



Kaasrahastanud  
Euroopa Liit

Erasmus+

Rikastab elu, avardab silmaringi.

# Mesilaste tants, uni, elektriväli ja sülemlemine

## Populaarteaduslik loeng

MTÜ Alustame Algusest koolitaja: **Daniil Brant**  
14. jaanuar 2025

[www.mesilaspere.com](http://www.mesilaspere.com)



# Saksamaa õpirännak

Prof. Dr. Dr. h.c. Randolf Menzel



# Karl Ritter von Frisch



1886. (Austria-Ungari) -1982. (Sakasamaa)

1921. a. Rostocki ülikooli zooloogiaprofessor ja instituudi direktor

1925. a. Müncheni ülikooli zooloogiainstituudi juhataja

1927. a. raamat: *Aus dem Leben der Bienen* (inglise keelde tõlgitud kui *Tantsivad mesilased*)

Alates 1933. a. toimus juutide tagaajamine

Saksamaal 1940.-1941. aastatel *N.apis* puhang, hukkub 800 tuhat mesilasperesid

1941. a. määratakse teda tagasi mesilaste teadlaseks

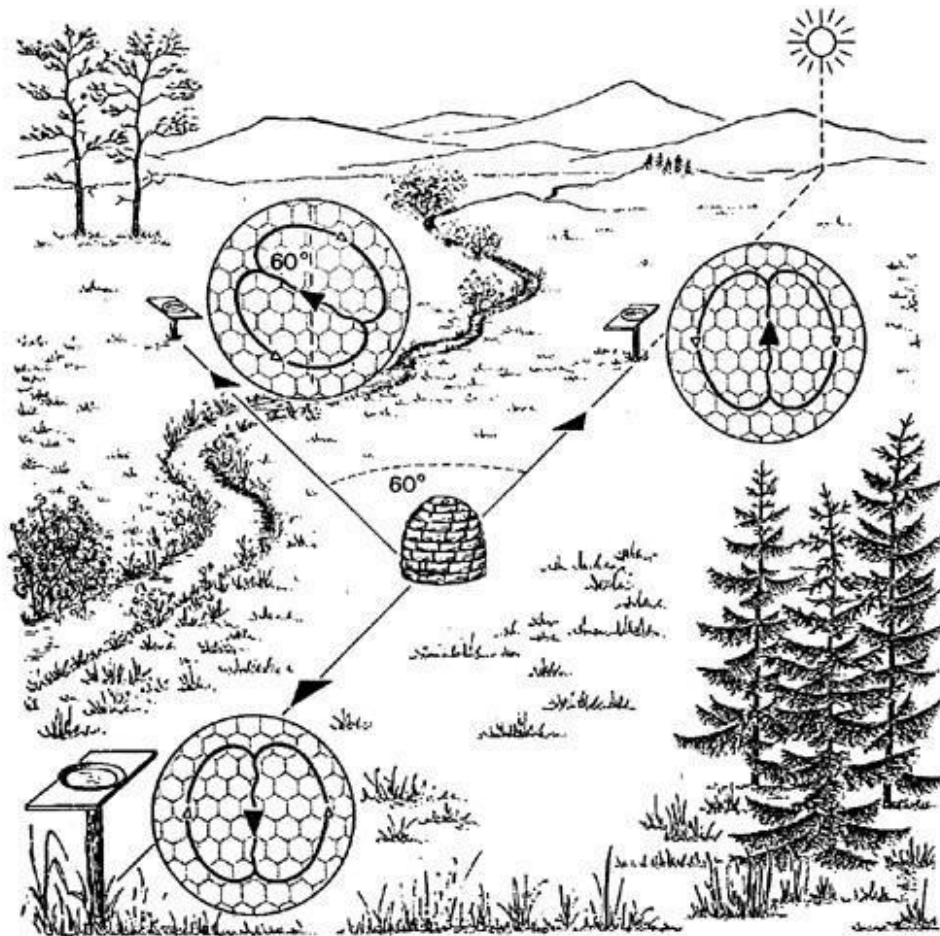
1973. aastal koos N.Tinbergeni ja K.Lorenziga sai Nobeli füsioloogia- või meditsiiniauhinna

Panus mesilaste uurimisel: värvinägemine, UV ja polarisatsioon eristamine, Maa magnetvälja tundmine, mesilasema feromoonid.

