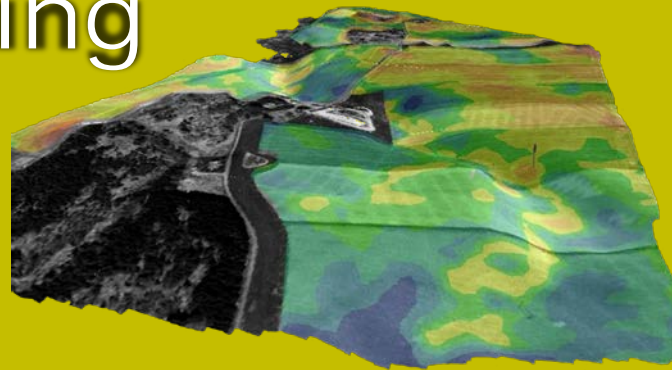


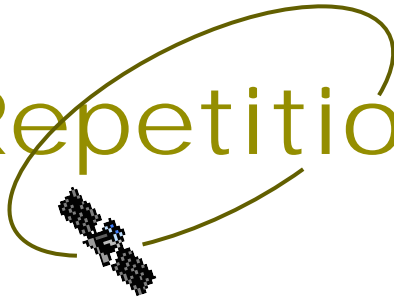
# Precisionsodling

Marken i odlingen 2013

Johanna Wetterlind



# Repetition precision sowing



# Anpassa odlingen efter de lokala förutsättningarna

Görs i all odling:

- ❑ Grödval (jordar, klimat, produktionsform, efterfråga, miljö)
- ❑ Gödsling (gröda/kvalitet, jordar, klimat, produktionsform, miljö)
- ❑ Ogräs- svamp- och insektsbekämpning (gröda, klimat, ogräs- och växtskadegörarförekomst, miljö)

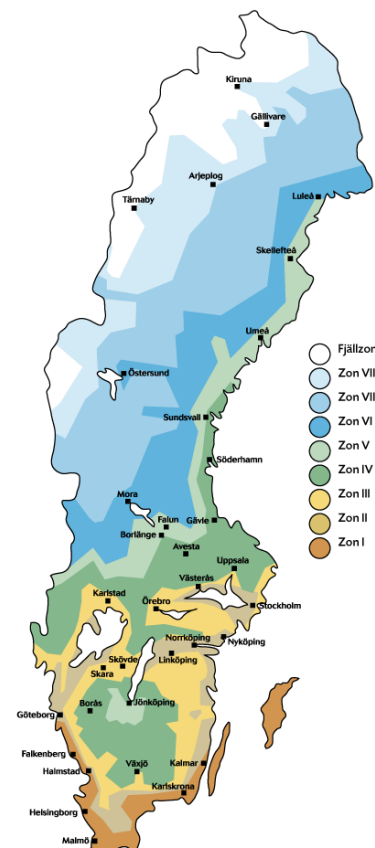
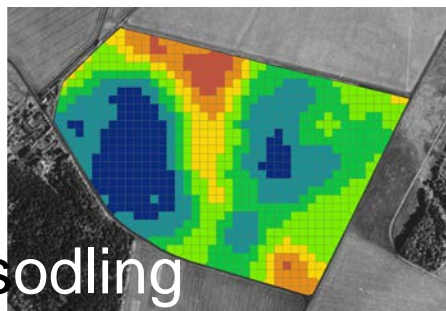
# Anpassa odlingen efter de lokala förutsättningarna

Görs i all odling:

- Grödval
- Gödsling
- Ogräs- svamp- och insektsbekämpning

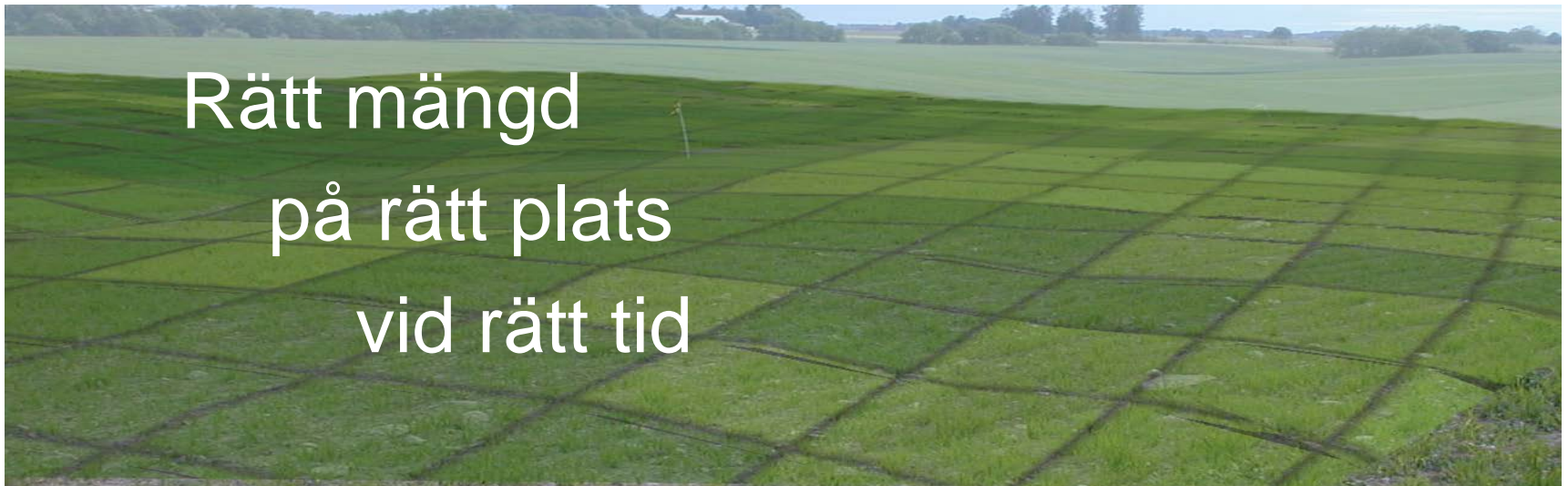


- Gårdsnivå
- Fältnivå
- Inom fält - Precisionsodling



# Precisionsodling eller platsspecifikodling

Är ett sätt att dela upp fälten i mindre områden för att bättre styra insatserna efter varje enskilt områdes förutsättningar



# Mål

- Förbättrad odlingsekonomi
- Ändamålsenlig kvalitet
- Minimal miljöbelastning

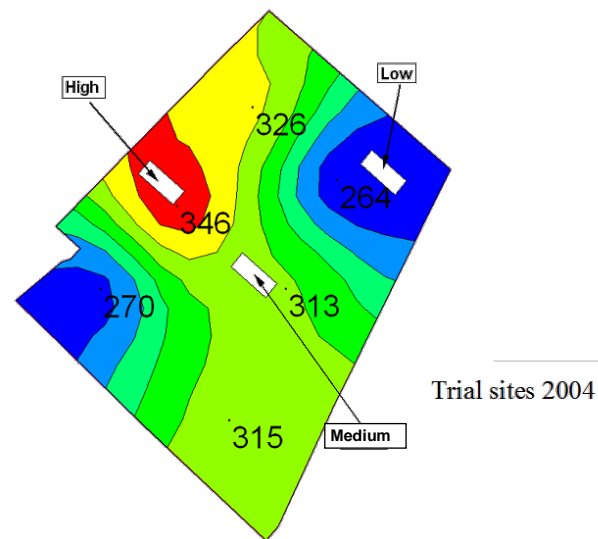
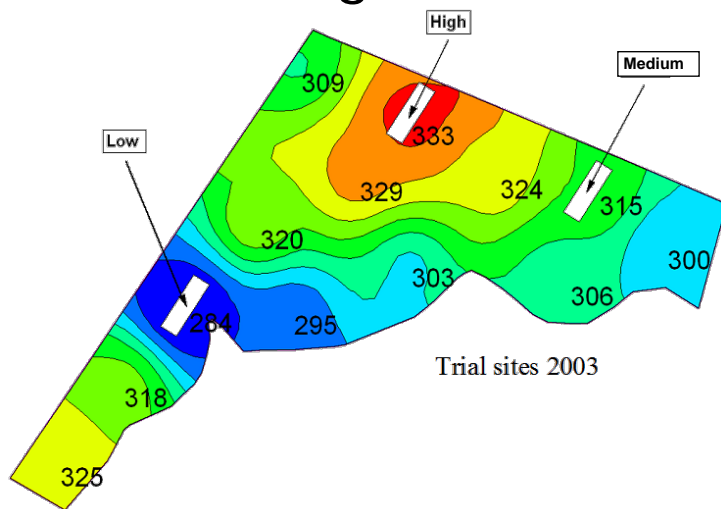


Några exempel...

# Bättre potatiskvalitet



Försök i Halland visar att platsspecifik kaliumgödsling leder till bättre potatiskvalitet med avseende på mörkfärgning och blötkokning.



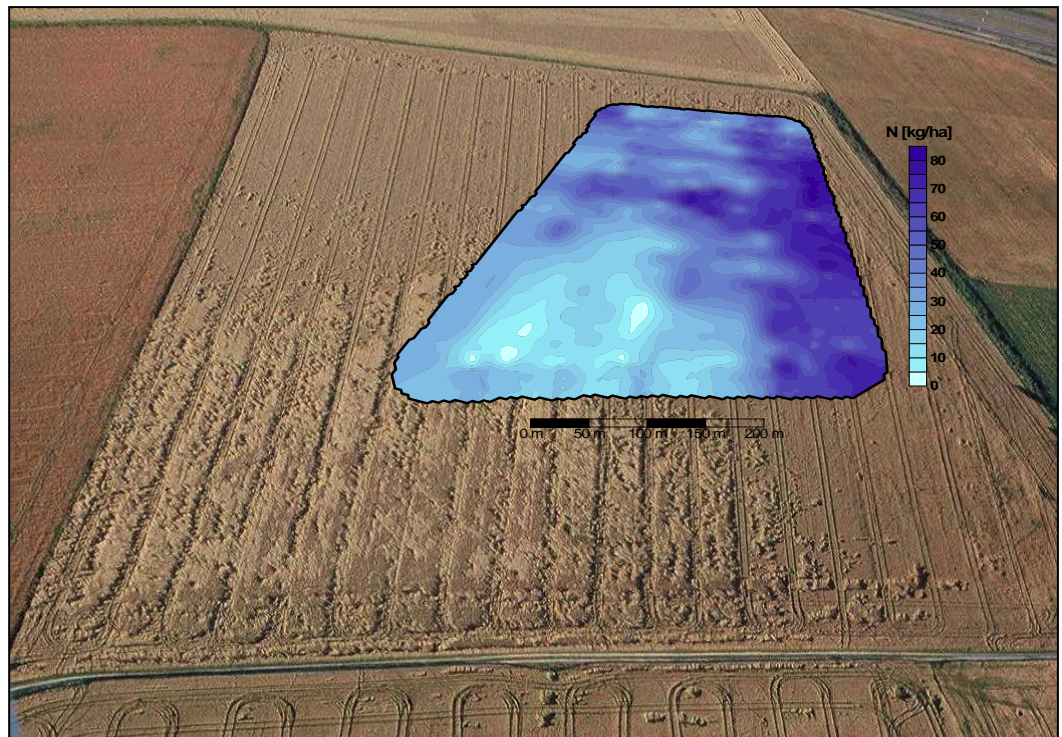
Potassium requirement maps for 2003 and 2004 used to select the three sites for plot trials (Low, Medium and High).



Några exempel...

# Minskad liggsäd

- Lägre torknings- och tröskningskostnader
- Bättre kvalitet





# Bakgrund

”Ny” teknik har gjort det enklare att ta hänsyn även till variationer inom fält.

An aerial photograph of a lush green agricultural field. A dark grid pattern is overlaid on the field, representing a spatial sampling or management plan. The field is surrounded by a line of trees in the distance under a clear sky.

GPS - Var på fältet befinner jag mig?

Teknik - mäta variation, sprida varierat

GIS - hantera all data

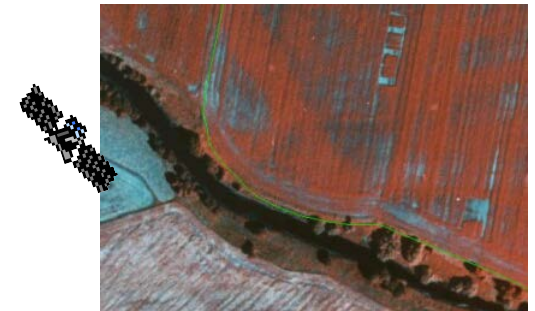
# Ökade krav på kunskap om fälten

- ❑ **Samma grundprinciper som tidigare används för hela fältet** används nu på de olika delarna.
- ❑ Samma bakgrundsinformation som tidigare räckt per fält behövs nu för varje fältdel.
- ❑ Behov av enklare, snabbare, billigare sätt att få fram den information som behövs för att kunna fatta rätt beslut på varje del av fältet.



# Mätteknik

- ❑ Traditionell provtagning (t ex markkartering)
- ❑ Skördekartering
  
- ❑ Fjärranalys – **imorgon**
  - ❑ Information från stora områden
  - ❑ Satellit- och flygbilder
- ❑ “Nära fjärranalys” – **imorgon**
  - ❑ Information från enskilda fält eller gårdar
  - ❑ marksensorer
  - ❑ grödsensorer



# Gödsling och kalkning



## Excelarket Precisionsodlingskalkylen

Nyckeltal	
Gård / Lantbrukare	Bonnagård
Markkartering	DataVaxt_8468611_1424248_Sample
Antal prover	18
Areal	18 ha

Importerera ny markkartering från Eurofins

Exportera CSV till PWiz-GE

PWiz-GE

### Textfil till Google Earth

Välj CSV fil:  ...

Välj blockkarta:  ...

Ange utkatalog:  ...

