

Mullaseire ja vastupidavuse direktiivi rakendamise seotud seire- ja hindamiskulude hinnang

Elsa Putku, Evelin Pihlap

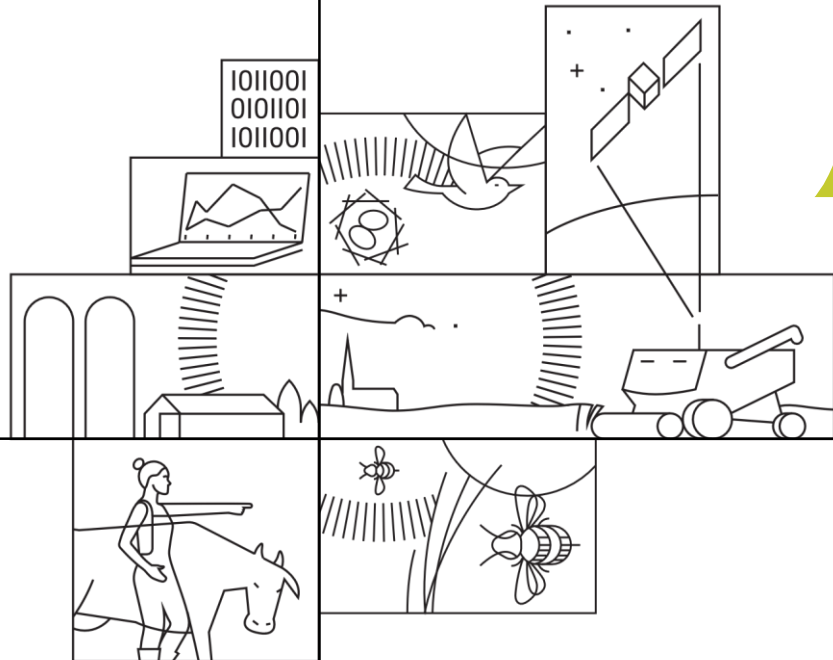
09.06.2025



METK

Maaelu
Teadmuskeskus

Sissejuhatus



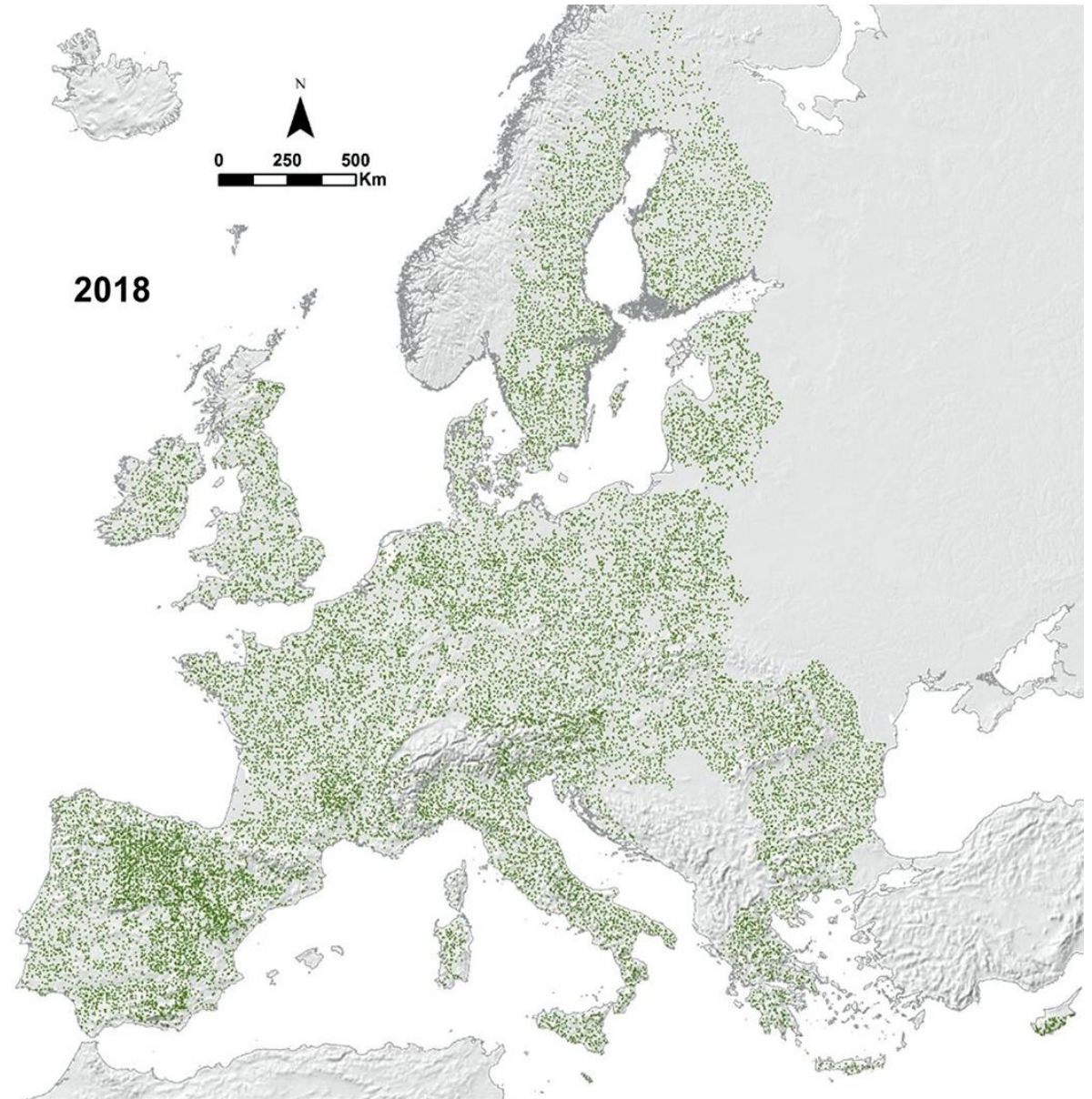
Mullaseire Eestis

- Riiklik seire keskkonnaseire seaduse alusel
 - Metsaseire – muuhulgas mõõdetakse ka metsamuldade keemilisi näitajaid
 - I astme metsaseire – 101 ala
 - II astme metsaseire – 6 ala
 - Mullaseire – spetsiaalselt orienteeritud muldade seiramisele
 - 27 põlluala
 - 10 metsaanalooži
- LUCAS muld – ca 200 ala, 2022 a 367 ala

LUCAS mullaseire

- 2009 - 19 879 ala,
- 2015 - 21 859 + 1015 ala
- 2018 – 18 984 ala
- 2022 suurendati alade arvu 41 000-ni

