

# ICT asistivna tehnologija za djecu s teškoćama u razvoju

---

**Andrić, Danijel**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:203978>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-12**



*Repository / Repozitorij:*

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet informatike

**DANIJEL ANDRLIK**

**ICT ASISTIVNE TEHNOLOGIJE ZA DJECU S TEŠKOĆAMA U RAZVOJU**

Diplomski rad

Pula, rujan 2022.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet informatike

**DANIJEL ANDRLIK**

**ICT ASISTIVNE TEHNOLOGIJE ZA DJECU S TEŠKOĆAMA U RAZVOJU**

Diplomski rad

**JMBAG: 0303061596, redovni student**

**Studijski smjer: Nastavni smjer Informatike (diplomski studij)**

**Kolegij: Pedagogija djece s teškoćama u razvoju**

**Znanstveno područja: Društvene znanosti**

**Znanstveno polja: Edukacijsko-rehabilitacijske znanosti i Informacijske i komunikacijske znanosti**

**Znanstvena grane: Inkluzivna edukacija i rehabilitacija i informacijski sustavi i informatologija**

**Mentor: izv. prof. dr. sc. Mirjana Radetić-Paić**

**Komentor: izv. prof. dr. sc. Darko Etinger**

Pula, rujan 2022.



## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani/a Danijel Andrić, ovime izjavljujem da je ovaj diplomski rad rezultat isključivo mog vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio diplomskog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno prepisan iz kojega necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

U Puli, rujan 2022.

Student

---



## **IZJAVA o korištenju autorskog djela**

Ja, Danijel Andrlik, dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj diplomski rad pod nazivom „ICT asistivne tehnologije za djecu s teškoćama u razvoju“ koristi na način da navedeno autorsko djelo kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu sa Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, rujan 2022.

Potpis

---

## Sažetak

U ovom radu obrađena je tema teškoća u razvoju i ICT asistivnih tehnologija za pomoć djeci s različitim teškoćama. Kod djece s oštećenjem vida, sluha, govorno-glasovnim teškoćama, motoričkim teškoćama, zdravstvenim teškoćama, poremećajima u ponašanju i neurološkim oštećenjima primjenjuju se asistivni alati i pomagala.

Kako je tehnologija napredovala, tako su i medicina i asistivne tehnologije držale korak s njom. Teškoće se ranije i češće otkrivaju zbog napretka tehnologije, a na isti način sve su se više razvijale i asistivne tehnologije. Međutim, glavni nedostatak većine asistivnih tehnologija jest njihova cijena, no prednost je mnogo veća, a to je mogućnost inkluzije djece s teškoćama u razvoju kako bi im se omogućili redovni uvjeti života.

Cilj je ovoga rada prikazati pojedine asistivne alate odnosno tehnologiju za djecu s različitim teškoćama u razvoju koji su podrška u nastavnom procesu, kao i pregled literature s kritičkim osvrtom u tom smislu.

**Ključne riječi:** asistivne tehnologije, oštećenje vida, oštećenje sluha, motoričke poteškoće, autizam, dijabetes, epilepsija, astma, govorne teškoće

## Abstract

This paper deals with the topic of developmental disabilities and ICT assistive technologies to help children with various disabilities. Assistive tools and aids are used for children with visual impairment, hearing impairment, speech and voice difficulties, motor difficulties, health difficulties, behavioral disorders and neurological impairments.

As technology has advanced, medicine and assistive technologies have kept pace with it. Difficulties are detected earlier and more often due to the progress of technology, and in the same way assistive technologies have been increasingly developed. However, the main disadvantage of most assistive technologies is their price, but the advantage is much greater, which is the possibility of including children with developmental disabilities in order to provide them with regular living conditions.

The aim of this paper is to present certain assistive tools or technology for children with various developmental disabilities that are a support in the teaching process, as well as a literature review with a critical review in this sense.

Key words: assistive technologies, visual impairment, hearing impairment, motor difficulties, autism, diabetes, epilepsy, asthma, speech difficulties

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
2. ICT u obrazovanju .....	2
3. ICT asistivne tehnologije .....	3
3.1. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s oštećenjem vida .....	4
3.1.1. Video povećala .....	4
3.1.2. Pametne naočale .....	5
3.1.3. Audioknjige .....	7
3.1.4. Brajlovi monitori .....	7
3.1.5. „Tekst na zvuk“ alati .....	9
3.2. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s oštećenjem sluha .....	10
3.2.1. FM/DM sustavi .....	10
3.2.2. Sustavi koji koriste indukcijske petlje .....	12
3.2.3. Infracrveni sustavi .....	14
3.3. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s motoričkim teškoćama .....	15
3.3.1. Štapić za usta .....	15
3.3.2. Štapić za glavu .....	17
3.3.3. Pristup s jednim prekidačem .....	18
3.3.4. Prekidač gutljaja i puhanja .....	19
3.3.5. Veliki miš s kuglicom .....	20
3.3.6. Prilagodljiva tipkovnica .....	21
3.4. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s govorno-glasovnim teškoćama .....	22
3.4.1. Komunikacijski sustavi bez pomoći .....	22
3.4.2. Uređaji niske tehnologije .....	22
3.4.3. Uređaji visoke tehnologije .....	24
3.5. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s poremećajima u ponašanju i djeci s deficitom pažnje/hiperaktivnim poremećajem .....	25
3.5.1. „Tekst na zvuk“ aplikacije .....	25



3.5.2.	Uređaji koji služe za podsjetnike .....	25
3.5.3.	Uređaji s prepoznavanjem glasa .....	26
3.6.	ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s autizmom .....	27
3.6.1.	Aut2Speak .....	27
3.6.2.	Autism iHelp .....	28
3.6.3.	AutismXpress .....	28
3.7.	ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci sa zdravstvenim teškoćama i neurološkim oštećenjima .....	29
3.7.1.	Nosiva i ugradbena tehnologija za djecu s dijabetesom .....	29
3.7.2.	Nosiva i ugradbena tehnologija za djecu s astmom .....	30
3.7.3.	Nosiva tehnologija za djecu s epilepsijom .....	31
4.	Pregled literature .....	32
4.1.	Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s oštećenjem vida .....	33
4.2.	Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s oštećenjem sluha .....	37
4.3.	Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s motoričkim teškoćama .....	39
4.4.	Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s govorno-glasovnim teškoćama .....	42
4.5.	Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s poremećajima u ponašanju .....	43
4.6.	Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s autizmom .....	44
4.7.	Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci sa zdravstvenim teškoćama i neurološkim oštećenjima .....	48
5.	Zaključak .....	50
6.	Popis slika .....	52
7.	Literatura .....	53

## 1. Uvod

Tema ovoga diplomskog rada jesu ICT alati za pomoć djeci s teškoćama u razvoju. ICT je pokrata za *Information and Communications technology*, odnosno informacijske i komunikacijske tehnologije. Djeca s teškoćama u razvoju su djeca koja imaju bilo koji oblik teškoće koji im narušava mogućnosti da prate nastavu i izvode određene vježbe tijekom nastave. U radu se govori o tehnologijama i alatima koji se koriste za pomoć djeci s teškoćama u razvoju te se isti alati mogu upotrijebiti u nastavi Informatike i drugih predmeta kako bi toj djeci bilo lakše pratiti nastavu, savladati gradivo i steći vještine koje će im pomoći pri gradnji svojih kompetencija.

Cilj je ovoga rada pronalaženje činjenica, zajedničkih obilježja za asistivne tehnologije koje koriste djeca s teškoćama, kao i nastavnici u radu s djecom koja imaju teškoće u razvoju.

Alati koji su spomenuti u ovom radu namijenjeni su osobama s teškoćama, a neki od tih alata su: pametne naočale, video povećala, slušni aparatići, induktivne petlje, prilagodljiva tipkovnica, veliki miš s kuglom, komunikacijska pomagala, „tekst na zvuk“ aplikacije, Aut2Speak, Autism iHelp, FreeStyle libre i dr.

## 2. ICT u obrazovanju

U današnje vrijeme većina učionica u Hrvatskoj opremljena je računalom za učitelja, nastavnika ili profesora te je na taj način na najmanjoj razini ICT uključen u obrazovanje. Također, većina nastavnika i profesora svoja predavanja održavaju uz pomoć projektoru te koristeći neki oblik vizualne prezentacije gradiva koje se obrađuje. Na taj način pomoću ICT-a ubrzao se prijenos informacija učenicima te je recipročno povećana kreativnost nastavnika i profesora. Jedan od oblika koji je trenutno u najvećem razvijanju što se tiče ICT-a u obrazovanju jest e-učenje, odnosno *online* nastava. Pomoću platformi kao što su MS Teams, Zoom, BigBlueButton i dr. učenici i nastavnici, kao i studenti i profesori komuniciraju te provode predavanja u sigurnom okruženju, bez mogućnosti zaraze prilikom odvijanja nastavnog procesa (<https://hrcak.srce.hr/file/272311>).

Iako *online* nastava i ICT imaju dobar učinak na razvitak obrazovanja, ponekad mogu odvratiti pozornost od onoga što je bitno, a to je prijenos znanja učenicima. Kada su učenici u učionici, nastavnik ili profesor ima veću kontrolu nad njima i pazi što rade te prate li nastavu ili ne. U *online* okruženju, odnosno na nekima od platformi to nije moguće napraviti, a učenici koriste svaku priliku da rade nešto što im je zanimljivije od slušanja predavanja.

### 3. ICT asistivne tehnologije

ICT je objašnjen u prijašnjem poglavlju te kao što je bilo najavljeno, u ovom poglavlju obradit će se asistivne tehnologije koje se nalaze u ICT-u. Povezano s teškoćama koje učenici imaju, obradit će se što više mogućih tehnologija za pomoć djeci s određenim teškoćama. Govorit će se o pristupačnosti određenih tehnologija, njihovoj upotrebi te isplati li se financijski uvesti takve tehnologije u škole. Asistivne tehnologije bit će prikazane redom vezane uz teškoće s kojima se djeca susreću, a to su oštećenje vida, oštećenje sluha, motoričke teškoće, govorno-glasovne teškoće, poremećaji ponašanja, autizam te zdravstvene teškoće i neurološka oštećenja.



Slika 1. Prikaz asistivnih uređaja (izvor: <https://bighack.org/wp-content/uploads/2021/02/Assistive-Technology-Guide-Big-HAck.jpg>)

### 3.1. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s oštećenjem vida

Djeca s oštećenjem vida dijele se u dvije skupine, a to su slijepa djeca i djeca sa smanjenim mogućnostima vizualnog sustava. Kao pomoć za djecu s tim teškoćama postoji nekolicina načina i alata. Neki od njih su video povećala (alat koji uvećava određene dijelove ekrana), pametne naočale, brajlovi ekrani i „tekst na zvuk“ alati.

U sljedećih nekoliko potpoglavlja pojasnit će se što su i kako funkcioniraju te koliko su pristupačni. Bit će navedeni redoslijedom kojim su bili navedeni u prethodnom odlomku.

#### 3.1.1. Video povećala



Slika 2. Prikaz monitora koji koristi video povećalo (izvor: <https://nelowvision.com/wp-content/uploads/2019/02/Reveal-16-Young-Student-doing-homeworkd.jpg>)

Na slici 2. je prikazan monitor koji ima mogućnosti video povećala za pomoć djeci i odraslima s oštećenjem vida. Na taj način djeca i odrasli mogu uz umanjen napor raditi i obavljati radnje na računalu koje žele. U slučaju koji je prikazan na slici učenik rješava zadaću iz matematike uz pomoć video lekcije koristeći monitor koji ima mogućnost video povećala. Također, uočljiv je narančasti gumb, kojim se povećava ili smanjuje prikaz na ekranu.

Što se tiče pristupačnosti, monitor koji je prikazan na slici skuplja je verzija takvih uređaja s cijenom od približno 3000 \$, odnosno približno 20 000 kuna. Postoje i povoljnije verzije video povećala i njihove cijene kreću se već od 150 \$, odnosno 1000 kuna, no to su umanjene verzije takva monitora.

Po mišljenju autora ovoga rada, neovisno o cijeni toga uređaja, trebalo bi se omogućiti djeci da koriste takav tip pomagala u nastavi jer će im uvelike olakšati učenje i usvajanje gradiva te će pomoću njega lakše pratiti nastavu (<https://nelowvision.com/product/reveal-16-full-hd-portable-electronic-video-magnifier/>).

### 3.1.2. Pametne naočale

Pametne naočale su naočale koje koriste umjetnu inteligenciju kako bi prikazale razne informacije iz slika pa pomoću zvučnog opisa slika korisnik može razumjeti i spoznati gdje se nalazi i na što mu je trenutno usmjeren pogled. Ovaj program odnosno alat razvio je Envision. On u ovom trenutku pruža najbrže i najtočnije optičko prepoznavanje osoba i stvari. Ima mogućnost čitati bilo kakav tekst koji se nalazi na bilo čemu, npr. tekst s proizvoda koje kupujemo u trgovinama, knjiga, stripova itd. Trenutno je dostupan na više od 60 jezika. Pomoću njega slijepa djecu i djeca teže oštećena vida mogu čitati odnosno slušati ono što bi pročitali da nemaju oštećenje vida. Na slici 3 prikazan je primjer takvih naočala.



Slika 3. Prikaz Envision pametnih naočala  
(izvor: <https://www.letsenvision.com/product/envision-glasses>)

Cijena ovih naočala poprilično je visoka, no jednom kada se ovaj proizvod kupi, Envision jamči doživotnu upotrebu, kao i jamstvo u slučaju kvara. Cijena je 3270 €, odnosno 25 000 kuna. Uz Envision postoje još neke tvrtke koje proizvode takav tip uređaja za pomoć s oštećenjem vida, a to su: IrisVision s cijenom od 3000 \$, odnosno 20 000 kuna, Acesight s cijenom od 5000 \$, odnosno 33 200 kuna, NuEyes Pro s cijenom od 6000 \$, odnosno 40 000 kuna. Iako su cijene visoke, kvaliteta uređaja i sama korist vrlo je velika i isplativa, jer može omogućiti slijepoj djeci i djeci s težim oštećenjima vida da se lakše snalaze u prostoru te da na neki način budu više uključena u životne i društvene radnje (<https://irisvision.com/electronic-glasses-for-the-blind-and-visually-impaired/>).

Neovisno o cijeni ovoga proizvoda, autor ovoga rada smatra da bi se trebao pronaći način da se on uvede u školstvo, jer će se tako slijepu djecu moći uključiti u proces obrazovanja te istaknuti važnost i koristi ICT-a u obrazovanju.