Välj kolumner:

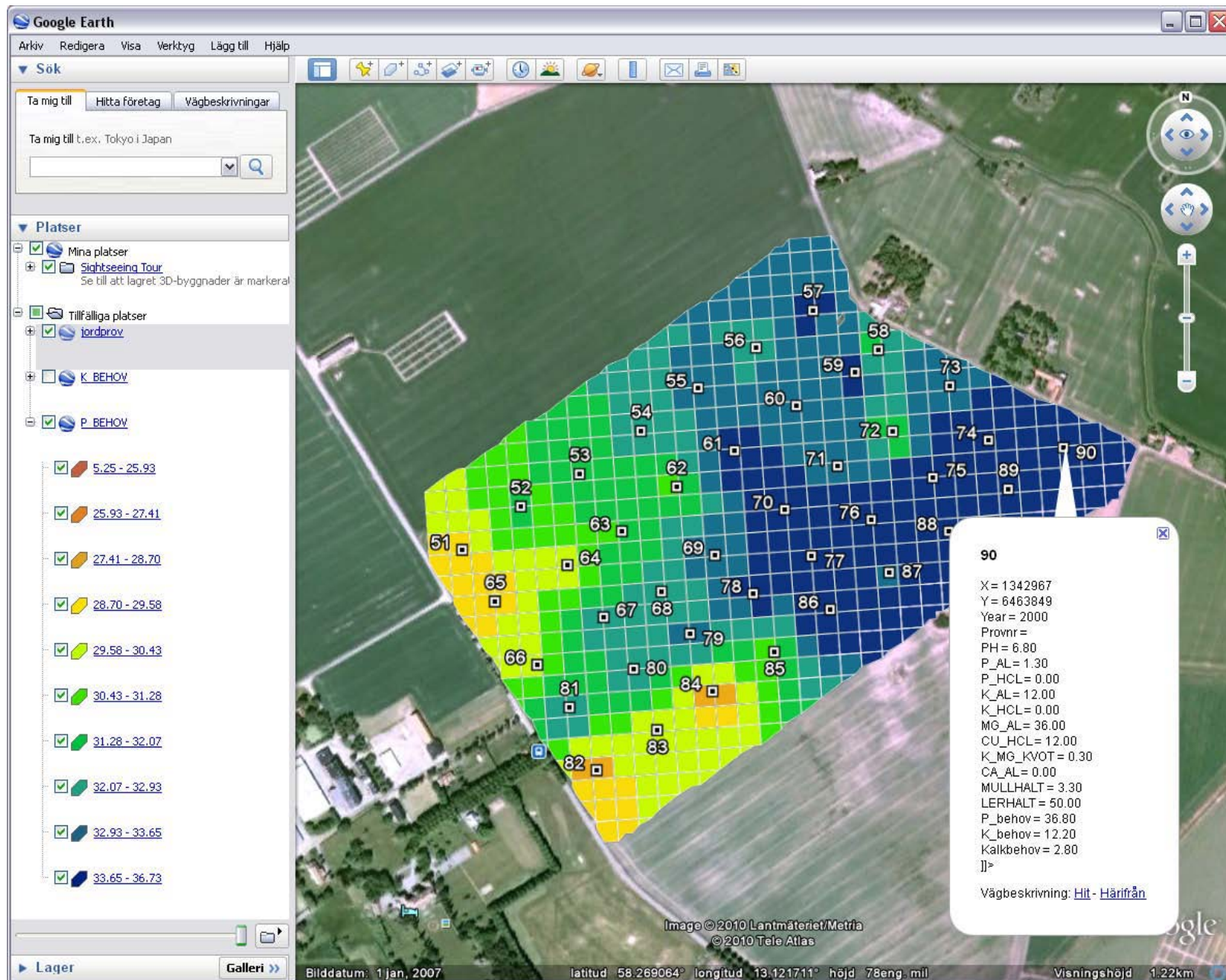
- MULLHALT
- LERHALT
- P\_BEHOV
- K\_BEHOV
- KALKBEHOV

Välj storlek på rutnät:  m

Välj sökradie:  m

Skapa  
behovskartor  
som kan visas i  
Google Earth









- så lätt kan det vara!

Vad ligger bakom?

Under kursen:

Hur räkna ut gödslings- och kalkningsbehovet varierat?

Kartan är bara 1:a steget...

Hur gå från provpunkter till varierad karta?

Under kursen:

Vad säger kartorna?

Vilka strategier kan man tänka sig för gödsling och kalkning?

# Beräkna gödslingsbehov

P- och K-behov beräknas efter:

- Gröda
- Skörd – skördekartan
- Markanalyser – interpolerad markkarta
- (Gödsling tidigare år)



Exempel P vårsäd...

# Beräkna gödslingsbehov

Tabell (ex. SJV Riktlinjer för gödsling och kalkning 2010):

Tabell 22. Riktgivor för fosforgödsling till olika grödor

Gröda	Skörde- nivå, ton/ha	Bortförsel av P, kg/ha	Rekommenderad fosforgiva, kg/ha					
			P-AL-klass					
			I	II	III	IV A	IV B	V
Vårsäd	5	17	25	20	15	5	0	0

Vid avvikelser uppåt eller nedåt från angiven skördenivå höjs respektive sänks fosforgivan enligt följande:

Stråsäd, ärter

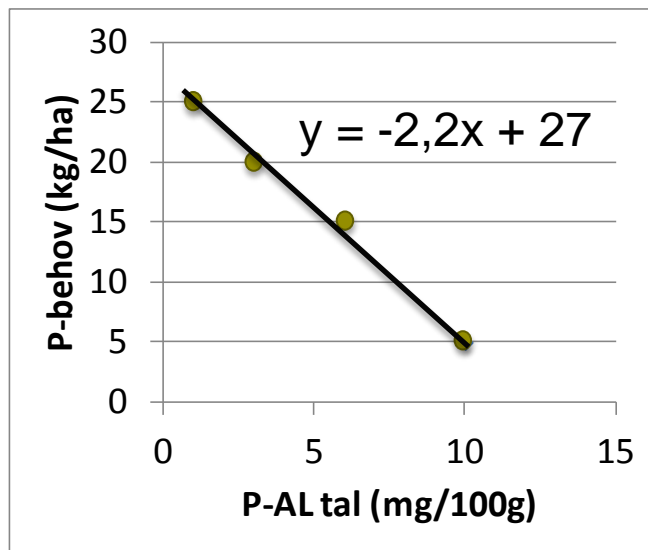
3 kg P per ton avvikelse

Exempel P vårsäd...

# Beräkna gödslingsbehov

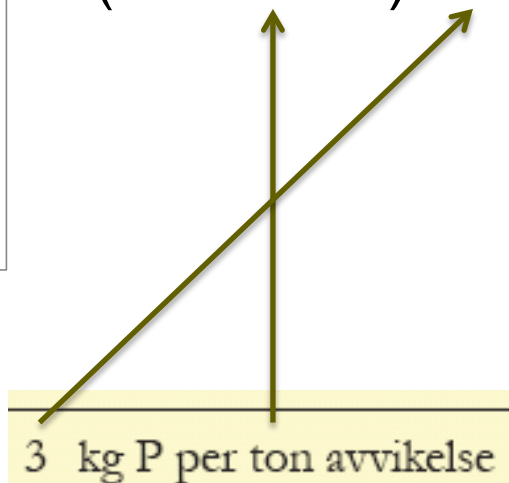
Tabell → kontinuerligt behov:

P-AL-klass	klassmitt
I 0-2	1
II 2-4	3
III 4-8	6
IV A 8-12	10
IV B 12-16	14



$$\text{P-behov} = -2,2 * \text{P-AL tal} + 27 + (\text{Skörd} - 5) * 3$$

Skörde- nivå, ton/ha	Rekommenderad fosforgiva, kg/ha					
	P-AL-klass					
	I	II	III	IV A	IV B	V
5	25	20	15	5	0	0



Exempel P vårsäd...

# Beräkna gödslingsbehov

P-AL (mg/100g)

8,3	6,7	3,8	3,5
9,2	6,9	4,7	4,5

Skörd (ton)

5,2	5,4	5,6	5,2
5,1	5,3	5,5	5,2

$$\begin{aligned} \text{P-behov} = & -2,2 * \text{P-AL tal} + 27 \\ & + (\text{skörd} - 5) * 3 \end{aligned}$$



P-behov (kg/ha)

9,3	13,5	20,4	19,9
7,1	12,7	18,2	17,7

# När ska man variera givan?

Att tänka på:

- Kombigödsling – bara variera till höstgrödorna?
- Vilken gröda är mest P- respektive K-krävande?
- Kompensera för variation i behov under hela växtföljden?





# Varierad gödsling

## Hur gör jag?

Typgård 125 ha

Växtföljd

1. Höstsäd
2. Vårsäd





# Varierad gödsling

## Hur gör jag?

Nuläge:

Alt 1

- MAP i kombin till höstsäd + Axan på våren
- NPK i kombin till vårsäd

Alt 2

- NPK i kombin till vårsäd
- NPK till höstsäd på våren



# Varierad gödsling

## Hur gör jag?

- Räkna ut P behovet i växtföljden
  - Dra bort P givor som sker i såmaskin eller övergödslas på våren
  - Lägg resterande mängd varierat på hösten före sådd av höstsäd
- 
- + Rätt mängd P på varje ställe
  - + Utnyttjar kombieffekter till vårsäd



# Varierad gödsling

## Hur gör jag?

### Exempel vallgård med flytgödsel

- Styr flytgödsel efter kaliumbehov
- Komplettera med varierad N giva





# Varierad gödsling

## Hur gör jag?

Exempel svingård med flytgödsel

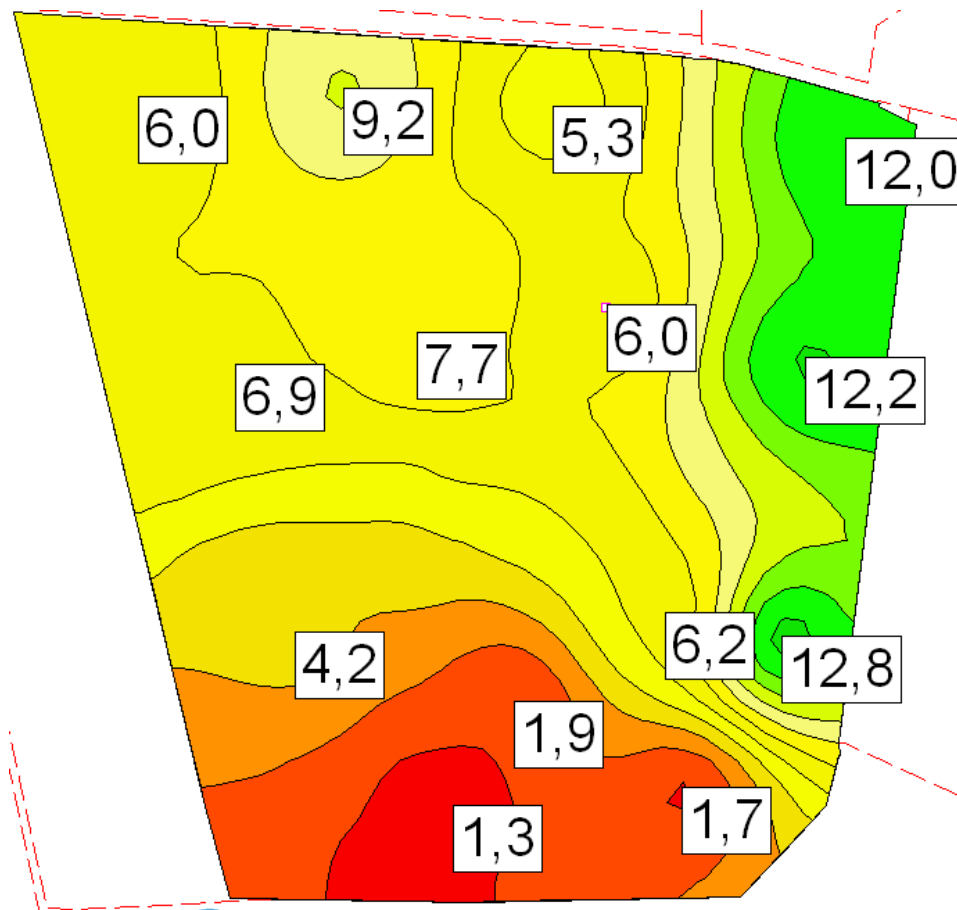
- Styr flytgödsel efter fosforbehov
- Komplettera med varierad N giva





# Varierad gödsling

Ett exempel:



**P-AL karta**

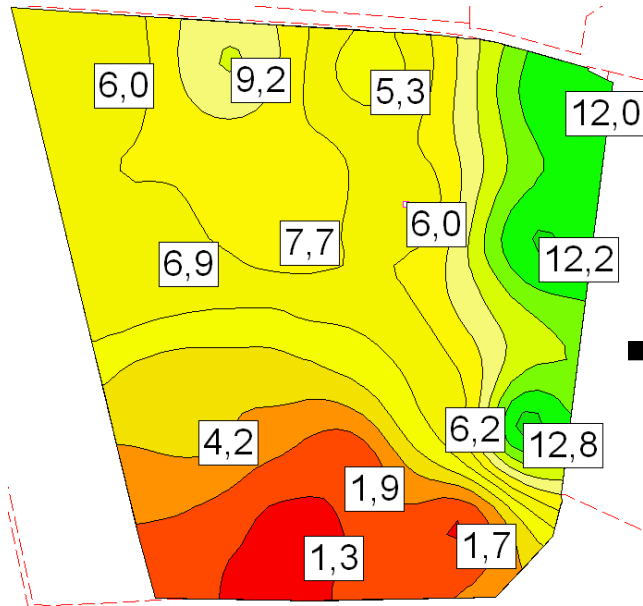
**14 ha**





# Varierad gödsling

## P-AL karta

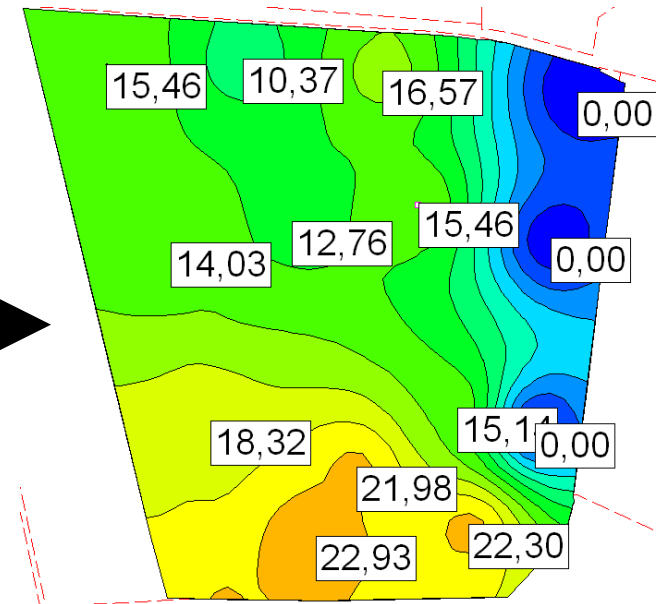


**Snitt P AL=6,5**

**Snitt giva P= 14 kg/ha**

**Förväntad skörd: 6000**

## Behovskarta



**kg P/ha**

**Snitt giva P= 14 kg/ha**

**Förväntad skörd: 6160**

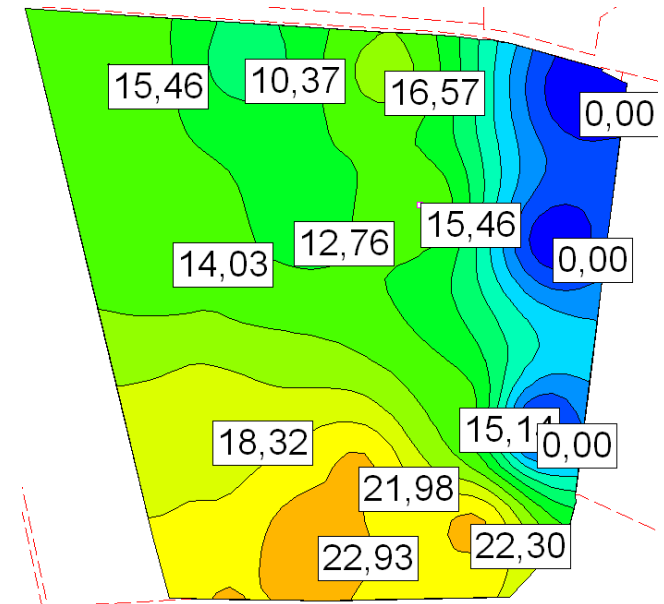


# Varierad gödsling

## Blir det någon vinst?

- + **Samma gödselmängd**
- + **Ökad skörd 160 kg/ha**
- **Kräver ny teknik !?**

### Behovskarta

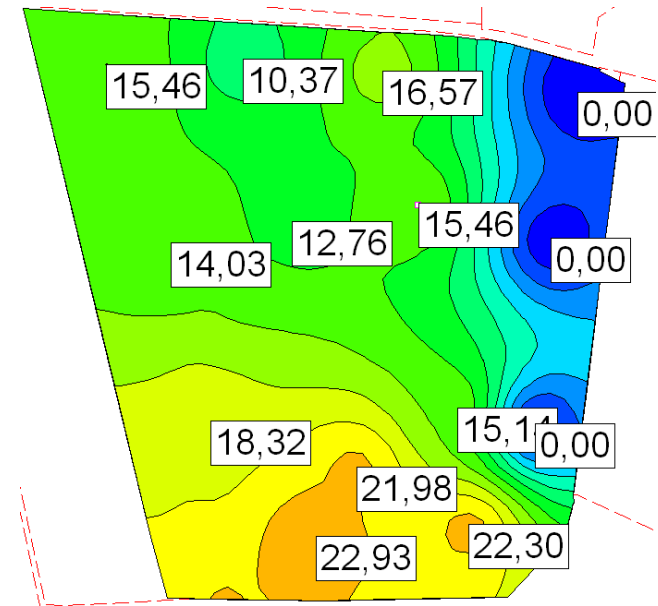




# Varierad gödsling



## Behovskarta



# Beräkna kalkbehov

- Basmätnadsgrad och utbyteskapacitet
- pH-värde + jordartsbedömning
- Titrering
- T-värde + Ca-AL
- Buffertmetoder
- Nettokalkbestämning