2009-2018 oli proovivõtusügavus 20 cm
2022 muudeti see 30 cm



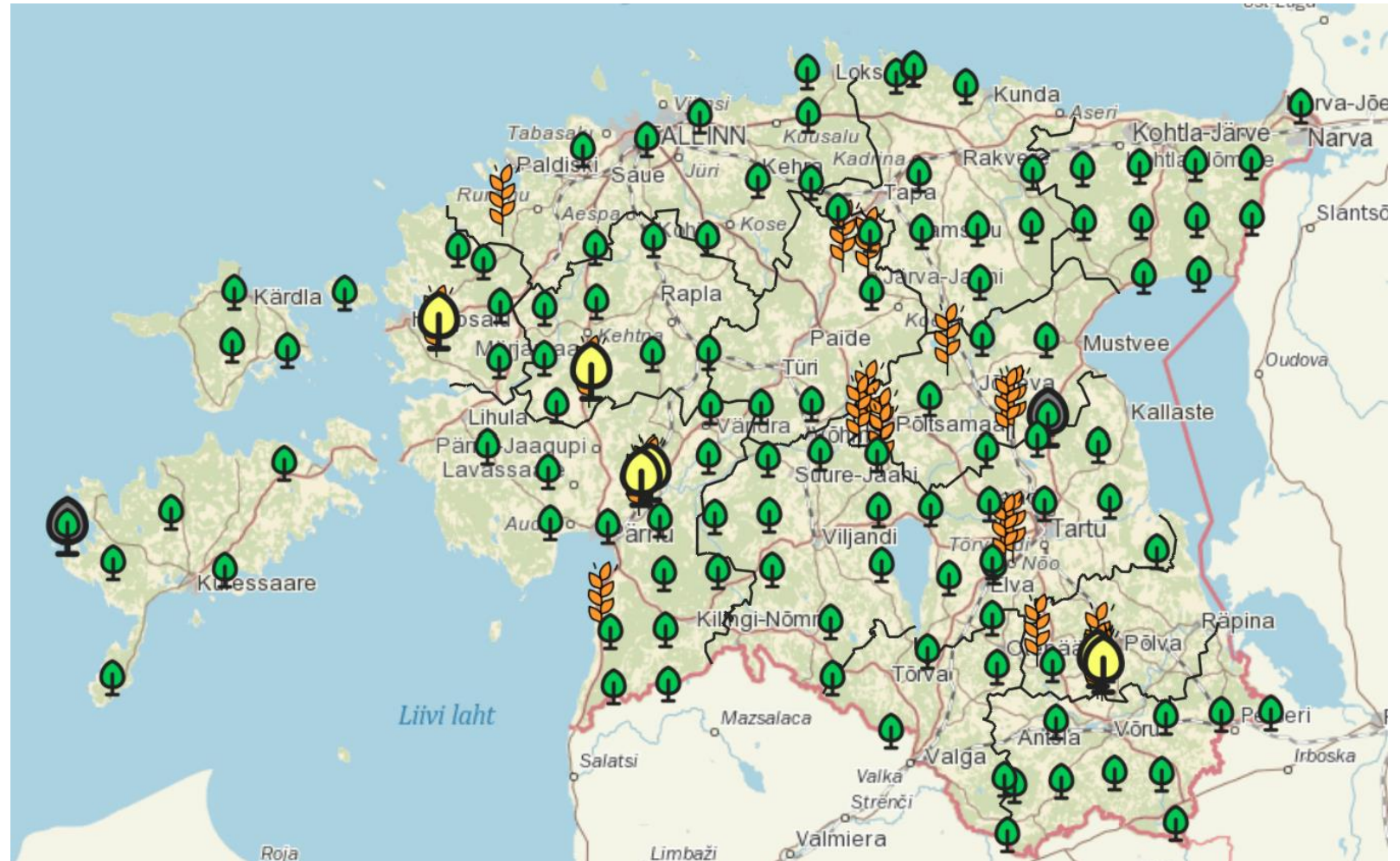
Süstemaatiline muldade seire Eestis

Olemasolevad seireandmed jagunevad kahte perioodi: 1983–1992 ning 2002–tänapäev.

Praegu kuulub mullaseire riikliku keskkonnaseire programmi, mida haldab Keskkonnaagentuur.

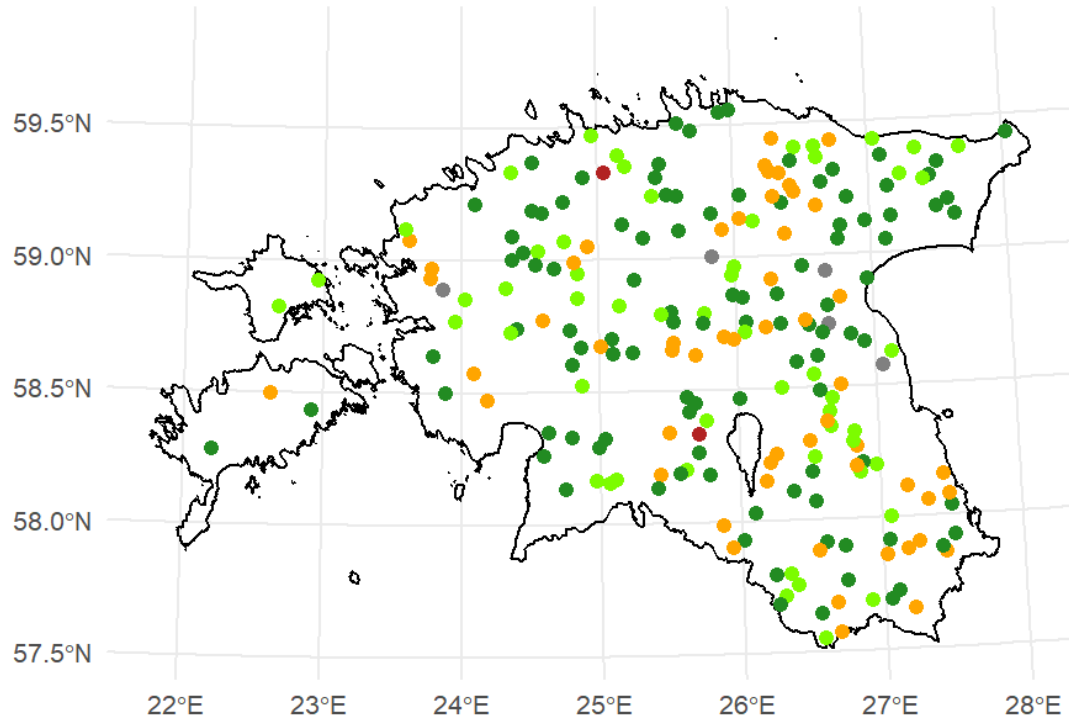
Metsaseire (101 – I astme ala, 6-II astme ala), puu tähistus

