

**Mladi za napredek Maribora 2016**

**33. srečanje**

**GORDIJSKI VOZEL ČLOVEŠTVA**

Biologija

Raziskovalna naloga

Avtor: ALEKSANDRA VUJANOVIĆ

Mentor: MATEJA BRAČKO

Šola: OŠ TABOR I MARIBOR

**Maribor, 2016**

**Mladi za napredek Maribora 2016**

**33. srečanje**

**GORDIJSKI VOZEL ČLOVEŠTVA**

Biologija

Raziskovalna naloga

**Maribor 2016**

## POVZETEK

S svojo raziskovalno nalogo z naslovom Gordijski vozeli človeštva sem se podala v lov za podrobnimi dejstvi v zvezi z možgani. V teoretičnem delu sem se ukvarjala z zanimivimi temami, toda najbolj sem se posvetila njihovi zgradbi in delovanju. S pomočjo opazovalne študije in raziskovalnega intervjuja sem pridobila povratne informacije in podatke, ki so me zanimali še pred pričetkom raziskovanja. Ob koncu raziskovanja sem uresničila vse cilje in potrdila vse hipoteze, a najbolj so me razburila nova spoznanja. Menim, da bo vsak po prebranem razumel naslov, ki sem ga dodelila. Možgani so zares fenomen narave, ki navdušujejo ljudi z vsakim novim odkritjem. Naloga je sestavljena tako, da s svojimi čari navdušuje tudi tiste, ki niso ljubitelji biologije.

## ZAHVALA

»Hvaležnost je notranja svetloba, s katero lahko osvetlimo svojo dušo. Bolj ko smo hvaležni, več svetlobe izkusimo in bolj jo izžarevamo v svet.« (Sharon Huffman)

Iz dna srca se zahvaljujem svoji mentorici za vse koristne nasvete, izčrpne informacije in spodbudne misli, ki so me med raziskovanjem še posebej spodbujale in dodatno motivirale.

Izjemna zahvala gre tudi gospe Anki Slana, ki je odgovorila na vsa zastavljena vprašanja. Njeni odgovori so mi bili v pomoč, saj jo so bili zaradi številnih zanimivih in natančnih dejstev še kako koristni.

Prisrčno zahvalo izrekam tudi vsem bližnjim, tako družini kot prijateljem, ki so me nenehno spodbujali, verjeli vame in mi neprestano nudili moralno oporo, za katero sem še posebej hvaležna.

Zahvala gre tudi učencem in učiteljem, ki so pristopili k opazovalni študiji, saj brez njihove pomoči ne bi mogla pridobiti podatkov, ki so bili ključni del moje raziskovalne naloge.

# 1. KAZALO

POVZETEK .....	3
ZAHVALA .....	4
1. KAZALO .....	5
2. UVOD .....	7
3. MOŽGANI .....	8
4. ČLOVEŠKI MOŽGANI .....	8
4.1 ZGRADBA ČLOVEŠKIH MOŽGANOV .....	9
4.1.1 VELIKI MOŽGANI .....	9
4.1.2 MALI MOŽGANI .....	15
4.1.3 MOŽGANSKO DEBLO .....	16
4.2 KRIŽANJE .....	19
4.3 MOŽGANSKE OVOJNICE .....	19
4.3.1 NOTRANJA OVOJNICA – ŽILNICA .....	20
4.3.2 SREDNJA OVOJNICA – PAJČEVNICA .....	20
4.3.3 ZUNANJA MOŽGANSKA OVOJNICA – TRDA OPNA .....	21
4.4 LIKVOR .....	21
4.5 ŽIVČNA CELICA – NEVRON .....	22
4.5.1 NEVRIT – AKSON .....	23
4.5.2 CELICA GLIJA .....	24
4.5.3 DRAŽLJAJ .....	25
4.5.4 ŽIVČNO VZBURJENJE .....	25
4.5.5 SINAPSA .....	26
4.6 MOŽGANSKI ŽIVCI .....	29
4.7 LIMBIČNI SISTEM .....	30
5. RAZLIKE MED MOŠKIM IN ŽENSKO .....	31
6. ČUSTVA .....	32
7. SPANJE .....	34
8. SANJE .....	37
9. SPOMIN .....	38
9.1 KRATKOROČNI SPOMIN .....	39
9.2 DOLGOROČNI SPOMIN .....	40

9.3 EPIZODNI SPOMIN .....	40
9.4 FAKTIČNI SPOMIN.....	40
9.5 SEMANTIČNI SPOMIN .....	40
9.6 ČUTNI SPOMIN .....	41
9.7 SPRETNOSTNI SPOMIN .....	41
9.8 KOLEKTIVNI SPOMIN .....	41
9.9 SPOMINI IZ PRETEKLEGA ŽIVLJENJA .....	41
9.10 FOTOGRAFSKI SPOMIN .....	41
10. INTELIGENTNOST .....	43
10.1 SPLOŠNA INTELIGENTNOST .....	43
10.2 PROSTORSKA INTELIGENTNOST .....	43
10.3 MATEMATIČNA INTELIGENTNOST.....	43
10.4 TELESNA INTELIGENTNOST .....	44
10.5 ČUSTVENA INTELIGENTNOST .....	44
10.6 PRIROJENA – PRIDOBLENA INTELIGENTNOST .....	44
11. JEZIK.....	44
12. EMPIRIČNI DEL.....	46
12.1 NAMEN NALOGE.....	47
12.2 METODE RAZISKOVANJA .....	48
12.3 RAZISKOVALNI VZOREC .....	48
12.4 ANALIZA REZULTATOV .....	50
12.4.1 UČENCI - PETOŠOLCI.....	50
12.4.2 UČENCI – SEDMOŠOLCI .....	54
12.4.3 UČENCI – DEVETOŠOLCI .....	57
12.4.3 UČITELJI .....	60
12.4.4 INTERVJU Z ALENKO SLANA mag. kog. zn. & univ. dipl. soc. ped.....	64
13 ZAKLJUČEK .....	69
14 DRUŽBENA ODGOVORNOST .....	71
15 VIRI IN LITERATURA .....	72
16 PRILOGE .....	73

## 2. UVOD

Že dolgo sem slutila, da bom ustvarjala raziskovalno nalogo s področja biologije, saj je le-ta moj najljubši predmet. Ker je tema dokaj obširna, sem morala pred pričetkom raziskovanja razmisliti o naslovu, ki bi ga dodelila svoji raziskovalni nalogi. Odločila sem se, da jo bom poimenovala Gordijski vozeli človeštva. Ker so možgani kljub svoji majhnosti najzapletenejši organ v človeškem telesu, sem torej potrebovala izraz v povezavi s tem. Tako sem se domislila, da bi v naslovu uporabila besedno zvezo gordijski vozeli, ki oznanja njihovo izjemno zapletenost in nerešljivost, a mu hkrati dodeli tudi kanček skrivnostnosti. S celotnim naslovom – Gordijski vozeli človeštva mislim na problem, ki so ga mnogi že pred davnimi časi poskušali rešiti, a ga rešujemo še danes. Skozi zgodovino se le približujemo razkritju njihove skrivnosti, vendar so še vedno uganka. Hipoteze, ki sem si jih zadala pred začetkom raziskovanja se glasijo:

- možganski hemisferi se glede na zunanost skoraj ne razlikujeta
- menim, da bodo učenci naloge enakega tipa rešili uspešneje zjutraj kakor opoldne
- predvidevam, da si bodo vsi učitelji skupaj v povprečju zapomnili več besed kakor učenci vseh treh razredov
- učitelji, ki pripadajo starostni skupini od 51 do 60 let si bodo v primerjavi z drugimi učitelji zapomnili najmanj besed

Cilj moje raziskovalne naloge je ugotoviti, kako razviti so možgani in kateri dejavniki vplivajo na to. Raziskati želim tudi, kako so zgrajeni možgani in posamezni centri, kako so se razvijali skozi zgodovino človeštva, kako pomembni so za organski sistem in kaj vse vpliva na njihovo delovanje.

Odločila sem se, da bosta moji metodi raziskovanja testiranje in intervju s strokovnjakinjo, ki se ukvarja z nevroznanostjo. Izbrati sem namreč morala metodo, s katero bom lahko raziskala moji dve hipotezi, ki se navezujeta na naš vsakdan.

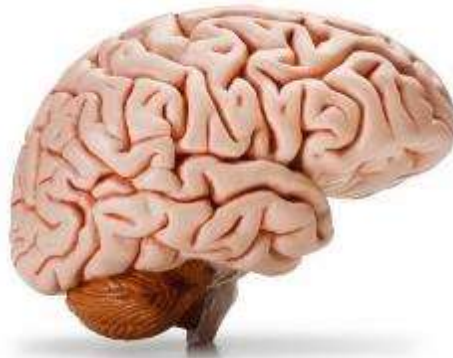
### 3. MOŽGANI

»Sedež duše in volje, pravzaprav kar celotne živčne aktivnosti, moramo iskati v srcu. Možgani so organ zanemarljivega pomena.« (Aristotel)

Možgani so središče živčevja pri vseh vretenčarjih in tudi večini nevretenčarjev. V njih poteka obdelava informacij. Izjema so le nekatere vrste nevretenčarjev, kot so spužve, ožigalkarji, odrasli plaščarji in iglokožci, ki nimajo možganov, vendar imajo kljub temu difuzno živčno tkivo. Možgani se nahajajo v glavi, večinoma v bližini osnovnih čutilnih organov, to so vidni, slušni, ravnotežni, okušalni in vohalni organ. (<https://sl.wikipedia.org/wiki/Mo%C5%BEGani>)

### 4. ČLOVEŠKI MOŽGANI

»Če upoštevamo njihovo anatomijo, strukturo in funkcijo, potem v celem vesolju ni nič lepšega in bolj zapletenega kot so človeški možgani.« (Keith Black)



Slika 1: Človeški možgani

(vir: <http://www.lolwot.com/20-things-you-probably-didnt-know-about-the-human-brain/>)

Možgani (Slika 1) so organ v osrednjem živčnem sistemu, v katerem predstavljajo tudi glavni del. Njihova osnovna naloga je, da skladiščijo podatke, jih obdelujejo, medsebojno primerjajo, se odzovejo na vse dražljaje in ustvarijo spomin. Nahajajo se v možganskem delu lobanje. Za njih velja, da različni deli možganov opravljajo različne naloge. Pravzaprav so možgani neverjetno zapleten del telesa v zgornjem delu glave, ki je zgrajen iz milijard živčnih celic in živčnih vlaken. Možgani so ena izmed največjih predelovalnic kemikalij v telesu. Možgani dobivajo informacije iz čutil, nadzorujejo gibanje telesa in so mesto razmišljanja, spomina, zavedanja ter čustvovanja. Pred škodljivimi snovmi, ki se nahajajo v krvi jih varujeta krvno



možganska bariera (ovira) ter likvor. Človeški možgani delujejo navzven povsem negiben in nadvse dolgočasen organ, kar sploh ne drži, saj dejstva dokazujejo ravno nasprotno. (Parker, 2006)

#### 4.1 ZGRADBA ČLOVEŠKIH MOŽGANOV

»Možgani so svet, ki ga sestavlja množica neznanih kontinentov in širjave neraziskanih ozemelj.« (Santiago Ramon y Cajal)

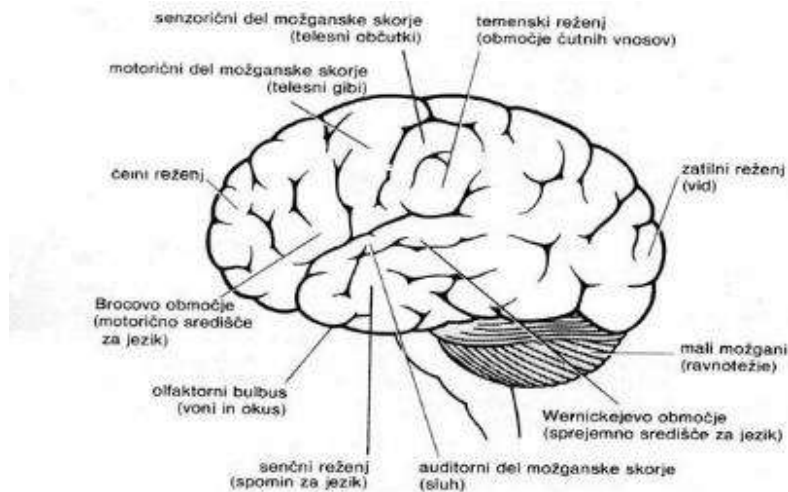
Možgane delimo na tri dele, to so: veliki možgani, mali možgani in možgansko deblo.

##### 4.1.1 VELIKI MOŽGANI

Veliki možgani so najobsežnejši del centralnega živčevja, saj zapolnjujejo skoraj 85 % le-teh, torej skoraj celotno velikost možganov. To je del možganov, ki je največji, izbočen in naguban. So del možganov, ki omogoča čustvovanje in zavestno mišljenje. Velike možgane delimo na dve polobli in medmožgane, ki se nahajajo med njima. (Burnie, 1999)

##### 4.1.1.1 MOŽGANSKI POLOBLI

Velike možgane delimo na dve polovici, to sta možganski polobli, ki ju imenujemo tudi hemisferi. V velikih možganih se nahaja vzdolžna špranja, ki jih razdeli na polovici – to sta možganski polobli. Na zunanji strani obeh polobel najdemo navpično potekajočo brazdo (centralna brazda) in poševno potekajočo brazdo (stranska brazda). Brazdi možganski polobli razdelita v režnje (Slika 2), ki se imenujejo po kosteh možganske lobanje v bližini. Ti režnji so čelni, temenski, senčni in zatilni. Vsak reženj opravlja točno določene naloge. V zatilnem režnju je središče za vid, v senčnem pa so središča za okus, vid in sluh. Temenski reženj vsebuje središča za sprejem sporočil iz kože, mišic in skeleta. Iz čelnega režnja izhajajo sporočila za delovanje skeletnih mišic. V njem so tudi središča, ki določajo našo duševnost : čustva, voljo, zavest, učenje, pomnjenje itd. Na njima se nahajajo možganske vijuge, plitvi žlebiči in globlje zareze.



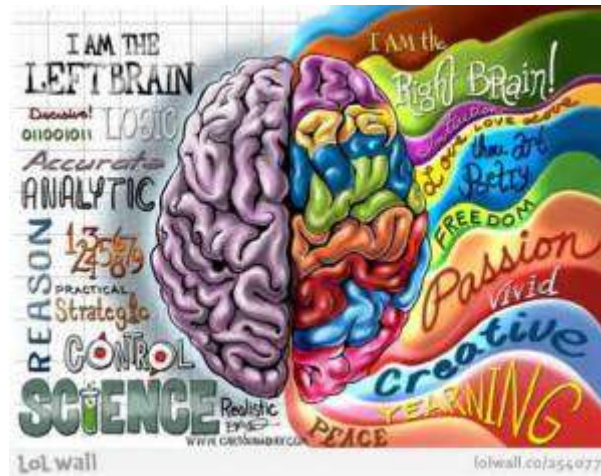
Slika 2: Režnji

(vir: [http://www.katedrala.si/artman/publish/printer\\_127.shtml](http://www.katedrala.si/artman/publish/printer_127.shtml))

Živčni snopi, ki so v njuni notranjosti povezujejo posamezne dele v poloblah in tudi obe polobli. Površinski sloj vsake možganske poloble je možganska skorja in je sestavljena iz sivine (teles živčnih celic), zato jo imenujemo tudi sivina. Sivina tvori močno nagubano skorjo debelo približno 5 mm. V možganski skorji poteka obdelava informacij, katere sprejmejo možgani. Pod skorjo je srednja plast iz beline in globlji sloji sivine, ki jih imenujemo tudi bazalni vozli (bazalni gangliji). Možganski polobli sta sestavljeni tudi iz beline, v kateri so ohranjena središča sivine, ki skupaj z malimi možgani uravnavajo gibanje telesa. V belini velikih možganov je več kot 100 milijonov živčnih vlaken, ki z živčnimi signali povezujejo obe polobli, dele posamezne poloble in velike možgane z drugimi deli osrednjega živčevja. Sveženj belega nitja, ki povezuje možganski polobli, se imenuje prečnik ali kalozni korpus. V globini polobel se nahajajo tudi votline, tako imenovani možganski prekati, kjer nastaja likvor. (Arnau, 1997; Burnie, 1999; Slapnik, 2002)

#### 4.1.1.2 MOŽGANSKI POLOBLI – DELOVANJE

Dve hemisferi velikih možganov se zdita enaki, toda njune naloge so nekoliko drugačne (Slika 3). Običajno je ena »dominantna« in prevlada nad drugo.



Slika 3: Delovanje možganskih polobel

(vir: <https://villasophiasalon.wordpress.com/2014/03/10/brain-hemispheres-temperament-types-from-dualistic-polarization-to-dialectical-synthesis/>)

Področja, imenovana govorni centri, v obeh hemisferah upravljajo izbiranje besed, njihovo zlaganje v smiselne stavke in glasno izgovarjanje. Pri večini ljudi postane v 8. do 10. letu govorni center prevladujoč (dominanten) in prevzame vodilno vlogo, medtem ko je desni mirujoč ali »speč«. V načinu delovanja desne in leve hemisfere obstajajo tudi druge razlike. Na splošno ima leva stran več opraviti z besedami in jezikom, s številkami in matematiko. V njej prihaja do odločitev postopoma. Desna stran ima večjo vlogo pri nenadnem, »bliskovitem« odločanju ter je odgovorna za zavedanje o oblikah, vzorcih ali barvah ter glasbi. Seveda pa v vsakdanjem življenju obe polovici velikih možganov med seboj sodelujeta. (Parker, 2006)

#### 4.1.1.3 MEDMOŽGANI

Medmožgani so prostor med možganskima poloblama. Hipotalamus (Slika 5), talamus (Slika 4) in epitalamus (Slika 6) so trije deli, ki jih sestavljajo.

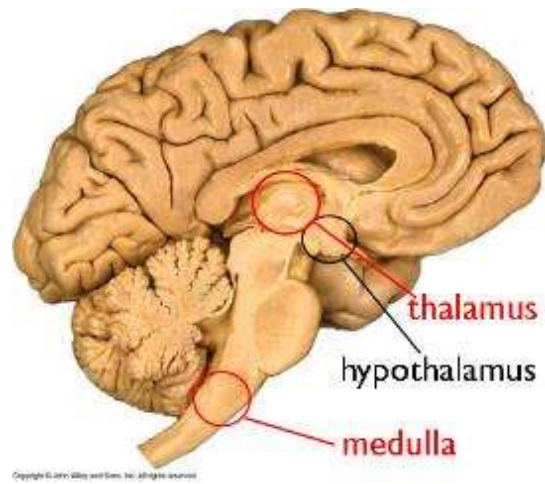
Hipotalamus je velik komaj za grah, a je zato veliko bolj pomemben. »V hipotalamusu so vrhovna središča, ki uravnavajo delovanje vegetativnega živčevja in s tem krvni tlak, telesno temperaturo, količino vode v telesu, lakoto, sitost, žejo, agresivnost, zadovoljstvo... Hipotalamus je povezan s hipofizo, to je glavno žlezo z notranjim izločanjem v njegovi bližini.« (Slapnik, 2002, 30)

Hipotalamus nenehno nadzoruje kri. Če je v njej preveč ali premalo ogljikovega dioksida, pospeši ali zavre dihanje; če je v njej premalo sladkorja, nas naredi lačne; če je telesna temperatura prenizka ali previsoka, sproži mrščavico ali potenje; če je kri preslana, sproži občutek žeje. Nenazadnje ima pomembno vlogo tudi pri nadzorovanju spanja, spolnega vedenja in čustev. Ta majhen del možganov je v veliki meri odgovoren za vzdrževanje homeostaze in zagotavlja, da so vsi parametri telesnih funkcij v ravnovesju in da kar najbolje delujejo. (Russell, 1993)

V hipotalamusu se nahajajo tudi vrhovna središča vegetativnega živčevja.

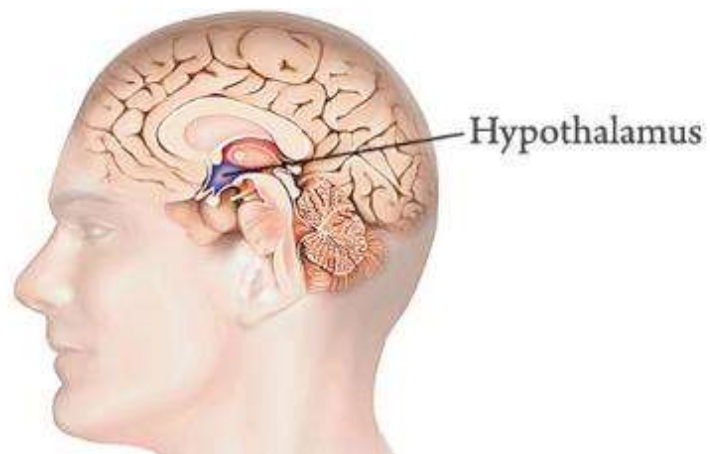
Epitalamus je središčni del medmožganov, v katerem so preklopna središča in žleza z notranjim izločanjem – češarika. V talamusu so prav tako preklopna središča.

Talamus je sestavljen iz dveh delov jajčaste oblike. Je del medmožganov, ki je s številnimi živčnimi povezavami povezan z drugimi področji možganov. Dobiva živčne signale iz določenih delov možganov ter jih nato pošilja naprej ali pa preusmeri v druge dele živčevja. Talamus višjim možganskim centrom prenese senzorne živčne signale iz oči, ušes in drugih čutil (razen iz nosu). Njegova naloga je tudi usmerjati motorične signale za nadzor mišic in gibanja. Sodeluje pri uravnavanju različnih stopenj budnosti možganov, kakršne so budnost in živahnost, sproščenost in počivanje, utrujenost in zaspanost ter globoko spanje. Talamus obdajajo deli možganov, ki jih imenujemo bazalni gangliji. Otrok se že v zgodnjem razvoju nauči veliko osnovnih gibov, kot so požiranje, žvečenje ter gibi rok in nog, na primer pri hoji. Takšno gibanje postane zelo enostavno in vsakdanje, da ga s časom opravljamo skoraj brez razmišljanja. Za nadzor in izvedbo takšnih gibov so odgovorni bazalni gangliji. (Slapnik, 2002)



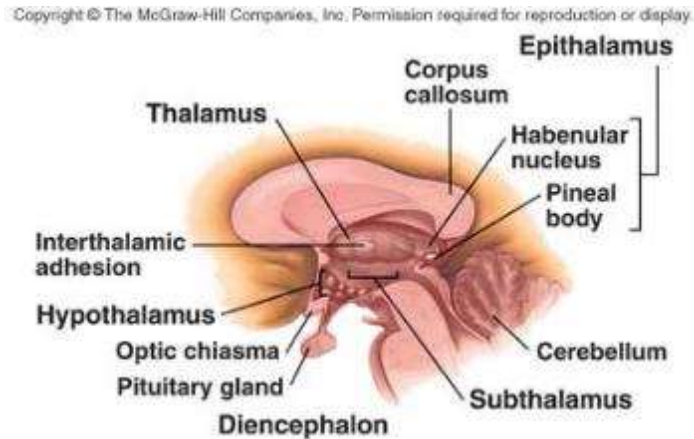
Slika 4: Talamus

(vir: <http://sevendeadlysynapses.com/2011/05/seven-deadly-sins-sunday-gluttony-part-3/>)



Slika 5: Hipotalamus

(vir: <http://www.organsofthebody.com/hypothalamus/>)



Slika 6: Epitalamus v srednjih možganih

(vir:

[http://highered.mheducation.com/sites/0072507470/student\\_view0/chapter13/multiple\\_choice\\_quiz\\_1.html](http://highered.mheducation.com/sites/0072507470/student_view0/chapter13/multiple_choice_quiz_1.html))

#### 4.1.1.4 BAZALNI GANGLIJI

Talamus obdajajo deli možganov, ki jih imenujemo bazalni gangliji (Slika 7) ali tudi bazalni vozli.