<http://www.merox.se/index.pl/kalka>

# Beräkna kalkbehov

Kalkbehov =

$$(\text{mål-pH} - \text{uppmätt pH}) * (\text{buffringsförmågan})$$

Mängden kalk som behövs för att höja pH med 1 pH-enheter

Tabell 26. pH för jordar med varierande ler- och mullhalt

Lerhalt i % och jordart

$$(0,01 * \text{Ler}) + (-0,033 * \text{Mull}) + 6,1$$

		mojordar	jordar	lera	lera	lera	styv lera
<6						6,5	6,5
6-12						6,2	6,2
12-20	mkt mr	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9
20-40	minbl mullj	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6
>40	mullj	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4

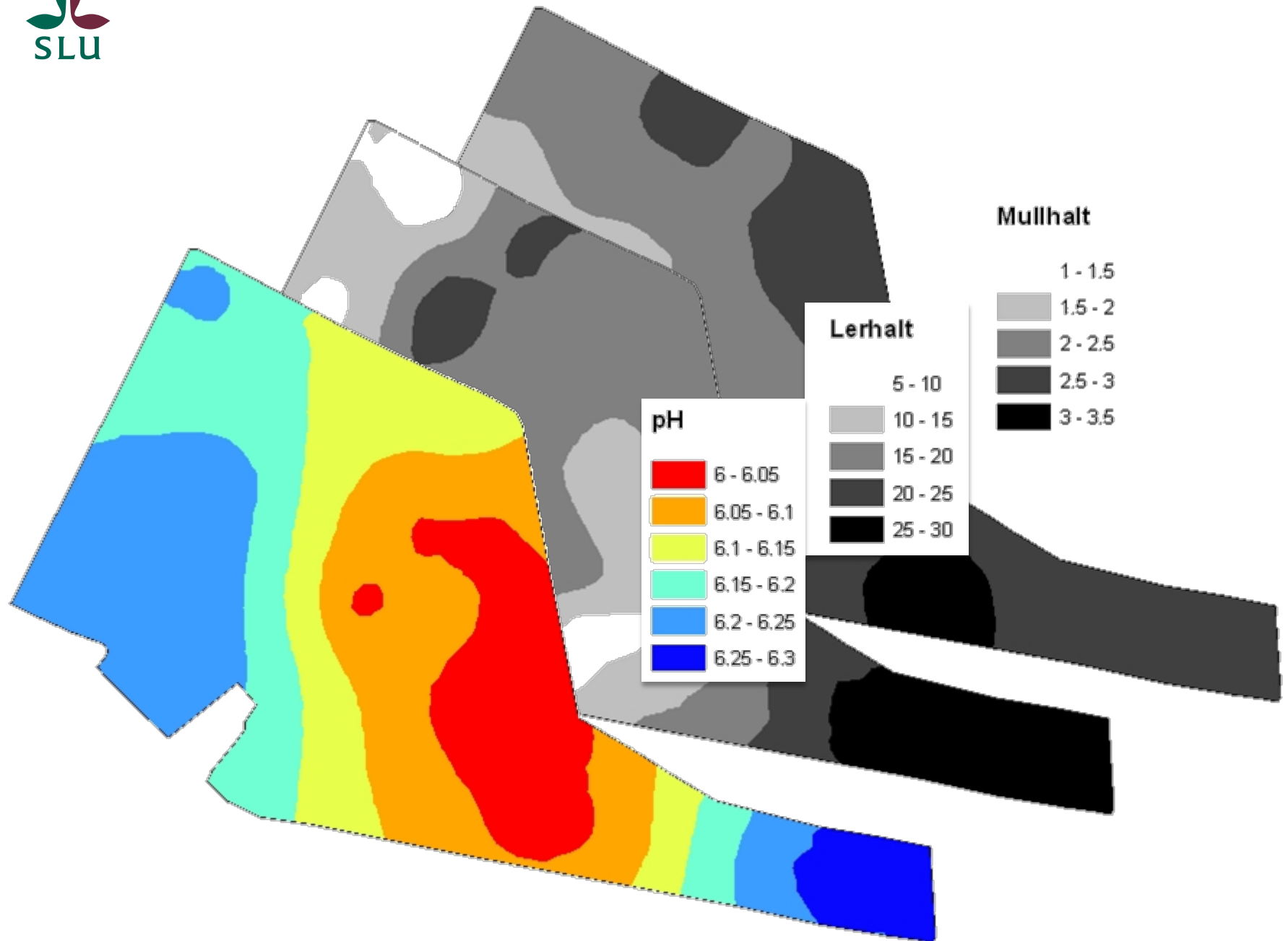
$$\text{jmf: } y = -2,2 * P - AL + 27$$

Tabell 27. Kalkbehov, ton CaO/ha i form av kalkstensmjöl, för höjning av pH-värdet med ca 0,5 enhet inom pH-intervallet 6,0-6,5 (efter Gustafsson, 2000)

Lerhalt i % och jordart

$$1,9 + ((3,5 * \text{Mull}) + \text{Ler}) / 3,8$$

		0,5	1	2	3	4	4,5
<2	mf						
2-3	nmh	1	1,5	2,5	3,5	4,5	5
3-6	mmh	1,5	2	3	4	5	5,5
6-12	mr	2,5	3	4	5	6	7
12-20	mkt mr	4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5

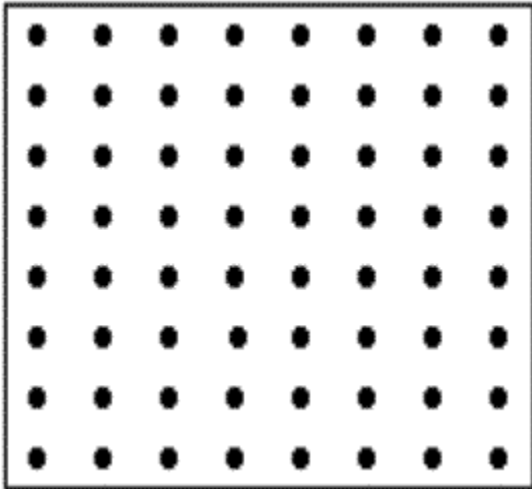




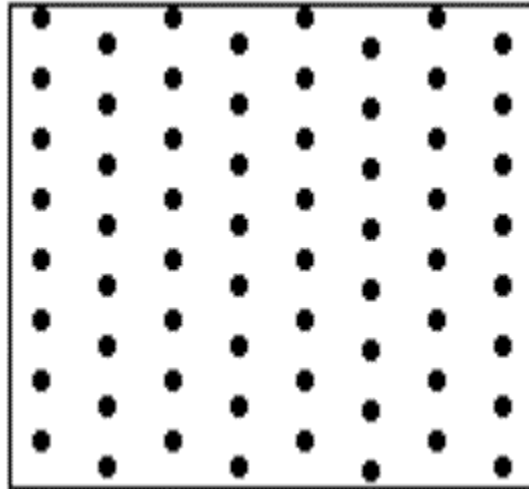
# Från provpunkt till karta



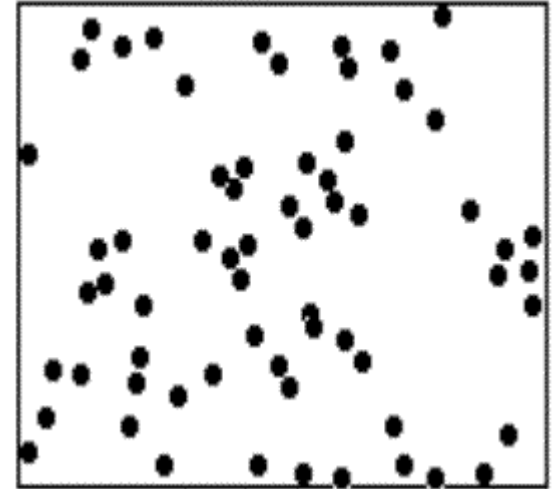
# Provtagning



Regelbundet rutnät



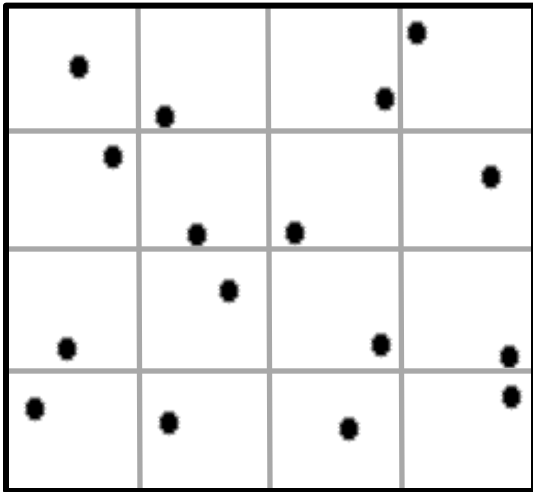
Förskjutet reg.rutnät



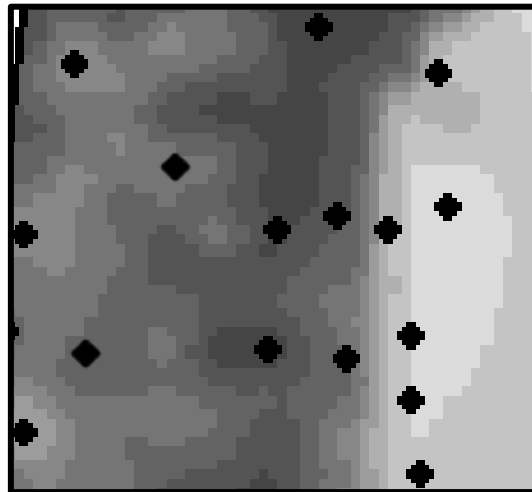
Helt slumpat

Ex. markkartering  
1 prov/ha

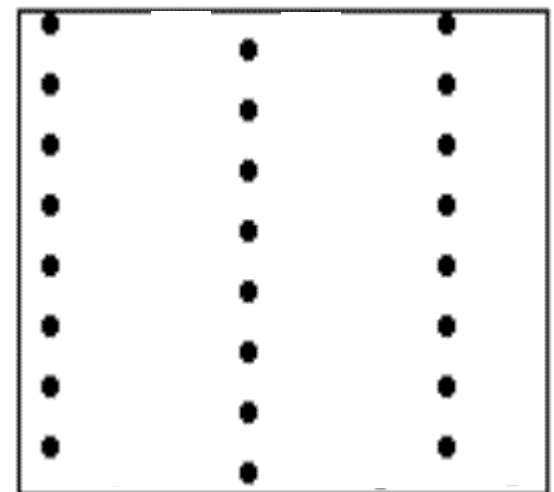
# Provtagning



Stratifierat slumpat

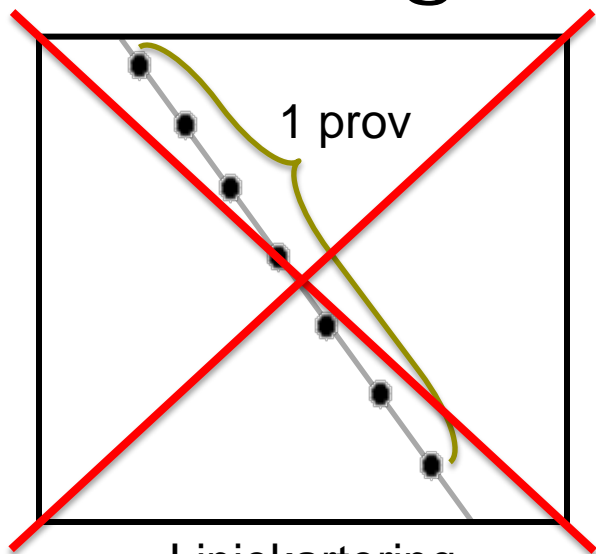


Justerat (med eller utan stratifiering) efter bakgrundsdata t ex EM38



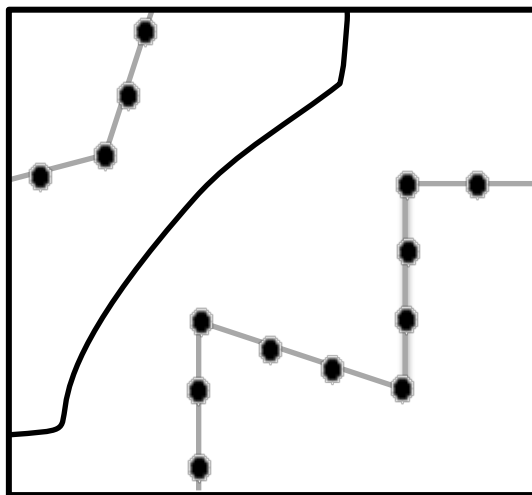
Vid skördekartering, med många marksensorer

# Provtagning



Linjekartering

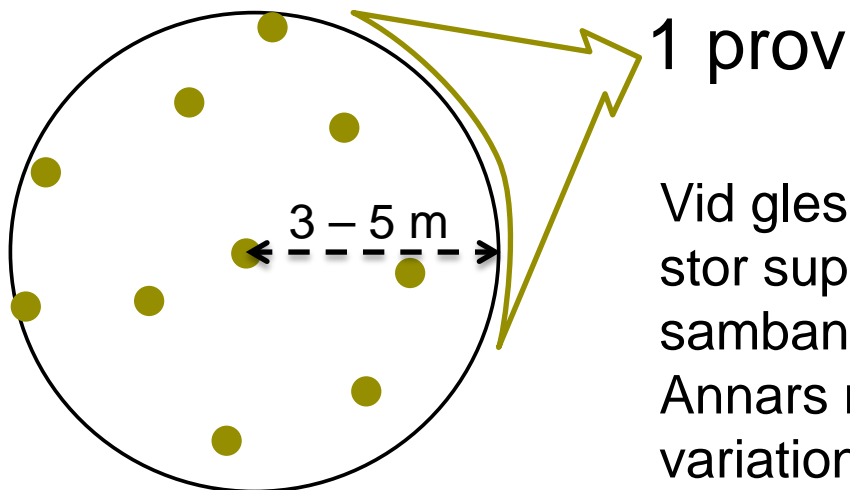
**Inte för  
precisionsodling**



Typ av linjekartering vid  
zonindelning

# Provtagning

Support = den yta som provet representerar



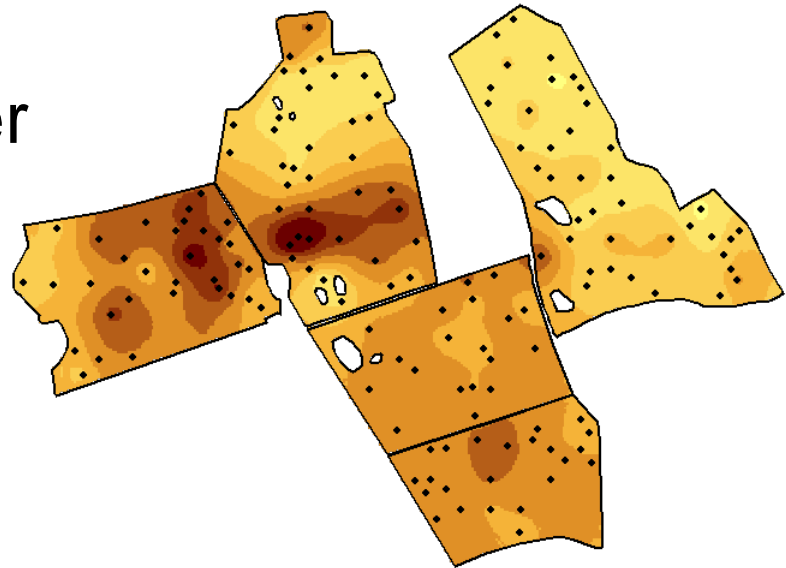
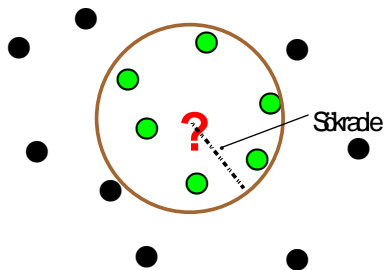
Vid gles provtagning behövs relativt stor support för att fånga rumsliga samband.

