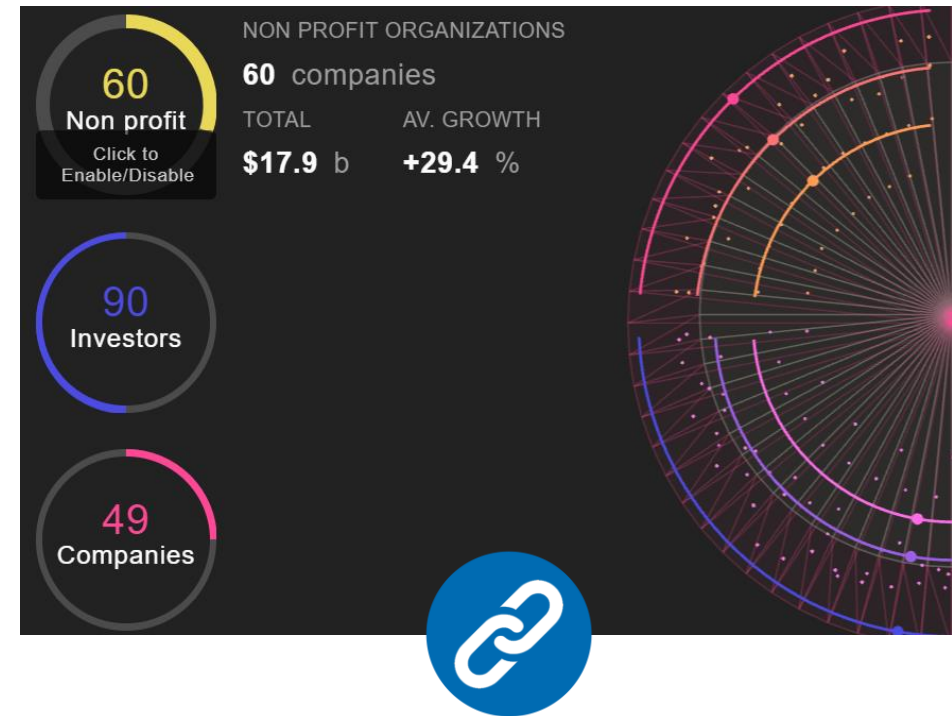


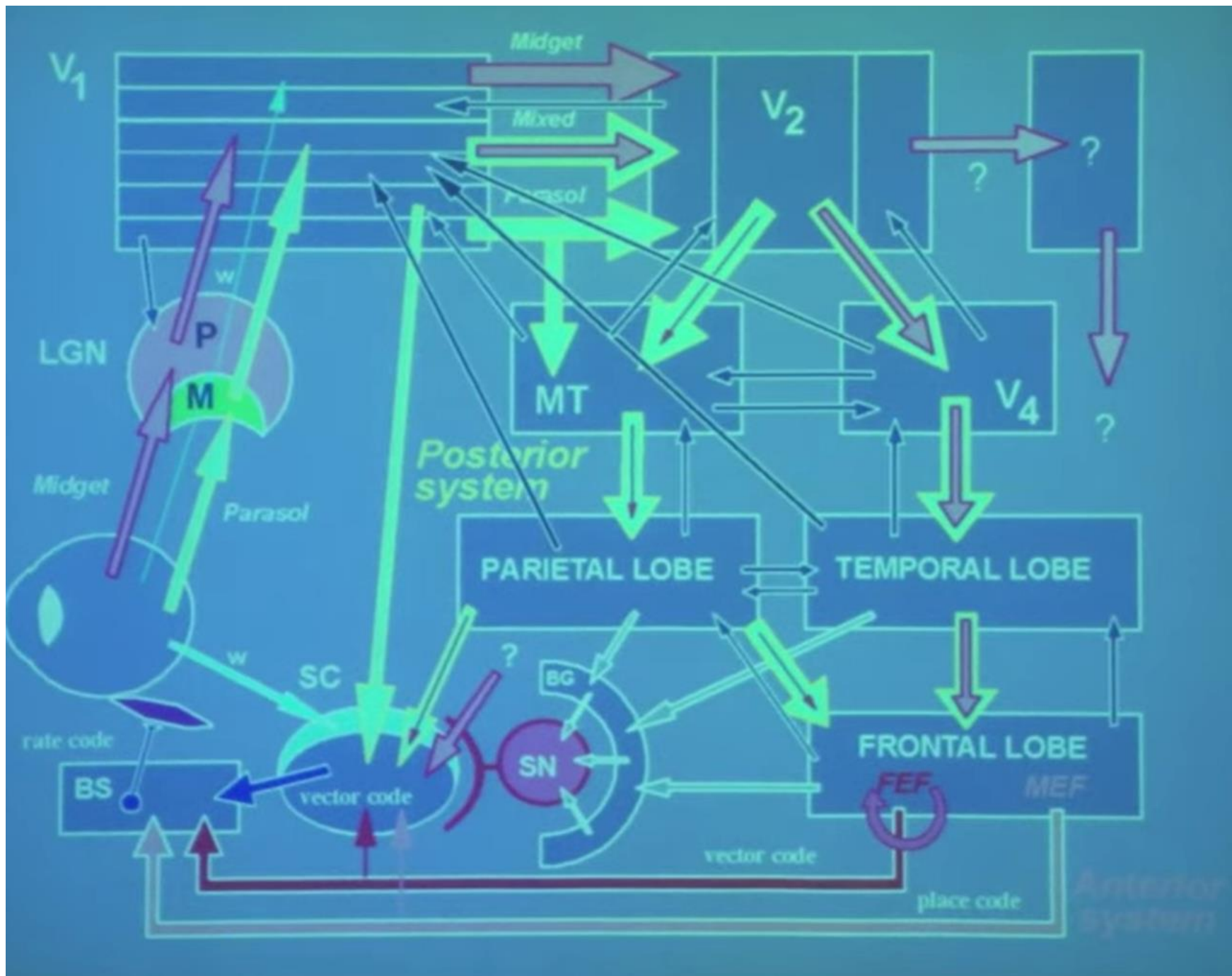
# Sissejuhatus psühhofüsioloogia rakendustesse

# SILMALIIGUTUSED

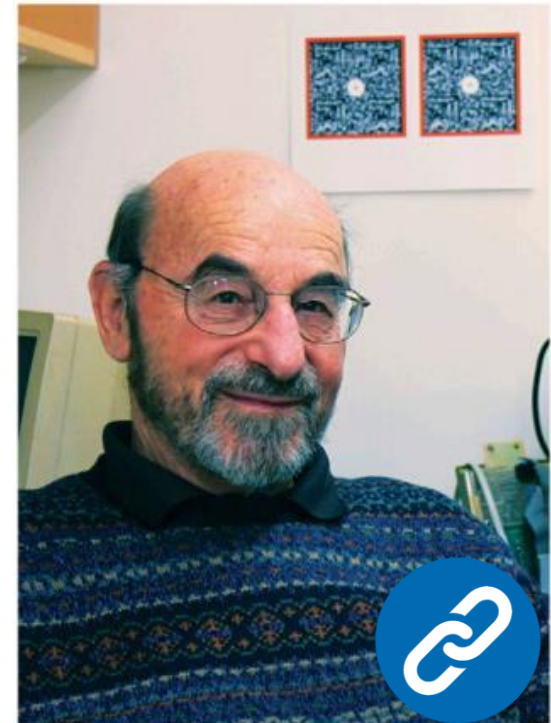
Richard Naar



Kursuse arendamist toetas Haridus- ja noorteameti IT-akadeemia



Professor [Peter H. Schiller](#)



Lec 10: The neural control of visually guided eye movements 1

# Eelmises loengus

Miks liigutame?

Kuidas mõõdame?