### 3.1.3. Audioknjige

Što se tiče ovoga oblika pomoći slijepoj djeci, riječ je o zvučnom prikazu teksta iz određenih knjiga koji omogućuje osobama koje žele pročitati knjigu, ali ne mogu zbog svog oštećenja, da je poslušaju. Što se tiče cijene audioknjiga, one variraju ovisno o potražnji i cijeni koju nakladnik odredi za tu knjigu. Naravno, postoje i knjige koje su besplatne, kao i one koje koštaju više stotina kuna. Cijena ovisi o popularnosti određenih knjiga, broju jezika na koje je prevedena i slično.

Iako nisu samo dio asistivne tehnologije, audioknjige nalaze svoju primjenu i u obrazovanju na način da djeca s oštećenjem vida mogu pratiti nastavno gradivo i sudjelovati u nastavnom procesu.

### 3.1.4. Brajlovi monitori

Kao što je većini poznato, djeca koja se smatraju djecom s oštećenjem vida jesu i slijepa djeca. Slijepa djeca imaju svoje pismo koje je univerzalno, s nekoliko preinaka u cijelom svijetu, a to pismo jest Brailleovo pismo. Po tom pismu ovi monitori dobili su naziv, jer uz pomoć pomicanja pinova na svakoj Brajlovoj ćeliji gore i dolje omogućava se korisnicima da čitaju liniju Brailleova teksta. Trenutni raspon u veličini jest od 12 do 80 linijskih ćelija. Brajlovi ekrani mogu se spojiti na računala, pametne mobitele i tablete kako bi korisnici čitali dokumente, internetske stranice i društvene mreže. Također, mogu se koristiti kao zaseban uređaj, no tada se pristupa tekstu koji je spremljen na SD karticu. Na slici 4 prikazan je jedan takav monitor.





Slika 4. Prikaz Brajlova monitora (izvor: <https://store.humanware.com/hus/brailiant-bi-40x-braille-display.html>)

Što se tiče ponude i cijena ovih uređaja, one su široke, stoga će se navesti oni koji su po procjeni stručnjaka najbolji:

- HumanWare Brailiant BI 40 s cijenom od 3000 \$, odnosno 20 000 kuna;
- HIMS Smart Beetle s cijenom od 1000 \$, odnosno 6 500 kuna, no uređaj je poprilično malen;
- Braille EDGE 40 od MAGNIFYING AIDS s cijenom od 2400 \$, odnosno 16 000 kuna.

Sva tri navedena dinamička monitora za slijepu djecu variraju po cijeni ovisno o tome koliko imaju Brajlovih ćelija. Neovisno o cijeni tih uređaja, oni koriste kombinaciju softvera i hardvera, što odlično prikazuje koliko je ICT napredovao u razvitku asistivnih tehnologija (<https://www.everydaysight.com/best-refreshable-braille-display/>).

### 3.1.5. „Tekst na zvuk“ alati

„Tekst na zvuk“ alati, poznati i kao *Text to speech App*, aplikacije su koje pretvaraju određeni tekst u zvučni oblik toga teksta. Tijekom posljednjih nekoliko godina razvilo se mnoštvo takvih aplikacija, stoga će se nabrojati nekoliko njih te spomenuti njihove prednosti i slabosti. Pomoću njih djeca koja imaju oštećenja vida mogu preslušati tekst koji im je potreban. Također, olakšavaju učenje učenicima koji imaju teškoće s oštećenjem vida. Trenutno najbolje aplikacije, odnosno alati za „tekst na zvuk“ su Amazon Polly, Linguatec Voice Reader, Capti Personal, NaturalReader (<https://www.techradar.com/best/best-text-to-speech-software>).

1. Amazon Polly – pristupačan, jednostavan za korištenje, podržava više različitih vrsta dokumenata, ima mogućnost izbora jezika. Što se tiče cijene, ona predstavlja poteškoću jer koristi „Pay as you go“ model, što znači da se plaća onoliko koliko se troši te ovisno o dodacima koji se koriste na alatu. Uobičajena tarifa za ovu aplikaciju jest 4 \$, odnosno 27 kuna po milijun znakova, što se čini mnogo, no tih milijun znakova brzo se potroši, stoga je to nedostatak ove aplikacije.
2. Linguatec Voice Reader – široko korištena, koristi 67 različitih glasova, podržava različite vrste dokumenata, sadrži više jezičnih opcija. Cijena ove aplikacije jest 49 €, odnosno 370 kuna. Iako se čini da je to visoka cijena, jednom kada se kupi, može se koristiti koliko god se želi, stoga njegova cijena nije ni prednost ni nedostatak.
3. Capti Personal – odlična za učenje, jednostavna za korištenje te povezana s platformama, tj. sustavima u oblaku. Razlog koji je naveden kao nedostatak jest cijena licenci za edukaciju. Te cijene kreću se od 2000 kuna do više tisuća kuna, ovisno o broju korisnika. Za osobnu uporabu cijene se kreću od 20 kuna do 375 kuna, ovisno o razini koju korisnik želi.
4. NaturalReader – podržava različite vrste datoteka, višejezičnost. Temelji se na sustavu na oblaku, stoga mu je na neki način to nedostatak jer je potrebno imati pristup internetu kako bi se ova aplikacija koristila. Što se tiče cijene ovoga alata, postoji više inačica: postoji besplatna verzija za osobnu upotrebu koja ima ograničene opcije, osobna za 99.50 \$, odnosno 650 kuna s dodatnim opcijama

kao što su dva nova oblika glasa i pretvaranje u mp3 te profesionalna verzija s cijenom od 129.50 \$, odnosno 865 kuna, s opcijama kao i osobna, no s dodatnim dvjema vrstama glasa.

## **3.2. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s oštećenjem sluha**

Djeca s oštećenjem sluha su djeca koje su nagluha ili gluha. Za pomoć toj djeci postoji nekoliko uređaja i aplikacija, a u sljedećim potpoglavljima objasniti će se neki od njih te prikazati kako ti uređaji izgledaju te po kojoj se cijeni mogu nabaviti. Ti uređaji ubrajaju se u FM/DM sustave, transmitere, prijarnike, sustave koji koriste indukcijske petlje, infracrvene sustave. Koristeći ICT asistivne tehnologije, djecu s ovom teškoćom može se uključiti u nastavni proces na olakšan način.

### **3.2.1. FM/DM sustavi**

Kod FM/DM sustava važno je spomenuti razliku između njih. FM sustavi koriste analogne radiofrekvencije za prijenos zvuka na određene frekvencije koje su postavljene za asistivne uređaje kod osoba s oštećenjem sluha kako bi smanjili mogućnosti smetnji. DM sustavi digitaliziraju i suzbijaju signal u uski pojas pružajući čisti signal s manjim mogućim smetnjama. Razlika između tih dvaju sustava jest način na koji je signal poslan, no funkcija tih uređaja je ista: transponder i prijarnik koriste jedan od ovih sustava kako bi prenijeli signal od transpondera do prijarnika. Na slici 5 prikazani su transponder i prijarnik. Transponder i prijarnik bit će objašnjeni u daljnjim potpoglavljima

(<https://www.nationaldeafcenter.org/sites/default/files/Assistive%20Listening%20Systems%20101%20%28FULL%29%286.17.19%29%28ENGLISH%29%28WEB%29.pdf>). Što se tiče cijene tih sustava, ona je prilično visoka i kreće se od 2500 \$, odnosno 16 650 kuna naviše. Međutim, cijena se odnosi i na transmitere i na prijarnike zajedno.



Slika 5. Prikaz transmitera i prijavnika za djecu s oštećenjem sluha (izvor: <https://www.babyhearing.org/hearing-devices/PublishingImages/Roger-Inspiro-transmitter-pen-and-receiver.jpg>)

### 3.2.1.1. *Transmiteri*

Transmitter je pomoću FM/DM sustava povezan s prijamnikom te kao mikrofonski šalje signale pomoću tih sustava na prijamnik koji prima signal i obrađuje ga. Može biti povezan s medijskim uređajima pomoću zvučnog kabela, ili povezan na mikrofonski za jednog slušatelja, ili čak postavljen na stol za grupu slušatelja. Većina sustava može koristiti samo jedan transmitter, no postoje i sustavi koji mogu biti modificirani za više transmitera. Na taj način učitelji mogu posjedovati transmitter kod sebe te pomoću njega svoje predavanje prenijeti i učenicima s oštećenjem sluha.

### 3.2.1.2. *Prijamnici*

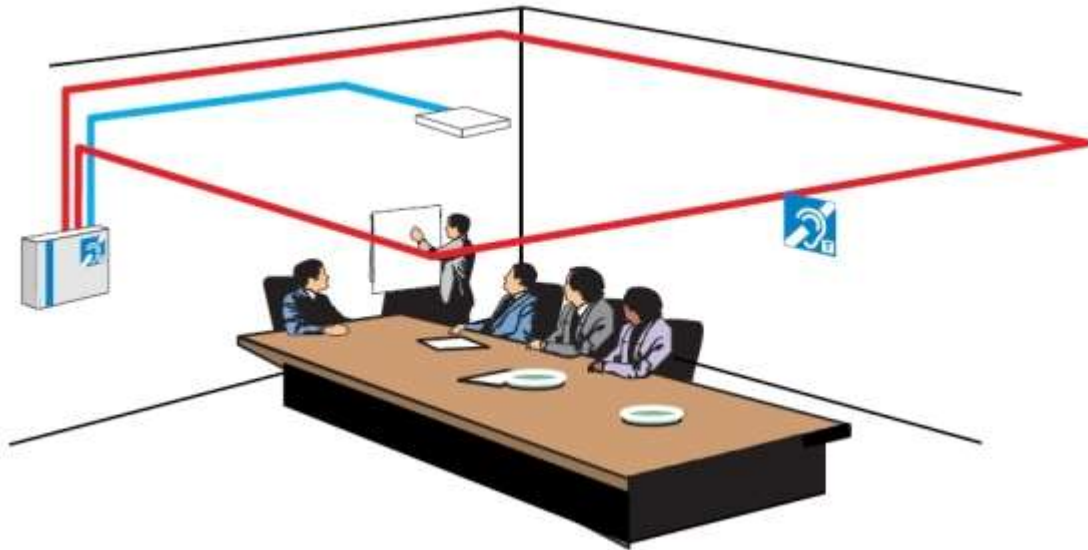
Što se tiče prijamnika, oni primaju signal s transmitera te se povezuju na slušne aparate na više načina. Zbog tih načina dijele se na tradicionalne prijamnike, bežične prijamnike te posredničke uređaje.

- Tradicionalni prijamnici – imaju utičnicu za slušalice koja dopušta različite tipove slušanja. Zvučni kabeli koji povezuju prijamnike sa slušnim aparatom moraju biti kupljeni od proizvođača samog slušnog aparata kako bi se izbjegla preopterećenja samog uređaja.
- Bežični prijamnici – jako su mali i spajaju se na sami kraj slušnog aparata te hvataju signale poslano iz transmitera.

### 3.2.2. Sustavi koji koriste indukcijske petlje

Radi se o petlji u obliku fizičke žice koja je instalirana unutar prostora sobe ili dijela sobe pa je povezana s nekim izvorom zvuka, kao što je mikrofonski. Kroz nju prolazi elektromagnetski signal, a kako bi se pristupilo signalu, na slušnom aparatu potrebna

je T zavojnica. Osoba koja ima oštećenje sluha treba uključiti svoj uređaj te ga postaviti tako da prima signal. Za to nije potrebna dodatna oprema, stoga je pristupačnije nego neki drugi oblici. Na slici 6 prikazan je primjer prostorije s indukcijskom petljom.



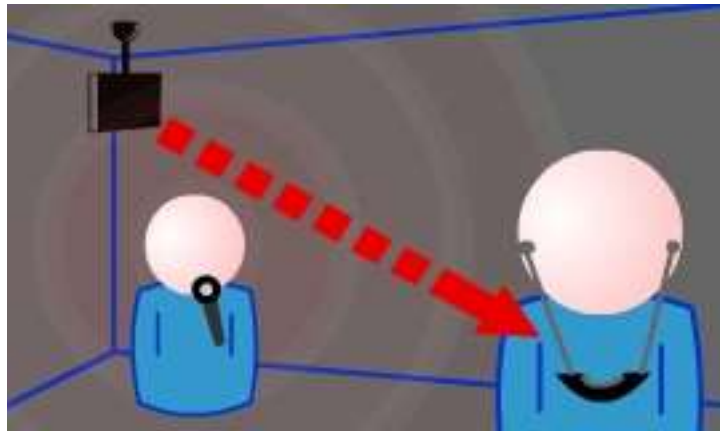
Slika 6. Prikaz indukcijske petlje (izvor: [https://arphi.com/wp-content/uploads/2016/10/induction\\_loop\\_office\\_comp.jpg](https://arphi.com/wp-content/uploads/2016/10/induction_loop_office_comp.jpg))

Pomoću takva oblika sva djeca koja imaju oštećenje sluha u toj prostoriji mogu se povezati pomoću svoga aparatića na signal te čuti osobu koja trenutno govori na mikrofonski ili neki drugi medij koji se trenutno pušta. Zahvaljujući takvom sustavu, odnosno učionicama koje imaju takav sustav ugrađen unutar sebe, djeca s oštećenjem sluha mogu sudjelovati u nastavnim procesima na olakšan način te se osjećati uključeno u grupu.

### 3.2.3. Infracrveni sustavi

Pomoću infracrvenih sustava signal zvuka prenosi se na infracrvenom pojasu. Taj signal popunjava sobu tako što se odbija o zidove sobe. Na taj način nudi privatnost jer je signal zadržan unutar sobe. Međutim, nedostatak je što se može koristiti samo unutar zatvorenog prostora, jer ako se koristi na otvorenom, signal se nema o što odbijati. Ako u kojem slučaju naiđe na neki predmet od kojega se uspije odbiti, ne zna se gdje će završiti. Pomoću ovoga sustava signal se šalje na prijamnik, i to u većini slučajeva bežični. Na slici 7 prikazan je model takva sistema. Ova vrsta sistem se koristi za pomoć djeci koja su nagluha, no nažalost ne pomaže djeci koja su u potpunosti gluha

(<https://www.nationaldeafcenter.org/sites/default/files/Assistive%20Listening%20Systems%20101%20%28FULL%29%286.17.19%29%28ENGLISH%29%28WEB%29.pdf>).