Annars riskerar brus från lokala variationer att överskugga.

# Interpolering – från punkter till heltäckande karta

Interpolering innebär att man utifrån den punktdata man har beräknar ett sannolikt värde för alla platser/punkter på fältet

Skattar värden på punkter mellan provpunkterna



Är punkter som ligger nära mer lika varandra än punkter som ligger långt ifrån varandra?

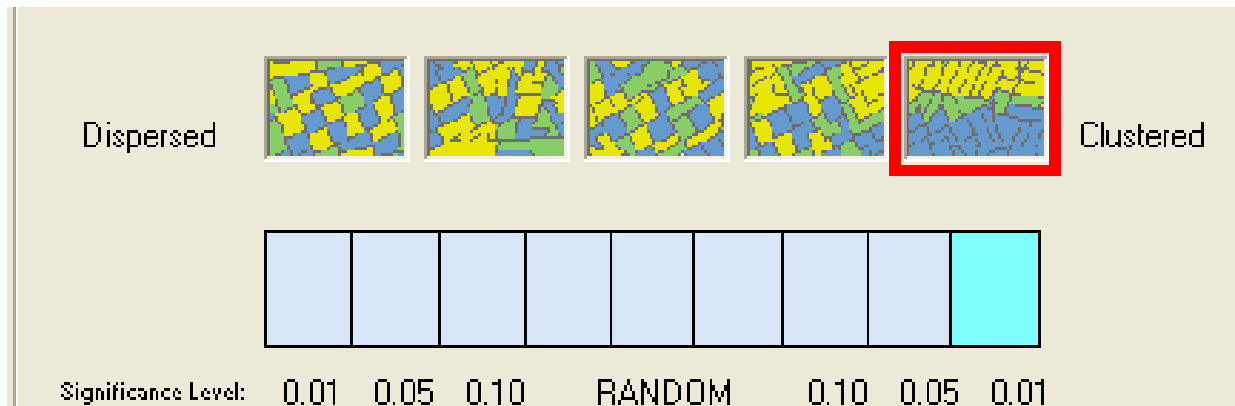
- T ex Morans I-index
- Geostatistik



# Morans I-index

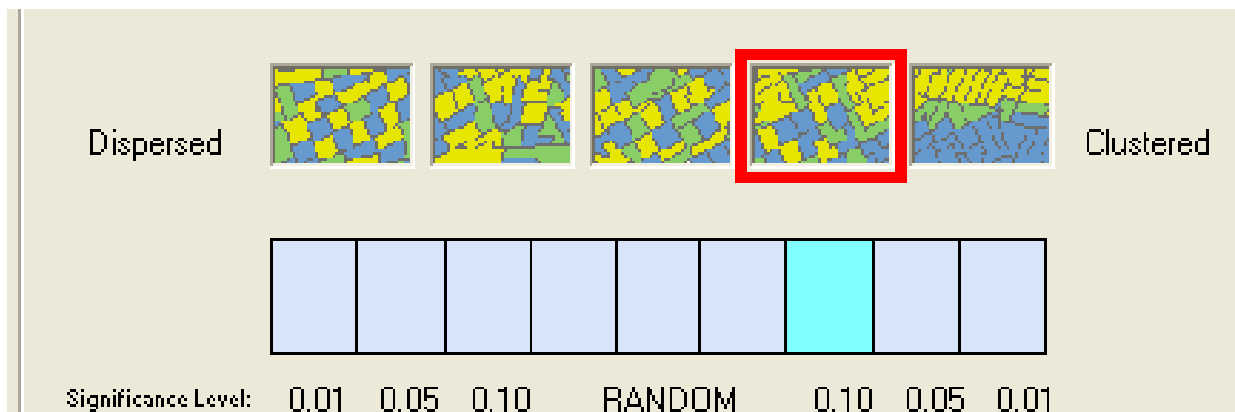
- ❑ Ett sätt att statistiskt bedöma den rumsliga variationen
- ❑ Jämför skillnaden mellan grannpunkter med skillnaden mellan alla provpunkter
- ❑ Mindre skillnad mellan grannpunkter
  - ➡ klustrad data ➡ gå vidare med interpolering

# Morans I-index



K-HCI

3 prov/ha  
 (98 prov)



K-HCI

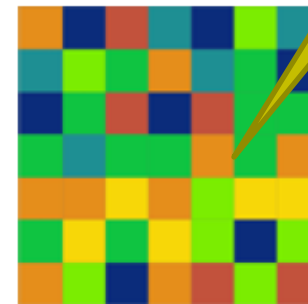
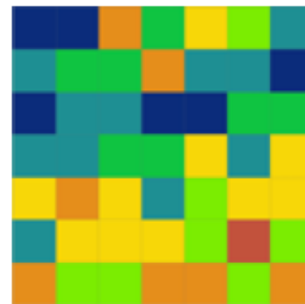
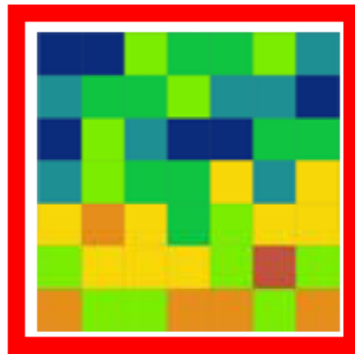
Samma fält  
 1 prov/ha  
 (32 prov)

# Morans I-index

## Globalt Morans I-index för alla prover

### Variationstest

Säker karta  
(Mkt stabil variation)

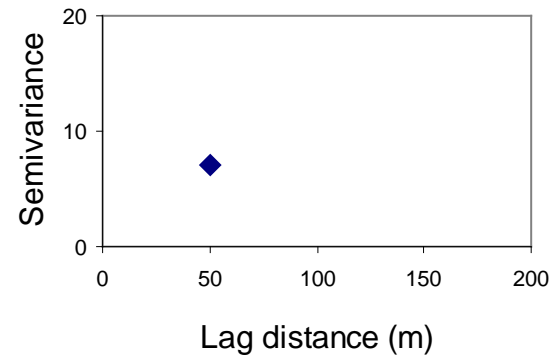
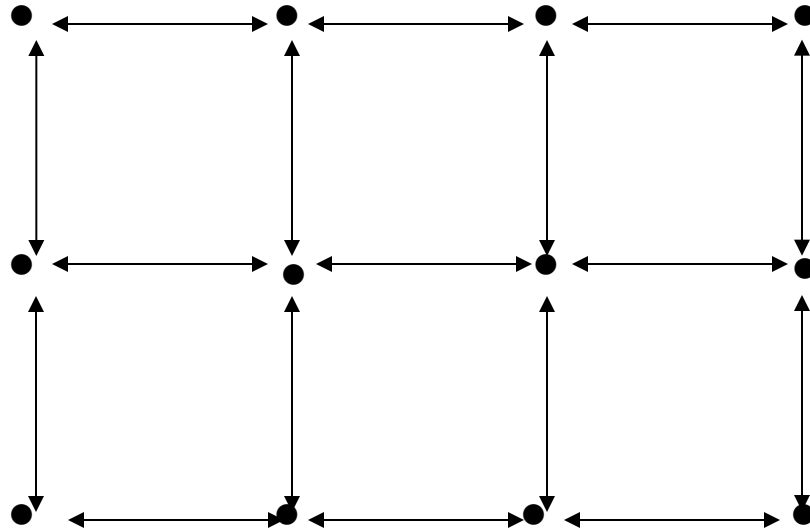


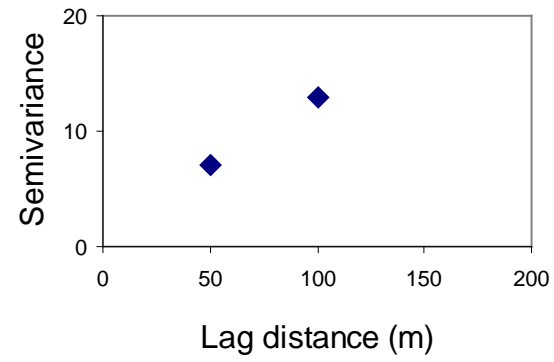
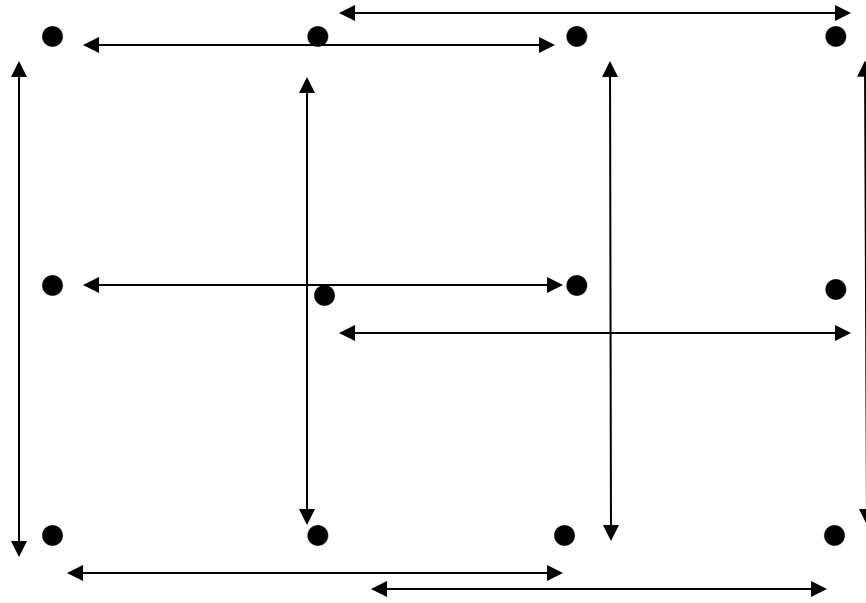
Osäker karta  
(Instabil variation)

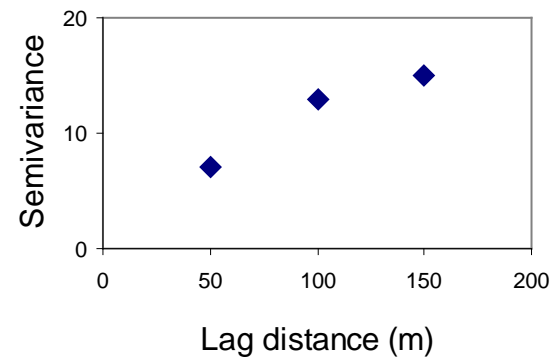
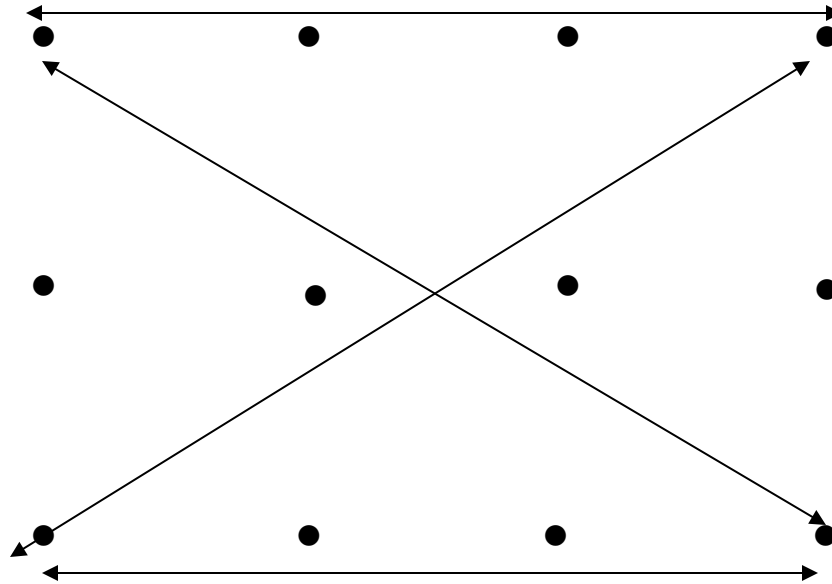
- Komplettera med fler provpunkter
- redovisa värdena i punktform

# Geostatistik

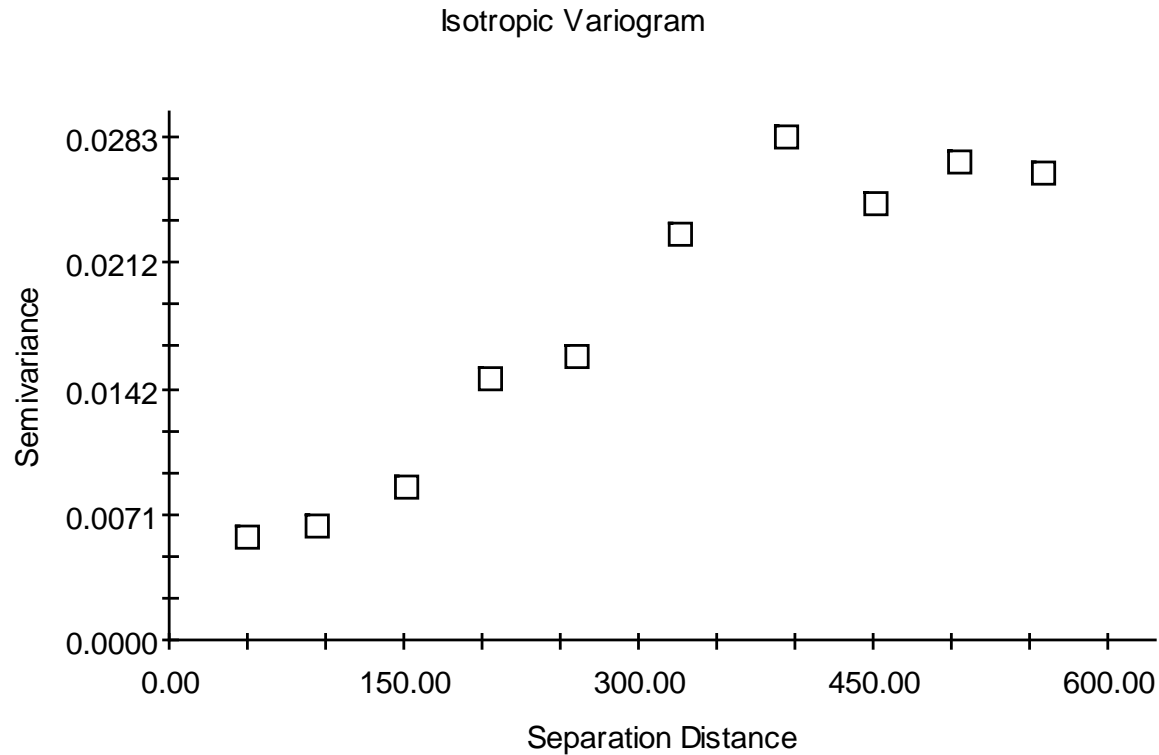
Tittar på variationen (variansen) mellan punkter för varje avståndssteg