Mullaseire (27 põldu ja 10 metsaanaloogi), viljapea tähistus



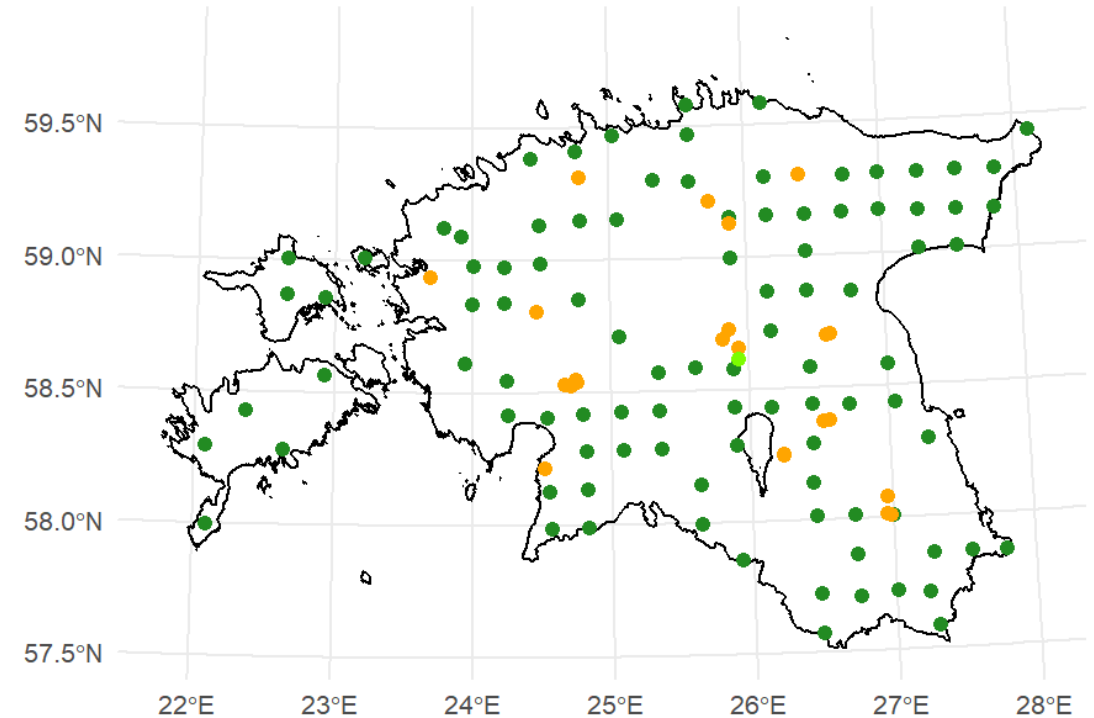
Sama perioodi kohta alade võrdlus maakatte alusel

LUCAS 2009



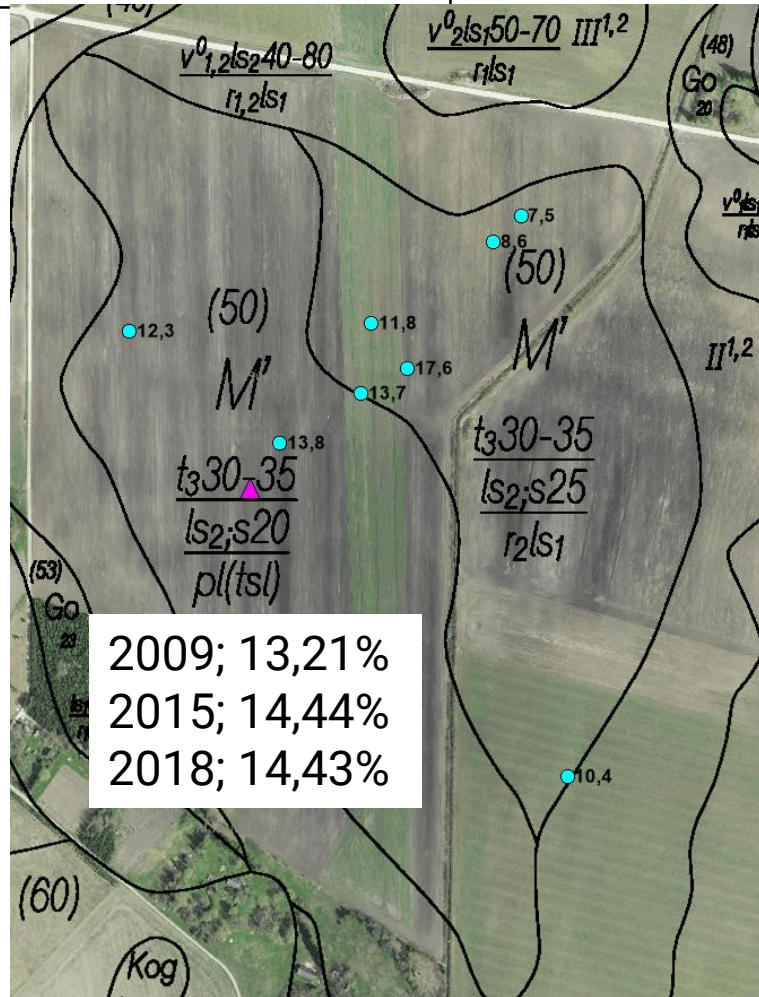
220 seireala

Riiklik seire (N-SIMS)