Slika 7. Model infracrvenog sustava

(izvor: [https://www.diyloopsystems.co.uk/infra-red\\_systems.html](https://www.diyloopsystems.co.uk/infra-red_systems.html))

### 3.3. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s motoričkim teškoćama

Djeca koja ne mogu koristiti dijelove svoga tijela su djeca s motoričkim teškoćama. Za tu djecu postoje asistivne tehnologije koje im pomažu u kretanju i korištenju računala. Neki od tih alata su: štapić za usta, štapić za glavu, pristup s jednim prekidačem, prekidač gutljaja i puhanja, veliki miš s kuglicom, prilagodljiva tipkovnica. Ti alati i aplikacije bit će objašnjeni u sljedećih nekoliko potpoglavlja, kao i njihove cijene i mogućnosti.

Razvoj ICT-a uvelike je utjecao na razvoj tehnologija koje su namijenjene osobama s motoričkim teškoćama, kao što su sustavi posebnih ulaznih uređaja za komunikaciju s računalom i ostalim pametnim uređajima. Pomoću tih uređaja i tehnologija djeca s motoričkim teškoćama imaju mnogo veće mogućnosti za razliku od vremena prije nego što su se te tehnologije razvile.

#### 3.3.1. Štapić za usta

Djeca koja imaju otežanu mogućnost korištenja gornjih ekstrema koriste ovaj štapić kako bi se mogla služiti računalom, odnosno tipkati na tipkovnici. Ovaj uređaj nije u tehničkom i informatičkom obliku uređaj jer je to štapić u kojemu se ne nalazi nikakva tehnologija, no on je pomoćni alat za rad s tehnologijom. Stoga se svrstava u ICT asistivne tehnologije. Na slici 8 prikazan je jedan takav štapić (<https://webaim.org/articles/motor/assistive>).





Slika 8. Prikaz štapića za usta (izvor:  
<https://cdns.webareaccontrol.com/prodimages/1000-X-1000/1/L/1052016223Wand-Mouth-Stick-With-Bend-Adapter-L-L.png>)

Cijene se kreću od nekoliko stotina kuna do nekoliko tisuća kuna, no najčešći su oni koji koštaju 300 kuna (<https://www.amazon.com/Best-Sellers-Health-Personal-Care-Mouth-Sticks/zgbs/hpc/3776211>).

### 3.3.2. Štapić za glavu

Štapići za glavu slični su kao i štapići za usta, tj. imaju istu primjenu, samo što se na stavljaju u usta. Nose se na glavi poput kacige, sa štapićem pomoću kojega mogu koristiti tehnologiju. Isto kao i štapići za usta, na sebi nemaju ništa što se može povezati s ICT tehnologijama, no pomoću njih djeca s motoričkim teškoćama koriste se tehnologijama, kao što su računala, tableti, mobiteli itd. Na slici 9 prikazan je jedan takav štapić za glavu, odnosno kaciga sa štapićem (<https://webaim.org/articles/motor/assistive>).

Što se tiče cijene takva alata za pomoć osobama i djeci s motoričkim teškoćama, one variraju ovisno o kvaliteti samog alata. Najprodavaniji tip jest onaj koji se može prilagođavati prema razini i kutu i on košta 169 \$, odnosno 1125 kuna (<https://www.caregiverproducts.com/adjustable-head-pointer.html>).



Slika 9. Prikaz štapića za glavu (izvor: <https://tecnologiasenelambitosocial.wordpress.com/2017/10/11/head-wand/>)

### 3.3.3. Pristup s jednim prekidačem

Djeci s vrlo ograničenom pokretnošću ovaj alat od velike je koristi. Ako dijete, na primjer, može samo pokretati glavu, ovaj prekidač postavi se uz glavu te dijete na taj način može pritisnuti prekidač pokretima glave. Pritisci na ovaj prekidač prenose se na aplikaciju na računalu koja dopušta korisnicima da se kreću kroz operacijski sustav, internetske stranice i ostale programe. Neke aplikacije imaju mogućnost nadopunjavanja riječi i radnji koje djeca rade na način da osobi ponude izbor što želi napisati ili napraviti te im na taj način olakšava korištenje računala i tehnologija. Na slici 10 prikazan je jedan takav gumb. Cijene se kreću od 350 kuna do nekoliko tisuća kuna, ovisno o mogućnostima prekidača (<https://webaim.org/articles/motor/assistive>).



Slika 10. Prikaz prekidača s pristupom

(izvor: <https://www.caregiverproducts.com/adjustable-head-pointer.html>)

### 3.3.4. Prekidač gutljaja i puhanja

Na sličan način funkcionira i ovaj prekidač. Ta vrsta prekidača prepoznaje korisnikove aktivnosti puhanja i usisa kao uključiti/isključiti signale te pomoću tog prekidača djeca s motoričkim teškoćama teže razine mogu kontrolirati svoja kolica, računala itd. Što se tiče primjene ovog prekidača, ona se kreće od jednostavnih do složenijih radnji (<https://webaim.org/articles/motor/assistive>). Na slici 11 prikazan je jedan takav prekidač. Cijena ovog uređaja, odnosno alata u većini je slučajeva 200 \$, odnosno 1300 kuna (<https://enablingdevices.com/product-category/switches/sip-puff-mouth-switches/>).



Slika 11. Prikaz prekidača gutljaja i puhanja (izvor: <https://www.boundlessat.com/Switches/Specialty-Switches/Sip-Puff-Switch-with-Headset>)

### 3.3.5. Veliki miš s kuglicom

Miš s kuglicom ne mora biti asistivna tehnologija jer neki ljudi koji nemaju teškoće imaju želju koristiti takav tip miša zato što je često jednostavniji za korištenje od običnog miša i ne zahtijeva nikakvu podlogu. Međutim, kao što postoje obični miševi s kuglicom, postoji i onaj koji je prilagođen djeci s motoričkim teškoćama – na primjer, miš koji koristi osoba koja nema mogućnosti upravljanja svojim gornjim ekstremitetima. Takav je miš velik i nalazi se na podu te osoba njime može upravljati pomoću svojih stopala. Kugla za upravljanje nalazi se u sredini toga miša, a lijevi i desni klik nalaze se na rubovima. Pomoću njega osoba može upravljati računalom i drugim uređajima na koje se ovaj miš može povezati. Na slici 12 prikazan je upravo takav miš (<https://www.adaptivetechsolutions.com/bigtrack-ball-mouse-wireless/>).



Slika 12. Prikaz velikog miša s kuglom

(izvor:<https://c1.neweggimages.com/ProductImage/26-125-017-13.jpg>)

Cijene za ovakvu vrstu miša kreću se od 85 \$ do nekoliko stotina dolara, odnosno od 565 kuna do nekoliko tisuća kuna.

### 3.3.6. Prilagodljiva tipkovnica

Prilagodljiva tipkovnica je uređaj koji pomaže osobama koje imaju teškoće s pokretima šaka i prstiju, ali imaju mogućnost osnovnih jednostavnih pokreta. Točnije, ona koristi osobama koji ne mogu obaviti fine motoričke pokrete. Sastoji se od udubljenih tipaka, što omogućava osobama bez fine motorike ruku da postavu ruku na tipkovnicu i onda klizećim pokretom ruke dođu do tipke koju žele stisnuti. Djeca koje imaju tremore ili spastične pokrete često koriste ovakve tipove tipkovnica. Raspored slova na tim tipkovnicama identičan je onom na standardnim tipkovnicama. Neke od ovakvih tipkovnica dolaze i sa softverom za automatsko nadopunjavanje riječi, što umanjuje napore koje osoba s motoričkim teškoćama ulaže u pisanje (<https://webaim.org/articles/motor/assistive#adaptivekeyboard>). Na slici 13 nalazi se prikaz jedne takve tipkovnice.



Slika 13. Prikaz prilagodljive tipkovnice

(izvor: <http://singhal.50webs.com/fun/keyboards/expanded-keyboard1.jpg>)

Cijene ovih tipkovnica kreću se od 150 \$, odnosno 1000 kuna do više tisuća kuna. Međutim, uz pomoć tih tipkovnica djeca koja imaju motoričke teškoće mogu koristiti računalo na olakšan način.

### **3.4. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s govorno-glasovnim teškoćama**

Djeca s ovim oblikom teškoća pomoću asistivnih tehnologija mogu lakše izraziti ono što žele reći. Koriste ICT uređaje za alternativni oblik komunikacije, što znači da pomoću simbola i posebnih alata mogu izgovoriti što žele ili čak u potpunosti koristiti uređaj da on kaže ono što oni žele reći tako da utipkaju neku riječ i da on tu riječ izgovori. Postoje tri vrste ovih alata, odnosno sustava, a to su: komunikacijski sustavi bez pomoći, alat niske tehnologije i alat visoke tehnologije. U sljedećim potpoglavljima prikazat će se svaki od tih sustava i uređaja.

#### **3.4.1. Komunikacijski sustavi bez pomoći**

Takav oblik sustava ne koristi nikakav oblik ICT-a. Sastoji se od gesti, jezika tijela i znakovnog jezika. Njegova je prednost što ne treba nikakvu tehnologiju za komunikaciju, stoga je besplatan (<https://guides.library.illinois.edu/c.php?g=613892&p=4265891>).

#### **3.4.2. Uređaji niske tehnologije**

Ovaj oblik uređaja, kao i prijašnji sustav, radi na niskoj tehnologiji, što znači da ne koristi baterije ni elektroniku. Sastoji se od obične olovke i papira, kao i ploča sa sličicama, koje se nose kako bi pomogle u komuniciranju. Na tim pločama djeca koja imaju govorno-glasovni poremećaj mogu prstom pokazivati na slike, riječi, crteže ili slova kako bi komunicirala. Prst ne mora biti jedini način da se pokaže sličica na takvoj ploči. Također se koriste i drugi dijelovi tijela, pogled očima ili štapići za usta ili glavu, koji su spomenuti u prijašnjim poglavljima. Prikaz jedne takve ploče nalazi se na slici 14.



Slika 14. Prikaz ploče sa sličicama za djecu s govorno-glasovnim teškoćama (izvor: <https://avazapp.com/blog/high-tech-and-low-tech-aac-how-to-effectively-use-both/>)

Takvi uređaji niske tehnologije gotovo su besplatni: mogu se sami napraviti u nekom od alata za uređivanje teksta i oblika. Jedino što košta jest uloženo vrijeme da se napravi takva pločica, no to je vrijeme dobro uloženo jer olakšava komunikaciju osobama i djeci s govorno-glasovnim teškoćama (<https://guides.library.illinois.edu/c.php?g=613892&p=4265891>).





### **3.5. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s poremećajima u ponašanju i djeci s deficitom pažnje/hiperaktivnim poremećajem**

Djeca s poremećajima u ponašanju su djeca koja su često neshvaćena i marginalizirana. Kako bismo im pomogli da se nose sa svojim teškoćama, možemo koristiti neke od alata koji su već spomenuti, a to su „tekst na zvuk“ aplikacije, uređaji koji služe za podsjetnike i uređaji s prepoznavanjem govora. Takvi tipovi uređaja u većini slučajeva su besplatni, no ono što od nas traže jest strpljenje i razumijevanje prema učenicima s takvim oblikom poremećaja (<https://www.theedadvocate.org/assistive-technology-to-help-students-with-behavioral-disabilities-succeed-academically/>).

#### **3.5.1. „Tekst na zvuk“ aplikacije**

Ove aplikacije mogu pomoći djeci i osobama s poremećajima u ponašanju jer kada koriste ovu aplikaciju, smanjuje se njihov stres, koji može loše utjecati na njih. Djeca koja imaju poremećaje u ponašanju često mogu biti vrlo tiha i sramežljiva, stoga pomoću ovih aplikacija mogu reći što žele ako ih nastavnici ili profesori nešto upitaju. Neke od takvih aplikacija su Amazon Polly, Naturalreader i Capti Personal (<https://www.theedadvocate.org/assistive-technology-to-help-students-with-behavioral-disabilities-succeed-academically/>).

#### **3.5.2. Uređaji koji služe za podsjetnike**

Takvi uređaji svima su potrebni, no posebno osobama s deficitom pažnje. Iz prehodnih poglavlja poznato je da djeca koja imaju poremećaje u ponašanju lako gube pozornost, odnosno lako su ometeni. Ovakav tip uređaja može im pomoći kako bi održala pozornost i posvetila se predavanju ili učenju. Tip takva uređaja koji u većini

slučajeva posjeduju svi jest mobitel. Manje poznati uređaj jest vibrirajući sat. Što se tiče cijene aplikacije, ona je besplatna jer dolazi s mobitelom ili satom, no sami uređaji kao što su mobitel ili sat pretežno imaju visoku cijenu.

### 3.5.3. Uređaji s prepoznavanjem glasa

Takav tip uređaja ili aplikacije idealan je za djecu s poremećajima u ponašanju jer se u toj skupini može naći i dijete koje se muči s fizičkim oblikom pisanja ili „prebacivanja“ svojih misli na papir. Pomoću ovih uređaja djeca s tim oblikom poremećaja u ponašanju lakše mogu zapisati svoje misli te ih kasnije pročitati. U posljednjih pet godina razvijeno je više ovakvih aplikacija za prepoznavanje glasa i glasovnih naredbi. Neke od njih su besplatne, dok neke imaju mjesečnu pretplatu. Ovdje će se spomenuti besplatne jer su one i najpoznatije. Google Now je aplikacija za Android mobilne uređaje, Siri je aplikacija za iOS uređaje, a Cortana je aplikacija za Windows uređaje. Sve su te aplikacije besplatne (<https://www.theedadocate.org/assistive-technology-to-help-students-with-behavioral-disabilities-succeed-academically/>).

### **3.6. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci s autizmom**

Djeca s autizmom često su neshvaćena i teško im se može pristupiti, no uz pomoć aplikacije asistivne tehnologije taj pristup je olakšan i djeca s autizmom mogu komunicirati na svoj način. U ovom poglavlju navest će se najbolje asistivne tehnologije za djecu s autizmom. To su Aut2Speak, Autism iHelp i AutismXpress. U sljedećim potpoglavljima navedene aplikacije ukratko će se objasniti (<https://www.elemy.com/studio/autism-treatment/assistive-technologies/>).

#### **3.6.1. Aut2Speak**

Ova aplikacija napravljena je za mobitele te koristi osobama i djeci s autizmom i drugim neverbalnim slučajevima koji imaju mogućnosti tipkanja. Postoje mnoge mogućnosti u aplikaciji, kao što je prilagođavanje po osobnom izboru, što uključuje stvaranje liste osjećaja, potreba, imena, liste riječi i posebnih tipkovnica.

