

# Mullatervis

Annely Kuu



Euroopa Maaelu Arengu  
Põllumajandusfond:  
Euroopa investeeringud  
maapiirkondadesse



[www.emu.ee](http://www.emu.ee)  
**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences



# Mulla kui tervikliku süsteemi funktsioonid

- **Produksioonifunktsioon:**

- toidu ja toorainete tootmiseks
- mulla produktiivsus on põllu- ja metsamajanduse olulisem alus



<https://etki.ee/sort/teraviljad/>

- **Organismide elukeskkonna funktsioon:**
  - elavad veega täidetud mullapoorides (keriloomad (Rotifera), nematoodid, ränivetikad)
  - õhuga täidetud mullapoorides (väiksemad lüljalgsed)
  - kui ka mulla pinnal





- **Kliima reguleerimise funktsioon:**
  - mulla mikrokliima määratakse mulla temperatuuri ja hüdroloogilise režiimi poolt:
  - muld vähendab järske üleminekuid kõrgelt temperatuurilt madalamale ja vastupidi
  - mõjutab kliimat mullalähedastes kihtides



<https://novaator.err.ee/912394/teelusikataies-mullas-on-rohkem-elusorganisme-kui-inimesi-maakeral>



- **Hüdroloogiline funktsioon:**
  - sõltub juurdetulevast veest (sademed) kui ka mullaveest (kapillaarvesi, gravitatsioonivesi, veeaur)



<https://www.innovationnewsnetwork.com/new-self-watering-soil-pulls-water-from-the-air-to-distribute-to-plants/7687/>



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)

- **arhiivi ja pärandi funktsioon:**

- muld on tähtis geenireserv
- mullast isoleeritakse tööstuslikel eesmärkidel aktinomütseete, baktereid, seeni
- oluline informatsiooni arhiiv:
  - vaatamata sellele, et mulla kujunemine võtab aega 10....15 tuhat aastat, võib mullast leida jälgi kogu selle perioodi koht





# Kas me tunneme täna oma senist rikkust?

Mullaelustik mängib olulist rolli paljude ökosüsteemi teenuste pakkumisel ning on otseselt või kaudselt vastutavad selliste elutähtsate funktsioonide eest nagu toitainete vabastamine orgaanilisest ainest, mulla struktuuri vormimine ja säilitamine, vee hoidmine ning transport mullas



<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/soil-biodiversity>

Königer et al, 2022

<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109475>

SoilBON Essential Biodiversity Variables framework (Guerra et al., 2021).



