

**Kuidas panna põlluandmed tööle?  
Enne mõõda, siis majanda**

Juurpõhjuse analüüs ja kolm aastat katseid  
Kerttu Tammik – Maaelu Teadmiskeskus  
Olivier de Schaetzen – Gens

Kaasrahastanud  
Euroopa Liit

1

**Miks?**

Kolm küsimust, mida tõenäoliselt iga põllumees küsib – ja millele vähesed oskavad vastata.

- Katsed 600 ha põllumaal
- Kolm hooaega, 2026–2029
- Täna: plaan, esimesed mõõtmised ja esimesed järeldused

**1 Millised on ettevõtte piiravad tegurid?**  
Millised põllud ja tsoonid kaotavad saaki – ja kas põhjus on keemia, struktuur, bioloogia, vesi või majandamine? Igaühel on oma lahendus ja oma hind.

**2 Kas saaksin väiksema kuluga sama saagi?**  
Väeta taime siis, kui ta toitaineid omastab, väiksemate kogustena, ja ära maksa selle eest, mida ta ei kasuta.

**3 Kas mulla seisund paraneb?**  
Möödetud samades märgitud punktides, samal viisil, igal aastal – mõõda, ära arva

2

**Sümptomitest juurpõhjusteni**

Nõrgal tsoonil võib olla mitu põhjust ja igaüks vajab eri lahendust.  
Diagnoos enne ravi.

- Sama lähenemine igal põllul varjab tegelikke piiranguid
- Töota tsoonide, mitte põldude kaupa
- Järjesta probleemid nende hinna järgi

**Millal mõni majandamistsoon alatoodab?**

| Millal?                     | Millele see tavaliselt viitab                                   | Mida kõigepealt kontrollida                               |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Ainult märgadel aastatel    | Kuivendus, struktuur, liigniskus                                | Hallid või roostes laigud; vesi seisab tiheda kihiga peal |
| Ainult kuivadel aastatel    | Pinnapealne juurestik, nõrk veehoiuvõime                        | Kus juured peatuvad; tihe                                 |
| Igal aastal                 | Mullatüüp, pH või püsiv keemiline probleem                      | Künnikihi sügavus, kivid, aluskihi pH                     |
| Juhuslikult, ilmaga seoseta | Majandamine: ajastus, tehnika ilukimine, vahelejäätud töökõigud | Laotuskaardid, söidulogid, külvikuupäevad                 |

Mitme aasta satelliidi- ja saagikaardid jagavad tsoonid nendesse rühmadesse enne, kui ühtki mullaproovi on võetud. Mullaaugud ja labidatestid kinnitavad seegirel põhjuse.

3

**Kus põhjused peituvad**

Keemia, struktuur ja bioloogia mõjutavad üksteist. Majandamine mõjub kõigile kolmele, ilm seab tingimused.

**Mida me mõõdame Sadalas**

- Keemia** mullaanalüüs laboris, tsoonide kaupa
- Füüsika** labidas, penetromeeter, vesi, juured
- Bioloogia** vihmaussid, respiratsioon, nematoodid
- Majandamine** põlluraamat, vedelsõnniku analüüsid
- Ilm** sademetemõõtja, mullaandurid
- Taim** mahlaanalüüsid ja saagikaardid

ILM  
MAJANDAMINE  
CHEMICAL  
PHYSICAL  
BIOLOGICAL  
mida sa saad muuta  
mida sa muuta ei saa

4

### Katsed

Umbes 600 ha põllumaad katses kümnel põllul, esimesel aastal neli kultuuri.

