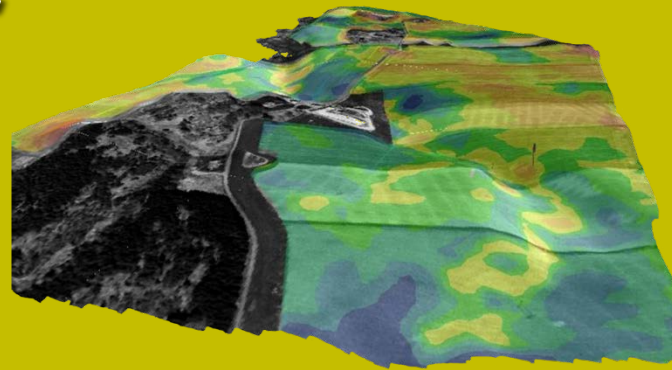


# Marksensorer

Marken i odlingen 2013



Mats Söderström, Johanna Wetterlind

# Innehåll

- ❑ Olika kategorier av sensorer
- ❑ Exempel
  - ❑ Elektromagnetisk induktion
  - ❑ Gammastrålning
  - ❑ Spektroskopi
  - ❑ On-linebestämning
- ❑ Exempel på vad man kan mäta

# Markkartering



De senaste 40-50 åren har likartad strategi använts

Enligt Markkarteringsrådet ett prov/ha

Om man inte tar hänsyn till variationen kan man då inte lika gärna göra en analys / skifte?

För att fånga variationen är provernas placering viktig, om man har få prover

Provtagningsmetod och positionering påverkar möjligheter till kartering

# Mål med sensormätning



## Fyra huvudprinciper

- 1) Planera provtagning för jordprover
- 2) Dela in markerna i mer homogena delar – hitta jordartsgränser – *management zones*
- 3) Indirekt korrelera till vissa variabler
  - Konduktivitet
  - Gammastrålning
  - NIR
  - Struktur
- 4) Direkt mäta vissa variabler
  - Jonselektiva elektroder
  - ISFET

# Marksensorer - metodkategorier

## 1 – Elektriska

EM38, Veris

## 2 – Optiska eller radiometriska, gammastrålning

Satellit- och flyg, NIR-spektroskopi, Mullvaden

## 3 – Mekaniska

Penetrometer, dragmotstånd

## (4 – Akustiska)

Kombineras med mekaniska

## 5 – Elektrokemiska

Jonselektiva elektroder, ISFET

*efter V.I. Adamchuk et al. / Computers and Electronics in Agriculture 44 (2004) 71–91*

# Marksensorer - metodkategorier

	Ler- halt, Textur	Mull, C	Vatten- halt	Salt- halt	Kom- pak- tering	(Mat)- jords- djup	pH	Kväve	K mfl	CEC
1 Elektr. mag.	X	X	X	X		X		X		X
2 Optiska	X	X	X				X	X		X
3 Mekaniska					X	X				
4 Akustiska	X				X	X				
5 Elektr.kem.				X			X	X	X	

Efter tabell i Adamchuk et al. 2004. Computers and Electronics in Agriculture. 44, 71-91

# Elektromagnetisk induktion

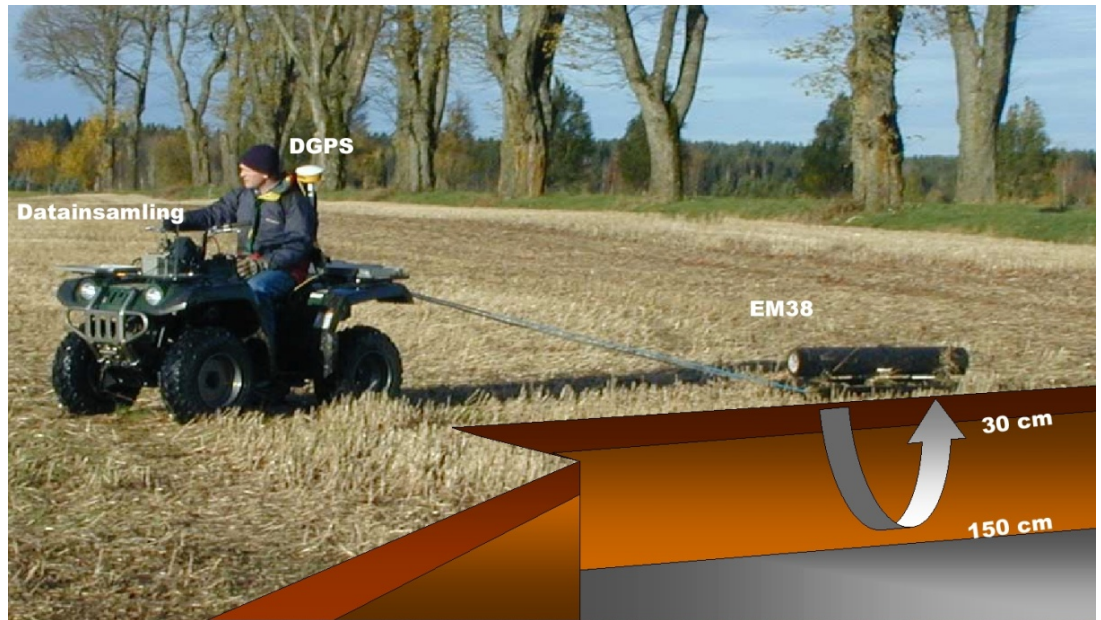
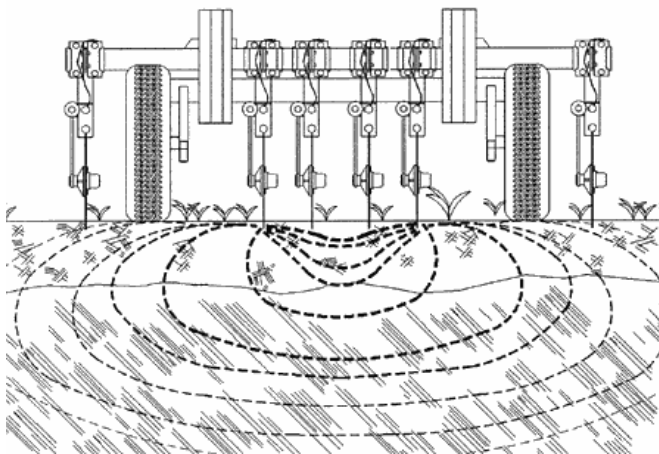
- konduktivitet, ECa - MSa