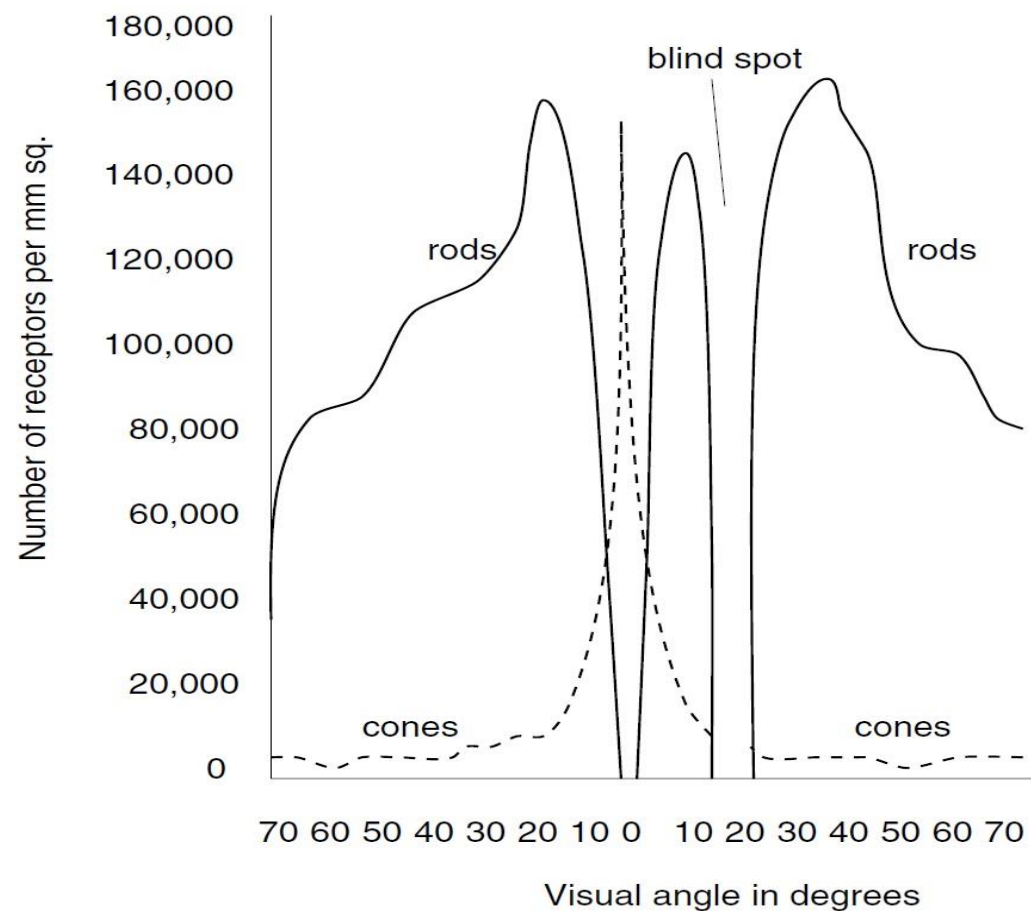
Kuidas liigutame?

Mis on liigutamise füsioloogia?

Mis paneb pupilli liikuma?

Slide navigation interface showing a grid of 54 slides. The slides are organized into 6 rows and 9 columns. The first slide is titled "SILMALIGUTUSED". The second slide is titled "Tüna loengus". The slides contain various diagrams, graphs, and text related to eye movements and pupil dynamics. The interface includes a green arrow pointing right across the top row, a red arrow pointing right across the second row, a purple arrow pointing right across the third row, a yellow arrow pointing right across the fourth row, a blue arrow pointing right across the fifth row, and a blue arrow pointing right across the sixth row. The number 54 is visible in the bottom right corner.

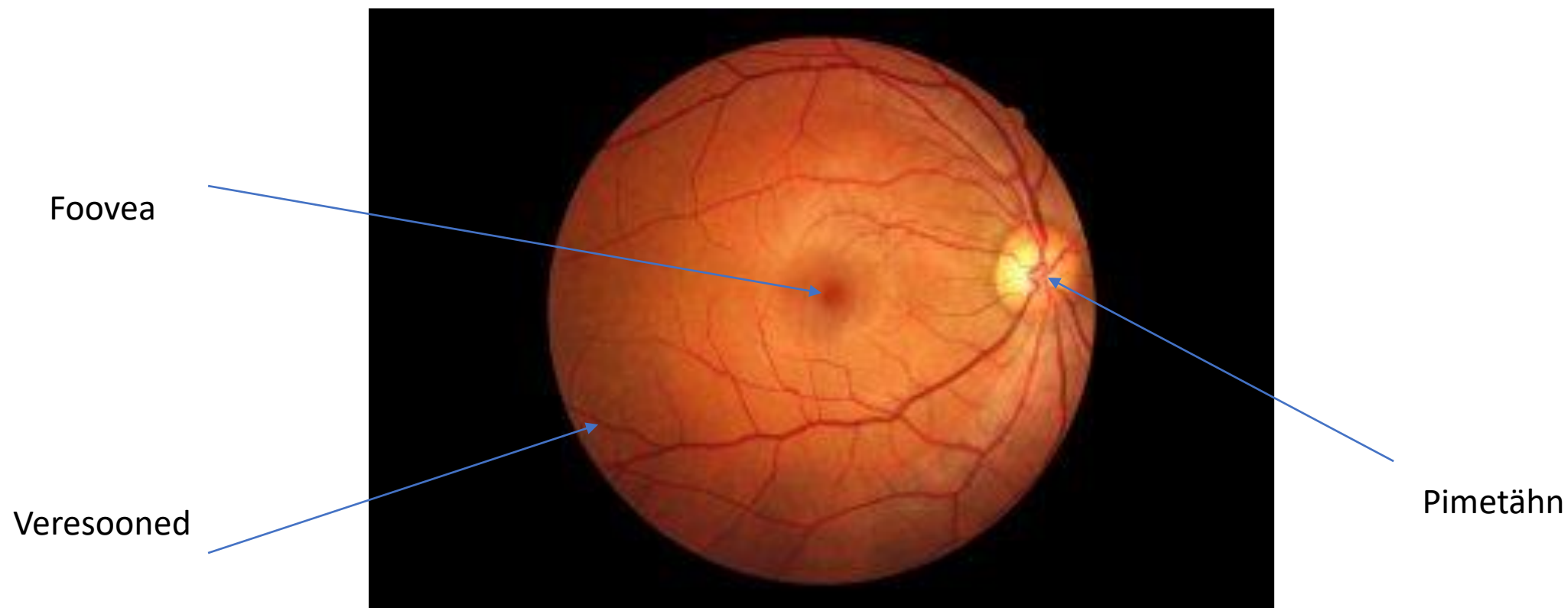
# Kepikeste ja kolvikeste laotustihedus reetinal



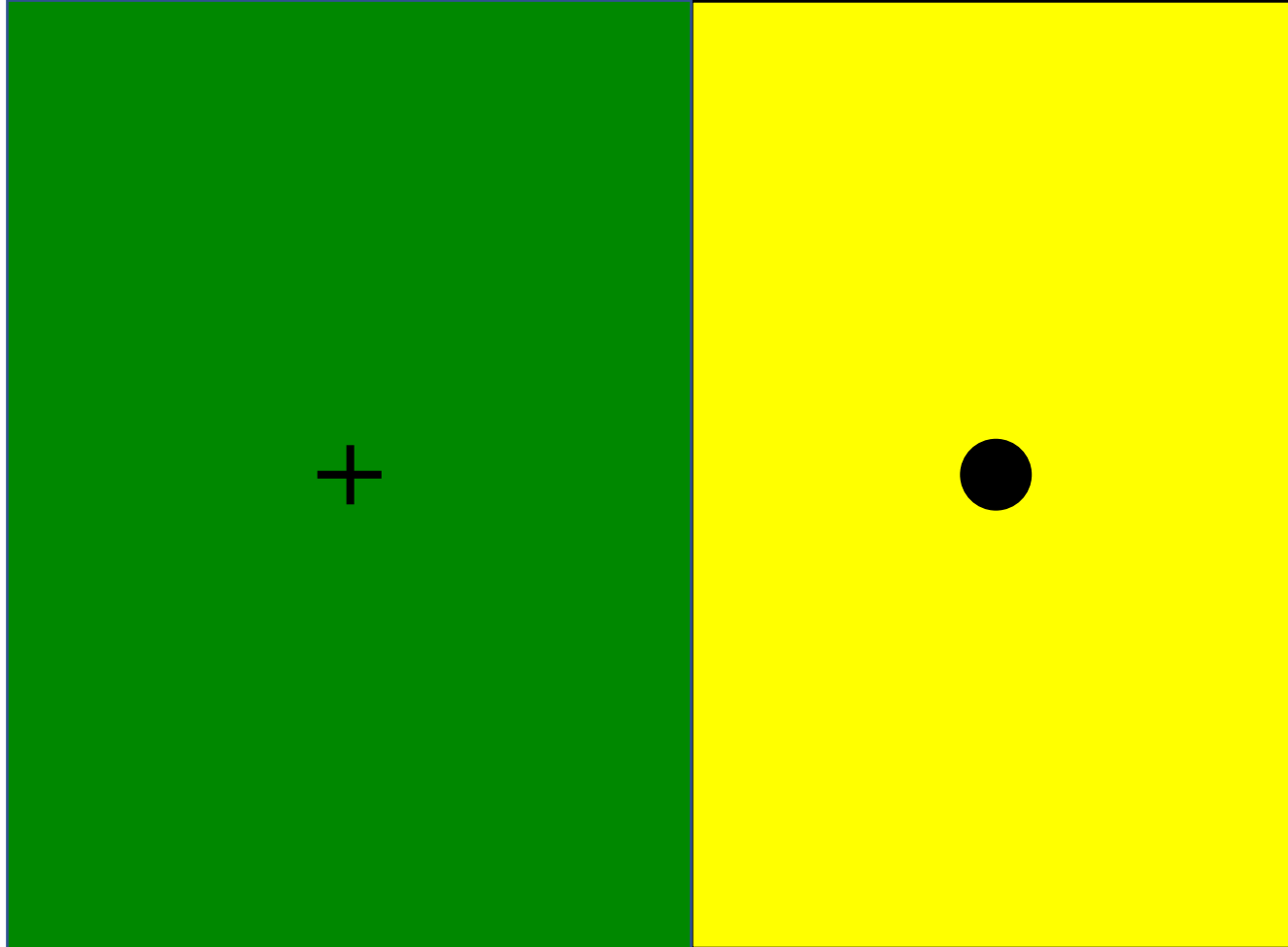
**Fig. 3.3.** Density distributions of rod and cone receptors across the retinal surface: rod/cone density. Adapted from Pirenne (1967); as cited in Haber and Hershenson (1973).

