



# Maan kemiallisen tilan tutiminen

Janne Heikkinen ja Arja Nykänen

30.1.2024

**SeAMK** 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

# Maan kemiallisen tilan tutkiminen

- Teeman oppimistavoitteet

- Ymmärtää ravinteiden sitoutumismekanismit, erityisesti kationit
- Tietää kationinvaihtokapasiteettiin vaikuttamisen mahdollisuudet
- Ymmärtää kationinvaihtokapasiteetin merkityksen kasvien ravinnetaloudessa ja maan rakenteelle
- Osaa hyödyntää KVK-laskuria viljavuustutkimusten tulosten analysoinnissa ja maanparannustoimien suunnittelussa
- Ymmärtää maan pH:n vaikutuksen kasvien kasvuun ja peltomaahan
- Osaa suunnitella viljavuusnäytteiden oton lohkon eri osien erityisominaisuudet huomioon ottaen
- Osaa tulkita ja hyödyntää maan viljavuusanalyysiä monipuolisesti
- Osaa selvittää kasvien ravinnepuutokset
- Osaa määrittää kalkitustarpeen ja valita sopivat kalkitus- ja maanparannusaineet **(käydään läpi 7.2.2024)**
- Osaa valita sopivat maanparannusaineet erilaisille maille (mm. eri kalkkilajit, biotiitti, kipsi ja eloperäiset maanparannusaineet) **(käydään läpi 7.2.2024)**



# Kasvien ravinteiden saanti

- Kasvit ottavat ravinteita maanesteestä juurilla (paitsi C)
- Maan pinnalla olevat ravinne-ionit pyrkivät tasapainoon maanesteen kanssa
  - Kasvi ottaa / maasta huuhtoutuu ravinteita -> maahiukkasten pinnalta vapautuu ravinteita maanesteeseen
- Juuren on päästävä ravinteiden luo, ravinteet eivät tule juuren luo
  - Juuret kasvaa suurissa huokosissa ( $> 100 \mu\text{m}$ )
  - Ilmatila yli  $30 \mu\text{m}$  huokoset, tyhjenee vedestä painovoiman vaikutuksesta
- Maavedessä olevien ravinteiden määrään vaikuttaa
  - Maalaji, multavuus
  - pH
  - Kasvien juurten toiminta
  - Mikrobien toiminta
  - Veden liikkeet
  - Kastelu
  - Kuivuminen
  - Lannoitus



0-ruudulla saadaan selville kasvin ravinteiden saanti maasta ilman lannoitusta



# Kationien epäspesifinen sitoutuminen

- Kationinvaihto (positiiviset ionit)
  - Maahiukkaset negatiivisesti varattuja, kationit positiivisesti varattuja
  - Kationit pidättyvät elektrostaattisin voimin hiukkaspinnalle
    - > sitoutuminen **epäspesifistä**, sillä pidättyvä kationi ei muodosta kemiallista sidosta pinnan kanssa -> liikkuvia pinnan ja maanesteen välillä -> vaihtuvat kationit
  - Vaihtoreaktio on nopea sekä ulos ja sisään vaihtuvien kationien varausten määrä on sama -> 2-arvoinen kationi vaihtaa ulos toisen 2-arvoisen tai kaksi 1-arvoista kationia
  - Kationit varsin hyvin suojassa huuhtoutumiselta, mutta kasveille käytettävissä
    - Pinnan ja maanesteen välillä pyrkii vallitsemaan tasapaino
- Kationinvaihtopintoja ovat negatiivisesti varautuneet hiukkaset: savimineraalit ja humus (myös Fe:n ja Al:n hydratoituneet oksidit varsin korkeassa pH:ssa)



# Kationien pidätyminen

Pidätyminen lisääntyy varauksen kasvaessa

Pidätyminen kasvaa ionikoon kasvaessa

↓ Jaksot

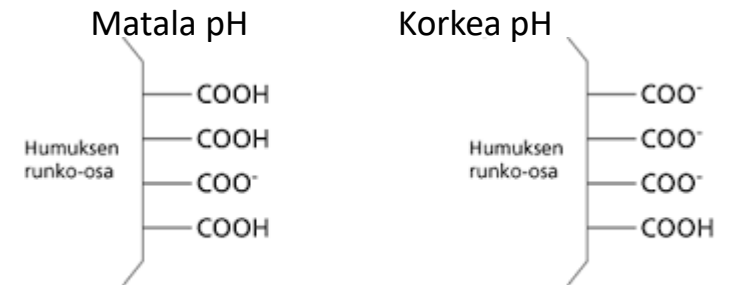
Ryhmät	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18										
1	1 H																	2 He										
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne										
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar										
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr										
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe										
6	55 Cs	56 Ba	L	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn										
7	87 Fr	88 Ra	A	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo										
				Lantanidit										57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
				Aktinidit										89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