**Veris**  
technologies

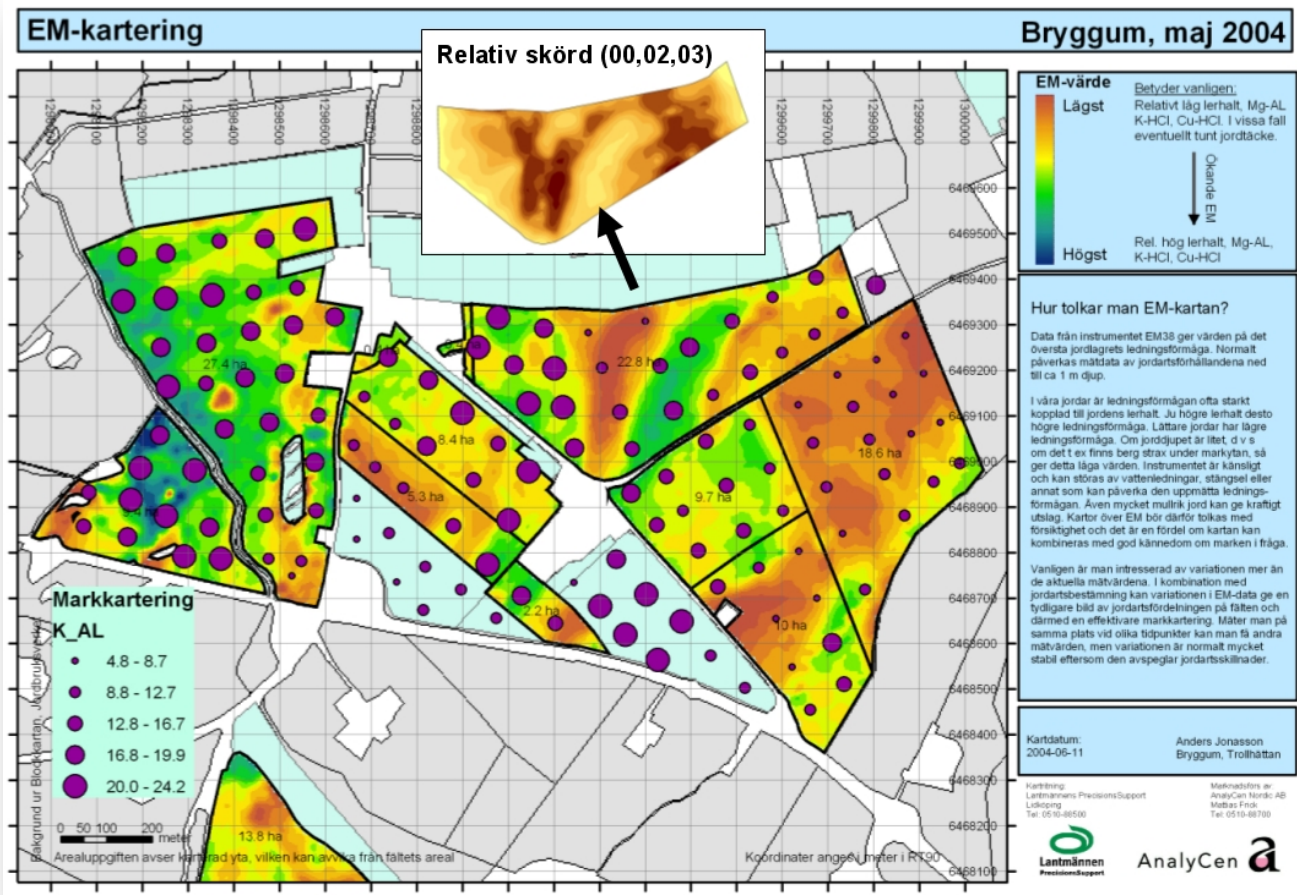


EM38



# Elektromagnetisk induktion

- konduktivitet, ECa - MSa



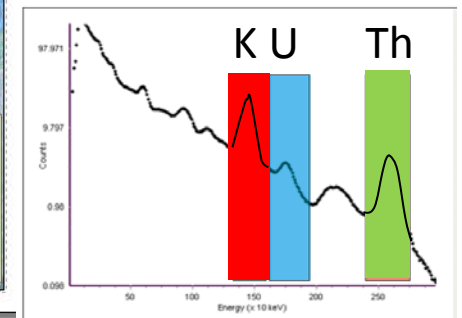
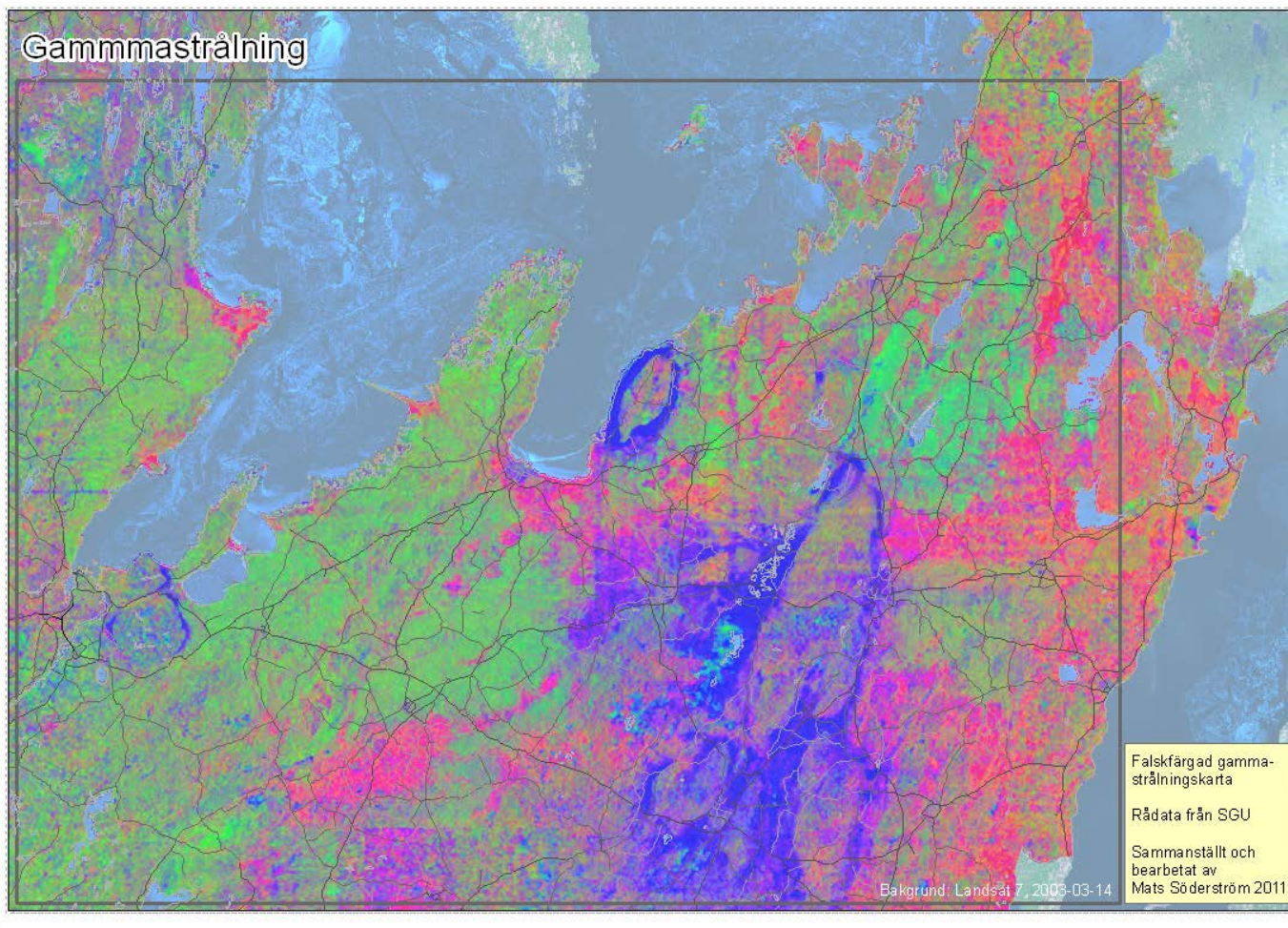
ECa har samband  
 Med salthalt och  
 vattenhalt, därmed  
 indirekt med  
 Jordart  
 Ler , ev. { K  
 Mg  
 Cu  
 Mullhalt  
 Variationer i skörd  
 Jorddjup, packning  
 etc...