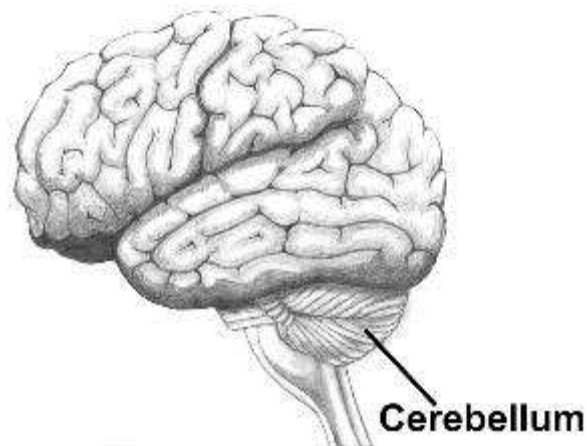
Slika 7: Bazalni gangliji

(vir: <http://www.cmu.edu/news/stories/archives/2015/august/basal-ganglia-pathways.html>)

Otrok se že v zgodnjem razvoju nauči veliko osnovnih gibov, kot so požiranje, žvečenje ter gibi rok in nog, na primer pri hoji. Takšno gibanje postane zelo enostavno in vsakdanje, da ga s časom opravljamo skoraj brez razmišljanja. Za nadzor in izvedbo takšnih gibov so odgovorni bazalni gangliji. (Parker, 2006)

#### 4.1.2 MALI MOŽGANI

»Mali možgani so del možganov in ležijo v zatilnem delu lobanje. So del možganov, ki uravnava podzavestna gibanja. Najpomembnejši nalogi za človeka sta usklajevanje vseh gibov in zagotavljanje ravnotežja, skrbijo pa tudi za vzdrževanje mišičnega tonusa. Sestavljeni so iz milijon živčnih celic, razporejenih v dveh poloblah. Mali možgani predstavljajo približno 10 % skupne mase možganov. Vanje nenehno prihajajo informacije o položaju in gibanju telesa, ki so malim možganom osnova za posredovanje navodil mišicam, da prilagajajo položaj telesa in zagotavljajo njegovo mirno premikanje. V njihovi notranjosti je belina, navzven pa jih obdaja nagubana sivina, ki tvori skorjo.« (Parker, 2006, 36, 37)



Slika 8: Mali možgani (Cerebellum)

(vir: <http://www.memorylossonline.com/glossary/cerebellum.html>)

Tako kot skorja velikih možganov, je tudi skorja malih možganov (Slika 8) zelo nagubana in sestavljena iz sive substance. So mesto v možganih, v katero prispejo živčni impulzi iz središča za ravnotežje v notranjem ušesu, iz oči, iz receptorjev skeletnega mišičja, kit ter iz drugih organov. Imajo sposobnost nadziranja hitrosti in aktivnosti skeletnega mišičja, ravnotežje in držo našega telesa, prav tako pa tudi orientacijo v prostoru. Kot posledica te sposobnosti malih možganov, so naši gibi mišičja mirni, usklajeni in dokaj natančni. Kljub opravljanju že vseh naštetih nalog, pa opravljajo še nekatere. Mali možgani med drugim vzdržujejo tonus mišic, ravnotežje, skladnost in vodenje gibov, vzdrževanje telesne teže in gibalno učenje. (Dolinar, Cunk Manić, Tarman – Šmit, 2015; Slapnik, 2002)

#### 4.1.3 MOŽGANSKO DEBLO

Možgani se pod velikimi možgani zožijo in potekajo navzdol ter prehajajo v hrbtenjačo. Možgansko deblo (Slika 9) je spodnji del možganov, ki je na las podoben stebelu ali deblu drevesa. Možgansko deblo skupaj z malimi možgani zapolnjuje zadnjo kotanjo možganskega dela lobanje. Je del možganov, ki se stika s hrbtenjačo.



Slika 9: Možgansko deblo

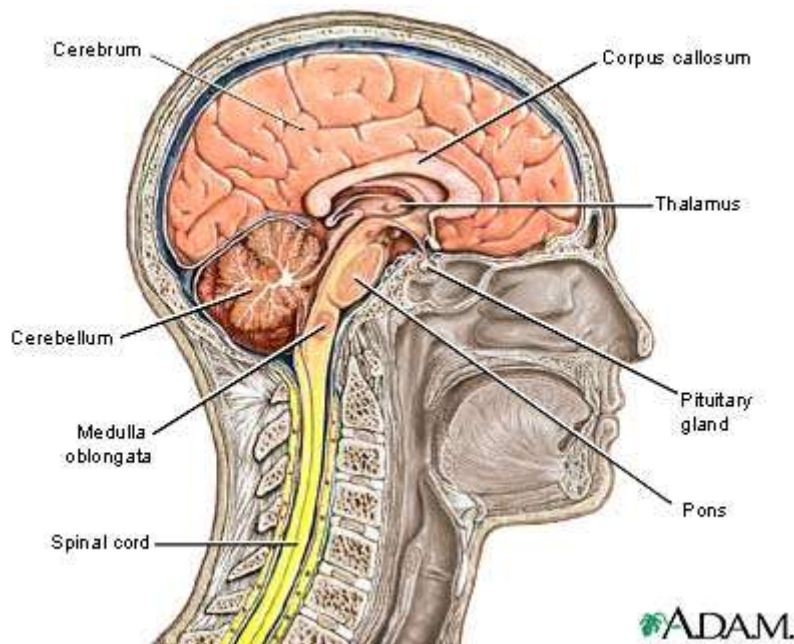
(vir: <http://vedez.dzs.si/dokumenti/dokument.asp?id=906>)

Če bi hoteli primerjati možgansko deblo z napravo iz našega vsakdana, bi ga lahko enačili z avtomatskim pilotom v letalu. Nadzira in uravnava povsem osnovne življenjske procese, med katerimi so najpomembnejši dihanje, hitrost srčnega utripa in krvni tlak. Razdeljeno je na različna majhna področja, imenovana centri, ki nadzorujejo življenjsko pomembne telesne procese, kot so srčni ritem, dihanje, prebava, izločanje neuporabnih snovi, krvni pritisk in telesna temperatura. Možgansko deblo nadzoruje omenjene procese s pomočjo avtonomnega živčnega sistema, čigar nadzor poteka avtomatsko, ne da bi morali o njem razmišljati. Notranjost možganskega debla gradi sivina, zunanost pa belina. Možgansko deblo delimo na tri dele: podaljšano hrbtenjačo, mostič in srednje možgane. (Burnie, 1999)

##### 4.1.3.1 PODALJŠANA HRBTENJAČA

Podaljšana hrbtenjača (Slika 10) je del možganskega debla, ki se nahaja na skrajnem dnu le-tega in spodaj prehaja v hrbtenjačo.





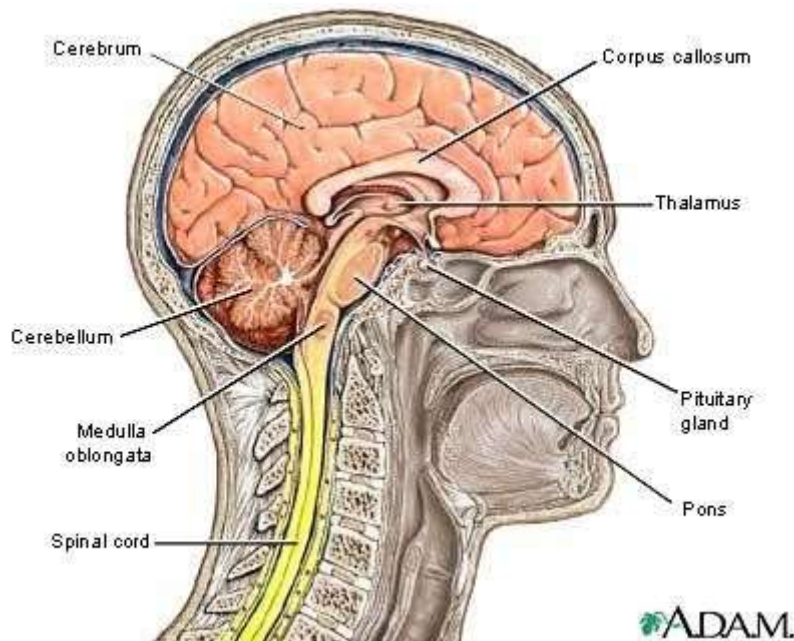
Slika 10: Podaljšana hrbtenjača (medulla oblongata)

(vir:

[http://www.pennmedicine.org/health\\_info/body\\_guide/reftext/html/nerv\\_sys\\_fin.html](http://www.pennmedicine.org/health_info/body_guide/reftext/html/nerv_sys_fin.html))

V podaljšani hrbtenjači se siva substanca deli na številna jedra, to so središča možganskih živcev, ki uravnavajo drobne aktivnosti: center za nadzor dihanja, krvnega tlaka, bitja srca, požiranja, bruhanja itd. Ta središča so življenjsko pomembna, saj omogočajo pravilno delovanje organizma. Največ možganskih živcev (od 5. do 12.) izhaja iz nje. Kot pove ime samo, je podaljšana hrbtenjača podaljšane hrbtenjače. Je najstarejši del osrednjega živčevja. Oblika hrbtenjače je podobna cevi, kar je vidno pri odraslem človeku. Okrog nje je kanal, napolnjen z možgansko tekočino. V njej so umeščena tudi druga življenjsko pomembna središča, ki uravnavajo širjenje in krčenje žil, kašljanje, slinjenje ... V njej se stekajo mnoga živčna vlakna. (Slapnik, 2002; Burnie, 1999)

#### 4.1.3.2 MOST



Slika 11: Most (Pons)

(vir:

<http://www.helloquizzzy.com/quizzzy/results?quizzzyid=18437026037280511890&resultid=363350361>)

Nad podaljšano hrbtenjačo se razprostira odebeljeni del, imenovan most (Slika 11). Poimenovan je tudi mostič in v latinščini pons. Na sprednji strani povezuje malomožganski hemisferi. Most je del možganskega debla, kjer se sporočila, ki prehajajo iz hrbtenjače v možgane in obratno, urejajo ter usmerjajo v ustrezne dele živčevja. Takšna središča so imenovana tudi preklopna središča. (Slapnik, 2002)

#### 4.1.3.3 SREDNJI MOŽGANI

Srednji možgani so del možganskega debla, v katerem se glede na položaj nahajajo najvišje. Segajo od mostu do medmožganov. Skozi njih se pretaka likvor iz tretjega v četrti prekat. V spodnjem delu srednjih možganov so nožice možganov (pedunculi cerebri), te so sestavljene iz živčnega nitja. Njihova naloga je, da prevajajo živčne impulze iz motoričnih področij skorje velikih možganov v podaljšano hrbtenjačo, most in hrbtenjačo. Zadnji del srednjih možganov je sestavljen iz štirih izboklin, katere se imenujejo corpora quadrigemina. V njih se nahajajo refleksi centri npr. za širjenje in ožetje zenice, za sluh in vid. Opravljajo svojo nalogo, ki je podobna nalogi mostu, a

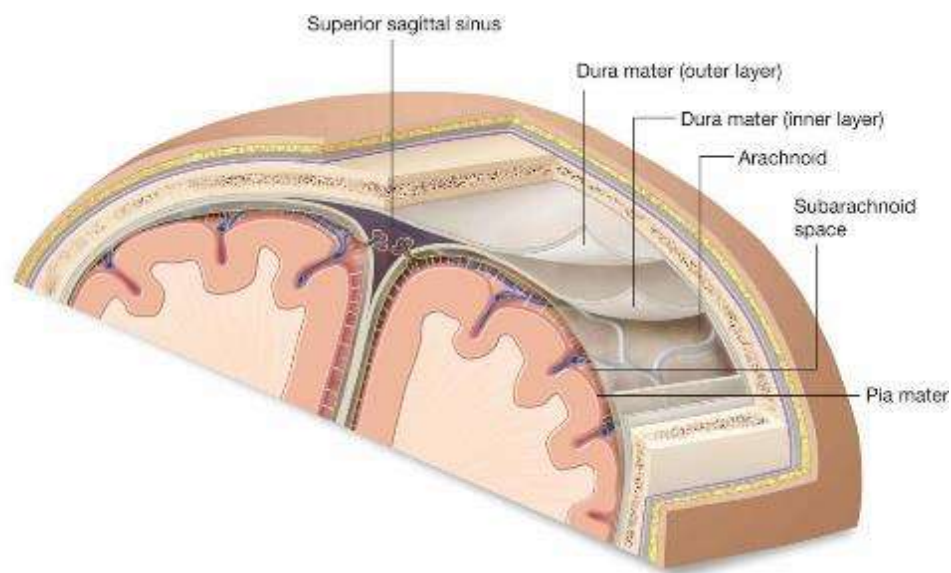
se hkrati v njih odvijajo tudi različni refleksi. (Slapnik, 2002; Burnie, 1999; Dolinar, Cunk Manić, Tarman – Šmit, 2015)

#### 4.2 KRIŽANJE

Spodnji del možganskega debla, ki se nahaja tik nad hrbtenjačo, je nekoliko širši in krajši od palca. Imenuje se medula oblongata. Skozenj poteka na tisoče živčnih vlaken, ki povezujejo spodaj ležečo hrbtenjačo in višje centre možganov. Pri prehodu skozi medulo oblongato živčna vlakna z leve strani hrbtenjače prehajajo na desno in obratno. Na takšen način desna stran možganov dobiva oziroma oddaja signale levi strani telesa, leva pa na enak način dobiva senzorne signale in hkrati nadzoruje mišice desne strani telesa. Tako senzorni živčni signali možgane obvestijo, da na primer proti nam leti žoga, zato motorični signali sprožijo premik leve roke, da žogo ujame, motorični signali vodijo v desno poloblo možganov oziroma iz nje. (Parker, 2006)

#### 4.3 MOŽGANSKE OVOJNICE

Človeški možgani so zelo dobro zavarovani. Varujejo jih koža, lobanjske kosti in tri ovojnice (Slika 12), ki se medsebojno nekoliko razlikujejo.



Slika 12: Možganske ovojnice (Dura mater, Arachnoid in Pia mater)

(vir: <http://biology-forums.com/index.php?action=gallery;sa=view;id=9324>)

Možganske ovojnice so ovojnice, ki obdajajo možgane in hrbtenjačo ter varujejo osrednje živčevje pred poškodbami, pa tudi pred vdorom mikrobov v notranjost.

Zunanje so namenjene zaščititi, v notranjih pa je ogromno arterij in ven, ki možgane oskrbujejo s krvjo. Vsem je skupno, da so zgrajene iz vezivnega tkiva in da pripomorejo k normalnem pretoku likvorja. Možgani imajo bogatejši dotok krvi, kot katerikoli organ v človeškem telesu. V njih se nahaja na milijone drobnih krvnih žilic, ki celice oskrbujejo s hrano in kisikom. Neverjetno je, da možgani čeprav jih je le za tri odstotke celotne telesne teže, porabijo kar petindvajset odstotkov kisika, ki ga pridobi telo. Vse osrednje živčevje obdajajo in ščitijo tri mrenaste opne ali meninge. Možganske ovojnice ne segajo le do drugega ledvenega vretenca, temveč do konca hrbtenjače v hrbteničnem kanalu, od kod izvira snop hrbtenjačnih živcev. Poznamo tri možganske ovojnice, to so: notranja ovojnica, srednja ovojnica in zunanja možganska ovojnica. (Slapnik, 2002; Russell, 1993)

#### 4.3.1 NOTRANJA OVOJNICA – ŽILNICA

Notranjo ovojnico najpogosteje imenujemo tudi žilnica. Je možganska ovojnica, ki zelo tesno ovija površino možganov, hrbtenjačo in vsako vijugo. Žilnica je tanka vezivna opna, po kateri poteka mnogo žil. Lahko sklepamo, da je zaradi tega notranja ovojnica pridobila ime – žilnica. Žilnica in endotelij možganskih kapilar tvorita pregrado med krvjo in likvorjem. Je edina ovojnica, ki povezuje možgane in hrbtenjačo. Žile v žilnici dovajajo osrednjemu živčevju hrano in kisik ter odnašajo snovi, ki jih možgani za delovanje ne potrebujejo. (Burnie, 1999; Slapnik, 2002)

#### 4.3.2 SREDNJA OVOJNICA – PAJČEVNICA

Srednja ovojnica se imenuje tudi pajčevnica, ki je v latinščini poimenovana arachnoidea mater. Med pajčevnico in trdo opno je subduralni prostor, med pajčevnico in žilico pa subarahnoidni prostor, ki ga polni likvor. Sestavlja jo rahlo vezivo. V njej se nahajajo pajčevinasto povezane celice, po katerih je dobila tudi svoje ime. Med pajčevnico in žilico se nahaja prostor, v katerem se zbira možganska tekočina, imenovana likvor. (Burnie, 1999; Slapnik, 2002)

#### 4.3.3 ZUNANJA MOŽGANSKA OVOJNICA – TRDA OPNA

Zunanja možganska ovojnica (dura mater), bolj znana tudi pod imenom trda opna, je iz čvrstega veziva, ki vsebuje veliko živcev, hkrati pa je tudi notranja pokostnica lobanjskih kosti in hrbteničnega kanala. V trdi opni se nahajajo velike venske žile – venski sinusi, kamor se vsrkava likvor. Zunanja možganska ovojnica je povezana z notranjo stranjo lobanje, hrbtenjačo pa obdaja v obliki cevi. Sestavljena je iz dveh listov, to sta zunanji in notranji list. Med obema listoma trde opne je epiduralni prostor, katerega v hrbtenjači izpolnjujejo maščevje, rahlo vezivo in venski pleteži. (Slapnik, 2002; Burnie, 1999; Dolinar, Cunk Manić, Tarman – Šmit, 2015)

##### 4.3.3.1 ZUNANJI LIST

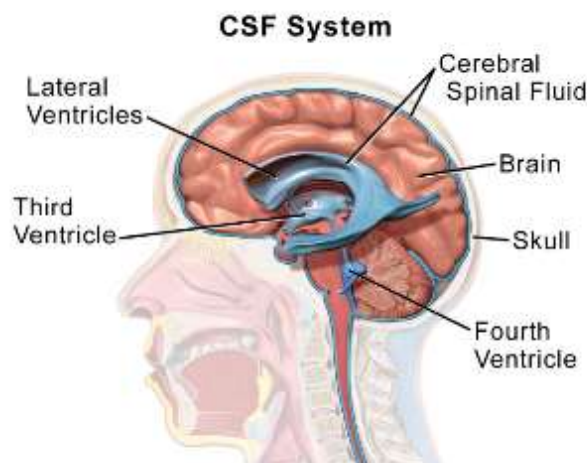
Zunanji list je kakor pokostnica pritrjen na notranjo stran lobanje in hrbteničnega kanala. V prostoru med njim in kostjo se nahajajo žile, ki hranijo trdo opno in kost. (Dolinar, Cunk Manić, Tarman – Šmit, 2015)

##### 4.3.3.2 NOTRANJI LIST

Notranji list zelo natančno prekriva možgane in hrbtenjačo. Ustvarja podvojitve, ki ločujejo posamezne dele možganov. V podvojitvah so tudi venski sinusi, ki so napolnjeni s krvjo. (Dolinar, Cunk Manić, Tarman – Šmit, 2015)

#### 4.4 LIKVOR

Likvor (Slika 13), imenovan tudi cerebrospinalna tekočina (CST), je možganska tekočina, ki obliva osrednje živčevje. Je bistra brezbarvna tekočina, v kateri se nahaja veliko glukoze.



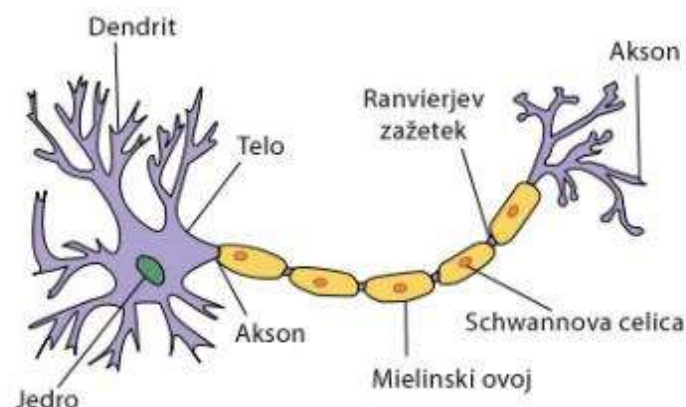
Slika 13: Cerebrospinalna tekočina (likvor)

(vir: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Likvor>)

Likvor opravlja dve pomembni nalogi. Prva je ta, da učinkuje kot blažilec sunkov ter ščiti možgane in hrbtenjačo pred morebitnimi pretresi. Druga naloga, ki jo opravlja, je ta, da jemlje iz krvi hranilne snovi in jih dovaja živčevju, iz katerega pa odstranjuje odpadne snovi. Likvor je tudi ščit, ki ščiti možgane pred vstopom škodljivih snovi v njihovo notranjost. Likvor predstavlja v osrednjem živčevju odraslega človeka volumen od 80ml – 150ml. Okoli možganov in hrbtenjače se razliva v podpajčevnični ali subarahnoidalni votlini, teče pa tudi po ozkem osrednjem kanalu v hrbtenjači. Zanj je značilno, da je pri zdravem človeku sterilen. Nastanek tekočine poteka v možganskih prekatih ali možganskih votlinah, ki so v notranjosti možganskih polobel. V možganih so štiri prekati, trije v notranjosti velikih možganov, eden pa med možganskim deblom in malimi možgani. Nastanek likvorja poteka neprestano in se izceja iz pletežev krvnih kapilar v prekatih. Iz prekatov teče skozi odprtine pod malimi možgani na površje osrednjega živčevja v prostor med žilnico in pajčevnico. Od tod se vsrkava v krvni obtok, in sicer v venske sinuse v trdni opni. Vzgon likvorja, ki ima podobno gostoto kot možgani, omogoča, da le-ti ne občutijo pritiska lastne teže. Če ta vzgon ne bi obstajal, bi lastna pritiskajoča teža možganov prekinila dotok krvi in posledično uničila vse nevrone. (Slapnik, 2002; Burnie, 1999)

#### 4.5 ŽIVČNA CELICA – NEVRON

Živčno tkivo sestavljata dve različni vrsti živčnih celic, to sta nevron ali živčna celica (Slika 14) ter celica glije ali nevroglija. Kljub raznolikosti celic, je živčna celica osnovni gradnik možganov. Živčne celice so imenovane tudi nevrone. So osnovna gradbena in funkcionalna enota živčevja, za katere velja, da so občutljive.