(Duchowski, 2007)

Reetina ehk võrkkesta verrega varustamine toimub reetina ees ja seega peaks reetinale tekkima veresoonte varjud. Miks me neid varje siis ikkagi ei näe?







Kata vasak silm käega ja vaata teise silmaga joonisel paiknevat ristikest. Liigu aeglaselt ekraanile lähemale. Umbes 25 – 35 cm kaugusel peaksid nägema, et must ring haihtub. Selle koha peal asubki pimetähn ehk võrkkesta piirkond, kus puuduvad valgustundlikud rakud.

# Eelmises loengus

Miks liigutame?

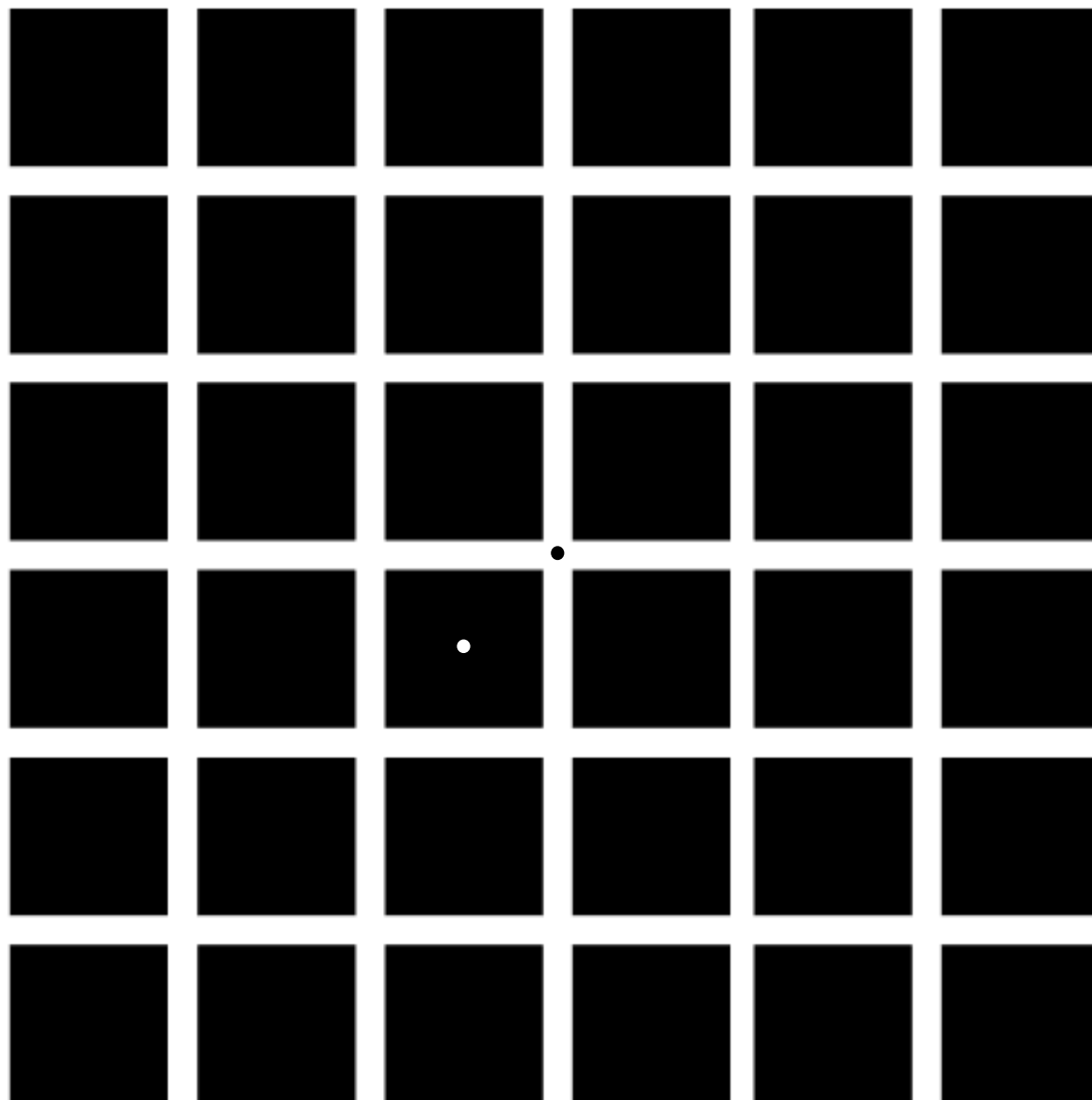
Kuidas mõõdame?

Kuidas liigutame?

Mis on liigutamise füsioloogia?

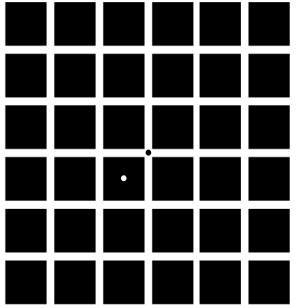
Mis paneb pupilli liikuma?

Slide navigation interface showing a grid of 54 slides. The slides are organized into 6 rows and 9 columns. The first slide is titled "SILMALIGUTUSED". The second slide is titled "Tina loengus". The slides are numbered 1 through 54. The interface includes a green arrow pointing right, a red arrow pointing right, a purple arrow pointing right, a yellow arrow pointing right, and a blue arrow pointing right. The number 54 is visible in the bottom right corner.



Esmalt jälgi hoolikalt musta täppi (~30s). Seejärel liigu pilguga kiiresti valgele täpile. Proovi taas hoida silmi nii staatiliselt kui võimalik. Vibreeriv järelkujun, mida näed ongi sinu silmade liikumine (Sekuler, & Blake, 1990).



