

# Analys av rasterdata

## Exempel

# Buffertzoner

Buffertanalys skapar ett nytt lager genom att beräkna avstånd från ett av användaren definierat objekt i ett befintligt lager.

Startobjektet kan vara en punkt, linje eller polygon, eller definierade celler i ett raster.



# Analys av rasterdata

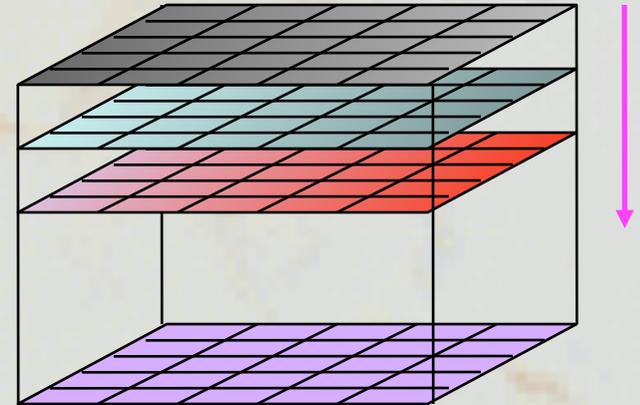
## Kartalgebra

**Kartalgebra** Innebär att raster lager kombineras på cell-nivå, genom:

### - **boolska operatorer**

- Var är både A och B
- Var är A eller B
- Var är B men inte A
- Var är varken A eller B

### - **algebraiska operatorer** (+, -, \*, /, log, etc)



# Analys av rasterdata

## Kostnadsytor & lägsta kostnadsvägen

3	5	6	6
6	6	2	2
4	4	4	2
2	6	3	4

Cellvärde =  
Kostnad för att  
traversera en cell

Kostnadsyta

Kallas ibland även för friktionsyta

# Analys av rasterdata

0	0	0	0
0	0	0	0
0	1	0	0
0	0	0	0

Startpunkt

+

3	5	6	6
6	6	2	2
4	4	4	2
2	6	3	4

Kostnadsyta

→

13	11	12	
10	6	6	
4	0	4	
6	6	7	

Akkumulerad  
förflyttningskostnad

$$4 + 6 + 3 = 13$$

$$6 + 6 + 3 = 15$$

$$6 + 5 + 3 = 14$$

minimum = 13

# Analys av rasterdata

## Lägsta kostnadsvägen

Hitta **den billigaste vägen** över en kontinuerlig kostnadsyta:

- Mellan startpunkten S och destinationspunkten D
- mål: att minimera totalkostnaden



Enklare i raster data



Konstruktionskostnad

markinköp/markinlösen

miljökonsekvenser

underhållskostnader

**Kostnad**

**Tillämpningar**

Hitta bästa läget för olika infrastrukturprojekt,  
vägar, ledningar, etc.

## Example

**Task:** find the location for the cheapest new road from the airport to the city.

### Procedure:

1. reclassify landuse map to get the cost surface
2. use the cost surface and the location of the airport to create the accumulated cost surface
3. use pathway to find the cheapest route from the city on the accumulated cost surface

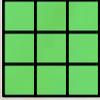
# Analys av rasterdata

Operationen att finna den lägsta kostnadsvägen är beroende på upplösning i data

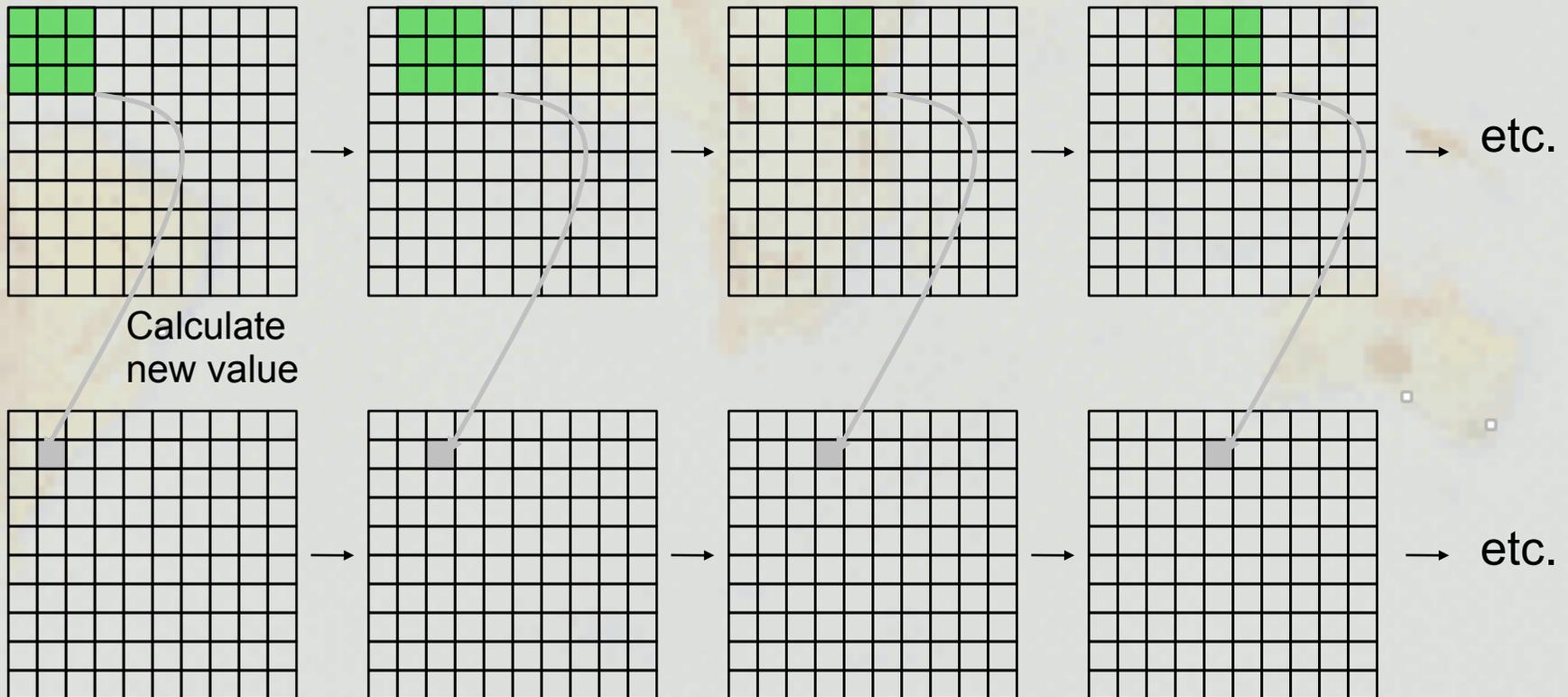
- Lägsta kostnadsvägar beräknade i mer högupplöst data (vit linje) och mer generaliserad data (blå linje). Det pass genom vilket den vita linjen finner den billigaste vägen har försvunnit i generaliseringen av data och därmed finner den blå vägen inte passet.

# Analys av rasterdata

## Filtrering

Låt ett kvadratisk filter (kernel)  passera över en rasteryta och beräkna ett nytt värde för den centrala cellen  som en funktion av cellvärdena inuti filtret.

Original raster

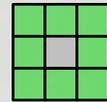


Assigning values to the new raster during each step

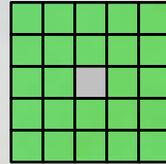
# Analys av rasterdata

Result depends on:

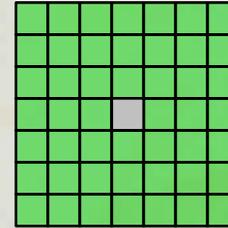
- filter size



3x3



5x5



7x7

- the way the new value is calculated from the values inside the filter  
sum, product, maximum, minimum, average (mean, median, modus),  
standard deviation, linear combination, etc.

## Low-pass filtering:

simple arithmetic average  
3x3 filter size



effect = smoothing,  
removing the extremes  
from the data

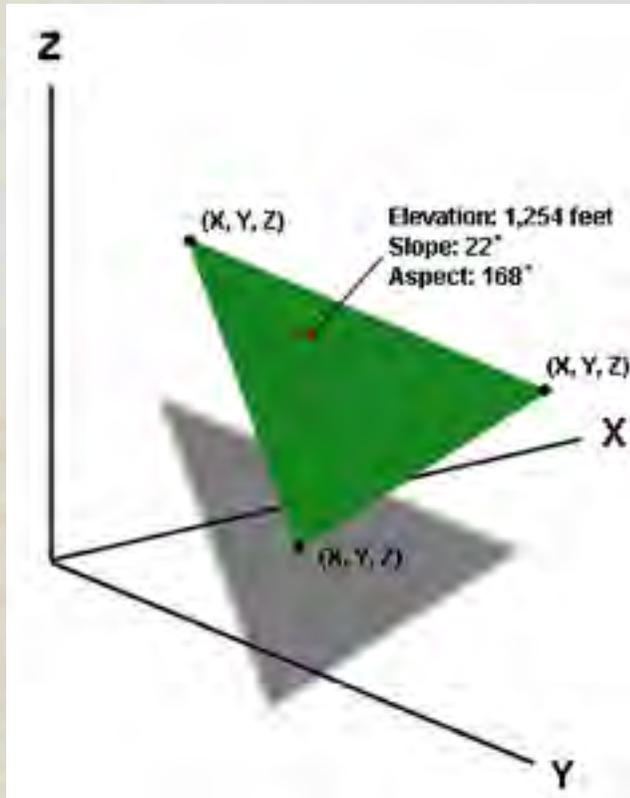
2	3	4
1	1	5
2	4	5



	3	

# Analys för 3D geografi

## Beräkning av lutning



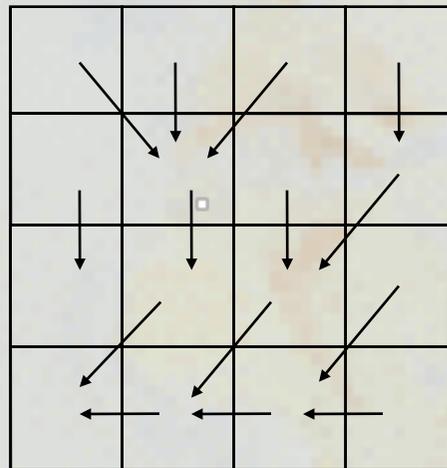
Lutningsberäkning i TIN

# Analys för 3D geografi

## Beräkning av dränering och flödesriktning i raster

9	8	9	10
9	7	8	8
5	6	6	7
2	4	5	6

Digital elevation model



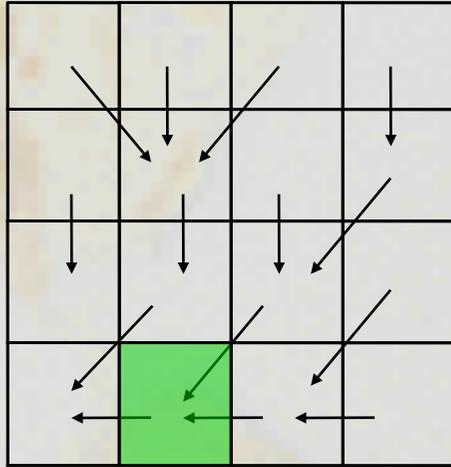
Flöderiktningar

### 3 Algoritmer

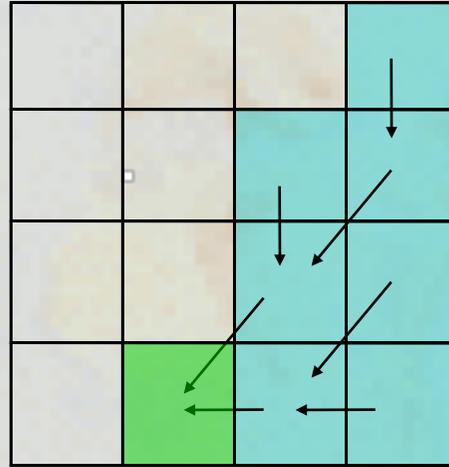
- brantaste vägen
- fördelning efter lutning
- fördelning i lutningsriktningen

# Analys för 3D geografi

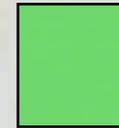
## Beräkning av uppströmsområde



Local drain direction



Catchment area of a particular cell



# Analys för 3D geografi

## Beräkning av uppströmsområde

Exempel på beräkning av  
dräneringsområde



**KTH**modellen – en enkel GIS model för massbalansflöden genom landskapet

Modellen matas med **K**ällan av en substans eller förorening.