Ova aplikacija radi i na Android i na iOS mobilnim uređajima te je najkorisnija za djecu od 6 do 17 godina. Cijena ove aplikacije jest 1 \$, odnosno 7 kuna. Prednost ove aplikacije jest što je pristupačna djeci koja imaju autizam i mogu je prilagoditi svojim željama (<https://www.elemy.com/studio/autism-treatment/assistive-technologies/>).

### 3.6.2. Autism iHelp

Ova aplikacija napravljena je za Apple uređaje, odnosno radi samo na iOS-u. Služi za učenje vokabulara. Razvio ju je logoped čije je dijete imalo autizam. On je primijetio da njegovo dijete s autizmom ima koristi od specifičnih pristupa učenju jezika. Ova aplikacije radi kao Flash kartice ili sličice u terapiji ponašanja, koristeći 24 slike stvarnih predmeta, na temelju ekspresivnih prekretnica koje djeca trebaju dostići. Te slike podijeljene su u tri grupe od osam komada. Na taj način učenje je manje opterećeno. Nedostatak ove aplikacije jest njezina cijena, koja iznosi 75 \$, odnosno 500 kuna (<https://www.elemy.com/studio/autism-treatment/assistive-technologies/>).

### 3.6.3. AutismXpress

Ova aplikacija pomaže ljudima i djeci s autizmom da prepoznaju i prikazuju emocije pomoću ekspresija lica. Kao što je poznato, djeca s autizmom teško prepoznaju emocije i teško ih pokazuju jer nisu sposobna za to, no uz pomoć ove aplikacije mogu naučiti prepoznati emocije i prikazati vlastite. Unutar aplikacije nalazi se 12 tipki sa sličicama koje predstavljaju emocije kao što su tuga, sreća, ljutnja, glad itd. AutismXpress dizajniran je za pomoć djeci s autizmom, no može biti koristan i za adolescente i starije. Prednost ove aplikacije jest što je besplatna i radi na gotovo svim mobilnim uređajima (<https://www.elemy.com/studio/autism-treatment/assistive-technologies/>).

### **3.7. ICT asistivne tehnologije za pomoć djeci sa zdravstvenim teškoćama i neurološkim oštećenjima**

U zdravstvene teškoće i neurološka oštećenja ubrajaju se tri bolesti, a to su dijabetes, astma i epilepsija. Stoga će se u sljedećim potpoglavljima predstaviti neke od asistivnih tehnologija za pomoć osobama i djeci s ovim teškoćama i oštećenjima.

#### **3.7.1. Nosiva i ugradbena tehnologija za djecu s dijabetesom**

Dijabetes je bolest kod osoba i djece koja smanjuje ili potpuno isključuje regulaciju inzulina u krvi koji služi za reguliranje šećera, stoga djeca koja imaju dijabetes u većini slučajeva imaju povišen oblik, odnosno visok šećer, te si trebaju dati inzulin kako bi ga smanjili. Što se tiče asistivne tehnologije za dijabetes, razlikujemo nosivu tehnologiju i ugrađenu tehnologiju (<https://www.diabetesselfmanagement.com/diabetes-resources/tools-tech/smart-technology-diabetes-self-care/>).

Od nosive tehnologije najpoznatiji su pametni kožni senzori i kontaktne leće. Kožni senzori kao što je FreeStyle Libre služe za promatranje razine šećera. Pomoću tih senzora, koji se nose na jednom ramenu 14 dana pa na drugom 14 dana i tako naizmjenice, djeca koja imaju dijabetes kontroliraju i skeniraju razinu šećera u krvi. Prednost ovog uređaja jest da se djeca s dijabetesom ne moraju „bockati“ kako bi očitala šećer u krvi, nego samo prislone uređaj koji očitava podatke iz senzora. Cijena ovog uređaja i senzora jest nekoliko tisuća kuna, no u našoj državi HZZO pokriva sve troškove za djecu dok ne napune 18 godina. Nakon toga cijena 7 senzora koji će se koristiti u periodu od 3 mjeseca iznosi 3000 kuna. Pametne kontaktne leće služe za promatranje razine šećera kroz suze. Trenutno ih razvijaju Brian Otis i Babak Parviz za tvrtku Google. Uz tvrtku Novartis, žele napraviti da te leće mogu promatrati šećer i koristiti se za poboljšanje vida (<https://www.diabetesselfmanagement.com/diabetes-resources/tools-tech/smart-technology-diabetes-self-care/>).

### 3.7.2. Nosiva i ugradbena tehnologija za djecu s astmom

Astma je bolest dišnog sustava koja otežava disanje i normalno funkcioniranje dišnih puteva, a kako bismo pomogli osobama i djeci s teškoćama, potrebno je koristiti neke od ovih tehnologija. Te su tehnologije čistači zraka, bronhijalna termoplastika i Wheezometer. Kao što govori sama riječ, čistači zraka su uređaji koji čiste zrak u prostoru u kojemu se nalazi osoba ili dijete koje ima astmu. Pomoću tih uređaja smanjuje se razina alergena unutar prostora. Cijena ovakvih uređaja varira ovisno o njihovoj snazi i mogućnostima, no najprodavaniji je HEPA čistač zraka s cijenom od 700 \$, odnosno 4600 kuna. Bronhijalna termoplastika je nova tehnologija dizajnirana za pacijente s astmom. Koristi radiovalove kako bi spalila prerasle mišiće unutar dišnog sustava i pluća. Bronhijalna termoplastika koristi tanke žice koje su spuštene unutar pacijentovih pluća te onda emitiraju radiovalove koje spaljuju dijelove mišića unutar dišnih puteva. Ovaj oblik tehnologije koriste samo medicinske ustanove, stoga je cijena nepoznata. Wheezometer je aplikacija koja mjeri zvučne valove osoba s astmom te prijevremeno javlja mogućnost astmatičnog napadaja. Ova tehnologija pomaže pri sprječavanju napada. Cijene ove aplikacije jest 4 \$, odnosno 30 kuna (<https://www.metroeastallergist.com/top-5-technologies-to-help-manage-asthma-allergies/>).

### 3.7.3. Nosiva tehnologija za djecu s epilepsijom

Za pomoć kod epilepsije koriste se uređaji koji očitavaju određene simptome početka epileptičnog napadaja, kao što je ubrzan rad srca i otežano disanje. Takvi sustavi ili uređaji nazivaju se „personal response systems“, odnosno sustavi osobnog odaziva. Pomoću njih prate se neki od simptoma epilepsije te oni imaju mogućnost javiti najbližoj osobi koja je kontakt u slučaju napadaja. Takvi uređaji dolaze u obliku narukvica, lančića i satova. Cijena sata koji promatra ovakve napade jest 4600 kuna. On sadrži 2 epileptična senzora, a mogu ga koristiti i djeca i odrasli. Nedostatak ovog uređaja jest to što mu je cijena visoka (<https://epilepsyqueensland.com.au/news/what-devices-are-available-to-assist-with-epilepsy/>).

Neovisno o cijeni ovih uređaja, oni uz pomoć senzora otkrivaju promjene u tijelu djece s epilepsijom te javljaju toj osobi da se napadaj bliži i na taj način spašavaju od ozljede.



## 4. Pregled literature

U ovom poglavlju prikazuje se pregled literature u potrazi za usporedbom radova i knjiga na području asistivnih tehnologija. Cilj je utvrditi čimbenike za asistivne tehnologije vezane uz teškoće te su na taj način i strukturirana potpoglavlja. Raspoređena su kao i u prethodnom poglavlju, a taj je raspored sljedeći: asistivne tehnologije za pomoć djeci s oštećenjem vida, asistivne tehnologije za pomoć djeci s oštećenjem sluha, asistivne tehnologije za pomoć djeci s motoričkim teškoćama, asistivne tehnologije za pomoć djeci s govorno-glasovnim teškoćama, asistivne tehnologije za pomoć djeci s poremećajima u ponašanju, asistivne tehnologije za pomoć djeci s autizmom, asistivne tehnologije za pomoć djeci sa zdravstvenim teškoćama i neurološkim oštećenjima.

Ključne riječi: asistivne tehnologije, oštećenje vida, oštećenje sluha, motoričke poteškoće, autizam, dijabetes, epilepsija, astma, govorne teškoće.

Navedene ključne riječi koristile su se prilikom pretrage literature, na repozitorijima, za znanstvene i stručne radove.

#### **4.1. Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s oštećenjem vida**

S obzirom na to da se 90 % informacija prima vizualnim putem, posebno rizična skupina su osobe oštećena vida koje svoj gubitak moraju kompenzirati oslanjanjem na preostala osjetila. Upravo im razvoj tehnologije omogućava da lakše prate zahtjeve okoline te imaju jednake mogućnosti pristupa informacijama kao i vršnjaci bez oštećenja (Budimir, 2017). Tehnološki napredak općenito pruža bolja i jeftinija rješenja za pomoć zajednici slabovidnih (ZS). Asistivna tehnologija je svaki alat koji se koristi za pomoć i poboljšanje života osoba s invaliditetom. To je širok koncept (Gronlund et al., 2010) i može se definirati kao „bilo koja stavka, dio opreme, proizvod ili sustav, nabavljen komercijalno, gotov, modificiran ili prilagođen, koji se koristi za povećanje, održavanje ili poboljšavaju funkcionalne sposobnosti pojedinaca s kognitivnim, vidnim, tjelesnim ili komunikacijskim poteškoćama“. Asistivna tehnologija može poboljšati funkcionalne sposobnosti osoba s invaliditetom i pomoći u rehabilitaciji. Može pomoći slabovidnim osobama omogućujući im interakciju s okolinom pomoću pokazivačkih uređaja, zaslonskih tipkovnica, rječnika i sustava za prepoznavanje glasa. Međutim, nekoliko je studija tvrdilo da takvi interaktivni uređaji mogu biti učinkovitiji ako su dizajnirani u skladu s individualnim potrebama korisnika, snagama, slabostima i njihovim osjećajem samoidentiteta (Anuar et al., 2015). Studija koju su sproveli Soderstrom & Ytterhus (2010) sugerira da korištenje pomoćne tehnologije pozitivno utječe na samoidentitet slabovidnih osoba i povećava samopoštovanje kada se koristi s alatima omogućenim pomoćnom tehnologijom (poput mobilnih aplikacija, elektroničkih brajevih sustava) za prevladavanje barijere u pristupu informacijama. Međutim, pojedinačni slabovidni korisnici mogu prihvatiti ili odbiti uređaj za pomoćnu tehnologiju na temelju vlastite percepcije. Kanik (2014) smatra da bi svaki knjižnični i informacijski centar trebao pružiti pomoćnu tehnologiju osobama sa slabim vidom (mnoge turske knjižnice koriste pomoćnu tehnologiju za osobe sa slabim vidom i smatraju je vrijednom i korisnom). Pal & Lakshmanan (2012) sugeriraju da bi trebale postojati državne subvencije ili pomoćna tehnologija otvorena koda na temelju dubinske studije koja je identificirala izgled za pomoćnu tehnologiju (kao što je društvena, obrazovna i radna integracija). Isto tako, Borg et al. (2011) zagovaraju da

je međunarodna i nacionalna odgovornost osigurati da slabovide osobe mogu pristupiti i koristiti se pomoćnom tehnologijom. Stoga je pristup asistivnoj tehnologiji važan u obrazovanju slabovidih osoba. Uređaji s omogućenom pomoćnom tehnologijom mogu olakšati poteškoće u navigaciji slabovidim osobama (Lhotska et al., 2011). Literatura pokazuje da upotreba unosa višestrukih odgovora može pomoći osobama da se uključe u svakodnevne aktivnosti (npr. podrška djeci dok sudjeluju u raznim aktivnostima, smanjenje negativnog utjecaja njihova oštećenja i pomoć u postizanju boljih ishoda učenja). Osim toga, neki uređaji mogu pružiti informacije o obrascima aktivnosti pojedinih slabovidih osoba. Gronlund et al. (2010) ističu pozitivan učinak na kvalitetu života osoba sa slabim vidom kada se pomoćna tehnologija koristi u inkluzivnom obrazovanju. Međutim, asistivna tehnologija još je uvijek skupa s obzirom na socioekonomske uvjete zemalja u razvoju i kao takvi, projekti asistivne tehnologije zahtijevaju i vladino i nevladino financiranje te aktivno praćenje.

Iako je učenje vrlo izazovno za osobe sa slabim vidom, postoje različite vrste softvera za učenje i obrazovnog sadržaja omogućenog pomoćnom tehnologijom za specifične obrazovne procese za slabovide učenike. Slabovidi učenici pokazuju želju za tečajevima računalstva uz pomoć pomoćne tehnologije iako mnoge njihove obrazovne ustanove ne nude tečajevе o računalstvu (Ludi & Reichlmayr, 2011). Međutim, Aziz et al. (2013) tvrde da aplikacije za učenje temeljene na računalu nisu dovoljno dobro dizajnirane za učinkovito učenje među slabovidim učenicima. Tehnologije kao što su čitači zaslona i glasovna sinteza korisne su za slabovide osobe, iako su previše općenite. Robotska tehnologija također je postala popularna kao pomoć slabovidim osobama. Pomoćni roboti prilagođavaju se za korištenje slabovidim osobama. Postoje različiti istraživački projekti koji su uključeni u projektiranje, konstruiranje, implementaciju i testiranje robota za vođenje slabovidih osoba kroz svakodnevne zadatke; neke tehnologije e-učenja imaju za cilj automatsko generiranje dostupnog sadržaja za slabovide učenike. Co-Robotic Cane (CRC), ICT projekt za VI, uspostavljen je za razvoj korobotske navigacijske pomoći koja će poboljšati neovisnu mobilnost i kvalitetu života VI osoba (Ludi et al., 2014.). BeeBot, programabilna igračka, pokazala se prikladnom za slabovide učenike (Kabatova et al., 2012). Uređaj nazvan BrainPort razvijaju neuroznanstvenici, a koristit će se za vizualno prikupljanje podataka putem male digitalne videokamere. Nova tehnologija, bioničko oko ili umjetno oko, koje je retinalni sustav dizajniran za vraćanje vida, ima potencijal

poboljšati živote slabovidih osoba. Iako koncept osobnog sustava navođenja postoji od 1970-ih, znanstvenici još nisu usavršili tehnologiju za praktičnu upotrebu (Fernandes et al., 2012). Uređaj poznat kao Trekker, koji koristi globalni sustav pozicioniranja (GPS) za usmjeravanje slabovidih ljudi u kretanju, nije dovoljno pouzdan jer GPS nije svugdje dostupan. Trekker nije jednostavan za korištenje i mora se koristiti zajedno s bijelim štapom (Pathy et al., 2011). U drugoj studiji, Dakopoulos & Bourbakis (2010) tvrde da su navigacijski sustavi s pomoćnom tehnologijom u fazi prototipa, ali nisu pouzdani. Istraživači rade na jeftinoj verziji pametnog telefona koju bi slijepa osoba koristila dok hoda oko zgrade. Druga studija koju je proveo Calder (2010) naglašava da postoji loša suradnja između terapeuta, njegovatelja, trenera, programera i inženjera koji pridonose dizajnu i razvoju takvih uređaja za slabovide osobe.