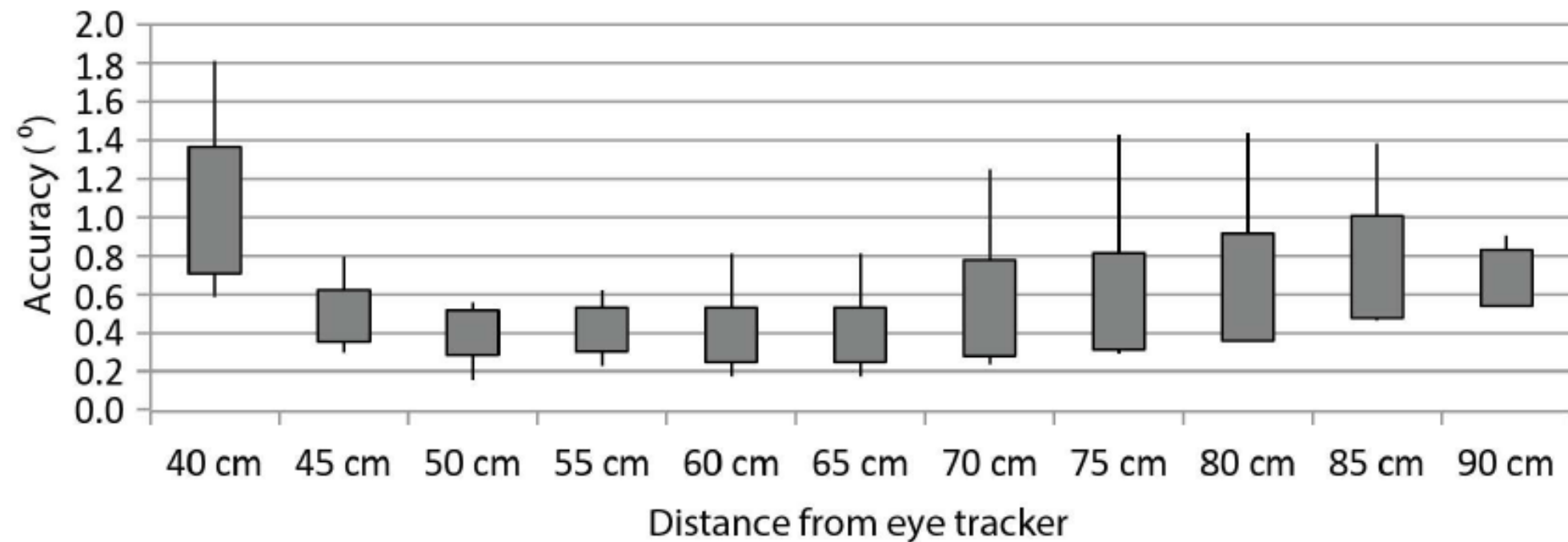


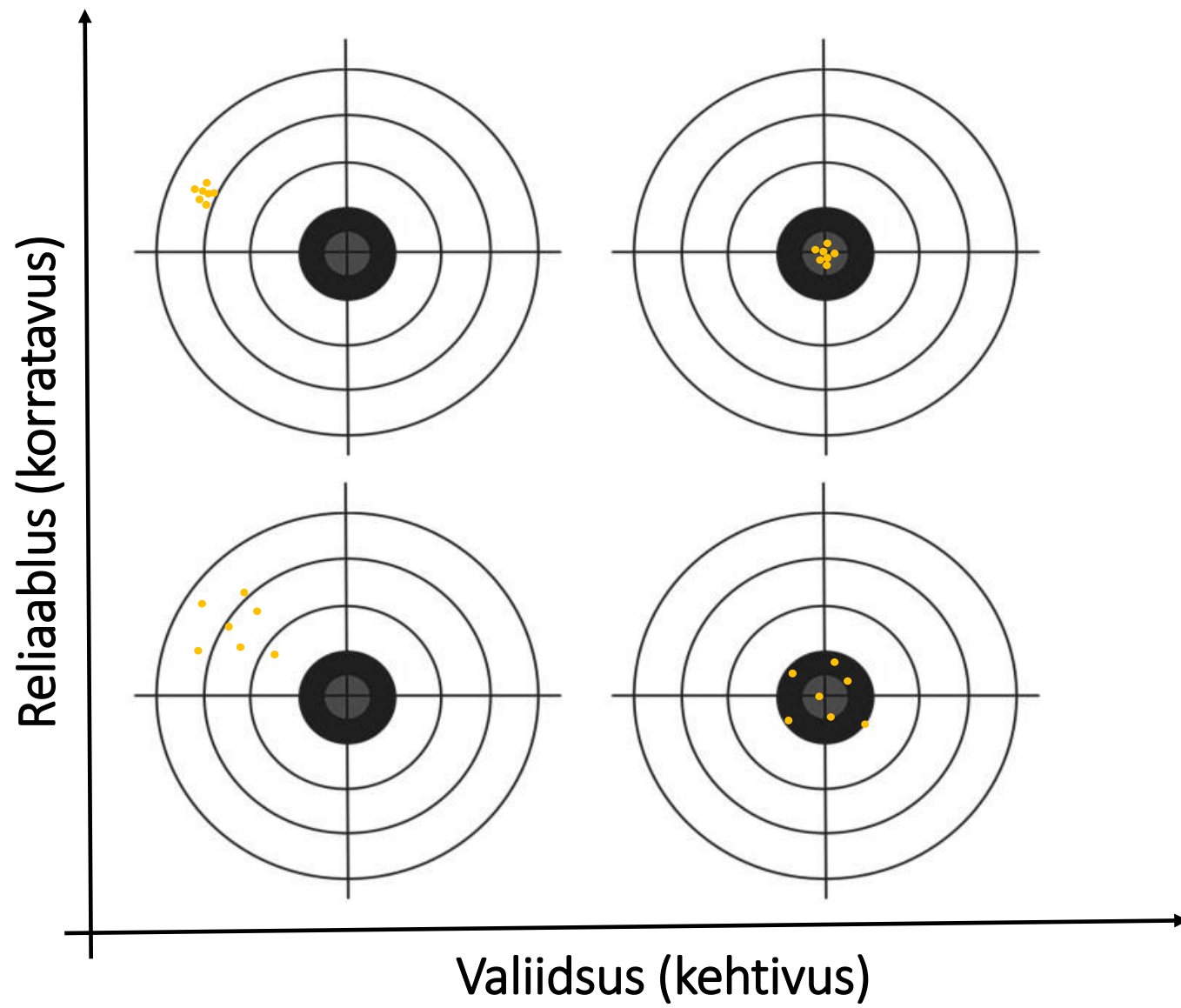
Demonstratsiooni idee seisneb selles, et mustri jälgimine väsitab reetina rakke. Pärast pilgu mustrilt eemale viimist läheb natuke aega, enne kui rakud saavutavad oma esialgse oleku. **Väsinud silmarakud silma tagapõhjas liikuda ei saa ja seega saab nähtava järeleefekti asukoht sõltuda ainult silmade liikumisest.**

Table A.2 Gaze Precision

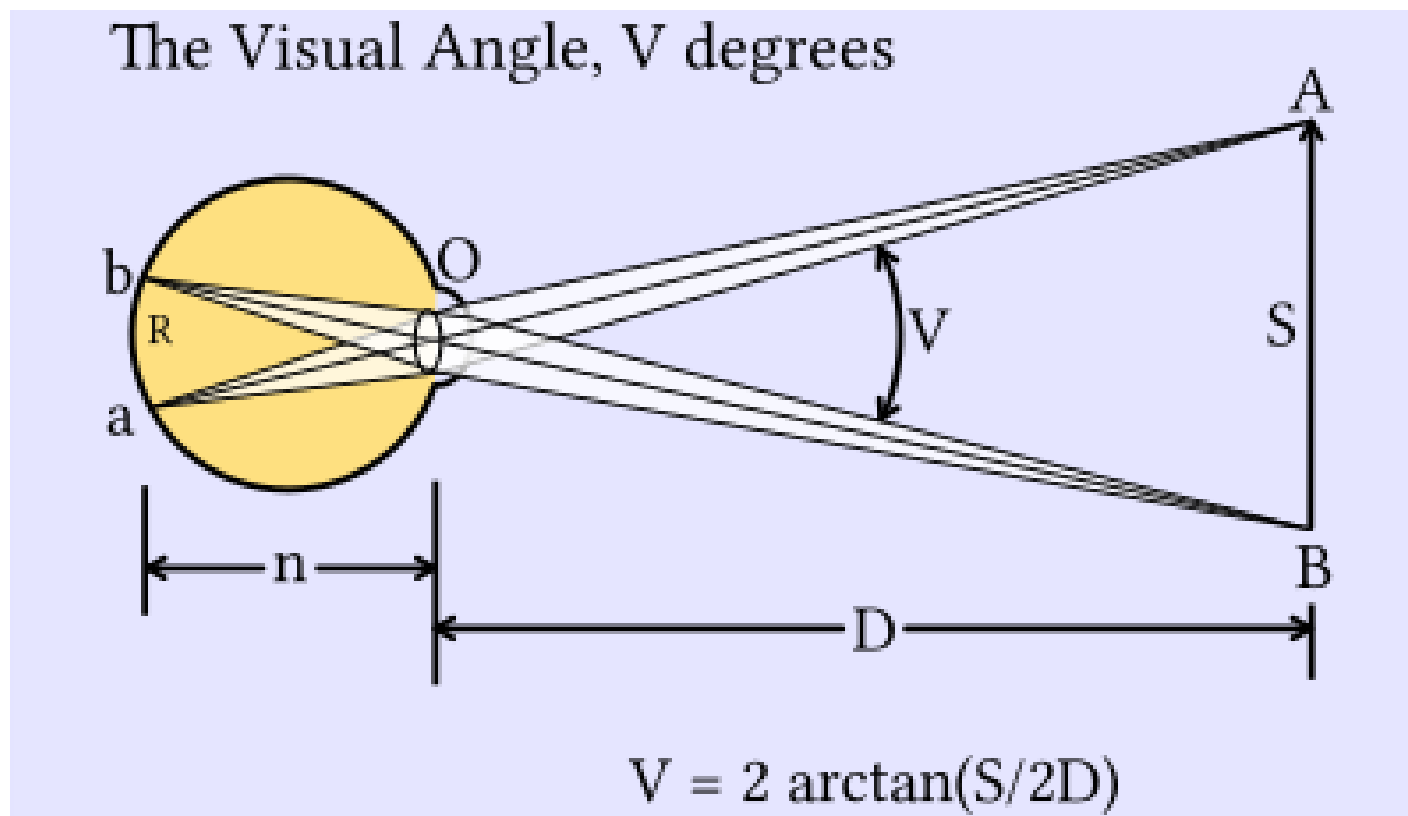
Gaze precision at ideal conditions	Tobii X2-60 Eye Tracker Compact Edition	
	Binocular	Monocular
Artificial Eye	NA	NA
Human Eye	0.34	0.45

### Accuracy at varying distances — X2-60 Compact Edition









Visuaalsete stiimulite suurusi ja reetina omadusi kirjeldatakse nägemispsühholoogias enamasti nurgakraadides, mis saadakse järgmiselt:















S on stiimuli suurus ja  
D on kaugus stiimulist  
silmani

Tihti raporteeritakse, et kuvari kaugus katseisikust oli 57 cm.  
Miks selles kauguses nii erist võiks olla?