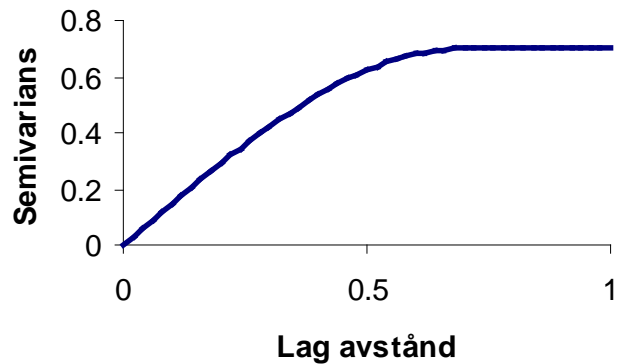


# Variogram/Semivariogram





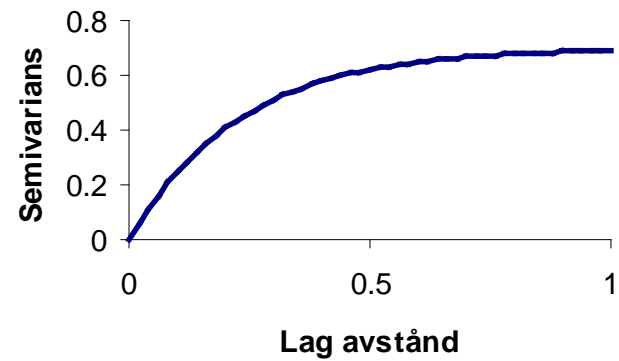
### Sfärisk



$$y = c_0 + c * (1.5 * x/a - 0.5 * (x/a)^3) \text{ för } x < a$$

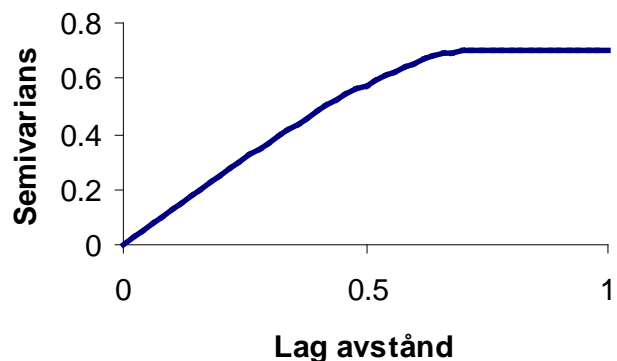
$$y = c_0 + c \text{ för } x > a$$

### Exponentiell



$$y = c_0 + c * (1 - \text{EXP}(-x/a))$$

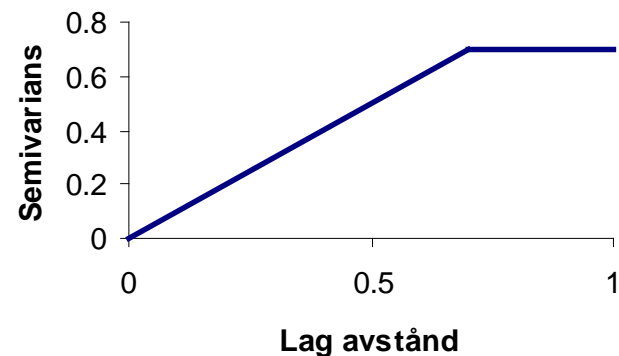
### Cirkulär



$$y = c_0 + c * (1 - (2/\pi) * \text{COS}^{-1}(x/a) + (2x/(\pi * a)) * \sqrt{1 - x * x/(a * a)}) \text{ för } x < a$$