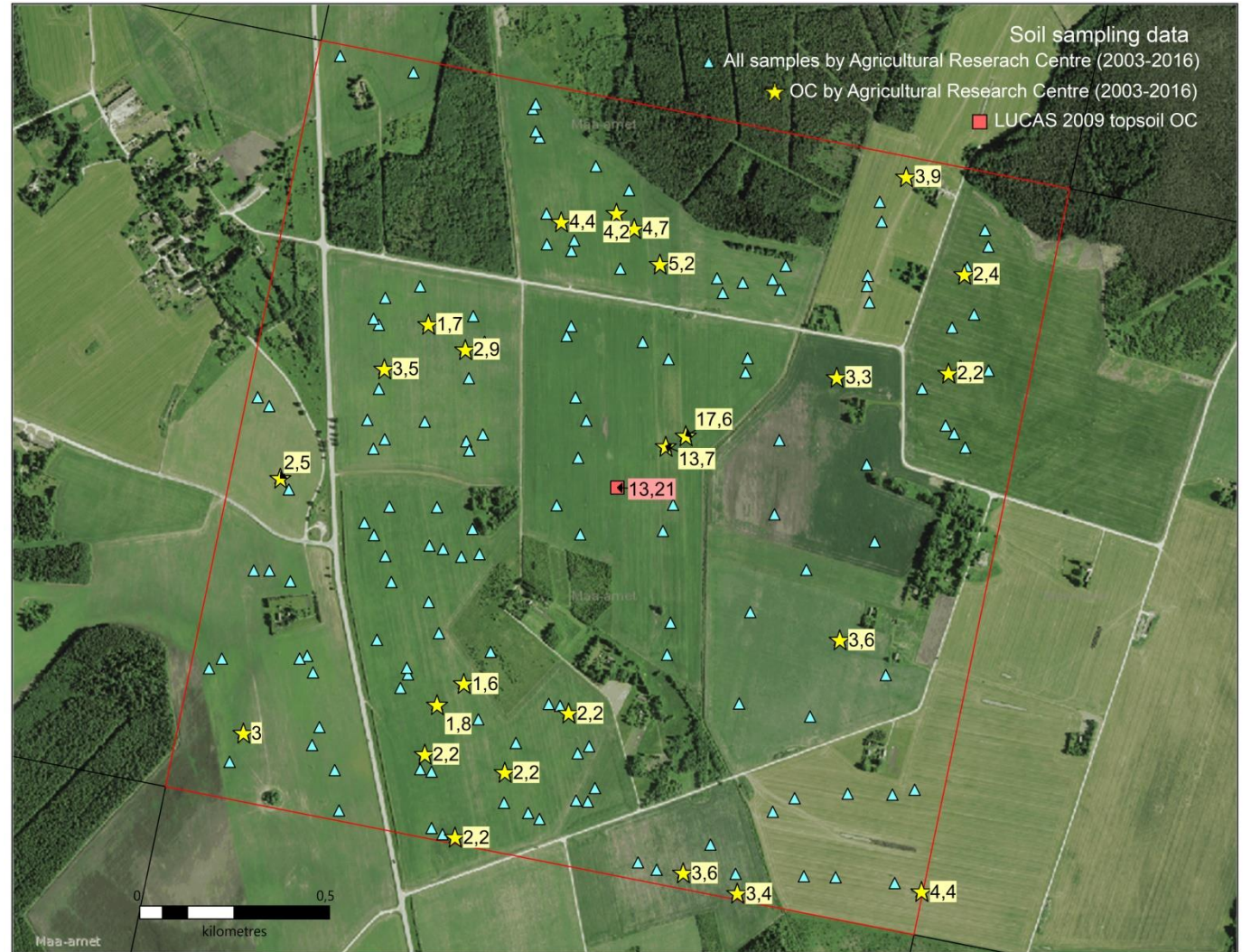


120 seireala

LUCAS vs kohalikud andmed



2*2 km ruut LUCASes

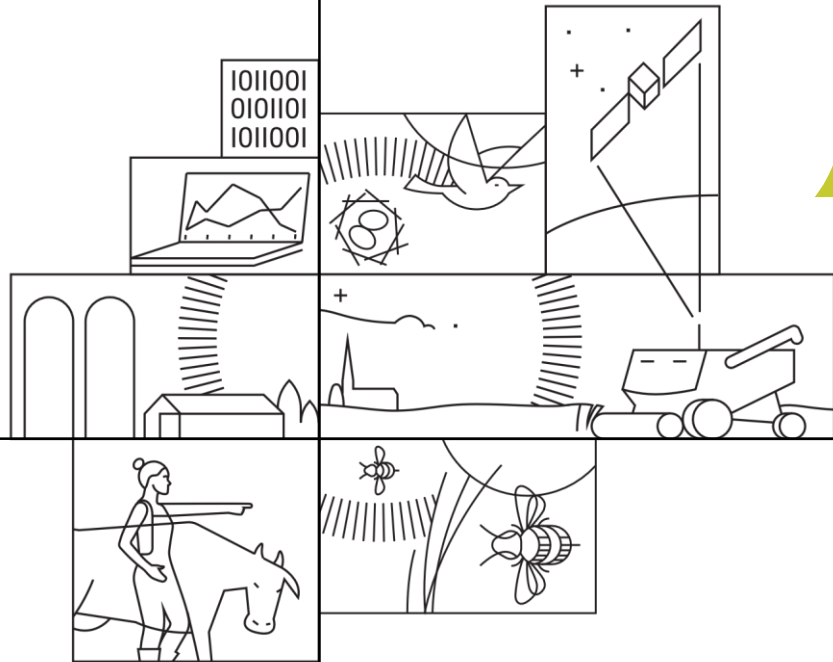


Kokkuvõte seiretest

- Seireintervallid on erinevad varieerudes 3-15 aastat sõltuvalt seireprogrammist.
- Proovivõtumetoodikad erinevad seireprogrammide vahel:
 - Võrgustikupõhised on metsaseire ja LUCAS
 - Proovivõtusügavus on kõikide seireprogrammide vahel erinev
 - Üksikproovid mullaseires, koondproovid metsaseires ja LUCAS muld seires
 - Sügavkaevad rajatakse metsa- ja mullaseires
- Peamised mulla füüsikalised-keemilised näitajad kattuvad seireprogrammide vahel, ent laborianalüüside meetodid erinevad paljudel mulla näitajate puhul, mistõttu üks-ühele võrdlus on väga piiratud.
- LUCAS-e teoreetilised proovivõtukohad vs päris asukohad.
- Maakatte kategooriate alused. Kasulik oleks tekitada seosetabel erinevate klassifitseerimiste lõikes.
- Eesti mullaseire katab ja kirjeldab väga väikese osa Eesti mullastikust. 37 seirealaga ei ole võimalik luua mullaseire direktiivis põllumaa jaoks siht- ja läviväärtuseid.
- Mullas toimuvad protsessid ja muutused pika aja möödudes. Oluline, et mullaseire peab olema harmoneeritud, pidev ja seiremetoodikad ei tohi muutuda.