 Pöidlareegel   

File Edit View Insert Format Data Tools Add-ons Help [Last edit](#)

    100%  \$ % .0  .00  123  Arial  10 

K6  

	A	B	C	D	E
1	Laius (mm)	Kaugus (mm)	Kraad	M/N	
2	22	650	1.94	M	(näide)
3					
4					
5					
6					
7					



**Ülesanne 1.** Leia järgnevate küljepikkustega objektide pikkused nägemisnurga kraadides (1, 3, 5 cm) eeldusel, et objekt paikneb 57 cm kaugusel silmast.


Pöidlareegel ☆ 📁 ☁

File Edit View Insert Format Data Tools Add-ons Help [Last edit](#)

↶ ↷ 🖨 📋 100% ▾ \$ % .0\_ .00↗ 123 ▾ Arial ▾ 10 ▾

K6 ▾ *fx*

	A	B	C	D	E
1	Laius (mm)	Kaugus (mm)	Kraad	M/N	
2	22	650	1.94	M	(näide)
3					
4					
5					
6					
7					





# Eelmises loengus

Miks  
liigutame?

Kuidas  
möödame?

Kuidas  
liigutame?

Mis on liigutamise  
füsioloogia?

Mis paneb  
pupilli liikuma?

Diagram illustrating the structure of a lecture series, organized into rows and columns. The diagram shows a sequence of topics, with arrows indicating the flow of the lecture series. The topics are presented in a grid format, with each cell containing a small image or diagram representing the topic.

The diagram is organized into rows and columns, with arrows indicating the flow of the lecture series. The topics are presented in a grid format, with each cell containing a small image or diagram representing the topic.

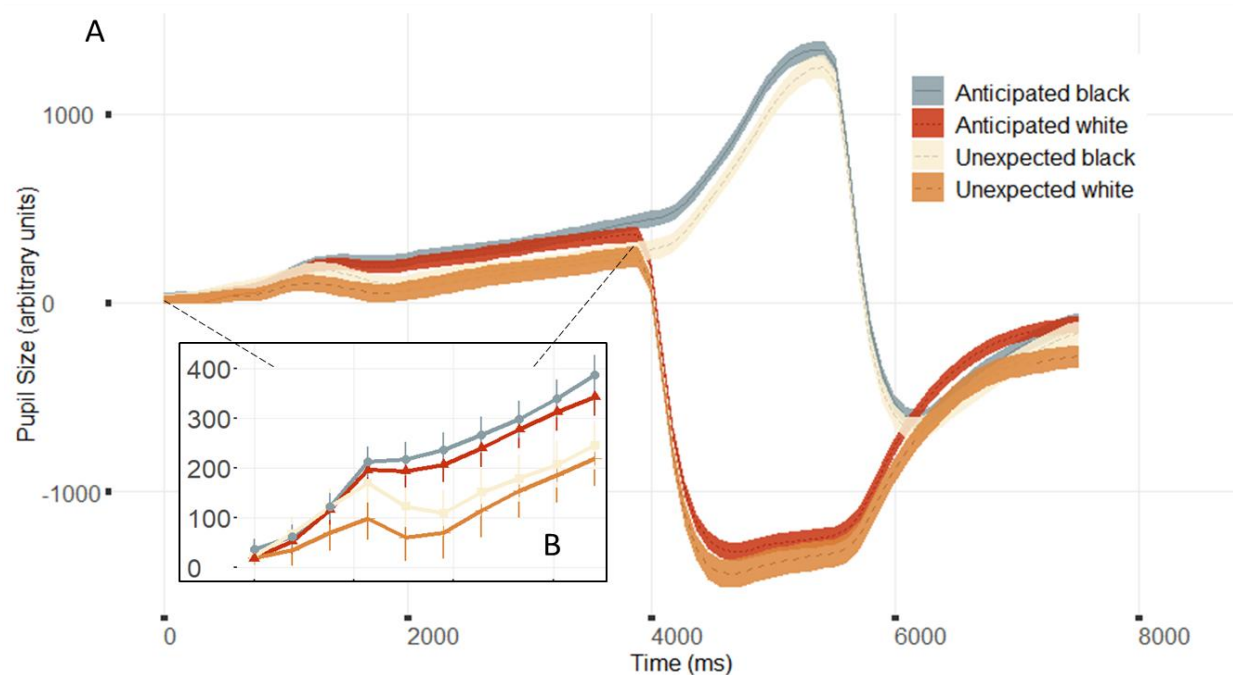
Topics include:

- SILMALIGUTUSED
- Tüna loengus
- Kuidas liigutame?
- Kuidas möödame?
- Kuidas liigutame?
- Mis on liigutamise füsioloogia?
- Mis paneb pupilli liikuma?

The diagram shows a sequence of topics, with arrows indicating the flow of the lecture series. The topics are presented in a grid format, with each cell containing a small image or diagram representing the topic.

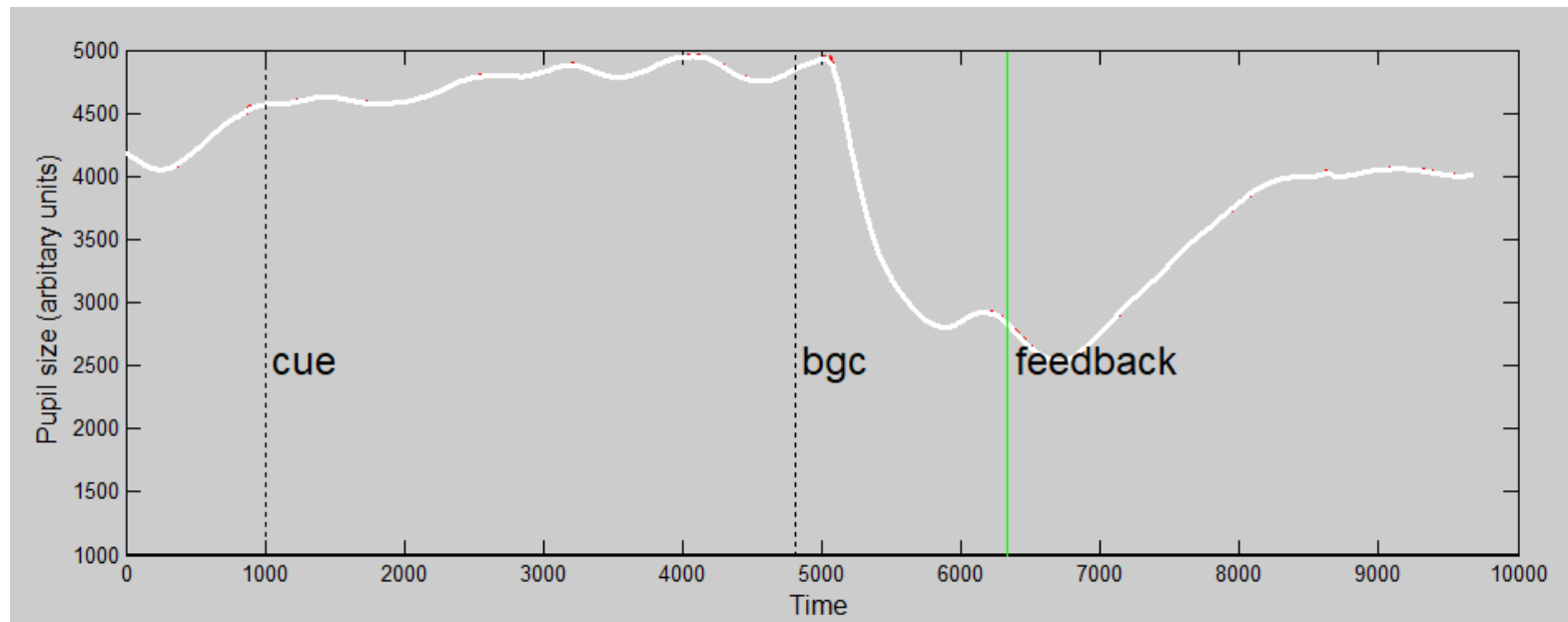
# Peamised silmaliigutuste tüübid

**Pupilli valgusrefleks refleks** – silmaava suuruse kohanemine valgustingimuste muutusele. Pupilli valgusrefleks kaitseb võrkkesta võimaliku kahjustuse eest (Ellis, 1981)



