

# Nevroznanost

## Zaspani možgani

LEA GORNJAK, I. gimnazija v Celju  
leagornjak@gmail.com

---

● **Povzetek:** V prispevku predstavljamo pomen spanja za vsakdanje budno funkcioniranje. Najprej si ogledamo, koliko časa možgani med spanjem resnično počivajo v smislu, da porabljajo manj energije kot v budnem stanju. Vidimo, da se le v krajšem obdobju spanja zmanjša možganska aktivnost. Sledi analiza dogajanja v možganih med spanjem. Predstavljamo, kako se med spanjem odpadne snovi odstranjujejo iz možganov. Nato navajamo rezultate različnih raziskav, ki kažejo kvarni učinek pomanjkanja spanja na kognitivne sposobnosti. Sledi še pregled raziskav, ki obratno kažejo, kako dovolj spanja pozitivno vpliva na kognitivne sposobnosti. V sklepnem delu predstavljamo izrazito individualnost potrebe po spanju in delitev ljudi v različne kronotipe. Prav tako omenimo možne načine delovanja šolske svetovalne službe pri osveščanju dijakov, staršev in učiteljev o pomenu spanja.

**Ključne besede:** možgani, spanje, kronotip, dijaki, učenje, logično sklepanje.

### Sleepy Brain

● **Abstract:** This paper presents the importance of sleep for our daily functioning while awake. It begins by taking a look at how long our brain actually rests during sleep, meaning that it uses up less energy than in the awake state. It shows that brain activity is reduced only during a shorter period of sleep. It continues by analysing what goes on in the brain during sleep. It presents how waste is removed from the brain while we sleep. Afterwards, it mentions the results of various research studies, which demonstrate the harmful effect of sleep deprivation on cognitive abilities. This is followed by a review of research studies which show that, on the other hand, getting enough sleep has a positive

impact on cognitive abilities. The conclusion presents the distinct individuality of the need for sleep and the categorisation of people into various chronotypes. It also mentions potential ways for the school counselling service to raise awareness of the importance of sleep among secondary school students, parents and teachers.

**Keywords:** brain, sleep, chronotype, secondary school students, learning, logical inference.

Vsem dobro znano jutranje zvonjenje budilke prekinemo spanec in vstopimo v nov dan s pripadajočimi obveznostmi. Zagotovo je pomembno, da smo produktivni, zbrani in odgovorni. To je stopnička na poti k našemu uspehu. Prespimo približno tretjino življenja. Bodimo konkretni. Tridesetletnik je prespal že približno deset let svojega življenja, petdesetletnik pa kar osemnajst. Ne deset ali osemnajst dni, ampak let! Edini razumen sklep je, da je spanje pomembno in da ne gre zgolj za potrat časa. Kakšen pomen ima spanje za nas? Uravnavajo ga možgani, in vprašamo se lahko, ali med spanjem resnično tudi sami počivajo.

## 1 Možganski počitek

Če vas zanima, kolikšna je velikost vaših možganov, stisnite obe roki v pest in ju staknite. V primerjavi z ostalim telesom torej niti niso tako zelo veliki, kajne? Kljub temu so možgani zaradi svoje električne aktivnosti potraten organ. Obsegajo približno pet odstotkov telesne teže, hkrati pa porabljajo velik del energije telesa. Kar 20 odstotkov porabe lahko pripišemo možganom (Majdič 2011). Zanimivo je, da je tudi spanje dejaven fiziološki proces, med katerim ostajajo možgani aktivni. V določenih fazah spanja, pravzaprav večino spanca, porabljajo prav toliko energije kot v budnem stanju. Ne počivajo. Še vedno se po spancu počutimo osvežene. Poglejmo, kaj se pravzaprav dogaja med spanjem. V bistvu lahko ločimo spanje na dva dela, in sicer na spanje s hitrimi očesnimi gibi - faza REM faza (Rapid Eye Movement) - in na spanje s počasnim gibanjem oči - faza NREM (Non-Rapid Eye Movement), ki se deli na tri dele (<https://sleepfoundation.org>). Prvi del je prehod iz budnosti v dremanost, gre za lahkoten spanec, v katerem se mišična aktivnost upočasni. V drugem delu se gibanje oči ustavi. Za tretji del so značilni izredno počasni delta valovi,

globoko spanje, ni očesnih gibov, ni mišične aktivnosti. Fazi NREM sledi faza REM, v kateri se pospeši dihanje, ki je plitkejše, oči se hitro premikajo, mišice udov so začasno »paralizirane«, srčni utrip se poveča, sanjamo, možganska aktivnost pa je podobna tisti v budnem stanju. Arhitektura spanja je predvidljiv vzorec izmenjavanja faz NREM in REM. Celotni cikel

