

Sissejuhatus psühhofüsioloogia rakendustesse

Lisamaterjalid

Sissejuhatus.....	1
Silmaliigutused ja nende mõõtmine	2
Pavlovia, veebikatsete läbiviimine, PsychoPy veebimaterjalid.....	4
Südame ja lihasaktiivsuse mõõtmine.....	5
Elektroentsefalograafia rakendamine laboris.....	6
Elektroentsefalograafia rakendamine väljaspool laborit.....	7
Muud mõõdikud: EDR ja fNIRS	9
Programmeerimisega seotud lisamaterjalid.....	10

Sissejuhatus

LOENGUD JA VIDEOD

[LÜHIVIDEO] Bioloog [Edward O. Wilsoni inspireeriv TED kõne](#) teaduslase kirjaoskuse vajalikkusest ühiskonnas. Selles videos annab ta ka mõned näpunäited alustavale teadlasele. Samal teemal on ilmunud ka Edward O. Wilsoni raamat: [Letters to a Young Scientist](#).

[LÜHIVIDEO] Psühhofüsioloogia ja neurobioloogia lähenemised on paljuki erinevad. Psühhofüsioloogilisi mõõtmisi teostatakse inimesel ja nad on enamasti mitteinvasiivsed. Psühhofüsioloogid on huvitatud, kuidas keha ja psüühika üksteist mõjutavad. Neurobioloogilised uurimistööd viiakse tihti läbi loomadel ja seal kasutatud meetodid on tõenäolisemalt invasiivsed. Neurobiolooge huvitab, millised on aju toimimise üldised printsiibid. Reaalsuses on piirid erinevate valdkondade vahel hägusamad ja ühes valdkonnas saadud teadmised mõjutavad teises valdkonnas tehtavat uurimistööd ja meetodeid ning vastupidi. Neurobioloogilise uurimistöö illustratsiooniks sobivad näiteks füsioloogia Nobeli preemia laureaatide Torsten Wieseli ja David Hubeli üksikraku tasandi mõõtmised kasside nägemispiirkonnas. [Selles videos](#) avabki Wiesel selle uurimistöö tagamaid.

[LÜHIVIDEO] Esimeses praktikumis lõime Stroopi katse juhtfaili. [Selles videos](#) selgitab Jonathan Peirce (Nottinghami Ülikooli kaasprofessor ja PsychoPy asutaja) Stroopi katse loomise algtõdesid PsychoPy-s.

MUUD LUGEMIS- JA ABIMATERJALID

[ÕPIK] Hea kontseptuaalse sissejuhatuse teemasse teeb psühhofüsioloogia käsiraamatu esimene peatükk:

Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., & Berntson, G. (Eds.). (2007). Handbook of psychophysiology. Cambridge university press.

[ÕPIK] Kursusel kasutame juhtfailide loomiseks vabavaralist ja Pythoni programmeerimiskeele baseeruvat programmi PsychoPy. Kasutatavast programmist annab hea ülevaate PsychoPy õpiku esimene peatükk. Raamat on saadaval ka [Tartu Ülikooli raamatukogus](#). Praktikumis lõime Stroopi katse, mis baseerub sama raamatu teisel peatükil.

Peirce, J., & MacAskill, M. (2018). *Building experiments in PsychoPy*. Sage.

[ÕPIK] Videote all oli viidatud psühhofüsioloogia ja neurobioloogia sarnasustele ja erinevustele. Järgnevalt on toodud viide suurepärasele eestikeelsele õppematerjalile nägemistaju aluseks olevatest peenstruktuuridest, millest enda loengus jutustab ka Torsten Wiesel (vt loengud ja videod).

PS - Ürita mitte lasta end heidutada selle õppevahendi vanusest ja kaantest üldisemalt.

Allik, J. 1975 Nägemissüsteemi mikrostruktuur: nägemistaju psühholoogilised alused. Tartu Riiklik Ülikool. Link täistekstile: http://www.ester.ee/record=b1216225*est

Silmaliigutused ja nende mõõtmine

LOENGUD JA VIDEOD

[KURSUS] [Massachusettsi Tehnoloogiainstituudi avatud kursus](#) sensorsetest protsessidest (kursuse juhendajaks on professor Peter Schiller). Silmaliigutuste temaatikaga haakuvad enim loengud 10-13.