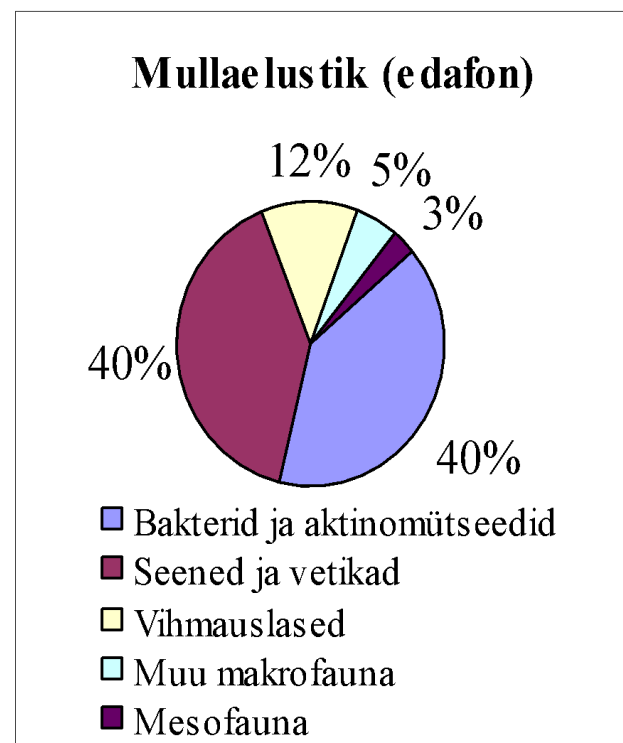
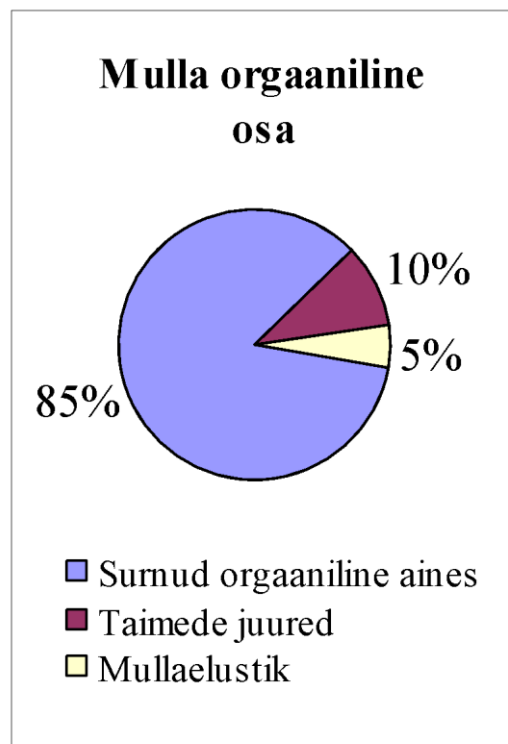
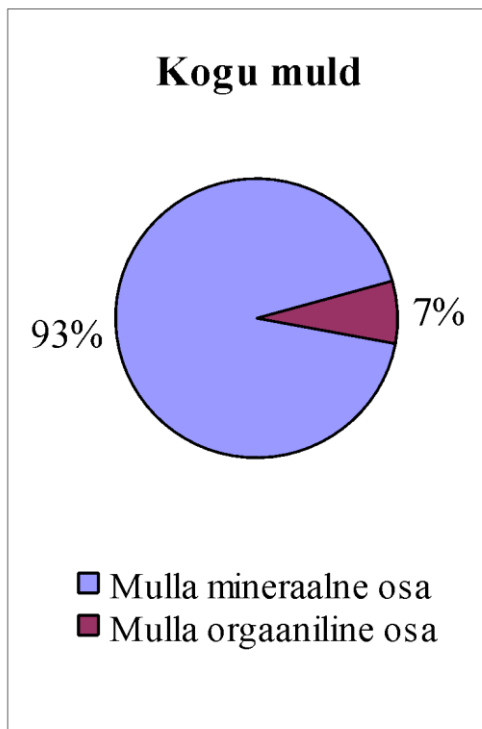
**Eesti Maaülikool**