- Veiste vedelsõnnik kui peamine toltainete allikas
- Põllud 17 kuni 167 ha
- Põllunimed on asendatud tähtedega A-J

603  
hektarit katses

10  
põldu

3  
hooaega, samad pooled

50/50  
Kontroll / Programm

Eelmise aasta kultuur → selle aasta kultuur

| Põllud           | 2025/26  | 2026/27                              | ha  |
|------------------|----------|--------------------------------------|-----|
| A–F (kuus põldu) | Talinisu | Taliraps + sügisesed kaaskultuurid   | 260 |
| I, J             | Taliraps | Talinisu + allakülvina ristik        | 117 |
| G                | Talinisu | Sügisene vahekultuur, seejärel kanep | 59  |
| H                | Kanep    | Suvioder + ristik                    | 167 |

Põllul H kasvab veel kanep: hindame pärast kanepi koristust.

5

### Kaks peamist ülesannet

Ettevõtte praeguse lähenemise analüüs ja uue lähenemise testimine

- 1. tasub end ära, olenemata katse tulemusest
- 2. tasub end ära, kui uus lähenemine annab oodatud tulemuse
- Mõlemad kasutavad samu mõõtmisi



1

#### „Tervisekontroll“

Juurpõhjuste analüüs

Muld, struktuur, bioloogia ja taimede toltumine mõõdetud kindlates punktides kõigil 603 ha-l.

Tulemus: nimekiri sellest, mis on iga põllu piirav tegur, palju see maksab ja mida parandamine vajab.



2

#### Kõrvuti katse

Kontroll vs Programm

Iga põld jagatakse kaheks. Üks pool jätkab nagu praegu (Kontroll), teine saab uue programmi.

Sama põld, sama ilm, sama hooaeg – seega tuleneb erinevus sellest, mida me muutsime.

6

### Võrreldav tulemus

Sama põld, sama ilm, sama pool kolm aastat – ja kuus rapsipõldu kordavad sama katset.

- Jaotus piki töösuunda: ainult täisläbisõidud
- Võrreldav mullastik mõlemal poolel
- Sama pool jääb Kontrolliks kõik kolm aastat

Suured põllud: jaotus 50/50  
Põllud A, B, G, H, I, J

Kontroll  
nagu praegu

Programm  
uus lähenemine

↑ töösuund ↓

Väikesed põllud: paarikaupa  
Naabrid

Põld C  
kogu ulatuses Programm

Põld D  
kogu ulatuses Kontroll

Põld E  
kogu ulatuses Programm

Põld F  
kogu ulatuses Kontroll

6  
rapsipõldu: kuus kordust samast katsest samal hooajal

3  
hooaega samadel pooltel ja samades märgitud punktides

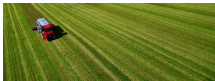
0.2–0.3  
t/ha: väikseim saagivahe, mida saagikaardid suurtel põldudel peaksid tuvastama

7

### Mis muutub: muld ja algus

Pane mullaelustik tööle ja anna taimede hea start (enne kui ta peab end ise hakkama toitma)

- Igal muudatusel on mõõdetav põhjus
- Sisendid vastavalt mullaanalüüsile
- Kontrollipool jätkab nagu praegu



#### Töödeldud vedelsõnnik

Vedelsõnnikut töödeldakse talvel hoidlas, et see säilitaks rohkem lämmastikku. Sama norm ja kuupäev mõlemal poolel.



#### Kõrrepõllu biotöötlus

Bioloogiline töötlus pärast koristust aitab põldu lagundada ja hoiab mullaelustiku aktiivsena talveni.



#### Kaas- ja vahekultuurid

Rapsiga koos külvatud kaaskultuurid varjavad seda maakirbu eest ja hukkuvad talvel. Teraviljadele külvatakse alla ristik.



#### Seemnekate ja starterväetis

Mikroelemendid seemnel. Starterväetis vastavalt mullaanalüüsile, mitte standardnormiga.