# Kuhu poole on suunatud lennuava?

Ring- ja vibavtants  
Üks võnge = 70 meetrit  
Aga +/- 30 meetrit!

Õige vastus: päikese suunas



# Randolf Menzel



Menzeli uurimisgrupp - Neurobioloogia (veel kolm uurimisgrupp: inimese aju + 2 Drosophila't)

Uurimisteemad:

- C) Elektriväljade vastuvõtt ja õppimine
- B) Uni ja selle roll mälu konsolideerimisel
- A) Keskkonnaseire: pestitsiidide mõju mesilaspere sotsiaalsele korraldusele

Nende praegused mesilaste uurimisprojektid on järgmised:

- Retseptiivne välja struktuur ja spektraalne tundlikkus mesilaste kesksetes visuaalsetes neuronites
- (Mesilaste sotsiaalse käitumise neuraalsed korrelatsioonid)
- Kimalaste otsuste tegemise närvikorrelatsioonid laborikeskkonnas
- (Muutused elektrostaatilise välja signaalides mesilasperedes)
- (Tantsukommunikatsioon mesilastel: kuidas tõlgendavad tantsijate järeltulijad tantsusõnumit?)

# C) Elektriväljade vastuvõtt ja õppimine

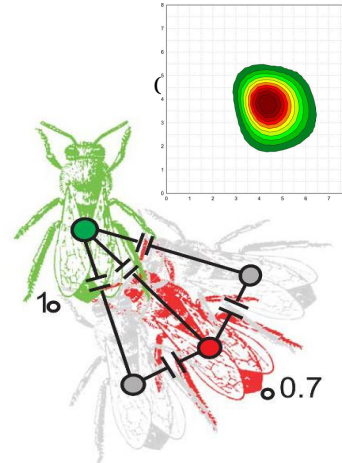
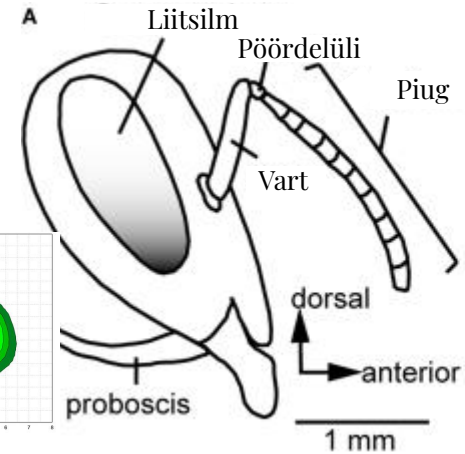
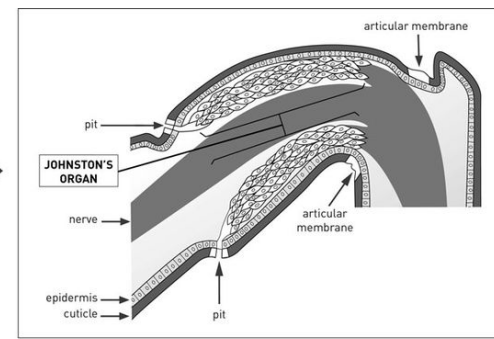
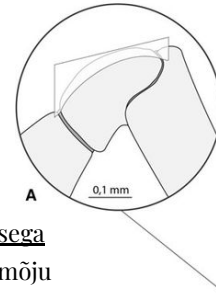
Mesilased koguvad elektrilaengut lennu ajal ja nende kehaosi liigutades või kokku hõõrudes. Mesilased kiirgavad konstantseid ja moduleeritud elektrivälju lennates, maandudes, kõndides ja vangutamistantsu ajal. Tantsivate mesilaste kiirgavad elektriväljad koosnevad madala ja kõrge sagedusega komponentidest. Mõlemad komponendid indutseerivad Coulombi seaduse (elektrostaatilise vastastikmõju kvantitatiivne seadus) kohaselt statsionaarsetel mesilastes passiivselt tundlate liikumisi.