[KURSUS] Duke'i ülikooli [avatud neurobioloogia kursus](#), mida juhendab Leonard E. White (Ph.D). Kursuse kuuendal nädalal on põhjalikult juttu visuaalse süsteemi neuronaalsetest alustest.

[KURSUS] Praktikumis puudutasime põgusalt ka visuaalsete stiimulite baasilisemaid parameetreid nagu ruumiline lautustihedus ja orientatsioon. [See vaba juurdepääsuga kursus](#) annab väga hea ülevaate nägemistaju baasprotsessidest (kursust juhendab nägemisuurijatele hästi tuttav Dale Purves; dr. med). Kursus peatub vähem nägemistaju füsioloogial ning rohkem tajupsühholoogilistel leidudel ja püstitab sealjuures palju inspireerivaid ja seni vastuseta küsimusi.

[LÜHIVIDEO] [Kaasprofessor Thomas Armstrong selgitab](#), kuidas arvuti hiire kaudu on võimalik saada silmaliigutuste jälgimisele sarnaseid tulemusi (eriti aktuaalne online katsete mõttes)

MUUD LUGEMIS- JA ABIMATERJALID

[ÕPIK] Silmaliigutuste alaosa sobituvad hästi [kursuse õpiku](#) (Stern, Ray & Quigley, 2001) peatükid 4 ja 9.

[ÕPIK] Silmaandurite ühildamisest PsychoPy-ga kõneleb PsychoPy õpiku 19. peatükk (*Add eye tracking to your experiment*).

[ÕPIK] Peter Schilleri loenguga sobitub hästi Kleini ja Ettingeri (2019) silmaliigutustele pühendatud raamatu teine peatükk (lk 13-56), mis räägib sakaadide neuronaalsetest alustest. See peatükk on tervikuna kättesaadav ka [Google raamatute hulgas](#).

[ÕPIK] Klein, C., & Ettinger, U. (Eds.). (2019). *Eye Movement Research: An Introduction to Its Scientific Foundations and Applications*. Springer Nature. Raamat on virtuaalse täistekstina saadava ka TÜ raamatukogu lugejatele.

[ÕPIK] Duchowski, A. T. (2007). *Eye tracking methodology: theory and practice* (2nd ed). London: Springer.

[ÕPIK] Silmaliigutuste ajaloost annab hea ülevaate [see TÜ arvutivõrgus kättesaadav õpik](#):

Wade, N., & Tatler, B. W. (2005). *The moving tablet of the eye: The origins of modern eye movement research*. Oxford University Press, USA.

[ÜLEVAADE] Kaasaegseid ülevaateid pupilli suuruse mõõtmisest (sügavama huvi korral vaata ka silmaliigutuste loengu- ja praktikumislaidide lõpus toodud kirjandust, kust leiad viited ka mõningatele valdkonna kõige pioneerlikematele töödele):

Mathôt, S. (2018). Pupillometry: Psychology, Physiology, and Function. *Journal of Cognition*, 1(1), 16. <https://doi.org/10.5334/joc.18>

van der Wel, P., & van Steenbergen, H. (2018). Pupil dilation as an index of effort in cognitive control tasks: A review. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25(6), 2005–2015. <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1432-y>

[VEEB] Nyquisti-Shannoni teoreemi selgitav ja interaktiivset joonist sisaldav [veebileht](#).