Ćorić (2020) je u svom radu definirala i opisala oštećenja vida i asistivnu tehnologiju kao sredstvo samostalnosti osoba s oštećenjem vida. Naglasak je stavila na prilagodbu sadržaja suvremenih komunikacijskih rješenja te je prikazala i opisala razvoj i mogućnost prilagodbe web-dizajna, kao i mobilnih i računalnih aplikacija za osobe s oštećenjem vida, te na koji se način mogu poboljšati „Prilagodba sadržaja suvremenih komunikacijskih rješenja za osobe s ...“. Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) definirala je asistivnu tehnologiju kao bilo koji dio opreme, proizvoda ili alata nabavljen komercijalno, modificirano ili prilagođeno koji se koristi za povećanje, održavanje ili poboljšanje funkcionalnih sposobnosti osoba s invaliditetom (Singh-Senjam, 2019). Također, asistivna tehnologija može se definirati kao interdisciplinarno područje koje obuhvaća proizvode, resurse, metodologije, prakse i usluge koje imaju za cilj unapređivanje funkcionalnosti za osobe oštećena vida s naglaskom na autonomiju, samostalnost, kvalitetu života i socijalnu uključenost (Alves i sur., 2009). Isto tako, asistivna tehnologija pomaže osobama s oštećenjem vida da koriste svoje vrijeme za druge aktivnosti za koje su zainteresirani. Asistivna tehnologija koja se koristi kod postojanja problema s vidom podrazumijeva pojačanja signala ili zamjenu signala. Suvremena tehnologija omogućava brz pristup različitim informacijama, otvara nove mogućnosti školovanja, zapošljavanja i svakodnevnog života te znatno unapređuje kvalitetu života osoba oštećena vida (Teskeredžić i sur., 2013). Svrha istraživanja koje je sproveda Budimir (20174) bila je utvrditi koliko učenika koristi Brailleovu zvučnu bilježnicu u nastavnim i izvannastavnim aktivnostima, ali i uvidjeti

razlike među učenicima. Iako uzorak ispitanika nije velik ( $n=22$ ), mogućnost ispitivanja učenika različite dobi te učenika koji pohađaju Centar za odgoj i obrazovanje „Vinko Bek“, ali i učenika integriranih u redovni sustav obrazovanja, rezultirala je zanimljivim podacima. Razlike između učenika, s obzirom na spol, u korištenju Brailleove bilježnice nisu značajne te se može zaključiti da i učenici i učenice podjednako koriste ovo pomagalo. Međutim, pokazala se velika razlika u uspješnosti primjene samog uređaja kod učenika koji pohađaju Centar „Vinko Bek“ te učenika koji su integrirani u redovni sustav, što upućuje na važnost posvećivanja veće pozornosti upravo učenicima u integraciji, kojima je već zbog samog oštećenja potrebna veća razina podrške kako bi se što više osamostalili (Budimir, 2017).

## **4.2. Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s oštećenjem sluha**

Medicinske mjere liječenja oštećenja sluha također se oslanjaju na asistivne tehnologije. Razmatranja pri korištenju asistivnih tehnologija kreću se oko potrebe, uporabe, dobi, cijene, razine i invaliditeta pojedinca. Asistivni uređaji su pomoćnici i potrebni su svakom pojedincu s invaliditetom u skladu s njegovom/njezinom uporabom i postavkama. Pomoćna tehnologija može biti cjeloživotni partner i podrška osobi koja je koristi, kako bi omogućila stvari na bilo kojoj razini intelektualnosti (Bouck et al., 2012.). Lee & Templeton (2008) izjavio je da „empirijske studije dosljedno pokazuju da korištenje pomoćne tehnologije promiče samopouzdanje, slobodu, neovisnost i smisljeno sudjelovanje u domu, školi i zajednici“.

Asistivne tehnologije su različitih vrsta, poput uređaja niske i uređaja visoke tehnologije. Osobe s invaliditetom godinama koriste niskotehnološke i visokotehnološke pomoćne uređaje. Niskotehnološke i visokotehnološke intervencije koriste se kako bi osobe prevladale svoje obrazovne i društvene barijere (Gitlow et al., 2011). Niskotehnološki uređaji su ona pomoćna oprema koja je dostupna po niskoj cijeni i koju osobe s invaliditetom mogu lako kupiti (Cook & Hussay, 1995). Ti uređaji bave se blagim i umjerenim stupnjem invaliditeta kako bi pomogli pojedincima da učinkovito koriste svoje preostale sposobnosti. Visokotehnološki uređaji su sofisticirani, složeni, skupi i funkcionalniji u odnosu na prijašnje koji su se koristili za pomoć učenicima s oštećenjima. Njihova izvedba je učinkovitija, pouzdanija, praktičnija i relativno jeftinija (Seok & DaCosta, 2013).

Cook & Hussay (1995) navode da je „djevojčica, koja je bila gluha i slijepa, navodno upitana bi li više voljela imati vid ili sluh ako bi mogla imati jedno ili drugo. Odgovorila je da bi radije imala svoj sluh jer smatra da su ljudi koji su slijepi odsječeni od stvari, dok su oni koji su gluhi odsječeni od ljudi“ (str. 662). Većina ljudi pokušava pobjeći od etiketiranja. Obično se srame koristiti slušni aparat kao znak invaliditeta i stigme. Postoji potreba da ih se natjera da shvate važnost i korištenje asistivne tehnologije, kako tehnologija služi u uvođenju poboljšanja u živote osoba s oštećenjem sluha.

Očekuje se da su ljudi koji imaju više senzornih problema na rubu korištenja uređaja više razine (Yeager & Reed, 2008). „Osobe s oštećenjem sluha mogu imati koristi od uređaja kao što su slušna pomagala, pomoćni uređaji i kohlearni implantati, kao i od titlova, učenja znakovnog jezika, obrazovne i socijalne podrške“ (WHO, 2013). U studiji je primijećeno da među svim poteškoćama oštećenje sluha češće koristi pomoćnu tehnologiju (Yeager & Reed, 2008). Djeca s oštećenjem sluha upoznata su s problemima s kojima se mogu suočiti u zvukovima. Na neki način asistivna tehnologija pokušava nadoknaditi te nedostatke detekcije i pojavljivanja zvukova (Lozano et al., 2007). Asistivna tehnologija za djecu s oštećenjima sluha mogu se kategorizirati u tri široka pojma: tehnologija za pomoć sluhu, uređaji za uzbunjivanje i tehnologija za podršku komunikaciji.

### **4.3. Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s motoričkim teškoćama**

Čičak (2008) je sprovedla istraživanje s ciljem dobivanja uvida u potrebe djeteta s motoričkim teškoćama kako bi se doprinijelo implementaciji odgovarajuće asistivne tehnologije te dobilo uvid u sposobnosti djeteta koje mogu pozitivno utjecati na primjenu odgovarajućeg asistivnog rješenja. Za potrebe ovog istraživanja koncipiran je instrument procjene na temelju postojećih modela procjene „Koncipiranje instrumenta procjene za odabir asistivne tehnologije“ Kreirano je ukupno 12 lista procjene koje služe za prikupljanje informacija o djetetu po uzoru na WATI model procjene, a one obuhvaćaju sljedeća područja: sjedenje, pozicioniranje i mobilnost; komunikacija; pristup računalima i uređajima; motorički aspekt pisanja; kompozicija pisanih materijala; čitanje; matematika; organizacija; slobodno vrijeme; vid; sluh i generalno. U istraživanju je sudjelovalo četvero djece u dobi od 6 do 9 godina. Kriteriji za odabir sudionika bili su: da bude dijete s motoričkim teškoćama kao posljedicom oštećenja središnjeg živčanog sustava koje polazi školski ili predškolski program, neovisno o spolu, i pokazuje poteškoće govora i jezika uz generalno kašnjenje na ostalim razvojnim područjima (Čičak, 2018).

Pandya i suradnici (2016; prema Čunčić, 2018) istraživali su upotrebu asistivne tehnologije u populaciji osoba s Duchenneovom mišićnom distrofijom. Analizirali su podatke koji se tiču vrste korištenih asistivnih uređaja, učestalosti i duljine njihova korištenja. Rezultati istraživanja pokazali su da su djeca koja su koristila udloge prestala s njihovim korištenjem oko desete godine života. U prosjeku su ih koristila dvije godine i devet mjeseci. Razlozi prestanka korištenja nisu poznati te su u ovom području potrebna dodatna istraživanja.

Asistivni uređaji koji se primjenjuju kao medicinske intervencije uvelike poboljšavaju kvalitetu života djece s mišićnom distrofijom. Te se intervencije odnose na povećanje mobilnosti i socijalne interakcije, na sprječavanje zdravstvenih komplikacija povezanih sa srčanim i dišnim putevima. Prema MDA-i, asistivni uređaji koji se koriste u nastavi su: uređaji za komunikaciju koji omogućuju djeci s oslabljenim oralnim mišićima komunikaciju; kompjuterske adaptacije i posebni softveri; adaptacije



predmeta iz svakodnevnog života: poseban pribor za hranjenje, prilagođen pribor za pisanje; pomagala za stajanje; pomagala za transfere; hodalice, ortoze (Čunčić, 2018).

Vinčić (2016) je istraživala dostupnost i uporabu asistivnih tehnologija u obrazovanju i rehabilitaciji djece s motoričkim poremećajima i kroničnim bolestima u Republici Hrvatskoj te je nastojala usmjeriti pozornost na područja vezana uz razvoj asistivnih tehnologija i njihovu uporabu. Motorički poremećaji i kronične bolesti jesu pojava koja prvenstveno podrazumijeva ispodprosječno tjelesno funkcioniranje različite fenomenologije i etiologije. Asistivne i rehabilitacijske tehnologije jesu skupni pojam koji uključuje pomoćne i prilagodljive rehabilitacijske uređaje za osobe s invaliditetom, kao i sam proces odabira i uporabe. U obrazovanju i rehabilitaciji djece s motoričkim poremećajima i kroničnim bolestima asistivna tehnologija ima veliku ulogu te omogućuje ili pospješuje izvođenje različitih vještina. Sudionici istraživanja bili su učitelji, nastavnici i profesori osnovnih i srednjih redovnih škola, rehabilitatori zaposleni u školama ili centrima za djecu s motoričkim poremećajima i kroničnim bolestima te roditelji djece koja koriste asistivnu tehnologiju u Republici Hrvatskoj (N=153). Za potrebe istraživanja koncipiran je *online* upitnik. Upitnikom su ispitani stavovi učitelja, nastavnika, profesora, rehabilitatora i roditelja o primjeni asistivne tehnologije u obrazovanju i rehabilitaciji, kao i njihova informiranost o takvoj vrsti tehnologije, potrebe za njom i mogućnosti uporabe („Dostupnost i uporaba asistivne tehnologije u obrazovanju djece s ...“). Nalazi ovog istraživanja o pokazateljima informiranosti, nabave i uporabe pomagala asistivne tehnologije u rehabilitaciji i obrazovanju djece s motoričkim teškoćama i kroničnim bolestima ukazali su na neke važne odrednice. Otprilike jednak broj ispitanika smatra da je dovoljno dobro i nedovoljno dobro upoznato s asistivnim tehnologijama. Na temelju te činjenice zaključuje se kako je informiranost edukacijskih rehabilitatora, učitelja, nastavnika i roditelja o asistivnoj tehnologiji zadovoljavajuća, ali je i dalje treba nastojati povećati. Više je od polovice ispitanika znalo neke osnovne činjenice o asistivnoj tehnologiji prije nego što su se počeli intenzivno baviti njome, što govori da se u društvu ipak pojavljuju činjenice i informacije o takvoj vrsti tehnologije. Čak 72 % ispitanika smatra kako je održavanje radionica i javnih tribina najbolji način informiranja ljudi o asistivnim tehnologijama, što znači da bi se trebalo poraditi na tom načinu podizanja svijesti društva. Ispitanici imaju ponajviše iskustva s djecom s motoričkim poremećajima kao posljedicom oštećenja središnjeg živčanog sustava, kojima su najčešće pridružene

smetnje intelektualne teškoće, a koja ponajviše koriste asistivnu tehnologiju za osobnu mobilnost. Najčešći problemi s kojima su se ispitanici suočavali prilikom nabave pripadajućeg pomagala jesu skupoća pomagala, nedovoljan doprinos državnih sredstava te nedostatak djelovanja lokalne zajednice, po čemu se zaključuje kako se treba poraditi na djelovanju državnih tijela i organiziranju akcija lokalnih zajednica kako bi se osigurala sredstva i pomagala učinila materijalno pristupačnima (Vinčić, 2016).

Čop (2018) je istraživala utjecaj asistivnih tehnologija na funkcioniranje djeteta s motoričkim poremećajem u predškolskom odgoju i obrazovanju, odnosno nastojala je utvrditi na koji način i u kojoj mjeri uporaba asistivne tehnologije može olakšati komunikaciju djeteta s okolinom te razvoj ostalih djetetovih vještina potrebnih za sudjelovanje u raznim predškolskim aktivnostima. Također, u radu je Čop (2018) uzela u obzir i perspektivu majke djeteta o doprinosu asistivne tehnologije na cjelokupno funkcioniranje djeteta „Primjena asistivne tehnologije u predškolskom obrazovanju djeteta s ...“.

#### **4.4. Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s govorno-glasovnim teškoćama**

Komunikacijski poremećaji jedni su od najčešćih razvojnih problema među učenicima nižih razreda osnovne škole. Sposobnost komuniciranja ima važnu ulogu u razvoju, učenju i socijalizaciji. Učenici koji imaju komunikacijski poremećaj imaju povećani rizik zaostajanja u mnogim područjima u školi. Često imaju i dodatne teškoće u učenju, najčešće teškoće u čitanju, te razvijen osjećan nesigurnosti zbog jezičnih ograničenja, što uzrokuje teže sklapanje prijateljstava. Negativne reakcije vršnjaka (uključujući zadirivanje) na njihove teškoće mogu također naštetiti socijalnom razvoju učenika. Na sreću, većina djece uspije svladati prepreke i u potpunosti razviti jezične vještine (Cooley, 2017). Komunikacijski poremećaji dijele se na poremećaje u govoru, jeziku i glasu (Velagić, 2020).