- Metallit
- Puolimetallit
- Epämetallit

# Kationinvaihtokapasiteetti KVK

- Hiukkaspinnoille sitoutuneet vaihtuvat kationit muodostavat maan kationikoostumuksen ja niiden kokonaismäärä yhdessä dissosioitumiskykyisen vedyn ( $H^+$ ) kanssa muodostaa kationinvaihtokapasiteetin
  - Viljelymaassa vaihtuvassa muodossa on eniten  $Ca^{2+} > Mg^{2+} \Rightarrow K^+$  ja  $Na^+$
  - Vaihtuvien  $H^+$ :n ja  $Al^{3+}$ :n osuus on pieni, merkittävämpi happamissa maissa
  - $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  -> yleensä hyvin vähän vaihtuvassa muodossa
  - $NH_4^+$  nitrifioituu nopeasti  $NO_3^-$  (kannattaa huomioida lannoituksessa)
- KVK on maa-aineksen ominaisuus
  - Savimineraalit -> pH:sta riippumaton negatiivinen varaus
  - Humus -> pH:sta riippuvainen varaus (mitä korkeampi pH, sitä enemmän negatiivisia funktionaalisia ryhmiä)

Humuksen kationien sitoutumispaikkojen määrä riippuu pH:sta



Kuva: Helinä Hartikainen, HY



# Kationinvaihtokapasiteetti KVK

- KVK-arvot eri mailla
  - Jäykällä savimailla 20-40 cmol (+) kg<sup>-1</sup>
    - Lihava maa 25 cmol/kg
  - Kevyimmissä savissa 10-12 cmol (+) kg<sup>-1</sup>
  - Karkeissa maissa alle 10 cmol (+) kg<sup>-1</sup>
    - Laiha maa
  - Eloperäisillä mailla usein yli 100 cmol (+) kg<sup>-1</sup>
    - Jos KVK ilmoitetaan tilavuusyksikköä kohden (cmol/l), ero kivennäismaiden ja eloperäisten maiden välillä ei ole
- KVK potentiaalinen ominaisuus
  - Harvoin täysin käytettävissä -> vesi liikkuu epätasaisesti maassa
- [KVK-laskuri](#)

## Potentiaalinen KVK

- Määrittäminen tehdään puskuriliuoksella (pH säädetty 7:ksi tai 8,2:ksi -> H<sup>+</sup> dissosioituu liuokseen)
- Merkintä KVK<sub>pot</sub>

## Efektiiivinen KVK

- Määrittäminen tehdään puskuroimattomalla uuttoluoksella (NH<sub>4</sub>Cl), vaihtuminen tapahtuu maan omassa pH:ssa
- Merkintä KVK<sub>eff</sub>

KVK<sub>pot</sub> on suurempi kuin KVK<sub>eff</sub>  
-> Tulkittaessa KVK-arvoja, pitää tietää miten KVK on määritetty



# Anionien sitoutuminen maahan

- Miinus-merkkinen anioni pidättyy elektrostaattisesti positiiviselle pinnalle epäspesifisesti
- Positiivisia pintoja hyvin happamissa oloissa -> Fe ja Al hydratoituneet oksidit sitovat H<sup>+</sup>-ionin
- Mitä vahvemman hapon anionista on kyse, sitä heikommin se pidättyy maahan
  - $\text{H}_2\text{PO}_4^- \gg \text{SO}_4^{2-} > \text{Cl}^- = \text{NO}_3^-$
  - Nitraatti ja sulfaatti herkkiä huuhtoutumaan



# Anionien spesifinen sitoutuminen

- Pidättyminen vaihtumattomaan muotoon
- Reagoi voimakkaasti oksidien keskuskationien kanssa (Fe ja Al)
- pH-riippuvainen, pystyy sitoutumaan negatiivisesti varatulle oksidipinnalle -> pidättyy varsin tehokkaasti maan normaalilla pH-alueella
  - pH:n noustessa OH-ionien määrä kasvaa -> kilpailu pidätyspaikoista
- Kasveille käyttökelpoisuus vähenee
- Fosfaatti, molybdaatti



Voimakas fosforin puute kauralla



# Maan pH

- Maan happamuus -> dissosioitumiskykyinen  $H^+$  ( $H_3O^+$ ) ja vaihtuva  $Al^{3+}$
- $H^+$ :n lähteet
  - Maan hengitys  $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$  (viljelysmaa > metsämaa)
  - Hajotuksen välituotteet (orgaaniset hapot, vaikutus lyhytaikainen -> mikrobit hajottaa)
  - Juuret -> kasvi ottaa enemmän kationeja (varsinkin  $NH_4^+$ ) kuin anioneja -> kasviin epätasapaino -> kasvi tuottaa orgaanisia happoja mm. sitruunahappo ja oksaalihappo)
  - Hapettumisreaktiot (hapetusreaktiot tuottavat  $H^+$ , pelkistyksessä yleensä sidotaan  $H^+$  elektronien sitomisen yhteydessä)
  - Hapan laskeuma
- $H^+$ -ionit hyvin pieniä, voimakkaasti hydratoituneita
  - Sitoutuminen savimineraalien pinnalle heikkoa
  - $H^+$  liuottaa Al-oksideja ja vapautunut  $Al^{3+}$ -kationi pidättyy kationinvaihtopaikoille