Estonian University of Life Sciences

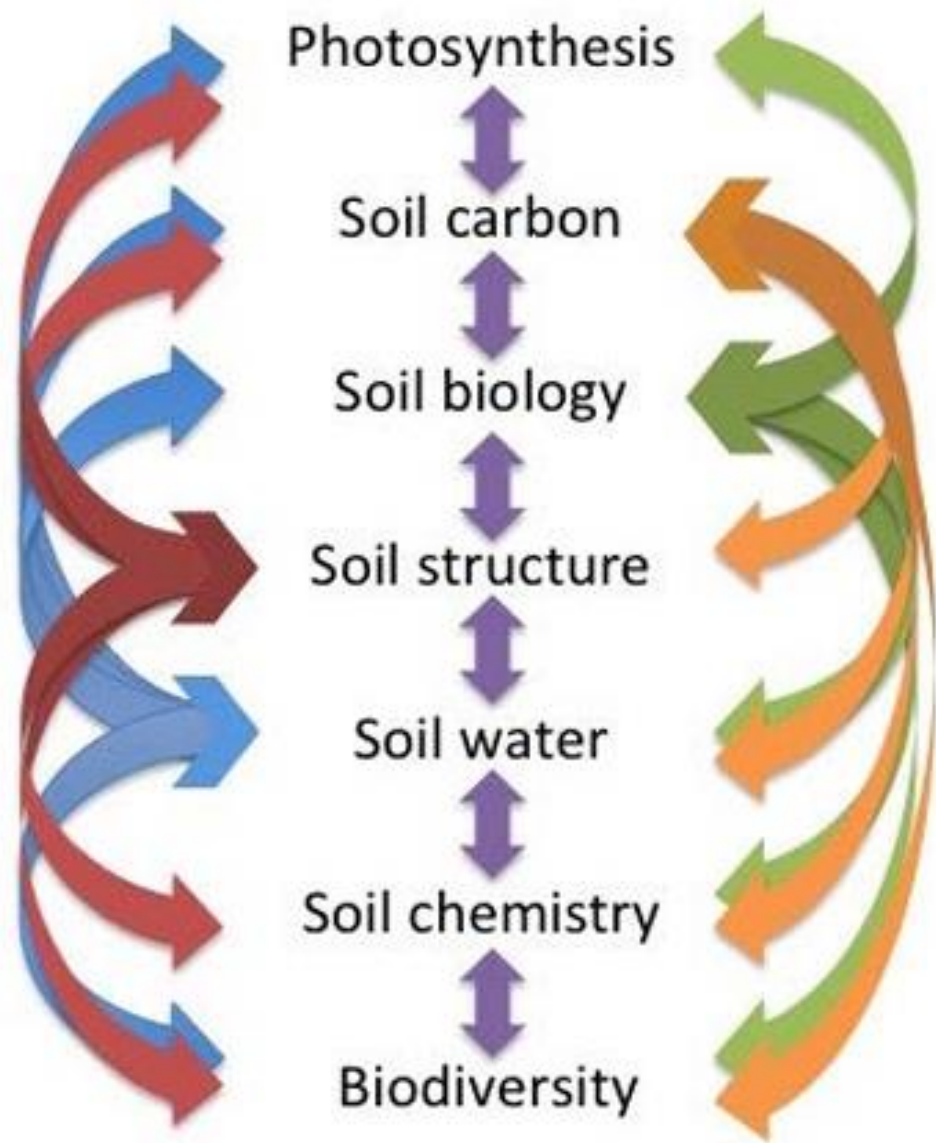
[www.emu.ee](http://www.emu.ee)



# MULLAELUSTIKU OSA MULLAS







Mullatervis on termin, millega tähistatakse jätkusuutlikku mulla kvaliteeti

Mullatervise kolm peamist aspekti:

- bioloogilised,
- füüsilised
- keemilised omadused

# Mullaelustiku funktsionaalsed grupid

Organismid	Talitus
Risosfääri organismid	Mõjutavad otseselt taime talitlust nii positiivselt kui negatiivselt. Bakterid, seened (sh mükoriisa), nematoodid, herbivoorsed putukad jt selgrootud
Lagundajad	Lagundavad taime- ja loomajäänuseid mullas ja varises. Mulla mikroobikooslus, selgrootud lagundajad, selgrootud ja selgroogsed kiskjad.
Mulla liigutajad ehk „insenerid“	Mõjutavad mulda ja teiste organismide elupaiku selle segamise, urgude uuristamise ja agregaatide moodustamise kaudu. Vihmaussid putukavastsed, selgroogsed.