# Mätning av naturlig radioaktivitet

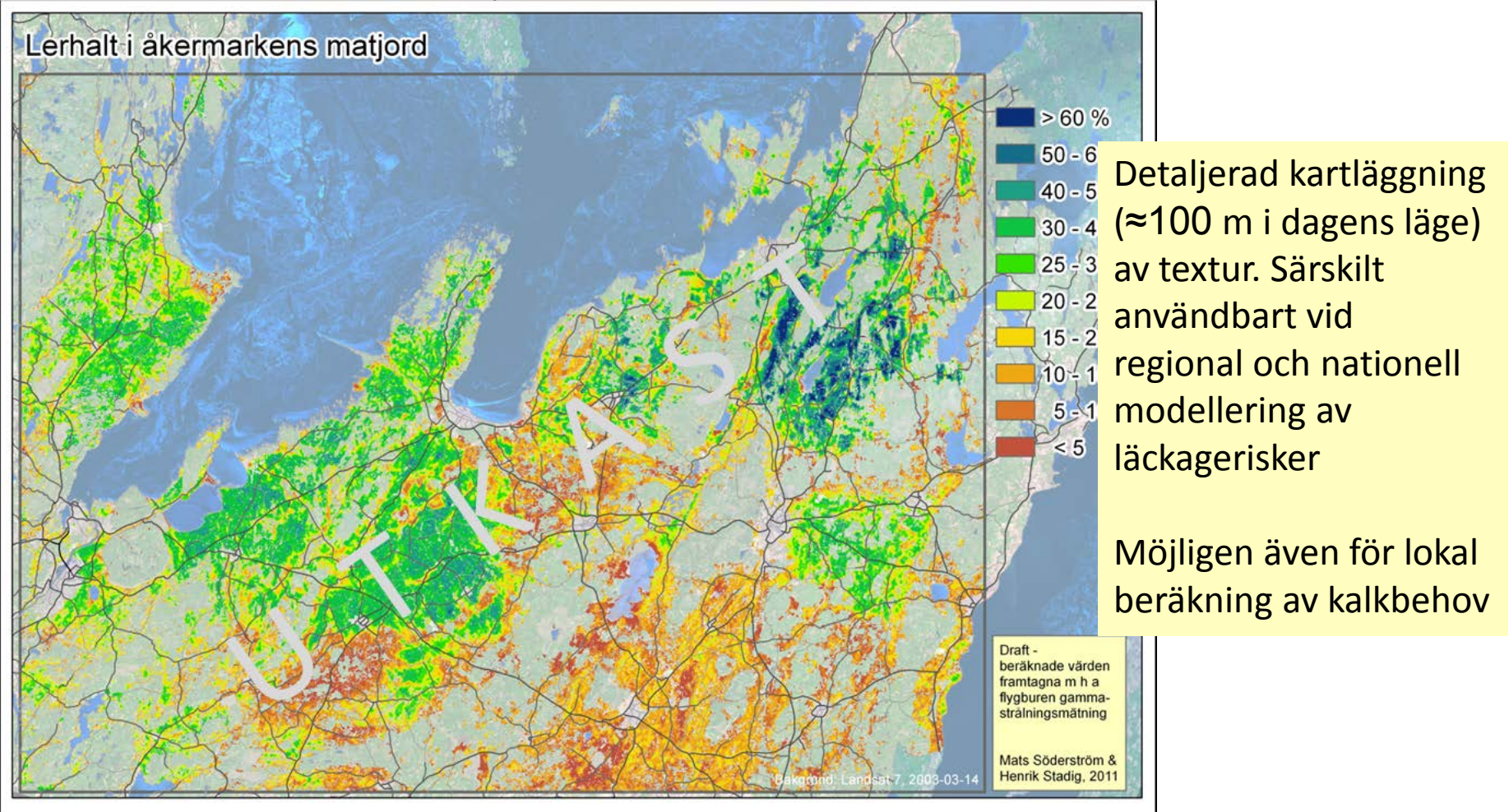
Gammastrålning – markens naturliga radioaktiva strålning

Bergarter → jordarter, tungmetaller, radon etc



# Gammastrålning - Flygburen

Ta fram en matematisk modell som beräknar samband mellan sensordata och kontrollprover → kartera



...denna typ av information saknas generellt idag och är upp till den enskilde jordbrukaren att bekosta

# Gammastrålning - Mullvaden



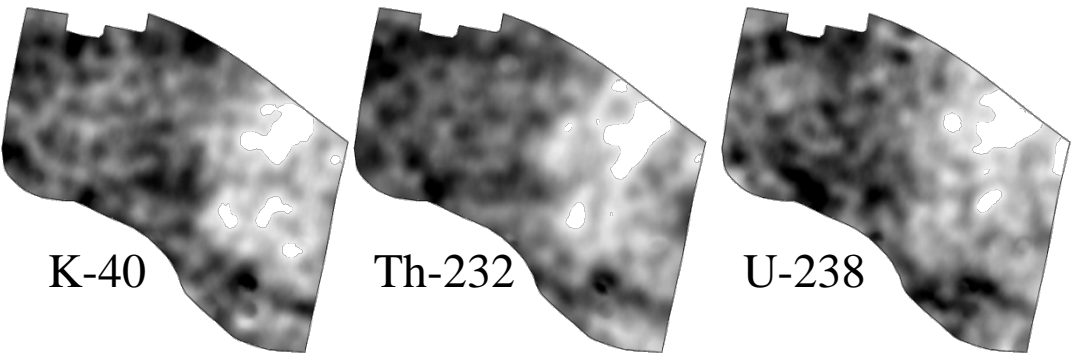
The Mole -  
Mullvadssystemet består  
av en GPS, fältdator och  
detektor, säljs av The Soil  
Company i Holland



Skaraborg

K-40, U-238, Th-232, Cs-137

Alla signaler från matjorden



K-40

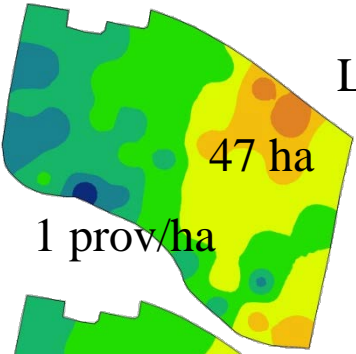
Th-232

U-238

Mycket väl korrelerat till textur (ler, silt, sand) och modermaterial

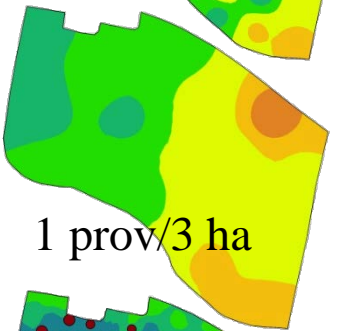
Indirekt koppling till markkarteringsvariabler som är kopplade till jordart