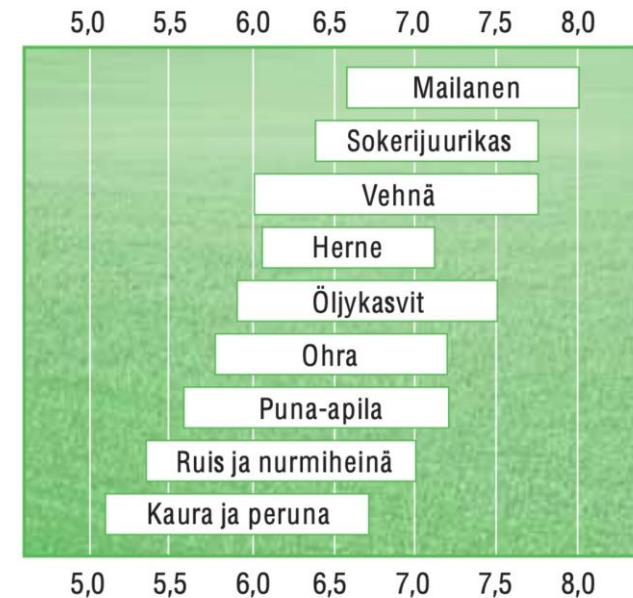
## pH:n mittaaminen

- Lukuarvo riippuu määrittystavasta
- 0,01 M  $CaCl_2$ -liuos (maanesteen olosuhteet)
- Viljavuusanalyseissä vesiuutto -> yleisesti 0,5 pH-yksikköä korkeampia arvoja
- Mitä väkevämpää liuosta käytetään, sitä alhaisempia pH-arvoja saadaan
- Mittaustapa tärkeä ilmoittaa tuloksien tulkintaa varten
- Happamoituminen voi edetä piilevästi -> puskurikapasiteetti



# Kasvin juuri ja maan pH

- $H^+$  ei merkittävästi häiritse kasvin kasvua
  - Matalan pH:n vahingollisuus johtuu:
    - Kationien lisääntynyt huuhtoutuminen
    - Jotkin kasvinravinteet sitoutuu (esim. P ja Mo)
    - $Al^{3+}$ :n ja joidenkin hivenravinteiden liiallinen nousu maavedessä
      - $pH < 5$ , maassa enenevät määrät vaihtuvaa  $Al^{3+}$
      - Juuren solujen jakautuminen häiriintyy -> saostuu Al-fosfaatteja
    - Mikrobiologinen aktiivisuus vähenee (sienet > bakteerit)
    - Kasvitaudit lisääntyvät (hyödyllisten mikrobien kilpailukyky heikkenee)
    - $Mn^{2+}$  liikasaanti mahdollista?
- Kun pH nousee, saatavuus paranee: N, K, S, Mg, Mo, Ca, P
- Kun pH nousee, saatavuus laskee: B, Fe, Mn, Zn, (P)



Viljelykasvien optimaalinen pH-alue vaihtelee lajeittain. Lähde: Eurofins



# Kalkitus

- Maan pH:ta nostetaan emäksisellä kalkitusaineella
- Kalkitustarpeen suuruuden määrää
  - Maalaji
  - Maan lähtö pH -> tavoite pH
  - Kasvilaji
- Eri maalajeilla tarvitaan erisuuruisia kalkkimääriä
  - Yhden pH-luokan nostoon: Ht, Hk, Mr 4 tn/ha, savet 8 tn/ha ja Mm, Lj 10 t/ha
  - Ero johtuu eri maiden kationivaihtokapasiteetin suuruudesta
- Kalkitusaineen kationi ( $\text{Ca}^{2+}$ ) vaihtaa happamia kationeja KVK:sta maanesteeseen ja sen anioni ( $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) sitoo  $\text{H}^+$ -ionit haitattomaan muotoon ->  $\text{H}_2\text{O}$
- Kiinnitä huomiota kalkitusaineiden tuoteselosteeseen!
  - Neutralointikyky (nopeavaikutteinen/kokonaisneutralointi) ja hienousaste (linkki [KM Kalkkitaulukko 2020](#))
- Peruskalkitus (5-10 tn/ha) vai ylläpitokalkitus (n. 5 tn/ha 5 vuoden välein)
- Huom. ammoniakkin haihtuminen korkeassa pH:ssa
  - $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

## Kalkituslaskureita

- Kalkkilaattori (Nordkalk)
- Kalkkilaskuri (Soilfood)
- Kalkitus.fi
- Viljavuusanalyysin tulos
- KVK-laskuri

Kokeile eri kalkkilaskureita ja tutustu sinulle ehdotettujen tuotteiden tuoteselosteeseen