Slika 14: Živčna celica in njena zgradb (vir: <http://www.cenim.se/wellness/zivcni-sistem/>)

Tako kot druge telesne celice, sestavljajo tudi nevron posamezni deli, ki se medsebojno razlikujejo. Živčno celico tvorijo osrednji del ali telo in živčna vlakna. V telesu, ki se imenuje tudi perikarion, najdemo celično jedro. V nevronu se nahajajo tudi majhna zrna, imenovana nislovina, ki tvorijo beljakovine za normalno delovanje nevrone. Med krajša živčna vlakna uvrščamo dendrite, kratke nitaste odrastke, ki prevajajo vzburjenje v telo živčne celice, medtem ko je daljše vlakno – akson ali nevit samo eno. Vsak nevron torej vsebuje en akson ali nevit, ki prevaja vzburjenje iz živčne celice. Na koncu vsakega aksona so živčni končiči. Za aksone je značilno, da jih obdaja mielinska ovojnica. Aksoni, ki potekajo skupaj po telesu, so združeni v živec. Ščit živcev je živčna ovojnica. Živčno celico sestavljajo tudi vrzeli v ovojnici, imenovane Ranvierjevi zažetki, katerih naloga je pospeševanje prenosa živčnih impulzov. Tudi v nevronu se nahajajo mitohondriji, ki so raztreseni po celičnem telesu in izrastkih. V njih so encimi, kateri so pomembni za celično dihanje in proizvodnjo energije. Nevroni možganske skorje nadzorujejo zavest, spomin, govor, logične in čustvene odzive, interpretacijo občutkov, načrtovane gibe in podobno. Tudi nevrone delimo glede na njihovo nalogo na več različnih vrst. Čutilni (senzorični ali aferentni) nevroni so tisti, ki se nahajajo v obrobem živčnem sistemu, kjer sprejemajo in prenašajo sporočila s čutilnih (senzoričnih) receptorjev kože ali drugih notranjih organov v človeško nadzorno središče vseh dogajanj – osrednji živčni sistem. Obstajajo tudi gibalni (motorični ali aferentni) nevroni, ki pošiljajo sporočila oziroma posredujejo ukaze iz celotnega osrednjega živčnega sistema do skeletnih mišic. V nasprotju z veliko večino drugih telesnih celic so izoblikovane živčne celice tako, da se ne morejo množiti z delitvijo celic. Ker nove živčne celice ne nadomeščajo že odmrlih celic, se število živčnih celic v telesu s staranjem zmanjšuje. (Burnie, 1999)

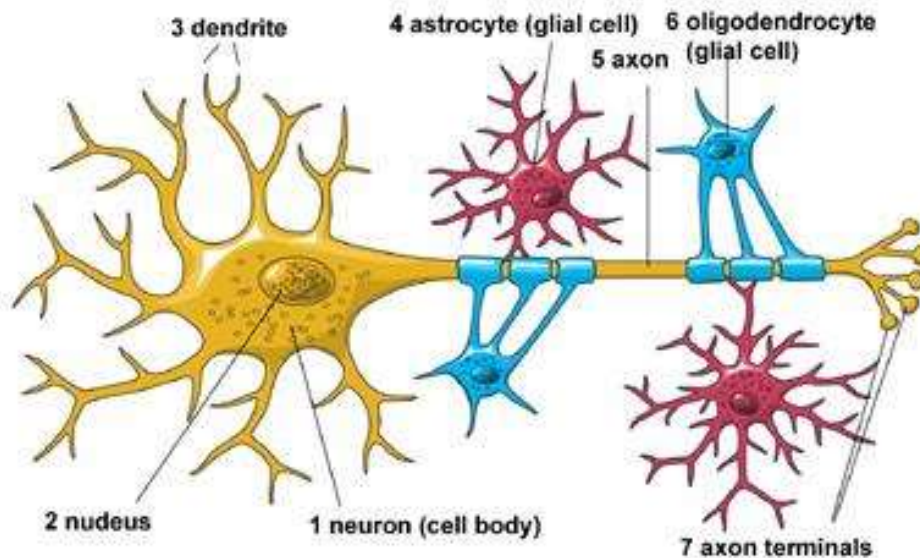
#### 4.5.1 NEVRIT – AKSON

Nevrit ali akson je del živčne celice, po katerem se prevaja električni signal ali živčno vzburjenje. Nevriti so pravzaprav zelo tanka vlakna. Večinoma merijo v dolžino manj kot 1 mm, nekateri nevriti pa so lahko dolgi tudi več kot 1 m. Navadno jih obdaja plast maščobne snovi, imenovane mielin, ki deluje kot izolirna plast in pospeši prevajanje živčnih vzburjenj. Na koncu aksonskih vlaknastih izrastkov so zadebelitve, to so sinaptični gumbi. Vsebujejo vezikule (mešičke) s kemičnimi snovmi, imenovanimi neurotransmiterji, ki sodelujejo pri procesu prenosa živčnega impulza iz enega

nevrona v drugega. (Burnie, 1999; Williams, Brewer, Smith, M. Youngson, Jackson, Payne, Sahota, 1995)

#### 4.5.2 CELICA GLIJA

Lahko bi rekli, da so možgani sestava približno deset milijard nevronov in njihovih vlaken. Vendar je razen nevronov v možganih še na milijarde drugih celic, ki se imenujejo celice glije (Slika 15).



Slika 15: Celica glija

(vir: <http://www.thedoctorwillseeyounow.com/content/mind/art3792.html>)

V človeških možganih bi jih naj bilo okoli sto milijard, to pomeni, da jih je desetkrat toliko kot nevronov. Za celice glije je značilno, da nimajo aksonov in dendritov in so bolj okroglaste. So celice, ki so stlačene med nevrone in prekrivajo njihova telesa, aksone in dendrite. Ime celice izvira iz grščine, kjer beseda glia pomeni lepilo, torej bi naj te celice lepile možgane. Domnevajo, da bi naj te celice bile vpletene v vse vidike delovanja nevronov. Celica glija je celica, ki nudi živčnim celicam oporo, zaščito in omogoča prehranjevanje in je tudi nekakšen vmesnik med krvnimi žilami in samimi nevrone. So pomožne celice, ki oskrbujejo živčne celice s hranili ter jih ščitijo pred škodljivimi bakterijami. Povrh vsem funkcijam, ki jih opravljajo, požirajo tudi odpadne snovi, ki se sproščajo v sinaptično špranjo med nevrone, med drugim so tudi izolacija med nevrone, tako kemična kot električna. So tudi vir mielinske ovojnice, ki prekriva dolga vlakna. V nasprotju z nevrone so to celice, ki se lahko delijo in množijo. To ni



pomembno samo za vzdrževanje populacije teh celic, temveč tudi zato, ker se na mestu, kjer se delijo, ponudi aksonu možnost, da požene skozi in se poveže z drugimi celicami. Deljenje teh celic je lahko na nek način tudi del procesa učenja. Za celice glija je značilno, da se po njih ne prevajajo živčna vzburjenja. Zanje velja tudi, da so električno občutljive, nekateri menijo, da delujejo kot tekoči kristali v sozvočju z električnimi polji, ki jih obdajajo. To pomeni, da imajo lastnost polprevodnikov. Imajo sposobnost, da ujamejo zelo šibek električni signal v živčnem sistemu in ga za več tisočkrat ojačajo, tako kot tranzistorji ojačajo šibke signale v elektronskem vezju. Glede na to, bi lahko rekli, da ima človek v svoji glavi sto milijard tranzistorjev! Obstaja tudi posebna vrsta celic glija, imenovana schwannova celica. To so celice, ki v obliki ovojnice obdajajo nevrite nekaterih živčnih celic in vsebujejo veliko maščobam podobnega mielina. (Burnie, 1999; Rusell, 1993)

#### 4.5.3 DRAŽLJAJ

Dražljaj je z nekaj besedami opisan kot mehanska ali kemična sprememba, ki vpliva na živec. Dražljaj je vsaka snov ali pojav, ki spremeni električne razmere v živčni celici. Ko je dražljaj dovolj močan in preseže vzdražnostni prag živčne celice, nastane živčno vzburjenje, na katerega sledi ustrezen odziv. Iz zunanosti prihajajo v telo zunanji dražljaji, kot so na primer spremembe temperature in intenzitete svetlobe. Za notranje dražljaje velja, da prihajajo iz samega telesa, sproščajo pa jih med drugim tudi spremembe osmotskega tlaka in količine hormonov. Nevroni delujejo po pravilu »vse ali nič«. Če je začetni dražljaj premalo močan – podpražni dražljaj, nevron nanj sploh ne odreagira. Močan nadpražni dražljaj sproži več impulzov kakor šibek nadpražni dražljaj. Meja med podpražnim in nadpražnim dražljajem je imenovana vzdražnostni prag. (Burnie, 1999; Slapnik, 2002)

#### 4.5.4 ŽIVČNO VZBURJENJE

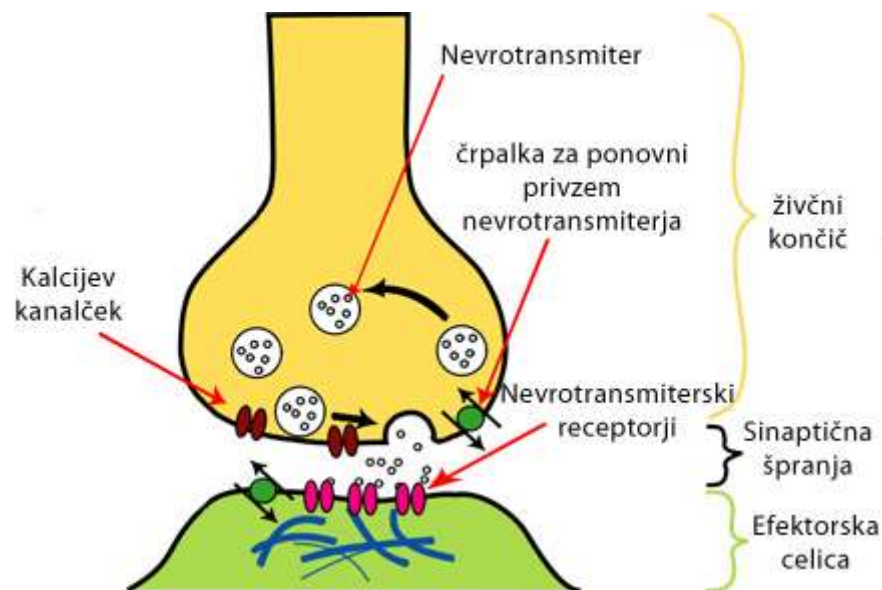
Živčno vzburjenje je na kratko definirano kot signal, ki se prevaja po živčni celici. Mirujočo živčno celico bi lahko primerjali z napolnjeno baterijo. Zelo majhno električno napetost vzdržuje s posebnim sistemom aktivnega prenosa, imenovanim natrijevo – kalijeva črpalka, ki skozi celično membrano neprestano potiska ione natrija iz celice in vanjo črpa ione kalija. Takrat ko celica prejme dražljaj, vdrejo ioni natrija nazaj v celico. Na tem mestu se poruši električna napetost in nastane akcijski potencial, ki se prevaja po nevrиту s hitrostjo približno 100 m/s. Takrat ko električna

sprememba naleti na sinapso, lahko sproži vzburjenje v naslednji živčni celici.  
(Burnie, 1999)

#### 4.5.5 SINAPSA

Izraz sinapsa izvira iz grške besede synapto, kar pomeni trdno skleniti.

Sinapsa (Slika 16) je imenovana kot stik med dvema živčnima celicama, natančneje med živčnimi končiči nevrona in plazmalemo sprejemne celice.



Slika 16: Sinapsa

(vir: <http://www.cenim.se/wellness/zivcni-sistem/>)

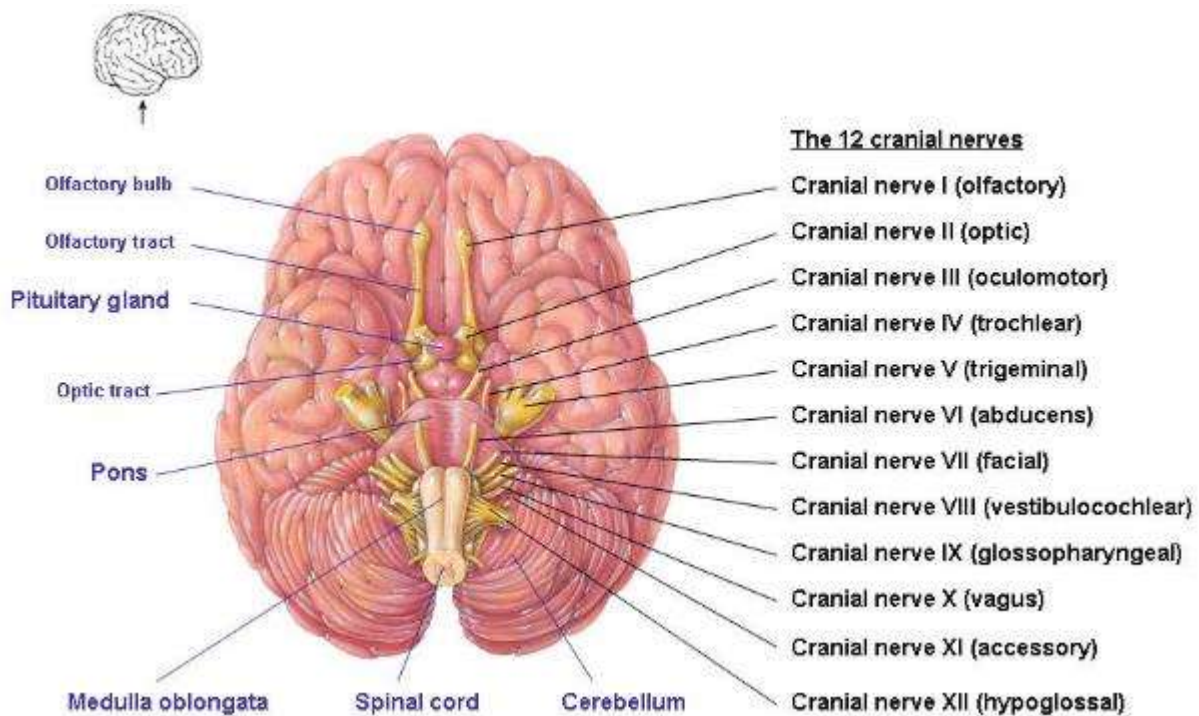
Natančni opis sinapse veleva, da je to povezava, ki omogoča sproženje vzburjenja v sosednji živčni celici. Če smo zares natančni je narobe, če rečemo, da se dve celici srečata, še bolj narobe pa, če rečemo, da sta trdno sklenjeni, saj je med njima drobna špranja, katera je široka približno pet tisočinko milimetra. Čeprav je ta (sinaptična) špranja zelo ozka – precej tanjša je kot plast tiskarskega črnila na tej strani – pa je kljub temu ena izmed najpomembnejših točk živčnega sistema.

Najpogosteje je sprejemna celica druga živčna celica, lahko pa je tudi mišična celica. V slednjem primeru je sinapsa imenovana motorična ploščica. Sinapso sestavlja majhna odebelitev, imenovana sinaptični končič, ki je le s sinaptično špranjo ločen od sosednje živčne celice. Ko vzburjenje doseže sinaptični končič, sproži v njem izločanje snovi, imenovane neurotransmiter. Omenjena snov prečka sinaptično špranjo med celicama in prej kot v tisočinki sekunde vzburi drugo živčno celico. Zelo

nenavadno je dejstvo, da imajo nekatere živčne celice na tisoče sinaps. Za delovanje sinapse je značilno, da prehaja vzburjenje vedno v isto smer in nikoli obratno. V vseh živčnih končičih nevronov je prenašalec živčnega impulza. Ob živčnem impulzu se ta sprosti iz končičev in se veže na plazmalemo sprejemne celice. Vzdraženje sprejemne celice povzroči vezani prenašalec. Že v nekaj milisekundah po vezavi se živčni prenašalec razgradi, celica pa se zatem povrne v mirovno stanje, v katerem je pripravljena na sprejem novega dražljaja. Sinapse so tiste, ki odločajo o tem, ali bo dražljaj preskočil z ene celice na drugo, in so potemtakem pglavitni urejevalci možganske aktivnosti. Po nekaterih podmenah bi naj bile tudi v tesni zvezi z »vpisovanjem« (enkodiranjem) spomina. Sinapse se po navadi nahajajo tam, kjer se stikajo aksoni in dendriti, v možganih pa najdemo tudi drugačne vrste sinaps. Akson je lahko s sinapso povezan z drugim aksonom ali pa s samim celičnim telesom; ali pa so dendriti s sinapso neposredno povezani z drugimi dendriti. Odkriti so bile tudi takšne sinapse, pri katerih med celicama ni sinaptične špranje. V takšnem primeru se dražljaji med nevroni prenašajo z neposredno električno transmisijo. Obstajajo pa tudi stiki živčnih celic, kjer ni sinaps. Takšni stiki se imenujejo efatični stiki in nastanejo tam, kjer se zelo drobni dendriti brez mielina povezujejo med seboj, podobno kot vlakna v polsti, in tudi v tem primeru je transmisija neposredna. Bolj kot se akson približuje drugi celici, tem manjši je njegov premer in zato so živčni impulzi upočasnjeni in njihova amplituda se na poti proti sinapsi vse bolj manjša. To pomeni, da električna aktivnost v eni celici ni dovolj velika, da bi lahko sprožila električno aktivnost v drugi. Namesto tega povzroči, da se v sinaptično špranjo sprostijo raznovrstne kemične snovi, katere jo prečkajo in učinkujejo na sosednjo celico. Pred nastankom dražljaja so te kemične snovi shranjene v majhnih mehurčkih v sinaptičnem terminalu prve celice, kjer jih je lahko tudi več sto, in čakajo v pripravljenosti na lastno sprostitvev. Ob dražljaju se predre nekaj mehurčkov blizu površine in njihova vsebina se izlije v sinaptično špranjo. Ena izmed sproščenih kemičnih snovi – transmitterska snov prečka sinaptično špranjo in povzroči depolarizacijo membrane druge celice. V primeru, da je membrana dovolj depolarizirana, se sproži nov impulz, ki potuje po drugem vlaknu. Takšna transmisija je enosmeren proces, to pomeni, da so mehurčki, v katerih je transmitterska snov, le na aksonski strani sinapse in električne spremembe v dendritskem izrastku ne morejo sprožiti sprememb v aksonu. Električne spremembe v sinapsi so različne in

so v sorazmerju s količino kemične snovi, ki pride v špranjo. Bolj pogosti kot so dražljaji, tem več mehurčkov se sprosti in tem več sprememb je možnih na drugi strani. Prenos impulza na drugo vlakno je odvisen od moči inducirane potencialne spremembe. Ko so proučevali sinapso pod elektronski mikroskopom so opazili, da površina ni le preprosta membrana, temveč nekakšna pravilna mreža. Na sečiščih okvirov se nahajajo majhne izbokline, med katerimi so odprtine, ki poprek merijo približno dvajsetino mikrona (mikron je tisočinka milimetra). Tolikšne velikosti je tudi mehurček, v katerem je transmitterska snov. Menijo, da lahko sprosti svojo vsebino v sinaptično špranjo, ko je udobno nameščen v eni izmed odprtin. V sinapsi je 150 odprtin, vendar v večini od njih že tičijo velike molekule, torej mehurčki ne morejo vanje. Število mehurčkov, ki je na voljo, ko pride impulz, in s tem verjetnost, da bo impulz prenesen prek špranje, sta odvisna od drobcene molekularne zgradbe te mreže, ki jo nadzorujejo kemične spremembe v nevronu. Verjetno obstajajo nekatere majhne spremembe v kemičnih snoveh na sinaptični površini, ki so vpletene v učenje in spomin. Prej opisana vrsta sinapse se imenuje ekscitatorna sinapsa, saj živčni impulz v prvem nevronu vzburi živčni impulz v drugem. Obstaja tudi neka druga vrsta sinapse, ki jo imenujejo inhibitorna sinapsa in deluje ravno obratno kot prva. Ta zmanjšuje vzdražljivost druge membrane, tako da živčni impulz težje preide v dendrit. Od seštevka ekscitatornih in inhibitornih sinaps je odvisno, ali bo v točno določenem dendričnem izrastku prišlo do dražljaja. Inhibitorne sinapse so tiste, ki imajo pomembno vlogo pri umiranju aktivnosti živčnega sistema. Če le teh ne bi bilo, bi se vzburljenost kot vihar širila po možganih, posledica tega pa bi bila nenehna konvulzivna aktivnost. Večina živčnih celic je, če ne kar vsi, je neprestano aktivna in vsaka pošlje približno deset impulzov na sekundo. Skupni učinek prihajajočih impulzov iz tisočih, v nekaterih primerih pa celo iz četrtr milijona sinaps, torej ne odloča o tem, ali bo celica »prižgala«, temveč uravnala njeno neprestano aktivnost. Vsako sekundo skozi možgane šviga stotine milijard impulzov, kateri ustvarjajo izjemno zapletene valove migetajoče dejavnosti, ki se nenehno spreminja in si jo skoraj ne moremo predstavljati. (Russell, 1993; Burnie, 1999)

## 4.6 MOŽGANSKI ŽIVCI



Slika 17: Moždanski živci

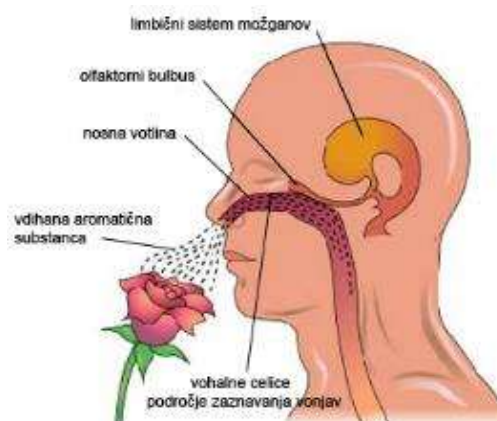
(vir: <http://classroom.sdmesa.edu/eschmid/Chapter10-Zoo145.htm>)

V našem telesu se nahajajo tudi živci, ki vodijo naravnost v možgane in ne v hrbtenjačo. Ti živci so imenovani možganski živci (Slika 17); v našem telesu jih je 12 parov. Za par živcev je značilno, da eden vodi v možgane iz leve, drugi pa iz desne strani telesa. Obstajata dve vrsti možganskih živcev, to sta senzorični živci in motorični živci. Senzorični živci so živci, ki napeljujejo signale iz čutil – oči, ušes, nosu, jezika in kože obraza naravnost v možgane. Motorični živci so živci, ki poskrbijo za vodenje signalov za gibe iz možganov. Med te signale za gibe uvrščamo žvečenje, požiranje, govorjenje in vso obrazno mimiko, do mišic obraza, glave in vratu. Vsi možganski živci izhajajo iz različnih predelov možganov, prav tako se razlikujejo po svoji nalogi. Večina možganskih živcev prihaja v možgane na možganski bazi. Označeni so s številkami od 1 do 12 (ali I do XII). Prvi par možganskih živcev se imenuje olfaktorni živec, čigar naloga je prenos informacij o vonjih iz nosu. Drugi par možganskih živcev je imenovan optični živec, ki prinaša vidne informacije iz čutila za vid – očesa v možgane. Tretji par možganski živcev je

poimenovan okulomotorni živec in nadzoruje drobne mišice za očesom. Četrty par možganskih živcev, imenovan trohlearni živec, opravlja enako nalogo kot okulomotorni živec, torej tudi ta nadzoruje drobne mišice za očesom. Peti par možganskih živcev se imenuje trovejni (trigeminus) živec in prinaša informacije o dotikih na obrazu ter hkrati nadzoruje žvekalne mišice. Šesti par možganskih živcev je abducens, ki prav tako nadzoruje drobne mišice za očesom. Sedmi par možganskih živcev je obrazni živec. Kot že pove ime samo, je živec, ki nadzoruje nekatere obrazne mišice, sproščanje solz in sline, a hkrati zaznava tudi okus. Sledi osmi par možganskih živcev, ki se imenuje vestibulokohlearni živec, katerega naloga je, da prinaša v možgane vse informacije o sluhu in ravnotežju iz ušesa. Deveti par možganskih živcev je imenovan glosofaringeus. Njegova naloga je, da zazna okus in nadzoruje mišice za požiranje. Deseti par možganskih živcev, pod imenom vagus (klatež), opravlja nadzor nad mnogimi deli v trupu, kot so srce, pljuča in črevesje. Enajsti par možganskih živcev, imenovan akcesorni živec, je živec, ki nadzoruje mišice za tvorbo glasu pri govorjenju ter mišice za premikanje ramen in vratu. Zadnji par možganskih živcev, ki se imenuje hipoglosus je živec, nadzira premikanje jezika. (Parker, 2006)

#### 4.7 LIMBIČNI SISTEM

Limbični sistem (Slika 18) imenujemo tudi čustveni ali visceralni možgani. Za limbični sistem je značilno, da ima obliko prstana, ki leži v notranjosti velikih možganov s številnimi jedri. S svojim položajem obdaja vrhnji del možganskega debla in medmožgane.