$$y = c_0 + c \text{ för } x > a$$

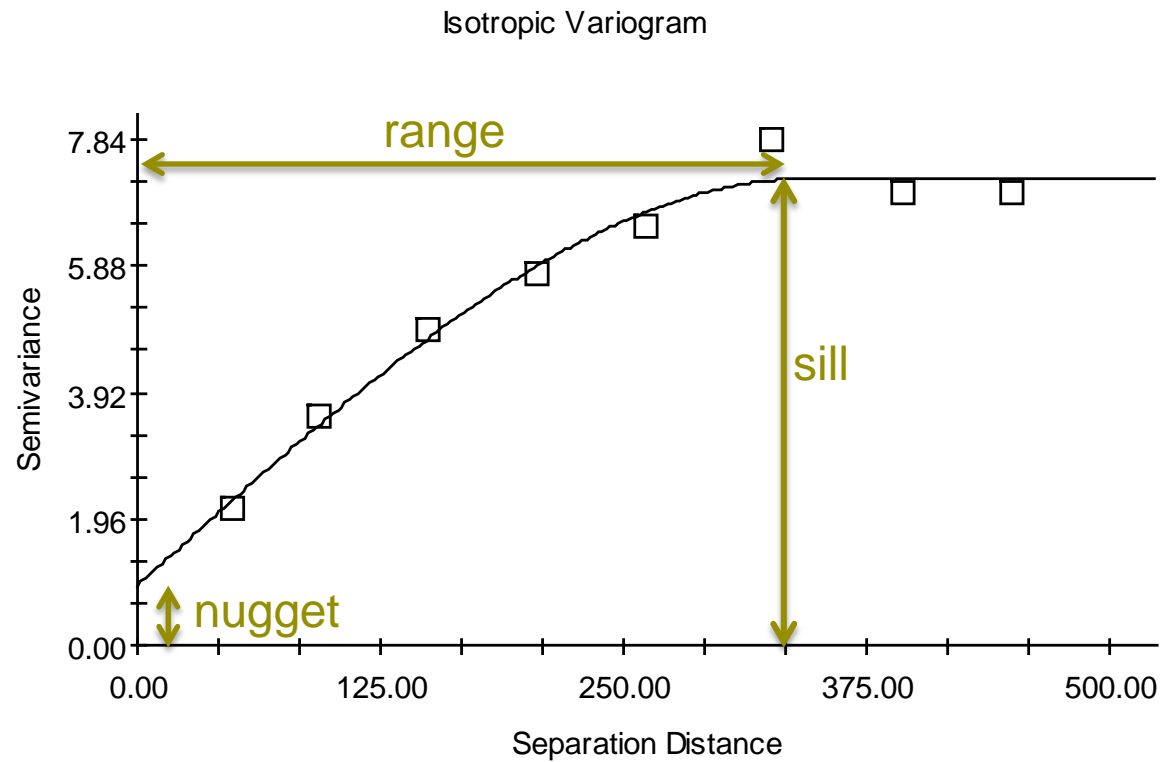
### Linjär



$$y = c_0 + bx \text{ för } x < a$$

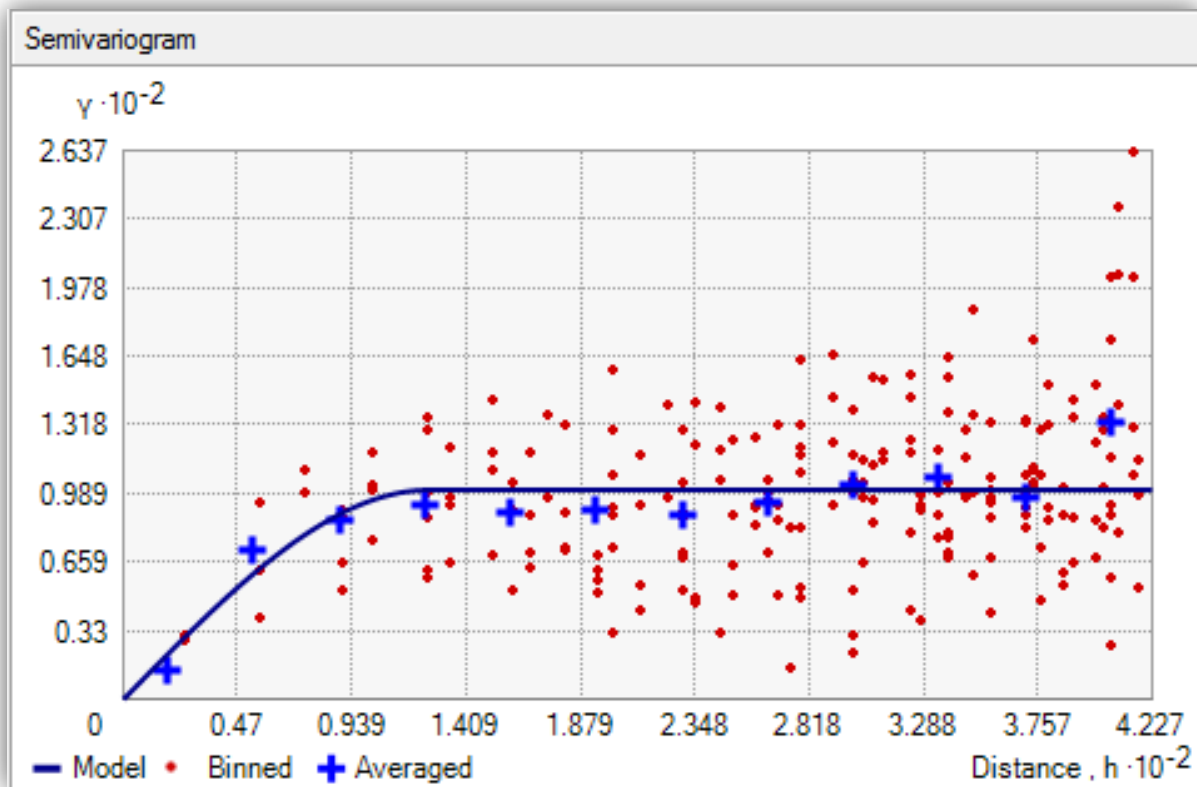
$$y = c_0 + c \text{ för } x > a$$

# Variogram



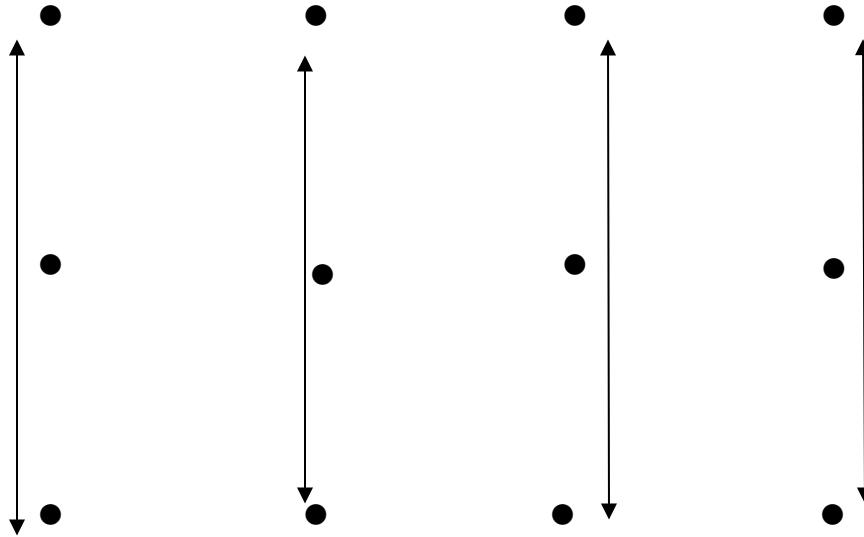
P-AL

# Variogram

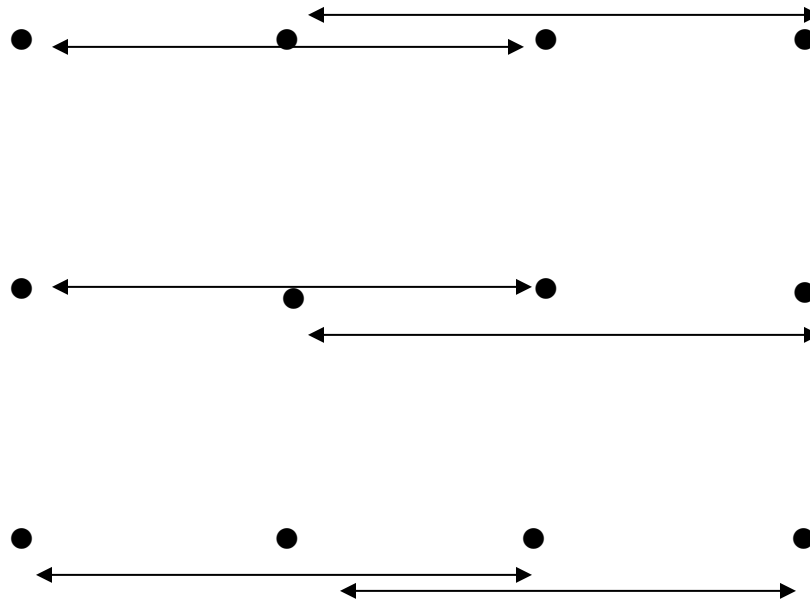


# Anisotropi

Man tittar på rumsliga samband i en riktning åt gången

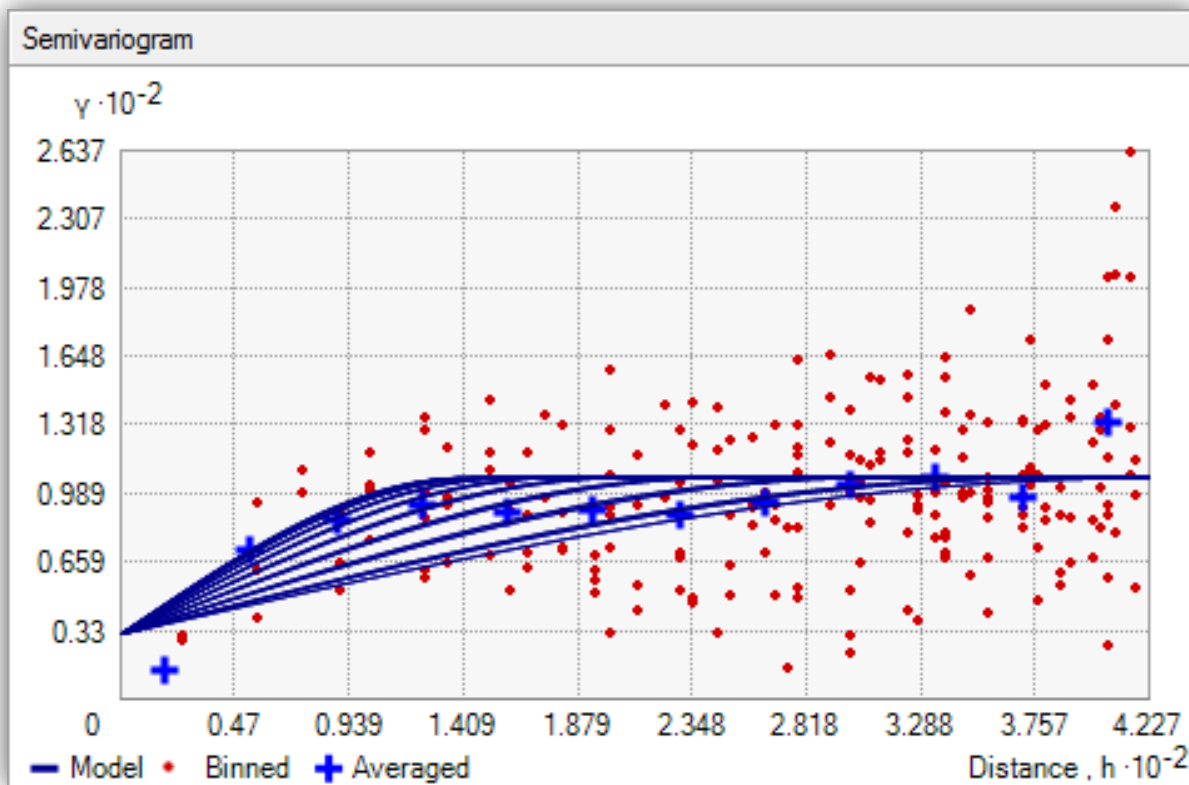


# Anisotropi

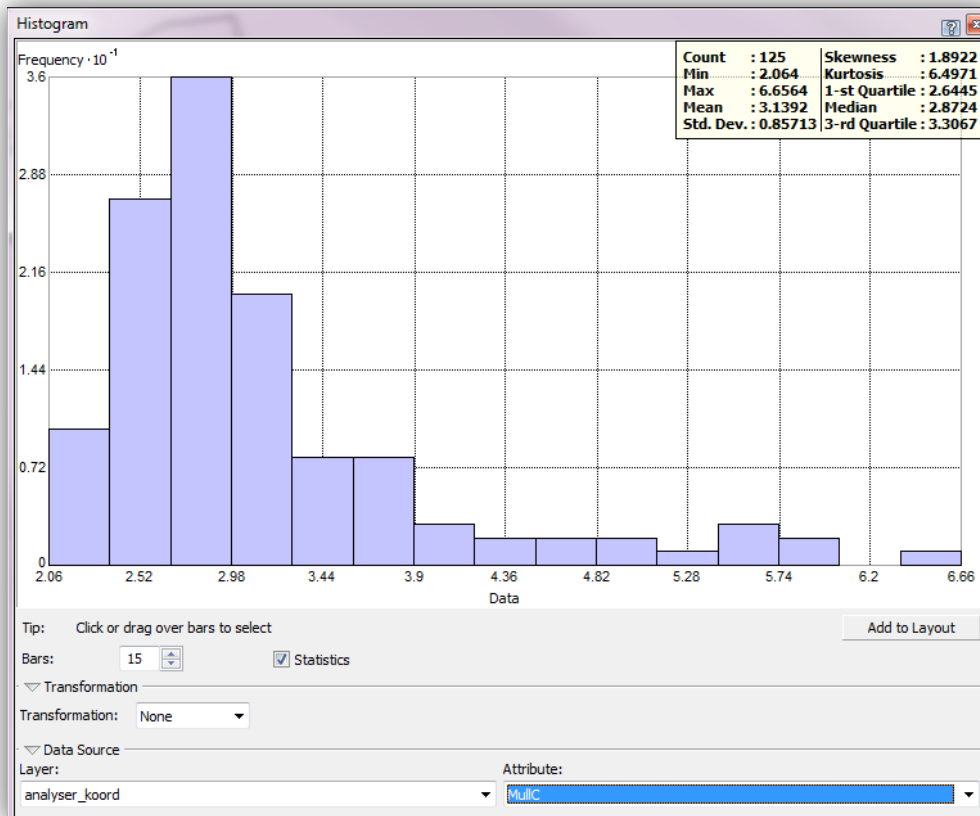


# Anisotropi

– ett variogram för varje riktning



# Utforska data



Extrema värden?

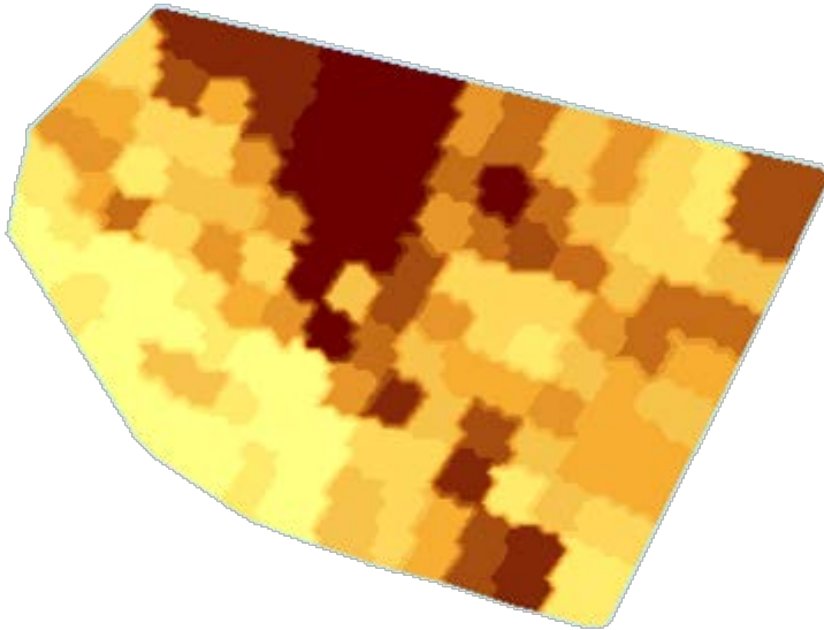


# Interpoleringsmetoder

- Närmaste granne
- IDW (inverse distance weighting)
- Kriging

# Närmaste granne

Samma värde som närmast belägna provpunkt



# IDW (inverse distance weighting)

Avståndsviktat medelvärde

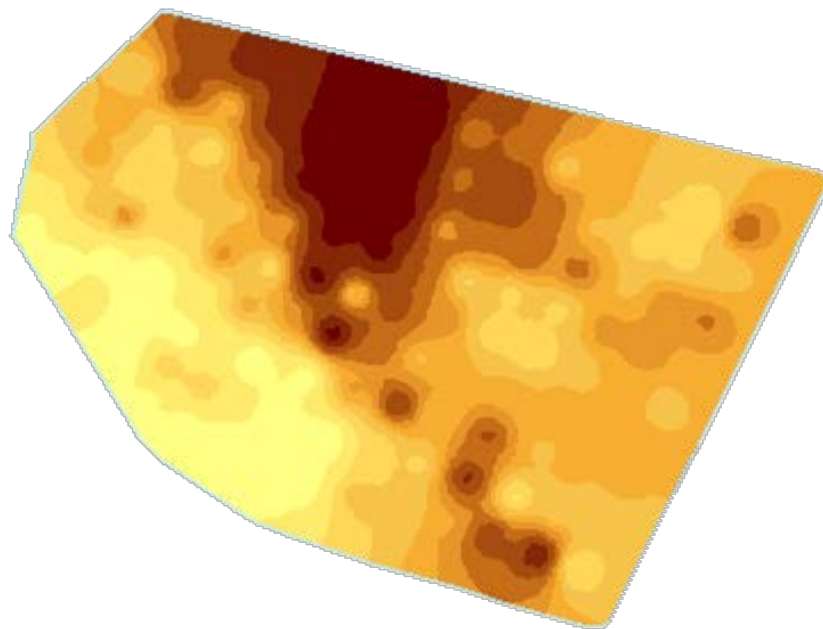
Viktning =

$$\frac{1}{avståndet^p / \sum avstånd^p}$$

$p$  = viktningsexponent

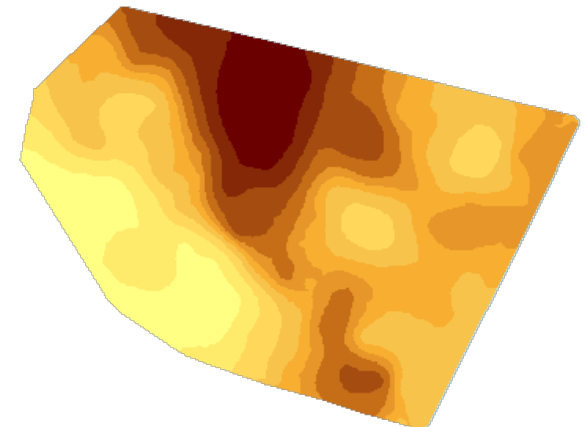
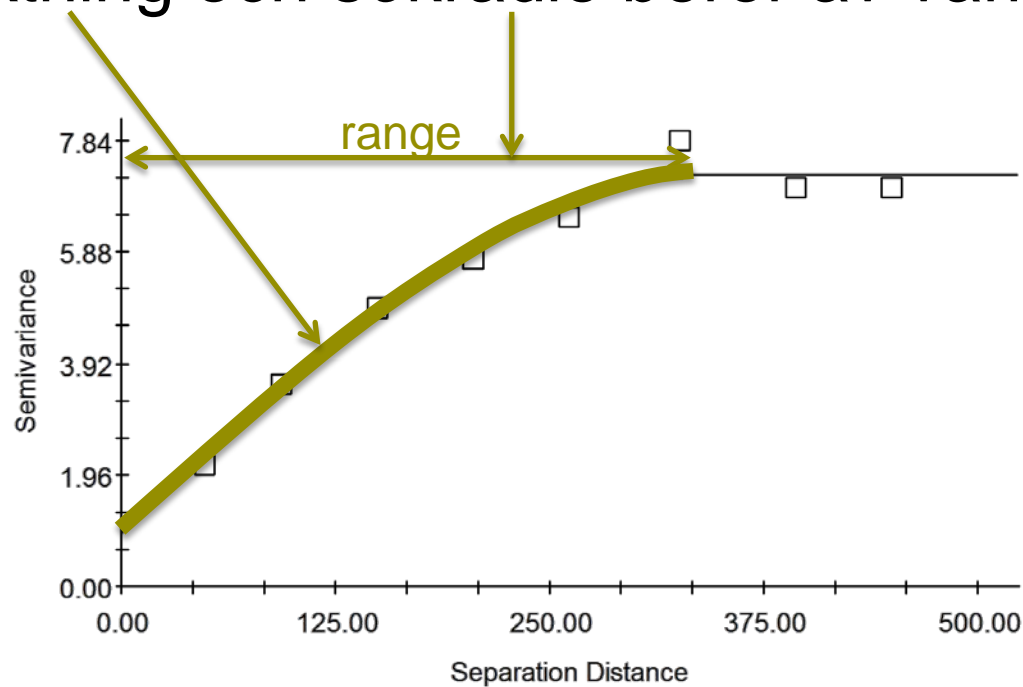
högre viktningsexponent

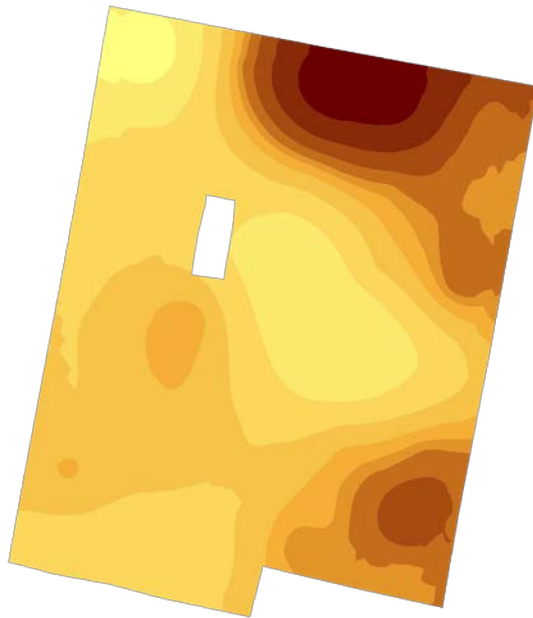
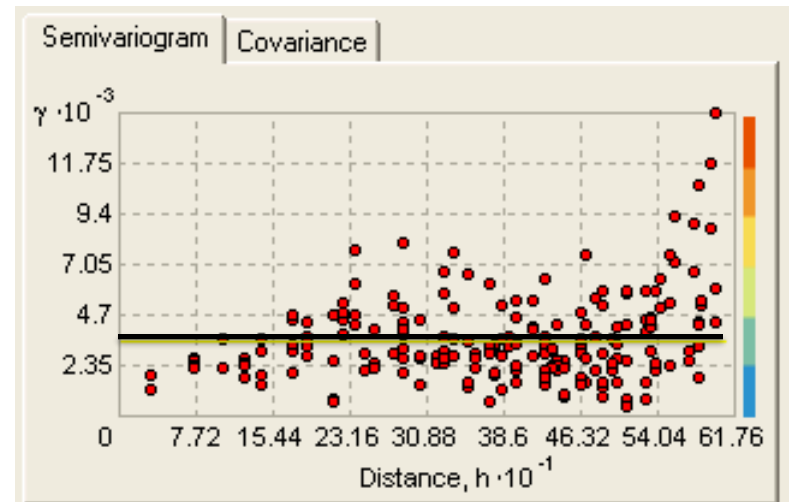
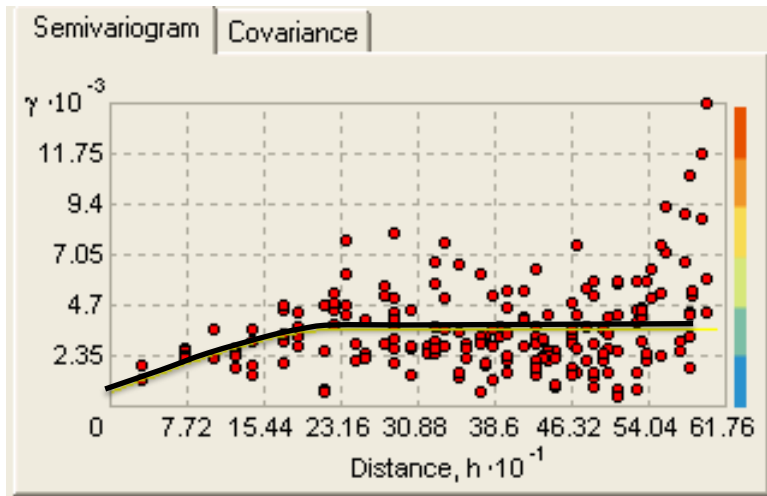
➔ större inflytande till  
närliggande punkter



# Kriging

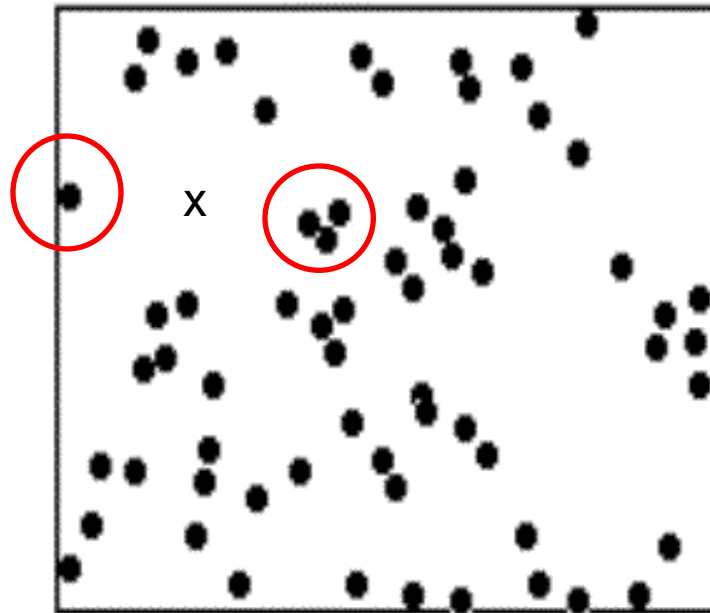
Viktning och sökradie beror av variogrammet