Normalt ej t ex P-AL och pH

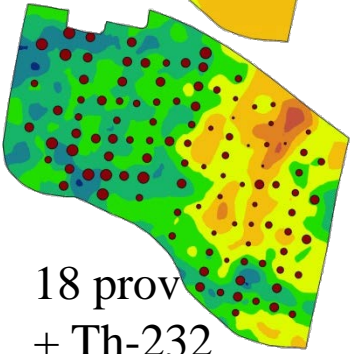


1 prov/ha

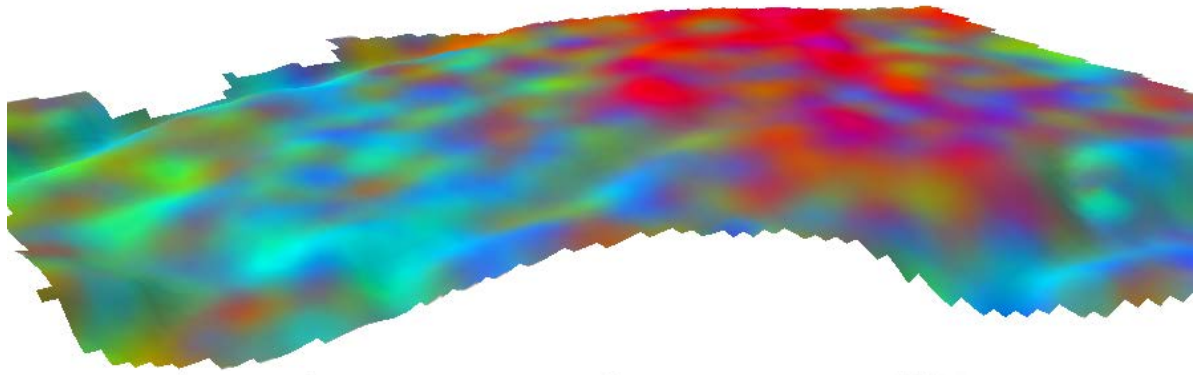
Lerhalt



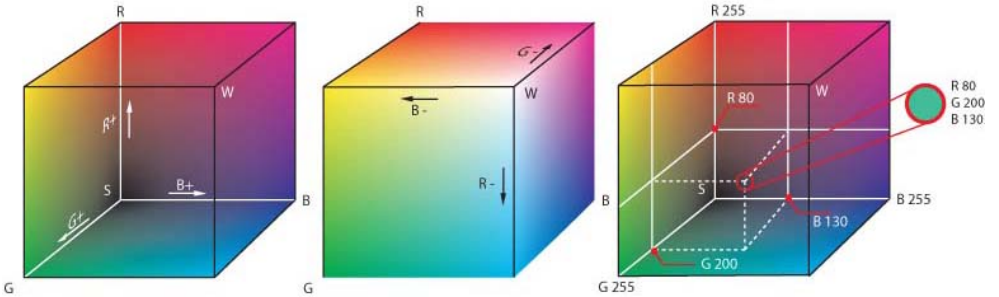
1 prov/3 ha



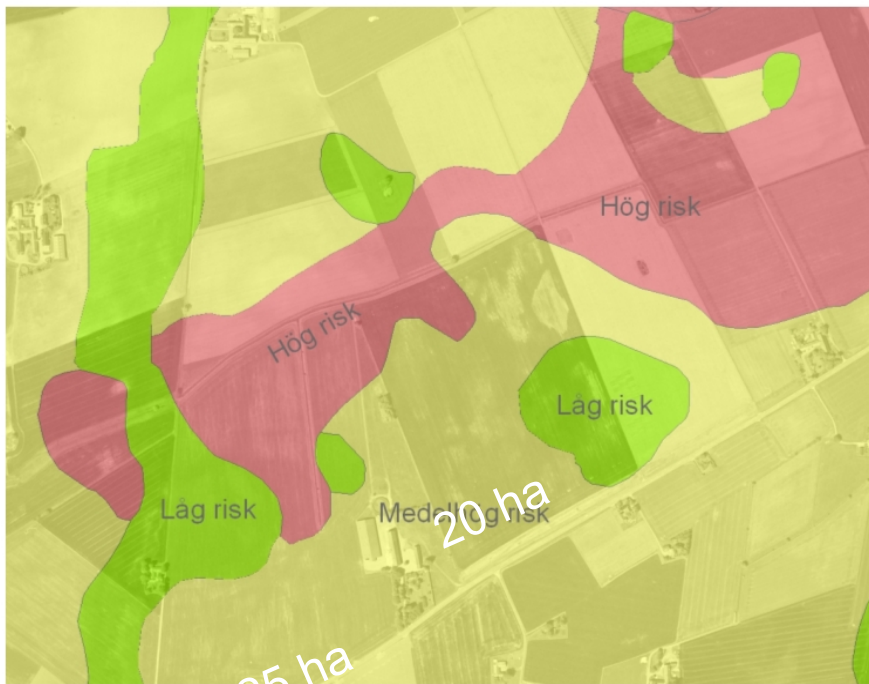