Slika 18: Limbični sistem

(vir: <http://www.lumal.si/AromaMarketing/>)

Je del možganov, v katerem potekajo čustvene reakcije, motivacija ter učenje in spomin posameznika. Limbični sistem s hipotalamusom vzdržuje homeostazo, prav tako ima ključni pomen za preživetje organizma – ustvarja potrebe po hrani, pijači, spolnem nagonu itd. Glede na razvoj različnih področij v možganih je limbični sistem najstarejše področje. Številne možganske poti povezujejo hipokampus in amigdalno, ki sta glavna centra za spomin in čustva z drugimi predeli vse do prefrontalnega korteksa, ki lahko umiri naše čustvene odzive, ali pa sestavi načrt za vedenje, ki bo možgane zadovoljilo. (Dolinar, Cunk Manić, Tarman – Smith, 2015)

## 5. RAZLIKE MED MOŠKIM IN ŽENSKO

»Poglobljeno poznavanje možganske strukture ni nujno le za zdravnika, ampak tudi za psihologa, pedagoga in socialnega delavca.« (R.J.A. Berry)

Specializirane funkcije obeh možganskih polobel se pri moškem in ženski nekoliko razlikujejo. V šoli so dečki po navadi boljši pri prostorskih nalogah, deklice pa pri jezikovnih. Prve glasove izpuščajo pogosteje novorojene deklice kakor fantki, prav tako se v obdobju prvih nekaj let glasovi med spoloma razlikujejo. Če upoštevamo povprečje, deklice spregovorijo prve besede in stavke prej kakor fantki in pri dveh letih je tudi njihov besednjak obsežnejši. Tudi specializacija vizualno – prostorskih spretnosti je manjša in zdi se, da se obe polobli možganov prekrivata. Ta razlika je očitna do starosti trinajstih let, ali pa še dlje. Vizualno prostorske spretnosti fantov se do šestega leta starosti lokalizirajo v desni polovici možganov. Ni znano, koliko gre za prirojeno razliko in koliko nemara za učinek kulture oziroma nekoliko drugačnega načina vzgoje dečkov in deklet. Ženski možgani bi naj bili dlje časa »gnetljivi«. To pomeni, da zaradi večje vsestranskosti lažje poravnajo škodo, ki nastane v nekem delu možganov. Predvideva se, da bi naj prav to bil vzrok za očitno manjše težave deklic pri branju. Deklice imajo le za šestino toliko težav pri branju, kot jih imajo dečki. Razlike med spoloma potujejo skozi vse življenje. Ugotovljeno je, da je pri moških posledica poškodbe leve poloble možganov dosti močnejša prizadetost govornih funkcij v primerjavi z ženskami, poškodba desne poloble možganov pa povzroči dosti močnejšo prizadetost vizualno – prostorskih funkcij. Pri ženskah je zveza med izgubljenimi funkcijami in poškodovanimi območji manj specifična. Električna aktivnost možganov odkriva, da imajo moški nižje evocirane potenciale – to je merilo za električni odziv možganov na dražljaje, kot sta zvok in svetloba.

Moški vidijo podnevi bolje kakor ženske. Velja tudi, da so moški manj občutljivi za hudo vročino in bolj občutljivi za hud mraz. Moški od sredine otroštva hitreje reagirajo; že kot dojenčki se bolj zanimajo za predmete kot za ljudi, pa tudi pri grobih motoričnih gibih so spretnejši. Velja, da so dečki pogosteje udeleženi divjih iger kot deklice (te igre pripomorejo očem in možganom, da se navadijo prilagajati se nenavadnim premikom v vidnem polju); zraven tega se, dokler so še majhni, več igrajo s predmeti, ki niso igrače in jih hkrati skušajo uporabljati na nove načine. Odlikovanje moških se odraža v mnogih spretnostih, med drugim tudi pri zaznavanju prostorske globine, ki jim omogoča prednost pri mehaničnih nalogah. S prostorsko spretnostjo dečkov je povezana tudi večja matematična nadarjenost, saj se najbolj prikaže prav pri geometriji in trigonometriji. In še zadnje dejstvo, ki se navezuje na pripadnike moškega spola je to, da dečke bolj vznemirjajo novosti, kar njihovo raziskovalsko vedenje povezuje z zvrstjo radovednosti, ki vodi k uspehu pri reševanju problemskih nalog, ki zahtevajo umsko manevriranje.

Ženske imajo v primerjavi z moškimi boljše izostren okus, boljše slišijo (še posebej višje tone) in njihov vid je ponoči boljši. A kljub naštetim dobrim lastnostim, ima tudi ženski spol svoje slabosti. Za njih velja, da so bolj občutljive za dotik po vsem telesu (torej imajo nižji prag bolečine), težje prenašajo glasnost (pri 85 in več decibelih se jim vsak zvok zdi dvakrat glasnejši kot moškimi) in težje prenašajo ponavljajoče se zvoke. Znano je, da že v obdobju otroštva prekašajo moške v verbalnih sposobnostih, so bolj spretne z rokami, natančneje koordinirajo gibe in hitreje obdelujejo informacije, še posebej pri nalogah (na primer pri nevrokirurgiji), ki zahtevajo hitre odločitve. Ženske posvečajo več pozornosti ljudem, kot punčke so bolj pozorne na zvoke in njihov čustveni pomen, bolj so socialno odzivne in imajo večjo zmožnost vživljanja v čustva drugih. Za pripadnice nežnejšega spola velja, da jih med poslušanjem manj motijo vidne podobe, natančneje dojemajo »skrita« sporočila govornikov in si boljše zapomnijo imena in obraze (npr. nekdanjih učiteljev). Večje zanimanje žensk za ljudi se odraža tudi v večji zmožnosti vživljanja v čustva drugih. (Russell, 1993)

## 6. ČUSTVA

»Ljudje se morajo zavedati, da iz možganov, in samo iz njih, vznikajo naše radosti, veselje, smeh, žalost, bolečina in solze.« (Hipokrat)



V možganih ni enega samega mesta, ki bi se imenoval »razum« in kjer bi nastajale vse misli, ideje in spomini. Kot že vemo, so možgani sestavljeni iz več različnih delov, ki delujejo skupaj na zelo zapleten način. V takšno delovanje vključujemo tudi dogodke, ko doživljamo močna občutja in čustva, na primer strah, bes, jezo, ugodje in ljubezen (Slika 19).



Slika 19: Izražanje čustev

(vir: <http://www.viralspell.com/amazing-photo-collages-display-wide-range-human-emotions-awesome-work/>)

Pri teh so dejavni številni deli možganske skorje, med katerimi potekajo oziroma je iz njih poslanih na milijone živčnih signalov. To velja predvsem za talamus, male možgane in hipotalamus. Včasih nastopijo trenutki, ko so občutenje in čustva tako močna, da nas preplavijo in onemogućijo za jasno in pametno razmišljanje. Za slabe novice velja, da lahko povzročijo tako močna čustva, da ta prevladajo nad razumsko funkcijo možganov in onemogočijo zbrano razmišljanje. Za tovrstno obnašanje je odgovoren hipotalamus, majhen del možganov v sprednjem spodnjem delu možganov. Živčne signale pridobiva iz možganske skorje in drugih delov možganov, sam pa jih po avtonomnem živčnem sistemu pošilja različnim delom v telesu. To povzroči reakcije, ki so v povezavi z močnimi čustvi, na primer pospešen srčni ritem, sopihanje (kratko in hitro dihanje), zariplost obraza, potne in lepljive roke in obraz, suha usta in neugodje v želodcu in prebavilih. Ko se človek spomni kakšnega zelo lepega dogodka iz preteklosti, ko je bil zadovoljen in čutil ugodje, zazna nekakšno toplino, ki ga oblije v notranjosti telesa, prav tako pa lahko občuti zbadanje po koži.

To se zgodi zato, ker hipotalamus povzroči, da se telo odzove na občutje ugodja v možganih, pa čeprav so ga sprožili le spomini. Možgani ustvarijo ustrezen občutek glede na določen dogodek. Vsi občutki nastanejo z razlogom. Lahko bi rekli, da čustva izhajajo iz občutkov. Čustva so tista, ki nam povedo, kako pomembna je za nas neka stvar, ali so naše potrebe zadovoljene in kaj bi radi v povezavi s tem storili. Nekako tako, kot nas lakota motivira za iskanje hrane, nas čustva motivirajo, da bi poskrbeli za svoje druge potrebe (npr. varnost, družba). Navsezadnje so čustva tista, ki vplivajo na nas, da počnemo tisto, kar je dobro za naše preživetje in za nadaljevanje človeške vrste. Človeški možgani pridobivajo podatke iz dveh različnih virov. Eden izmed teh so čutila, ki nam povedo, kaj se dogaja v zunanjem svetu. Možgani kljub temu sprejemajo sporočila tudi iz telesa, ki je drugi vir informacij. Čustva povezujejo sporočila od zunaj in od znotraj ter nam sporočajo, kaj stvari iz zunanjega sveta pomenijo nam. Ko človek začuti neko čustvo, mu to navadno piše na obrazu. Obraz je del telesa, ki nam pomaga pri sporočanju čustvenih stanj. Vsem sesalcem je skupno, da občutimo strah in jezo, ljudje pa imamo posebej visoko razvita socialna čustva, kot so sram, ponos in občutek krivde, ki so povezana z zavedanjem tega, kaj si drugi mislijo o nas. V vsakdanjem življenju se srečujemo z različnimi čustvi, toda najpogostejša so strah, bes, žalost in veselje. Strah navadno občutimo takrat, ko smo prestrašeni. Takrat nam možgani sporočajo, da smo v nevarnosti in nas pripravljajo na to, da bomo morali poiskati varnost. Izraz na obrazu je svarilo vsem ljudem v naši bližini. Bes občutimo, ko smo jezni. Takrat možgani pospešijo naš srčni utrip in izostrijo našo pozornost na takšen način, da smo pripravljeni na boj, kar se jasno kaže tudi na obrazu. Žalost je čustvo, ki ga občutimo, ko smo žalostni. V tem trenutku so naši možgani zaznali, da smo izgubili nekaj, kar je bilo za nas zelo pomembno. V teh trenutkih je obraz ogledalo, ki vsem bližnjim sporoča, da potrebujemo tolažbo. Veselje je čustvo, ki ga doživljamo ob različnih občutjih. Najpogosteje ga povezujemo z občutjem varnosti in ljubezni. V tem hipu so nas možgani morda spomnili, kako dragoceni so ljudje, ob katerih se počutimo dobro. Nasmeh na našem obrazu je tisti, ki tudi na ljudeh v bližini vzbuja dobro počutje. (Parker, 2006; American Museum of Natural History, 2014)

## 7. SPANJE

»Pomanjkanje spanja je najpogostejša možganska motnja.« (William C. Dement)

Spanje (Slika 20) je, kot mnoge druge funkcije možganov in živčevja, zapleten, a kljub temu fascinanten proces. Spanje je čas, ko se telo obnavlja, utrjuje spomine in kopiči energijo. Medtem ko človek spi, potekajo v njem številni procesi, ki so nujni za njegovo normalno delovanje.

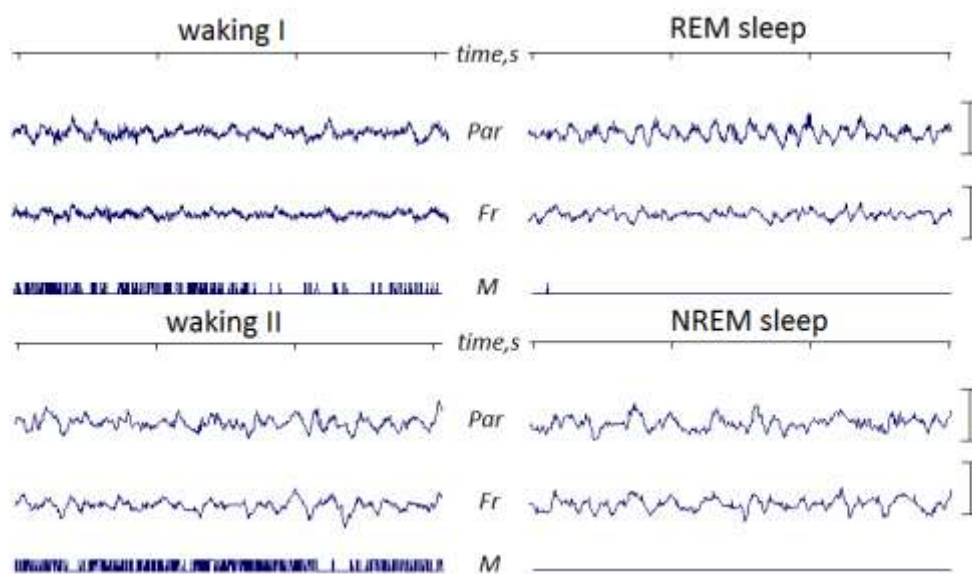


Slika 20: Spanje

(vir: <http://sleepinguide.com/>)

Ljudje rastejo hitreje ponoči. To se dogaja zato, ker majhen del možganov, imenovan hipofiza, sprošča rastni hormon, ko človek spi. Spanje je pomemben del našega življenja in ima močan vpliv nanj. Je tisto, ki ohranja zdravje in ravnovesje telesa, uma in duha. Spanje vpliva na zdravje in dobro počutje človeka, prav tako na normalno delovanje organizma. To pomeni, da brez njega ne bi mogel delovati. Spanec mora biti krepčilen in osvežujoč, saj se moramo zjutraj zbuditi spočiti in polni energije, ki jo potrebujemo v novem dnevu. Kakovost spanca je pomembnejša kakor količina spanca. S pomočjo EEG valov so ugotovili, da so speči možgani zelo zaposleni (Slika 21). Kaj se dogaja z možgani v času spanja, ostaja še vedno skrivnost. Kar koli že možgani med spanjem počno, je zagotovo zelo pomembno, saj potrebujemo redno spanje, da ostanemo zdravi. Veliko ljudi se spopada z različnimi motnjami v spanju, na svetu kar 238 milijonov, vendar se nas veliko tega ne zaveda. Nekateri ljudje imajo težavo, da le stežka zaspijo ali pa se zelo zgodaj zbudijo in ne morejo ponovno zaspiti. Pomagajo si lahko tako, da mislijo o lepih dogodkih, sprostijo mišice različnih delov telesa in upočasnijo dihanje, preložijo skrbi in težave na prihajajoč dan, vsekakor pa morajo poskrbeti tudi za udobno ležišče. Najpogostejša motnja spanja je nespečnost, za katero so značilne težave ob uspavanju. Pomanjkanje spanja povzroča glavobole, zmedenost, omotico, nezbranost, nerazpoloženost in izgubo spomina, prav tako pa je tudi organizem bolj dovzeten za bolezenske klice. Navsezadnje možgani niso le nadzorni center v

človeškem telesu in mesto razuma, temveč so tudi edini del telesa, ki ima zmožnost proučevanja samega sebe. Nedavne raziskave so pokazale, da je ena izmed nalog možganov »razvrščanje spominov«, pri čemer pomembne ohranjajo in odvržejo oziroma pozabijo nepomembne. Ko človek globoko zaspi, se vsi telesni procesi nekoliko upočasnijo. Mišice se sprostijo, srčni ritem in dihanje se upočasnita, prav tako pa tudi prebava hrane in tvorba urina v ledvicah. Obstajajo tudi procesi, ki se v globokem spanju pospešijo, na primer celjenje ran. Spanje delimo v pet različnih faz, to so: plitvo spanje (faza 1), plitvo spanje (faza 2), globlje spanje (faza 3), globoko spanje (faza 4) in REM spanje. Po približno eni uri po pričetku globokega spanja se hitrost srčnega utripa in dihanje pospešita, mišice trzajo in oči se hitro premikajo sem ter tja, kljub temu, da so veke zaprte. To fazo imenujemo REM (angl. rapide eye movement) spanje, za katero so značilne prej naštet lastnosti.



Slika 21: Delovanje možganov v REM in drugih fazah med spanjem

(vir: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid\\_eye\\_movement\\_sleep](https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_eye_movement_sleep))

REM spanje je faza, v kateri ljudje sanjamo. Če se oseba prebudi med REM spanjem, se navadno sanj spominja. Med nočnim spancem preživimo večino noči skozi prvo fazo REM spanja in nato za naslednjo uro ali več utonemo v globoko spanje, zatem pa se zaporedje REM spanja in globokega spanja ponavlja vse do jutra. Torej, spanje se skozi vso noč v ciklih spreminja od globokega (ne REM) do plitvega (REM). Za različne faze spanja je značilno, da so tudi EEG valovi različni.

(Parker, 2006; <http://www.naspi.se/spanje/faze-spanje.html>;  
<http://www.naspi.se/spanje/zdravo-spanje.html>)

## 8. SANJE

»Sanje so varnostni ventil preobremenjenih možganov.« (Sigmund Freud)

Sanje (Slika 22) so namišljeno doživetje slik, zvokov ali drugih občutkov med spanjem. Za sanje je značilno, da vedno nastopijo v zadnji fazi spanja, ki se imenuje REM spanje.



Slika 22: Sanje

(vir: <http://lifehacker.com/5903387/youre-the-guinea-pig-experimenting-with-your-sleep-and-dreams>)

V tej fazi spanja je aktivnost naših možganov zelo visoka. Ugotovljeno je, da sanje od možganov zahtevajo več aktivnosti kot katero koli drugo delovanje, medtem ko smo budni. Dokazi za to, da si lahko zapomnimo veliko več, kot si lahko priključimo v spomin, prihajajo iz sanj. Če bi si vsako jutro po doživetju sanj sistematično zapisovali le-te, bi čez dalj časa zelo verjetno ugotovili, da se med njimi nahajajo podrobni spomini iz preteklosti. Zelo pogosto so to spomini, za katere je bila oseba prepričana, da so ji utonili v pozabo. Veliko ljudi se zjutraj ne spomni, kaj so sanjali. Vzrok za to je najverjetneje v tem, da je med svetom sanj in svetom vsakdanjega življenja dokaj malo povezav. Včasih nastopijo trenutki, ko se nenadoma spomnimo kakšnih sanj. To se zgodi zato, ker pride do naključne povezave in takrat se lahko spomnimo sanj, ki smo jih sanjali pred več dnevi ali pa celo tedni. Vse sanje, ki jih je posameznik dotlej sanjal, bi naj bile shranjene v njegovih možganih. Veliko sanj iz preteklosti se ne moremo spomniti, ker nam primanjkuje ustreznih iztočnic, ki bi jih priklicale nazaj v našo zavest. (Russell, 1993)

## 9. SPOMIN

»Spomin je človeku najzvestejši prijatelj.« (slovenski pregovor)



Slika 23: Spomin

(vir: <https://gradeslam.org/blog/the-best-study-techniques-to-improve-memory-retention>)

Ena izmed najpomembnejših človekovih sposobnosti je zagotovo spomin (Slika 23). Brez njega se ne bi mogli učiti iz izkušenj, ne bi mogli intelektualno delovati, razvijati jezik in vse tiste lastnosti, ki jih tudi sicer povezujemo s človeškostjo. Spomin je človeška funkcija, ki so se ji znanstveniki posvetili najbolj, a vendar vemo dokaj malo o tem, kako si razum zapomni stvari in jih tudi pozabi. Spomin je v tesni povezavi z zavestnimi izkušnjami. Če izločimo zavest, je spomin najbolj skrivnostna zmožnost. Obstaja domneva, da je v možganih zabeleženo prav vse, kar smo doživeli, brez izjeme. Spomini so za vse izmed nas izjemno dragoceni. Vsak izmed nas ima lepe in nekoliko manj lepe, grše spomine, a vendar so ti tisti, ki v nas obudijo že doživeta čustva in ustvarjajo naše življenje veliko lepše. Spomin nam pomeni zmožnost, s katero si prikličemo v zavest že pretekle dogodke. Zaradi njih se lahko učimo iz preteklih izkušenj in načrtujemo modrejše odločitve v prihodnosti. Spomin posameznika lahko preizkusimo tako, da ga preprosto vprašamo, kaj je kosil včeraj. Najbrž nam bo ta odgovoril z zelo kratkim opisom obroka. Če bomo imeli možnost preveriti, kaj je v resnici jedel, bomo izvedeli, kako dobro si je to oseba zapomnila. Spomin je tudi še kaj drugega, kot zgolj to, da nekaj prikličemo v zavest; če vprašamo isto osebo, kaj je kosila pred letom dni, se tega najverjetneje ne bo mogla domisliti. Ko jo bomo spomnili, kaj je kosila takrat, bo nam ta najbrž odvrnila: »Oh, seveda, zdaj se spominjam.« Ker se je oseba spomnila nekih dejstev, ki so v povezavi z dogodkom in so še vedno v spominu, lahko rečemo, da se je dogodek

ohranil v njenem spominu. Če imamo nekaj shranjeno v spominu, ne pomeni, da se tega spominjamo. Če se nekdo, ki ga spomnimo ne nek dogodek, tega ne spomni, to ne pomeni, da ga sploh nima v spominu. Obstaja verjetnost, da se bo oseba v hipnozi spomnila vseh podrobnosti o dogodku, prav tako pa je veliko izkušenj oziroma dogodkov, ki so zabeleženi v spominu, vendar se jih kljub temu ne moremo nemudoma spomniti ali jih prepoznati. Spomin je tudi zmeden in nezanesljiv. Možgani si doživetij ne »posnamejo« kot televizijsko oddajo; to pomeni, da naš spomin ni povsem urejen. Večino doživetega pozabimo in se spomnimo šele takrat, ko nas nekdo ali nekaj spomni na to. To bi lahko primerjali s spominki, ki nas ob vsakem pogledu na njih spominjajo na celotne počitnice. Obstaja možnost, da bi pozabili vse dogodke, če ne bi obstajali opomniki, ki nas sproti opozarjajo na to. Vendar ima kljub temu pozabljanje tudi dobro stran, navsezadnje nam nudi možnost, da pozabimo slabe spomine, pa čeprav je to nemogoče. Človeški možgani so se razvili prav za to, da bi znali priklicati spomine, povezave s tem, kar se dogaja v tem trenutku, ne pa da bi nam prenašali naključne odkruške spominov. Ljudje si veliko stvari zapomnimo s pomočjo vizualnega spomina, ki nam pripomore, da si zapomnimo tudi najbolj zapletene vizualne podrobnosti. Vizualni spomin je torej spomin, pri katerem si zapomnimo tisto, kar smo videli, pogosto so to podrobnosti, ki na nekom ali nečem zelo izstopajo. Le redki so trenutki v našem življenju, ko spomin ne bi igral odločilne vloge. Čim več vemo o njegovem delovanju, tem bolje si lahko z njim pomagamo pri delu, doma, pri igri in učenju, sami ali pa skupaj z drugimi. Tudi spomin lahko razvrstimo na različne zvrsti, to so epizodni spomin, faktični spomin, semantični spomin, čutni spomin, spretnostni, instinktivni spomin, kolektivni spomin in spomin iz preteklega življenja. (Russell, 1993; American Museum of Natural History, 2014)

### 9.1 KRATKOROČNI SPOMIN

Konec te povedi bi bil povsem nesmiseln, če si ne bi zapomnili, kako se je pričela. Pri tem nam pomaga »kratkoročni spomin«, ki ga v vsakdanjem življenju nujno potrebujemo. To je vrsta spomina, ki shranjuje glasove, slike in ideje, medtem ko razmišljamo o njih. Misli ali spomine, om katerih trenutno razmišljamo shranjuje prefrontalni korteks. Slike in zvoke, ki jih s pomočjo čutil zaznavamo, pa shranjujejo druga področja možganov, vendar le za kratek čas. Ta nam daje zmožnost, da si lahko stvari zapomnimo za kakšno minuto, kar je povsem dovolj dolgo, da lahko o

njih razmišljamo. Večina izmed nas lahko misli o šestih ali sedmih stvareh hkrati. Če je katera izmed teh stvari nekoliko pomembnejša ali pa se večkrat ponovi, se bo mogoče vtisnila v dolgoročni spomin, to pomeni, da se bomo tega spomnili tudi čez nekaj let kasneje. Najpogosteje večino kratkoročnih spominov pozabimo, takoj ko našo pozornost posvetimo neki drugi stvari. (American Museum of Natural History, 2014)