Mesilased õpivad nii konstantse kui ka moduleeritud elektrivälja komponente (isuäratava) Proboski sirutusrefleksi (PER) harjutamise kontekstis. Laservibrometria abil näitame, et elektriliselt laetud flagellumit liigutavad konstantsed ja moduleeritud elektriväljad ning seda tugevamalt, kui heli- ja elektriväljad interakteeruvad. Johnstoni elundi aksonitelt saadud salvestised dokumenteerivad selle tundlikkust elektrivälja stiimulitele. Meie analüüsid tuvastavad mesilaste pinnalaengust lähtuvad elektriväljad mehhaaniliste retseptorite stiimulitena ja bioloogiliselt oluliste stiimulitena, mis võivad mängida rolli sotsiaalses suhtluses.

Ilmselt ei pea kohalviibivad mesilased olema tantsiva mesilasega tihedas kontaktis, et tajuda tantsija jõude, tõenäoliselt seetõttu, et Coulombi jõud on tantsija ümber tugevad kõikides suundades.

- Pinnalaeng võrdse pindala kohta on üldiselt konstantne.
- Tiivade ja tundlate vaheline laengute erinevus!
- Õhu ionisatsiooni väärtuse muutus põhjustab mesilastel lennu ajal **negatiivset laengut**.
- Tantsivad mesilased tekitavad õhuvoogusid ja elektrivälju, mis mõlemad kutsuvad esile **tundlate piugu vibratsiooni**.
- Putukad on võimelised eristada akustilist ja elektrilist signaali!

Järeldus: sellest infokanalist ja selle rollist sotsiaalses suhtluses täieliku pildi väljatöötamiseks tuleb edasiste uuringute käigus jälgida elektriväljade jaotust kõigis mesilaspere asuvates kohtades. Eeldame, et mesilaspere eksisteerib suur hulk signaale erinevates sagedusalades, mis võivad anda teavet sotsiaalsete tegevuste ja tervislike seisundite kohta



[www.researchgate.net/figure/The-Johnstons-organ-a-and-subgenital-organ-b-are-the-primary-receptors-for\\_fig\\_258157835](http://www.researchgate.net/figure/The-Johnstons-organ-a-and-subgenital-organ-b-are-the-primary-receptors-for_fig_258157835)

[www.researchgate.net/figure/The-Johnstons-organ-of-the-honeybee-A-A-lateral-view-of-the-head-of-the-honeybee-The\\_fig\\_41405640](http://www.researchgate.net/figure/The-Johnstons-organ-of-the-honeybee-A-A-lateral-view-of-the-head-of-the-honeybee-The_fig_41405640)

[www.bcp.fu-berlin.de/en/biologie/arbeitsgruppen/neurobiologie/ag\\_menzel/forschung/reception/index.html](http://www.bcp.fu-berlin.de/en/biologie/arbeitsgruppen/neurobiologie/ag_menzel/forschung/reception/index.html)