# Maan hapetus-pelkistysreaktiot

- Maassa tapahtuu jatkuvasti hapetus-pelkistysreaktioita
  - Biokemiallisissa reaktioissa elektronit siirtyvät ionilta tai molekyyliltä toiselle
  - Hapettumisessa luovutetaan elektroneja
  - Pelkistymisessä vastaanotetaan elektroneja
- Muokkauskerroksessa O<sub>2</sub> 18-20 %, CO<sub>2</sub> 0,03-0,2 %
  - Syvemmillä maassa O<sub>2</sub> < 10 %, CO<sub>2</sub> > 5 %
- Juuren kärki tarvitsee happea eniten -> solujen jakautuminen ja kasvu
  - Kasvupaine 1000 kPa = 10 bar, kun happea on riittävästi
  - Jos happea on vain 3 %, kasvupaine alenee puoleen
- Pelkistyneissä oloissa maan pH pyrkii nousemaan
  - CO<sub>2</sub> kertyminen vastustaa pH:n nousua -> hiilihappo
- Esimerkkejä redox-reaktiosta
  - Nitrifikaatio: NH<sub>4</sub><sup>+</sup> hapettuu NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, joka hapettuu NO<sub>3</sub><sup>-</sup>
  - Fotosynteesissä hiili pelkistyy, happi hapettuu  
 $6 \text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{energiaa} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$   
(hiilen varaus muuttuu +4 -> 0, hapen varaus muuttuu -2 -> 0)



# Kun happi loppuu maasta

- $C_6H_{12}O_6$  (glukoosi) +  $6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O + 36 ATP$
- Kun happi loppuu maasta (elektronin ottajana ei  $O_2$ )
- Kasvin juuret kärsivät
  - Glukoosin hapetus epätäydellistä ja tuottaa haitallisia yhdisteitä
  - Bakteerien anaerobinen hengitys voi tuottaa myrkyllisiä yhdisteitä
- Anaerobiset bakteerit käyttävät ravinnokseen hiiltä, elektronin ottajana toimii:
  - Nitraatti ( $NO_3^-$ ) -> nitriitti ( $NO_2^-$ ) myrkyllinen
  - $Mn^{2+}$  muodostuminen alkaa
  - $Fe^{3+}$  ->  $Fe^{2+}$  (pelkistyminen, ruoste liukenee)
  - Sulfaatti ( $SO_4^{2-}$ ) -> rikkivety ( $H_2S$ ) myrkky
  - Lopulta  $CH_4$

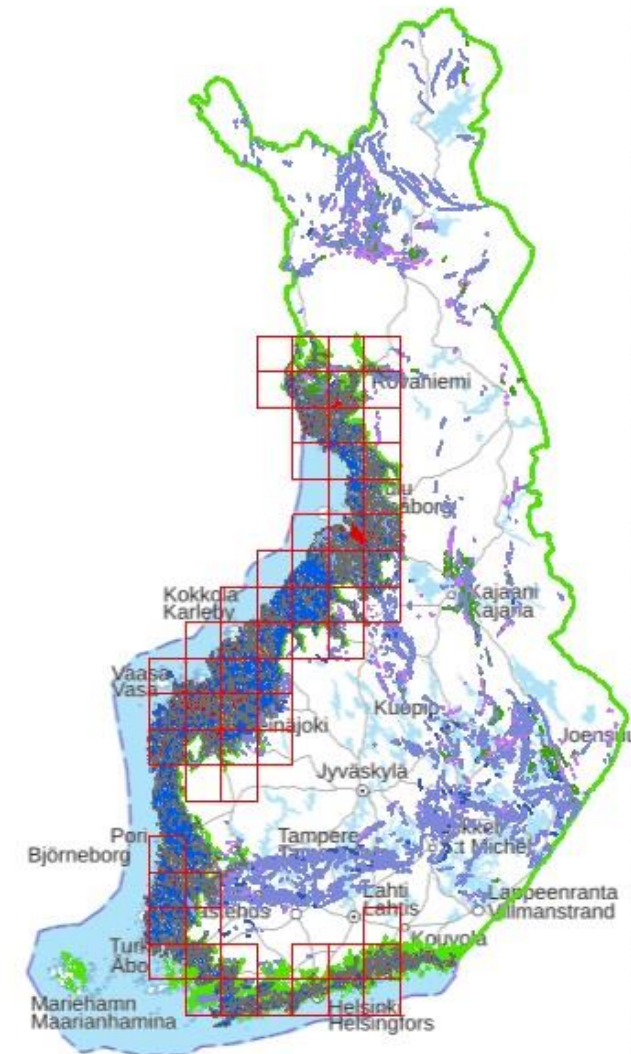


Pellon pinnalla seisova vesikerros estää tehokkaasti hapen kulkeutumisen ilmasta maahan. Kuva: Pasi Valkama, VHVSY



# Happamat sulfaattimaat

- Itämeren Litorinameri vaiheessa 7 000 vuotta sitten merivesi oli lämmintä ja nykyistä suolaisempaa
- Vedessä oli runsaasti elämää ja meren pohjalle kertyi kuollutta eloperäistä ainesta, jota mikrobit hajottivat -> veteen liuennut happi kului ja hajotusta jatkoivat anaerobiset bakteerit
  - Tarvittava hapen lähde (elektronien vastaanottaja) kemiallisesti sidottu happi -> Sulfaatti  $\text{SO}_4^{2-}$
  - Sulfaatti pelkistyi sulfidiksi  $\text{S}^{2-}$ , joka saostui ferrosulfidiksi  $\text{FeS}_2$
  - pH on neutraali, joskus emäksinenkin, tumman väristä maata
- Kun maakerros joutuu hapen kanssa tekemisiin, alkaa hapettuminen
  - Rikin ja raudan hapettuessa, maa happamoituu voimakkaasti
  - $\text{pH} < 3,8$  -> vapaita happoja
- Happamat sulfaattimaat kartalla (linkki [GTK hasu](#))