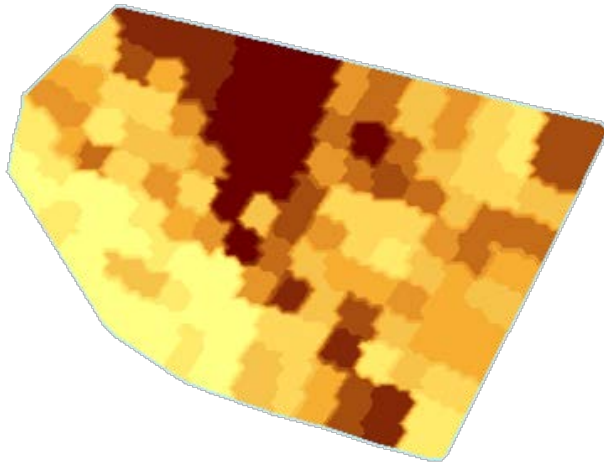


# Kriging

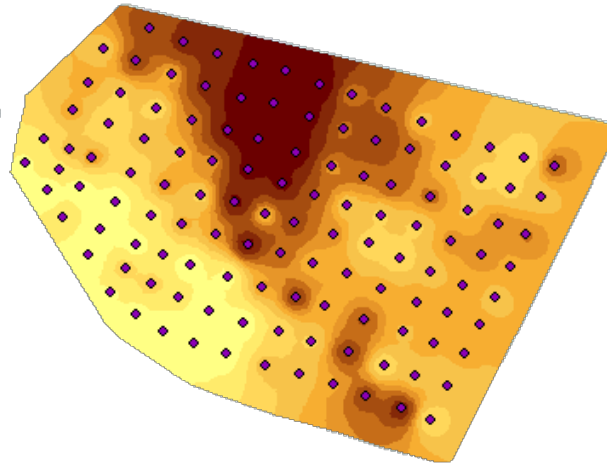
Viktning beror även av provpunkternas konfiguration



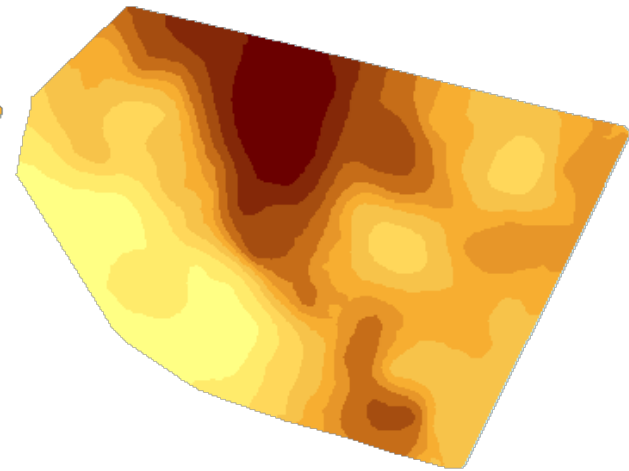
Närmaste granne



IDW



Kriging

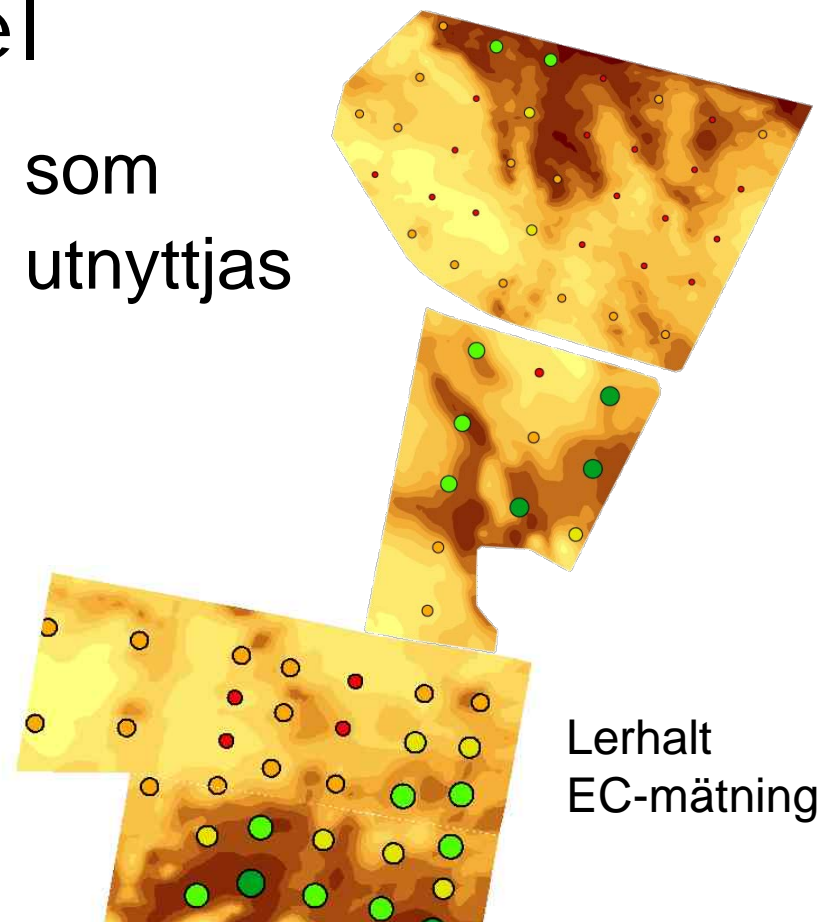




# Mer än en variabel

En tätare provtagen variabel som varierar på liknande sätt kan utnyttjas vid interpolering

- Cokriging
- Regresion kriging/  
Kriging med en trend



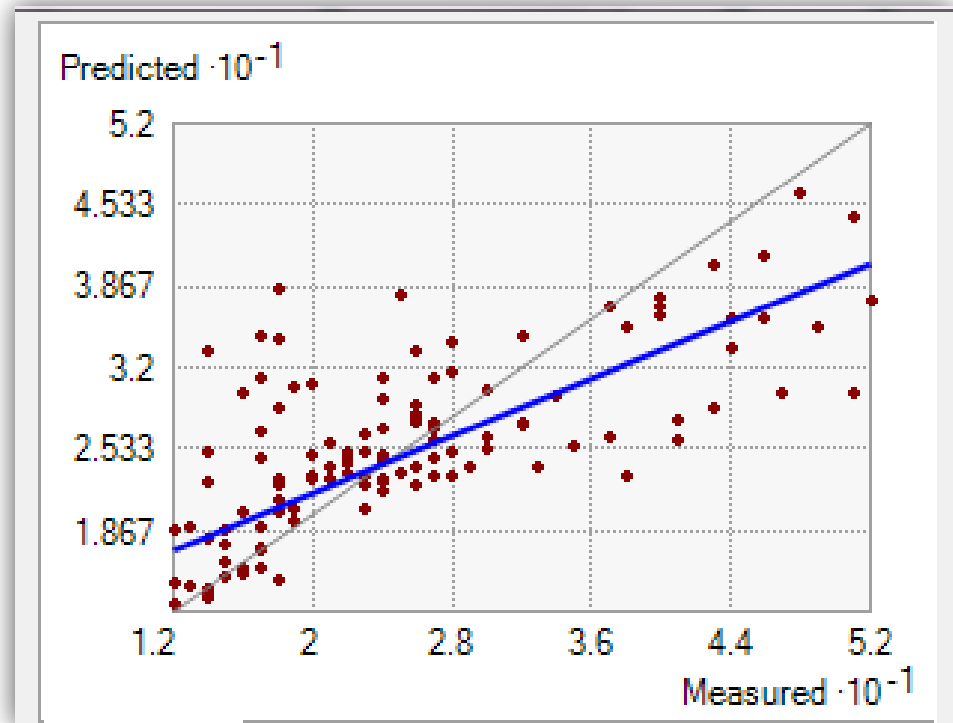
# Hur bra blev interpoleringen?

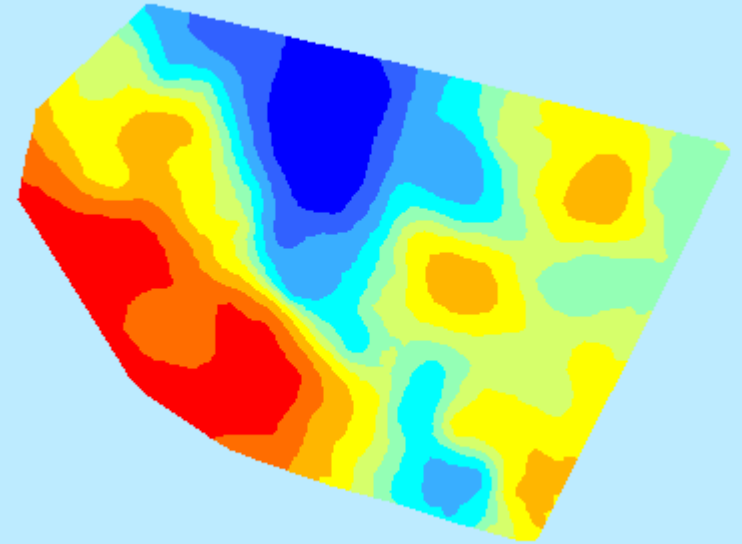
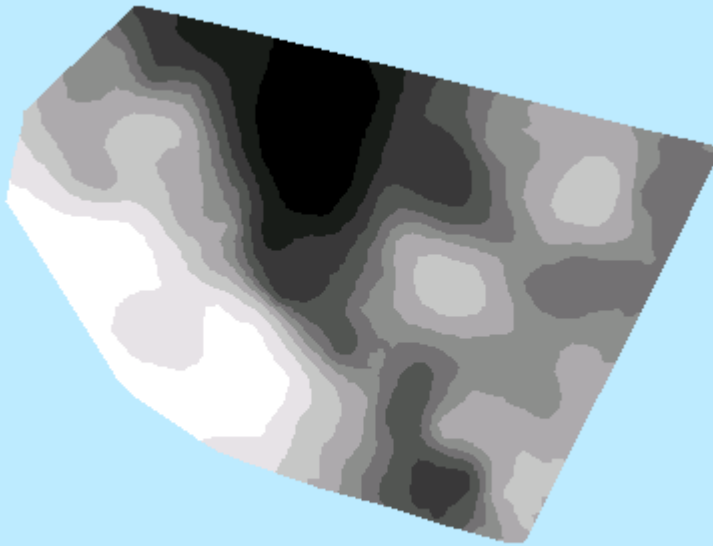
## Validering:

Jmf interpolerade värden med uppmätta värden

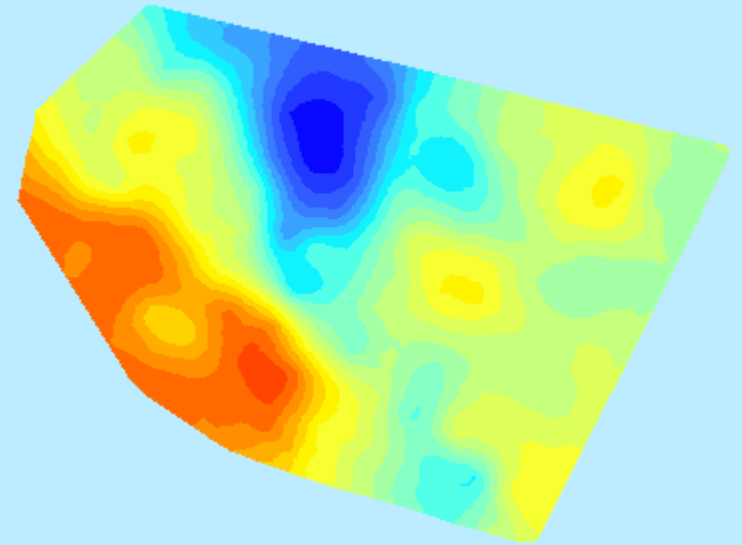
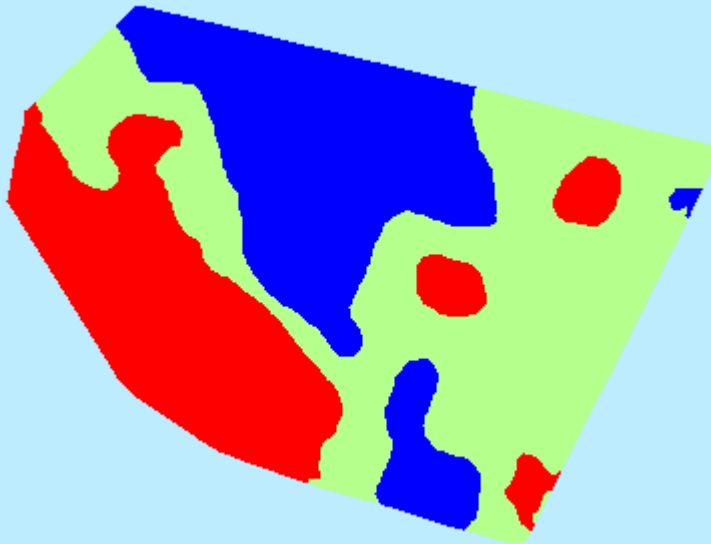
- Oberoende valideringsprov
- Korsvalidering:

Håller undan en provpunkt i taget och räknar ut värdet i den punkten utifrån de resterande provpunkterna. Görs för alla provpunkter.