## 9.2 DOLGOROČNI SPOMIN

Nekateri podatki, kot so naše ime, priimek, naslov in telefonska številka, nam koristijo le tedaj, če si jih zapomnimo. Možgani nam omogočajo, da shranjujemo in priklicujemo v spomin že pretekla doživetja in podatke, tako, da pri tem uporabimo »dolgoročni spomin«. To se dogaja zato, ker se možgani z vsakim doživetjem nekoliko fizično spremenijo. Pri tem sodelujejo tudi »epizodni spomini«, kot so doživete slike in zvoki, ki so shranjeni v celotnem senzornem korteksu. To je del možganov, kjer se obdelujejo izvirna doživetja. Hipokampus pri tem sodeluje tako, da povezuje vse sestavne dele doživetja, da izoblikuje epizodni spomin. Ob tem se okrepijo nevrnske povezave, katere možgani uporabljajo pri vsakokratni ponovitvi. (American Museum of Natural History, 2014)

## 9.3 EPIZODNI SPOMIN

Epizodni spomin je spomin, ki nas spominja na že pretekle doživljaje ali dogodke iz našega življenja, na primer, kako smo se spotaknili ob mačka. (Russell, 1993)

## 9.4 FAKTIČNI SPOMIN

Faktični spomin je spomin, ki nas spominja na dejstva, na primer na to, da je bila Amerika odkrita leta 1492 ali da je Albert Einstein razvil relativnostno teorijo. Omenjeni dejstvi nista dejanska dogodka iz našega življenja, čeprav smo se o njima učili ob številnih drobnih doživljajih v šoli, pri branju in drugod. (Russell, 1993)

## 9.5 SEMANTIČNI SPOMIN

Semantični spomin je spomin za pomene; vemo, na primer, da je metulj žuželka s štirimi velikimi pisanimi krili, da pridevnik »gladek« opisuje točno določen občutek otipa, pa tudi kaj drugega. Za povprečnega človeka velja, da si ta zapomni več sto tisoč različnih besed in pomenov. (Russell, 1993)



## 9.6 ČUTNI SPOMIN

Večina ljudi ima dober vizualni spomin, s katerim si lahko, naj se še tako nenavadno sliši, zapomni več tisoč obrazov in jih razločno vidi z »duševnimi očmi«. Tako kot obraze, si lahko veliko ljudi zapomni tudi priljubljene skladbe ali vonj okusne hrane. Za tovrstno pomnjenje je odgovoren čutni spomin. (Russell, 1993)

## 9.7 SPRETNOSTNI SPOMIN

Tako kot druge reči v življenju, si moramo zapomniti tudi različne spretnosti. Zapomnimo si, kako se oblači, kako vozi avto ali meče žoga. Hoja in govorica sta prav tako spretnosti, ki se ju naučimo zgodaj v življenju. Spomin spretnosti nam pomaga, da jih pomnimo in znamo izvesti skozi različna obdobja življenja. (Russell, 1993)

## 9.8 KOLEKTIVNI SPOMIN

Psihologi, med katere uvrščamo tudi Carla Gustava Junga, menijo, da so nam dostopni tudi kolektivni spomini človeške vrste. Ti se odražajo predvsem v naših sanjah kot arhetipski simboli, ki so pri velikem številu ljudi enaki, vendar so izven njihovih običajnih življenjskih izkušenj. (Russell, 1993)

## 9.9 SPOMINI IZ PRETEKLEGA ŽIVLJENJA

Nekateri ljudje so se zmožni »spominjati« dogodkov izpred rojstva, včasih tudi izpred več stoletij. Kadar je človek v hipnozi, je možno takšne pojave podrobneje preučiti in večkrat so ugotovili, da so bili takšni »spomini« v povezavi z dejanskimi dogodki iz življenja neke osebe iz preteklosti, pa čeprav hipnotiziranec sploh ni vedel za njegov obstoj. (Russell, 1993)

## 9.10 FOTOGRAFSKI SPOMIN



Slika 24: Eidetska predstavnost

(vir: <http://www.viva.si/Psihologija-in-odnosi/12711/Ali-fotografski-spomin-res-obstaja>)

Nekaterim ljudem je dovolj, da si samo za nekaj sekund ogledajo stran v knjigi, potem pa knjigo zaprejo in že znajo recitirati napisano besedilo, kakor da bi brali fotografijo strani v svoji glavi. Takšno sposobnost imenujemo strokovno eidetska predstavnost (Slika 24), pri čem ime izhaja iz stare grščine. Beseda eidos namreč pomeni v stari grščini obliko, oziroma to, kar vidimo. Eidetsko predstavnost zasledimo pogosteje pri otrocih, kakor pri odraslih, ocene o tem, kako pogosta je, pa so različne. Raziskovalci so se ukvarjali tudi s spreminjanjem eidetske predstavnosti s starostjo. Ugotovljeno je bilo, da ta po desetem letu starosti naglo uplahne, pri štirinajstem letu starosti pa jo lahko zasledimo tako pogosto kot pri odraslih. Upadanje sposobnosti, bi naj bila posledica sistema vzgoje. Poudarek na funkcijah leve polovice, kot so branje, pisanje in aritmetika, so dejavnosti, ki ne spodbujajo vizualne predstavnosti, ki je funkcija desne poloble možganov. Tako kot vse sposobnosti, ki jih ne uporabljamo dovolj pogosto, upade tudi eidetska sposobnost. To sposobnost so preučevali do potankosti približno do leta 1930, nato pa se z njo do nedavnega, ko so se spet pričeli zanimati za pomen predstavljalivosti v pomnjenju, skorajda nihče več ni ukvarjal. Galton je bil prvi, ki se je lotil dela na tem področju, in sicer leta 1880. Preučeval je dečke iz charterhouske šole in pri tem ugotovil, da jih 18 od 172 lahko vidi žive eidetske podobe. Kasneje sta delo nadaljevala E. R. Jaensch v Nemčiji in G. W. Allport v Cambridgeu v Angliji. Allport je izvajal raziskovanje med otroki, starimi od deset do trinajst let. Na sivo podlago je postavil sliko in jo na ogled pustil petintrideset sekund. Nato je sliko umaknil in vprašal otroka, kaj vidi. Dognal je, da je velik otrok pripovedovali o sliki, kot da bi jo imeli pred seboj. To pomeni, da so si ti fotografsko

zapomnili. Veliko ljudi ima zelo dober spomin za podobe, a vendar so se predstave teh otrok nekoliko razlikovale od navadnih vizualnih predstav. V povezavi s tem je Allport ugotovil tudi nekaj novih dejstev. (Russell, 1993)

## 10. INTELIGENTNOST

»Intelektualec je človek, katerega razum opazuje samega sebe.« (Albert Camus)

Človeški možgani lahko zelo dobro razmišljajo o stvareh, ki jih v tem trenutku nimamo pred očmi. Tudi pri tuhtanju o preteklosti in prihodnosti, o mislih drugih ljudi in o možnih posledicah naših odločitev, imajo skupno lastnost, in te je, da pri tem nezavedno uporabljamo inteligentnost. Možgani so tisti, ki določajo inteligentnost osebkov, vendar tudi za njo ni točno določenega dela v možganih. Za opredeljevanje in merjenje inteligentnosti obstaja veliko načinov, saj povezuje veliko različnih vrst razmišljanja in uporablja več različnih delov možganov. Višja inteligentnost posameznika pripomore k večji učinkovitosti pri pridobivanju znanja in uporabi v vsakdanjem življenju. Tudi inteligentnost delimo na več področij, ki se medsebojno nekoliko razlikujejo. (American Museum of Natural History, 2014)

### 10.1 SPLOŠNA INTELIGENTNOST

Za splošno inteligentnost so pomembne glavne poti, npr. tista, ki povezuje sprednji in zadnji del možganov. Na njo vplivajo vse povezave, ki povezujejo delo različnih delov možganov. (American Museum of Natural History, 2014)

### 10.2 PROSTORSKA INTELIGENTNOST

Prostorska inteligentnost je tista, ki nam pomaga pri prostorskem mišljenju.

Uporabimo jo za predstavo nekega predmeta in za namišljeno obračanje le tega.

Obstajajo poklici, katerih ljudje, ki jih opravljajo morajo imeti dobro razvito prostorsko inteligentnost (npr. arhitekt, likovni umetnik in inženir). Ljudje, ki jo imajo boljše razvito kakor drugi, se tudi veliko boljše orientirajo v nekem prostoru ali okolici.

(American Museum of Natural History, 2014)

### 10.3 MATEMATIČNA INTELIGENTNOST

Kadar na pamet seštevamo večmestna števila, uporabimo matematično

inteligentnost. To je področje inteligentnosti, ki nam pomaga razmišljati o številkah in matematičnih odnosih. Z njo si krepimo tudi logično razmišljanje, ki je ključno za delo

znanstvenikov, pravnikov in programerjev. (American Museum of Natural History, 2014)

#### 10.4 TELESNA INTELIGENTNOST

Nekatere osebe imajo izjemne telesne sposobnosti, kot so na primer trepljanje po glavi in istočasno masiranje s krožnimi gibi po trebuhu. Pri tej aktivnosti uporabimo male možgane, ki nam pomagajo pri usklajevanju zaporedja gibov. Nekateri ljudje so zelo odvisni od dobre koordinacije, to so npr. športniki, mehaniki, plesalci in kirurgi. (American Museum of Natural History, 2014)

#### 10.5 ČUSTVENA INTELIGENTNOST

Ljudje smo zmožni občutiti, kaj čutijo drugi. To nam omogočata inzula in cingulna skorja. Obstajajo nevroni, ki so še posebej specializirani, to so »zrcalni nevroni« in se nahajajo v korteksu. Pomagajo nam razumeti, kaj drugi delajo, ker se sprožajo na takšen način, kakor da bi to počeli sami. Zelo pomemben dejavnik pri čustveni inteligentnosti je empatija. Ljudje, ki imajo zelo dobro razvito čustveno inteligentnost, počnejo vse z izjemnim občutkom, kar se še posebej dobro opazi pri komunikaciji. Pozorno so na to, da v tistem trenutku sporočijo sogovorniku le tisto, kar bo glede na svoje razpoloženje pripravljen dobro sprejeti. Te osebe so tudi izjemni govorniki in sogovorniki. Za njih velja, da vedno občutijo občutke in čustva osebe v njihovi bližini, prav tako zanjo sočustvovati z njimi. Pri komunikaciji so zmeraj zelo pozorni, še posebej na odziv sogovornika, to pomeni, da želijo poznati občutke in čustva, ki so sogovornika v tistem trenutku prevzela, ker z njihovo pomočjo ustvarijo mnenje o osebi, nikakor pa v nasprotnem primeru. (American Museum of Natural History, 2014)

#### 10.6 PRIROJENA – PRIDOBLENA INTELIGENTNOST

Znanstveniki zatrjujejo, da so nekatere zmožnosti že zapisane v naši molekuli DNK, to pomeni, da se z njimi že rodimo. Kljub temu, da se lahko z nekaterimi sposobnostmi že rodimo, oblikujejo naše možgane tudi individualne izkušnje posameznika. (American Museum of Natural History, 2014)

### 11. JEZIK

»Možgani so le malo vredni brez jezika.« (francoski pregovor)



Slika 25: Jeziki

(vir: [http://www.osfpcrensovci.si/?page\\_id=15675](http://www.osfpcrensovci.si/?page_id=15675))

Prav vsak izmed nas uporablja nenehno jezik (Slika 25). Kadar govorimo pozabljamo, da ga ne uporabljamo le za sporočanje misli, temveč nam hkrati pomaga, da te misli sploh nastanejo. Naše možgane spodbudi z iztočnicami, iz katerih izhajamo pri razmišljanju, in pravili, po katerih sestavljamo razmišljanja. Tako kot za druge umske sposobnosti, se tudi za jezik ne nahaja točno določeno področje, v katerem bi naj ta nastajal. Kljub temu imajo nekateri predeli možganov presenetljivo specifične funkcije. Pri izražanju čustev uporabljamo eno področje, za razumevanje drugih ljudi pa drugo. Vsa področja v možganih pa pri delovanju sodelujejo in delujejo kot eno samo omrežje. Besede, ki jih nameravamo uporabiti nastajajo v Brocovem področju. Osebe s poškodovanim Brocovim predelom razumejo, kaj jim želijo sporočiti drugi, vendar jim odgovarjajo nekoliko oteženo. Za govorjenje in pisanje uporabljamo določena področja v našem gibalnem korteksu, ki nadzirajo mišice v ustih, jeziku in grlu med govorjenjem in mišice rok med pisanjem. Razumevanje govorjenih in pisanih besed drugih ljudi se odvija v Wernickejevem področju. Ljudje, ki imajo ta del poškodovan, ne razumejo, kar govorijo drugi. Navadno lahko govorijo, vendar je njihov govor nekoliko zmeden. Ko poslušamo govorjene zvoke drugih ljudi, jih najprej obdela slušni korteks. Ta sprejeto sporočilo nameni v Wernickejevo področje, ki razbere pomen zvokov. Kadar zagledamo zapisane besede, jih najprej obdela vidni korteks. Tako kot slušni korteks, tudi ta nameni informacijo v Wernickejevo področje, v katerem se določi pomen besed. Tudi jezik je za naše možgane zelo pomemben, saj jim pomaga procesirati obe možganski hemisferi. Pri večini ljudi se leva hemisfera ukvarja z dobesednim pomenom besed, medtem ko se desna spopada z njihovimi bolj pretanjenimi plastmi, kot so izražanje čustev, humor

ali sarkazem v govorčevem glasu. Človeški možgani so razviti tako, da so za jezik povsem primerni, vendar se moramo kljub temu jezikov naučiti – katerega se bomo naučili ni odvisno od nas, temveč od okolja v katerem živimo. Področja za jezik so najbolj prožna v otroštvu, to pomeni, da je to obdobje, ki je najbolj primerno za učenje jezikov. Kot posledica tega se otrok nekega jezika v otroštvu nauči govoriti tuj jezik brez napačnega naglasa, njegovi starši pa bodo do konca življenja enak jezik napačno naglaševali. Ugotovljeno je, da se otroci in odrasli ljudje različno učijo jezike. Kadar se majhni otroci učijo novega jezika, se s tem procesom ubada isti del njihovih možganov kot pri prvem jeziku. V kasnejšem obdobju življenja pa učenje novih jezikov prevzamejo druga možganska področja, zaradi česar utegne biti učenje oteženo. (American Museum of Natural History, 2014)

## 12. EMPIRIČNI DEL

## 12.1 NAMEN NALOGE

S svojo raziskovalno nalogo sem hotela ugotoviti, kakšne so sposobnosti pomnjenja učencev petega, sedmega in devetega razreda ter učiteljev. Želela sem raziskati, kako se bo uspešnost reševanja nalog razlikovala glede na starost posamezne skupine, prav tako sem nameravala ugotoviti oziroma zastaviti pravilo, po katerem izhajajo rezultati. Predvsem učence sem hotela ozavestiti, kako pomembno je pomnjenje v našem življenju in da si lahko z izurjenimi metodami pomnjenja pri tem izjemno pomagamo, nenazadnje je to pomemben del uspešnega učenja. Učitelje sem spodbudila k pogostejši uporabi tehnik pomnjenja, saj si lahko z njimi olajšajo svoj vsakdan, prav tako pa pripomorejo kljub neizogibnem staranju k ohranjanju pravilnega delovanja spomina. Med raziskovanjem sem želela pridobiti še druge informacije in podatke, ki so ključnega pomena za možgane, prav tako sem imela namen nekoliko poseči v zanimivosti.

Cilji, ki sem si jih pred pričetkom ustvarjanja raziskovalne naloge zastavila se glasijo:

- poglobiti lastno znanje o izbrani temi,
- ugotoviti, kako pripravljene so sodelovati učenci 5.,7. in 9. razreda ter učitelji,
- pridobiti odgovore na vprašanja s strani strokovnjaka,
- prepričati se o zastavljenih hipotezah,
- ugotoviti, kako razviti so človeški možgani in kateri dejavniki vplivajo na to,
- primerjati delovanje spečih in budnih možganov,
- ugotoviti, kako so zgrajeni človeški možgani in posamezni centri v njih,
- raziskati, kako so se človeški možgani razvijali skozi zgodovino človeštva,
- raziskati in ugotoviti, kakšen je njihov pomen za človeški organizem.

Hipoteze, ki sem si jih pred pričetkom raziskovanja zastavila se glasijo:

- možganski hemisferi se glede na zunanost skoraj ne razlikujeta,

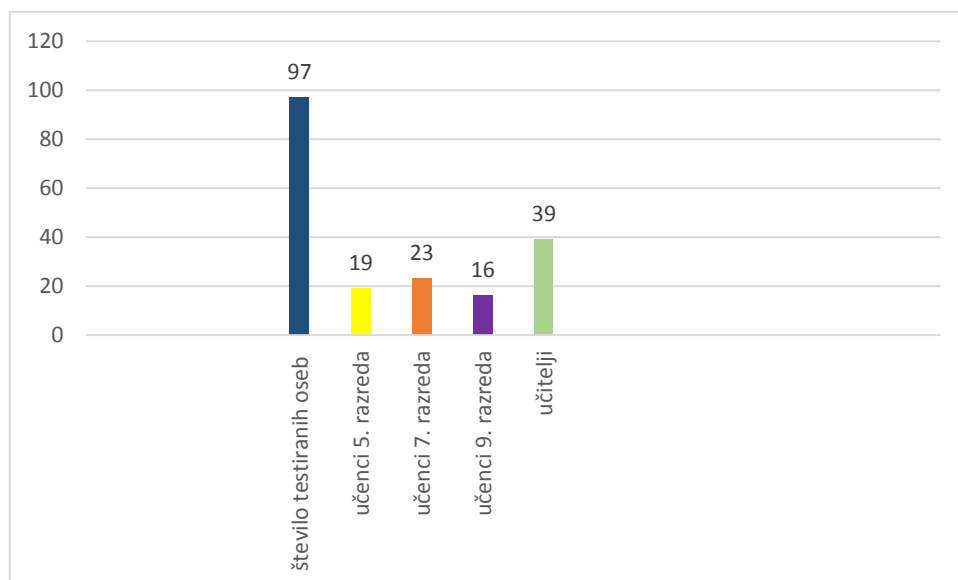
- menim, da bodo učenci naloge enakega tipa rešili uspešneje zjutraj kakor opoldne,
- predvidevam, da si bodo vsi učitelji skupaj v povprečju zapomnili več besed kakor učenci vseh treh razredov,
- učitelji, ki pripadajo starostni skupini od 51 do 60 let si bodo v primerjavi z drugimi učitelji zapomnili najmanj besed.

## 12.2 METODE RAZISKOVANJA

Pri teoretičnem delu raziskovalne naloge sem izhajala predvsem iz literature, pri enem poglavju pa tudi iz internetnega vira. Hotela sem namreč pridobiti informacije, ki so čimbolj verodostojne. Moje raziskovanje sta spremljali dve raziskovalni metodi, to sta testiranje, ki sem ga izvajala med učenci petega, sedmega in devetega razreda ter med učitelji, in sicer zjutraj in opoldne in intervju, ki sem ga opravila preko elektronske pošte; iz slednjega sem pridobila izčrpen vir informacij.

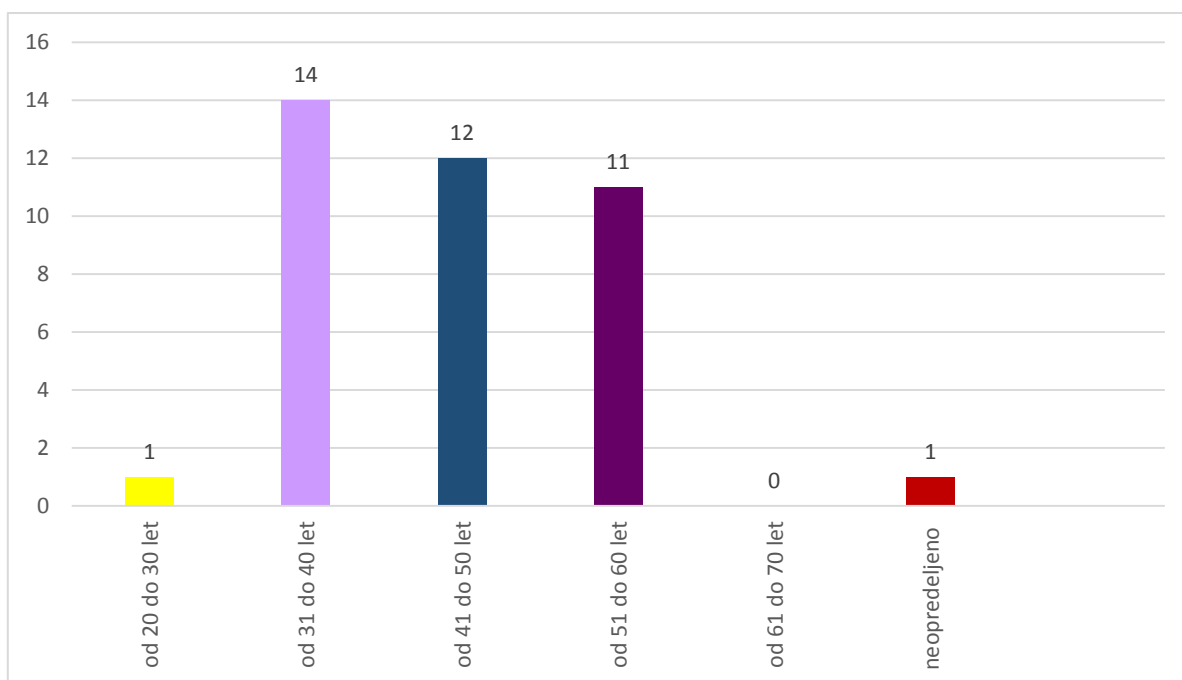
## 12.3 RAZISKOVALNI VZOREC

Opazovalno študijo sem izvajala med učenci 5.c, 7.a in 9.b razreda ter učitelji predmetne in razredne stopnje. Skupaj sem pridobivala povratne informacije od 58 učencev in 39 učiteljev; za oboje velja, da pripadajo različnim starostnim skupinam.



Graf 1: Število udeležencev opazovalne študije





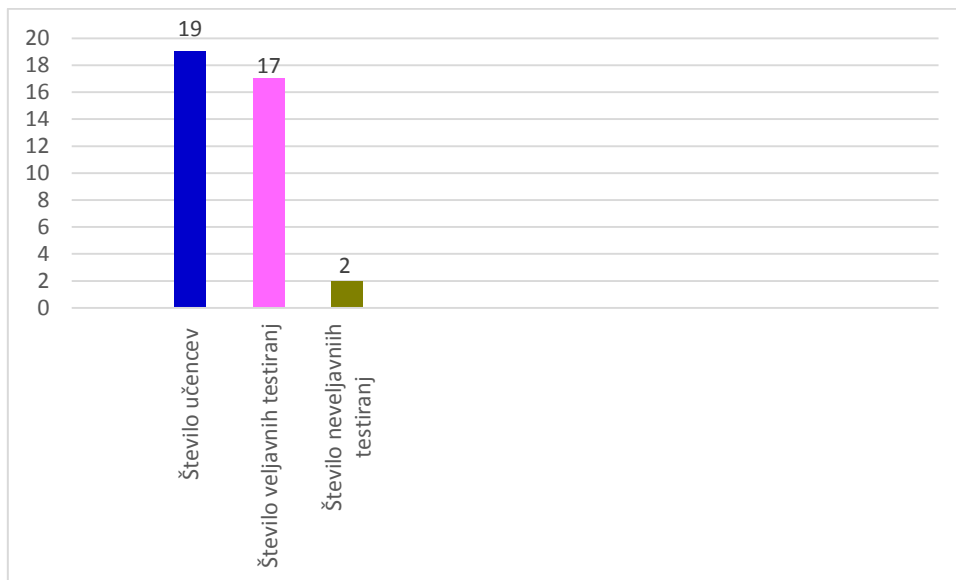
Graf 2: Starostne skupine testiranih učiteljev

Iz grafa je razvidno, da učitelji, ki so pristopili k sodelovanju izvajanja testiranja, pripadajo različnim starostnim skupinam, katerih razpršenost starosti je kar velika, zato posledično pričakujem tudi takšne rezultate. Najmanj učiteljev je pripadalo starostni skupini od 20 do 30 let, saj je število takšnih učiteljev na sploh relativno majhno. Največje število učiteljev predstavljajo tisti, katerih starost se nahaja med 31. – tim in 40. – tim letom starosti. Ker sem si pred pričetkom raziskovanja zastavila med drugim tudi hipotezo, ki se nanaša na starostno skupino, so bili ti podatki še kako pomembni. Pri testiranju ena izmed oseb ni želela razkriti svoje starostne skupine, vendar to ni oviralo moje raziskave.