18 prov + Th-232



R = K  
G = Th  
B = U



# Gammastrålning - Mullvaden



I områden med kadmiumproblem

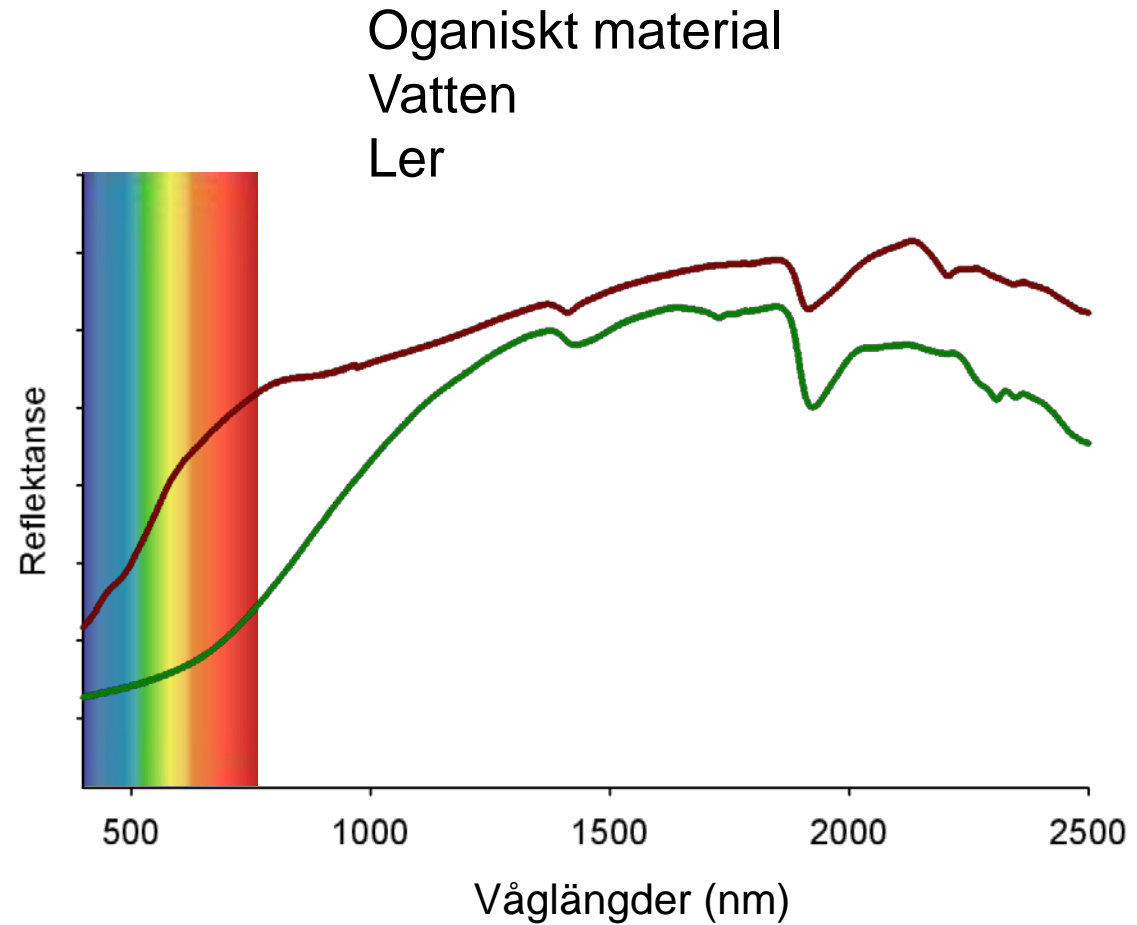
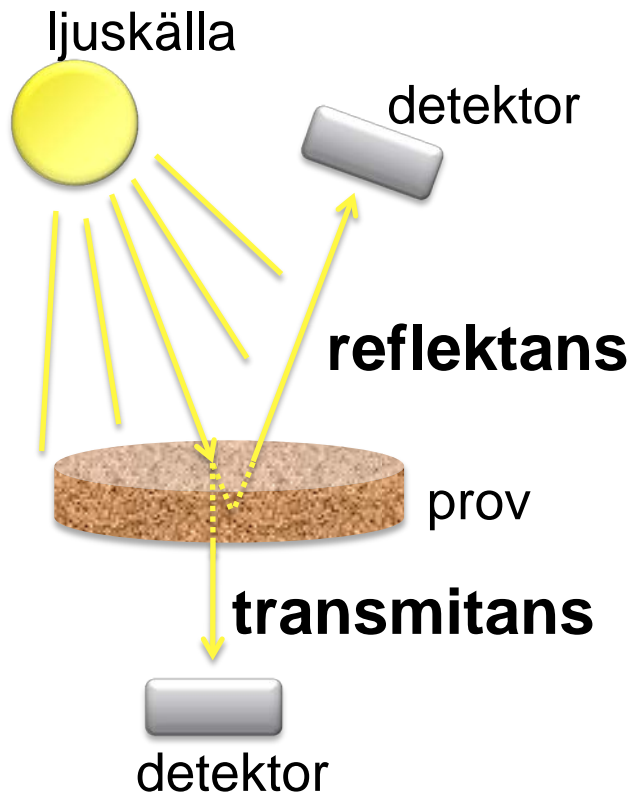
Ofta stora variationer inom gården och inom fälten