Happamien sulfaattimaiden todennäköinen esiintyminen Suomessa

# Turvemaat, humus

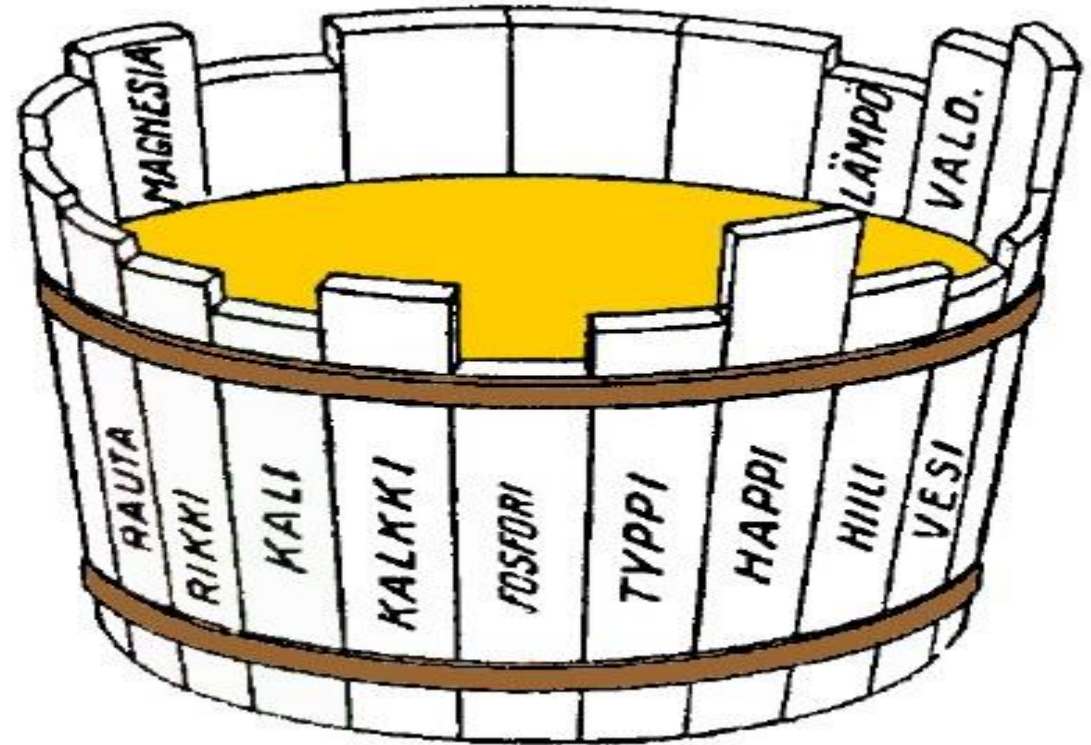
- Turvemaat = orgaanista ainesta paljon
  - Välttämättä ei tarkoita humus-rikasta maata
- Humuksessa heikkoja happoryhmiä
  - Fulvohapot vesiliukoisia
  - Humushapot vesiliukoisia (pH yli 2)
  - Humiini ei liukene veteen
- H<sup>+</sup>-sitoutuu voimakkaasti heikkojen happoryhmien muodostamille kationinvaihtopaikoille
  - H<sup>+</sup> ei ole vaihtuvassa muodossa, vaan sen irrottamiseksi pitää nostaa maan pH:ta
- Alkalimetallin (yksiarvoiset, kuten K<sup>+</sup>) sitoutuu heikommin humukseen kuin maa-alkalimetallit (kahdenarvoiset, kuten Mg<sup>2+</sup>)
- Humus lisää P:n käyttökelpoisuutta kasville -> lisää anionien välistä kilpailua
- Al- ja raskasmetallikationit pidättyvät humukseen
  - Kovalenttisin sidoksin erittäin pysyviä kompleksiyhdisteitä



# Minimilaki



- Kasvutekijä, jota on kasvin tarpeeseen nähden vähiten, määrää lopullisen satotason,
- esim. alhainen pH



# Kasvinravinteet

Nimi	Merkki	Ottomuoto	Pitoisuus, g/kg ka
Hiili	C	CO <sub>2</sub>	500
Vety	H	H <sub>2</sub> O	60
Happi	O	O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	350

Typpi	N	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	25
Fosfori	P	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	4
Rikki	S	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2
Kalium	K	K <sup>+</sup>	20