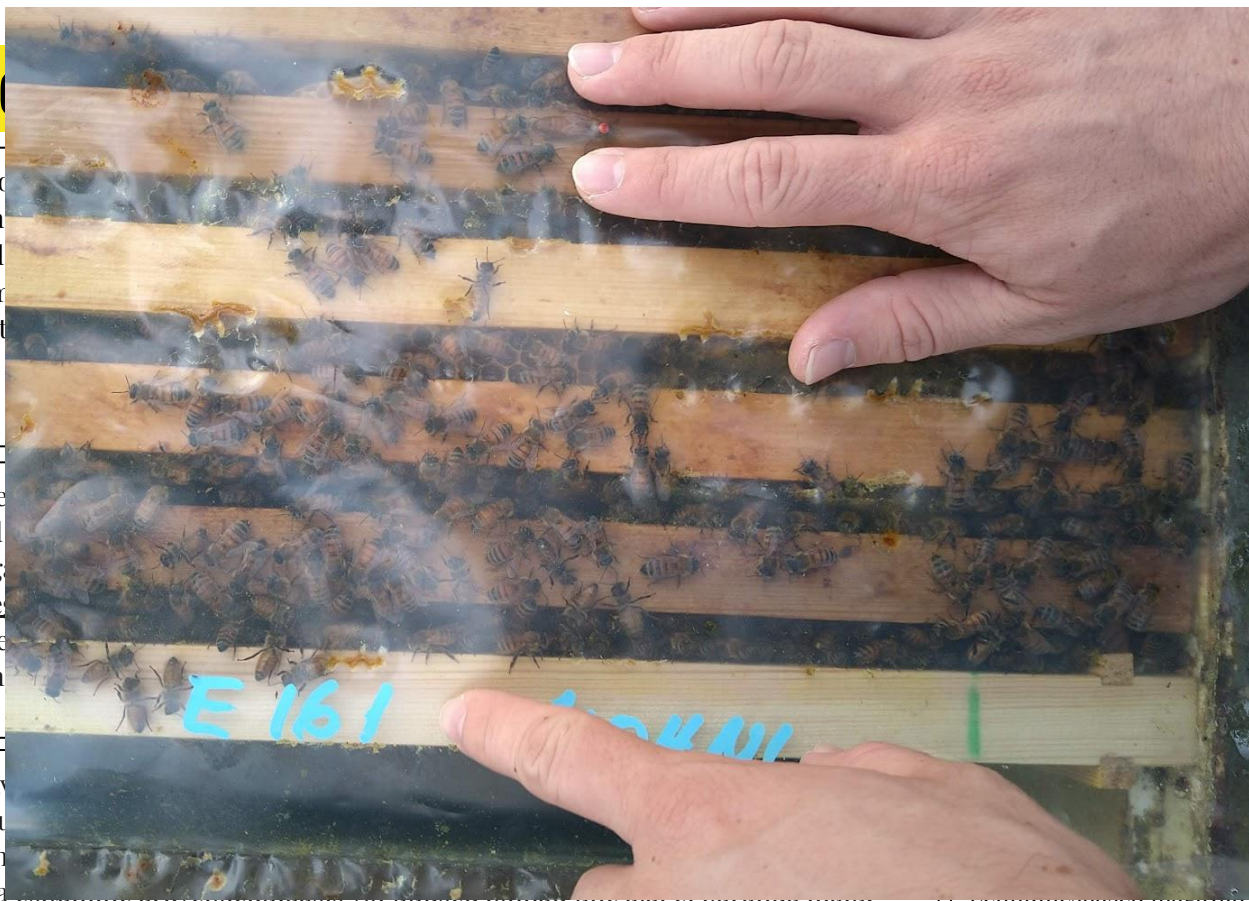
## B) Uni ja s

- Unefaase iseloomustavad silmatorkavamad tunnused
- Leidti, et mesilased võivad unetada ka hommikul
- Uneaegses meelde jätmine on kui on vaja meelde jätta olulisi asju
- Pärast mesilaste unetamist on järgi harjunud öösel 'puhta õhuga'.

- Söödaotsijatele on unetamine kodulennu ajal oluline
- Mesilased magavad ka öösel
- päeva puhkeajal unetamine on mälu. Öine unetamine on mälu
- Järeldus: uue n

- Mesilaste sügav unetamine on oluline
- Uuesti kokkupuude unetamisega
- Unel on sarnane unetamisega
- Kontekstilõhnad

Praeguste katsete eesmärk: testida, kas mälu konsolideerimist saab unefaaside ajal hõlbustada.



Uuesti kokkupuude unetamisega on oluline öösel järjepidevamalt ja kauem.

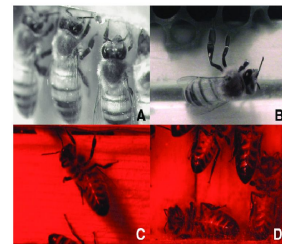
[https://www.researchgate.net/publication/23249011\\_Caste-dependent\\_sleep\\_of\\_worker\\_honey\\_bees](https://www.researchgate.net/publication/23249011_Caste-dependent_sleep_of_worker_honey_bees)

sti  
a (eki.ee)

avad ka päeval, korje  
i pikemalt  
rjeallika meelde  
ka hommikul  
n kui on vaja meelde  
rjeallikat.