Ändra fältindelning och grödor

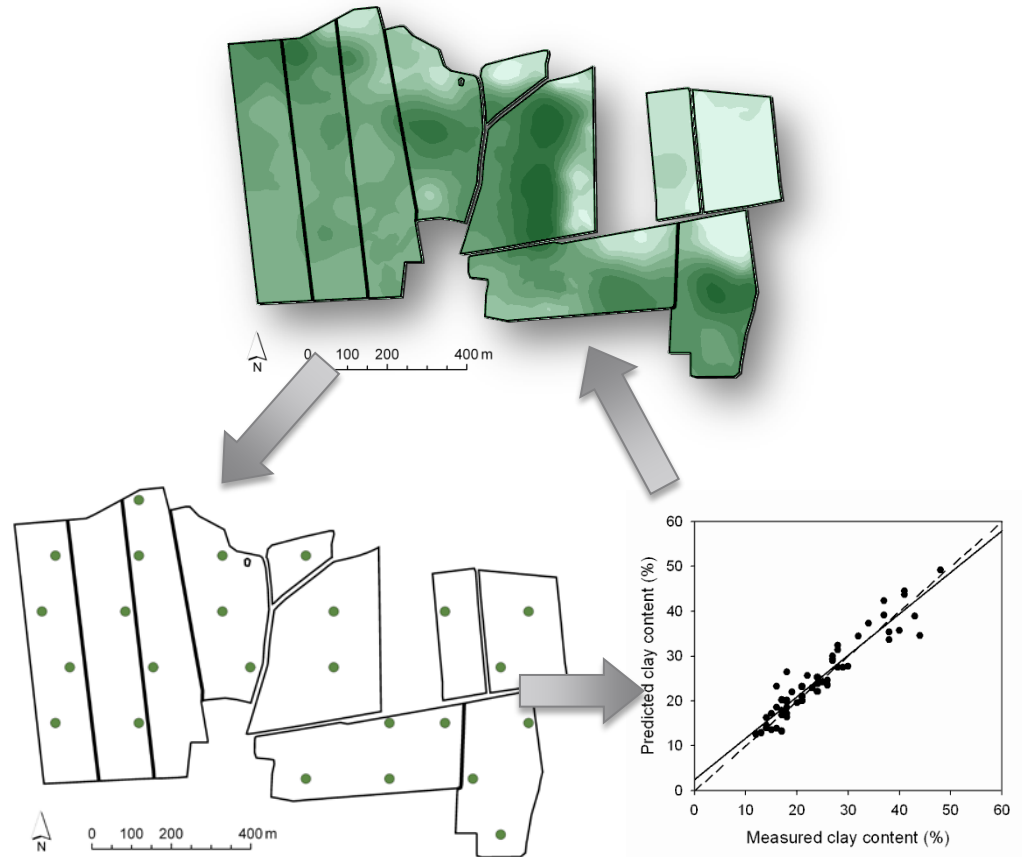
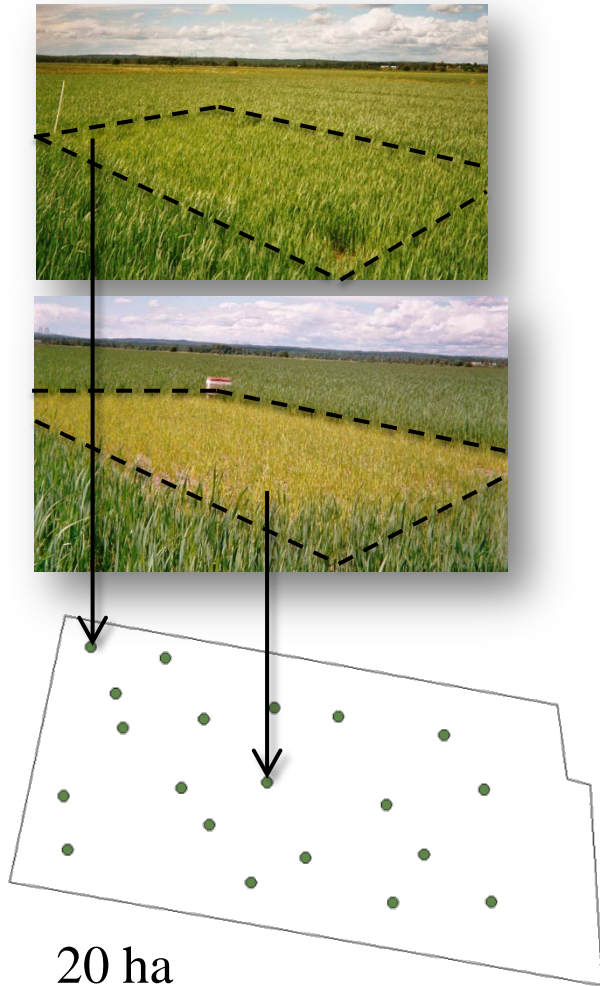
Hög Cd i marken normalt orsaken till höga Cd-värden i vete  
Man kan utnyttja att höga Cd-halter ofta förekommer i jordar med alunskifferinblandning. Sådana jordar har även höga U-238-värden.

Eriksson & Söderström, SLF & Mistra projekt

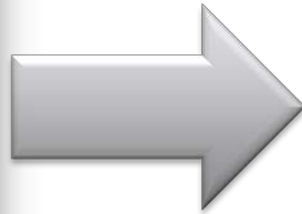
# Spektroskopi - VisNIR



# Spektroskopi - VisNIR



# Spektroskopi - VisNIR





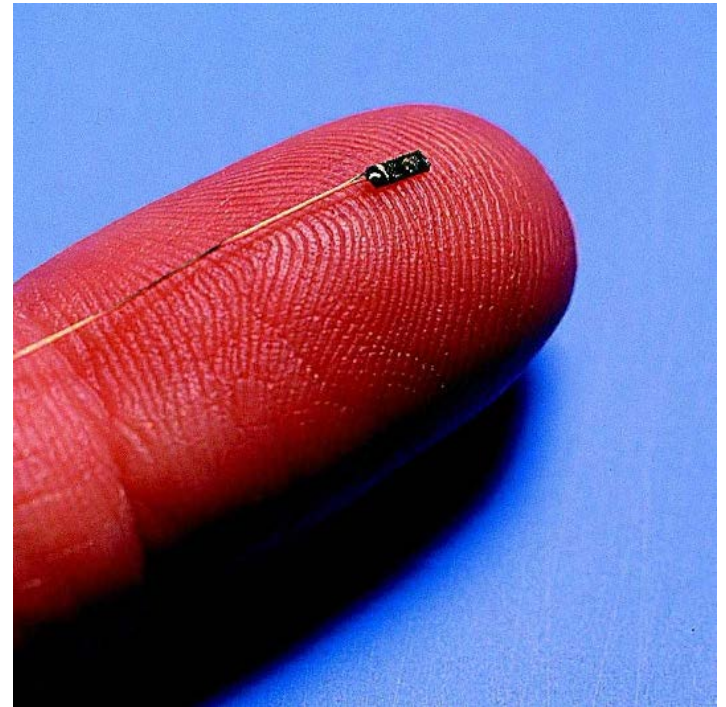
# Jonselektiva elektroder och transistorer