[VEEB] Katseta loengus ja praktikumis saadud teadmisi ka silmaliigutuste teemalises [Kuldvillakus](#)

Pavlovia, veebikatsete läbiviimine, PsychoPy veebimaterjalid

VIDEOD JA LOENGUD

[LÜHIVIDEO] Lühülevaate [PsychoPy katse veebi laadimisest](#) annab postdoktorant Rebecca Hirst (Trinity College Dublin)

Võimalusi silmaliigutuste veebis mõõtmiseks:

[LOENG] [Selles videos](#) tutvustatakse Tobii AB veebiplatvormi, mis võimaldab silmaliigutusi ka veebikaamera kaudu mõõta. Kui see teema tundub põnev, siis soovitaksin proovida Thomas Pronki loodud [veebikaameral põhinevat silmaliigutuste jälgimise demo](#) PsychoPys (kasutaja: tpronk, katse nimi: demo_eye_tracking2). Veidi teistsugust ja vähem tehnilist alternatiivi pakub [Thomas Armstrong kirjeldatud meetod](#), millele oli viidatud ka silmaliigutuste lisamaterjalide all.

[LÜHIVIDEO] Lisaks silmaliigutustele on veebipõhiseid lahendusi ka südameaktiivsuse jälgimiseks. [Selles lühiloengus](#) võrdlebki Gianluca Finotti seda lähenemist mitmete teiste levinud südameaktiivsuse jälgimise meetoditega.

MUUD LUGEMIS- JA ABIMATERJALID

[ARTIKKEL] Käitumuslike katsete veebis jooksutamisse annab sissevaate Grootswagersi (2020) artikkel:

Grootswagers, T. (2020). A primer on running human behavioural experiments online. *Behavior research methods*, 1-4.

[ARTIKKEL] Selles artiklis võrreldakse mitme levinud rakenduse ajastustäpsust veebis ja laboris:

Sauter, M., Draschkow, D., & Mack, W. (2020). Building, hosting and recruiting: A brief introduction to running behavioral experiments online. *Brain sciences*, 10(4), 251.

[VEEB] Juhuks, kui soovid saada kiiret tunnetust, kuidas mõni levinud katse välja võiks näha, siis võid proovida katset [Inquist Labi kodulehelt](#) leida ja jooksutada.

[VEEB] Sellel kursusel tutvusime Pavlovia veebikatsete keskkonnaga. Sinna keskkonda laetud katsed leiad [Pavlovia kodulehelt](#).

[VEEB] PsychoPy katsete Pavloviasse laadimiseks tuleb PsychoPy graafilises liideses kasutatud koodielemendi tõlkida JavaScripti keelde. Levinud tõlked PsychoPy koodile on leitavad [sellelt leheküljelt](#) (*PsychoPy Python to JavaScript crib sheet*).

[VEEB] Veebikatsetes kasutatava stiimulite suuruste kalibreerimiseks mõeldud krediitkaardi suurusel baseeruva näite leiad [siit](#).

[ARTIKKEL] Veebikatsetes kasutatava katseisiku kauguse seadistamiseks mõeldud pimetähni asukohal baseeruva virtuaalse lõuatoe kirjelduse leiad siit:

Li, Q., Joo, S. J., Yeatman, J. D., & Reinecke, K. (2020). controlling for participants' Viewing Distance in Large-Scale, psychophysical online experiments Using a Virtual chinrest. *Scientific reports*, 10(1), 1-11.

[ÕPIK] Monitoride ja katseseadmete ajastustäpsusest ja piirangutest kõnelevad PsychoPy õpiku peatükid 12 ja 13 (*Understanding your computer timing issues; Monitors and Monitor Center*).

[ÕPIK] Hindamisskaalade ja küsimustike kasutamist PsychoPy-s kirjeldab PsychoPy õpiku seitsmes peatükk (*Ratings: measure the 'Big 5' personality constructs*).

Südame ja lihasaktiivsuse mõõtmine

VIDEOD JA LOENGUD

[LÜHIVIDEO] [EMG spordis ja treeningul](#) - Derby ülikooli tehtud tutvustus, eriti hea on mootorsete üksuste töö animatsioon

[LÜHIVIDEO] Vaata ka eelmise [alateema all viidatud võimalust](#) mõõta südameaktiivsust veebikaameraga

[LÜHIVIDEO] [Põnevaid erinevate valdkondade tudengite psühhofüsioloogilisi signaale rakendavaid töid](#). Tegemist on rahvusvahelise neuroteadlasi ühendava kogukonna (NeuroTechX) poolt korraldatud konkursi võistlustöödega.