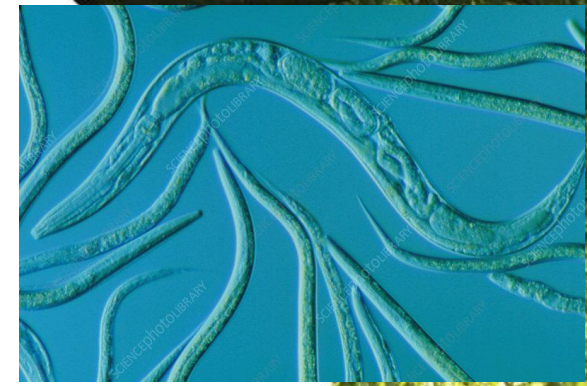
# Mikrofloora

- **Bakterid, kiirikbakterid, arhed, seened.**
- Paiknevad mullas ebaühtlaselt- tavaliselt kolooniatena orgaanilise substraadi läheduses (nt. taimede juurte ümber).
- 1 tl mulda sisaldab umbes 1 miljardit üksikut mikroskoopilist rakku ja umbes 10 000 erinevat liiki.
- Mullabakterid omavad keskset rolli **toitainete ringluses** mullas.
- Muld sisaldab arvukalt bakterite perekondi, mis kaitsevad põllukultuure ka haiguste eest.
- **Mikroobikooslus vastutab mulla värvi, struktuuri, kvaliteedi ja lõhna eest.**
- Mida suurem on mullas orgaanilise aine hulk ja mida kvaliteetsem on muld, seda suurem on mikroobikoosluse biomass.





- Mulla mikroobikoosluste põhifunktsioonid on:
  - varustada põllukultuure toitainetega (N,P);
  - stimuleerida taimede kasvu (taimsete hormoonide tootmise kaudu);
  - kontrollida või pärssida taimepatogeenide aktiivsust;
  - parandada mulla struktuuri;
    - oluline osa mulla agregaatide struktuuri stabiliseerimisel
  - osalevad potentsiaalselt kahjulike ühendite ja elementide **puhverdamisel ja kahjutustamisel** (raskmetallid, pestitsiidid jne)
    - saastunud muldade bioremediatsioon;
  - reguleerida muldade süsiniku varusid- rohkem kui 3x rohkem süsinikku hoitakse pinnases kui atmosfääris



# Mikrofauna

- Algloomad, ripskõhtsed, nematoodid, keriloomad, loimurid.
- Arvukaimaks ja funktsionaalselt mitmekesiseimaks rühmaks on ümarussid ehk **nematoodid**.
  - täiskasvanud ussid on 0,5...1,5 mm pikad ja 10...30  $\mu\text{m}$  läbimõõdus
  - sõltuvad õhukesest veekilest mullaosakeste ümber, kus toimub nende elutsükkel
  - taimekahjurid, lagundajad
  - 1 m<sup>2</sup> mullapinna all elab umbes 1 miljon ümarussi kogumassiga 1 g



- **Nematoodidel** on tähtis roll mullakoosluses nii oma toitumise kui parasiteerimise kaudu, ühtlasi mõjutades taimede kasvu risosfääris toimuvaid protsesse kontrollides ja suunates.
  - Ainevahetusjääkidega eritavad **nematoodid** päris palju ammoniumiühendeid, mis mullas bakterite poolt taimedele kättesaadavaks nitraadiks oksüdeeritakse.
- 
- Mikrofauna võib suurendada toitainete mineraliseerumist ja vabanemist





# Mesofauna

- Lestad, hooghännalised, valgeliimuklased
- Hooghännalised:
- Arvukus sõltub:
  - Mulla tüübist,
  - Struktuurist
  - Mikrofloorast
  - Niiskustingimustest
  - Pooride suurusest
- 0,2 mm kuni 10 mm



Ken Schneider



- **Hooghännalised** on väga head orgaanilise aine lagundajad, nad võivad parandada mikrobioloogilist aktiivsust mullas, kiirendada laguprotsesse ja kontrollida mullaorganismide populatsioonide dünaamikat.
- **Hooghännalised** on olulised toitainete ringluses- nad on kui “seente ja bakterite” karjatajad ning mõjutavad seetõttu lagunemiskiirust
- **Hooghännalised** on väga tundlikud kuivamise suhtes- need liigid, kes elavad sügavamal mullakihtides, on tavaliselt kuivamise suhtes tundlikumad, kui need, kes elavad mullapinnal.

# Ökoloogilised grupid...

## Podumorpha

- valge värvus, silmade arvu vähenemine või silmad puuduvad
- hüppehark on enamasti kas taandarenenud või puudub täielikult
- elavad sügavamates mullakihtides ja toituvad risosfääris ning täidavad väga suurt rolli risosfääri aineringes.





- Entomobryomorpha/ Tomoceroidea

- elavad peamiselt metsakõdus või pindmises mullakihis,

- omavad väga arenenud hüppeharki ja pikki tundlaid.