**Tudi spanje je dejaven fiziološki proces, med katerim ostajajo možgani aktivni. V določenih fazah spanja, pravzaprav večino spanca, porabljajo prav toliko energije kot v budnem stanju.**

traja 90 do 120 minut in se ponovi štirikrat do šestkrat na noč. Približno 20 odstotkov celotnega spalnega cikla je obdobje, v katerem možgani resnično počivajo. To pomeni, da je raven energije, ki jo uporabijo, nižja kot med budnim obdobjem. Le del noči torej preživimo v delu faze NREM, ko možgani počivajo. Kljub temu se po dobro prespani noči počutimo spočite. Zakaj?

## 2 Prečistimo glavo

Vsak organ v našem telesu mora poskrbeti za stalen dotok hranilnih snovi zase. Za možgane je ta naloga izrednega pomena, saj njihova intenzivna električna aktivnost porabi velik del energije, namenjene delovanju telesa. Krvožilni sistem poskrbi za to, da dostavi hranilne snovi in kisik v vsak kotiček našega telesa, prav tako v vsak delček možganov. S celično presnovo se ustvarjajo odpadne snovi, ki jih je treba izločiti. V telesu za odvajanje odpadnih snovi skrbi limfni sistem. Iz možganov zbira beljakovine in druge odpadne sno-

**Približno 20 odstotkov celotnega spalnega cikla je obdobje, v katerem možgani resnično počivajo.**

vi ter jih dostavlja v kri. Zanimivo je, da so možgani organ, v katerem ni limfnega sistema. Zaradi svoje intenzivne aktivnosti proizvedejo veliko količino odpadnih snovi, ki jih je treba učinkovito odstraniti. Enak način čiščenja kot v preostalem telesu tukaj ne deluje >

(Iliffi, Wang, Liao, Plogg, Peng, Gundersen, Benveniste, Vates, Deane, Goldman, Nagelhus in Nedergaard 2012). Kaj pa deluje?

Cerebrospinalna tekočina ali krajše CSF napolnjuje prostor okoli možganov. Najpreprosteje povedano odpadne snovi v možganih prehajajo v CSF, ta pa se nato izteka v kri. V tem pogledu ima podobno vlogo kot limfa. Proces »čiščenja« se ne dogaja naključno, odpadne snovi ne prehajajo kadar koli v CSF. Tudi CSF ne ostaja zunaj možganov, ampak pronica v možgane ob zunanjih stenah možganskih žil in teče ob njih v globoko notranjost možganov. Podobno kot žile CSF doseže vsak delček možganov. Na svoji poti čisti odpadne snovi iz možganske medceličnine. To je genialna rešitev za izločanje odpadnih snovi, saj so možgani zaprti v lobanjo in gosto napolnjeni s celicami, tako da v njih ni prostora za še en sistem, kot bi bil limfni. Ta način čiščenja je edinstven za možgane. Najbolj presenetljivo pa je dejstvo, da se omenjeni proces čiščenja možganov dogaja le, ko spimo. Opazimo lahko tudi, da se med spanjem možganske celice nekako skrčijo in dajo več prostora CSF, ki se premika skozi. Torej preprosto povzeto možgani v budnem stanju, ko so najdejavnejši, proizvajajo odpadne snovi. Ko spimo, pa poteka

### Pomanjkanje spanja je torej povezano s kognitivnim upadom.

odvajanje teh odpadnih snovi (Iliffi idr. 2012).