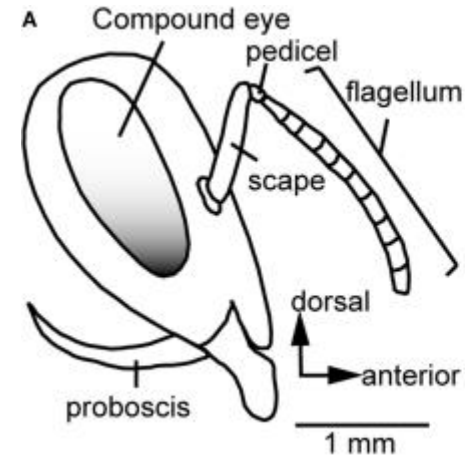
[https://www.researchgate.net/publication/216756537\\_Work-Independent\\_Sleep\\_of\\_Worker\\_Honey\\_Bees](https://www.researchgate.net/publication/216756537_Work-Independent_Sleep_of_Worker_Honey_Bees)

a, omandades eduka  
seadmega (RFID)).  
ud kaasa erinevat  
mandatud õppimist ja  
rru peale väljalendu.



# A) Keskkonnaseire: pestitsiidide mõju mesilaspere sotsiaalsele korraldusele

- Kuidas kasutades elektrostaatilisi välju saab mõõta mesilaspere tervislikku seisundit?
- Hinnatakse paljude üksikute mesilasperede häält suuremas võrgustikus. Kõik muutused nendes tüüpilistes mürades võivad kajastada mesilaspere tervislikku seisundit, mida peetakse keskkonnareostuse võimalikuks näitajaks.
- Varustame iga üksiku mesilaspere elektrimikrofonidega, mille kaudu mesilaste helid salvestatakse muusikana. Seejärel tihendatakse need sagedusanalüüsi abil sõrmejälgedeks ja saadetakse mobiiltelefoni või DSL-i kaudu peakorterisse.
- **EKS:** elektrilised koloonia signaalid = sõrmejalg mesilaspere käitumismustritest.
- Salvestame elektrostaatiliselt spetsiaalselt mesilaste müra, millel on meie arvates tähtsus ka mesilate enda suhtlusele, mida keskkonnareostus võib häirida.
- **Avastus:** lennu ajal saavad mesilaste kõik kehaosad tugevalt elektriliselt laetud. Selle tulemusena kuulevad mesilased üksteist mitte ainult helirõhu, vaid ka elektrostaatiliste jõudude kaudu. Elektriühendus on loomadel kuni 500-voldise kõrgepinge tõttu üle 10 korra tugevam kui akustiline.
- Lendamine, maandumine, tuulutamine, tantsimine – on erineva sageduse ja kestvusega.
- Käitumismustrite täpsus ja rikkalikkus võimaldavad tarkvara abil täpselt hinnata mesilaspere seisundit.
- CO<sub>2</sub> andurid ja tarukaalud koos EKS andmete kooskõlas annavad väga põhjaliku ülevaadet, mesilaspere seisundist.
- Subletaalselt töödeldud (tiaklopriid) mesilastel leiti ka mööduvaid käitumismuutusi võrreldes töötlemata mesilastega. Andmed pole aga veel statistiliselt usaldusväärsed.