- sugukonda *Isotomidae* kuuluvat liiki *Folsomia candida* kasutatakse mitmetes toksikoloogilistes laboratoorsetes katsetes.



- Symphypleona/ Neelipleona

- kosmopoliitse eluviisiga

- keraja kehakujuga

- väga hea hüppevõime

- elavad nii pindmises lehekõdus kui ka taimestikul.



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)



- Seentest toitudes ja nendega pidevalt kokku puutudes on **mullalestad** tähtsad seeneeoste ja mikroobide transportijad ja levitajad.
- **Mullalestad** suurendavad taimse varies lagunemiskiirust.
- Oma väljaheidetega parandavad **mullalestad** oluliselt lämmastiku ja fosfori taimedele uuesti kättesaadavaks muutumist, parandavad mullastruktuuri.





- **Valgeliimuklased**
  - väikesed ussid 0,1...5,0 cm pikad
  - oluline osa toiduahelas, aineringetes ja energiavoos, toituvad mikroorganismidest ja taimsest varisest
  - lagundajad
  - kuni 200 000 isendit 1 m<sup>2</sup> -l , Eesti põllumullas ca 3000 isendit m<sup>-2</sup>-l



Alchetron- The Free Social Encyclopedia

# Makro- ja megafauna

- Vihmaussid, hulkjalgsed, ämblikud, koibikud, putukad, kakandid, teod
- Vihmauss
  - Eesti suurim – harilik vihmauss, kuni 30 cm pikk, üle 3 g
  - Eesti väikseim – nelikant kaldauss, kuni 1,5 cm, umbes 0,05 g
  - 3500 liiki
    - 19 Euroopas
    - 13 Eestis



J.P. Richards



- **HARILIK MULLAUSS** – Praktiliselt igas mullas
- **ROOSA MULLAUSS** – Põllumuldades
- **ROHELINE MULLAUSS** – Rohumaade muldades
- **PUNANE VIHMAUSS** – Tavalisim epigeiline liik
- **SINAKAS SOOUSS** – Põllu- ja rohumaade muldades
- **PIIMJAS SOOUSS** – Liigniiskes mullas
- **NELIKANT-KALDAUSS** – Liigniiskes mullas
- **TUME VIHMAUSS** – Niiskete rohumaade muldades
- **HARILIK VIHMAUSS** – Põllu- ja rohumaade muldades
- **SUUR MULLAUSS** – Põllu- ja rohumaade muldades
- **HARILIK SÕNNIKU-USS** – Kõdunevas sõnnikus
- **KAHEKSAKANT-KÕDUUSS** – Metsakõdus
- **PEEN KÕDUUSS** - Metsakõdus