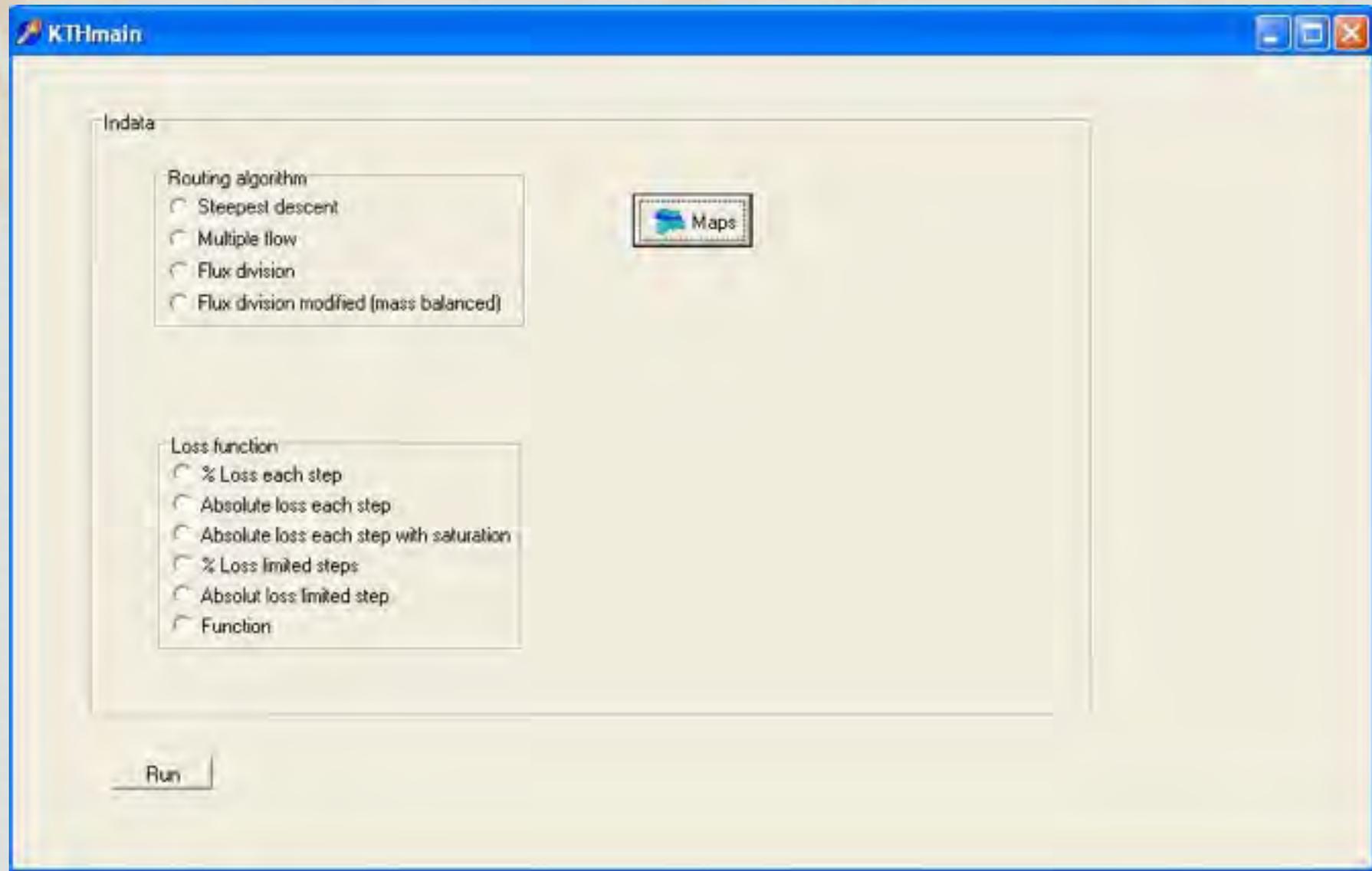
Modellen **T**ransporterar substansen över en digital elevation model (DEM)

Modellen kan **H**ålla kvar eller eliminera substansen under definierade betingelser.

Resultatet blir GIS-kartor som visar hur mycket av substansen som har passerat en viss punkt i landskapet, och hur mycket som har hållits kvar i varje punkt.

Modellen är statisk, och bygger på medelvärdesberäkningar.

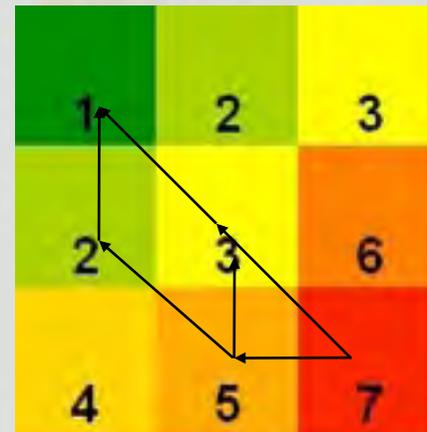
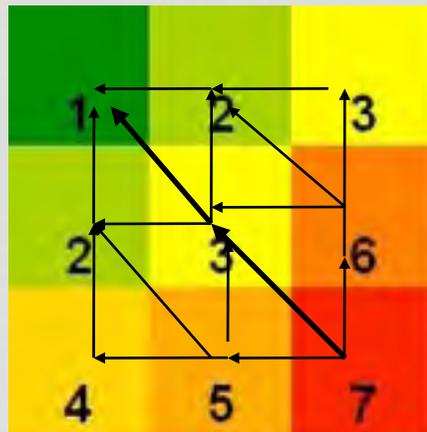
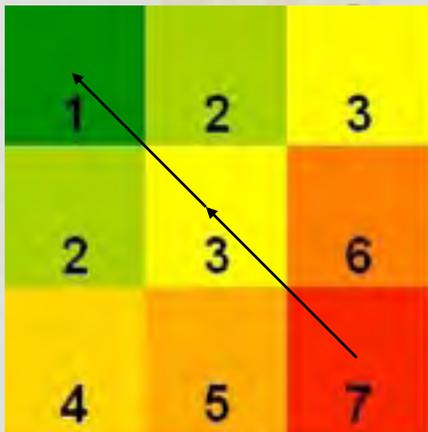
KTHmodellen har ett enkelt gränssnitt där användaren anger hur hon/han vill parameterisera modellen.



I KTHmodellen finns fyra olika sätt att beräkna flödesvägen genom landskapet.

Routing algorithm

- Steepest descent
- Multiple flow
- Flux division
- Flux division modified (mass balanced)



I KTHmodellen finns sex olika sätt att beräkna hur mycket av den transporterade substansen som modellen ska hålla kvar.



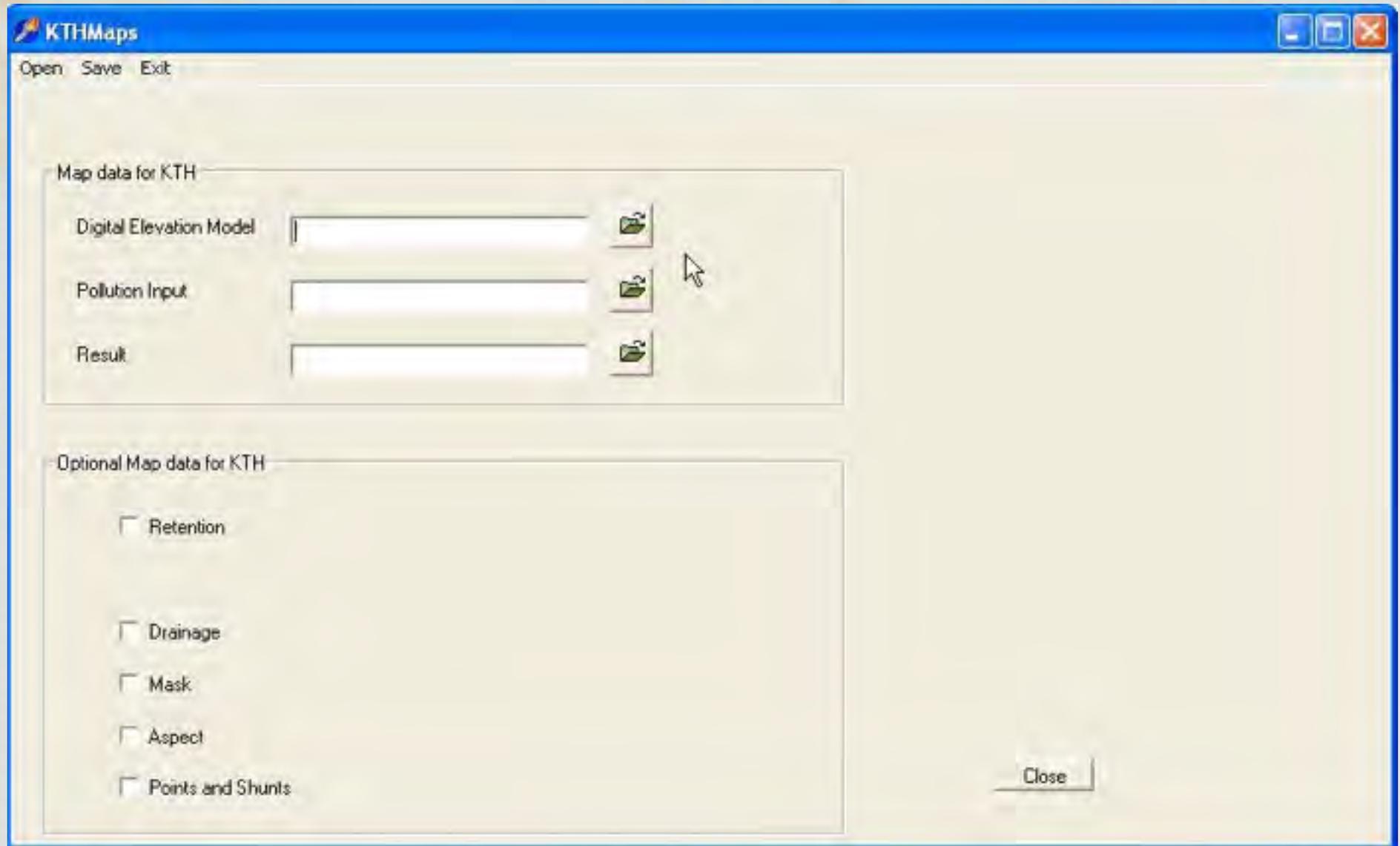
Loss function

- % Loss each step
- Absolute loss each step
- Absolute loss each step with saturation
- % Loss limited steps
- Absolut loss limited step
- Function

Saturation level for absolute loss  
(map units of pollution map)

Modellen kan också köras utan någon kvarhållning – för exempelvis vanligt koksalt eller vägsalt skulle det vara fallet.