Ali je odpravljanje odpadnih snovi med spanjem povezano z našimi kognitivnimi sposobnostmi? Eden izmed odpadnih produktov, na katerega so se osredinjale študije, je beljakovina Amiloid beta, ki jo proizvajajo možgani (Iliffi in dr., 2012). Če želimo ostati zdravi, jo je potrebno odstraniti. Pri pacientih z Alzheimerjevo demenco se amiloid beta kopiči v možganih. To zastajanje amiloida beta naj bi bilo po trenutnih spoznanjih eden ključnih korakov v razvoju demence. Meritve so pokazale, da se amiloid beta hitreje čisti iz možganov, ko spimo, kot pa ko bedimo. Te ugotovitve vplivajo na naše videnje odnosa med spanjem, amiloidom beta in Alzheimerjevo demenco. Serija kliničnih študij nakazuje, da se pri bolnikih, ki še niso razvili Alzheimerjeve demence, poslabšana kakovost in krajša obdobja spanja povezujejo z večjo količino shranjenega amiloida beta v možganih. Te študije ne dokazujejo, da slabo spanje povzroča Alzheimerjevo demenco, nakazujejo pa, da kopičenje amiloida beta zaradi nespečnosti prispeva k razvoju demence. Pomanjkanje spanja je torej povezano s kognitivnim upadom.

Po vpogledu na del dogajanja med spanjem pogledimo še spanje najstnikov. Ameriška nacionalna fundacija za spanje (<https://sleepfoundation.org>) poroča, da najstniki potrebujejo več spanja kot odrasli. Hkrati poročajo, da le majhen odstotek najstnikov prespi dovolj časa in da si ostali nabirajo tako imenovani spalni dolg. Gre za problematiko, ki zahteva več pozornosti in odpira vprašanje, kaj lahko storimo za najstnike.

## 3 Izguba spanja vpliva na kognitivne funkcije

Kako zaspanost vpliva na naše vsakodnevno življenje? Različne študije kažejo na znižane kognitivne sposobnosti. Iz tega sledi, da je vprašanje še posebej smiselno za najstnike, ki obiskujejo pouk in se od njih v šolah pričakuje miselna učinkovitost. Primanjkljaj spanja, ki ga nabiramo čez teden, se zbira, in če ga ne nadoknadimo, se prenese v naslednji teden. To kažejo rezultati različnih študij, kot npr. študija, ki so jo izvedli med vojaki (Angus in Heslegrave 1985), je pokazala upad kognitivnih sposobnosti po primanjkljaju spanja. V času 54-urne budnosti so morali vojaki kontinuirano spremljati informacije, ki so prihajale po komunikacijski mreži, in se odzivati nanje. Medtem so ocenjevali njihove kognitivne sposobnosti s kognitivnimi testi, ki so bili del prejetih sporočil. Ti rezultati poudarjajo izreden pomen spanja za človekovo uspešno kognitivno funkcioniranje. Sklepamo lahko, da je dovolj spanja tudi prvi pogoj za učinkovito kognitivno sposobnost in posledično učno uspešnost pri dijakih.

Pomanjkanje spanja ne vpliva zgolj na um, ampak tudi na telo. Ko nam primanjkuje spanja, se zmanjša sposobnost telesa, da uporabi hrano, ki smo jo zaužili. Sposobnost telesa, da naredi inzulin in pridobi energijo iz glukoze, se izjemno zniža. Če nadaljujemo na ta način, se pospešijo deli procesa staranja. Rezultati raziskav (Spiegel 1999) so pokazali, da ima spalni dolg škodljive posledice na metabolizem ogljikovih hidratov in na endokrine funkcije. Učinki so podobni tistim, ki jih opazimo pri običajnem staranju, tako da lahko sklepamo, da spalni dolg zvišuje resnost kroničnih obolenj, povezanih s starostjo.

## 4 Prednosti dobrega spanca

Videli smo, da pomanjkanje spanja v različnih pogledih omejuje človeka. Kako pa na nas vpliva dovolj spanja? Če se dobro naspimo, spodbudimo učenje. To potrjuje eksperiment, v katerem so študentje reševali niz matematičnih problemov. Pred reševanjem so bili seznanjeni z metodo njihovega reševanja. Niso jim povedali, da obstaja še krajša metoda, po kateri se pride do rešitve. Raziskovalce je zanimalo, ali obstaja način, da spodbudijo uvid do te bližnjice. Rezultati so pokazali, da po 12 urah 20 odstotkov študentov samih odkrije bližnjico. Če so jim pustili, da so se v teh 12 urah naspali za 8 ur, se je število potrojilo in kar 60 odstotkov študentov je odkrilo bližnjico (Mednick in Drummond 2004). Ne glede na to, kolikokrat je bil eksperiment ponovljen, so bili študenti iz skupine, ki je lahko spala, konsistentno uspešnejši od tistih, ki niso spali. Rezultati tega eksperimenta so nedvomen pokazatelj pome-