Govor je zvučna realizacija jezika koja se usvaja od najranije dječje dobi. Sposobnost govorenja je urođena sposobnost (uz preduvjet neoštećenih govornih organa i urednoga mentalnoga zdravlja) s ciljem prenošenja poruke odnosno komunikacije (Velagić, 2020). Dakle, riječ je o psihofizičkom procesu, jednoj od najsloženijih čovjekovih intelektualnih aktivnosti, koji služi kao sredstvo sporazumijevanja uz pomoć artikuliranih glasova, povezanih u riječi, rečenice ili tekst. Prema Zrilić (2011), govor je proces izvođenja glasova i glasovnih sinteza simboličke vrijednosti putem govornih organa („Stavovi učenika osnovne škole prema mucanju - unizg.hr“).

#### **4.5. Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s poremećajima u ponašanju**

Akademski i društveni zahtjevi školskog i učioničkog okruženja postavljaju jedinstvene zahtjeve pred učenike s emocionalnim poremećajima i poremećajima u ponašanju (engl. *emotional and behavioral disorders*, skr. EBD). Asistivne tehnologije pružaju resurs koji uglavnom ostaje neiskorišten u upravljanju ponašanjima.

Učenici s emocionalnim poremećajima i poremećajima ponašanja (EBD) imaju jedinstvene potrebe za učenjem (Kauffman, 2005; Lane, 2004; Maag, 2006; Witt et al., 2004). Izazovi akademskih zadataka toliko su veliki za njih da u odnosu na njihove sposobnosti ova skupina pojedinaca predstavlja najniži uspjeh od svih učenika (Allen-DeBoer et al., 2006).

Učenici s EBD-om nose se s mnoštvom ometanja i natjecateljskih događaja. Mnogi ulažu znatne napore u određeni akademski zadatak (npr. fizički proces pisanja; čitanje radi razumijevanja), dok više truda ulažu u prilagodbu za svoj invaliditet. Kada se dodatni zadaci „nagomilaju“, sposobnost učenika da se učinkovito nosi s njima je ugrožena; često slijede frustracije i problemi u ponašanju kao što su ponašanje izvan zadatka, frustracija i agresija (Kauffman, 2005; Mattison et al., 2006; Trout et al., 2006). Za mnoge učenike s EBD-om pomoćna tehnologija (AT) obećava smanjenje učinaka njihovih invaliditeta (tj. kompenzatorna je) i time omogućuje studentima da usmjere svoju sposobnost na specifične zahtjeve važnih akademskih zadataka i uspješno pokažu prihvatljivo ponašanje koji inače ne bi mogli bez AT-a (Edyburn, 2002).

#### **4.6. Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci s autizmom**

Tijekom kasnih 1990-ih i tijekom 2000-ih provedena su mnoga istraživanja koja su otada pomogla identificirati načine na koje se učenje potpomognuto računalom (CAL) može koristiti kao način za olakšavanje, promicanje i poticanje učenja i komunikacije kod osoba (osobito djece) s autizmom. Konkretno, virtualna okruženja (VE) identificirana su kao povoljan način komunikacije za osobe s autizmom. Strickland i sur. (1996) predstavljaju ranu studiju koja procjenjuje učinak virtualne realnosti (VR) kao alata za učenje za uključivanje djece s autizmom. Ovdje razmatraju razlike između VR-a i računalnih programa, kao razinu interakcije s računalno generiranim slikama, neovisnost u određivanju kretanja i objekata u VR svijetu i način predstavljanja iskustava iz stvarnog života. Upotreba VR-a kod djece s autizmom razmatrana je na temelju senzornih problema, nedostatka generalizacije, vizualnih misaonih obrazaca, individualiziranog tretmana i osjetljivosti na računalnu tehnologiju. Cilj istraživanja bio je podići svijest i pomoći djeci s autizmom da sigurno prelaze cestu. Koristili su VR kacige kako bi pomogli korisnicima da urone u 3D okruženje, što je značilo da korisnici mogu identificirati automobile, boju predmeta i gdje su putovali. Nadalje, djeci su predstavljeni različiti scenariji kako bi se utvrdila generalizacija, a također su i zamoljeni da uđu u scenu i komuniciraju sa znakovima. Kao rezultat toga, neki zaključci i naučene lekcije uključuju sljedeće (Donegan, 2010):

- (1) djeca s autizmom mogu (i vole) koristiti virtualne kacige,
- (2) sudionici su uronili u virtualne scene i verbalno označavali predmete i boje predmeta,
- (3) odgovor je bio sličan u tri različite scene,
- (4) ručne kontrole korištene su zajedno s kacigom u nekoliko navrata,
- (5) sudionici su pratili pokretne objekte očima, okretanjem glave i tijela i locirali objekte (stop znakovi) i hodali prema njim češće nego prije.

Nadalje, Strickland i sur. (1996; prema Donegan, 2010) zaključuju da se VR može unaprijediti i da su prednosti koje se daju djeci s autizmom dalekosežne, uključujući interakciju, istraživanje, učenje i učenje. Slabost studije bila je mala

grupa sudionika korištena za provjeru proizvoda. Dok je dvoje djece prihvatilo korištenje VR uređaja (kaciga, *joystick*, rukavice itd.), to ne dokazuje da bi druga djeca prihvatila. Nadalje, detalji koji se odnose na način na koji su sudionici reagirali u VE nipošto ne potvrđuju ovu upotrebu tehnologije za djecu s autizmom, iako pružaju čvrstu osnovu na kojoj drugi mogu raditi (Donegan, 2010).

Daljnje studije koje istražuju korištenje virtualnih okruženja (VE) također su pokazale poboljšanu komunikaciju za djecu s autizmom. Konkretno, Fabri i Moore (2005) raspravljaju o korištenju kolaborativnih virtualnih okruženja (CVE) u odnosu na korisnike koji imaju autizam. Fabri i Moore (2005) raspravljaju o korištenju CVE-a za poboljšanje i poboljšanje komunikacije i emocionalnog prepoznavanja kod osoba s autizmom. Oni su iznijeli argumente za uvođenje emocionalne ekspresivnosti u CVE kao način da se pomogne interpersonalnoj komunikaciji, općenito i posebno, za djecu s autizmom (Fabri & Moore 2005). Dio ovog projekta uključivao je stvaranje sučelja koje je uključivalo 3D avatar, koji bi mogao izraziti emocije kako bi pomogao u komunikaciji putem tekstualnog dvosmjernog alata. Ovdje su implementirali teorije Ekmana i Friesena (1978) i koristili šest „univerzalnih“ izraza emocija na licu: sreću, iznenađenje, ljutnju, strah, tugu i gađenje – i neutralnu pozu. U korištenju CVE-a, Fabri i Moore (2005) također predlažu razloge za uključivanje virtualne glave u njihov rad. Prethodna studija (Fabri et al., 2004) ističe tri točke koje se odnose na virtualna lica i emocije:

(1) emocije se mogu vizualizirati ograničenim crtama lica,

(2) stope prepoznavanja (virtualnih lica) usporedive su sa slikama iz stvarnog života,

(3) neki su izrazi lako prepoznatljivi i potencijalno grade osnovu za emocionalno ekspresivne avatare u CVE-ima (Fabri et al., 2004). Međutim, Fabri i sur. (2004) također zaključuju da to nije slučaj za sve emocije. Na primjer, gađenje nije dobro shvaćeno u njihovoj studiji, uglavnom zbog činjenice da ta emocija zahtijeva naboranje nosa, a time i detaljnije modele avatara. Fabri i Moore (2005) također tvrde da bi ovaj oblik interakcije mogao koristiti djeci s autizmom i predstavljaju tri područja u kojima bi to moglo biti od posebne koristi:

(1) pomoćna tehnologija,

(2) obrazovna tehnologija,

(3) kao sredstvo za pomoć u rješavanju bilo kojeg oštećenja Teorije uma (ToM)

(Fabri & Moore, 2005).

Konačno, Fabri i Moore (2005) zaključuju da se korištenje virtualnih alata shvaća emocionalno i da ih osobe s autizmom koriste na odgovarajući način.

Na drugom mjestu, Moore i sur. (2005) zagovaraju korištenje CVE-a za pomoć osobama s autizmom u razumijevanju emocija. Ovdje su razvili jednostavnu platformu koja integrira korištenje slika (prikazi avatara) i animirane sekvence izraza lica kako bi pomogli u razumijevanju emocija i komunikacije na licu. Ovdje Moore i sur. (2005) predstavljaju tri faze svog proizvoda:

- (1) izolirane reprezentacije avatara, kako bi se pomoglo početnom emocionalnom razumijevanju,
- (2) predviđanje emocija u kontekstualnim situacijama – vlastiti osjećaji i osjećaji drugih,
- (3) emocionalni avatar predstavljanje, upareno s izborom događaja.

Korisnik u trećem stupnju mora odabrati događaj koji je mogao izazvati emocionalnu reakciju i traži od korisnika da zaključi svoje vlastite emocije o drugima (uzrok i posljedica). Kako bi utvrdili jesu li sudionici bili uspješni u odabiru emocionalnih avatara za svaki dio svog programa, Moore i sur. (2005) usporedili su promatrane odgovore sudionika na pitanja s odgovorima koji bi se očekivali da su slučajno odabrani. Ishod studije pokazuje da je više od 88 % uspjelo iznad praga od 7,3, a doista mnogi od 88 % daleko iznad toga. Stoga Moore i sur. (2005) zaključuju da je studija ponudila dokaze da je većina uključenih sudionika bila u stanju protumačiti i/ili razumjeti emocije avatara na odgovarajući način. Točnije, zadaci su uključivali prepoznavanje emocija iz izraza, odabir izraza koji će se predstaviti te emocije i predviđanje izraza (Moore et al., 2005). Ono što ova studija zapravo naglašava jest da osobe s autizmom imaju i sposobnost i preduvjete za korištenje CVE-a, u smislu da mogu, putem ovog medija, identificirati emocije, primijeniti emocije i prepoznati emocije iz izražavanja (Moore et al., 2005). Neka područja koja su malo nejasna jesu demografija sudionika, okruženje u kojem je studija provedena i mogu li se stečene vještine generalizirati. Predstavljeni su neki detalji o dobnom rasponu (dobni raspon 7-16), no nisu prikazani detalji o tome gdje su djeca bila u autističnom spektru, mentalnoj dobi ili kvocijentu inteligencije – sva područja koja Mirenda (2009) pripisuje ovoj vrsti dokaza temeljena praksa (EBP). Nasuprot tome, ova studija nudi jasne dokaze da

korištenje virtualnog animiranog izraza lica može pomoći korisnicima s autizmom da razumiju i prepoznaju emocije na osobnoj razini i na razini drugih (iako ne generalizirano). Ova studija također priznaje da je manjini sudionika bilo vrlo teško razumjeti emocionalnu reprezentaciju avatara (Moore et al., 2005), a nešto što bi se moglo bolje razumjeti jest da je raspon sudionika bio dodatno istražen i možda dopustio daljnje uvide u to za koga bi CVE-i mogli biti najkorisniji. Na sličan način Cheng & Fan (2008) također koriste CVE za eksperimentiranje s upotrebom emocija kod djece s autizmom. Ova studija uključuje 2D slike umjesto 3D, nešto što su Moore i sur. (2005) već identificirali kao čimbenik koji pridonosi uspješnom dizajnu CVE-ova koji se koriste kod djece s autizmom. Međutim, Cheng & Fan (2008.) pružaju neke daljnje dokaze da ovaj format – komunikacija kroz mješavinu teksta i vizualnih sadržaja – omogućuje djeci s autizmom da bolje komuniciraju svoje emocije. Ovdje pružaju jednostavno sučelje koje korisnicima omogućuje međusobni razgovor (jedan-jedan) putem medija teksta i vizualnih prikaza lica. Svako od ovih lica pokazuje različite emocije, a modelirano je u 3D, renderirano i izvezeno kao 2D slika. Cheng & Fan (2008) zaključuju da je 80 % sudionika bilo u mogućnosti uspješno koristiti sustav kao način identificiranja svojih emocija, kao prikaz grafike. Štoviše, sudionici su mogli protumačiti emocije drugih kroz takav sustav (Cheng & Fane, 2008). Ova studija razmatra rad Moorea i sur. (2005) i Fabrija i sur. (2004) i kao takva ne uspijeva se značajno nadograđivati na to. Nadalje, svoj rad predstavljaju uglavnom kao promatračku studiju, gdje bi praksa utemeljena na dokazima i/ili intervencijske metode dodale kontekstualnu dimenziju njihovom radu. Međutim, rad Cheng & Fan (2008) pomaže na način koji pokazuje da se ovaj rad (koristeći CVE) nastavlja, dalje razvija i provodi. Daljnji dokazi i veća uporaba u kontekstu pomogli bi ovom području istraživanja povezanom s povećanjem komunikacije kod osoba s autizmom.



#### **4.7. Prikaz literature vezane uz asistivne tehnologije koje služe za pomoć djeci sa zdravstvenim teškoćama i neurološkim oštećenjima**

Otprilike 2,5 % novorođenčadi pretrpi ozljede pri porodu, što rezultira oštećenjem mozga ili drugim tjelesnim oštećenjem koje oštećuje glavne ljudske sustave odgovorne za motoričko, intelektualno i osjetilno funkcioniranje (Haak et al., 2009). Trauma pri porodu, najčešće zbog komplikacija u procesu poroda ili nemara, može biti blaga ili značajna, ostavljajući neke bebe s cerebralnom paralizom i drugim doživotnim nedostacima. Ovisno o težini oštećenja mozga, skeletnog, mišićnog ili neurološkog sustava, ozlijeđene bebe mogu izrasti u djecu s posebnim adaptivnim i pomoćnim potrebama, koja zahtijevaju uređaje i tehnologije koji im pomažu u ispunjavanju svakodnevnih funkcija jedenja, pijenja, čitanja, pisanja, govorenja i hodanja (Tekin et al., 2018).

Asistivna tehnologija poboljšava živote djece s teškoćama u razvoju. Ova sveobuhvatna kategorija obuhvaća adaptivnu tehnologiju, a to su modificirani sustavi ili prilagođeni predmeti za osobe s invaliditetom. Asistivne i adaptivne tehnologije pokrivaju različite potrebe ove populacije, pomažući pri kretanju, vidu, sluhu, govoru, hranjenju i snalaženju u različitim okruženjima, poput cesta i doma. Najpoznatiji uređaji uključuju invalidska kolica, hodalice, čitače zaslona, slušna pomagala, rukohvate ili neklizajuće rampe. Teorijski fizičar Stephen Hawking poznat je po tome što je koristio augmentativni i pomoćni komunikacijski sustav kako bi mu pomogao govoriti nakon što je razvio motorno-neurološki poremećaj. Ti se uređaji mogu pokazati ključnima za poboljšanje svakodnevnog života djece s različitim fizičkim i funkcionalnim teškoćama, uključujući onu s hipoksično-ishemičnom encefalopatijom (HIE), cerebralnom paralizom, neurološkim oštećenjima i širokim nizom porođajnih ozljeda (Patel et al., 2020).