KTHmodellen matas med data i GIS format, och producerar också sina resultat i GIS format.



## Obligatorisk data som krävs för att köra KTHmodellen



Den Digitala Elevationsmodellen (DEM) måste vara av god kvalitet, dvs den får inte ha några interna depressioner där inte sådana förekommer. Interna depressioner (utan utlopp) kommer att leda till ackumulering av den transporterade substansen. De flesta GIS program har dock rutiner för att undanröja depressioner i DEM.

Även substansen (föroreningen) som ska modelleras anges som ett GIS lager. Lagret bör innehålla data över substansmass (kg) per cell.

Den rumsliga upplösning som modellen arbetar med bestäms av den GISdata som användaren matar modellen med (20 m i exemplet ovan).

## Andra GISdata som kan användas av modellen



Retentionskartan innehåller parametern för hur Hålla kvar (förlust) funktionen fungerar i varje cell. Anges ingen retentionskarta sker heller ingen kvarhållning av den transporterade substansen.

Drainage och Mask kan anges för att snabba upp modellen (den räknar då inte celler som ligger under dessa kategorier).

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

KTHmodellen konstruerades med särskild tanke på Kvismaren. Med modellen ville vi skapa en model som kunde användas för att analysera dagens närsaltflöden, och med möjligheter att konstruera olika scenario för framtiden.

Befintliga modeller befanns antingen vara alltför avancerade och kostsamma, samt oerhört data och processintensiva (Modflow och Mike-familjen). Eller så var de så enkla att det inte var möjligt att analysera betydelsen av den rumsliga fördelningen av olika utsläpp, kantzoner, våtmarker etc.

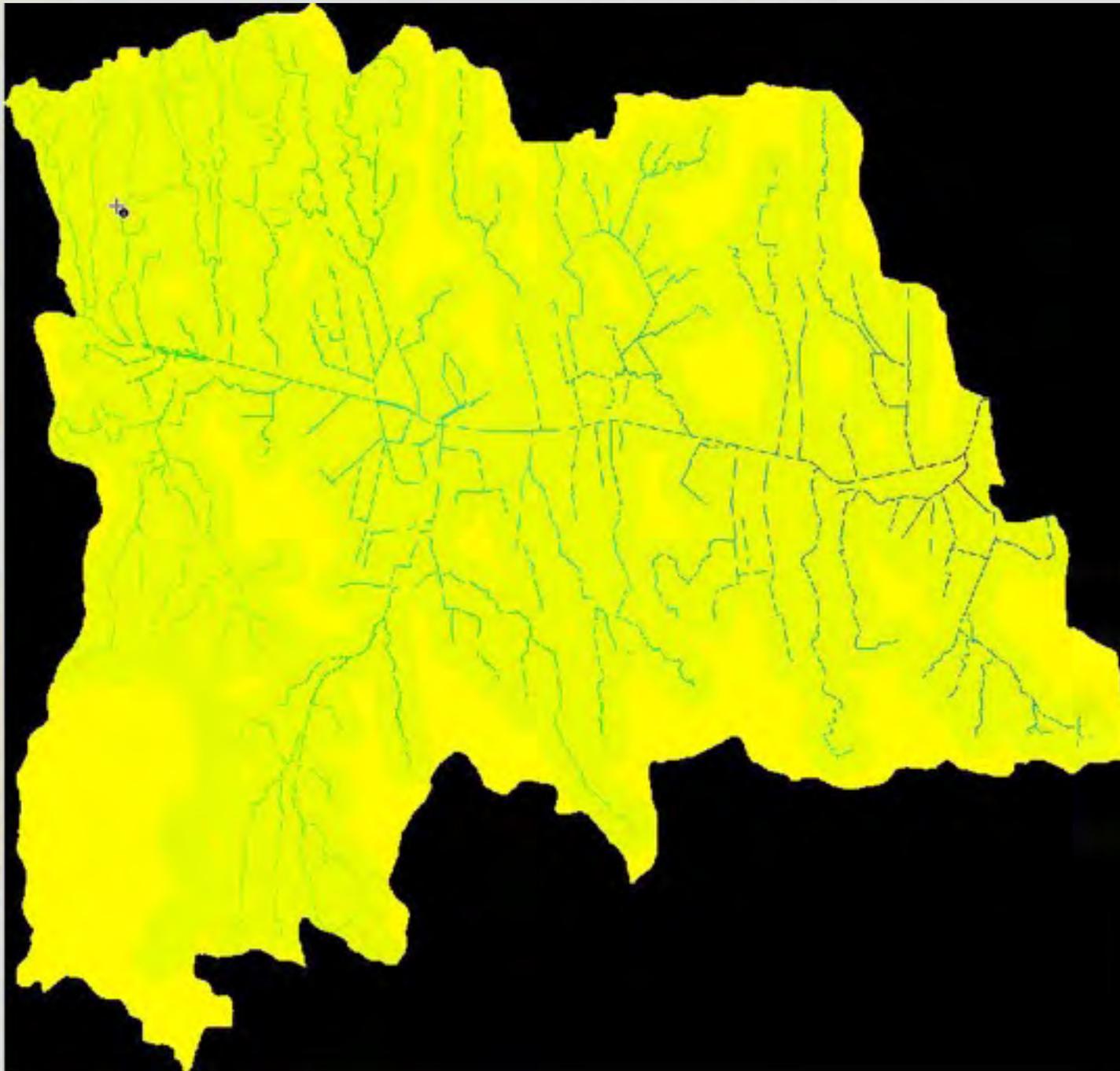
När vi har använt KTHmodellen för Kvismaren har vi valt att göra det med data upplöst till celler om 20m x 20m. Detta är en väldigt hög upplösning, men är vad som krävs för att realistiskt kunna representera vattendrag, täckdikning och framförallt odlingsfria kantzoner.

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

## Konstruktion av Digital Elevationsmodel (DEM)

Kvismaren är mycket flack, och befintliga data är inte tillräckliga för att konstruera en depressionsfri höjddatamodel.

För att hantera detta konstruerades en geometrisk model över Kvismaren, där först Kvismare kanal och sedan övriga flöden "bränns" in i DEM datan för att garantera att allt flöde når Kvismarens utlopp.



Konstruerad geometrisk DEM för Kvismaren

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

## Läckagekartor för Kväve och Fosfor

Kvismaren är till sin storlek och jordart relativt unikt i Sverige. Det är därför osäkert hur representativa läckagedata från andra områden (i Sverige och utomlands) är för Kvismaren.

Vi valde också att i modellen använda en extremt hög upplösning (20m x 20m). Ju mindre celler som används, ju mer närsalter flödar per ytenhet. Det beror på att växtupptag, fastläggning till partiklar, sedimentering i sjöar och våtmarker, avgång till atmosfären, inte hunnit påverka så stor del av de molekyler närsalter som färdas. Sannolikheten att bli kvarhållen är större under en lång odysseé jämfört med en kort.

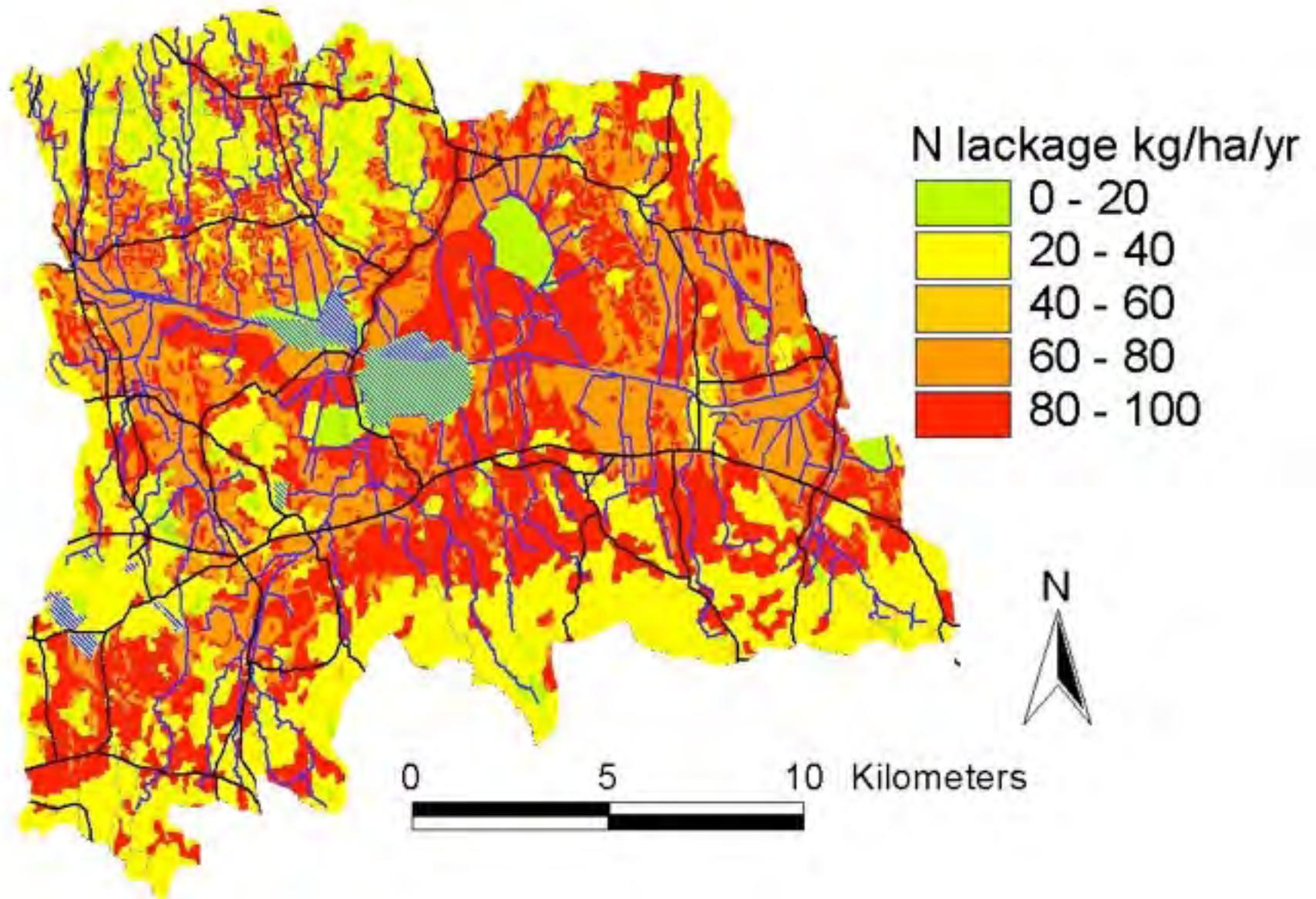
# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

Kväve – är lösligt i vatten och därmed lätttrörligt. Det är framförallt jordart och markanvändning (gödsling) som påverkar kväveläckaget. För Kvismaren använde vi följande kartlager för att beräkna kväveläckaget:

- Markanvändning
- Jordart
- Lutning

Dessa kartor viktades samman och litteratursiffror användes för att ansätta nivåer för kväveläckage. Eftersom vi använde små cellstorlekar valde vi ansätta de högre värden vi fann i litteraturen.

Bakgrundsnivån (atmosfärsikt nedfall) satte vi till 20 kg/ha/år.



Beräknat kväveläckage från Kvismaren.

Det totala kväveläckaget beräknat till cirka 1500 ton årligen.