Mullaseire direktiiv

Valikuuring, proovialade valimise metoodika

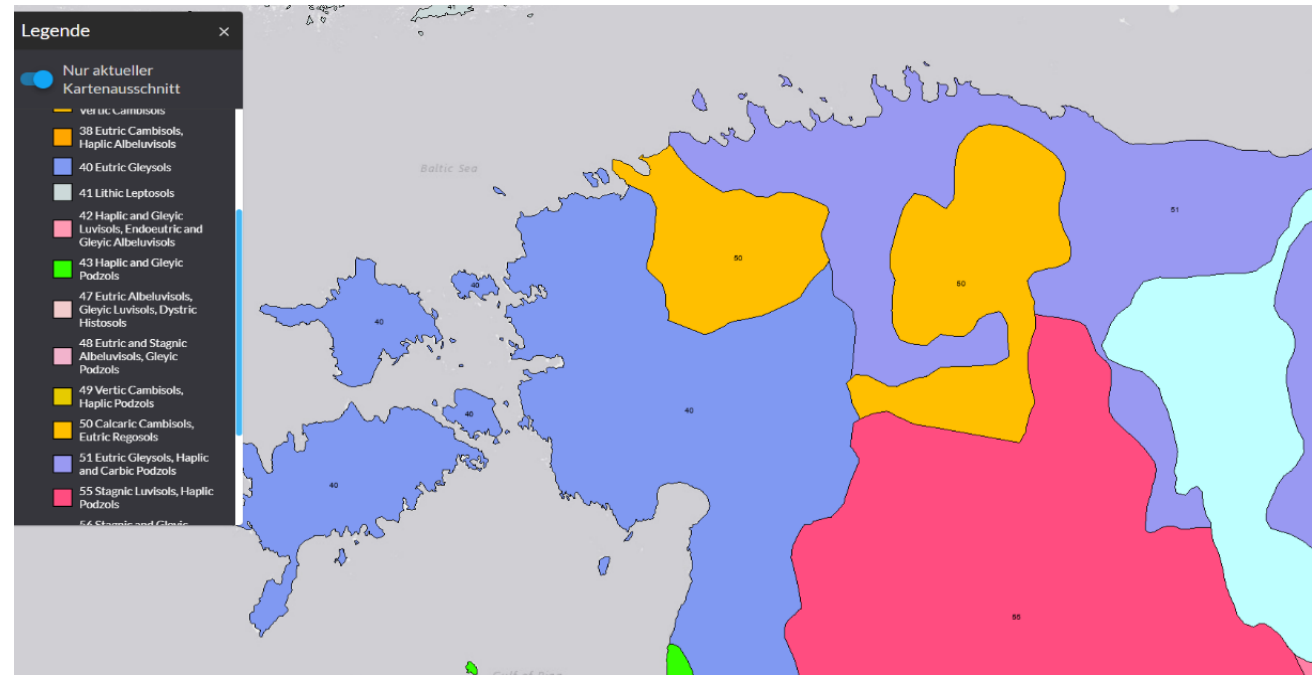


Mullaseire direktiiv – mullaseire valikuuring, artikkel 4

- **mullastikupiirkond** (soil district) – liikmesriigi territooriumi osa, mille liikmesriik on käesoleva direktiivi kohaselt piiritlenud;
- **mullastikuüksus** (soil unit) – mullastikupiirkonna ruumiliselt eraldiseisev ala, mis tekib ruumiandmete ühisosast, mida kasutatakse selles mullastikupiirkonnas statistilise homogeensuse kriteeriumina;

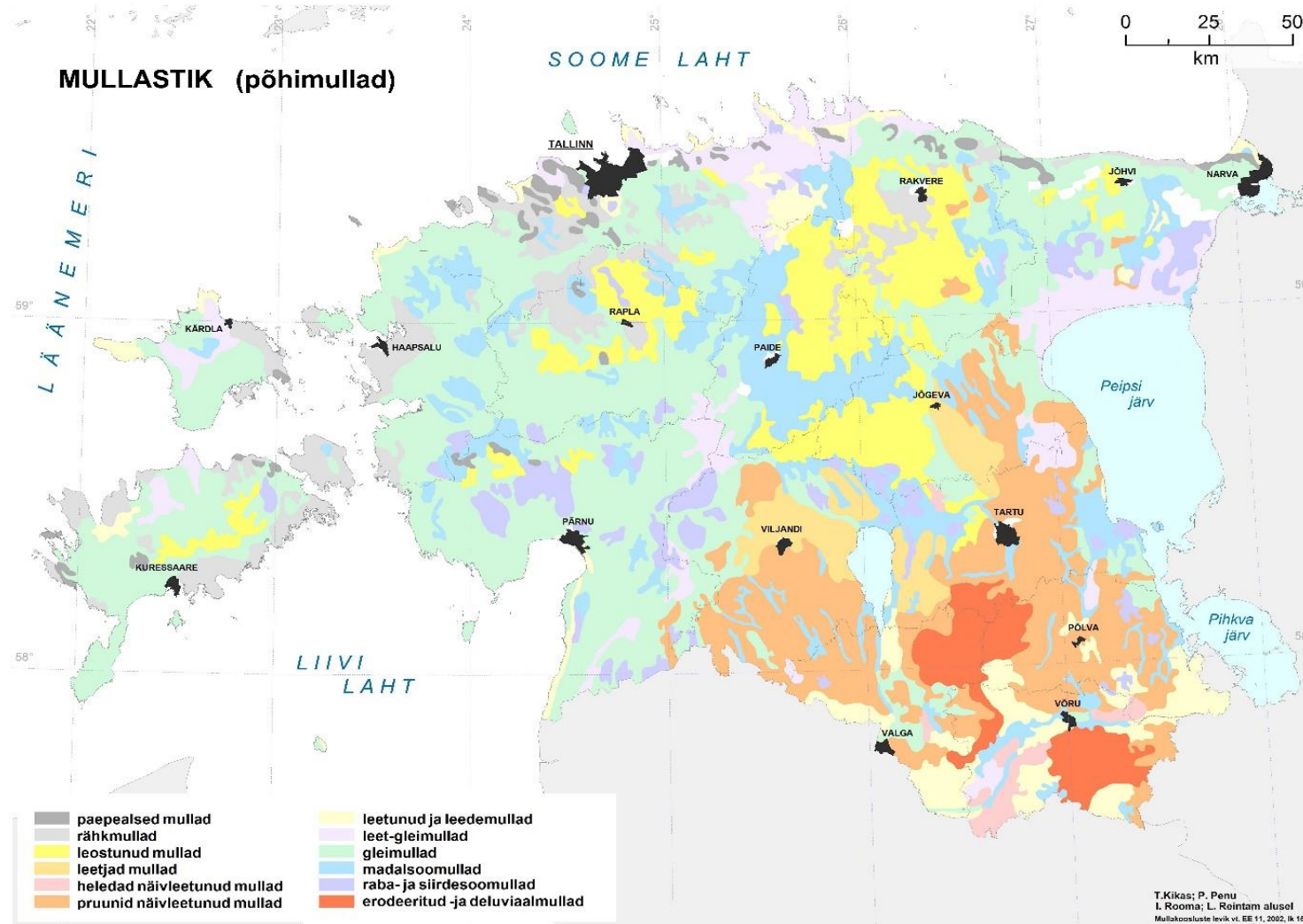
Mullastikuüksused – 3 peamist aspekti nende loomisel

1. kindlaksmääratud mullastikupiirkonna geograafiline ulatus
2. mullatüüp – miimumnõudena vastavalt Euroopa Liidu ja piirnevate riikide mullaregioonide kaardile (Mullaregioonide kaart) (Joonis 2). Sellel kaardil on väga väike resolutsioon (1: 5 000 000), detailide tase on madal ja kaart on väga üldistav.