Motoričko i neurološko oštećenje tipično je za kongenitalne, kao i za slučajne porođajne ozljede. Na primjer, cerebralna paraliza (CP), česta invalidnost kod djece zbog oštećenja mozga pri rođenju, utječe na mišiće tijela, ometajući kretanje, ravnotežu i držanje (Haak et al., 2009). Djeca s cerebralnom paralizom često trebaju pomoćna sredstva za hodanje, jelo ili govor, ovisno o težini simptoma. Zajedno s poteškoćama u kretanju, cerebralna paraliza može uzrokovati intelektualne teškoće,

napadaje, kao i probleme s govorom, vidom i zglobovima koji proizlaze iz područja mozga koje je oštećeno. Ukočenost mišića ili spasticitet među najčešćim su značajkama definiranja cerebralne paralize (Tekin et al., 2018). Spastičnost dovodi do slabosti mišića uglavnom u rukama i nogama, ali može utjecati na cijelo tijelo, uključujući lice i jezik. Svakom djetetu potreban je individualni tretman; fizikalna, radna i govorna terapija kojima će se kod djeteta nastojati poboljšati tonus mišića, pokreti i govor. Osnovni elementi izvođenja prilagođenih programa u nastavnom procesu su individualizacija, re-edukacija (sustavno razvijanje aktivnosti oštećenih organa i korištenje ostalih sposobnosti) i kompenzacija (korištenje računala ili drugih pomagala nadomještava se nerazvijena sposobnost). Zapravo, asistivna tehnologija ključna je za ublažavanje cerebralne paralize, jer pacijentima daje veću samopouzdanu neovisnost. Prednosti prilagodljivih uređaja i tehnologije pomoći ne mogu se podcijeniti jer ti predmeti mogu značajno poboljšati djetetovu sposobnost da samostalno izvršava ključne zadatke, pružajući veću neovisnost i promičući opću dobrobit (Patel et al., 2020).

## 5. Zaključak

Asistivne tehnologije koje su obrađene u ovom radu koriste se za pomoć djeci s teškoćama u razvoju. Kao što je navedeno u radu, većina uređaja i aplikacija iz područja asistivnih tehnologija specificira se za određene teškoće. Velik je broj pomagala koja su korisna za djecu s teškoćama, ponekad je teško odabrati koje koristiti.

Asistivna tehnologija dijeli se na jednostavnu pomoć s niskom tehnologijom i složenije, visokotehnološke funkcionalne alate i sustave. Neki od vodećih oblika niskotehnoloških pomoćnih tehnologija uključuju ortotske proteze za koljena, stopala, gležnjeve, kukove ili kralježnicu za podršku slabim zglobovima i mišićima tijekom fizikalne terapije ili za cjeloživotnu pomoć pri hodaњу. Hodalice, štapovi i štake također pružaju podršku pri hodu. Hodalice se mogu prilagoditi na dva ili četiri kotača, potporu do kukova ili prsa, dok štake dolaze u potporu ispod pazuha ili podlaktice. Naočale, knjige s velikim slovima i povećala još su jedan pododjeljak sredstava za poboljšanje čitanja koji mogu pomoći kod oštećenja vida. Osim toga, zakrivljeni pribor za jelo, neklizajuće posuđe i posebno dizajnirani otvarači za boce mogu pomoći pri jelu i piću (Patel et al., 2020).

Stalci i podizači su druge sprave koje pomažu djeci da izdrže svoju težinu i prebace je iz stojećeg u sjedeći položaj. To su više tehnološke opcije koje mogu biti mehaničke ili kompjuterizirane. Uređaji za nošenje utega pomažu terapijski, posebno u borbi protiv gubitka koštane mase i povećavaju raspon pokreta u nogama, kukovima i stražnjici. Invalidska kolica, ručno ili elektronički prilagođena sjedalima za ležanje ili minijaturizirana za malu djecu, ključna su za mobilnost, kao i pristupačniji električni skuteri, iako im nedostaje potpora za glavu koja je nekima potrebna. Za vozače tinejdžera, prilagodbe pomoći u vožnji kombijima i drugim vozilima dopuštaju invalidska kolica kao pretvorbu vozačeva sjedala (Patel et al., 2020).

Ostali visokotehnološki uređaji uključuju računalne sustave, proširene ili prilagođene komunikacijske uređaje koji pomažu u komunikaciji, kao što su računalni softver za pravopis i predviđanje riječi, slikovni zaslone osjetljivi na dodir, dvosmjerni zaslone računalnog zaslona i glasovni sintetizatori, kao i pomoćni uređaji za slušanje, poput

sluha pomagala i pojačala ili sustava za pojačavanje koji se koriste s kohlearnim implantatima za bolje slušanje telefona, televizije, javnih emisija i zvučnika u domovima, učionicama i kazalištima. Vrste elektroničkih pojačala uključuju petlju, FM i infracrvene sustave, koji povezuju zvučne sustave s prijemnicima u implantatima ili prijenosnim prijamnicima (Haak et al., 2009). Telekomunikacijski uređaji, opcija „glas u tekst“ i telefoni s titlovima omogućuju korisnicima oštećena sluha da tipkaju zvukom ili govore tekstom za telefonske pozive. Uređaji za uzbunjivanje koji zvukom ili svjetlom signaliziraju da se nešto događa, poput zvonjenja budilica, također se mogu koristiti za pomoć djetetu u interakciji i razumijevanju svijeta oko sebe (Patel et al., 2020).

Ovaj rad zaključujem ističući nekoliko važnih činjenica vezanih uz nas nastavnike, učitelje i profesore. Mi smo ti koji se trebamo što više uključiti u razvitak ovakvih tehnologija jer su djeca s teškoćama u razvoju djeca kao i sva druga, i zato trebamo naći načine da ih uključimo u nastavni proces što je više moguće. Navedene asistivne tehnologije u ovom radu to omogućavaju. Glavni je nedostatak njihova visoka cijena, no neovisno o tome, svi imamo određena znanja i mogućnosti koje možemo iskoristiti za dobrobit ove djece primjenjujući jeftinija, a također učinkovita pomagala. Nadam se da će ovaj rad služiti kao inspiracija i pomoć pri pronalasku i razvijanju asistivnih tehnologija za djecu s teškoćama u razvoju.

## 6. Popis slika

1. Prikaz asistivnih uređaja (izvor: <https://bighack.org/wp-content/uploads/2021/02/Assistive-Technology-Guide-Big-HAck.jpg>)
2. Prikaz monitora koji koristi video povećalo (izvor: <https://nelowvision.com/wp-content/uploads/2019/02/Reveal-16-Young-Student-doing-homeworkd.jpg>)
3. Prikaz Envision pametnih naočala (izvor: <https://www.letsenvision.com/product/envision-glasses>)
4. Prikaz Brajlova ekrana (izvor: <https://store.humanware.com/hus/brailiant-bi-40x-braille-display.html>)
5. Prikaz transmitera i prijarnika za osobe s oštećenjem sluha (izvor: <https://www.babyhearing.org/hearing-devices/PublishingImages/Roger-Inspiro-transmitter-pen-and-receiver.jpg>)
6. Prikaz indukcijske petlje (izvor: [https://arphi.com/wp-content/uploads/2016/10/induction\\_loop\\_office\\_comp.jpg](https://arphi.com/wp-content/uploads/2016/10/induction_loop_office_comp.jpg))
7. Model infracrvenog sustava (izvor: [https://www.diyloopsystems.co.uk/infrared\\_systems.html](https://www.diyloopsystems.co.uk/infrared_systems.html))
8. Prikaz štapića za usta (izvor: <https://cdns.webareaccontrol.com/prodimages/1000-X-1000/1/L/1052016223Wand-Mouth-Stick-With-Bend-Adapter-L-L.png>)
9. Prikaz štapića za glavu (izvor: <https://tecnologiasenelambitosocial.wordpress.com/2017/10/11/head-wand/>)
10. Prikaz prekidača s pristupom (izvor: <https://www.caregiverproducts.com/adjustable-head-pointer.html>)
11. Prikaz prekidača gutljaja i puhanja (izvor: <https://www.boundlessat.com/Switches/Specialty-Switches/Sip-Puff-Switch-with-Headset>)
12. Prikaz velikog miša s kuglom (izvor: <https://c1.neweggimages.com/ProductImage/26-125-017-13.jpg>)
13. Prikaz prilagodljive tipkovnice (izvor: <http://singhal.50webs.com/fun/keyboards/expanded-keyboard1.jpg>)
14. Prikaz ploče sa sličicama za djecu s govorno-glasovnim teškoćama (izvor: <https://avazapp.com/blog/high-tech-and-low-tech-aac-how-to-effectively-use-both/>)
15. Prikaz uređaja visoke tehnologije za komunikaciju (izvor: [https://blog.mycoughdrop.com/content/images/2019/02/IMG\\_2137.JPG](https://blog.mycoughdrop.com/content/images/2019/02/IMG_2137.JPG))

## 7. Literatura

### Popis knjiga

1. Abrecht, G. L. (2006). *Encyclopedia of disability*, Thousand Oaks, C.A.: Sage Publication.
2. Allen-DeBoer, R. A., Malmgren, K. W., & Glass, M. E. (2006). Reading instruction for youth with emotional and behavioral disorders in a juvenile correctional facility. („Literacy Interventions for Secondary Students Formally Identified with ...“) *Behavioral Disorders*, 32(1), 18-28.
3. Alves, C. C. F., Monteiro, G. B. M., Rabello, S., Gasparetto, M. E. R. F. & Carvalho, K. M. (2009). Assistive technology applied to education of students with visual impairment. *Rev Panam Salud Publica*, 26(2), 148-152.
4. Andrešić, D. i dr. (2009). Najčešći poremećaji jezično-govorne komunikacije djece predškolske dobi. Zagreb. Hrvatsko logopedsko društvo.
5. Anuar, J., Karim, N. A., Shattar, N. A., & Ali, F. M. (2015). Accessibility of people with disabilities on hospitality braille products. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences* 5, 5–8.
6. Apel, K. i Masterson, J. J. (2004). *Jezik i govor od rođenja do 6. godine*. Lekenik. Ostvarenje.
7. Aziz, N., Mutalib, A. A., Sarif, S. M., & Jaafar, M. S. (2013). Preliminary investigation on creative educational content for visuallyimpaired (VI) learners advances in visual informatics (pp. 408- 417): Springer. („A Systematic Literature Review of the Application of Information ...“)
8. Baird, E., Simonoff, A., Pickles, S., Chandler, T. (2006). Prevalence of disorders of the autism spectrum in a population cohort of children in South Thames: the Special Needs and Autism Project (SNAP). *The Lancet*, 368: 210-215.
9. Baron-Cohen, S., Bolton, S. (1993). *Autism: the facts*. Oxford University Press. Oxford. UK.
10. Borg, J., Larsson, S., & Ostergren, P.-O. (2011). The right to assistive " technology: For whom, for what, and by whom. („The right to assistive technology: for whom, for what, and by whom?“) *Disability and Society*, 26(2), 151–157. doi: 10.1080/09687599.2011.543862
11. Bouck, E. C., Shurr, J. C., Tom, K., Jasper, A. D., Bassette, L., Miller, B., & Flanagan, S. M. (2012). Fix it with tape: Repurposing technology to be assistive technology for students with high-incidence disabilities. *Preventing School Failure: Alternative*

Education for Children and Youth, 56(2), 121-128. DOI: 10.1080/1045988X.2011.603396

12. Bouillet, D. (1998). Izazovi integriranog odgoja i obrazovanja. Zagreb: Školska knjiga, 2010, Citirano prema: Vuletić, Dušanka. Afazija – logopedsko-lingvističko gledište. Zagreb: Školska knjiga, 1996. Citirano prema: Škarić, Ivo. Govorne poteškoće i njihovo uklanjanje. Recenzije i prikazi: Govor 5, 1(1998), str. 97-99.
13. Budimir, D. (2017). Uspješnost primjene Brailleove zvučne bilježnice u edukaciji i rehabilitaciji učenika oštećena vida. („Uspješnost primjene Brailleove zvučne bilježnice u edukaciji i ...“) Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.
14. Calder, D. J. (2010). Assistive technologies and the visually impaired: a digital ecosystem perspective. („A Systematic Literature Review of the Application of Information ...“) Proceedings of PETRA 2010, Article 1. <http://doi.org/10.1145/1839294.1839296>
15. Cheng, Y. & Fan, Y. (2008). The 3D Humanoid Emotions in Interactive Learning Environments for People with Autism. In Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2008: 5162-5170. („Ed ITLib Digital Library → Digital ink for simple cognitively effective ...“)
16. Cook, M. A., & Hussey, M. S. (2000). Assistive technologies: Principles and practice. St. Louis: Mosby, Inc.
17. Cooley, M. (2017). Djeca s teškoćama u učenju i mentalnim smetnjama u redovitoj nastavi. („Naslovi – NSK“) Zagreb: Naklada Kосinј.
18. Čičak, V. (2018). Koncipiranje instrumenta procjene za odabir asistivne tehnologije. Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.
19. Čop, O. (2018). Primjena asistivne tehnologije u predškolskom obrazovanju djeteta s motoričkim poremećajima. Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.
20. Čunčić, K. (2018). Upotreba i utjecaj asistivnih uređaja i okolinskih modifikacija na svakodnevne aktivnosti djece s motoričkim poremećajima. („Upotreba i utjecaj asistivnih uređaja i okolinskih modifikacija na ...“) / Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.
21. Ćorić, L. (2020). Prilagodba sadržaja suvremenih komunikacijskih rješenja za osobe s oštećenjem vida. („Prilagodba sadržaja suvremenih komunikacijskih rješenja za osobe s ...“) Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.
22. Dakopoulos, D., & Bourbakis, N. G. (2010). Wearable obstacle avoidance electronic travel aids for blind: A survey. Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions, 40(1), 25–35.
23. Donegan, M. (2010). A brief review: assistive technology and autism, a proposal for virtual tools for improved communication and emotional recognition. University of