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

## Retention av kväve

Det finns ett stort antal undersökningar och forskningsprojekt som handlar om hur kväve fastläggs i olika miljöer under sin färd från odlingslandskapet till havet. Kväve elimineras framförallt via växtupptag och denitrifiering. Växtupptaget beror till största delen på nettotillväxt, medan denitrifikationen i stor utsträckning styrs av kontaktytor mellan syresatta och syrefria miljöer, och hur mycket kväve som flödar mellan sådana kontaktytor. Alla processer är starkt temperaturberoende.

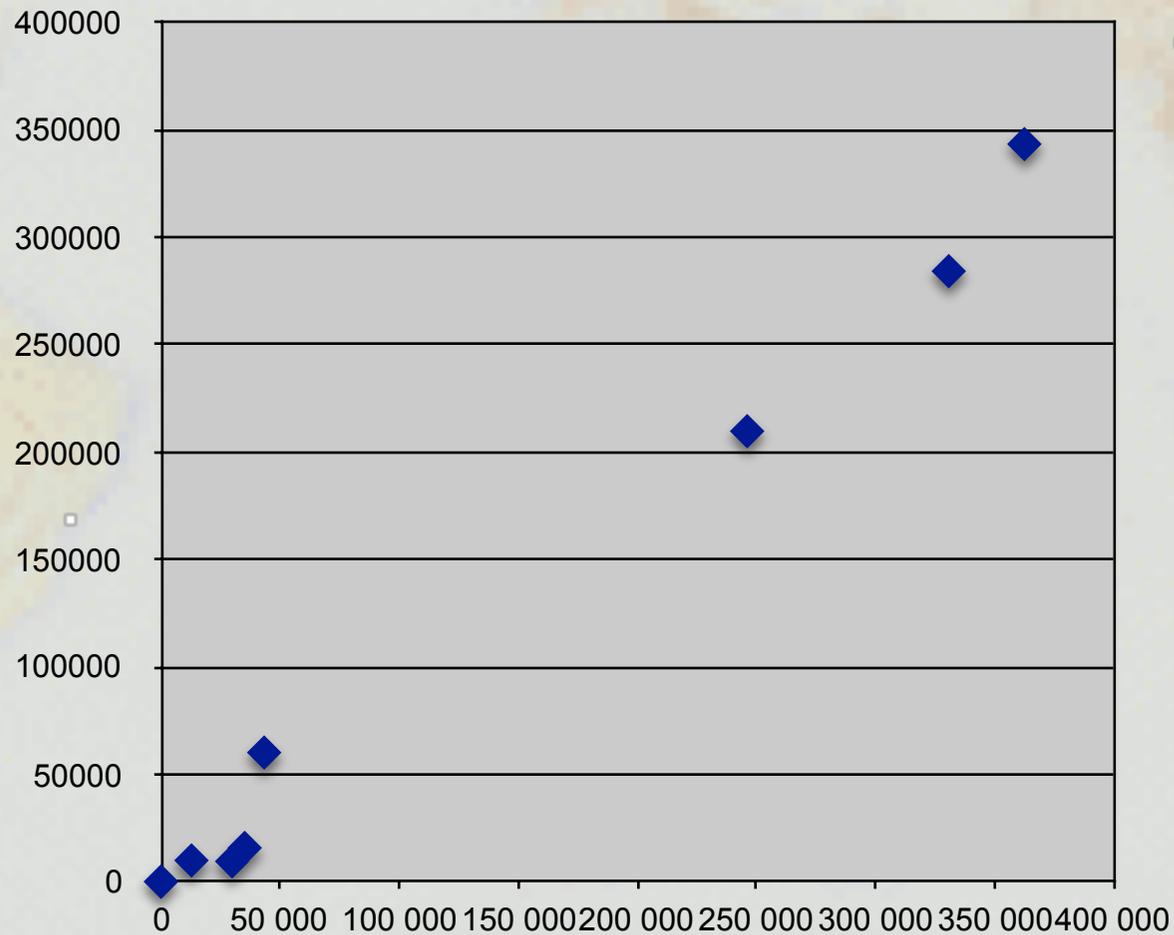
Ur ett GISperspektiv är det alltså markanvändning (vegetation) och jordart som kan användas för att skapa retentionskartor för kväve.

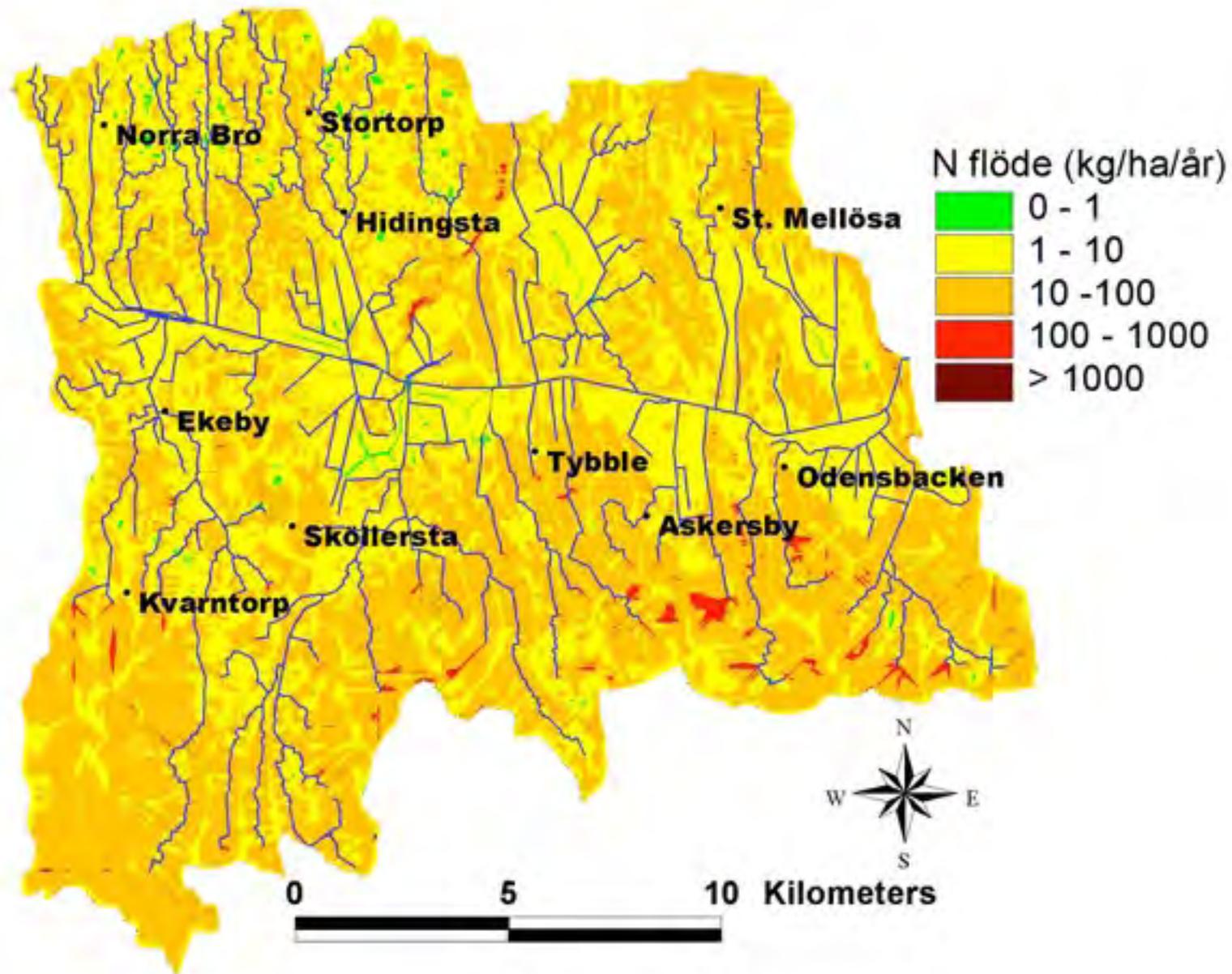
Generellt sett borde Kvismaren vara en bra miljö för eliminering av kväve (åtminstone sommartid). Och även för eliminering valde vi därför att ansätta de högre siffror vi fann i litteraturen.

För att få modellen att fungera tillfredsställande var vi sedan tvungna att kalibrera värdena och retentionsfunktion i modellen.

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

Kalibrering av kväveflöde mot befintliga mätdata i Kvismaren.





Beräknat kväveflöde genom Kvismaren med hänsyn till retention.  
 Det totala kväveutflödet beräknat till cirka 350 ton årligen.

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

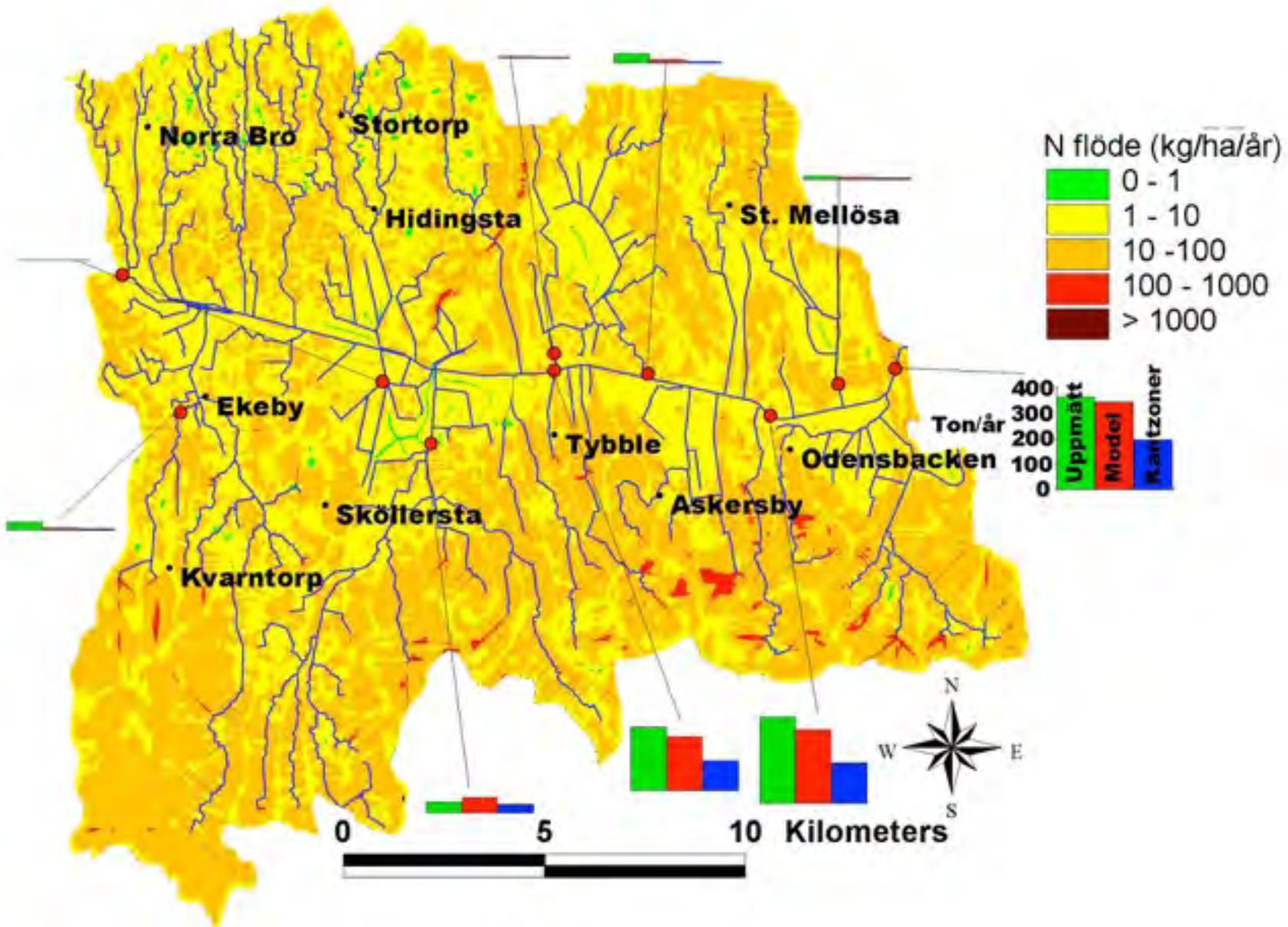
Scenario: Kantzoner runt öppna vattendrag.