Eesti mullastiku põhirühmad

Alternatiiv
kasutada Eesti
põhimuldade
rühmasid - 12



Mullastiku valdkonnad

Alternatiiv kasutada Eesti **mullastiku valdkondasid** – eelis, et need hõlmavad endas erinevaid aspekte ((geoloogiline ehitus, mulla lähtekivimid, pinnamood, veeolud, taimkate), mullastik ning maa põllu- ja metsamajanduslik kasutamine))



Mullastikuüksused – 3 peamist aspekti nende loomisel

3. Maakasutuse kategooriad (välja arvatud veekogud) vastavalt Euroopa Parlamendi ja nõukogu [määrusele \(EL\) 2018/841](#) ehk LULUCF maakasutuskategooriatele lihtsustamaks kasvuhoonegaaside inventuuriga seotud raporteerimisi. LULUCF maa-aruandluskategooriad millega peaks mullastikuüksuste puhul arvestama on:

- metsamaa
- põllumaa
- rohumaa
- märgalad
- asulad
- muu maa
- Lisaks jaotatakse KHG inventuuris veel iga maakategooria majandatavaks/mittemajandatavaks (ainsana on mittemajandatav osa märgalade kategoorias).

Proovivõtupunktide määratlemine

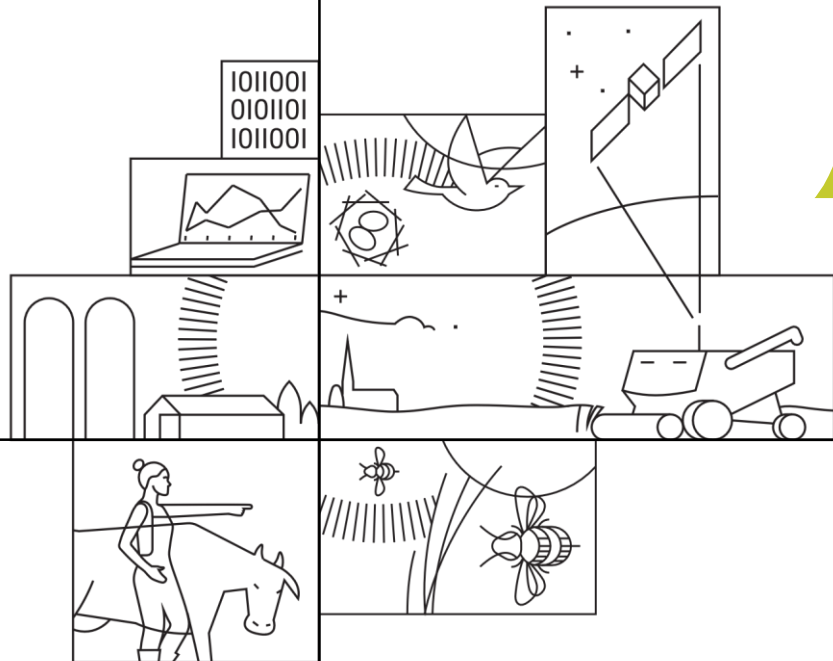
- Mullaseire direktiivi lisa II, A osa selgitatakse kuidas määratleda mullaseire proovivõtupunktid mulla seisundi hindamiseks.
- Mulla seisundit (A ja B osa) tuleb hinnata **iga mullastikupiirkonna igas mullastikuüksuses**.
- Metoodika: juhusliku kihtvalim, stratifitseerimine vastavalt mullastikuüksustele, variatsioonikoefitsient 5%, varasemate seirete kaasamine seirevõrgustiku loomisesse.

METK

Maaelu
Teadmuskeskus

Mullaseire direktiiv

Mullanäitajad



Mullanäitajad mullaseire direktiivis

Mullaseire direktiivi I lisa alusel on mulla seisundit kirjeldavad näitajad (mulla degradeerumise aspektid) jagatud neljaks:

A osa—mulla tunnused, mille kohta on kehtestatud heas seisundis mulla kriteeriumid liidu tasandil:

- Sooldumine
- Mulla orgaanilise süsiniku kadu
- Alusmulla tihenemine

B osa—mulla tunnused, mille kohta kehtestatakse heas seisundis mulla kriteeriumid liikmesriikide tasandil:

- Mulla ülemäärane toitainesisaldus
- Mullaerosioon
- Mulla saastatus
- Mulla veesäilitamis- ja infiltreerimisvõime vähenemine
- Mulla orgaanilise süsiniku kadu

C osa—mulla tunnused, millel ei ole kriteeriume. Eesmärk hinnata ökosüsteemi teenuste vähenemist

- Mulla ülemäärane toitainesisaldus
- Hapestumine
- Huumushorisoni tihenemine
- Mulla elurikkuse vähenemine
- Mulla saastatus

D osa— mulla katmise ja mulla eemaldamise näitajad

- Mulla katmine ja mulla eemaldamine

Mullatunnuseid
ei pea
määrama igas
proovipunktis

A osa:

- Sooldumine—**rakendub erand**
- Mulla orgaanilise süsiniku kadu
- Alusmulla tihenemine – **rakendub erand**

B osa:

- Mulla ülemäärane toitainesisaldus- **rakendub erand**
- Mullaerosioon
- Mulla saastatus—**raamistiku loomine**
- Mulla veesäilitamis- ja infiltreerimisvõime vähenemine
- Mulla orgaanilise süsiniku kadu

C osa: jääb selgusetuks, kui suur peaks olema antud proovipunktide valim ja missuguseid mullastikupiirkondi või mullastikuüksuseid katma peaksime.

- Mulla ülemäärane toitainesisaldus
- Hapestumine
- Huumushorisondi tihenemine
- Mulla elurikkuse vähenemine- **kohustuslik 5% proovialadest**
- Mulla saastatus- **raamistiku loomine**

D osa:

- Mulla katmine ja mulla eemaldamine

Kõik erandid on vaja läbi käia

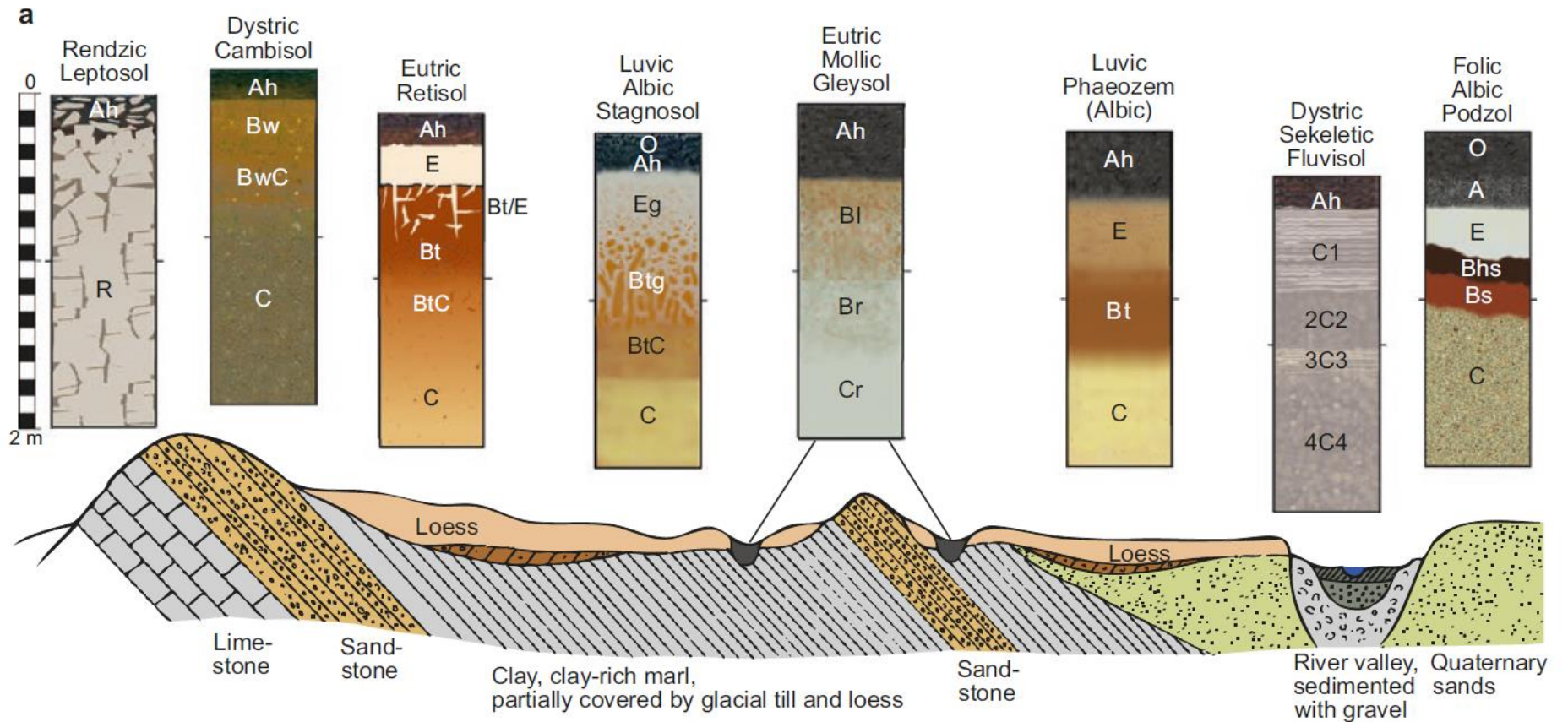
Mullanäitajatest ja laborimetoodikatest

- Mulla tunnustest kaetakse täna:
 - mullaseires raames 11 mullatunnust (direktiivi alusel nendest 10 kohustuslikku ja 1 valikuline)
 - metsamullaseires 9 mullatunnust (direktiivi alusel nendest 7 kohustuslikku ja 2 valikulist).
 - Tänapäevaks on täiesti katmata mullelustiku seiramine ning mulla katmise ja mulla eemaldamise hindamine.
- Laborimeetodid ja standardid alati ei ühti direktiivi poolt etteantud standardiga (näiteks raskmetallide määramise meetod).
- Mullaseire harmoniseerimine, mis võimaldab liikmesriikide vahel tulemusi adekvaatselt ja sarnastel alustel võrrelda.
 - Laboriteenusepakkujad peavad vastama teatud kvaliteedinõuetele: akrediteeritus, EN ISO/IEC-17025 või temaga samaväärsetele standardile vastamine. Kui kasutatakse teisi metoodikaid, siis labor peab tõestama, et määratud tulemus annab identseid ja korratavaid tulemusi (koefitsiendiga 0.95).

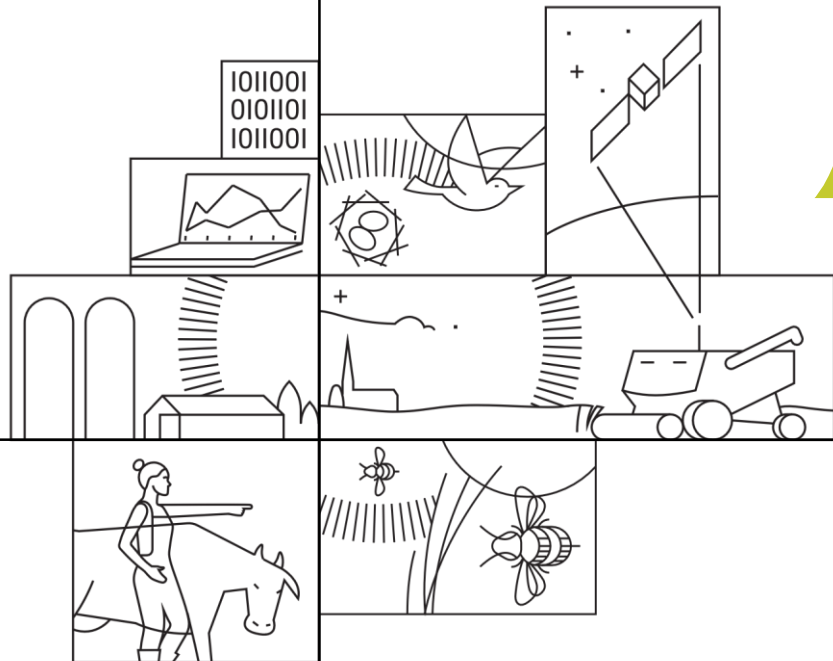
- Hinnatavad mullatunnused on mulla seisundi hindamise aluseks.
- Mulla seisundi hindamiseks peavad liikmesriigid rakendama heas seisundis mulla kriteeriume, mis hõlmavad järgmist:
 - I lisa A ja B osades loetletud mittesiduvad kestlikud sihtväärtused – kajastavad käesoleva direktiivi püüeldavat pikaajalist eesmärki ega kohusta tegutsema
 - tegevusega seotud läviväärtused – väärtused, mis käivitavad asjakohased meetmed mulla seisundi säilitamiseks või taastamiseks.

Looduslik foon? Looduslikud protsessid?