- Greenwich & SMARTlab, University of East London United Kingdom. („A brief review: assistive technology and autism, a proposal for virtual ...“) Dostupno na: <https://core.ac.uk/download/pdf/67282.pdf>
24. Dumić, M. (2008). Šećerna bolest. Školska knjiga.
  25. Edyburn, D. L. (2002). „Remediation vs. compensation“, A critical decision point in assistive technology consideration. („Assistive Technology - Education - Oxford Bibliographies – obo“) ConnSense Bulletin, 4(3). Dostupno na: <http://www.connsensebulletin.com/edyburnv4n3.html>
  26. Fabri, M. & Moore, D. (2005). The use of emotionally expressive avatars in Collaborative Virtual Environments, in Proceeding of Symposium on Empathic Interaction with Synthetic Characters, Artificial Intelligence and Social Behaviour Convention 2005 (AISB 2005). („Assisting people with Autism Spectrum Disorder Through technology ...“) University of Hertfordshire, April 2005.
  27. Fabri, M., Moore, D., & Hobbs, D. (2004). „Mediating the expression of emotion in educational collaborative virtual environments: an experimental study.“ („A brief review: assistive technology and autism, a proposal for virtual ...“) Virtual Reality, 7: 66-81.
  28. Fabri, M., Moore, D., & Hobbs, D. (2004). „Mediating the expression of emotion in educational collaborative virtual environments: an experimental study.“ („A brief review: assistive technology and autism, a proposal for virtual ...“) Virtual Reality, 7: 66-81.
  29. Fernandes, H., Conceicao, N., Paredes, H., Pereira, A., Araújo, P., & Barroso, J. (2012). Providing accessibility to blind people using GIS. Universal Access in the Information Society, 11(4), 399– 407.
  30. Gitlow, L., Dinunno, D., Choate, L., Luce, R. A., & Flecky, K. (2011). The provision of assistive technology by occupational therapists who practice in mental health. Occupational Therapy in Mental Health, 27(2), 178-190. DOI: 10.1080/0164212X.2011.567352
  31. Green, H., McGinnity, A., Meltzer, H., Ford, T., Goodman, T. (2005). Mental health of children and young people in Great Britain, 2004. Basingstoke: Palgrave Macmillan. [online] Dostupno na: <http://www.statistics.gov.uk/statbase/Product.asp?vlnk=14116>.
  32. Gronlund, A., Lim, N., & Larsson, H. (2010). Effective use of assistive technologies for inclusive education in developing countries: Issues and challenges from two case studies. („Effective Use of Assistive Technologies for Inclusive Education in ...“) International Journal of Education and Development using ICT, 6(4), 5–26.
  33. Haak, P., Lenski, M., Hidecker, M. J., et al. (2009). Cerebral palsy and aging. Dev Med Child Neurol 2009;51 Suppl 4:16-23. 10.1111/j.1469-8749.2009.03428.x
  34. Haswell, C. C., Izawa, J., Dowell, L. R., Mostofsky, S. H. & Shadmehr, R. (2009). Representation of internal models of action in the autistic brain. Nature Neuroscience.



35. Howlin, P. (1998). Psychological and Educational Treatments for Autism. *Association for Child Psychology and Psychiatry. Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 39: 307-322.
36. Kabatova, M., Jaskova, L., Lecky, P., & Lassakova, V. (2012). 'Robotic activities for visually impaired secondary school children. Paper presented at the 3rd International Workshop, Teaching Robotics, Teaching with Robotics.
37. Kanik, L. (2014). Assistive technology and education laboratory for individuals with visual disabilities (GETEM). *Qualitative & Quantitative Methods in Libraries*
38. Kauffman, J. M. (2005). Characteristics of emotional and behavioral disorders of children and youth (8th ed.). („APPLICATION OF SOCIAL PSYCHOLOGY FOR POSITIVE SCHOOL CLIMATE: GLOBAL ...“) Columbus, OH: Pearson Merrill Prentice Hall.
39. Kocijan-Hercigonja, D. (2006). *Biološke osnove i terapija ponašanja, Školska knjiga.*
40. Konjevod, T. (2020). Digitalne tehnologije i trendovi u komunikaciji s učenicima s posebnim odgojno-obrazovnim potrebama. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Filozofski fakultet.
41. Kovačević, V., Stančić, V., Mejovšek, M. (1998). *Osnove teorije defektologije. Fakultet za defektologiju Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.*
42. Lane, K. L. (2004). Academic instruction and tutoring interventions for students with emotional and behavioral disorders: 1990 to present. In R. B. Rutherford, M. M. Quinn, & S. R. Mathur (Eds.), *Handbook of research in emotional and behavioral disorders* (pp. 462-486). („BU Journal of Graduate Studies in Education - Brandon University“) New York: Guilford.
43. Lee, H., & Templeton, R. (2008). Ensuring equal access to technology: Providing assistive technology for students with disabilities. *Theory into Practice*, 47(3), 212-219. DOI: 10.1080/00405840802153874
44. Lhotska, L., Stepankova, O., Pechoucek, M., Simak, B., & Chod, J. (2011). („A Systematic Literature Review of the Application of Information ...“) ICT and eHealth projects. Paper presented at the Telecom World (ITU WT), 2011 Technical Symposium at ITU.
45. Lieu, E. C. J., Kenna, M., Anne, S., Davidson, L. (2020). Hearing Loss in Children. *JAMA* December 1, 2020 Volume 324, Number 21.
46. Lozano, H., Hernaez, L., Navas, E., Gonzalez, F. J., & Idigoras, I. (2007). („Learning through Assistive Devices: A Case of Students with Hearing ...“) „NonSpeech“ sounds classification for people with hearing disabilities. In G. Eizmendi et al. (Eds.) *Challenges for Assistive Technology* (pp. 276-280). BG, Netherlands: IOS Press. („Learning

- through Assistive Devices: A Case of Students with Hearing ...“)
47. Ludi, S., & Reichlmayr, T. (2011). „The use of robotics to promote computing to pre-college students with visual impairments“ („Stephanie Ludi - Google Scholar“) *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 11(3), 20.
  48. Ludi, S. L., Ellis, L., & Jordan, S. (2014). An accessible robotics programming environment for visually impaired users. Paper presented at the Proceedings of the 16th international ACM SIGACCESS conference on Computers & accessibility.
  49. Maag, J. (2006). Social skills training for students with emotional and behavioral disorders: A review of reviews. *Behavioral Disorders*, 32(1), 4-17.
  50. Moore, D., Cheng, Y., McGrath, P, & Powell, N. J. (2005). Collaborative Virtual Environment Technology for People with Autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*. 20: 231 – 243.
  51. Mustačić, V., Vicić, M. (1996). Rad s učenicima s teškoćama u razvoju u osnovnoj školi: priručnik za prosvjetne djelatnike. („Logopedijacijelaknjiga | PDF – Scribd“) Zagreb: Školska knjiga.
  52. Nikolić, S. (2000). Autistično dijete. *Prosvjeta*.
  53. Pal, J., & Lakshmanan, M. (2012). „Assistive technology and the employment of people with vision impairments in India.“ („Assistive technology and the employment of people with vision ...“) Paper presented at the Proceedings of the Fifth International Conference on Information and Communication Technologies and Development.
  54. Parette, Jr, H. P., Crowley, E. P., Wojcik, B. W. (2007). Reducing overload in students with learning and behavioral disorders: The role of assistive technology. („ - Google Scholar“) *TEACHING Exceptional Children Plus*, 4(1) Article 4. Dostupno na: <http://escholarship.bc.edu/education/tecplus/vol4/iss1/art4>
  55. Patel, D. R., Neelakantan, M., Pandher, K., & Merrick, J. (2020). Cerebral palsy in children: a clinical overview. *Translational pediatrics*, 9(Suppl 1), S125–S135. <https://doi.org/10.21037/tp.2020.01.01>
  56. Pathy, N. B., Noh, N. M., Moslin, S. I., & Subari, M. D. B. (2011). Space technology for the blind and visually impaired. Paper presented at the Space Science and Communication (IconSpace), 2011 IEEE International Conference.
  57. Posokhova, I. (2005). Izgovor: Kako ga poboljšati. Donji Vukojevac. Ostvarenje.
  58. Seok, S., & DaCosta, B. (2013). Development and standardization of an assistive technology questionnaire using factor analyses: Eight factors consisting of 67 items related to assistive technology practices. *Assistive Technology: The Official Journal of RESNA*, 6(4), 75-80. DOI: 10.1080/ 10400435. 2013.778917
  59. Singh-Senjam, S. (2019). Assistive technology for students with visual disability: Classification matters. *Kerala – Journal of Ophtamology*, 31(2), 86-91.

60. Soderstrom, S., & Ytterhus, B. (2010). The use and non-use of assistive technologies from the world of information and communication technology by visually impaired young people: A walk on the tightrope of peer inclusion. *Disability & Society*, 25(3), 303–315. doi: 10.1080/09687591003701215
61. Tekin, F., Kavlak, E., Cavlak, U., et al. (2018). Effectiveness of neuro-developmental treatment (Bobath concept) on postural control and balance in cerebral palsied children. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2018;31:397-403. 10.3233/BMR-170813
62. Teskerdžić, A., Dizdarević, A., Bratovčić, V. (2013). Studenti sa oštećenjem vida u visokom obrazovanju. Sarajevo: Univerzitet u Sarajevu The World's Leading Automated Website Accessibility Solution for ADA & WCAG Compliance.
63. Thompson, J. (2016). Vodič za rad s djecom s posebnim potrebama. Zagreb: Educa.
64. Velagić, L. (2020). Uporaba informacijsko-komunikacijskih tehnologija kod učenika s teškoćama. Sveučilište u Zagrebu, Učiteljski fakultet.
65. Vinčić, I. (2016). Dostupnost i uporaba asistivne tehnologije u obrazovanju djece s motoričkim poremećajima i kroničnim bolestima u Republici Hrvatskoj. Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.
66. Witt, J. C., VanDerHeyden, A. M., & Gilbertson, D. (2004). Instruction and classroom management: Prevention and intervention research. In R. B. Rutherford, M. M. Quinn, & S. R. Mathur (Eds.), *Handbook of research in emotional and behavioral disorders* (pp. 426-445). New York: Guilford.
67. Yeager & Reed, M. (2008). Disparities in usage of assistive technology among people with disabilities. *Assistive Technology: The Official Journal of RESNA*, 20(4), 194-203. DOI: 10.1080/10400435.2008.10131945
68. Zrilić, S., Brzoja, K. (2011). Promjene u pristupima odgoju i obrazovanju učenika s teškoćama. *Magistra ladertina* 8(1), 141-153.

## Popis internetskih članaka

1. Djeca s teškoćama u razvoju [https://www.unicef.hr/wp-content/uploads/2015/09/Djeca\\_s\\_teskocama\\_HR\\_6\\_13\\_w.pdf](https://www.unicef.hr/wp-content/uploads/2015/09/Djeca_s_teskocama_HR_6_13_w.pdf)(preuzeto 01.01.2022)
2. Djeca s teškoćama u razvoju — odgoj i obrazovanje <https://lupilu.hr/djeca/djeca-s-teskocama-u-razvoju-odgoj-i-obrazovanje/> (pristupljeno 01.01.2022)
3. Nenadić Karmen, Šubarić Željka, Dumančić Jelena.2015. Zagreb Osobe s oštećenjima vida – naši pacijenti. Hrvatski savez slijepih, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.[https://www.sfzg.unizg.hr/\\_download/repository/Osobe\\_sa\\_ostecenjima\\_vida\\_-\\_nasi\\_pacijenti\\_Vodic\\_za\\_zdravstvene\\_djelatnike\\_6MB\\_2018.pdf](https://www.sfzg.unizg.hr/_download/repository/Osobe_sa_ostecenjima_vida_-_nasi_pacijenti_Vodic_za_zdravstvene_djelatnike_6MB_2018.pdf) (preuzeto 01.01.2022)
4. Oštećenje sluha <https://sluh.hr/ostecenje-sluha/> (pristupljeno 01.01.2022)
5. Zlatarić Tatjana. 2015. Djeca s motoričkim poremećajima i kroničnim bolestima.<http://osigurajmoimjednakost.com/index.php/djeca-s-teskocama-1/99-djeca-s-motorickim-poremecajima-i-kronicnim-bolestima.html> (pristupljeno 02.01.2022)
6. Perković Mihaela. 2017 Zagreb. Inkluzija djece s poremećajima jezično – govorne glasovne komunikacije. <https://repozitorij.ufzg.unizg.hr/islandora/object/ufzg%3A326/datastream/PDF/view> (preuzeto 02.01.2022)
7. Poremećaj ponašanja: vrste, uzroci i simptomi <https://prirucnik.hr/poremecaj-ponasanja-vrste-uzroci-i-simptomi/> (pristupljeno 02.01.2022)
8. Placebo d.o.o. Split 2014. Autizam. <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-za-pacijente/zdravlje-djece/dusevni-poremecaji/autizam> (pristupljeno 02.01.2022)
9. Zavod za javno zdravstvo Dubrovačko-neretvanske županije. Šećerna bolest(dijabetes).
10. <https://www.zzjzdnz.hr/zdravlje/kardiovaskularno-zdravlje/524> (pristupljeno 03.01.2022.)
11. Pliva zdravlje. Astma <https://www.plivazdravlje.hr/bolest-clanak/bolest/191/Astma.html> (pristupljeno 03.01.2022)
12. National Deaf Center on Postsecondary Outcomes Assistive Listening Systems 101.<https://www.nationaldeafcenter.org/sites/default/files/Assistive%20Listening%20Systems%20101%20%28FULL%29%286.17.19%29%28ENGLISH%29%28WEB%29.pdf>(preuzeto 04.01.2022)

13. Assistive Technologie <https://webaim.org/articles/motor/assistive> (pristupljeno 04.01.2022)
14. Assistive Technology to Help Students with Behavioral Disabilities Succeed Academically
15. <https://www.theedadvocate.org/assistive-technology-to-help-students-with-behavioral-disabilities-succeed-academically/> (pristupljeno 05.01.2022)
  
16. Smart Technology for Diabetes Self-Care <https://www.diabetesselfmanagement.com/diabetes-resources/tools-tech/smart-technology-diabetes-self-care/> (pristupljeno 05.01.2022)
17. Top 5 Technologies to Help Manage Asthma & Allergies <https://www.metroeastallergist.com/top-5-technologies-to-help-manage-asthma-allergies/> (pristupljeno 05.01.2022)
18. What devices are available to assist with epilepsy? <https://epilepsyqueensland.com.au/news/what-devices-are-available-to-assist-with-epilepsy/> (pristupljeno 05.01.2022)