Ett relativt väl dokumenterat system för att reducera närsalttransporten från mark till vatten är att anlägga odlingsfria zoner (kantzoner) runt öppna vattendrag.

I Kvismaren finns cirka 430 km öppna vattendrag. I modellen antog vi kantzoner om 20 m bredd (1 cell). Den sammanlagda ytan kantzoner blir cirka 20 kvadratkilometer.

För dessa celler antog vi följande:

1. Kväveläckaget minskar från det beräknade till 20 kg/ha/år (atmosfäriskt nedfall)
2. Maximal reduktionsförmåga för inflödande kväve från uppströms liggande marker (från kalibreringen).

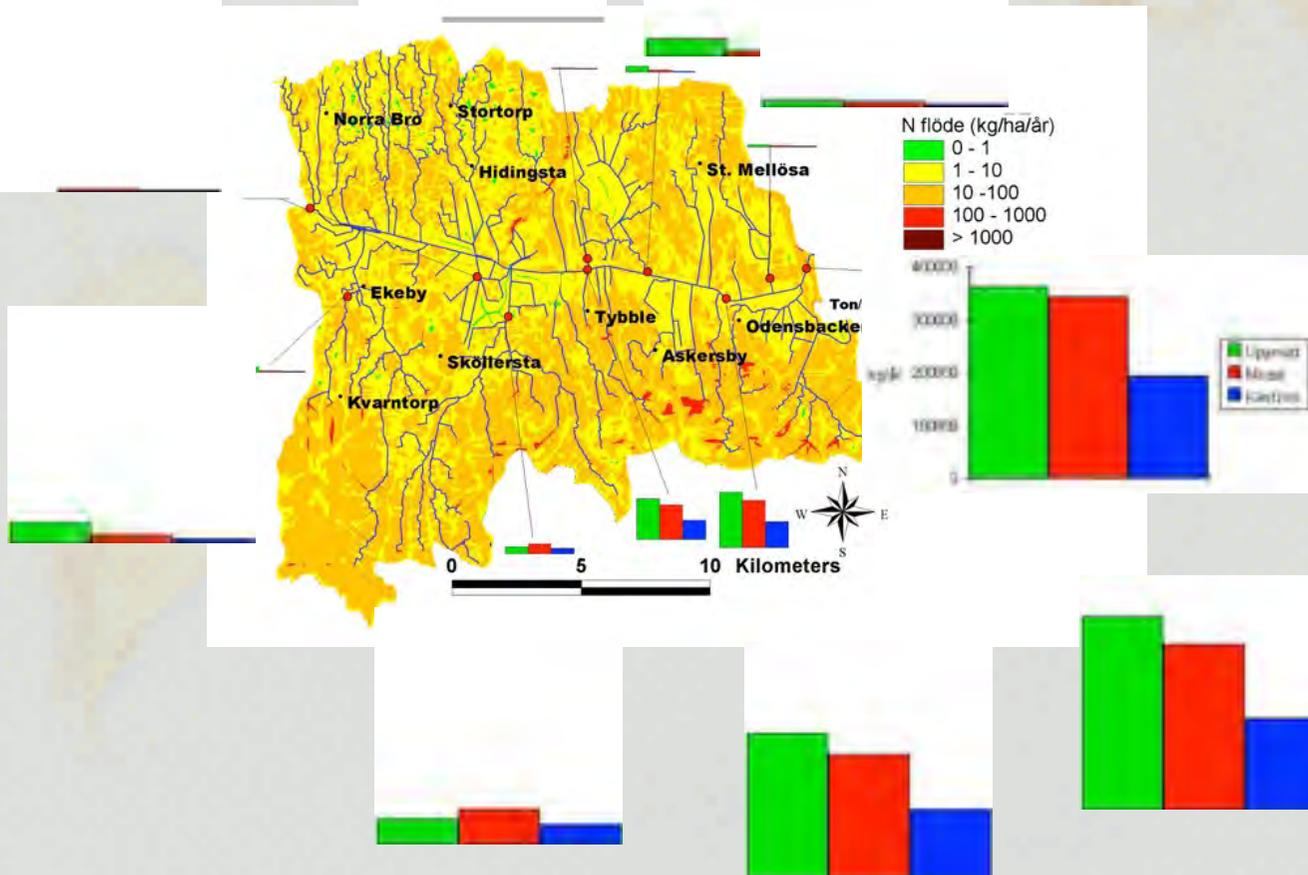


Scenario: Kantzoner runt öppna vattendrag.

Det totala kväveutflödet minskar från cirka 350 till 200 ton årligen.

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

Jämförelse mellan kväveflöden – uppmätt, beräknat, och med scenario av kantzoner runt alla öppna vattendrag.

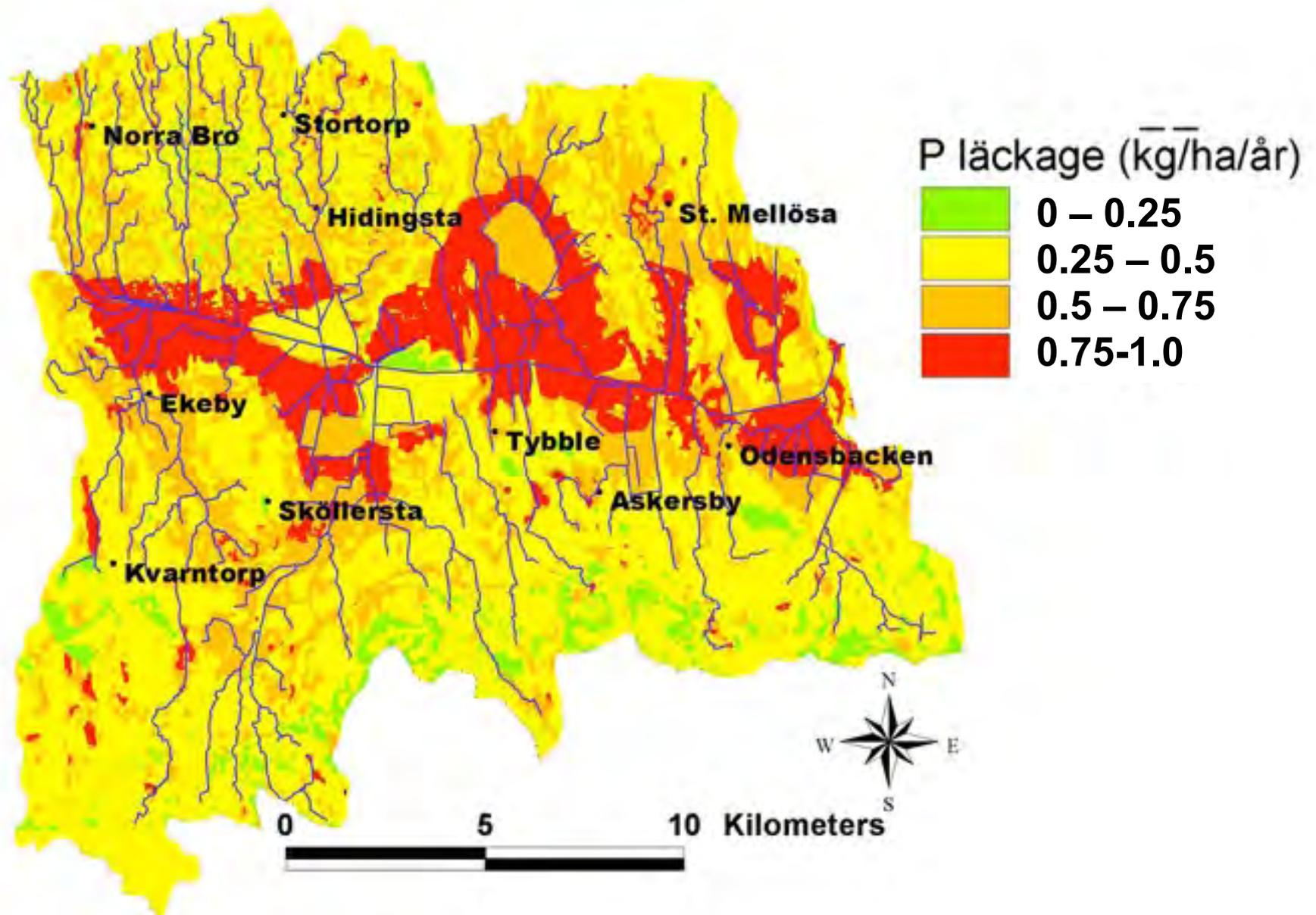


# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

Fosfor – är partikelbundet och dess rörlighet är mer sammankopplad med erosion. Lutning och jordart har därför stor inverkan på fosforläckage. För Kvismaren använde vi följande kartlager för att beräkna kväveläckaget:

- Markanvändning
- Jordart
- Lutning

Dessa kartor viktades samman och litteratursiffror användes för att ansätta nivåer för kväveläckage. Eftersom vi använde små cellstorlekar valde vi ansätta de högre värden vi fann i litteraturen.



Beräknat Fosforläckage från Kvismaren.

Det totala Fosforläckaget beräknat till cirka 12.5 ton årligen.

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

## Retention av fosfor

Det finns ett stort antal undersökningar och forskningsprojekt som handlar om hur fosfor fastläggs i olika miljöer under sin färd från odlingslandskapet till havet. Fosfor har knappt någon atmosfärisk fas, och fastläggning av fosfor sker genom sedimentation och fastläggning. Över tiden kommer kapaciteten att hålla kvar fosfor i en fosforackumulerand miljö därför att minska. Fosfors löslighet är starkt pH beroende och det är därför andra faktorer som styr fosfor fastläggning jämfört med kvävefastläggning.