MUUD LUGEMIS- JA ABIMATERJALID

[VEEB] Link OpenBCI [näidisprojektidele](#), millest saab häid ideid, kuidas lihas- ja südameaktiivsust PsychoPy juhtfailiga integreerida

[ÕPIK] Südame- ja lihasaktiivsuse loengu ja praktikumi kontseptuaalseks sissejuhatuseks sobivad Stern, Ray & Quigley (2001) õpiku peatükid 8 (Muscles, lk 106-124) ja 12 (Cardiovascular system, lk 178-205).

[ÕPIK] Südameaktiivsuse teemasse annab hea sissejuhatuse ka psühhofüsioloogia käsiraamatu 8. peatükk (Cardiovascular Psychophysiology, lk 182-206):

Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., & Berntson, G. (Eds.). (2007). Handbook of psychophysiology. Cambridge university press.

Elektroentsefalograafia rakendamine laboris

LOENGUD JA VIDEOS

[LÜHIVIDEO] Kiireks sissejuhatuseks EEG signaali neuronaalsetesse alustesse sobivad hästi Emilia Hageni animeeritud lühivideod:

[Understanding potentials](#), [Formation of a Dipole](#), [Sensing dipoles](#)

[KURSUS] EEG sündmuspotentsiaalide temaatikasse teeb väga hea sissejuhatuse Professor Steven Lucki (Kalifornia Ülikool, Davis) ja kaasprofessor Emily Kappenmani (San Diego Osariiklik Ülikool) [sündmuspotentsiaalidele pühendatud veebikursus](#). Kursusel on juttu ka EEG signaalide eeltötluse põhilistest etappidest. Kursusega haakub hästi ka samade autorite õpik (vt lugemismaterjalid).

[LOENG] Hea sissejuhatuse vigadega seotud keskfrontaalsest teetast annab see professor Mike X Coheni [avalik loeng](#).

[LOENG] Professor Ole Jenseni (Birminghami Ülikool) [loeng neuronaalsetest rütmidest](#) ja nende seostest infotötlusega

[LOENG] Hea sissejuhatuse vilkumispotentsiaalide (SSVEP) rakendustest laboris annab Professor Steven Hillyardi (California Ülikool San Diegos) [loeng koginitiivse neuroteaduse suvekoolis](#)

[LOENG] EEG eeltötluse põhilistest etappidest annab hea ülevaate see professor Mike X Coheni [lühiloengute komplekt](#).

[KURSUS] Viide Professor Wim van Drongeleni (Chicago Ülikool) [neuroteadlastele mõeldud kursusele signaalitötlusest](#) (lugemismaterjalide alt leiad ka viite kursuse õpikule)

[KURSUS] Professor Mike X Coheni (Radboudi Ülikoolikool) [kursused Fourier' analüüsist](#) (Matlabis ja Pythonis), [neuronaalsete signaalide analüüsimisest](#) (sh aeg-sagedusanalüüs, mitteparameetiline statistika; Matlabis) ja signaali rekonstrueerimismeetodite põhimõtetest ja rakendamisest (sh PCA, ICA; Matlabis). NB! Need kursused pole tasuta.

MUUD LUGEMIS- JA ABIMATERJALID

[MITMESUGUST] Sündmuspotentsiaalidega seotud lugemismaterjalid:

Viide kümnele valdkonna ekspertide poolt valitud [EEG-teemalisele raamatupeatükile ja artiklile](#)

[ÕPIK] EEG sündmuspotentsiaalide temaatikasse teeb hea sissejuhatuse see õpik (õpikus on ka meie instituudi teadlaste poolt kirjutatud peatükk lahknevusnegatiivsusest (MMN) ja raamat on saadaval ka [TÜ raamatukogus](#), vt ka õpiku autorite [veebikursust](#)):

Luck, S. J., & Kappenman, E. S. (Eds.). (2011). *The Oxford handbook of event-related potential components*. Oxford university press.