**HARILIK MULLAUSS**



**ROHELINE MULLAUSS**



**ROOSA MULLAUSS**



**PUNANE VIHMAUSS**







**SINAKAS SOOUSS**



**HARILIK VIHMAUSS**



**HARILIK SÖNNIKUUSS**



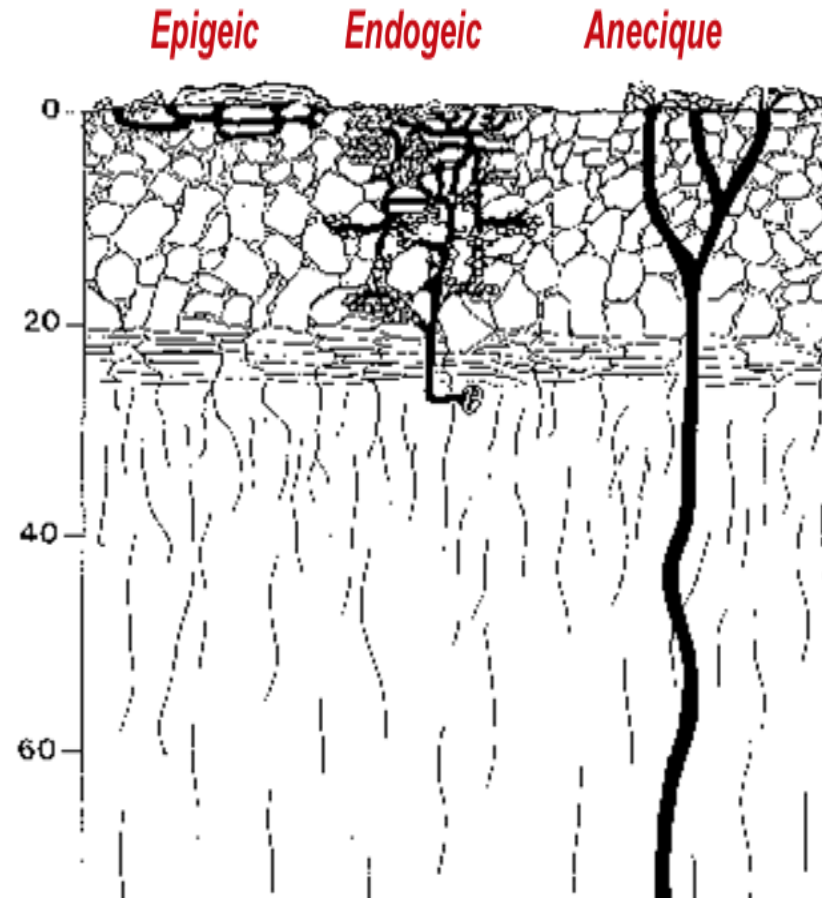
**SUUR MULLAUSS**





# Vihmausside jaotus elupaiga järgi

- Liigid, kes ebasoodsa perioodi elavad üle peitudes sügavatesse urgudesse (*anecic*). Siia kuuluvad meie suurimad vihmaussid, kes suudavad kaevata vertikaalkäike mõne meetri sügavuseni:
  - harilik vihmauss *Lumbricus terrestris* ja
  - suur mullauss *Aporrectodea longa*





- Põhiliselt pealmises, orgaanilise aine suurema sisaldusega mullakihis elavad ja ebasoodsa perioodi inaktiivses olekus üleelavad liigid (*endogeic*). Sellesse gruppi kuulub
  - harilik mullauss *Aporrectodea caliginosa*, kes on meie haritavate ja looduslike muldade kõige tavalisem liik,
  - roosa mullauss *Aporrectodea rosea*,
  - roheline mullauss *Allolobophora chlorotica* jt.
- Asustatakse mulla kõige ülemist kihti ning sõltuvad elupaiga valikul kõige enam niiskustingimustest (*epigeic*). Neid leidub peaaegu kõigi looduslike muldade pindmises kihis, väga sageli metsade ja rohumaade kõdus; isendid on väikesed:
  - kaheksakant-kõduuss *Dendrobaena octaedra*,
  - peen kõduuss *Dendrodrilus rubidus*.
  - punane vihmauss *Lumbricus rubellus*.
  - harilik sõnnikuuss *Eisenia foetida* on seotud inimtegevusega, ta elab kõdunevas sõnnikus ja kompostis



- Nad on mullafaunas **esikohal**
  - biomassi - moodustavad 2/3 kogu mullaorganismide biomassist
    - Eestis 19 ...924 kg/ha, kirjanduse põhjal kuni 4 t/ha
  - hingamise intensiivsuse
  - mulla struktuuri parandamisvõime poolest;
- Moodustavad pedosfääris tohutu **käigusüsteemi** (4...9000 km käike 1 ha rohumaa mullas)
  - loovad kasvuruumi taimejuurtele
  - loovad elupaiga mullamikroobidele
- Orgaanilise aine (taimede jäänused jm) **lagundamisel** mullas on vihmaussidel määrav osa;
- On oluline osa **toiduahela** osas
- Suur **arvukus**
  - põllumullas keskmiselt 50-150 isendit 1 m<sup>2</sup>-l, rohumaal 200-400 isendit 1 m<sup>2</sup>-l

- Põllumajandusökosüsteemis võivad **vihmaussid** suurendada põllukultuuride saagikust 25% ja taimset biomassi 23%.
- **Vihmaussid** aitavad vähendada seenhaiguste (*Fusarium spp*; *Verticilium spp*) esinemist taimedel.