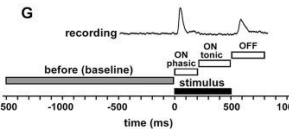
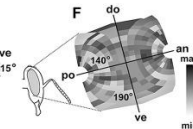
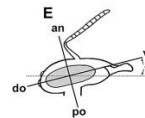
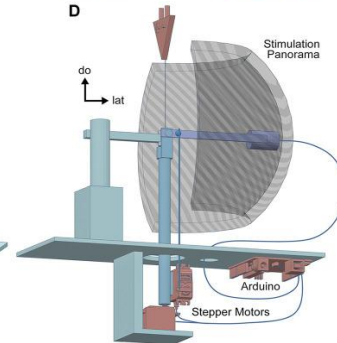
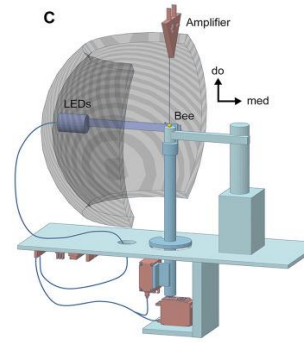
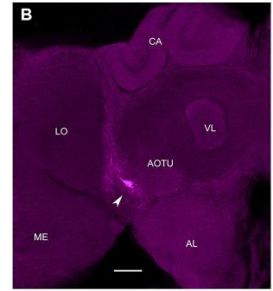
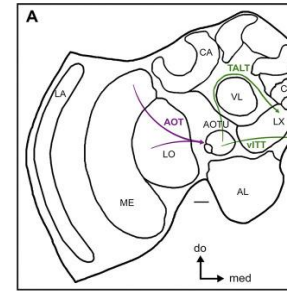
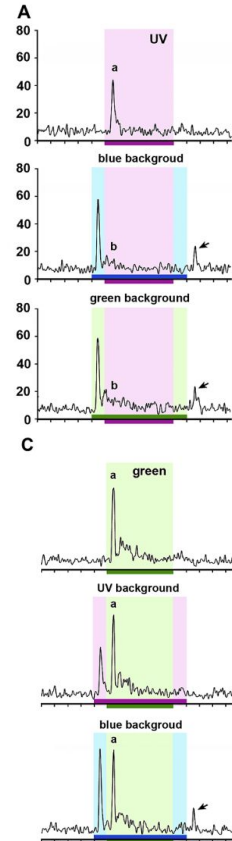
researchgate.net/figure/The-Johnstons-organ-of-the-honeybee-A-A-lateral-view-of-the-head-of-the-honeybee-The\_fig1\_41405640



# Sensorsete süsteemide ja käitumise neurofüsioloogia

Retseptiivne välja struktuur ja spektraalne tundlikkus mesilaste kesksetes visuaalsetes neuronites

- UV, sinine ja roheline – nõ “valgus”.
- Pärast liitsilma korduvat juhuslikku stimuleerimist kõigis võimalikes nägemisvälja piirkondades oleme suutnud kaardistada salvestatud neuronite vastuvõtuvälja UV, sinise või rohelise jaoks.



# Kimalaste otsuste tegemise närvikorrelatsioonid laboritingimustes

Kimalase (*Bombus terrestris*) närvikorrelaatide analüüs, kui nad navigeerivad virtuaalses keskkonnas ja teevad otsuseid oma ruumimälu põhjal.

Ekstratsellulaarsed salvestused tehakse *corpora pedunculata* välistel neuronitel ja salvestatakse pika aja jooksul. Katse kimalased käituvad võimalikult loomulikult. Seenekeha on tuntud nii olulise sensoorse teabe töötlemise kui ka mälu kinnistamise ja taastamise poolest. See on integratsioonikeskus mesilase ajus ja ilmselt oluline ka ruumis navigeerimiseks.

Kimalaste tiivad on muudetud nii, et lendamise asemel kõnnivad nad katseareeni ja oma kimalaste pere/pesa vahel. Neil on vabadus valida, kuhu minna ja mida edasi teha. Ühes olukorras on neil testiareenil valida nelja erineva söötiskoha vahel. Kuna ühes kohas on ainult toit, tuleb neil kasutada oma mälu, mis on kujunenud eelmistes treeningtsüklites, ja kasutada keskkonda õige koha leidmiseks. Samuti tehakse ülesandeid, mille käigus kimalased tajuvad areeni sissepääsu värvisignaali ja teevad seejärel otsuse, milline toitumiskoht valida. Näiteks selles testis on sissepääsu juures olev värvisignaali söötiskohaga sama värvi, teises testis on see teist värvi.