## 12.4 ANALIZA REZULTATOV

### 12.4.1 UČENCI - PETOŠOLCI

Kot sem že omenila, je izvajanje opazovalne študije potekalo med učenci zjutraj in opoldne. Tako so reševali naloge, ki so se nekoliko razlikovale, a so bile kljub temu enakega tipa.

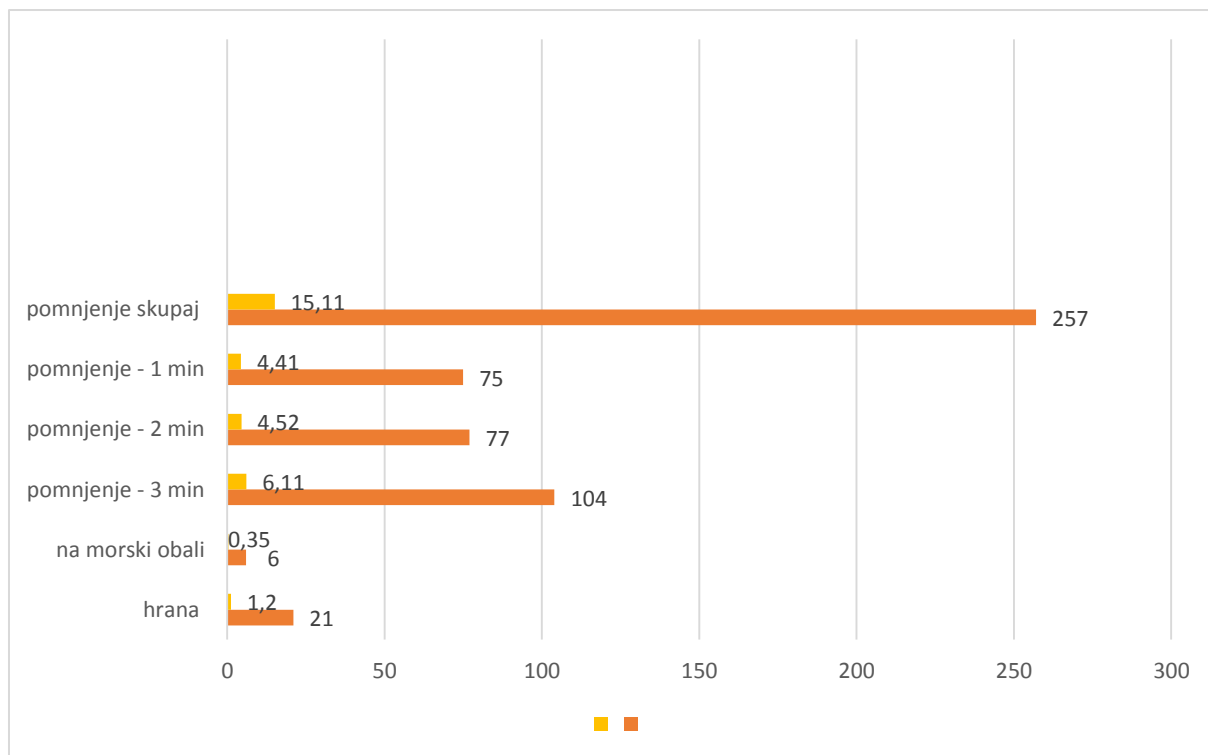


Graf 3: Testiranje v 5. razredu

Večina učencev, ki so pristopili k opazovalni študiji, je svoje delo opravila odgovorno in vestno, a sta bila kljub temu dva učenca, katerih testiranje je bilo neveljavno. Odločila sem se, da bom slednjima rezultate označila kot neveljavne, ker sta med izvajanjem opazovalne študije goljufala in s tem kršila navodila.

Naloge jutranjega testiranja učencev:

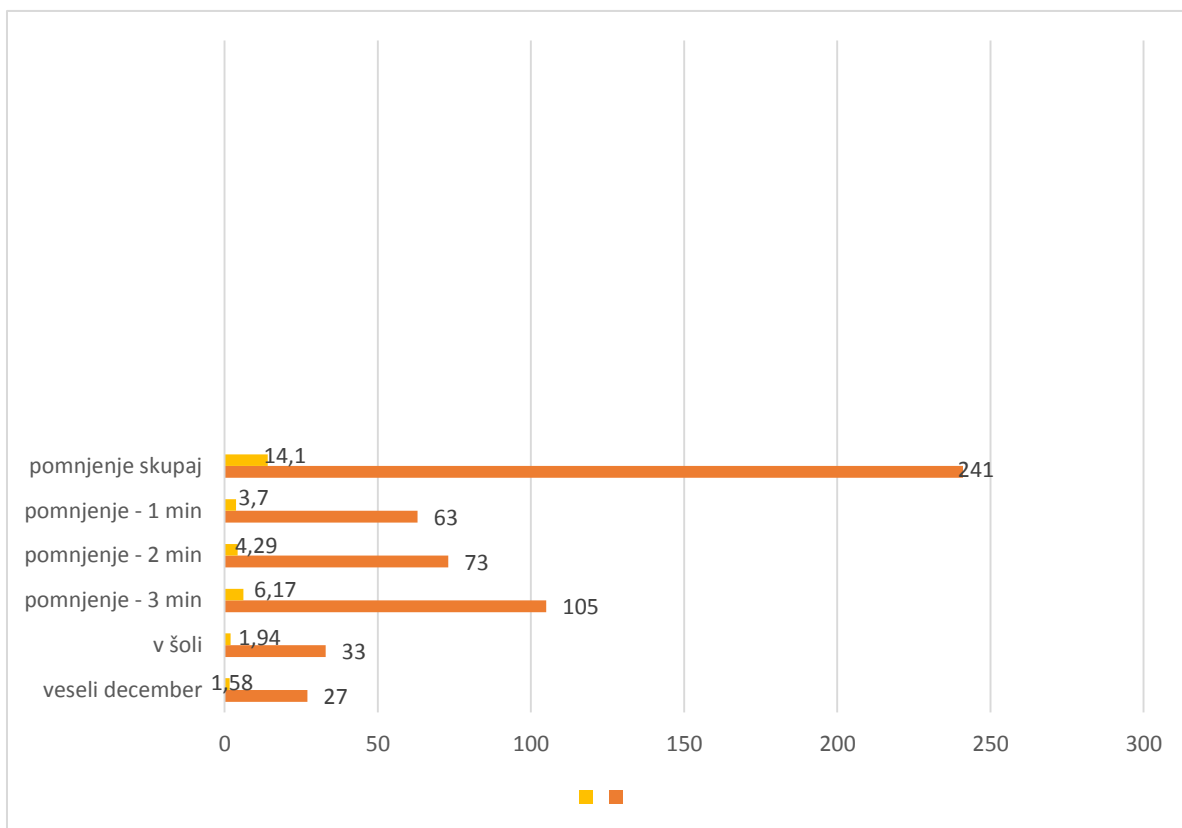
1. naloga: deset premetank (o hrani)
2. naloga: širi (zahtevnejše) premetanke (o morski obali)
3. naloga: pomnjenje dvajsetih različnih besed
  - 3.1: čas pomnjenja: 3 min
  - 3.2: čas pomnjenja: 2 min
  - 3.3: čas pomnjenja: 1 min



Graf 4: Rezultati testiranja zjutraj (število razvozlatih in zapomnjenih besed)

Pri sestavljanju nalog za opazovalno študijo sem bila prepričana, da bodo petošolci rešili naloge najmanj uspešno v primerjavi s sedmošolci in devetošolci. Menila sem, da bo temu tako, ker so najmlajši. K temu sem pripisovala tudi dejstvu, da skoraj nihče izmed njih ne pozna tehnik pomnjenja in se s takšno preizkušnjo srečuje prvič v življenju. Moram priznati, da sem pričakovala, da bodo 1. nalogo (premetanke o hrani) rešili veliko uspešneje. Vsak posameznik je v povprečju razvozlat le eno premetanko, kar se mi zdi za 10 ali 11- letnika premalo. Menim, da ta naloga ni bila za njih prezahtevna, saj je bil zamenjan le vrstni red črk v besedi. V drugi nalogi so se nahajale štiri premetanke, ki so se pomensko navezovale na morsko obalo. Pri tej nalogi je bilo nekoliko zahtevnejše razvozlati pravilno zaporedje črk, saj se je na polovici besede nahajal presledek, za katerega menim, da jih je dokaj zmedel pri razmišljanju. Sledila je 3. naloga, kjer so si učenci morali v treh različnih časovnih obdobjih zapomniti 20 različnih besed. V prvem sklopu je bil čas pomnjenja 3 min in tukaj so se kar dobro odrezali. Bilo je povsem pričakovano, da si bodo v tem časovnem obdobju zapomnili največ besed, ker so imeli največ časa za pomnjenje. Tudi v drugem sklopu naloge, kjer so imeli čas pomnjenja 2 minuti, so se solidno odrezali. Ker so si petošolci v skupnem seštevku zapomnili 77 besed, sem v

nadaljevanju pričakovala, da si bodo v 1 minuti zapomnili zaradi bistvene spremembe časa pomnjenja veliko manj besed. Moram poudariti, da se je časovno obdobje pomnjenja zmanjšalo za minuto (kar predstavlja  $\frac{1}{2}$  časa pomnjenja), vendar se je seštevek vseh besed zmanjšal le za dve besedi. Velja pohvaliti petošolce, ki so se kljub neuspešnosti v prejšnjih nalogah v nadaljevanju odrezali zares bleščeče. Moram pripomniti, da bi bili rezultati boljši, če bi se učenca, katerih testiranji sta bili razveljavljeni, odrezala po svojih najboljših močeh brez goljufanja, saj bi tako lahko povečala razredno povprečje. V vseh treh sklopih tretje naloge so si učenci uspeli zapomniti v povprečju približno 15 besed.

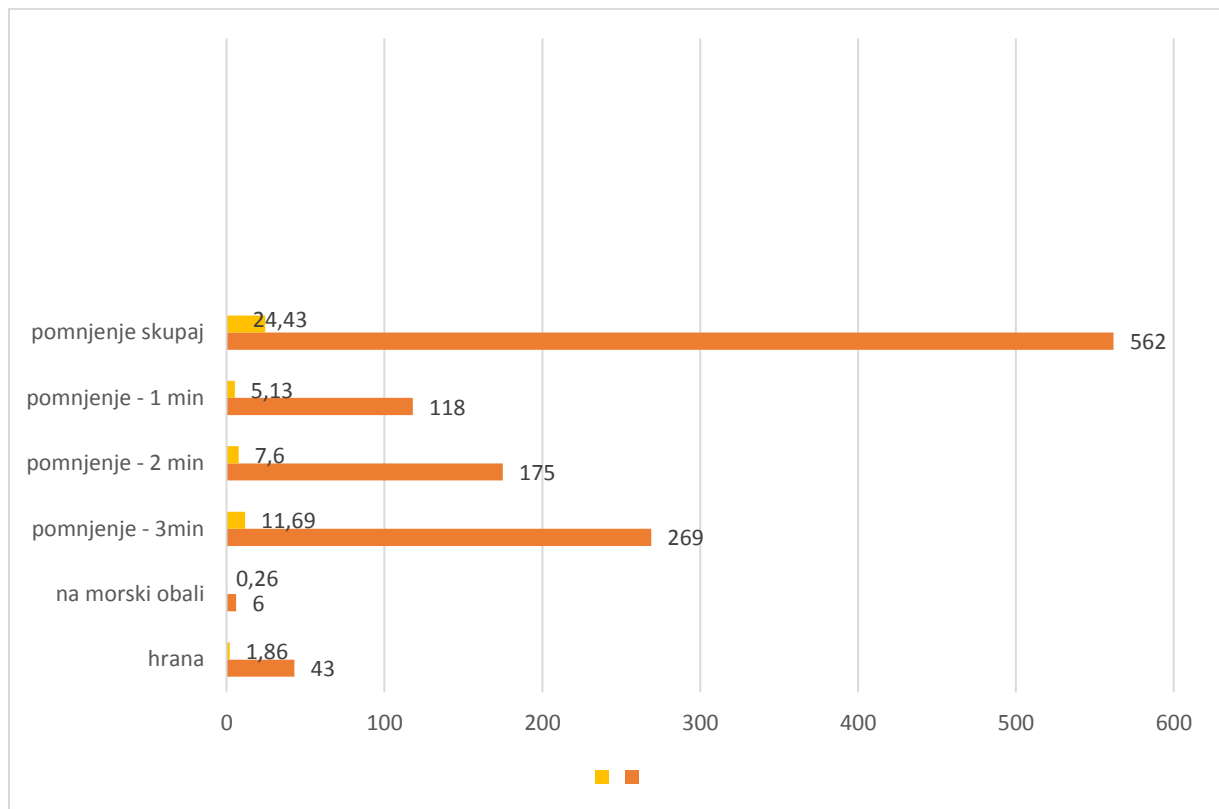


Graf 5: Rezultati testiranja opoldne (število razvozlatih in zapomnjenih besed)

Kot sem pričakovala, sem si tudi zastavila hipotezo, da bodo učenci naloge enakega tipa rešili uspešneje zjutraj kakor opoldne. Iz grafov 3 in 4 je razvidno, da so si petošolci v seštevku zapomnili manj besed opoldne kakor zjutraj. Mislim, da je temu tako zato, ker so bili učenci zjutraj veliko bolj spočiti, kar pripomore k boljši zbranosti, ki je pri reševanju takšnih nalog nujno potrebna. Torej bi lahko trdila, da učenci rešujejo naloge uspešneje zjutraj kakor opoldne, ker so bolj spočiti in zbrani, kar je nenazadnje pomembno tudi pri reševanju pisnih preizkusov znanja. Za prvo nalogo

velja, da so jo rešili uspešneje opoldne kakor zjutraj, kar je presenetljivo. Menim, da je bilo v opoldanski različici prve naloge več znanih izrazov (npr. mraz, snežak in darilo), ki so jih poznali že pred tem, za razliko od jutranjega testiranja, kjer so se v prvi nalogi nahajali izrazi, za katere si upam trditi, da jih morda nekateri niso poznali (npr. artičoka in zelena). Torej lahko povzamem, da je bila zaradi navedenega vzroka opoldanska različica nekoliko manj zahtevna. Enako velja za drugo nalogo, ki so jo petošolci rešili veliko uspešneje opoldan kakor zjutraj. Tudi v tem primeru menim, da jim je bila jutranja različica naloge nekoliko zahtevnejša v primerjavi z opoldansko. V slednji je bilo sicer enako število premetank, vendar se v njih niso nahajali presledki, kar pomeni, da niso imeli učenci pri razmišljanju nikakršnih večjih težav. Tako za jutranjo kot za opoldansko različico velja, da so bile v njima premetanke besed, ki so jim znane (npr. čofotanje, potapljač, ocenjevanje in razmišljanje), torej jim to ni povzročalo preglavic. Pri opoldanskem pomnjenju v časovnem obdobju treh minut so si v skupnem seštevku zapomnili le besedo več, kar ne povzroča večjih odstopanj rezultatov. Tako kot v jutranjem testiranju je bilo tudi v opoldanskem večje odstopanje zapomnjenih si besed med tretjo in drugo minuto, kakor med drugo in prvo minuto. Tudi tukaj je število zapomnjenih si besed z upadanjem časa pomnjenja upadalo, kar je nekako logično. Med jutranjim in opoldanskim testiranjem je v primerjavi s povprečji drugih razredov in povprečjem petošolcev to najmanjše, kar pomeni, da rešujejo skoraj enako uspešno naloge zjutraj in opoldne. Če povzamem, so si učenci v skupnem povprečju zapomnjenih besed vseh sklopov tretje naloge zapomnili manj besed kakor zjutraj, kar sem že pred tem predpostavila. Kljub temu velja pohvaliti petošolce, saj so z veseljem pristopili k sodelovanju, kar me je zares veselilo.

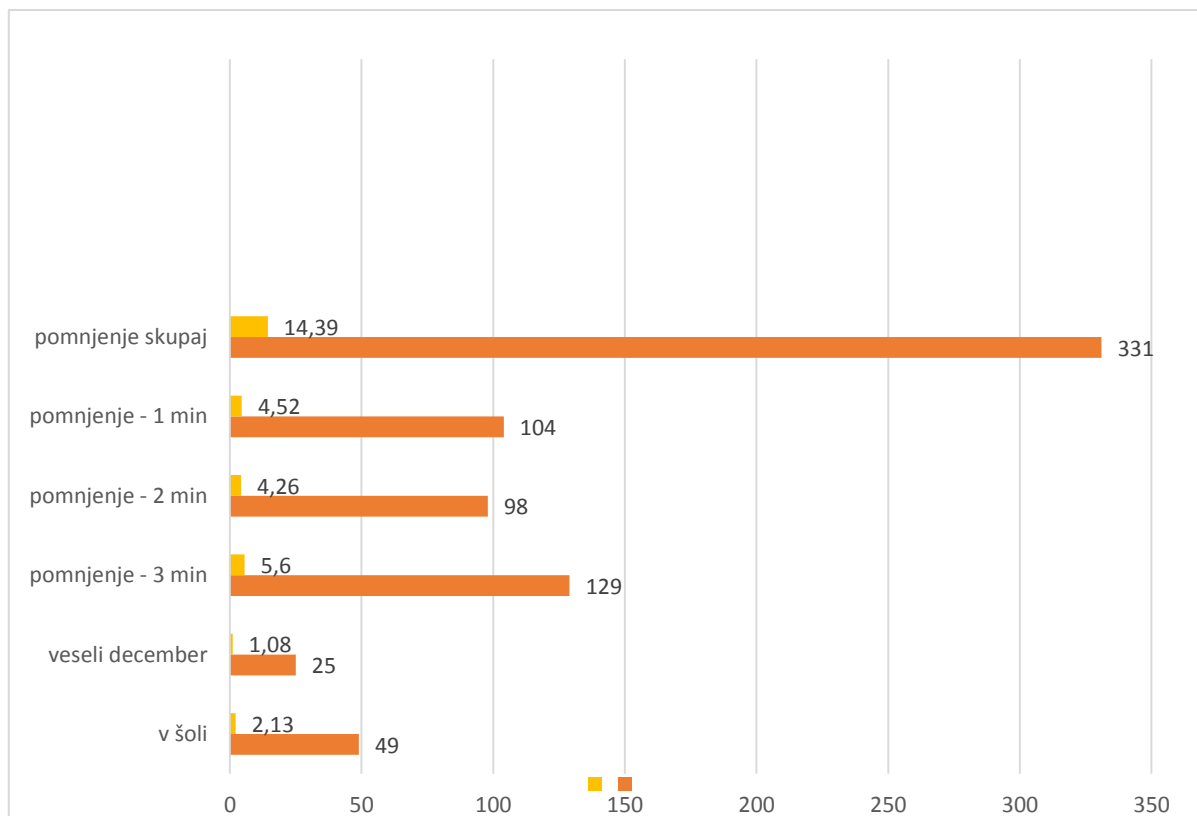
## 12.4.2 UČENCI – SEDMOŠOLCI



Graf 6: Rezultati testiranja zjutraj (število razvozlanih in zapomnjenih besed)

Pred pričetkom pregledovanja nalog sem bila trdno prepričana, da so sedmošolci v prvi nalogi (o hrani) razvozlali veliko več besed kakor petošolci, saj so v primerjavi s slednjimi dve leti starejši. Iz tega sledi, da imajo več splošnega življenjskega znanja, v katerem so tudi tehnike pomnjenja, kar ne pomeni, da jih sedmošolci poznajo, temveč, da obstaja večja možnost, da so z njimi seznanjeni kot pa petošolci. V primerjavi s petošolci so sedmošolci razvozlali bistveno več premetank (o hrani) v prvi nalogi, vendar govori povprečje o tem, da bi naj vsak posameznik razvozlal malo manj kot dve premetanki. Menim, da bi morali učenci sedmega razreda razbrati več pravih zapisov premetank, saj dve ugotovljeni besedi zagotovo nista izjemen dosežek in povsem resnična sposobnost, pa čeprav tako govorijo pridobljeni podatki. Veliko bolj sem bila razočarana pri drugi nalogi, kjer so morali razbrati pravilen zapis štirih premetank, ki so bile v pomenski povezavi z morskimi obali. To je naloga, v kateri so učenci izkazali največ neuspeha. Kot sem že omenila v prejšnjem poglavju, so se glede na zahtevnost te širi premetanke nekoliko razlikovale od tistih, v opoldanskem testiranju, kratka bile so zahtevnejše, kar je učence oviralo pri

uspešnem poteku raziskovanja. Povprečje te naloge govori o tem, da je posamezen učenec razvozlal manj kot eno premetanko. Za nalogo bi lahko povedala, da so se moja pričakovanja dokaj razlikovala od pridobljenih rezultatov. Več kot očitno je, da se sedmošolci s takšnimi izzivi spopadajo zelo redko oziroma skoraj nikoli, kar povzroči težave pri soočenju s strategijo, kot je tudi razvidno iz rezultatov. V naslednji naloge so se učenci sedmega razreda preizkušali v tehnikah pomnjenja. Tudi v njihovem razredu se je moje pričakovanje, da bo število zapomnjenih si besed z zmanjševanjem časa pomnjenja upadalo povsem uresničilo. Kot je razvidno iz grafa 5, so bili učenci v pomnjenju zelo uspešni. V primerjavi s petošolci so se odrezali bistveno boljše, kar sem tudi pričakovala. Moram pripomniti, da je tudi tukaj največji razmah med številom zapomnjenih si besed med časoma pomnjenja treh in dveh minut, kar se je pojavljalo že v petem razredu. Lahko bi rekla, da je to nekakšno pravilo, ki bo veljalo tudi v prihodnje. Sedmošolci so si uspeli zapomniti v skupnem seštevku vseh treh sklopov tretje naloge kar 562 besed, kar predstavlja med vsemi tremi razredi največje število zapomnjenih si besed, torej so glede na število bili najuspešnejši. Kljub temu, da so si zapomnili največ besed, niso bili v primerjavi z devetim razredom najuspešnejši glede na celotno povprečje zapomnjenih besed, saj je bilo slednje v sedmem razredu manjše kakor v devetem. Pri tem velja pohvaliti sedmošolce, saj glede na rezultate domnevam, da so naloge reševali iskreno, a hkrati po svojih najboljših močeh.