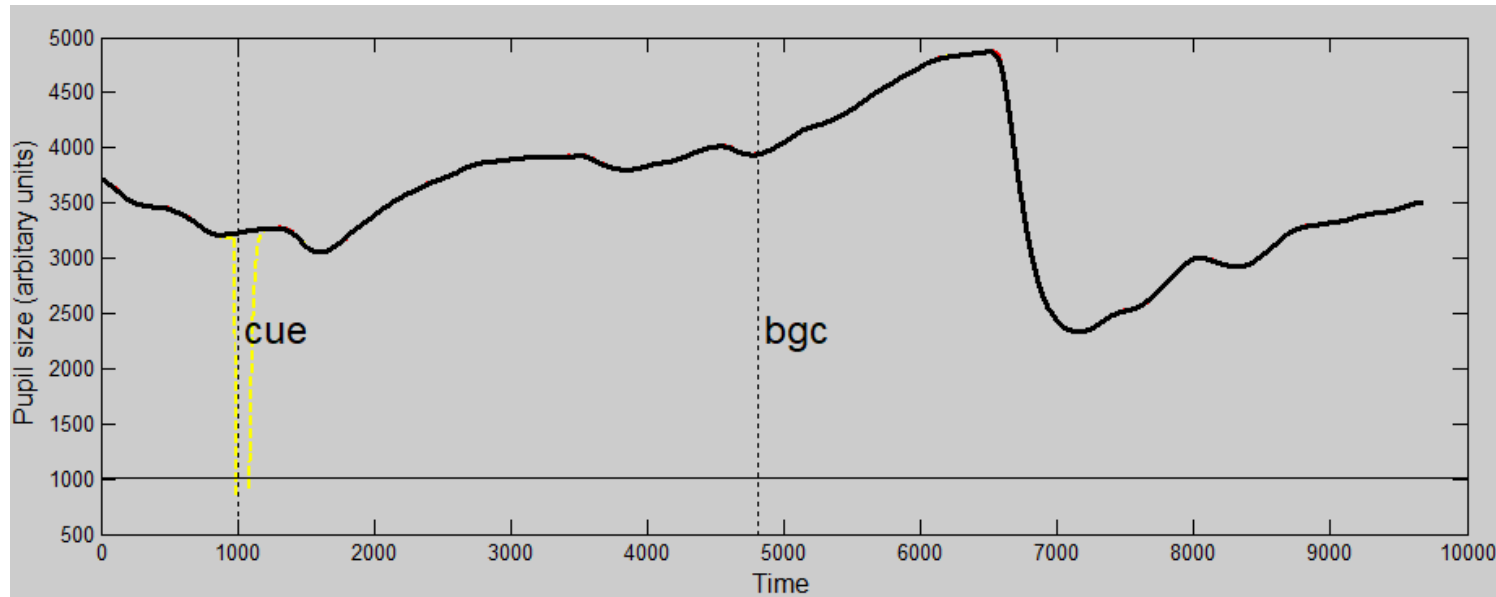
# Peamised silmaliigutuste tüübid

Silmaavaahenemine ehk **mioos** toimub parasümpaatilise närvi juhitud silmaavaahendaja sõõrjalt paikneva lihase (*m. sphincter pupillae*) abil (Ellis, 1981).



# Peamised silmaliigutuste tüübid

Silmaava suurenemine ehk **müdriverias** toimub silmaavalaiendaja (*m. dilatator pupillae*) radiaalselt paiknevate lihaste toimet. Selle juhtimine kuulub sümpaatilise närvisüsteemi alla (Ellis, 1981).





reflex



0:01 / 0:57



# Tooniline, faasiline ja spontaanne aktiivsus

Pikaajalisemaid muutuseid füsioloogilises signaalis kutsutakse tooniliseks aktiivsuseks. Valdav osa töid kasutab toonilist aktiivsust eksperimentaalsest manipulatsioonist (nt stiimuli ilmumisest) tingitud reaktsiooni arvutamisel baastasemena. Siiski võib tooniline aktiivsus pakkuda iseseisvalt huvitavat infot näiteks katseisikute individuaalsete erinevuste kohta.

(Stern, Ray, & Quigley, 2001)



# Tooniline, faasiline ja spontaanne aktiivsus

Faasilise aktiivsuse all peetakse silmas vahetut reaktsiooni kindlale stiimulile (näiteks helile, pildile vms) ehk see on nõ sündmusest tingitud reaktsioon. Faasiline aktiivsus võib mõjutada vastuse amplituudi (kasvatades/kahandades seda), muuta selle sagedust või latentsi. Faasilise aktiivsuse eristamine toonilisest (nõ tausta aktiivsusest) ei ole alati triviaalne ülesanne ja nõuab kasutatava mõõdiku head tundmist.

# Faasiline, tooniline ja spontaanne aktiivsus

Füsioloogiline reaktsioon stiimulile, mis ei ole uurija kontrolli all või mida me ei suuda tuvastada on spontaanne aktiivsus.

Spontaanne reaktsioon võib olla äravahetamiseni sarnane eksperimentaalse manipulatsiooni poolt esile kutsutud reaktsiooniga. Kui eksperiment on hoolikalt üles ehitatud ja katseisikud on koostöövalmis, siis peaks spontaanne aktiivsus andmetest välja taanduma, sest ta on oma olemuselt juhuslik ja ei sõltu katse manipulatsioonist.

(Stern, Ray, & Quigley, 2001)

# Eelmises loengus

Miks  
liigutame?

Kuidas  
mõõdame?

Kuidas  
liigutame?

Mis on liigutamise  
füsioloogia?

Mis paneb  
pupilli liikuma?

Slide navigation interface showing a grid of 54 slides. The slides are organized into 6 rows and 9 columns. The first slide is titled "SILMALIGUTUSED". The second slide is titled "Tina loengus". The slides are numbered 1 through 54. The interface includes a green arrow pointing right, a red arrow pointing right, a purple arrow pointing right, a yellow arrow pointing right, and a blue arrow pointing right. The number 54 is visible in the bottom right corner.



Yarbus (1967)





demo\_eye\_tracking2



The University of  
**Nottingham**

UNITED KINGDOM • CHINA • MALAYSIA

participant

session

all resources downloaded.

Cancel

Ok







## MouseView.js: An Online Alternative to Eye Tracking Methodology in Affective Science

Thomas Armstrong<sup>1</sup>, Zoe Brown<sup>1</sup>, Sohrab Ghassemieh<sup>2</sup>, Sonia Milani<sup>2</sup>, Samantha Dawson<sup>2</sup>, Alex Anwyl-Irvine<sup>3</sup>, and Edwin Dalmaijer<sup>3</sup>