Kalsium	Ca	Ca <sup>2+</sup>	8
Magnesium	Mg	Mg <sup>2+</sup>	3

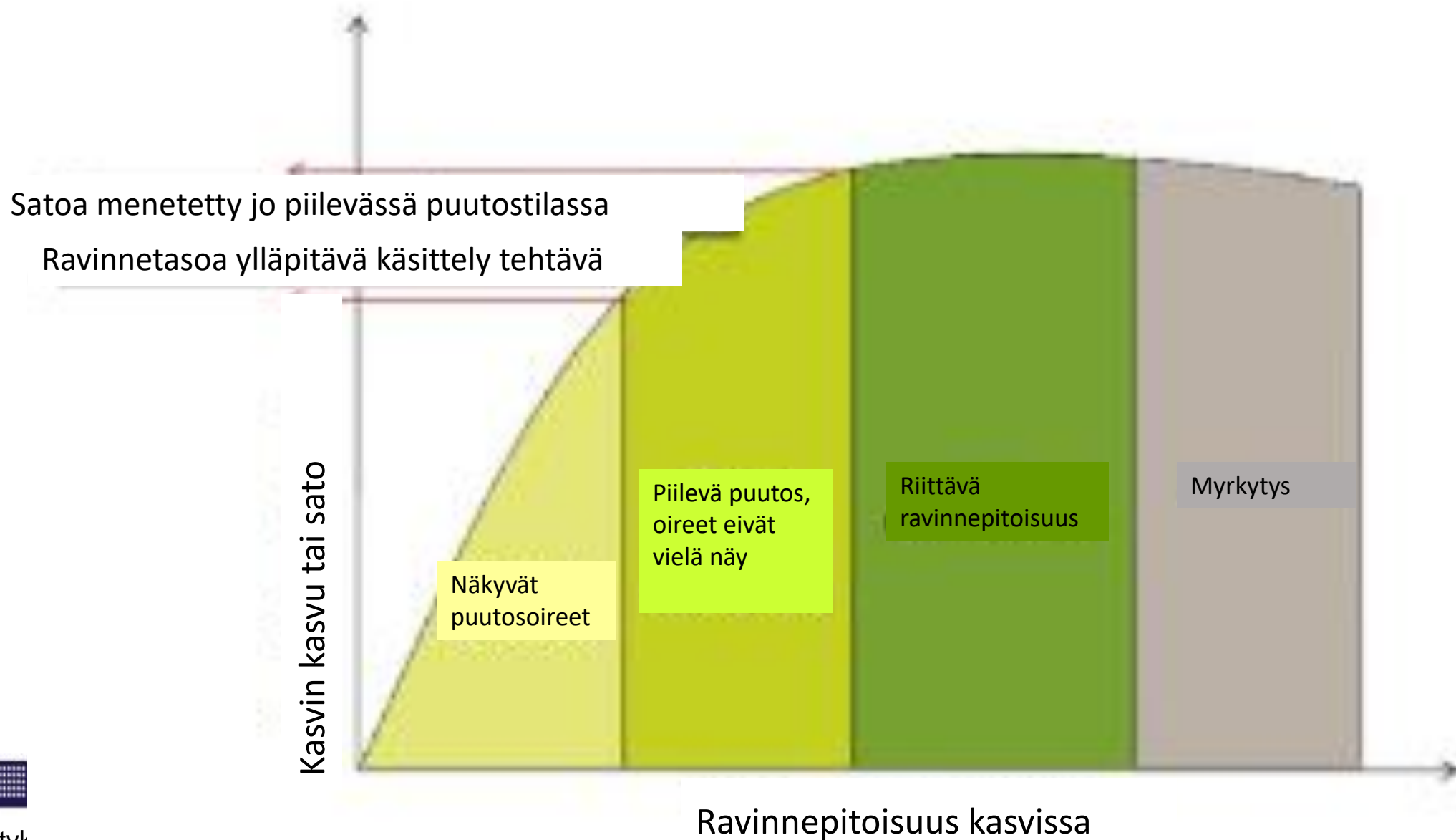
Rauta	Fe	Fe <sup>2+</sup> , Fe <sup>3+</sup> , kelaatti	0,3
Mangaani	Mn	Mn <sup>2+</sup> , kelaatti	0,1
Sinkki	Zn	Zn <sup>2+</sup> , kelaatti	0,03
Kupari	Cu	Cu <sup>2+</sup> , kelaatti	0,01
Boori	B	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,02
Molybdeeni	Mo	MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,001
Kloori	Cl	Cl <sup>-</sup>	2

## Ravinteet eivät korvaa toisiaan

- Jokaisella ravinteella on kasvissa ainakin yksi tehtävä, jota mikään muu ravinne ei voi suorittaa. Jos kyseistä tehtävää ei hoideta, näkyvät seuraukset kasvuhäiriöinä ja hidastuneena kasvuna.
- Jos kasvilla on puute jostain ravinteesta, se ei voi täysipainoisesti hyödyntää muitakaan ravinteita, vaikka niitä olisi runsaastikin saatavilla. Ravinteet eivät siis korvaa toisiaan, muutamia osittaisia poikkeuksia lukuun ottamatta.
- Eri ravinteilla on lukuisia keskinäisiä vuorovaikutussuhteita. Siksi tasapainoinen ravinteiden saanti on tehokkaan ravinteiden oton ja hyödyntämisen kannalta erittäin tärkeää > tasapainoinen ravinnesuhde tehostaa eri ravinteiden hyväksikäyttöä
- **Kasvien kasvu on eri ravinteiden yhteispeliä!**