- **Tuhatjalgsed- taimtoidulised, lagundajad**
  - **Tuhatjalad** on taimetoidulised, täites ökosüsteemis tähtsat rolli lagundajatena.
  - Nende põhitoiduks on taimede lehed ja puitunud taimeosad, mis on juba mikrobiaalse lagunemise mingi etapi läbinud
  - Jalgu kuni 139 paari, igal lülil 2 paari jalgu
  - Keha ümmargune
    - Võimalik mullas liikuda



J.P. Richards

- **Sadajalgased- röövloomad**
  - Jalgu 31-177 paari
  - Kere lapik:
    - Võimalik peituda kivide jm alla
    - Uuristab urge
  - Kiskjad (mõned taimemahladest)



J.P. Richards





## Ämblikud

- kõikjal, peale polaaralade
- asustavad kõige mitmekesisemaid elupaiku- rannikualasi, soid, niite jne.
- röövloomad, kes toituvad elavatest saakloomadest
- arvukus sõltub taimestikust, taimekaitsevahenditest, põldude suurusest, äärealadest
- mullas ja varises elavad peamised kangurlaste sugukonda kuuluvad ämblikud



<https://www.dreamstime.com/photos-images/linyphiidae.html>



- **Koibikud**
- seos liikide jalgade pikkuse ning mikroelupaiga tiheduse vahel
- mõned liigid söövad ainult loomset toitu, teised söövad ka taimseid objekte
- osa liike võivad eraldavad kaitsemehhanismina ebameeldiva lõhnaga vedelikku



Tom murray / <https://bugguide.net/>

- **Kakandid**
- toituvad peamiselt surnud kõdunevast taimsest materjalist
- lagundavad surnud orgaanilist materjali



<https://www.globalsoilbiodiversity.org/>



**Eesti Maaülikool**  
Estonian University of Life Sciences

[www.emu.ee](http://www.emu.ee)





- **Jooksiklased**
- elutsevad looduslikel rohumaadel, veeäärsetel aladel ja puistutes, põllumajandusmaadel
- võimelised keskkonnategurite muutustele kiiresti reageerima, sobivad objektid maismaa koosluse muutuste indikaatoriteks
- kevadsuvisel teraviljapõllul söövad jooksiklased eelkõige taimede alaosadel olevaid ja ka maapinnale kukkunud lehetäisid
- oluline roll umbrohtude seemnepanga vähendamisel
- maastiku mitmekesisus võimendab jooksiklaste mõju taimede kaitsjana



<https://www.naturephoto-cz.com/>

- **Putukad- kahetiivalised, kiletiivalised**
- Ökosüsteemi insenerid, liigutavad mulda



<https://www.researchgate.net/>





- **Nälkjad ja teod**
- Toituvad rohelisest ja surnud fütomassist, eritavad jääkaineid, millega rikastavad mulda
- Kui esinevad massiliselt, võivad mõjutada olulisel määral aineringeid
- Oluline osa toitainete ringes ning toitainete transportimises sügavamatesse mullahorizontidesse



# Mullaelustiku olulisemad funktsioonid

- Mulla struktuuri säilitamine
- Mulla hüdroloogiliste protsesside reguleerimine
- Gaasivahetus
- Aineringed
- Orgaanilise aine lagundamine
- Kahjurite, parasiitide, haiguste allasurumine
- Sümbiootilised ja asümbiootilised suhted taimedega
- Taimede kasvu kontroll
- Puhver keskkonna kõikumistest tuleneva stressi jaoks



# Mullaelustiku mitmekesisuse **ohud**

- Ökosüsteemide kadu ja fragmenteerimine
- Saastumine
- Maakasutuse intensiivistamine
- Põllumajanduslikud monokultuurid
- Mineraalväetised
- Kündmine
- Pestitsiidid
- Saastumine
- Võõrliigid ja geenid, mis introdutseeritakse juhuslikult või vabanevad GMO kasvatamisel