@PEEP\_Lab



WHITMAN  
COLLEGE

<sup>1</sup>Department of Psychology, Whitman College, US

<sup>2</sup>Department of Psychology, University of British Columbia, Canada

<sup>3</sup>MRC Cognition and Brain Sciences Unit, University of Cambridge, UK

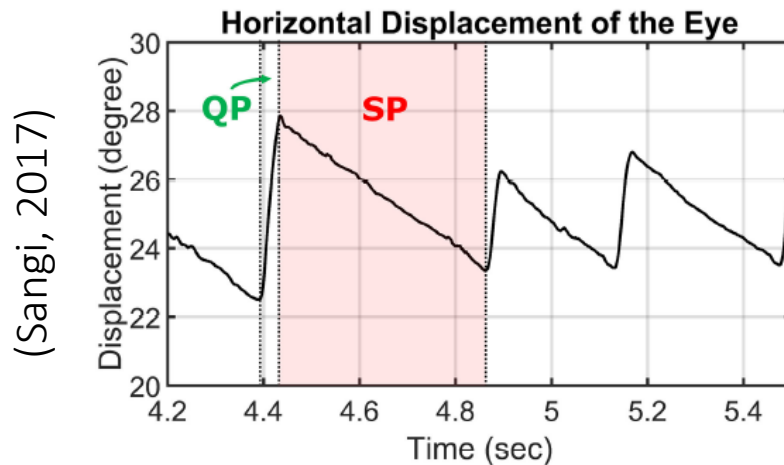


UNIVERSITY OF  
CAMBRIDGE

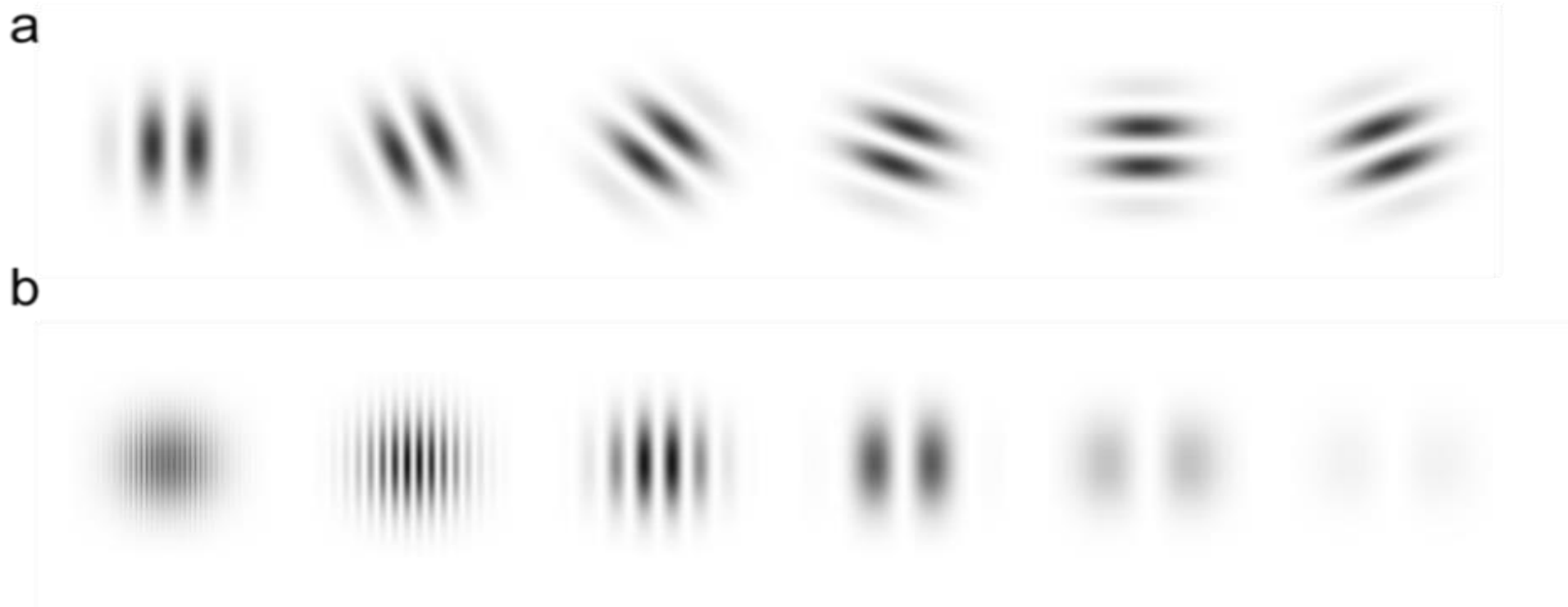
# Optokineetiline nüstagm

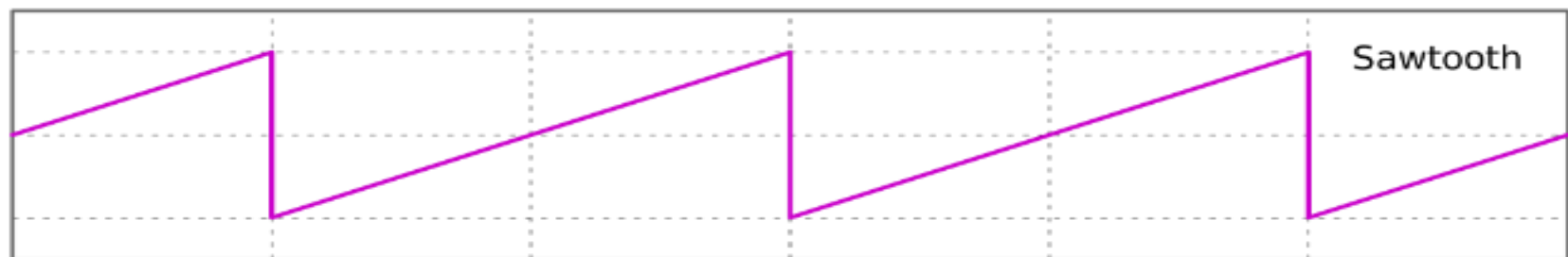
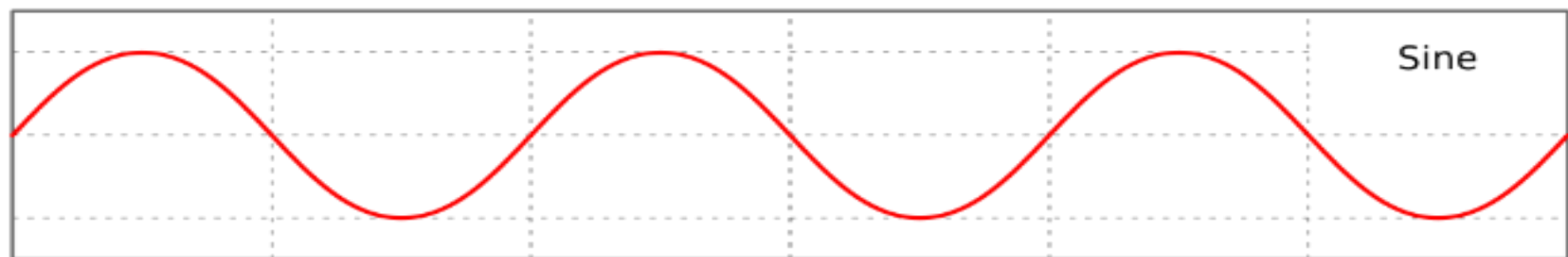


Seda silmade liikumise mustrit kirjeldavad kordamööda vahelduvad aeglased sujuvad silmaliigutused teises suunas tehtavate kiirete silmaliigutustega (sakaadidega)



# Visuaalsete stiimulite baasparameetrid: orientatsioon ja ruumiline laotustihedus





# Monitoride seadistamine



## Monitori pikslitiheduse väljaselgitamine

Arvuti monitori resolutsiooni väljaselgitamiseks mine enda operatsioonisüsteemi monitori seadetesse, kus saadki kontrollida, millist resolutsiooni monitor hetkel kasutab.

- Windowsi arvutil: tee töölaual (*Desktop*) parem hiireklõps:  
[Display settings](#) > [Display resolution](#) (nt 1920 x 1080)
- Macintoshi arvutil: tee vasak hiireklõps Apple'i ikoonil: [System Preferences...](#) > [Displays](#) > [Resolution](#) > [Scaled](#) (kui teha linnuke Scaled ette, siis peaksid nägema, milline resolutsioon hetkel aktiivne on)



**Ülesanne 2.** Loo uus monitori seadete fail ja anna sellele nimeks OKN (Optokineetiline nüstagm) ja muuda selle järgmisi parameetreid:

- a) ekraani kaugus katseisikust sentimeetrites: 57
- b) ekraani suurus pikslites: 1920 x 1080
- c) ekraani laius sentimeetrites: 29.8

*Need on ühele sülearvutile vastavad näiteparameetrid, mida **tuleks** vastavalt katses kasutatavatele seadmetele ja mõõtmistingimustele **kohandada**.*

**Ülesanne 3.** Muuda eksperimendi seadeid selliselt, et PsychoPy kasutaks stiimulite esitamisel eelmises ülesandes loodud monitori seadeid (OKN).

Eksperimendi seadete muutmiseks vajutame mutriga ikoonil ja avame ekraani seadete saki (*Screen*), milles kirjutame esimesse lahtrisse (Monitor) eelmises ülesandes salvestatud monitori seadete nime.

**Ülesanne 4.** Vali komponentide menüüst võre stiimul (*Grating*), lisa see *trial* rutiinielemendi koosseisu ja muuda selle **Basic** saki alla olevaid parameetreid:

- a) sea algushetkeks rutiinielemendi algus ehk 0 ja jäta kestuse lahter tühjaks (sellega kindlustame, et komponent jääb ekraanile kuni rutiinielemendi lõpuni)
- b) laiuseks 30 ja kõrguseks 20 nägemisnurga kraadi
- c) NB! Kuna oleme kasutatud suurusühikut keskselt ära muutnud, siis iga komponendi juures seda enam defineerima ei peagi. Piisab, kui jääda vaikeväärtuse ehk *Spatial units* lahtris valida *from exp settings*.

**Ülesanne 4.1.** Muuda võrekomponendi *Advanced* saki all järgmisi parameetreid:

- a) kirjuta tekstuuri ribade ülemineku lahtrisse `sqr` (*square*)
- b) sea faas igal ekraani värskendusel muutuma sammuga  $t^2$
- c) sea ruumiliseks sageduseks 0.25 kraadi

**Ülesanne 5.** Muuda infokastikese sätteid selliselt, et programmi kasutaja saaks sinna sisestada ekraanile kuvatava võre ruumilise laotustiheduse. Anna uuele sisestuskastile nimetus sFrex ja määra selle vaikeväärtuseks 0.25 kraadi.

**Ülesanne 5.1.** Vali komponentide menüüst koodielement (Custom alaosast) ja lisa see trial rutiinielemendi koosseisu. Defineeri katse alguses uus muutuja sFrex, mis võtab rutiini käivitamisel infokastikesest kasutaja sisestatud väärtuse ehk selle väärtuse, mille kasutaja sFreks järele lahtrisse kirjutas.