[ÕPIK] Lahknevusnegatiivsusele pühendatud õpik, mille [täistekst](#) on kättesaadav ka TÜ arvutivõrgus

Näätänen, R., Kujala, T., & Light, G. (2019). *Mismatch negativity: a window to the brain*. Oxford University Press.

EEG temaatikast üldisemalt:

[ÕPIK] EEG temaatikast üldisemalt annab hea ülevaate Paul L. Nunez ja Ramesh Srinivasani [EEG õpik](#), mis on TÜ raamatukogu kaudu ka tasuta kättesaadav.

Nunez, P. L., & Srinivasan, R. (2006). *Electric fields of the brain: the neurophysics of EEG*. Oxford University Press, USA.

Neuronaalsete signaalide analüüsimisest:

[ÕPIK] Hea sissejuhatuse neuronaalsete signaalide analüüsi annab see õpik (vt ka eelnevalt viidatud [õpiku autori veebikursust YouTube'is](#)):

Van Drongelen, W. (2018). *Signal processing for neuroscientists: an introduction to the analysis of physiological signals*. Academic press.

[ÕPIK] Hea sissejuhatuse EEG signaalide aeg-sagedusanalüüsi annab Mike X Coheni õpik:

Cohen, M. X. (2014). *Analyzing neural time series data: theory and practice*. MIT press.

[VEEB] Vaata ka Fourier teisenduse alusideede [interaktiivset demonstratsiooni](#)

Elektroentsefalograafia rakendamine väljaspool laborit

LOENGUD JA VIDEOD

Loengus jutuks olnud aju-arvuti liideste näited:

[LÜHIVIDEO] Vilkumispotentsiaalide (SSVEP) rakendamine [robotkäe juhtimiseks](#) (ASPEN Lab, Old Dominion University)

[LÜHIVIDEO] [Aeglased kortikaalsed potentsiaalid ja biotagasiside ADHD kontekstis](#) (Mind Media, Neuro and biofeedback systems)

[LÜHIVIDEO] [Beckmani instituudi demonstratsioon alfa sageduse kasutamisest videomängus](#)

[LÜHIVIDEO] [EEG abil pinballi mängimise video \(Technische Universität Berlin, Charité University Hospital Berlin\)](#). Näide pärineb sellest avaldatud tööst:

Tangermann, M., Krauledat, M., Grzeska, K., Sagebaum, M., Blankertz, B., Vidaurre, C., & Müller, K. R. (2008, December). Playing pinball with non-invasive BCI. In *NIPS* (pp. 1641-1648).

[LÜHIVIDEO] [Implanteeritud elektroodidega tahvli kontrollimine](#). Tegemist on ühega kolmest selles töös kirjeldatud katseisikust:

Nuyujukian, P., Albites Sanabria, J., Saab, J., Pandarinath, C., Jarosiewicz, B., Blabe, C. H., ... & Henderson, J. M. (2018). Cortical control of a tablet computer by people with paralysis. *PloS one*, 13(11), e0204566.

[LÜHIVIDEO] [Reaktiivse aju-arvuti liidese näide – pilootide treening](#). Näide pärineb sellest avaldatud tööst:

Faller, J., Cummings, J., Saproo, S., & Sajda, P. (2019). Regulation of arousal via online neurofeedback improves human performance in a demanding sensory-motor task. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(13), 6482-6490.

Muud näited

[LÜHIVIDEO] [Vastuoluline näide EEG kasutamisest Hiina haridussüsteemis](#) (Wall Street Journal)

[LÜHIVIDEO] [Üldine video EEG sagedustest](#)

MUUD LUGEMIS- JA ABIMATERJALID

[VEEB] [Victoria Petersoni](#) loodud ülevaade OpenBCI ja OpenVibe'iga mõõtmiste alustamisest ([OpenBCI & OpenVIBE for P300 speller paradigm: a quick starting guide](#))

[VEEB] [Apiporn Simapornchai](#) samateemalised blogipostitused:

[Starting from ZERO on Brain-Computer Interface \(BCI\) — Openvibe & OpenBCI: A guideline to the first step of working on Brain-Computer Interface](#)