8



9



10



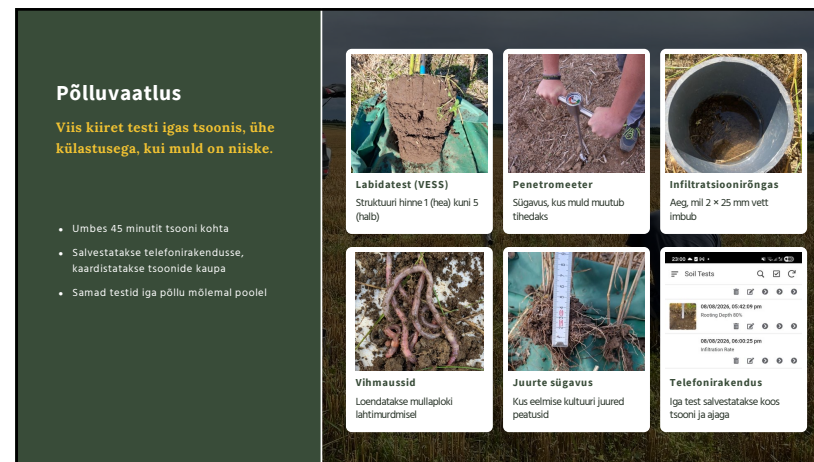
11



12



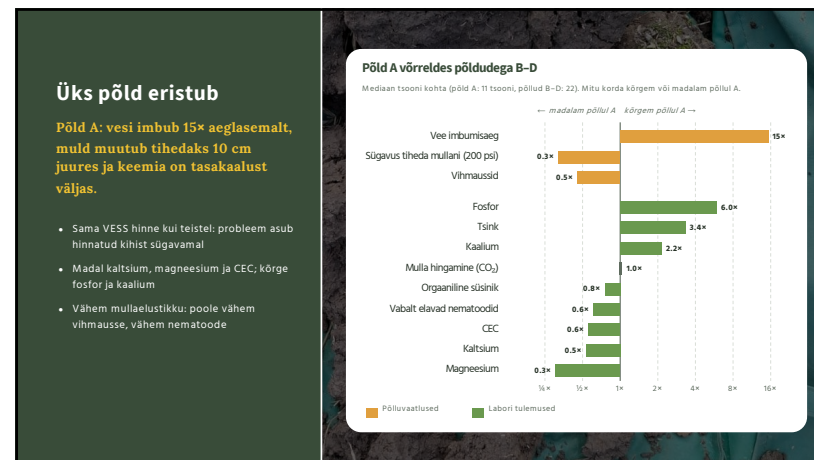
13



14



15



16

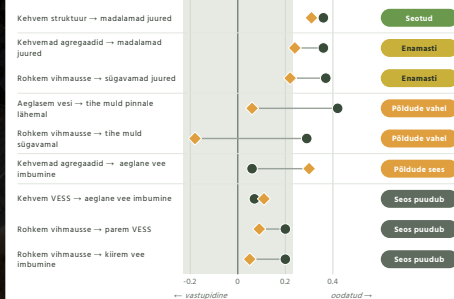
## Miks nii palju teste?

Erinevad testid annavad mulla seisundist erinevat infot. Mõned näitajad on omavahel seotud, kuid üks test ei asenda teist.

- VESS ja juurte sügavus: selge seos nii põldude võrdluses kui ka sama põllu piires.
- VESS ja vee imbumine: põldude võrdluses selge seos puudub. Ühel põllul oli labidatesti tulemus teistega sarnane, kuid vesi imbus 15 korda aeglasemalt.
- Vihmaussid: rohkem vihmausse seostus sügavamale ulatuvate juurtega, kuid mitte parema mullastruktuuri ega kiirema vee imbumisega.

### Millised testid liiguvad koos? 71 tsooni, üheksa põldu

● Kõik tsoonid koos    ◆ Iga põllu sees    ▨ Võib olla juhus (±0,23)



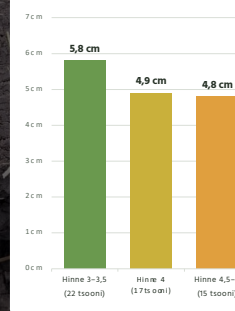
## Struktuur ja juured käivad koos

Kus VESS saab halvema hinde, jäävad juured pinnapealseks – ja seos kehtib iga põllu sees.