**Ülesanne 5.2.** Muuda võrekomponendi *Advanced* saki all järgmisi parameetreid:

a) asenda ülesandes 4.1 sisestatud ruumilise laotustiheduse väärtus eelmises ülesandes defineeritud muutujaga sFrex

**Ülesanne 6.** Lisa rutiinielemendile trial tekstikomponent, mis kuvab ekraani paremas nurgas, kui palju aega on rutiinielemendi sisselülitamise algusest kulunud. Muuda tekstikomponendi järgmisi parameetreid:

- a) muuda tekstikomponendi kestust selliselt, et komponent jääks rutiinielemendi lõpuni ekraanile;
- b) sea teksti suuruseks 1 kraad;
- c) sea tekstikomponendi x-telje asukohaks 18 ja y-telje asukohaks -7 kraadi keskkoha suhtes;
- d) anna teksti väärtuseks aeg, mis on rutiinielemendi sisselülitamisest alates kulunud ja ümarda ühe komakoha täpsusega;
- e) muuda teksti parameetreid selliselt, et selle väärtusi muudetaks pärast iga ekraanivärskendust.

## Lisaülesanded: klahvivajutuse kontrollimine koodielemendis

**Ülesanne 6.** Lisa trial rutiinielemendile vastusekomponent. Määra vastuseklahvideks üles ja all („up“ ja „down“).

**Ülesanne 7.** Lisa koodikomponendi *Each Frame* saki alla tingimuslause, mis kontrolliks, kas kasutaja vajutas üles või alla klahvi ja muudaks vastavalt sellele ruumilist laotustihedust ühe kraadi võrra.

Tingimuslausete kasutamist Pythoni programmeerimiskeeles selgitab hästi veebis kättesaadav ja Tartu Ülikooli arvutiteaduse instituudi töörühma poolt koostatud [programmeerimisõpik](#).

**Ülesanne 8.** Lisa trial rutiinielemendile katseskeemi (*Flow*) menüüs aas ja võta selle sätetes *Is trials* järel linnuke ära. Määra korduste arvuks mingi suur arv (100), et programm kohe pärast paari vajutust kinni ei läheks.



## Lisaülesanded: klahvivajutuse kontrollimine koodielemendis

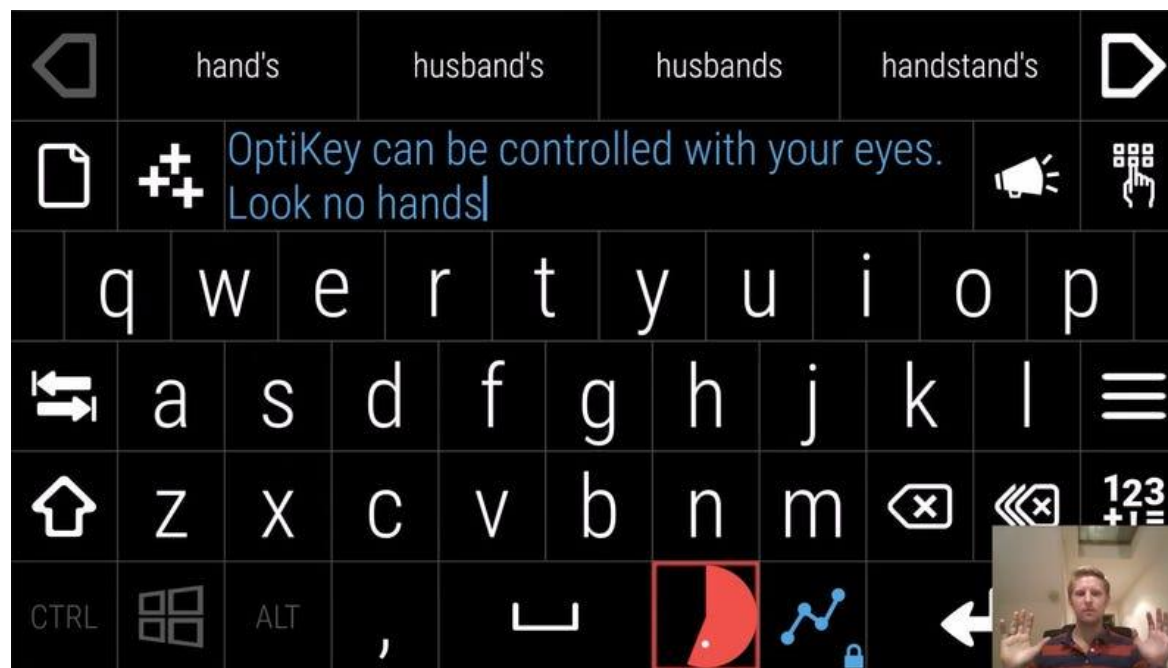
**Ülesanne 9.** Lisa rutiinielemendile *trial* tekstikomponent, mis kuvab ekraani paremas nurgas ekraanile esitatud võre ruumilise laotustihedus. Muuda tekstikomponendi järgmisi parameetreid:

- a) muuda tekstikomponendi kestust selliselt, et komponent jääks rutiinielemendi lõpuni ekraanile;
- b) sea teksti suuruseks 1 kraad;
- c) sea tekstikomponendi x-telje asukohaks 18 ja y-telje asukohaks -7 kraadi keskkoha suhtes;
- d) anna teksti väärtuseks jooksva laotustiheduse väärtus ehk kuuendas ülesandes defineeritud **sFrex**
- e) muuda teksti parameetreid selliselt, et selle väärtusi muudetakse pärast iga ekraanivärskendust.

# Psühholoogi ja psühholoogia roll füsioloogiliste mõõtmiste rakendamisel



**Stephen William Hawking  
(1942-2018)**



**Julius Sweetland (1983) ja OptiKey**



# Kuldvillak: silmaliigutused

Miks liigutame?	Silmaandurid	Kuidas liigutame?	Füsiloogia	Pupillireaktsioon
100	100	100	100	100
200	200	200	200	200
300	300	300	300	300
400	400	400	400	400



## Kasutatud kirjandus (esinemise järjekorras)

Ellis, C. J. (1981). The pupillary light reflex in normal subjects. *British Journal of Ophthalmology*, 65(11), 754-759.

Gleitman, H., Reisberg, D., & Gross, J. (2014). *Psühholoogia*. Hermes.

Fischer, C., Luauté, J., Adeleine, P., & Morlet, D. (2004). Predictive value of sensory and cognitive evoked potentials for awakening from coma. *Neurology*, 63(4), 669-673.

Fotiou, D. F., Brozou, C. G., Haidich, A. B., Tsitsios, D., Nakou, M., Kabitsi, A., ... & Fotiou, F. (2007). Pupil reaction to light in Alzheimer's disease: evaluation of pupil size changes and mobility. *Aging clinical and experimental research*, 19(5), 364-371.

Stern, R. M., Ray, W. J., & Quigley, K. S. (2001). *Psychophysiological recording*. Oxford University Press, USA.

Bradley, M. M., Miccoli, L., Escrig, M. A., & Lang, P. J. (2008). The pupil as a measure of emotional arousal and autonomic activation. *Psychophysiology*, 45(4), 602–607.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00654.x>

Hess, E. H., & Polt, J. M. (1960). Pupil size as related to interest value of visual stimuli. *Science*, 132(3423), 349-350.

Wenzlaff, F., Briken, P., & Dekker, A. (2016). Video-Based Eye Tracking in Sex Research: A Systematic Literature Review. *The Journal of Sex Research*, 53(8), 1008–1019.

Hess, Eckhard H., and James M. Polt. "Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving." *Science* 143.3611 (1964): 1190-1192.

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>

Goldinger, S. D., & Papesh, M. H. (2012). Pupil Dilation Reflects the Creation and Retrieval of Memories. *Current Directions in Psychological Science*, 21(2), 90–95.  
<https://doi.org/10.1177/0963721412436811>

Kahneman, D., & Beatty, J. (1966). Pupil diameter and load on memory. *Science*, 154(3756), 1583-1585.

Hayashi, N., Someya, N., & Fukuba, Y. (2010). Effect of Intensity of Dynamic Exercise on Pupil Diameter in Humans. *Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY*, 29(3), 119–122. <https://doi.org/10.2114/jpa2.29.119>

Simpson, H. M. (1969). Effects of a task-relevant response on pupil size. *Psychophysiology*, 6(2), 115-121.

Adam, J. J., Bovend'Eerd, T. J. H., Smulders, F. T. Y., & Van Gerven, P. W. M. (2014). Strategic flexibility in response preparation: Effects of cue validity on reaction time and pupil dilation. *Journal of Cognitive Psychology*, 26(2), 166–177.

Richer, F., & Beatty, J. (1985). Pupillary dilations in movement preparation and execution. *Psychophysiology*, 22(2), 204-207.



Tänan tähelepanu eest!