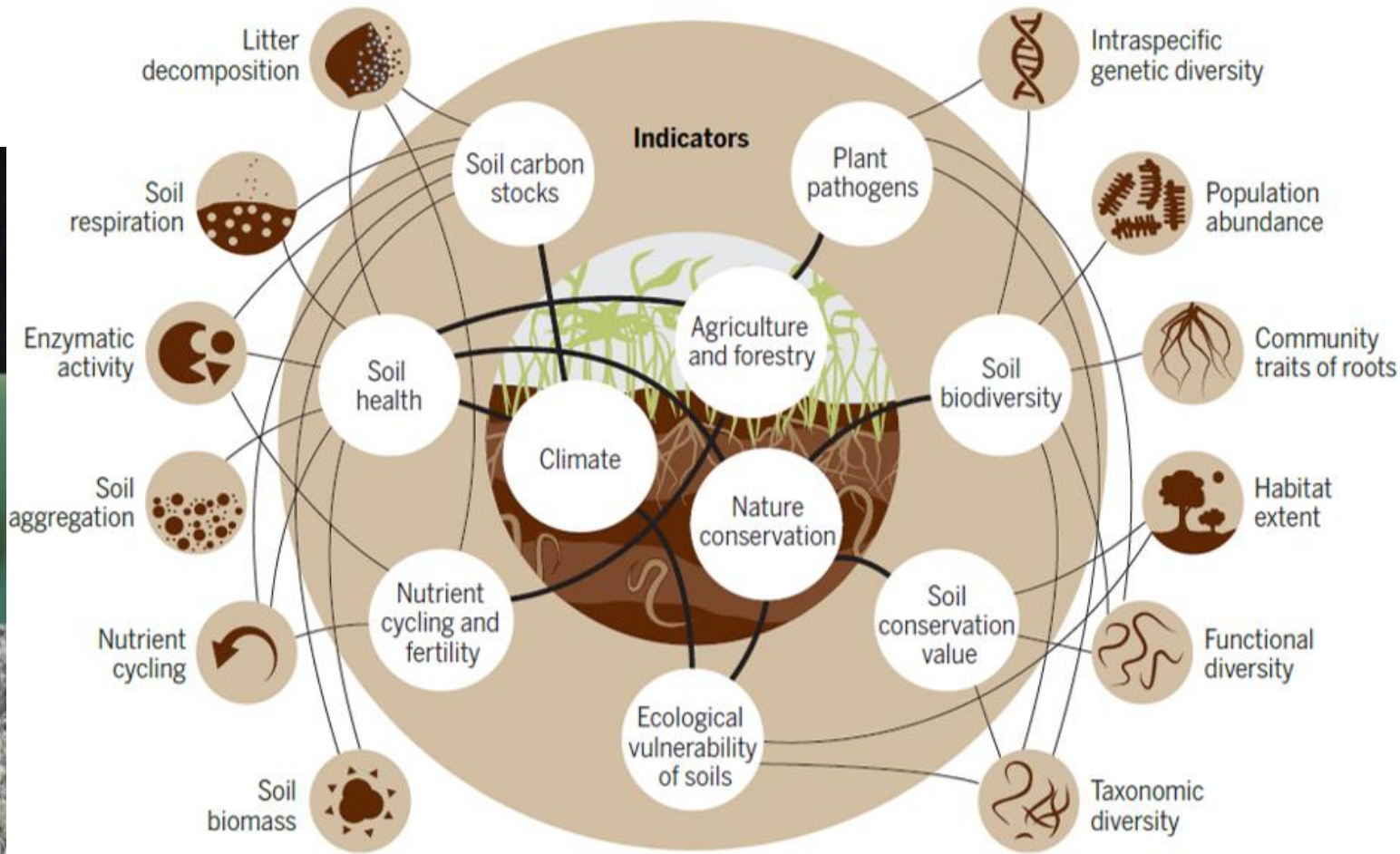




Fotod: Annely Kuu, Viio Aitsam, Kaarel Sammet







<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/soil-biodiversity>

# Täna kuulamast!

Annely Kuu

EMÜ PKI Mullateaduse õppetool

[annely.kuu@emu.ee](mailto:annely.kuu@emu.ee)