[Starting from ZERO on Brain-Computer Interface \(BCI\) — Openvibe & OpenBCI XDawn: A guideline to the first step of working on Brain-Computer Interface](#)

[VEEB] [Õpetused OpenVibe'i kodulehel](#)

[LÜHIVIDEO] Põgusa sissejuhatuse praktikumis jutuks olnud masinõppe algoritmi annab [Joshua Starmeri](#) lühivideo: [StatQuest: Linear Discriminant Analysis \(LDA\) clearly explained](#)

[ÕPIK] Põhjalikuma selgituse leiad [selle](#) sissejuhatava statistikaõpiku neljandast peatükist:

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning* (Vol. 112, p. 18). New York: springer.

Muud mõõdikud: EDR ja fNIRS

VIDEOD JA LOENGUD

[LOENG] [Elektrodermilise vastuse \(EDR\) mõõtmisele pühendatud seminar](#). Seminar räägib muuhulgas sellest, kuidas mõõtmisi ette valmistada, saadud andmeid filtreerida ja töödelda.

[LOENG] Professor [Rosalind W. Picard selgitab](#), kuidas saab elektroderimiline vastus (EDR) aidata epilepsia patsiente nende igapäevaelus ja jagab ka põnevat lugu, kuidas jõudis temani EDR vastuse asümmeetria idee.

[LÜHIVIDEO] Blueberry (neurotehnoloogi idufirma) pani fNIRSi seadme prillidesse. [Miks? Seda selgitab Blueberry asutaja Cayden Pierce](#).

[KURSUS] [fNIRSi andmete eeltöötlust käsitlev kursus](#) (California Ülikool Los Angeleses)

Muude ajukuva meetoditega seotud tasuta kursused Courseras:

[KURSUS] Professor Arnol Bakkeri (John Hopkins University) kursus [Fundamental Neuroscience for Neuroimaging](#)

[KURSUS] Professorite Martin Lindquisti (Johns Hopkins University) ja Tor Wageri (University of Colorado Boulder) kursused: [Principles of fMRI 1](#) & [2](#)

[KURSUS] Professor Idan Segevi (Hebrew University of Jerusalem) kursus: [Synapses, Neurons and Brains](#) (kohe kursuse alguses selgitatakse mitme uudse ajukuva meetodi (sh optogeneetika) ideed)

MUUD LUGEMIS- JA ABIMATERJALID

[ÕPIK] Hea sissejuhatuse elektrodermilisse signaali teeb psühhofüsioloogia käsiraamatu seitsmes peatükk.

Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., & Berntson, G. (Eds.). (2007). Handbook of psychophysiology. Cambridge university press.

[ÕPIK] Põhjalikuma ülevaate saab elektrodermilisele vastusele pühendatud õpikust:

Boucsein, W. (2012). *Electrodermal activity*. Springer Science & Business Media.

Programmeerimisega seotud lisamaterjalid

[LÜHIVIDEO] OpenBCI andmete kogumine Pythonis: [BrainFlow näide](#)

TASUTA KURSUSED PROGRAMMEERIMISE ÕPPIMISEKS:

- [KURSUS] [Programmeerimisest maalähedaselt](#)
- [KURSUS] [Programming for Everybody \(Getting Started with Python\)](#)
- [KURSUS] [Python Data Structures](#)
- [KURSUS] [Learn Python by Building Five Games - Full Course](#)

TASULISED KURSUSED PYTHONI JA MATLABI ÕPPIMISEKS:

- [KURSUS] [MATLAB onramp 2020: coding, concepts, confidence, and style](#)
- [KURSUS] [Master Python programming by solving scientific projects](#)
- [KURSUS] [Signal processing problems, solved in MATLAB and in Python](#)
- [KURSUS] [Master Math by Coding in Python](#)

ÕPIKUD JA TEISED MATERJALID:

- [ÕPIK] [Eestikeelne veebiõpik Pythoni algtõdede õppimiseks](#)
- [ÕPIK] [Eestikeelsed materjalid Pythoni ja Jupiteri Notebook'iga alustamiseks](#)