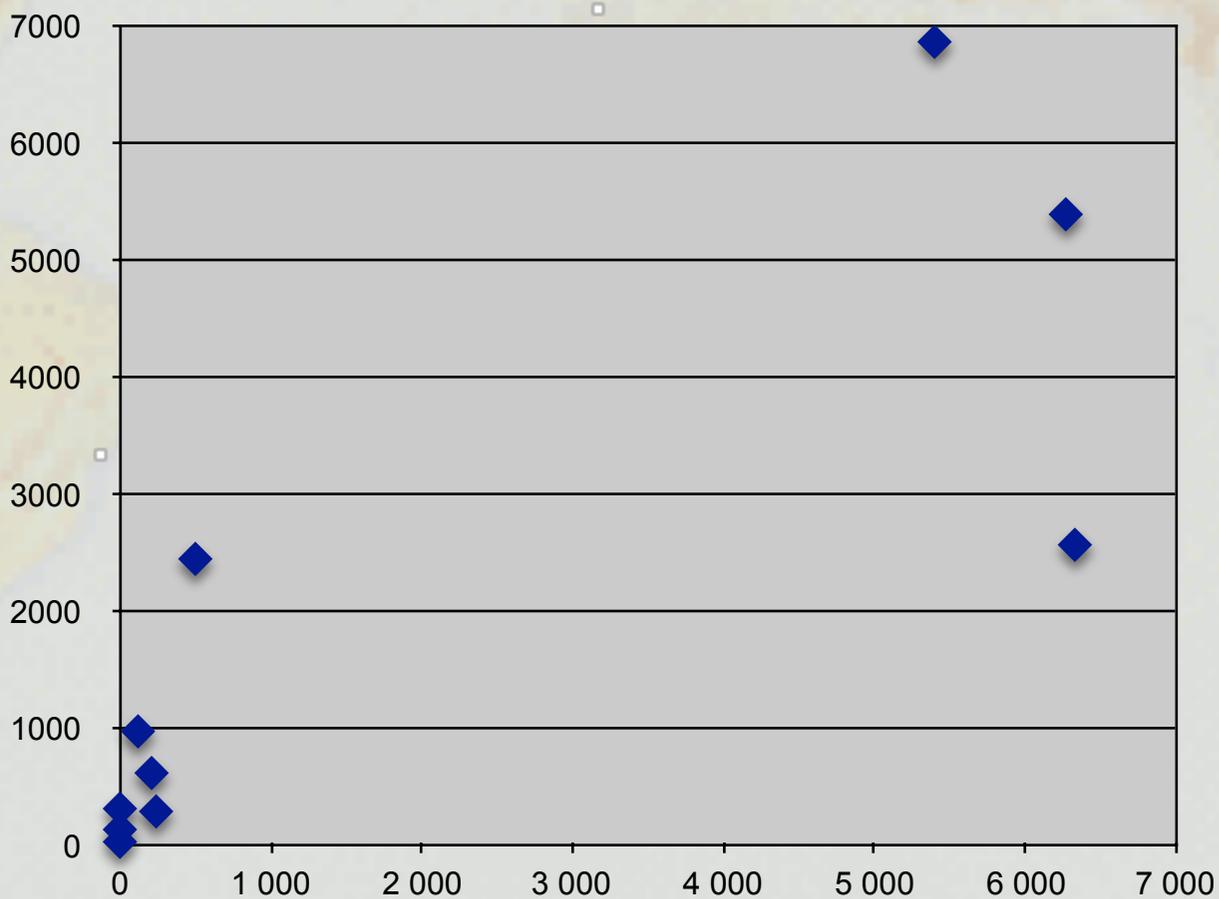
Ur ett GISperspektiv är det främst jordart, och i viss mån markanvändning som kan användas för att skapa retentionskartor för fosfor.

Generellt sett är Kvismaren en sämre miljö för fosforfastläggning, de organsika jordarna är sannolikt relativt mättade på fosfor(också då de har liten naturlig förmåga att binda fosfor).

För att få modellen att fungera tillfredsställande var vi sedan tvungna att kalibrera värdena och retentionsfunktion i modellen.

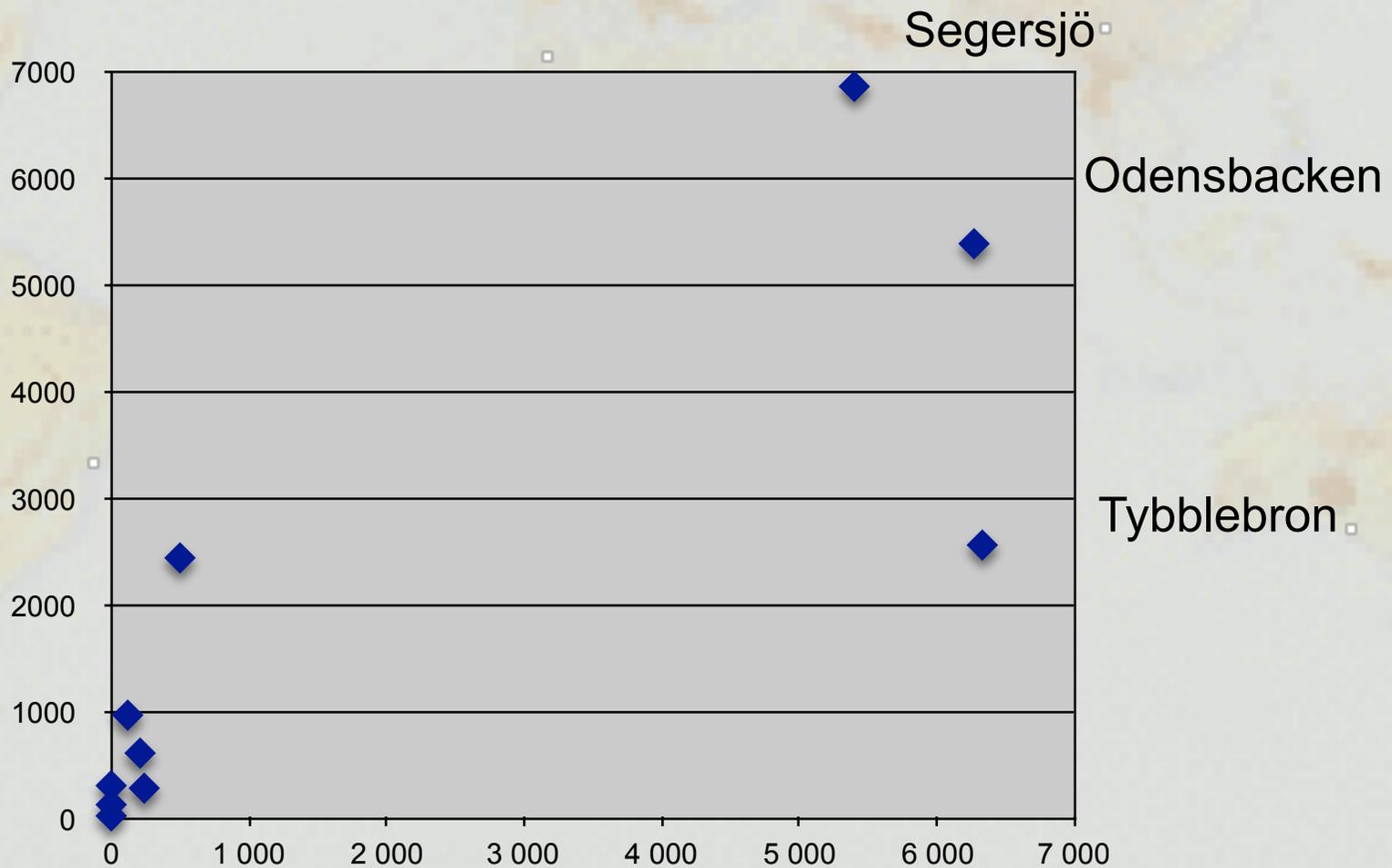
# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

Kalibrering av fosforflöde mot befintliga mätdata i Kvismaren.



# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

Kalibrering av fosforflöde mot befintliga mätdata i Kvismaren.



# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

Kalibrering av fosforflöde mot befintliga mätdata i Kvismaren.

Även om modellen ger ungefärligt riktiga resultat för det totala läckaget av fosfor ut ur Kvismaren (cirka 6 ton per år) kunde inte någon bra kalibrering åstadkommas. Orsaker till detta inkluderar:

- Medelvärdena för mätdata visar högst fosforflöden för Tybblebron och Odensbacken, och mindre transport vid Segersjö. Detta ser vi som omöjligt.
- Modellen är statisk och använder medelvärden istället för tidsupplöst data.

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

Scenario: Kantzoner runt öppna vattendrag.

Ett relativt väl dokumenterat system för att reducera närsalttransporten från mark till vatten är att anlägga odlingsfria zoner (kantzoner) runt öppna vattendrag.

I Kvismaren finns cirka 430 km öppna vattendrag. I modellen antog vi kantzoner om 20 m bredd (1 cell). Den sammanlagda ytan kantzoner blir cirka 20 kvadratkilometer.

För dessa celler antog vi följande:

1. Fosforläckaget minskar till hälften från dessa områden.
2. Någon ökad reduktion kommer sannolikt inte att ske.

Resultatet indikerar att fosfortransporten kan minskas med cirka 10 % om kantzoner anläggs runt alla öppna vattendrag.

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

## Resultat Kväve

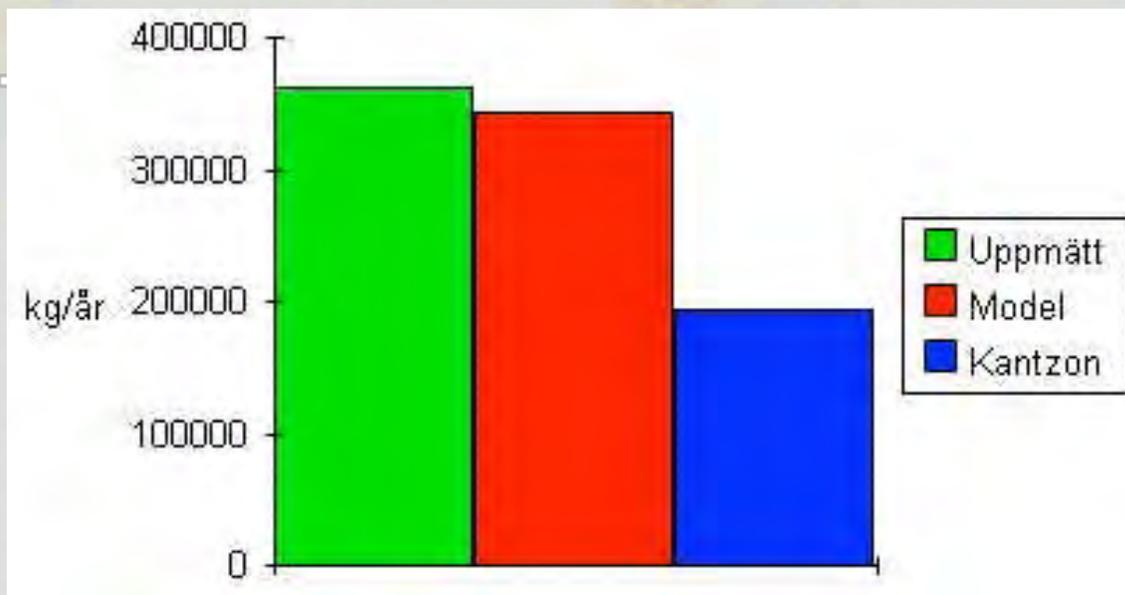
**Totalt läckage: 1500 ton per år**

**Läckage som når utloppet: 350 ton per år**

**Läckage med kantzoner: 200 ton per år**

**Reduktion i kantzoner: 150 ton per år**

**Reduktion per löpmeter kantzon: 0.14 kg per år**



# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

## Resultat Fosfor

**Totalt läckage: 12.5 ton per år**

**Läckage som når utloppet: 6 ton per år**

**Läckage med kantzoner: 5.5 ton per år**

**Reduktion i kantzoner: 0.5 ton per år**

**Reduktion per löpmeter kantzon: 1 gram per år**

# Modellering av kväve och fosforflöden i Kvismaren

## Slutsatser

**KTHmodellen som utvecklats för att modellera närsaltföden i Kvismaren gav realistiska värden och kunde därmed användas för att skapa olika scenario.**