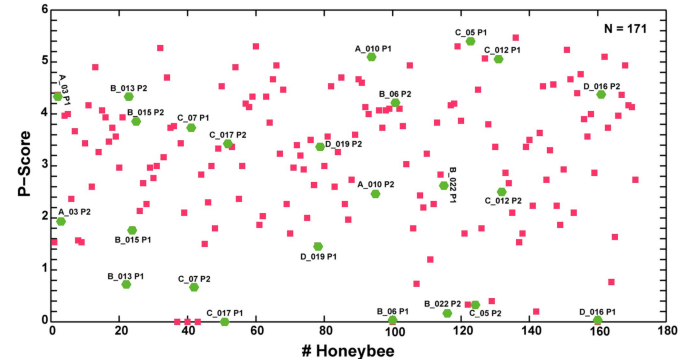
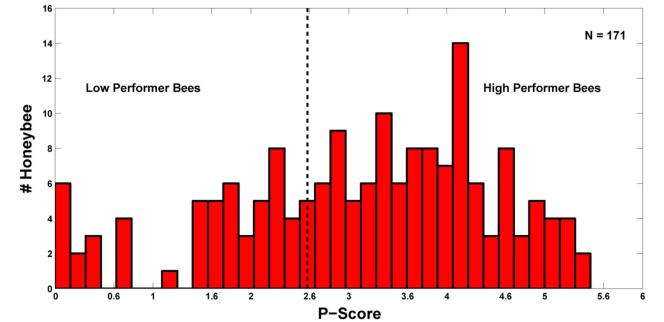
Uurimistöö eesmärk: leida navigatsiooni komponentide (tee lõimimine, eesmärgile orienteeritus, panoraamõpe) neuronaalne alus.

# Meemesilase aju virtuaalne atlas



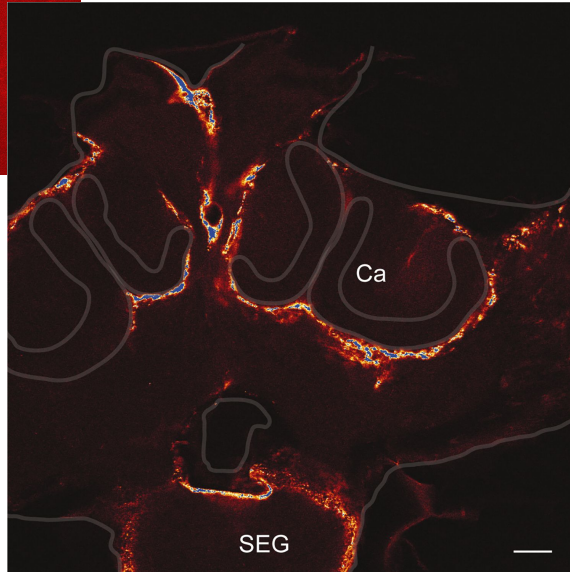
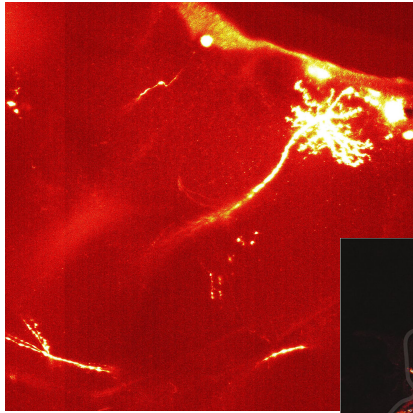
[bcp.fu-berlin.de/biologie/arbeitsgruppen/neurobiologie/ag\\_menzel/beebrain/index.html](http://bcp.fu-berlin.de/biologie/arbeitsgruppen/neurobiologie/ag_menzel/beebrain/index.html)

# Targad ja rumalad mesilased?



[journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0304563#sec010](http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0304563#sec010)

## In-vivo egfp expression in the honeybee *Apis mellifera* induced by electroporation and viral expression vector



[journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0263908#pone-0263908-g005](https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0263908#pone-0263908-g005)