Mullatekketingimused, lähtekivim ja mullagenees on aluseks, kuidas muld antud piirkonnas „käitub“



Maksumuse analüüs



Laboriteenuste analüüs

- Käisime läbi laboriteenused: METK, EKUK, LABRIS ja EMÜ
- Ettevõtete hinnakirjad pole avalikud
 - kliendile rakendub konfidentsiaalsuse nõue, mis keelab hindu kolmanda osapoollega jagada
- Kokkuvõtlikus tabelis kajastame odavaima teenusepakkuja laborianalüüsi maksumuse hinda.

Mida meil on kohustuslik katta?

Lõpphind sõltub, kui palju peame analüüse teostama

Mullanäitaja		Teenusepakkuja	EUR/proov (km-ta)	Kommentaar
Kohustuslik A-osas	Elektrijuhtivus	METK	11,55	NB! Rakendub erand- ei pea igas proovis määrama
	Orgaaniline süsinik	METK	29	
	Lõimis	EMÜ	26	kohustuslik, et arvutada orgaanilise süsiniku ja savi suhet
	Lasuvustihedus	EMÜ	6	NB! Rakendub erand- ei pea igas proovis määrama
VAHESUMMA A-OSAS			Kuni 72,55 EUR	

Mullanäitaja		Teenuse- pakkuja	EUR/proov (km-ta)	Kommentaar
Kohustuslik B- osas	Ekstraheeruv fosfor	METK	8	NB! Rakendub erand
	Raskmetallide kontsentratsioon mullas: As, Sb, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Tl, V, Zn	EKUK	170	NB! Rakendub erand. Direktiiv nõuab eelnevat raamistiku loomist
	Orgaanilise saasteaine kontsentratsioon	EKUK	Vajab selgitamist	NB! Rakendub erand. Direktiiv nõuab eelnevat raamistiku loomist
	mulla veemahutavus	EMÜ	28	
	Küllastunud mulla veejuhtivus– Ksat	EMÜ	10	
	Areatsioonipoorsus	EMÜ	14	
VAHESUMMA B-OSAS			Alates +230 EUR	NB! Ei ole lõplik hind

Mullanäitaja		Teenusepa kkuja	EUR/proov (km-ta)	Kommentaar
Kohustuslik C- osas	Üldlämmastik	EKUK	24	NB! Rakendub erand
	Happesus (pH)	METK	7,5	
	PFOS	EKUK	180	NB! Rakendub erand- Direktiiv nõuab eelnevat raamistiku loomist
	Taimekaitse- vahendi jääkide kontsentrat- sioonid	EKUK (glüfosaat ja AMPA)	140	NB! Rakendub erand- Direktiiv nõuab eelnevat raamistiku loomist
		LABRIS (334 ühendit)	479,81	
	bakterite ja seente DNA ribakoodistamine	METK	110	NB! Rakendub erand
	Mulla ärakanne	Vaja selgitamist	Vajab selgitamist	Eestis suudab katta ainult vee-erosiooni hindamist
VAHESUMMA C-OSAS			Alates +941,31 EUR	NB! Ei ole lõplik hind

Mullanäitaja		Teenuse- pakkuja	EUR/proov (km-ta)	Kommentaar
Kohustuslik D-osas	Kaetud ja eemaldatud muld kokku	Vaja selgitamist	Vaja selgitamist	Teenusepakkuja ja hinna kujunemiseks on vaja läbi töötada direktiivi poolt antud definitsioonid (direktiivis artikkel 3 ja lisa I), selle alusel luua metoodikad, valideerida algandmestiku olemasolu ning seejärel otsida võimalikud teenusepakkujad ja teha kuluanalüüs.
	Mulla katmine ja mulla eemaldamine, tehiskatte eemaldamine ja netokatmine	Vaja selgitamist	Vaja selgitamist	
	Asulapiirkonnad kokku	Vaja selgitamist	Vaja selgitamist	
	Maakasutuse muutumine asulapiirkonna suunas ja vastupidi	Vaja selgitamist	Vaja selgitamist	
VAHESUMMA D-OSAS			Vaja selgitamist	



Maaelu
Teadmuskeskus

Üks osa on laborianalüüse läbi viia, kuid selleks on mulla proove vaja— ehk iga mullaseire lahutamatu osa on lisanduvad kulud

Lisanduvad kulud		Ühik	Hind km-ta 2025. aastal (EUR)
Proovivõtt	Mullaprofiil (1 m)	Sügavkaeve	250
	Standardne mullaproovi võtmine	Proov	12
	Silindriproovi võtmine (mulla füüsikalised analüüsid)	Proov	16
		Proov	Vajab selgitamist
	Sõidukulud	km	0,5 EUR/km
	Proovivõtjate koolitamine	Vajab selgitamist, kes on ametlik mullaseire läbiviimise vastutaja, seeläbi ka proovivõtjate koolitaja ja missugused on tööjõukulud	
Varustus	Proovikarbid	tk	0,1
	Silindrid mulla füüsikaliste proovide võtmiseks	tk	25
	Haamer silindriproovi võtmiseks	tk	150
	Tõukur silindrite jaoks	tk	200
Proovide ettevalmistus	Proovi ettevalmistus (kuivatamine, purustamine, sõelumine)	Proov	10
	Proovi peenestamine ja sõelumine	Proov	4
	Proovi kuivatamine	Proov	2
	Proovi sõelumine ja kuivatamine	Proov	4,25
Laborite metoodikate arendus			Vajab selgitamist
Proovide saatmiskulud		Vajab selgitamist, mis analüüse peame väljastpoolt sisse tellima ja kas meile rakenduvad saatmiskulud	
Proovide hoiustamine		Vajab selgitamist, kuna proovide hoiustamine sõltub teenusepakkujast ja rakenduvast laborimeetodist	
Andmete hoiustamine		Vajab selgitamist, mis andmebaasi kasutada ja kes andmebaasi haldab	
Mullaseire andmetöötlus ja aruannete koostamine		Tööjõu-kulu	Vajab selgitamist

Mis edasi?

- Mullastikupiirkonna ja mullastikuüksuse defineerimine ja loomine
- Maakasutuskategooriate ühtlustamine siseriikliku, mullaseire direktiivi ja muude kasutuskohdade tarbeks
- Direktiivi C osas proovipunktide valimi suuruse ja jaotuse selgitamine
- Proovipunktide valimi koostamine ning erandjuhtude, mille juhul mullaseisundi näitajat hindama ei pea, arvestamine.
- Riiklikult saasteainete raamistiku välja töötamine ja proovipunktide valimi koostamine.
- Kas täna analüüsitavad meetodid on sobilikud seire läbiviimiseks?
- Puuduolevate erosioonimudelite loomine ja testimine
- Andmebaaside arendamine
- Eesti keelsete tõlgete kohendamine ja vastavusse viimine eriala terminitega.
- Sihtväärtuste ja läviväärtuste loomine



Maaelu
Teadmuskeskus

Aitäh!