# Ravinnepuutosten esiintyminen ja vaikutus



# Ravinnepuutosten ennaltaehkäisy ja määrittäminen

- Viljavuusanalyysin tulkinta
- Kasvianalyysit – Yara [MegaLab](#)
- Kasvustosensoirit, lehtivihreä- ja mangaanianalyysaattorit
- Puutosoireet
- Lannoitusikkunat















# Maan analysointi - viljavuusanalyysi

- Perusanalyysi 5 vuoden välein
- Hivenravinteet 10 vuoden välein
  - Öljykasvipaketti?
- Varastoravinteet P, K, Mg
- Carbon Check + varasto tai hivenravinneanalyysi (ymp. tuki)
- Laaja ravinneanalyysi maan rakenteen ja toiminnan arviointiin
  - Varastoravinteet, KVK
  - Typen vapautuminen
  - Mikrobiaktiivisuus, sieni-bakteerisuhteet
  - Lajiteanalyysi
  - Hiilen analyysit



# Viljavuusanalyysi / Laaja ravinneanalyysi

Näytteenottopvm	02.05.2022	02.05.2022
Kalkitusmäärä tn/ha	2	0
Maalaji	sHHt	HtS
Multavuus	m	m
Johtoluku (10xmS/cm)	5,4	8,2
Happamuus, pH	5,9 	6,4 
Kalsium, Ca	1936 	3469 
Fosfori, P	20 	8,6 
Kalium, K	367 	274 
Magnesium, Mg	169 	376 
Rikki, S	123 	171 



Analyysit	Tulos	Ohjearvo	Tulkinta	Kommentit
B (mg/kg dm)	2.3	4.0	Matala	YaraVita Bortrac 150, 1 l/ha + 200 l vettä.
Mn (mg/kg dm)	23.0	31.0	Matala	YaraVita Mantrac Pro, 1-2 l/ha + 200 l vettä.
S (g/kg dm)	2.50	3.00	melko matala	YaraVita Thiotrac 300, 5 l/ha + 200 l vettä.
K (g/kg dm)	28.00	33.00	melko matala	Kaliumsuola 30-50 kg/ha.
P (g/kg dm)	2.80	3.60	melko matala	YaraVita Starphos MnP tai CMZ 3 l/ha + 200 l vettä.
N (g/kg dm)	43.10	32.00	Normaali	Ei lannoitustarvetta

15.6.

Analyysit	Tulos	Ohjearvo	Tulkinta	Kommentit
B (mg/kg dm)	4.3	4.0	Normaali	Ei lannoitustarvetta
Mn (mg/kg dm)	28.0	31.0	melko matala	YaraVita Mantrac Pro 1 l/ha + 200 l vettä.
S (g/kg dm)	3.60	3.00	Normaali	Ei lannoitustarvetta
K (g/kg dm)	31.00	33.00	melko matala	Kaliumsuola 30-50 kg/ha.
P (g/kg dm)	3.30	3.60	melko matala	YaraVita Starphos MnP tai CMZ 3 l/ha + 200 l vettä.
N (g/kg dm)	47.40	32.00	Normaali	Ei lannoitustarvetta



	Tarve, kg/ha	Herkät kasvit	Puutosoire	Riskimaalaji, olosuhde
Rikki, S	20-40	Viljat Öljykasvit	Nuoret lehdet, Kellastuminen	Läpäisevät kevyet maat Voimakas typpilannoitus
Mangaani, Mn	0,5	Viljat (Öljykasvit)	Nuoret lehdet Lehtisuonten välit harmaat (kaura) tai ruskeat (ohra, vehnä)	Korkea pH
Kupari, Cu	0,05- 0,1	Viljat	Nuoret lehdet Keltakärkisyys viljoilla	Multa- ja turvemaat
Boori, B	0,1-1	Öljykasvit	Heikko kukinta Kärjen lakastuminen	Multamaat, karkeat kiv. Maat Korkea pH
Rauta, Fe	0,5-2	Viljat	Nuoret lehdet, lehtisuonten välien vaaleneminen	Korkea pH
Sinkki, Zn	0,5	Viljat	Epäsäännölliset vaaleat laikut	Kevyet maat Turvemaat

# Maanäytteiden ottaminen

- Yleisesti joko linja tai hajapistemenetelmä
- Yksi analysoitava näyte jokaista alkavaa 5 ha kohti
  - Koostuu 7-8 osanäytteestä
- Tyypillisesti otetaan muokkauskerroksesta, jossa kasveille saatavat ravinteet
  - Voi ottaa erikseen pintamaasta (0-5 cm), jos käyttää suorakylvöä
  - Jankon yläosan näyte kertoo kasveille potentiaalisista ravinteista
  - Syvemmältä otettu näyte kertoo muokkauskerroksen olosuhteista, esim pH