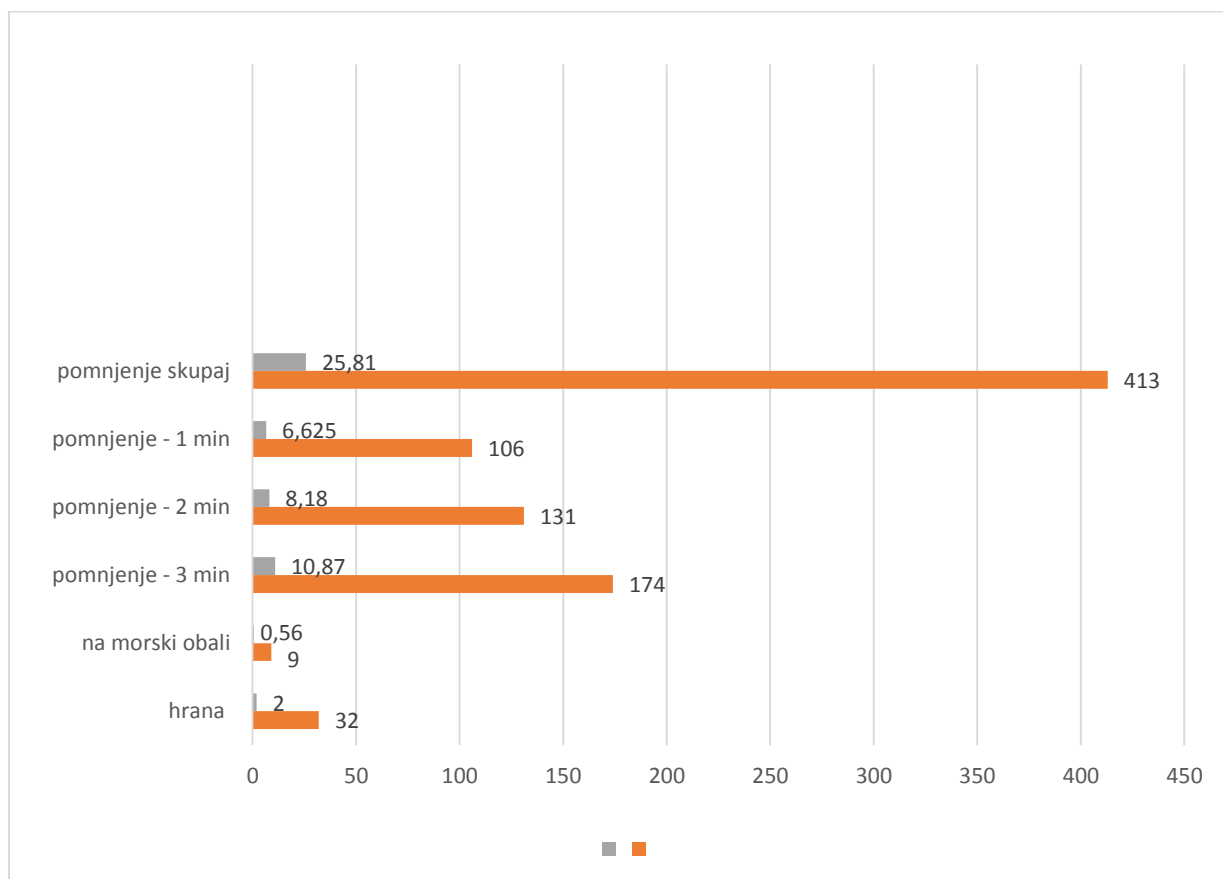
Graf 7: Rezultati testiranja opoldne (število razvozlatih in zapomnjenih besed)

Iz grafa je razvidno, da so sedmošolci rešili prvo in drugo nalogo uspešneje opoldne kakor zjutraj, kot sem pojasnila in k temu tudi pripisala vzrok pri prejšnjem grafu. Torej bi lahko rekla, da se je celotna zadeva petega razreda ponovila tudi v sedmem razredu, prav tako pa pričakujem enak izid tudi v devetem razredu. Drži, da so doseženi rezultati pri prvi in drugi nalogi veliko boljši v primerjavi z jutranjim testiranjem, vendar bi lahko bili kljub temu še boljši, saj menim, da zmorejo več. Tudi tukaj se je moje pričakovanje o največjem razmahu besed med časovnima obdobjema, ki se ga omenjala že pri prejšnjem grafu, uresničilo. V vseh treh sklopih so si zapomnili manj besed kakor zjutraj, temu pripisujem kot vzrok dejstvo, da so učence štiri šolske ure utrudile, kar pomeni, da zaradi zmanjšane zbranosti niso bili zmožni pomniti po svojih najboljših močeh, o čemer govorijo tudi podatki iz grafa. Če primerjam grafa 5 in 6, je več kot očitna razlika v celotne seštevku zapomnjenih si besed zjutraj in opoldne. V kasnejšem testiranju so si namreč uspeli zapomniti občutno manj besed. Testiranje sedmošolcev je zelo dober primer odstopanja doseženih uspehov med jutranjim in opoldanskim testiranjem, med katerima je to med vsemi tremi razredi največje. Lahko bi rekla, da je na opoldanske dosežene



rezultate vplival tudi šolski urnik, ki je očitno sedmošolcem onemogočil najuspešnejši potek reševanja. Tudi v tem razredu sem bila pozitivno presenečena, saj so se vsi učenci udeležili testiranja, prav tako nisem morala nobenega testiranja označiti kot neveljavnega, torej lahko povem, da so reševali zares iskreno.

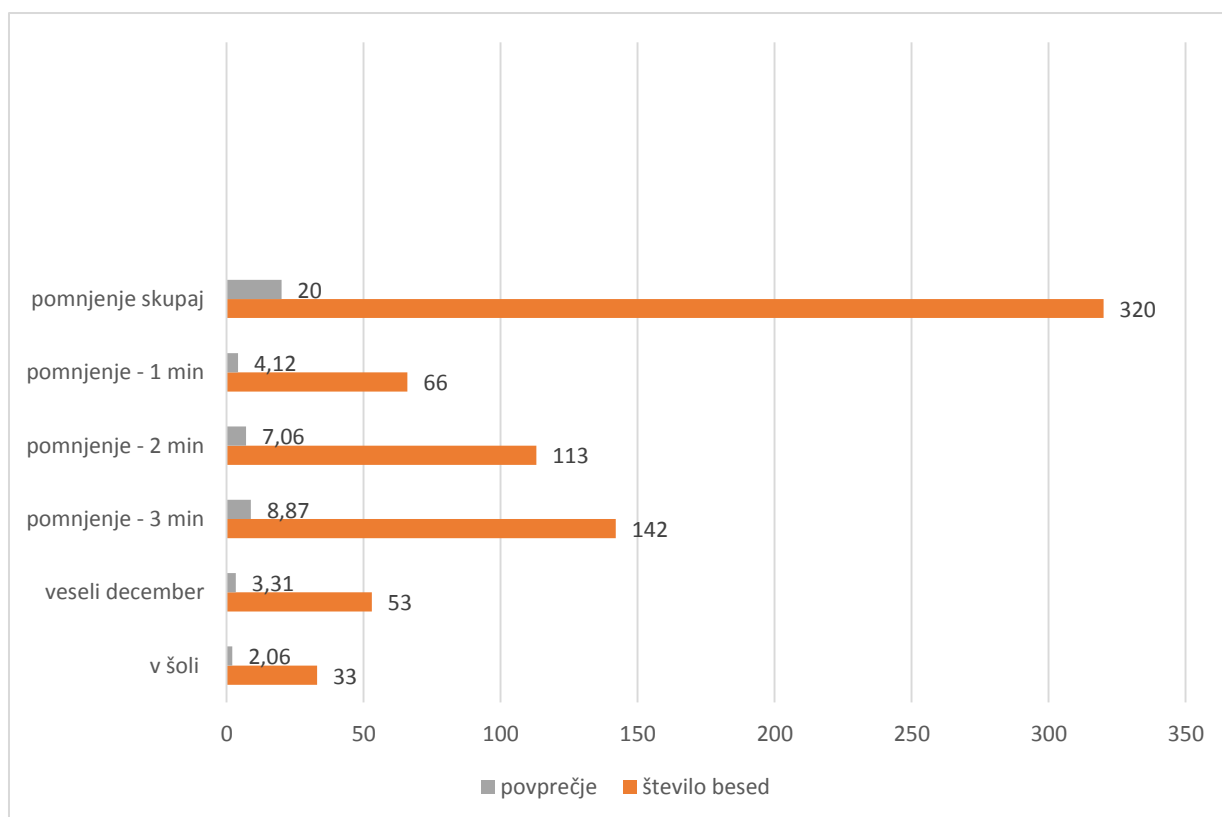
#### 12.4.3 UČENCI – DEVETOŠOLCI



Graf 8: Rezultati testiranja zjutraj (število razvozlanih in zapomnjenih besed)

Graf 7 prikazuje uspešnost reševanja nalog devetega razreda. Tudi za njih sem pričakovala, da se bodo odrezali bolje kakor prejšnja razreda. Moram pripomniti, da so me s povprečjem razvozlanih besed v prvi nalogi presenetili, saj je rezultat slabši kot sem pričakovala. Naloga je vsebovala premetanke, za katere menim, da jih velika večina učencev pozna in se z njimi srečuje v vsakdanjem življenju. Glede na pridobljene podatke lahko povem, da so devetošolci razvozljali le 20 % premetank. Moram omeniti, da sem od njih pričakovala veliko več, saj menim, da so sposobni veliko več. Glede na to, da je raven znanja devetošolcev dokaj visoka, nisem nikakor zadovoljna z rezultati, k večjemu zgolj razočarana. Vsi učenci so pristopili k testiranju,

vendar sta bila kljub temu prisotna učenca, ki nista hotela sodelovati. Ker so ti učenci moji sošolci in poznam njihove navade in znanje, lahko za vsakega trdim, da je sposoben razvozlati več kot dve besedi, kot sicer govori povprečje. Druga naloga je bila najslabše rešena v devetem razredu. Tako kot v prejšnjima razredoma, je tudi njih zelo zmedel presledek, ki se je nahajal na sredini vsake premetanke, kar je bila zanka miselne naloge. Mislim, da bi glede na svojo starost morali vsi prepoznati zanko in ugotoviti pravilo, po katerem bi prišli do rešitev, vendar to v celoti ni uspelo nikomur. Dejstvo je, da je celoten razred (16 – tih učencev) razvozlal v seštevku le 9 besed. Kljub temu, da jim reševanje prvih dveh nalog ni šlo od rok, so zavidanja vredne rezultate dosegli pri tretji naloge, kjer so preizkušali svoje sposobnosti in tehnike pomnjenja. Tako kot pri petošolcih in sedmošolcih, je bilo tudi pri devetošolcih največje odstopanje zapomnjenih si besed bilo med časovnima obdobjema pomnjenja treh in dveh minut, kar menim, da nastopa v vseh starostnih generacijah. Tudi tukaj se je moje pričakovanje, da se bo število zapomnjenih besed zmanjševalo z zmanjševanjem časa pomnjenja uresničilo, kar je povsem logično. Glede na povprečje posameznih sklopov pomnjenja in na seštevke zapomnjenih besed res niso bilo najboljši, vendar so glede na povprečje zapomnjenih si besed v vseh sklopih prekašali predhodna razreda. Torej so si v vseh časovnih obdobjih zapomnili v povprečju več kot 25 besed, kar je vredno pohvale. Med učenci obstajajo tudi izjeme, katerih rezultati so bili veliko nad celotnim povprečjem, kar je prav tako vredno pohvale.

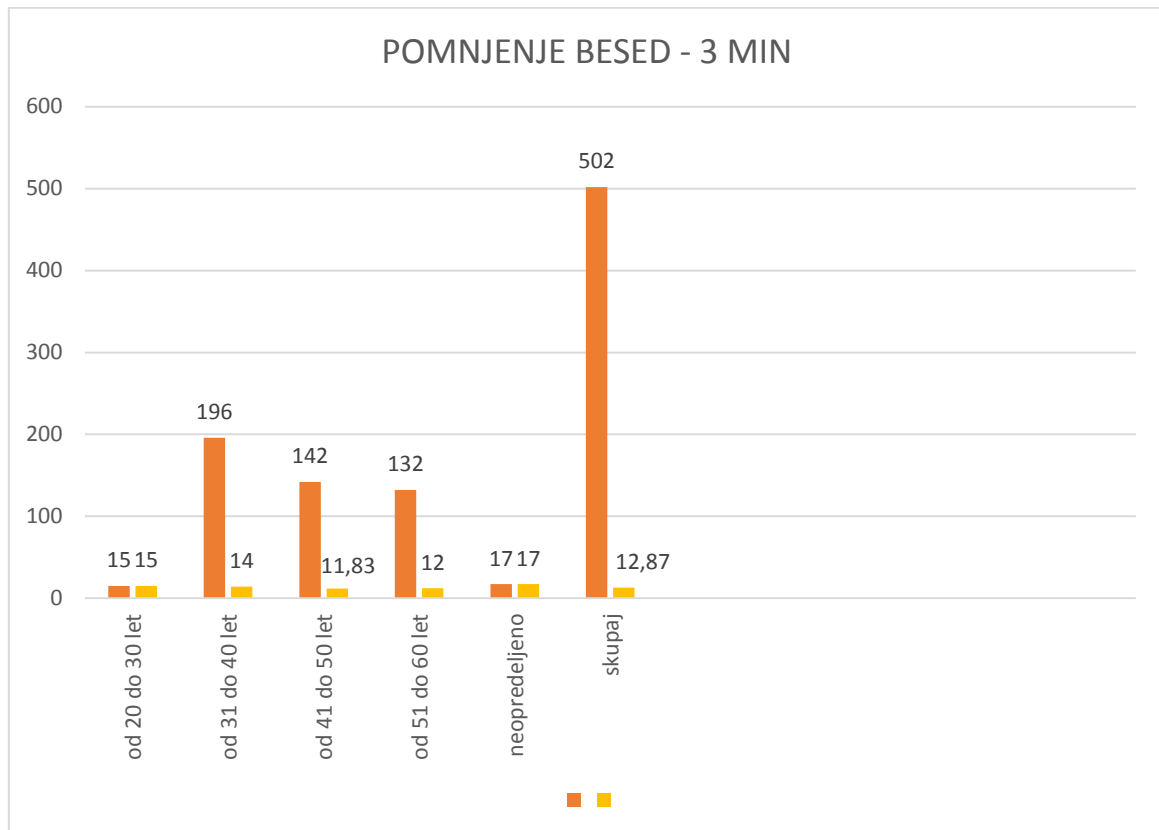


Graf 9: Rezultati testiranja opoldne (število razvozlatih in zapomnjenih besed)

Že pred pregledom rešenih nalog sem bila trdno prepričana, da so tudi devetošolci rešili uspešneje prvo in drugo nalogo opoldne kakor zjutraj zaradi že omenjenih vzrokov. Kljub večji uspešnosti menim, da bi morali biti rezultati boljši. Za nadaljnje naloge sem predvidela rezultat, ki je dokaj podoben prikazanem v grafu 8. Vedela sem, da bodo rezultati reševanja opoldan slabši kakor jutranji, prav tako nisem pričakovala velikega odstopanja števila zapomnjenih si besed v treh različnih časovnih obdobjih pomnjenj. Za vse rezultate vseh treh sklopov pomnjenj velja, da so slabši kakor jutranji, kar je bilo povsem pričakovano. Iz grafa je razvidno, da število zapomnjenih besed z zmanjševanjem časa upada. Tudi pri njih je bilo največje odstopanje zapomnjenih si besed med časovnima obdobjema pomnjenja treh in dveh minut. Razmah števila zapomnjenih si besed je bil med posamezniki zelo velik, to pomeni, da si nekateri niso zapomnili niti besede, nekatere pa skoraj vse. V povprečju so si vsi zapomnili približno pet besed manj, kar sem predpostavila že pred pričetkom testiranja. Menim, da so se učenci glede na povprečje odrezali uspešno, še posebej pa tisti, katerih rezultati so krepko presegali povprečno mejo.

### 12.4.3 UČITELJI

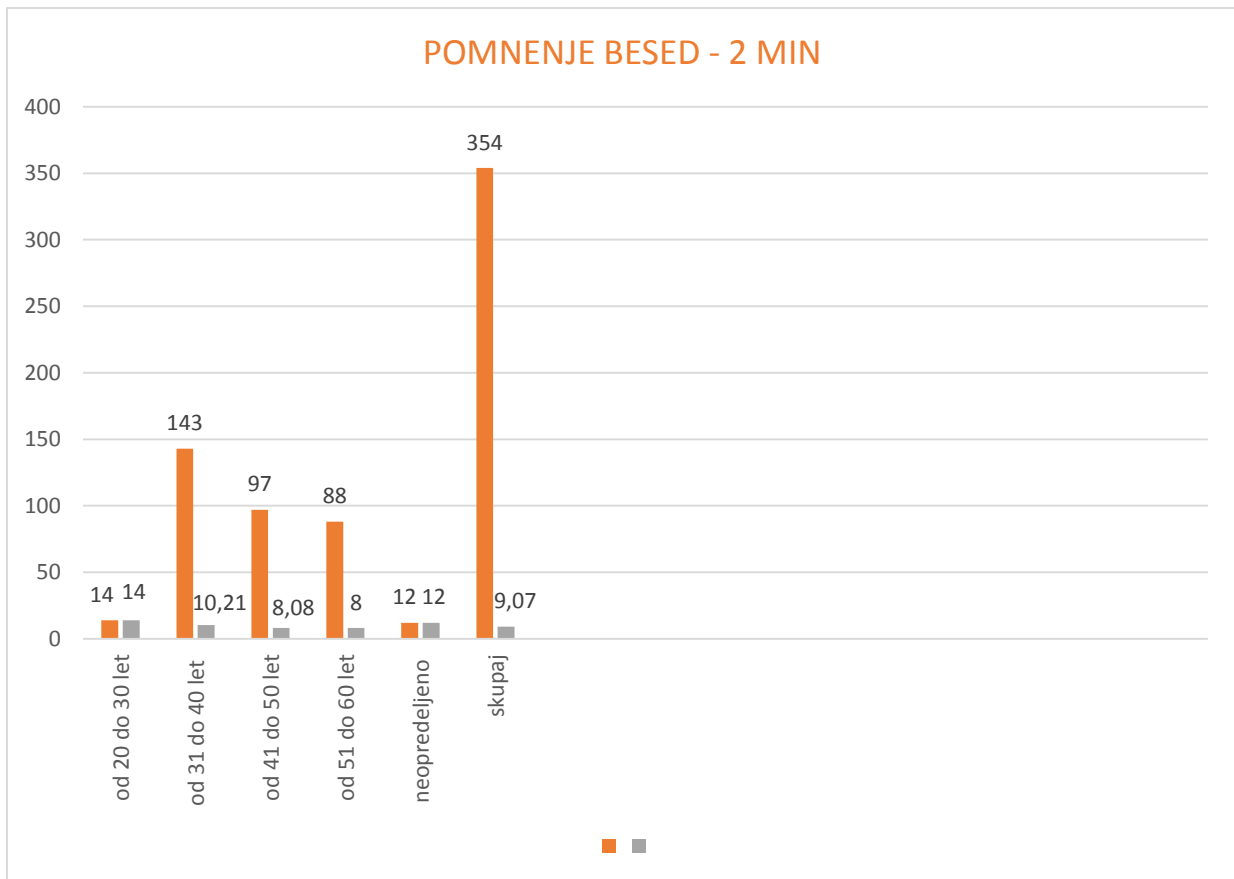
Za primerjavo uspešnosti reševanja sem izbrala le eno nalogo, saj sem menila, da se ji bom nekoliko bolj posvetila in tudi natančneje primerjala rezultate. Izbrala sem nalogo pomnjenja besed v treh različnih časovnih obdobjih, slednjo sem sicer zaradi delavnika učiteljev izvajala le zjutraj, torej sem primerjala izključno jutranje testiranje učiteljev in učencev.



Graf 10: Rezultati testiranja zjutraj (število zapomnjenih besed)

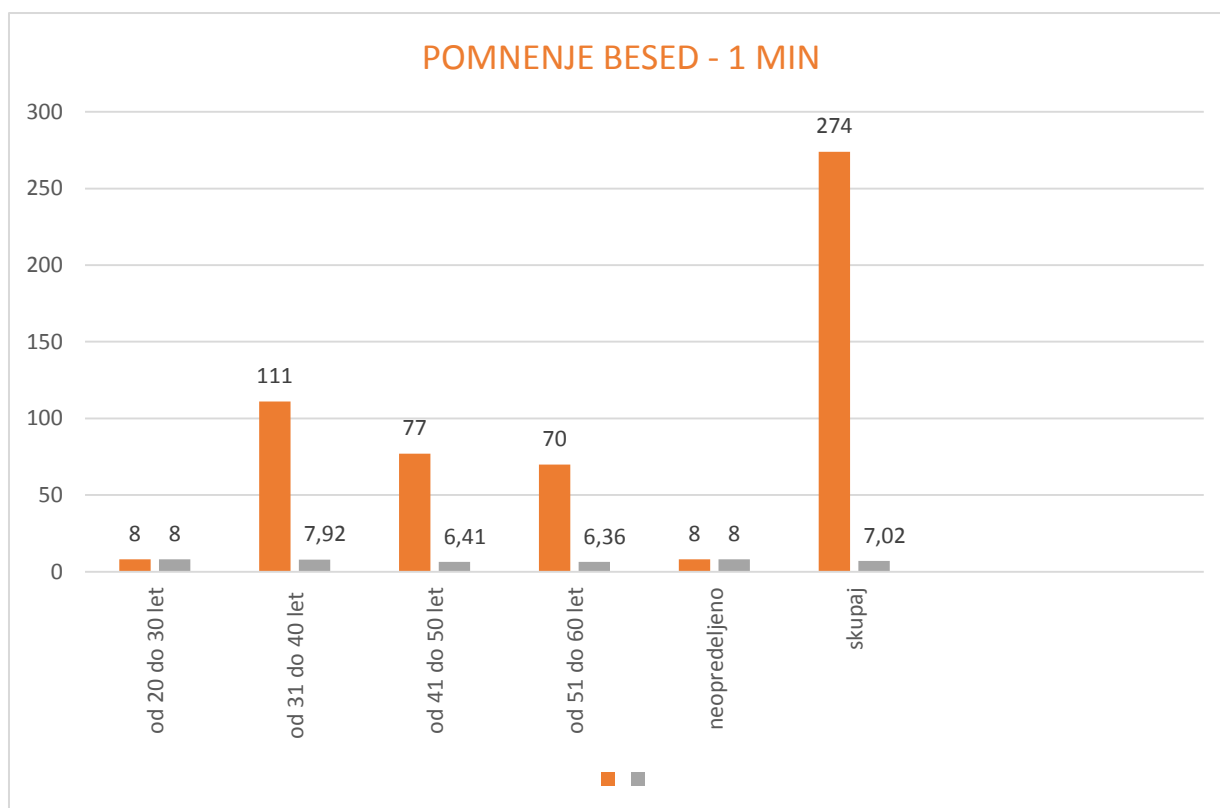
Ker sem si že pred pričetkom samega raziskovanja zastavila nekaj hipotez tudi v povezavi s testiranjem učencev in učiteljev, so me rezultati slednjih izjemno zanimali. Ker imajo učitelji več splošnega življenjskega znanja, sem sklepala, da imajo tudi bolj izurjene strategije, kot so tudi tehnike pomnjenja. Bila sem prepričana, da obstajajo učitelji, ki jim je uporaba omenjenih strategij zelo domača, kar pomeni, da si na takšen način zapomnijo veliko število besed. Za učitelje, ki so si zapomnili veliko število besed pomeni, da poznajo vsaj eno izmed tehnik pomnjenja in so jo tudi sposobni uporabiti, ko je to potrebno na takšen način, da so rezultati zelo dobri. Med osebami, ki so testiranje opravili zelo uspešno so tako učitelji poučevalci naravoslovnih predmetov kot tudi družboslovnih, kar me je zares presenetilo. Za vse

učitelje velja, da se je na njihov seznam rešitev pritihotapila vsaj ena beseda, ki ni bila ustrezno napisana, vendar je bilo največje število neustreznih rešitev kar šest besed (glede vse naloge testiranja posameznika), torej je bil razmah teh kar velik. Najpomembnejše, kar prikazuje graf, je odvisnost med številom zapomnjenih besed in starostno skupino skupine ljudi. Če je pri učencih veljalo, da se povprečje zapomnjenih besed povečuje s povečano starostjo, velja tukaj povsem nasprotno. Popolnoma enako velja za seštevek zapomnjenih besed starostne skupine. Tista oseba, ki je pripadala skupini najmlajših ljudi, si je zapomnila največ besed, nato pa je število teh s povečevanjem starostne skupine ljudi upadalo. To pomeni, da so si najmanj besed zapomnili učitelji med 51. in 60. letim starosti, kar sem napovedala že pred tem. Obstajala bi možnost, da temu ne bi bilo tako, če bi se v starostni skupini slednjih nahajalo večje število tistih, ki imajo izurjene tehnike pomnjenja, vendar sta to samo dve ali morda tri osebe na šoli. Tako kot za učence, sem bila prepričana tudi za učitelje, da si bodo največ besed zapomnili v časovnem obdobju 3 minut, kar je povsem razumljivo. Logično je, da si bodo največ besed zapomnili takrat, ko bo njihov čas pomnjenja najdaljši.