- Nisukõrs, 54 tsooni seitsmel põllul
- Sama suund igal piisavate tsoonidega põllul
- Nõrk seos: struktuur on üks mitmest piirangust

### Juurte sügavus labidatesti hinde järgi

Nisukõrs, keskmine sügavus, kus on 80% juurtest



**Pareim struktuur**  
Pude, juured pääsevad läbi



**Halvem struktuur**  
Tihedad, plaatjad tükkid

## Võrdle juuri kultuuri sees

Rapsi sammasjuured ulatusid 14–20 cm, nisu juured 3–7 cm. See vahe tuleneb kultuurist, mitte mullast.

- Võrdle tsoone sama kultuuri sees
- Võrdle Kontrolli ja Programmi sama põllu sees
- Järgmisel sügisel on igal põllul teine eelviili



**Raps**  
Sammajuurde: 14–20 cm (77 tsooni, põllud I ja J)



**Talinisu**  
Nammajuurde: 3–7 cm (54 tsooni, seitse põldu)

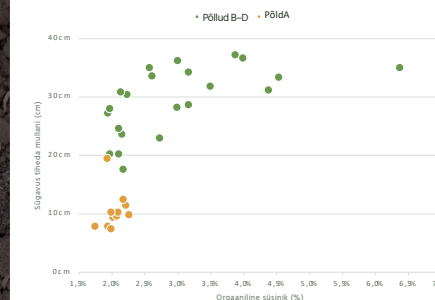
## Orgaaniline aine hoiab mulla kobedana

Kus on rohkem orgaanilist süsinikku, läheb penetromeeter sügavamale, enne kui muld muutub tihedaks.

- Kehtib nii põllusees kui põldude vahel võrdluses
- Põllul A on tihes pinna lähedal, sõltumata süsinikust
- Süsinik koguneb aeglaselt: mõõdetakse uuesti 3. aastal

### Orgaaniline süsinik vs sügavus tiheda mullani

Iga punkt on üks tsoon. Tihe muld = penetromeeter jõuab 300 psi-ni.



## Mida labor ütleb

Fosforit on ühel põllul palju ja kolmel vähe. pH, kaltsium, vask ja tsink vajavad tähelepanu.

- Sama ettevõtte, vastupidised vajadused
- Üks väetusplaan kõigile põldudele ei sobi kummalgi juhul
- Lõpparuanne lisab loimise ja toltainete varud

|                                         | Põld A (11 tsooni)              | Põllud B–D (22 tsooni)     |
|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| <b>Fosfor</b><br>eesmärk 45–60 mg/kg    | Kõrge: 108–151 lgas tsoonis     | Madal: 15–33 lgas tsoonis  |
| <b>pH (KCl)</b><br>eesmärk 6,0 või üle  | Alla 6,0 8 tsoonis 11-st        | Alla 6,0 7 tsoonis 22-st   |
| <b>Kaltsium</b>                         | Alla 1500 mg/kg 9 tsoonis 11-st | 1670–4530 mg/kg            |
| <b>Magneesium</b>                       | 86–103 mg/kg (7–9% CEC)         | 190–410 mg/kg (10–16% CEC) |
| <b>CEC</b><br>toitainete sidumisvõime   | 9–11 meq/100 g                  | 12–30 meq/100 g            |
| <b>Vask</b><br>madal alla 1,5 mg/kg     | Madal kõigis 11 tsoonis         | Madal 7 tsoonis 22-st      |
| <b>Tsink</b><br>madal alla 2,2 mg/kg    | Piisav                          | Madal 15 tsoonis 22-st     |
| <b>Mulla hingamine (CO<sub>2</sub>)</b> | 41–104 ppm                      | 31–107 ppm: samane         |

Mehlich-3, esialgne laboriaruanne. Klassid Eesti juhiste järgi (PMK, PIKK).

## Mõju programmile

Mullaanalüüs muudab plaani põllu kaupa – mitte üks retsept kõigile.

