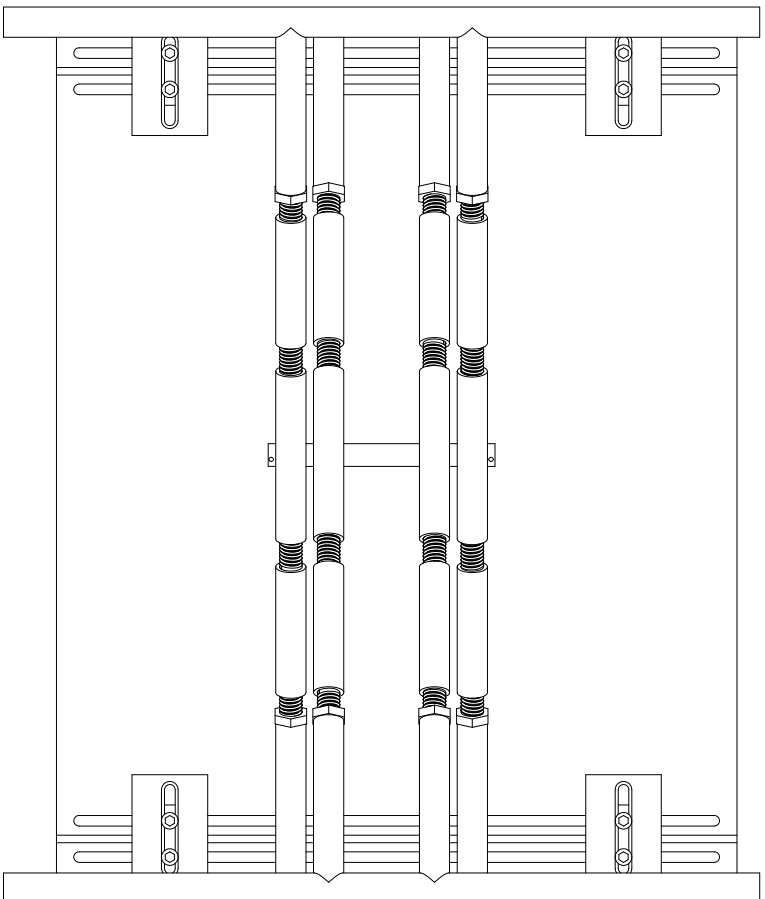
4

5

6

7

8



Projekcija	Datum	Ime i prezime	Potpis
Projektirao	25.01.2011.	Mario Horvat	
Razradio	25.01.2011.	Mario Horvat	
Crtao	25.01.2011.	Mario Horvat	
Pregledao			
Objekt Krizna konstrukcija sa sjedalom			Objekt broj R.N. broj



## **PRILOG B: Upitnik za odabir invalidskih kolica**



# Upitnik za odabir invalidskih kolica

Ocjenjivanje značajki izabranih modela invalidskih kolica vrši se uz pomoć ocjena:

- 5 (vrlo primjereno)
- 4 (primjereno)
- 3 (skoro primjereno)
- 2 (slabo primjereno)
- 1 (neprimjereno)

Boje značajki u upitniku upućuju na važnost značajke:

- **crvena** - značajka je izrazito bitna
- **žuta** - značajka je bitna
- **zelena** - značajka je manje bitna
- bijela - značajka nije bitna

Nakon što se ocjene sve značajke kod svih odabranih modela zbrajaju se ocjene svih značajki za svaki izabrani model te se dobije konačni broj bodova za svaki model. Veći broj bodova upućuje na veću mogućnost prilagodbe invalidskih kolica individualnom korisniku.

Što je više dobro ocjenjenih crvenih i žutih značajki to su kolica primjerenija.

Redni broj	Značajka	Model kolica				
		1	2	3	4	5
1.	Da li se invalidska kolica mogu sklopiti tako da se bez problema mogu pospremiti u automobil?					
2.	Da li se kolica mogu sklopiti bez pomoći druge osobe?					
3.	Da li se može mijenjati položaj osovine glavnih kotača u odnosu na naslon kolica?					
4.	Da li se u kolicima ostvaruje osjećaj sigurnosti?					
5.	Da li se jednostavno skidaju glavni kotači?					
6.	Da li se jednostavn skidaju obruči za pokretanje?					
7.	Da li se jednostavno skidaju pomoćni kotači?					
8.	Da li se može mijenjati visina sjedala?					
9.	Da li se može mijenjati nagib sjedala?					
10.	Da li se može mijenjati širina sjedala?					

11.	Da li se može mijenjati dubina sjedala?					
12.	Da li se može mijenjati visina naslona za ruke?					
13.	Da li se nasloni za ruke mogu odmaknuti ili skinuti?					
14.	Da li se može mijenjati visina odmorišta za noge?					
15.	Da li se može mijenjati nagib odmorišta za noge?					
16.	Da li se odmorišta za noge mogu odmaknuti ili skinuti?					
17.	Da li se može mijenjati nagib glavnih kotača kako bi se povećala stabilnost?					
18.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih nagiba glavnih kotača?					
19.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih položaja osovine glavnih kotača u odnosu na naslon kolica?					
20.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih visina sjedala?					
21.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih nagiba sjedala?					
22.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih širina sjedala?					
23.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih dubina sjedala?					
24.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih visina naslona za ruke?					
25.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih visina odmorišta za noge?					
26.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih nagiba odmorišta za noge?					
27.	Da li se može mijenjati visina naslona za leđa?					
28.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih visina naslona za leđa?					
29.	Da li se može mijenjati nagib naslona za leđa?					
30.	Da li postoji dovoljan broj različitih mogućih nagiba naslona za leđa?					
31.	Da li se kolica sklapaju na brz način?					
32.	Da li se kolica ne rasklapaju sama?					
33.	Da li su kolica vizualno prihvatljiva?					
Konačni broj bodova modela						