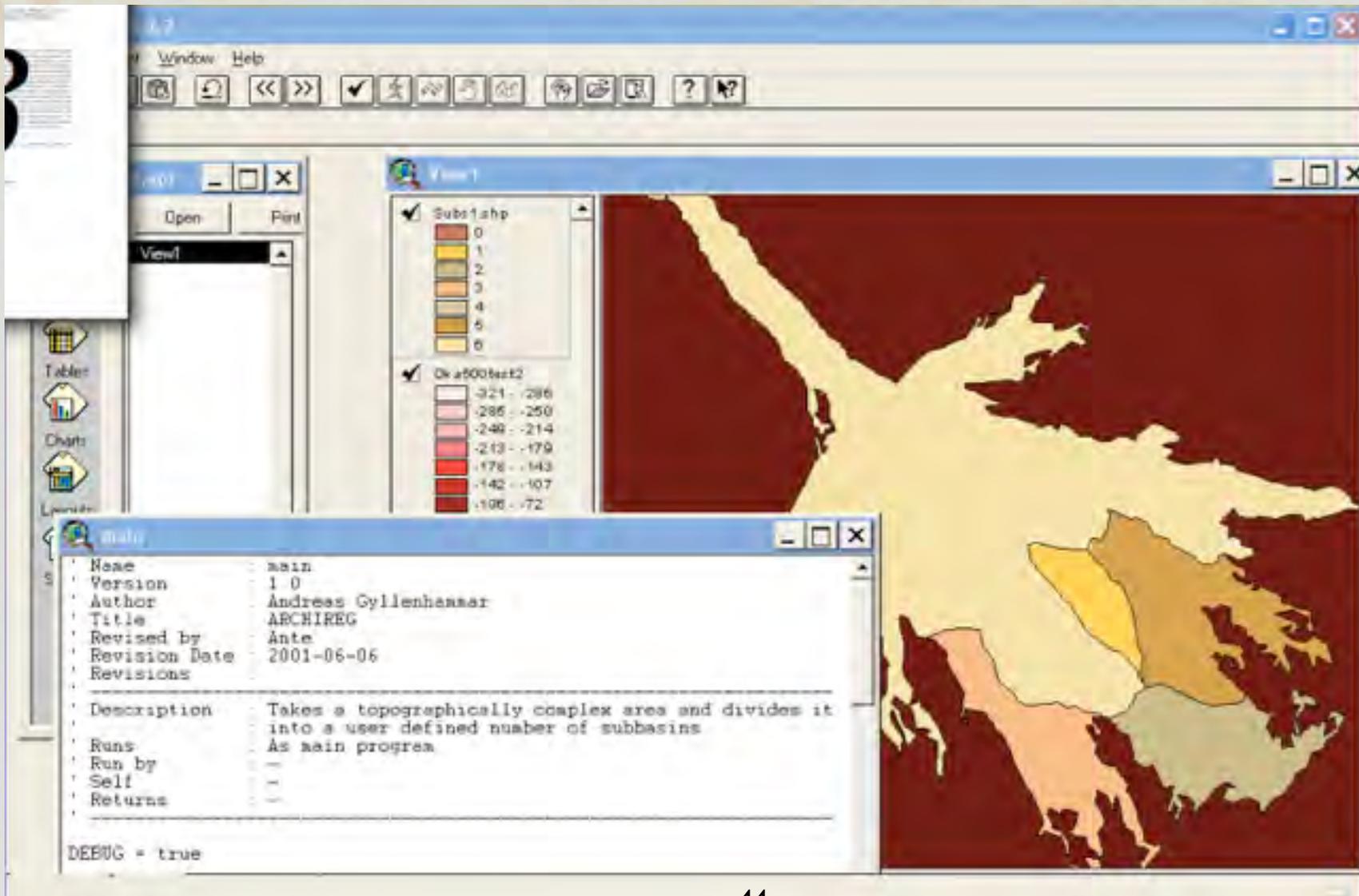
**Mätvärden för framförallt fosfor varierar starkt i tid och rum och det var därför svårt att kalibrera KTHmodellen.**

**För att reducera närsaltutflödet från Kvismaren krävs att mycket stora arealer tas i anspråk för att anlägga kantzoner runt öppna vattendrag.**

**KTHmodellen kan användas i en fortsättning för att hjälpa till att identifiera de lägen där det vore mest optimalt att anlägga kantzoner.**

# Exempel 2 - WASUBI

WASUBI: A GIS tool for subbasin identification in topographically complex waterscapes