# Maanäytteiden ottaminen

- Vaihtelevilla lohkoilla ja täsmälannoitusta käytettäessä
  - Eri maanäytteet eri lohkon osista,
    - Saadaan parempi hyötysuhde käytetyistä panoksista
    - Voidaan viljelytoimilla (lannoitus, maanparannus) tasata peltolohkon vaihtelua
- Kuinka määrittää peltolohkon näytealueet?
  - Eri maalajit ja multavuus silmämääräisesti maan ollessa muokattuna
  - Maalajit Paikkatietoinnkunasta
  - Korkeuskäyrät
  - Satokartat / kasvillisuusindeksit useammalta vuodelta
- Tuomas Mattilan esitys: Viljavuusanalyysin käyttö  
<https://www.youtube.com/watch?v=Tscp8hrwDQ0>



# Korkeus- käyrät

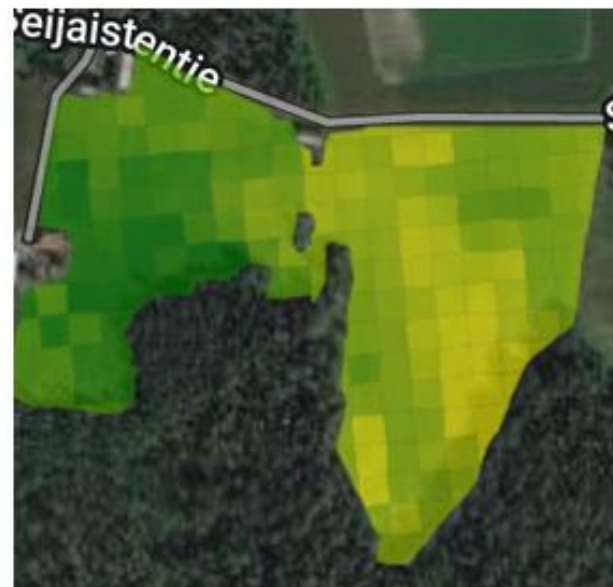
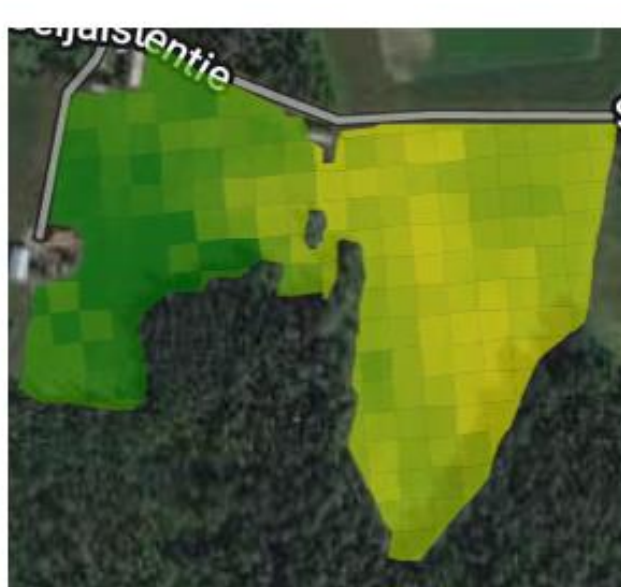
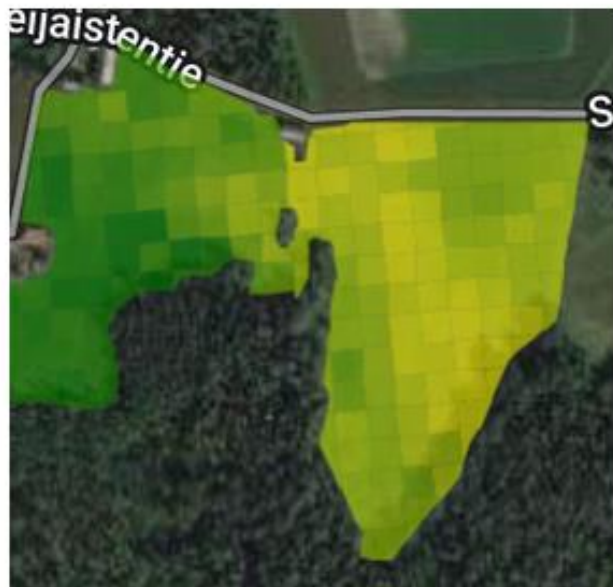


30.5.2023

11.6.

21.6.

# NDVI



12.7.

15.8.



# Maanäytteiden ottaminen – milloin?

- Mikä vuodenaika?
  - Keväällä maa kylmää
  - Syksyllä lämmintä ja mahdollisesti käyttämättömiä ravinteita
  - -> Tärkeintä ottaa aina samaan aikaan
- Mikä viljelykierron vaihe?
  - Palkokasvit huomioon



# Maan analysointi – skannaus?

- Veristech, [SoilOptix](#)
- pH, multavuus, maalaji, P, K
- Pellon sisäinen vaihtelu selville helposti





SeAMK

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

**Kiitos!**