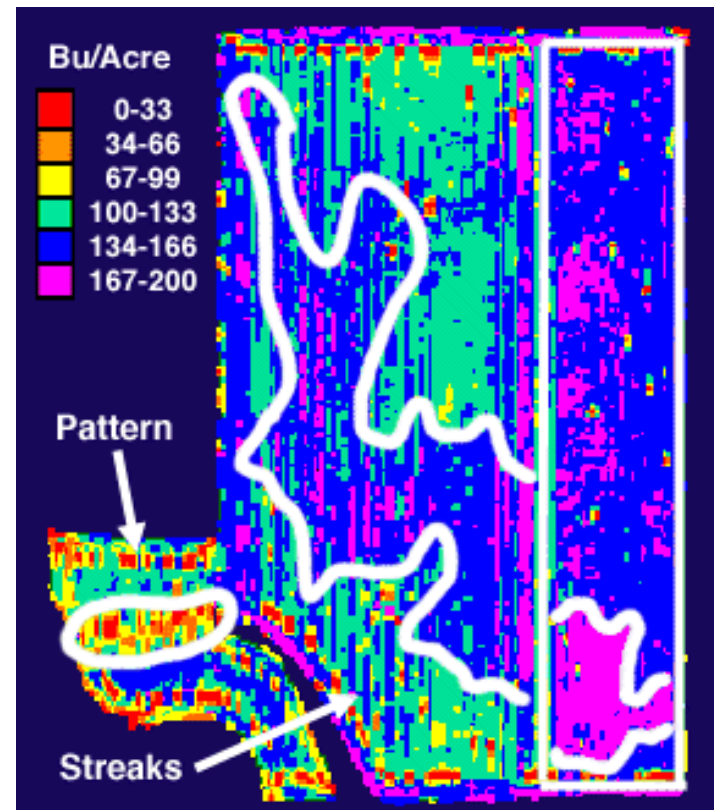
# Presentera och tolka kartor



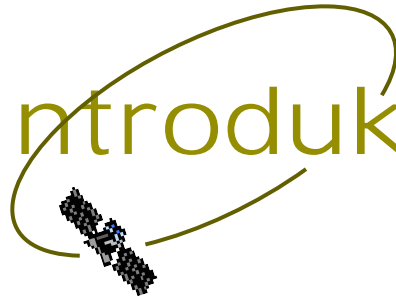
# Hitta och tolka mönster i kartan

Tumregler:

- ❑ Regelbundna former = skötsel/odling
- ❑ Oregelbundna former = naturliga förhållanden
- ❑ Linjer eller ränder = maskiner



# Introduktion till GIS



GIS =

Geografiska informationssystem

Visualisera, hantera och bearbeta geografiska data

Data som har koordinater

t ex data som samlats in med GPS

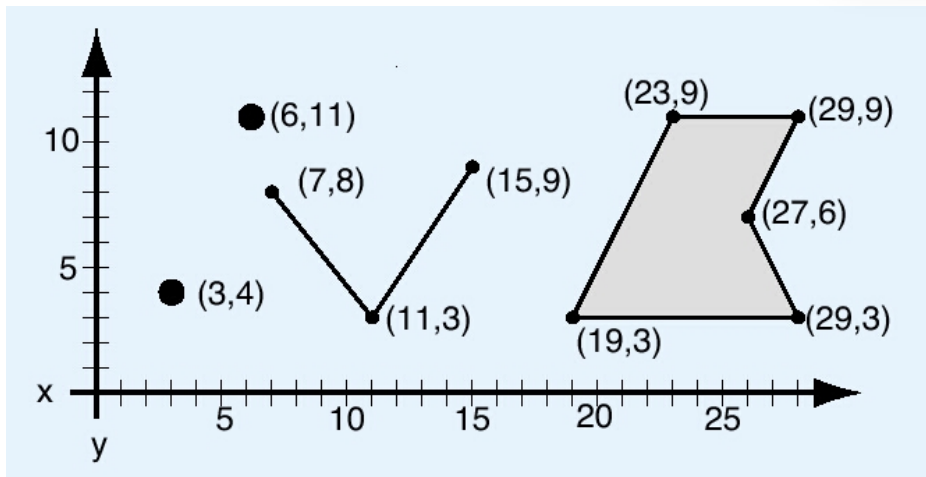
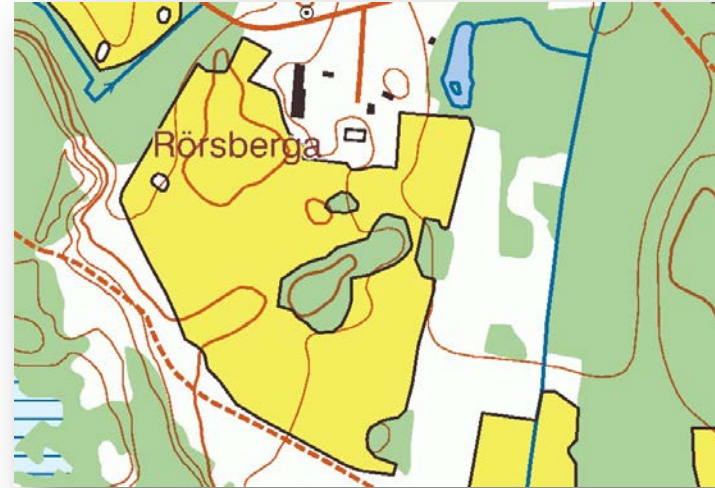
Två huvudtyper av data i ett GIS:

- Vektordata
- Rasterdata

# Data i ett GIS

## Vektordata

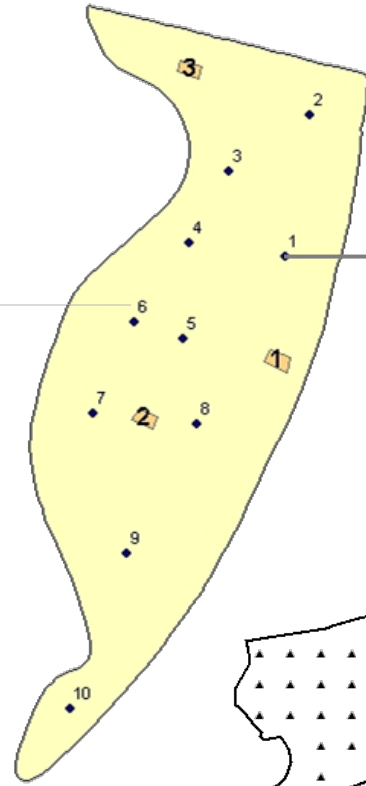
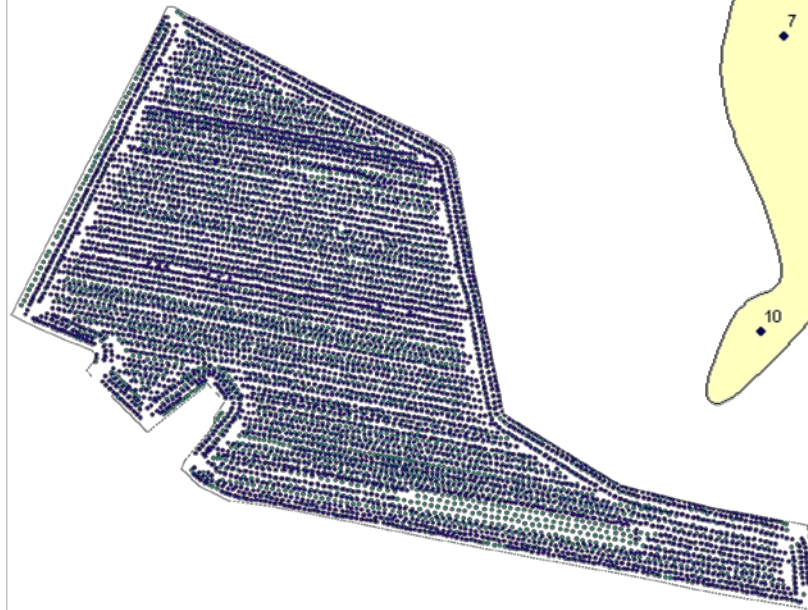
## Rasterdata



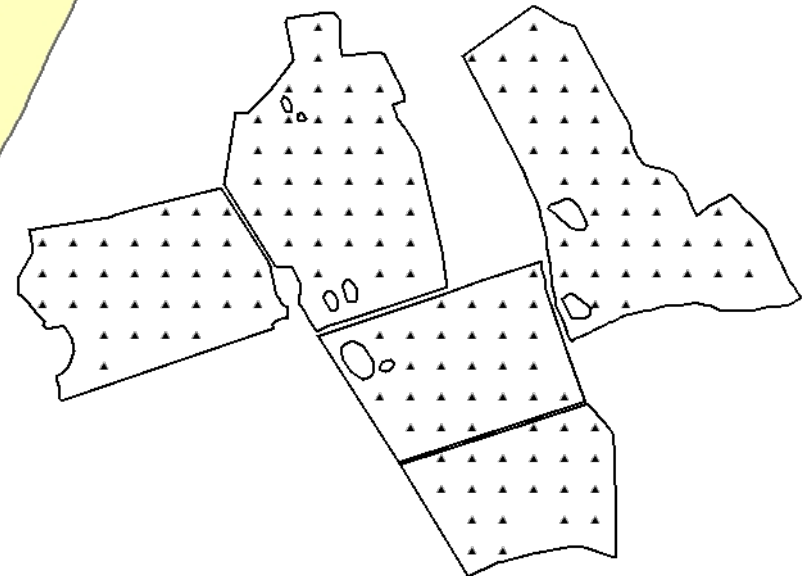
# Data i ett GIS

## Vektordata

## Rasterdata



ID	X	Y	Skörd
1	1453644	6566392	5,2
2	1453816	6566392	5,4
3	1453866	6566415	5,6
4	1453948	6566373	5,2

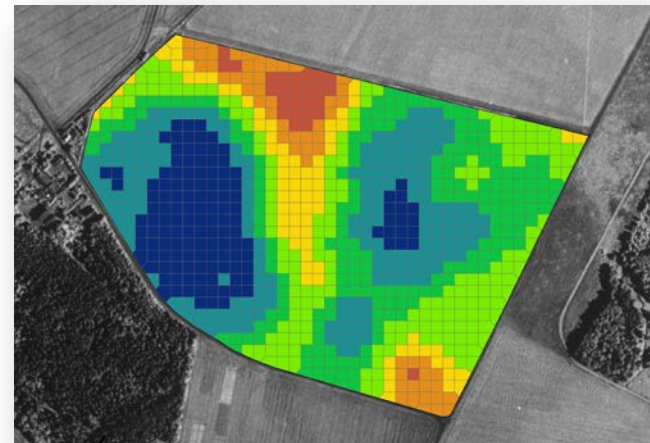
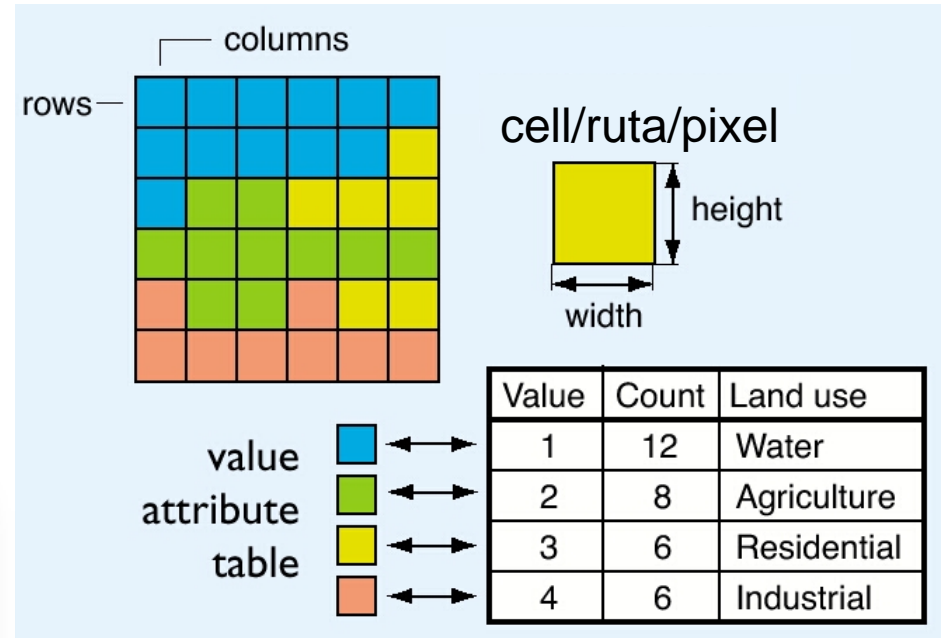




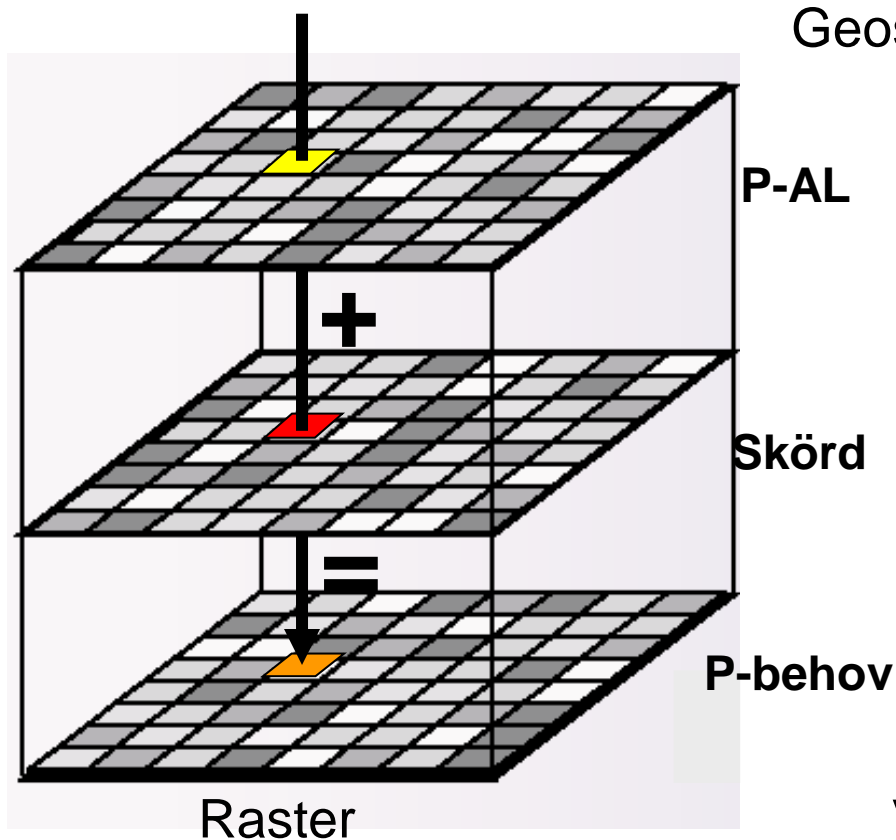
# Data i ett GIS

Vektordata

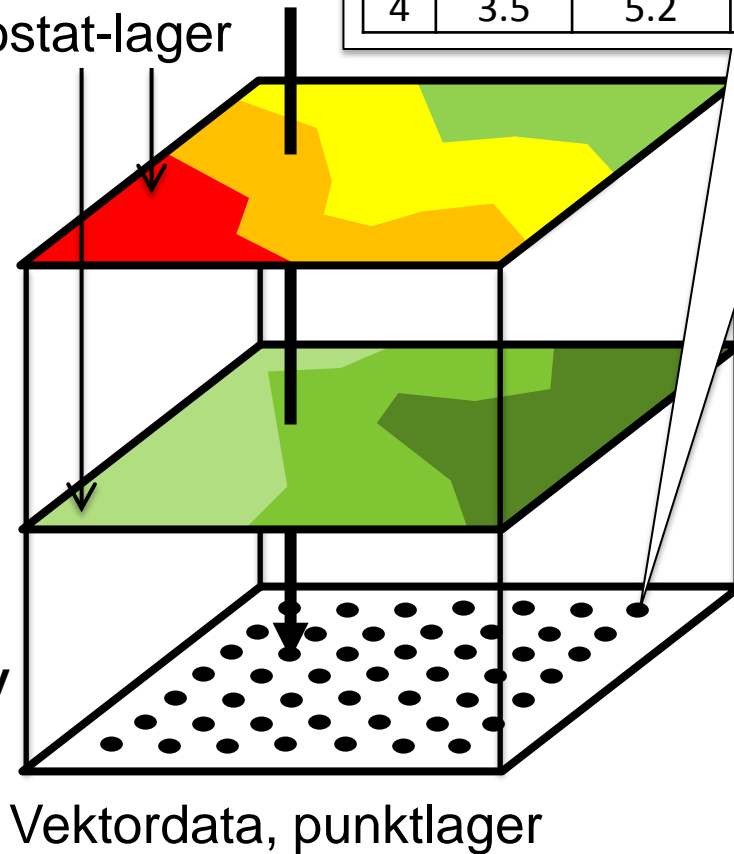
**Rasterdata**



# Beräkningar i GIS



Geostat-lager



ID	P-AL	Skörd	P-behov
1	8.3	5.2	
2	6.7	5.4	
3	3.8	5.6	
4	3.5	5.2	