## ISFET (ion-sensitive field-effect transistor)

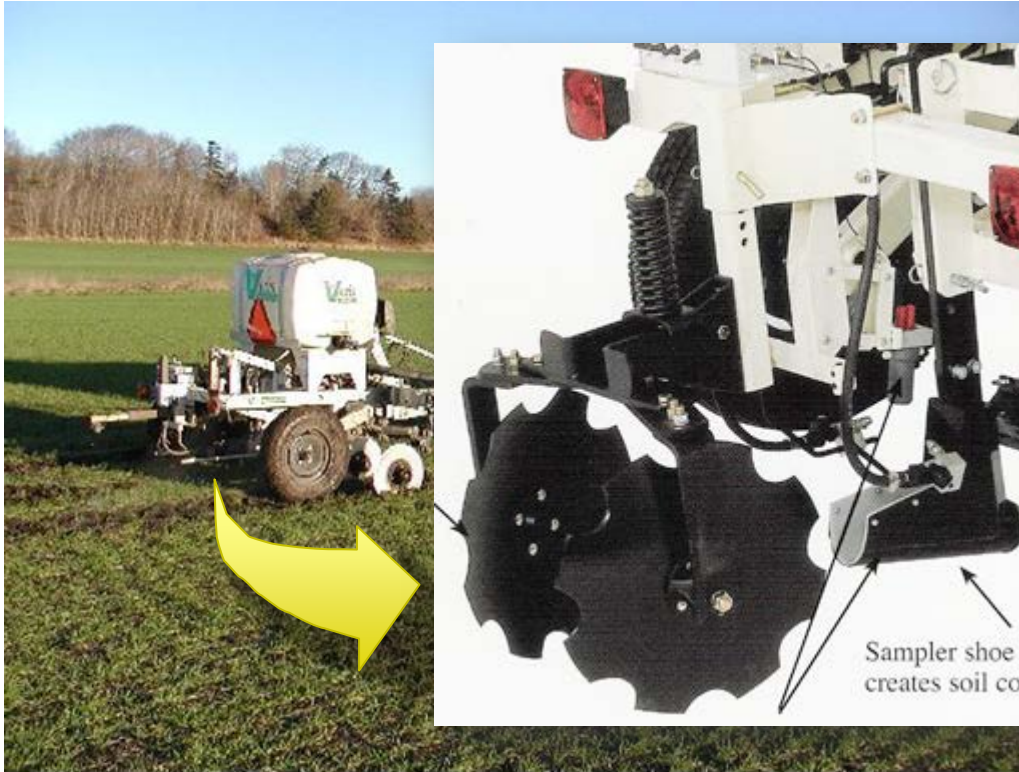
Mäter jonkoncentrationen i en lösning; när jonkoncentrationen ändras så ändras strömmen genom transistoren. Fungerar t ex för pH, men även potential för t ex K och nitrat

Mycket små

Potentiellt stora möjligheter att göra direkta analyser on-line.



# Konduktivitet och pH on-line för kalkbehovskartering



VERIS – pH (EC och pH on-line)

Automatisk jordprovtagning

Mätning med elektroder

15-25 mätningar / ha

Konduktivitet med diskar → ett par olika djup, mer kontroll än EM38

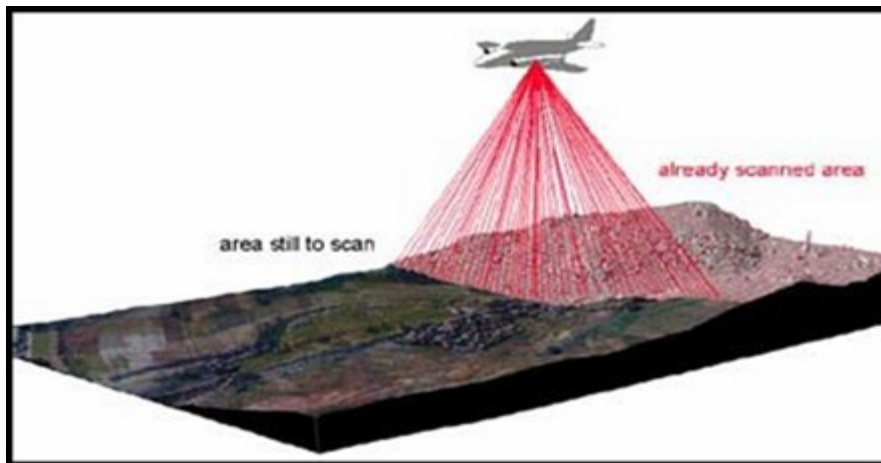
Sampler shoe  
creates soil core.

En utrustning finns i Danmark (LandboNord / Dansk Landbrugsrådgivning)

# Ny höjdmmodell från laserskanning

LIDAR/ALS – Light detection and ranging, laserskanning

## Ny höjdmmodell över Sverige



*Bild från Blom Group*

Nuvarande höjddatabanken  
ett höjdvärde var 50:e meter,  
+/- 2 m i noggrannhet

Ny höjdmmodell framtas m h a  
flygburen laserskanning 2009-2016:  
2,5 m mellan höjdvärden  
+/- 0.5 m in z

# Ny höjdmmodell från laserskanning

Helt nya möjligheter för översvämningsrisk, erosionsrisk, lutningsberäkning (nya regler för gödsling! – ej P om  $>10^\circ$ ), beräkning av markfuktighetsindex etc.

- ställer nya krav på datahantering..... – **Klimatrelaterade scenarier**



Foto Mats S



exempel 1x2 km<sup>2</sup> område



kombination av lutningsberäkning och TWI

erosionsrisk

markfuktighet

skredärr