na spanja za učinkovitost mišljenja. Današnji srednješolski predmetniki velik del pouka namenjajo ravno matematiki, v gimnazijskih programih pa naravoslovju nasploh. Zanimivo bi bilo izvedeti, kako je večji delež spanca povezan z dosežki slovenskih dijakov pri naravoslovnih predmetih.

Še en eksperiment (Skaggs in McNaughton 1996) razkriva, kaj se dogaja v možganih med spanjem. V njem so v raziskovalne namene uporabili podgane, ki so se učile prehoditi labirint. Znanstveniki so jim namestili elektrode, ki so merile aktivnost določenih nevronov v možganih, ki procesirajo informacije ob učenju. Medtem se je pojavljal specifičen vzorec električnih impulzov. Ko je podgana zaspala, so bile elektrode še vedno pritrjene, tako da je bilo mogoče spremljati možgansko aktivnost. Izkazalo se je, da možgani ponavljajo specifični električni vzorec, ki je bil opazen med učenjem. Ponavljal se je vedno znova z veliko hitrostjo. Med spanjem so možgani utrjevali tisto, česar se je podgana učila v budnem stanju. Študije so potrdile, da enako velja tudi za ljudi (Rasch in Born 2012).

V zadnjih letih so znanstveniki spoznali, da tudi pri odraslih ljudeh nastajajo novi nevroni. Ta proces imenujemo nevrogeneza. Ni še jasno, kako pravzaprav nevrogeneza vpliva na spomin, vendar pa rezultati raziskav kažejo na povezavo med nastajanjem novih nevronov in sposobnostjo spomina in učenja (Deng, Aimone in Gage 2010). To raziskovalno področje je trenutno v razvoju, so pa rezultati raziskav pokazali, da deprivacija spanja zavira nevrogenezo, kar prinaša posledice za učenje. Natančne mehanizme delovanja še raziskujejo. Seveda je treba poudariti, da na nevrogenezo vplivajo še drugi dejavniki, kot so gibanje, prehrana in starost, in da dovolj spanja pomeni delček mozaika, ki ugodno vpliva na posameznika.

Sklenemo lahko, da spanje ugodno vpliva na naše kognitivne sposobnosti in da pripomore k uspešnemu učenju. Učenci, dijaki, študentje in njihovi starši ter učitelji se moramo zavedati blagodejnega vpliva spanja. Koliko spanja torej potrebujemo?

## 5 Kronotipi

Podobno kot ima vsak človek svojo enkratno osebnost, se razlikujemo v potrebi po spanju. Koliko spanja je dovolj? Posplošen odgovor ne obstaja. Ko začnemo brs-

kati po podatkih o spanju pri ljudeh, ne moremo govoriti o usklajenosti, temveč o izraziti individualnosti. Na spalni cikel vplivajo različni dejavniki, kot so starost, spol, nosečnost, puberteta idr. S spalnimi cikli in biološkimi urami, ki so integralni del življenja na zemlji, se ukvarja kronobiologija (Wolverton 2013). Kot že ime pove - beseda *khronos* namreč v grščini pomeni čas -, se ta znanost ukvarja s periodičnimi procesi in njihovi prilagajanjem na sončne, lunarne in sorodne ritme. Poznamo jutranje in večerne kronotipe ter tiste, ki so nekje vmes na dimenziji spalnega spektra (Phillips 2009). Le manjši del ljudi pripada ekstremu spalnega spektra, ki ga imenujemo jutranji kronotip. Ti ljudje so najbolj budni okoli poldneva in so na delu najbolj produktivni nekaj ur pred kosilom. Ne potrebujejo budilke, saj se zbudijo pred njo, pogosto pred šesto uro zjutraj. Kot svoj najljubši obrok navajajo zajtrk in na splošno spijejo manj kave kot ljudje z nasprotnim kronotipom. Proti večeru postajajo dremotni in večina jih gre oziroma želi iti v posteljo okoli devete ure. Drugi