## Memory enhancement by ferulic acid ester across species

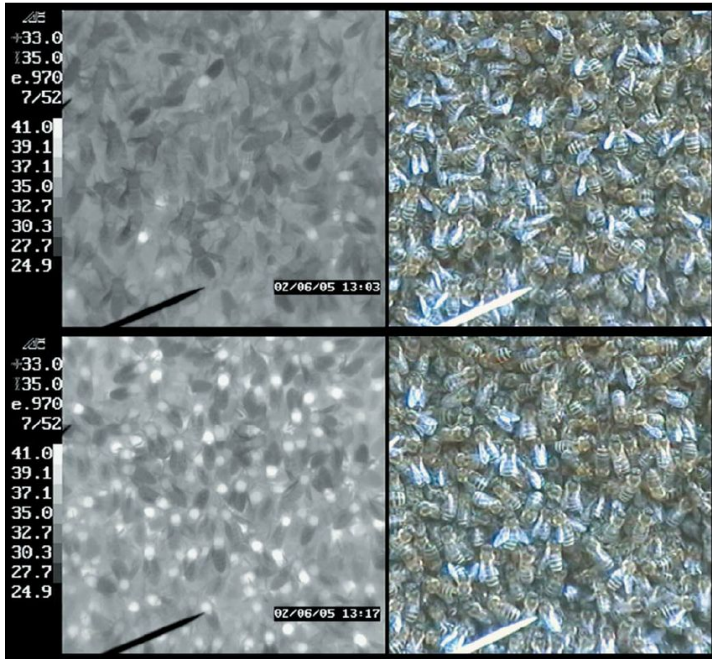
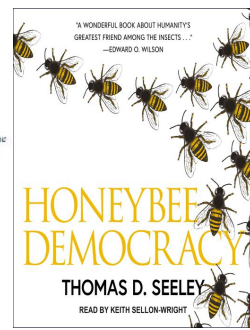


[healthline.com/nutrition/rhodiola-rosea](https://healthline.com/nutrition/rhodiola-rosea)

[science.org/doi/10.1126/sciadv.aat6994#sec-4](https://science.org/doi/10.1126/sciadv.aat6994#sec-4)

# Sülemlemine – kui otsustusvõime ja strateegia

**Joonis 7** Tantsu salvestus üga 73 skaatmesilase poolt, kes esitas 1. sillemis tantsu. *Avatud ring* tähistab tantsu valimata saidi jaoks, samas kui a *must riba* tähendab tantsu valitud sari. Kõikideki *horizontaalne* joon näitab, millal mesilane on tantsijana välja langenud, see tähendab, kui ta on lõpetanud tantsib ja ei jätku tantsides enne sillemi lõustumist off



[news.cornell.edu/stories/2006/04/honey-bee-decision-making-ability-rivals-any-department-committee](http://news.cornell.edu/stories/2006/04/honey-bee-decision-making-ability-rivals-any-department-committee)



[researchgate.net/figure/Bees-on-the-surface-of-a-honey-bee-swarm-when-viewed-with-infrared-video-camera-left\\_fig1\\_10682478](http://researchgate.net/figure/Bees-on-the-surface-of-a-honey-bee-swarm-when-viewed-with-infrared-video-camera-left_fig1_10682478)

[researchgate.net/publication/227263086\\_Group\\_decision\\_making\\_in\\_swarms\\_of\\_honey\\_bees](http://researchgate.net/publication/227263086_Group_decision_making_in_swarms_of_honey_bees)

# Rahulikud mesilased



# Kogukondlikud mesilad



# Tolmendajatele sh mesilastele suunatud mõtteviis



“Berlin summt” 2011. aasta Saksamaa  
mesilaste-projekt. Hakkasid sumisema  
München ja Frankfurt.  
MESINIK nr 3 (71), juuni 2012





## TÄNAN KUULAMAST!

ALFALFA OÜ  
(alfalfa.ee; Janek 5622 8046)

&

Eesti Mesilaste Aretusühing  
([daniil.dbt@gmail.com](mailto:daniil.dbt@gmail.com); FB: Daniil Brant)