- Leia põhjus enne lahenduse valimist
- Tulemused mõjutavad hooaja norme
- Mõned lahendused ei mahu katse võimalustesse

- 1 Fosfor** Põllul A on seda küllaga: stardifosforit pole vaja. Põldudel B–D on puudus: hoi a stardiväetis seal, kus taim seda vajab.
- 2 Lubi** Põllu A madal pH ja kaltsium tõstavad selle lupjamise nimekirja tippu. Kuidas lupjamine katsesse sobitub, lepitakse kokku enne laotamist.
- 3 Mikroelemendid** Põllul A on puudu vasest, B–D tsingist: lisatakse seemnekatega ja taimemahlaanalüüsi põhineva lehtväetamisega.
- 4 Tihe** Põllu A tihe juba 10 cm juures: poolkaevet põhjuse leidmiseks – tehnika liikumine, künnialune kiht või loimise muutus – enne lahenduse valimist.
- 5 Tsoonid** Kontrolli tsoonipiire labori tulemuste põhjal ja joonista need vajadusel ringi

21

22

## Mida parandada esimesena

Järjesta probleemid nende hinna, mitte välimuse järgi.

- Paks pahandus 8 ha-l pole nii oluline mõõdukas mure 200 ha-l
- Suured lahendused – lubi, kuivendus, tehnika liikumine – lähevad kogu ettevõtte plaani
- Esimese aasta põhitulemus on järjestatud probleemide nimekirja

### Kuidas iga probleemi järjestatakse

hektarid × saagivahe × saagi hind VS parandamise kulu ja aeg

#### Järjestatud tööde nimekirja

Põllu kaupa: kuhu raha suunata ja mida pole mõtet torkida

#### Sisendite kokkuvõid

Hinnanguliselt –18–20 tuh € hooajast programmi poolt länu väiksemale graanulväetise kasutusele

#### Rohkem N-i vedelsõnnikust

Mõõdetud, mitte oletatud: töödeldud vs töötlemata igal laotamisel.

#### Tõendid oma põldudelt

Kuus rapsipõldu ja kolm hooaega enne kogu ettevõtte plaani võtmist.

## Mida see meile ütleb ja mida mitte

Kolm hooaega on miinimum, et meil oleksid usaldusväärsed tulemused

### Järgmised sammud

- Lõplik laboriaruanne kõigi põldude kohta
- Põld H testitakse pärast kanepi koristust
- Poolkaevet põllu A tihedas kihis
- Esimesed taimemahlaanalüüsid kevadise kasvu alguses

### See ütleb meile

- Mis piirab iga põllu tootlikkust ja kui palju maksab probleemi lahendamine? – kitsaskohtade järjestamine lahendamise maksumuse järgi.
- Kas 14–26% väiksema lämmastikukogusega säilivad saagikus ja kvaliteet? – rapsi puhul kontrollime seda kuuel põllul, et saada usaldusväärsed tulemused.
- Kas töödeldud vedelsõnnik aitab vähendada lämmastikukadusid?
- Kas rakendatud meetmed tasuvad end majanduslikult ära?
- Kas mulla seisund muutub? – muutuste jälgimine samades, püsivalt märgistatud mõõtmispunktid.

### See ei ütle meile

- Milline muudatus andis tulemuste? – korraga rakendatakse üheksat erinevat meetet, mistõttu ei saa nende mõju eraldi hinnata.
- Kas mulla süsinikuvaru on muutunud? – ühe aastaga ei ole võimalik usaldusväärselt hinnata pikaajalisi muutusi.
- Kas tulemused korduvad ka teistsugustes tingimustes? – üks hooaeg peegeldab vaid ühe aasta ilmastikku ja kasvutingimusi.
- Kas tulemused kehtivad ka suviodra ja kanepi puhul? – mõlemat kultuuri kasvatatakse katses vaid ühel põllul.
- Kui palju toltainete leostub juurestikust sügavemale? – toltainete kadusid hinnatakse arvutuslikult, mitte otseste mõõtmiste põhjal

23

24



25