**Spalni dolg ima škodljive posledice na metabolizem ogljikovih hidratov in na endokrine funkcije. Učinki so podobni tistim, ki jih opazimo pri običajnem staranju, tako da lahko sklepamo, da spalni dolg zvišuje resnost kroničnih obolenj, povezanih s starostjo.**

**Ko začnemo brskati po podatkih o spanju pri ljudeh, ne moremo govoriti o usklajenosti, temveč o izraziti individualnosti.**

ekstrem spalnega spektra predstavlja manjšina ljudi z večernim kronotipom. Poročajo, da so najbolj budni okoli šeste ure zvečer, najbolj produktivni pa so pozno zvečer. Redko gredo v posteljo pred tretjo uro zjutraj. Vsekakor potrebujejo budilko, da lahko naslednje jutro vstanejo. Če bi lahko, se ne bi zbudili veliko pred desetimi. Ni presenetljivo, da je njihov najljubši obrok večerja. Spijejo velike količine kave. Ostali ljudje se nahajajo nekje med obema ekstremoma.

Ali ne bi bilo čudovito, če bi bili naši delovni in šolski urniki prilagojeni individualnemu kronotipu osebe? Podatki na primer kažejo, da dijaki začasno, ko preživljajo najstniška leta, izražajo bolj večerni kronotip. Hormoni, ki vplivajo na spanje, npr. melatonin, imajo maksimalne ravni ravno v najstniških možganih. Naravna tendenca teh otrok je, da spijo dlje, še posebno zjutraj.

Ameriška nacionalna fundacija za spanje (<https://sleep-foundation.org>) izobražuje občo javnost o pred-

nostih dobrega spanca. Leta 1999 je kongres spodbudil šole, naj premislijo o jutranjih urah, ki bi bile bolj usklajene z biološko uro najstnikov, tako da se pouk ne bi začel pred pol deveto uro zjutraj. Leta 2014 so predstavili zakonodajo, ki naslavlja odnos med uro začetka pouka in zdravjem, psihičnim blagostanjem in zmogljivostjo najstnikov. Študija univerze v Minnesoti je pokazala učinke kasnejšega začetka pouka. Okrožje javnih šol Minneapolis je spremenilo začetek pouka na sedmih srednjih šolah s 7.15 na 8.40 zjutraj. Rezultati o dosežkih dijakov so bili spodbudni. Prav tako so ugotovili, da je manj izostankov od pouka, da so dijaki bolj zbrani in da je manj poročanja dijakov o depresivnem počutju. V Sloveniji določa začetek pouka Pravilnik o šolskem koledarju v srednjih šolah. Pouk se začneja praviloma ob osmih zjutraj, razen če svet šole v soglasju s svetom staršev in učiteljskim zborom odloči drugače. Možnost za kasnejšo uro začetka pouka torej obstaja, je pa odvisno od posamezne šole, ali bo delovala v smeri take spremembe. Svetovalni delavec lahko na različne načine ozavešča dijake in starše ter sodelavce o blagodejnih vplivih spanja ter škodljivih vplivih pomanjkanja spanja. Programske smernice za delo šolske svetovalne službe predvidevajo različne oblike sodelovanja. Del svetovalnega dela z dijaki zajema spodbujanje osebnega razvoja. V okviru dejavnosti iz programa za spodbujanje osebnega in socialnega razvoja lahko svetovalni delavec pripravi interaktivne delavnice o vplivu spanja tako na vsakdanje delovanje kot tudi na učno uspešnost. Dijaki se lahko obrnejo ne-

posredno na svetovalno službo vsak dan v času pogovornih ur. Tudi takrat je lahko tema pogovora pomen kakovostnega spanca. Svetovalna služba sodeluje s starši individualno ali skupinsko v obliki predavanj ali delavnic, na katerih lahko spregovorijo o vplivu spanja tako na vsakdanje delovanje kot tudi na učno uspešnost dijakov. Pomembno je, da se svetovalni delavci sami seznanjajo z novostmi na omenjenem področju, saj bodo le tako lahko svoje znanje prenesli na dijake, starše in sodelavce.