Graf 11: Rezultati testiranja zjutraj (število zapomnjenih besed)

Ker sem nekatere reči pojasnila že pri prejšnjem grafu, bom sedaj opravila samo primerjavo in k večjemu kaj dodala. V tem sklopu pomnjenja so se najboljše odrezale osebe, ki so se že v prvem sklopu naloge. Za vse učitelje velja, da so si tudi v tem sklopu naloge zapomnili podobno število besed kot pri prejšnjem, pri čem ni prišlo do večjih odstopanj. Res je, da so si zapomnili manjše število besed, kar pomeni, da je manjše tudi povprečje zapomnjenih besed. Ker se je zmanjšal tudi čas pomnjenja, je bil njihov uspeh reševanja približno enak, kar moram pohvaliti. Vse, kar je veljalo za prejšnji graf, velja tudi za ta. Tudi tukaj si je največ besed zapomnila oseba, ki je pripadala najmlajši starostni skupini, nato pa sta število zapomnjenih besed in povprečje teh upadala s povečanjem starosti skupine ljudi, kar se je pojavilo že v prvem sklopu naloge. Razmah med najboljšim in najslabšim povprečjem posamezne starostne skupine je tudi tukaj skoraj enak.



Graf 12: Rezultati testiranja zjutraj (število zapomnjenih besed)

Vse kar je nastopalo pri predhodnima grafoma, nastopa tudi pri tem. Kot je razvidno iz grafa, je tudi tukaj dosegla največje število in povprečje zapomnjenih besed oseba, ki pripada starostni skupini od 20 do 30 let, torej najmlajši. Najmanjše število zapomnjenih besed je dosegla starostna skupina od 51. do 60. leta starosti, torej enako kot v prejšnjem sklopu pomnjenja. Tudi tukaj velja pravilo, da število in povprečje zapomnjenih besed upadata s porastom starosti skupine ljudi, kar mi je zdelo nekako razumljivo. Menila sem, da je smiselno, da si bodo v povprečju največ besed zapomnili tisti, ki so najmlajši ter najmanj tisti, ki so najstarejši. Kot vzrok tega smisla sem našla dejstvo, da tako kot večina človeških sposobnosti s staranjem upada, se povsem enako dogaja s pomnjenjem. Nasprotno lahko posameznik doseže le, če tehnike pomnjenja redno uporablja in razvija. Z redno uporabo teh se med drugim v možganskih centrih za razmišljanje ozavešči in nekako »zabeleži« način razmišljanja, ki ga uporabljamo, kar pomeni, da se v takšnem primeru nekdanja strategija, ki je veljala zgolj za neko tehniko, prelevi v navado posameznika, s katero lahko doseže izjemen uspeh. Iz grafa je razvidno, da so vsi rezultati nekoliko slabši kakor v prejšnjem sklopu pomnjenja, kjer je bil čas pomnjenja daljši za minuto. Tudi

za učitelje velja, da je bil njihov največji razmah med zapomnjenim številom besed med časoma pomnjenj treh in dveh minut.

Tabela 1: Testiranje učiteljev in učencev (celoten seštevek zapomnjenih besed in povprečje)

	UČENCI	UČITELJI
Število zapomnjenih besed	1232	1130
Povprečje	21,24	28,97

Kljub temu, da so si učenci vseh treh razredov v celotnem seštevku zapomnjenih besed zapomnili nekoliko več (tabela 1), so bili učitelji v primerjavi z učenci uspešnejši, ker so imeli večje povprečje zapomnjenih besed.

12.4.4 INTERVJU Z ALENKO SLANA mag. kog. zn. & univ. dipl. soc. ped.

## RAZVOJ

### **Ali je res, da so možgani bolj razviti, če je možganska skorja bolj nagubana?**

Če pogledamo možgane podgane ali veverice, bomo videli, da njihovi možgani niso nagubani in da so po zunanem izgledu skoraj bolj podobni jetrom. Ko pa pogledamo možgane višje razvitih sesalcev, npr. opic ali ljudi, bomo opazili, da so njihovi možgani zelo nagubani. Skozi evolucijo se je pri živalskih vrstah začela pojavljati potreba po novih spretnostih in sposobnostih, zaradi česar so potrebovale tudi večje možgane, ki pa naenkrat niso več imeli prostora v majhnem in omejenem prostoru v lobanji. Da živali ne bi naokrog hodile z ogromnimi glavami, kar jim vsekakor ne bi prinašalo evolucijske prednosti, so se možgani začeli gubati. Bolj kot so možgani nagubani, večjo površino imajo lahko pod omejeno lobanjo, zaradi česar imajo večjo moč predelovanja informacij in lahko služijo več različnim funkcijam.

### **Kako so se razvijali možgani skozi zgodovino človeštva? Ali so obstajali dejavniki, ki so vplivali na razvoj le teh?**

Skozi razvoj človeške vrste so se spreminjali tudi človekovi možgani. Prvi ljudje so imeli veliko manjše možgane kot jih imamo ljudje danes. Možgani avstralopitekov (ena izmed njih bi naj bila znana "Lucy", katere fosil so odkrili v Etiopiji), ki so živeli pred približno 3.5 milijoni let v prostranih travnatih savanah Afrike in so se preživljali z



nabiralništvom in lovom na manjše živali, bi naj imeli prostornino 400 do 550 mililitrov, kar je podobno prostornini možganov šimpanzov. Že v času avstralopitekov so se možgani začeli nekoliko spreminjati — neokorteks, novejši del možganov je postajal vse večji. Neandertalci, "divji ljudje", ki so že bili prvi ljudje z visoko kulturo in so živeli pred približno 150.000 leti, so pravzaprav imeli nekoliko večje možgane, kot jih ima človek dandanes. Možgani odraslega človeka imajo namreč prostornino okrog 1200 mililitrov. Vendar pa to ne pomeni, da so bili neandertalci pametnejši. Možgani neandertalcev so bili v večji meri posvečeni predelavi informacij iz okolja, predvsem vidnih informacij, zaradi česar so imeli bolj razvite zatilne dele možganov. Današnji človek pa ima bolj razvite čelne dele možganov, ki so povezani s planiranjem, komunikacijo, reševanjem problemov in ostalimi naprednimi miselnimi funkcijami, na kar so vplivali predvsem kulturni in jezikovni dejavniki ter tehnološki napredek, kot tudi prehrana.

## **HEMISFERI IN ZGRADBA**

### **Možganski hemisferi se nekoliko razlikujeta glede na svoji nalogi. Ali to velja tudi za zunanost hemisfer?**

Možganski polobli oz. hemisferi se razlikujeta glede na naloge, ki jih opravljata. Tako je dominantna hemisfera (pri večini ljudi leva) npr. odgovorna za jezikovne in matematične funkcije, medtem ko nedominantna (desna) hemisfera igra pomembno vlogo pri prostorskih nalogah in pri zaznavanju glasbe. Ravno tako se hemisferi razlikujeta po tem, s katero stranjo telesa upravljata – leva hemisfera je odgovorna za gibanje desne strani telesa in desna hemisfera za gibanje leve strani telesa.

Različne pa niso le funkcije hemisfer, temveč tudi njuna zunanost. Seveda govorimo o precej majhnih razlikah, ki jih lahko opazi le izurjeno oko. Do razlik v zunanosti lahko pride zaradi različnih razlogov — npr. zaradi različne gostote celic v določenem predelu možganov (na določenih področjih ene hemisfere so celice bolj gosto poseljene), kot tudi zaradi same razlike v desni in levi strani lobanje, ki leži nad možgani.

Razlike v zunanosti hemisfer, ki se nam morda zdijo najbolj zanimive, pa so povezane z razlikami v velikosti možganskih področij, ki so namenjena določeni

funkciji. Kot primer lahko izpostavimo področje za govor, Brocovo področje, ki ga najdemo na dominantni hemisferi. To področje je precej večje od področja, ki bi ga na enakem mestu našli na nedominantni hemisferi.

### **Ali so posamezni možganski centri možganov posameznika različno razviti - glede na njegove sposobnosti (npr. prevajalec jezikov - centri za govor, ...)**

Tukaj se lahko navežemo na prejšnje vprašanje. Razlog, da je Brocovo področje (področje za govor) tako dobro razvito je v tem, da govor uporabljamo kot sredstvo vsakodnevne komunikacije, zaradi česar ta predel možganov ves čas "treniramo" in ga s tem tudi razvijamo. To je precej priročna sposobnost možganov. Kadar se učimo novih znanj, možgane ves čas spreminjamo in razvijamo določena možganska področja, zaradi česar se možgani posameznikov precej razlikujejo. Matematiki imajo npr. precej bolj razvite centre za računanje, prevajalci center za govor, glasbeniki pa center za glasbo (ki pravzaprav leži na nedominantni hemisferi, na enakem mestu, kot bi na dominantni hemisferi našli center za govor). Narejenih je bilo kar nekaj zanimivih študij, ki so pokazale, kako lahko že vsakodnevno nekajminutno udejstvovanje z določeno aktivnostjo trajno spremeni strukturo možganov. Kot primer naj podam študijo, kjer so udeleženci vsakodnevno vadili igranje klavirja. Po nekaj dneh so raziskovalci opazili, da se je področje možganov, ki je odgovorno za gibanje prstov, precej povečalo.

## **SPANJE**

### **Kako vpliva pomanjkanje spanja na možgane (zgradba in delovanje)?**

Glavna funkcija spanja bi naj bila, da si naši možgani opomorejo, saj med spanjem ne predelujemo senzoričnih (čutnih) informacij in ne rabimo biti na nič pozorni. Ravno tako je spanje čas, ko utrjujemo informacije, ki smo jih predelovali čez dan. Skozi mnogo eksperimentov se je pokazalo, da je spanje pomembno predvsem za možgane in ne toliko za telo. Kljub pomanjkanju spanja lahko ohranimo dobro fizično stanje, vendar pa nam bo le-to prineslo mnogo težav na področju miselnih funkcij. Opazimo lahko npr. težave pri govoru, koncentraciji in spominu.

## **Kako bi opisali delovanje možganov med spanjem? Ali so pri vseh ljudeh enako aktivni, glede na spol in starost posameznika?**

Za preklapljanje med stanjem budnosti in spanja v odvisnosti od dneva in noči skrbi manjše jedro celic v hipotalamusu, ki jih imenujemo suprakiazmalno jedro. Spanje poteka v različnih fazah. Ko zaspimo, se najprej potopimo v spanje počasnih valov, kjer je naša električna aktivnost možganov, v nasprotju z budnim stanjem, v obliki počasnih in visokih valov (nizka frekvenca in visoka amplituda). V tej fazi spanja delovanje naših živčnih celic (nevronov) postane popolnoma sinhronizirano, hkrati pa se le-te nehajo odzivati na mnogo dražljajev iz okolja. Skozi noč pa prehajamo v druge faze spanca. V eni izmed njih, REM fazi (spanje s hitrimi gibi zrkel), je naša električna aktivnost možganov precej podobna tisti v budnem stanju (hitri valovi z majhno amplitudo). V tej fazi se naše oči pod zaprtimi vekami hitro premikajo v različne smeri. Takih kratkih REM faz spanja imamo vsako noč štiri do šest, dojenčki pa še celo več.

## **Ali je možno med spanjem osebe ugotoviti, ali ta sanja in kaj sanja?**

Najbolj verjetno je, da sanjamo v REM fazi spanja. Če ljudi zbudimo med to fazo spanja, praviloma vsi poročajo o sanjah – tudi tisti, ki sicer trdijo, da nikoli ne sanjajo. Če torej uporabimo naše znanje o fazah spanja, je možno na podlagi premikov očesnih zrkel ugotoviti, kdaj je oseba v REM fazi spanja. S precejšno gotovostjo lahko sklepamo, da oseba sanja. Kaj pa sanja, pa je precej bolj zapleteno vprašanje. Samo z opazovanjem spečega je vsekakor nemogoče napovedati, o čem sanja. Obstajajo pa drage naprave, npr. funkcijska magnetna resonanca (fMRI), s katero lahko spremljamo aktivnost možganov med tem, ko oseba spi. Na podlagi aktiviranih centrov bi lahko prepoznali grobe informacije o vsebini sanj – npr. ali oseba sanja, da je fizično aktivna oz. ali razmišlja o preteklih dogodkih, nikakor pa ne bi mogli povedati kaj zelo specifičnega, npr. da oseba sanja svojo babico, kako se vozi s kolesom.

## **ALKOHOL**

### **Kakšen je vpliv alkohola na nevrone? Kakšne so posledice?**

Raziskave kažejo, da se velika večina ljudi tekom svojega življenja sreča z alkoholom, kar nekaj izmed njih pa postane z njim zasvojena (v ZDA bi naj bil zasvojen vsak dvanajsti). Alkohol, kot ostale droge, deluje na prenašalne sisteme v možganih tako, da prvotno vpliva na tiste predele možganov, ki so odgovorni za užitek in nagrado. Poznamo dva tipa živčnih prenašalcev – ekscitatorne (to so tisti prenašalci, ki stimulirajo živčno aktivnost) in inhibitorne (prenašalci, ki zavirajo živčno aktivnost). Alkohol deluje tako, da hkrati zmanjša stimulatorno živčno aktivnost in poveča inhibitorno, zaradi česar ob manjši količini povzroči dobro voljo in sproščenost, ob nadaljnjem uživanju pa privede do zaspanosti in v skrajnih primerih do izgube zavesti.

## 13 ZAKLJUČEK

V empiričnem delu raziskovalne naloge sem preverjala sposobnosti učencev petega, sedmega in devetega razreda ter učiteljev razredne in predmetne stopnje, torej skupine ljudi, ki pripadajo različnim starostnim skupinam. Sestavila sem testiranje, ki sem ga izvajala med učenci petega, sedmega in devetega razreda ter učitelji predmetne in razredne stopnje. Ker sem se hotela temu nekoliko bolj posvetiti, sem jutranjemu testiranju dodala še opoldansko. Testirane osebe sem uvrstila v različne starostne skupine, saj sta me še posebej zanimali razlika med rezultati jutranjega in opoldanskega testiranja in pripadnikov določenih starostnih skupin. Zanimivo spoznanje je bilo to, da sem našla osebe, ki so bile pri pomnjenju izjemno uspešne tako pri učiteljih naravoslovnih kot učiteljih družboslovnih predmetov, torej omenjeni področji ne določata sposobnosti pomnjenja. Zelo pomembno je to, da sem iz raziskave pridobila ugotovitve, ki se med učenci in učitelji nekoliko razlikujejo. Za učence velja, da so večino nalog rešili najmanj uspešno petošolci, nato pa je uspešnost rezultatov s starostjo otrok naraščala, in tako dosegla vrhunec pri devetošolcih. To je najboljše razvidno iz naloge, v kateri sem preizkušala osebe v lastnih sposobnostih pomnjenja. Menim, da so devetošolci opravili testiranje najuspešneje v primerjavi s petošolci in sedmošolci, za katere si upam trditi, da se je večina srečala z uporabo tehnik pomnjenja prvič, prav tako menim, da jih niso poznali, saj bi jih v slednjem primeru najverjetneje uporabili. Moram tudi pripomniti, da imajo starejši učenci več pridobljenega splošnega znanja kakor mlajši, kar je devetošolcem pripomoglo pri testiranju, predvsem pri premetankah. Verjela sem v svoje prepričanje, da si bodo učitelji zapomnili več besed, o čem govori povprečje (tabela 1). Učitelji imajo v primerjavi z učenci številne prednosti, saj so starejši, kar pomeni, da imajo posledično dolgoletne izkušnje, med katerimi so morda tudi tehnike pomnjenja. Ker je veliko učiteljev opravilo testiranje zelo dobro, sem lahko na podlagi tega sklepala, da so poznali in uporabljali različne tehnike pomnjenja že pred tem, prav tako so poznali zanke pomnjenja, v katere se je v primerjavi z učenci zapletlo manj učiteljev. Tako učenci kot učitelji so mi navajali rešitve, ki so bile zaradi nepravilne oblike zapisa povsem neustrezne. Najpogosteje so zapisali nepravilno končnico, nekateri pa so navedli tudi besede, ki se niso nahajale na seznamu besed za pomnjenje, kar me je presenetilo. Te besede so bile po navadi v pomenski povezavi s pravilnimi rešitvami. Med raziskovanjem sem uresničila bolj ali manj vse

cilje, zaradi česar sem zadovoljna. Gospa Slana mi je posredovala obilo natančnih informacij, med katerimi sem spoznala, da se nekatere nahajajo tudi v teoretičnem delu. Kljub temu me je seznanila z nekaterimi dejstvi in zanimivostmi o možganih, ki jih pred tem nisem poznala. Intervju, ki sem ga opravila z go. Anko Slana je pripomogel k poteku moje raziskave.

Hipotezo: možganski hemisferi se glede na zunanost skoraj ne razlikujeta, sem **potrdila**.

Hipotezo: menim, da bodo učenci naloge enakega tipa rešili uspešneje zjutraj kakor opoldne, sem **potrdila**.

Hipotezo: predvidevam, da si bodo vsi učitelji skupaj v povprečju zapomnili več besed kakor učenci vseh treh razredov, sem tudi **potrdila**.

Hipotezo: učitelji, ki pripadajo starostni skupini od 51 do 60 let si bodo v primerjavi z drugimi učitelji zapomnili najmanj besed, sem prav tako **potrdila**.

## 14 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Tako kot vse raziskave, tudi moja posreduje družbi veliko informacij, ki so za človeštvo pomembne. Dejstvo je, da če želimo razumeti življenje, moramo poznati zakone narave, ki jih med drugim kroji tudi biologija. Če želimo razumeti svet okoli sebe, je pri tem nujno poznati človeško telo, saj se lahko le tako približamo skrivnostim znotraj človeštva. Moja raziskovalna naloga predstavi bralcu največjo in do sedaj še nepopolno razkrito skrivnost človeštva – možgane. Je res, da poznavanje možganov večinoma ni nujno za naše preživetje, vendar je kljub temu prav, da se zavedamo njih in njihovega pomena v našem telesu, ki nam omogočajo to, kar smo. Moja raziskovalna naloga omogoča bralcu vpogled v osnovne kot tudi v zahtevnejše pojme v povezavi z možgani, torej lahko na podlagi te razume delovanje svojega telesa. Zelo pomembno je, da bralcu sporoča številna dejstva o zahtevni zgradbi možganov, njihovem delovanju in stopnji razvitosti. Ob prebrani nalogi dobi bralce vtis, da so človeški možgani nekaj najlepšega, a tudi najbolj zapletenega v celotnem vesolju, ki ga do sedaj poznamo, kar nas privede nazaj do samega naslova raziskovalne naloge.

## 15 VIRI IN LITERATURA

AMERICAN MUSEUM OF NATURAL HISTORY. (2014). Možgani: Zgodba od znotraj. Ljubljana: BP.

ARNAU, Eduard. (1997). Človeško telo. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

BURNIE, David. (1999). Leksikon človeškega telesa. Ljubljana: Mladinska knjiga.

CUNK MANIČ, Vera, DOLINAR, Marjana in TARMAN – ŠMIT, Ida. (2015). Anatomija in fiziologija človeka. Podsmreka: Pipinova knjiga.

PARKER, Steve. (2006). Možgani in živčevje. Ljubljana: Grica.

RUSSELL, Peter. (1993). Knjiga o možganih. (4. izdaja). Ljubljana: Državna založba Slovenije.

SLAPNIK, Andreja. (2002). Osnove anatomije in fiziologije. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije.

VODNIK PO TELESU. (1995). Ljubljana: DZS.

MOŽGANI. [online]. [Citirano 17. januarja 2016; 17.30]. Dostopno na: <https://sl.wikipedia.org/wiki/Mo%C5%BEgani>

KAJ JE SPANJE IN FAZE SPANJA. [online]. [Citirano 20. januarja; 18.04]. Dostopno na: <http://www.naspi.se/spanje/faze-spanje.html>

ZDRAVO SPANJE. [online]. [Citirano 20. januarja; 18.08]. Dostopno na: <http://www.naspi.se/spanje/zdravo-spanje.html>



## 16 PRILOGE

### TESTIRANJE - ZJUTRAJ

#### 1. Naloga - HRANA (premetanke)

- ▶ RLOBOKI
- ▶ ENLZEA
- ▶ ANDINAMRNA
- ▶ NONCOIČNLEA
- ▶ VCČTEAA
- ▶ RIKAČTOA
- ▶ NASNAA
- ▶ IMTCE
- ▶ DAOGJA
- ▶ PAGTŠEI

#### 2. Naloga - NA MORSKI OBALI (premetanke)

- ▶ TOP ČAPLJA
- ▶ ZIBA LAN
- ▶ PENA VALJ
- ▶ FOTO JANČE

#### 3. Naloga – POMNENJE BESED

##### 1. sklop (čas pomnjenja: 3 min)

- |              |            |
|--------------|------------|
| ▶ Srna       | Avtomobil  |
| ▶ Vulkan     | Luč        |
| ▶ Akumulator | Človek     |
| ▶ Tema       | Potres     |
| ▶ Skrivnost  | Zgodovina  |
| ▶ Gibanje    | Zemlja     |
| ▶ Ujemanje   | Sto        |
| ▶ Seštevanje | Objektiven |

- |          |           |
|----------|-----------|
| ► Lakota | Boleč     |
| Prelepa  | Raziskava |

2. sklop (čas pomnjenja: 2 min)

- |                |                   |
|----------------|-------------------|
| ► Svetloba     | Preobremenjevanje |
| ► Ljubezen     | Uspavanje         |
| ► Nesramen     | Hiteč             |
| ► Vesolje      | Najboljša         |
| ► Dnevni       | Kakor             |
| ► Volja        | Fotosinteza       |
| ► Upanje       | Vojna             |
| ► Vbod         | Zaupanje          |
| ► Os           | Prtljaga          |
| ► Naseljevanje | Oddajnik          |

3. sklop (čas pomnjenja: 1 min)

- |               |               |
|---------------|---------------|
| ► Obdarovanje | Veselje       |
| ► Izgovorjava | Lobanja       |
| ► Napeljava   | Namig         |
| ► Božičen     | Devetnajst    |
| ► Odkrivanje  | Pozabljanje   |
| ► Nevron      | Poizvedovanje |
| ► Noč         | Nepomemben    |
| ► Obroč       | Možgani       |
| ► Zaledje     | Varovanje     |
| ► Neskončnost | Presenečenje  |

## TESTIRANJE – OPOLDNE

### 1. Naloga – V ŠOLI (premetanke)

JELJŠIMAZRAN

EUČNJE

NJEVOECAJNE

CITIČOPNE

### 2. Naloga – VESELI DECEMBER

INAKŽNES

AZMR

RLOIAD

ČONBŽIE

SREPEČENNAE

TOJNMGEE

KEŽANS

ČREAJEV

SODTAR

### 3. Naloga – POMNJENJE BESED

#### 1. sklop (čas pomnjenja 3 min)

- |               |             |
|---------------|-------------|
| ► Glasbilo    | Odvetniki   |
| ► Potovanje   | Zjutraj     |
| ► Loža        | Trot        |
| ► Hrup        | Petnajst    |
| ► Presenečeno | Zasneženo   |
| ► Razdalja    | Opoldne     |
| ► Mračen      | Rezervacija |
| ► Len         | Nadgradnja  |
| ► Nebotičnik  | Prevzvišen  |
| ► Premišljeno | Bankrot     |

#### 2. sklop (čas pomnjenja: 2 min)

- |               |              |
|---------------|--------------|
| ► Poletna     | Kršena       |
| ► Smučanje    | Ocean        |
| ► Utoplajajoč | Paralelogram |
| ► Večerni     | Viharjem     |
| ► Zmeraj      | Svečano      |

- |                  |            |
|------------------|------------|
| ► Ko             | Ampak      |
| ► Razpolavljanje | Maček      |
| ► Trčenje        | Potop      |
| ► Čustvo         | Oponašanje |
| ► Obarvati       | Brezbarvni |

3. sklop (čas pomnjenja: 1 min)

- |               |             |
|---------------|-------------|
| ► Lubenica    | Gledališčni |
| ► Ustanova    | Tehnična    |
| ► Zakon       | Leteti      |
| ► Ponavljanje | Jurček      |
| ► Tih         | Val         |
| ► Nezanosljiv | Opustošena  |
| ► Sistematski | Krivično    |
| ► Deževni     | Omejiti     |
| ► Storjen     | Plavati     |
| ► Abonma      | Kajak       |