## Sklep

Sklenemo lahko, da je spanje pomembno za vsakdanje budno funkcioniranje. Videli smo, da pomanjkanje spanja negativno vpliva na kognitivne sposobnosti, medtem ko kakovosten spanec vpliva nanje pozitivno. Del vpliva spanja, ki ga v tem prispevku nismo obravnavali, je vpliv na razpoloženje in čustveno počutje. Če povzamemo napisano, vidimo, da ima spanje pomembno biološko kot tudi psihološko vlogo. Vsak od nas bi si zaradi sebe moral prizadevati za dovolj krepčilnega spanca. Naloga odraslih, ki delamo z otroki, je, da jih izobražujemo tudi o spanju in da delujemo tako, da jim poskušamo omogočiti dovolj počitka. V svetovalni službi se tako na različne predvidene načine dela lahko povezujemo z dijaki, starši in učitelji ter opozarjamo na pomen spanja. <

## Viri in literatura

1. Angus, R. G. in Heslegrave, R. J. (1985). Effects of Sleep Loss on Sustained Cognitive Performance During a Command and Control Simulation. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, letnik 17 (1), str. 55-67.
2. Deng, W., Aimone, J. B. in Gage, F. H. (2010). New neurons and new memories: how does adult hippocampal neurogenesis affect learning and memory? *Nature Reviews Neuroscience*, letnik 11 (5), strani: 339-350.
3. Iliff, J. J., Wang, M., Liao, Y., Plogg, B. A., Peng, W., Gundersen, G. A., Benveniste, H., Vates, G. E., Deane, R., Goldman, S. A., Nagelhus, E. A. in Nedergaard, M. (2012). A Paravascular Pathway Facilitates CSF Flow Through the Brain Parenchyma and the Clearance of Interstitial Solutes, Including Amyloid  $\beta$ . *Science Translational Medicine*. Dostopno na <https://www.urmc.rochester.edu/labs/Nedergaard-Lab/publications/pdfs/Paravascular-Pathway-Facilitates-CSF-Flow.pdf> (6. 9. 2016).
4. Majdič, G. (2011). Kolikšen del možganov uporabljamo. V: J. Derganc in H. Lenasi (ur.), *Kvarkadabra pri zdravniku: znanstvene zgodbe iz zakulisja medicine*. Ljubljana: Kvarkadabra.
5. Mednick, S. C. in Drummond, S. (2004). Sleep: A Prescription for Insight? *Insomnia*, letnik 3, str. 26-28.
6. Phillips, M. L. (2009). Life between Clocks: Daily Temporal Patterns of Human Chronotypes. *Nature*, letnik 458, str. 142-144.
7. Spiegel, K., Leproult R., Van Cauter E. (1999). Impact of Sleep Debt on Metabolic and Endocrine Function. *Lancet*, 354, str. 1435-1439. Dostopno na [http://www.oliverfinlay.com/assets/pdf/spiegel,%20leproult,%20cauter%20\(1999\)%20impact%20of%20sleep%20debt%20on%20metabolic%20&%20endocrine%20of%20function.pdf](http://www.oliverfinlay.com/assets/pdf/spiegel,%20leproult,%20cauter%20(1999)%20impact%20of%20sleep%20debt%20on%20metabolic%20&%20endocrine%20of%20function.pdf) (6. 9. 2016).
8. Rasch B. in Born, J. (2013). About Sleep's Role in Memory. *Physiological Reviews*, letnik 93(2), str. 681-766. Dostopno na <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3768102/> (6. 9. 2016).
9. Skaggs, W. E. in McNaughton, B. L. (1996). Replay of Neuronal Firing Sequences in Rat Hippocampus During Sleep Following Spatial Experience. *Science*, letnik 194, str. 1870-1873.
10. Wolverson, M. (2013). Living By The Clock: The Science Of Chronobiology. Dostopno na [http://www.uphs.upenn.edu/news/publications/pennmedicine/files/spring\\_2013\\_living\\_by\\_the\\_clock.pdf](http://www.uphs.upenn.edu/news/publications/pennmedicine/files/spring_2013_living_by_the_clock.pdf) (6. 9. 2016).
11. <https://sleepfoundation.org> (6. 9. 2016).