# Exempel 2 - WASUBI



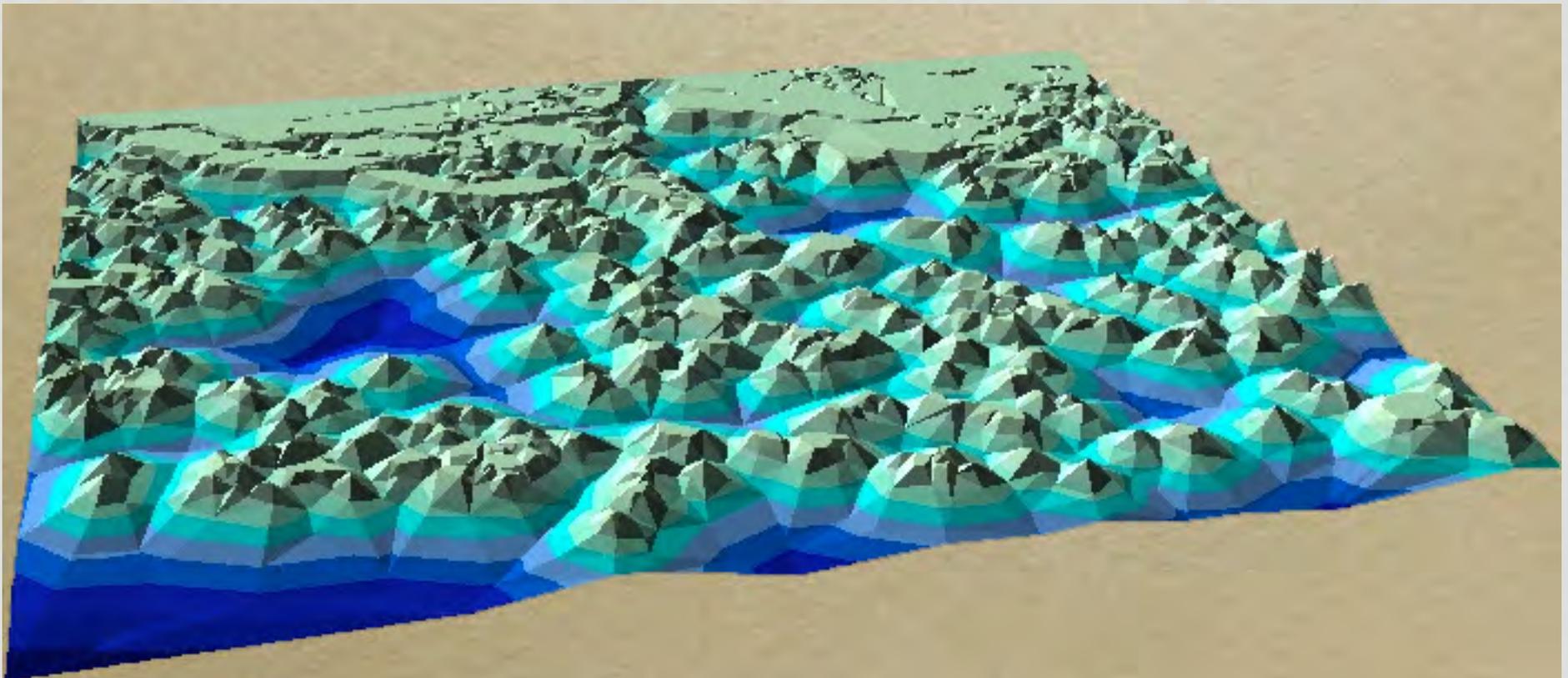
# Exempel 2 - WASUBI



# Exempel 2 - WASUBI

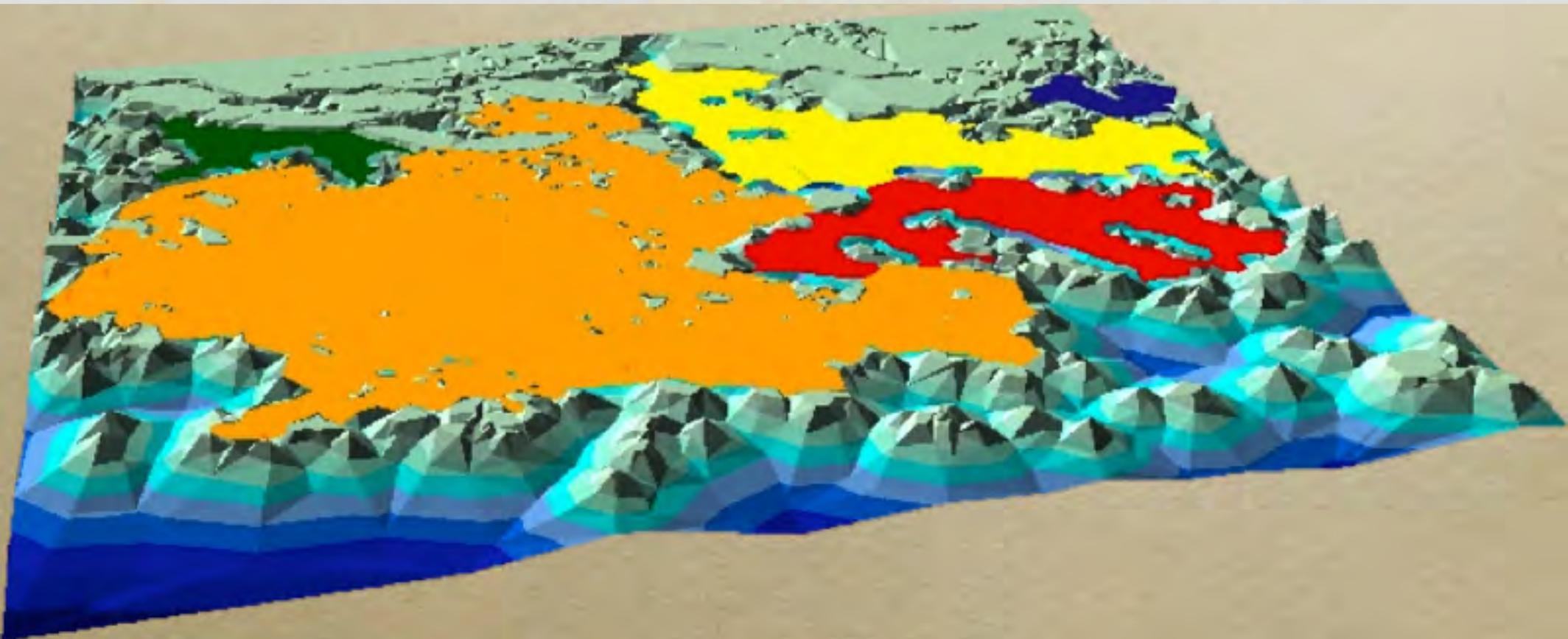
Plattform:  
ArcView 3.2  
Avenue

Indata:  
Höjdmodell  
Antal önskade delbassänger



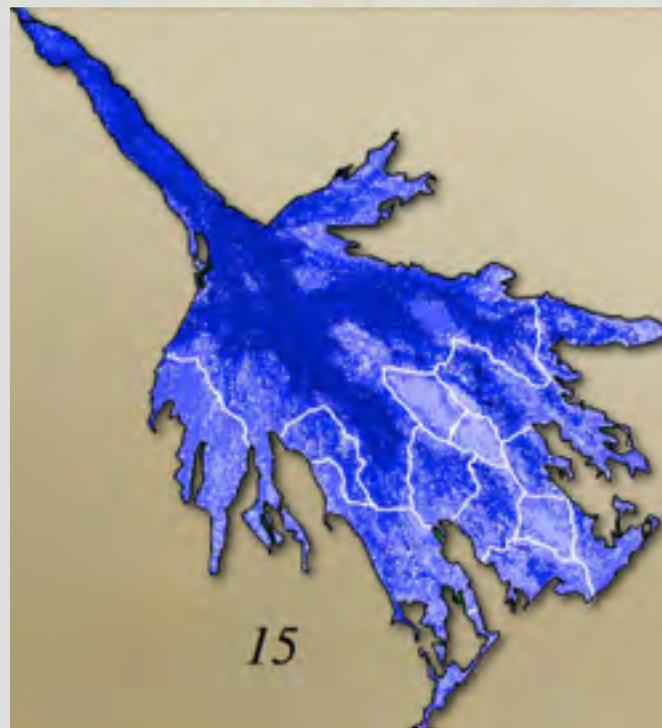
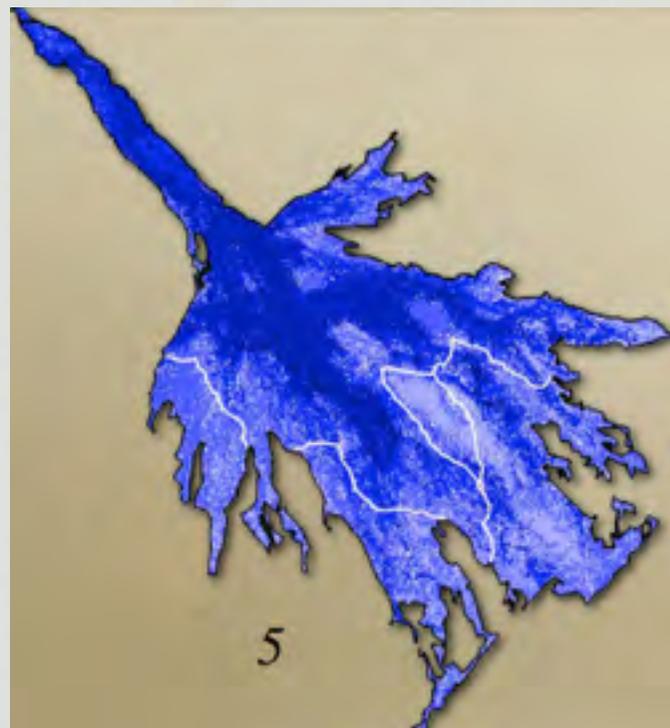
# Exempel 2 - WASUBI

1. Digital Elevation Model (raster)
2. Identifiera och fyll djuphålor (raster)
3. Välj största trägen till kärnor (vektor)
4. Friktionskostnad för att expandera kärnområden (raster)



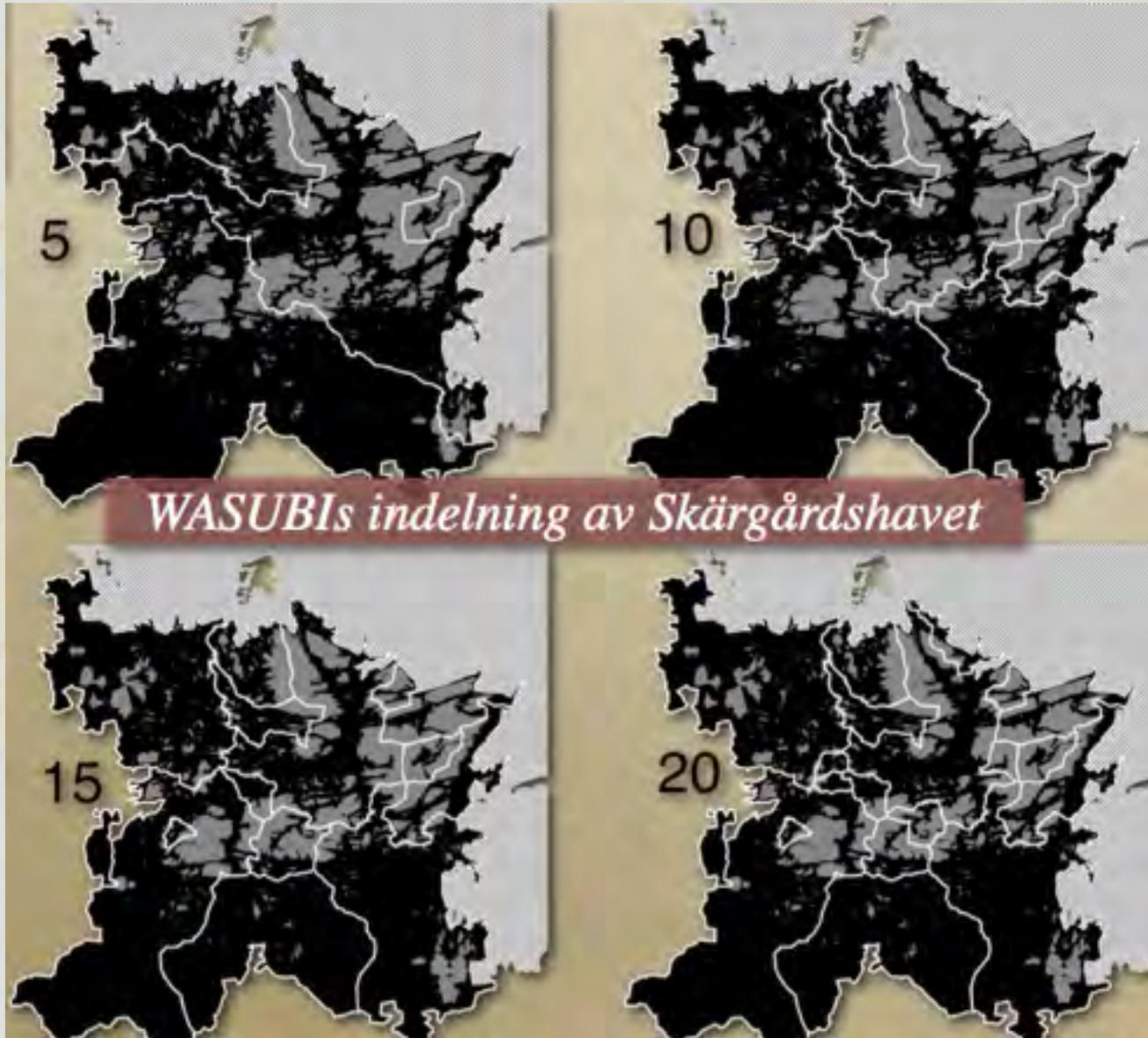
# Exempel 2 - WASUBI

resultat för Okavango Deltat

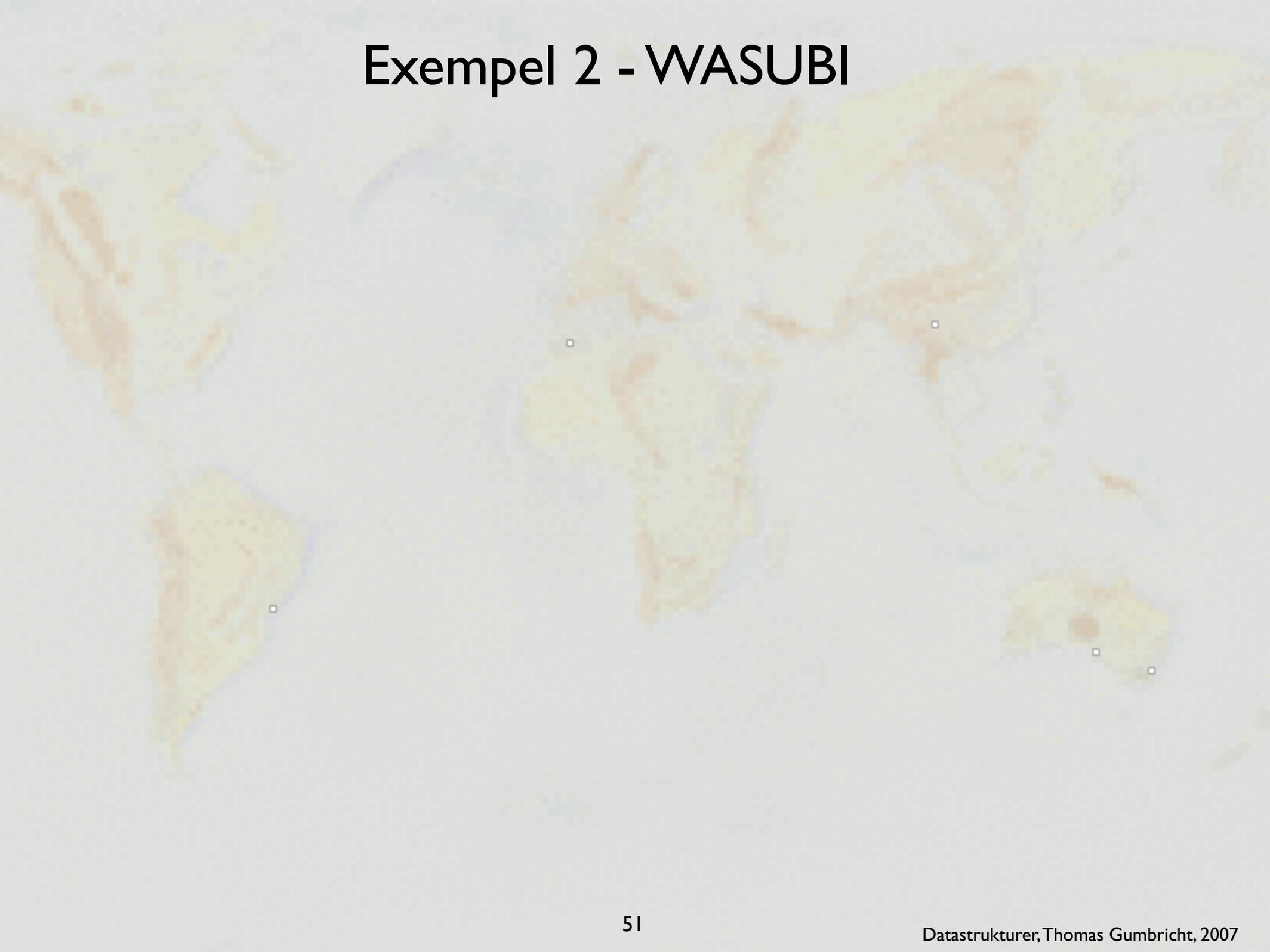


# Exempel 2 - WASUBI

resultat för Finska Skärgårdshavet



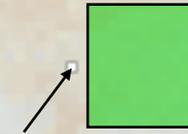
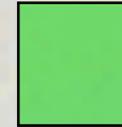
# Exempel 2 - WASUBI



# Analys för 3D geografi

## Siktanalys (eng: Line-of-sight)

Vilka delar av ett landskap kan man se från en given utsiktspunkt

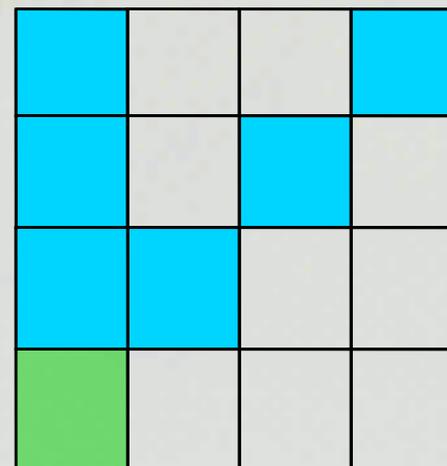
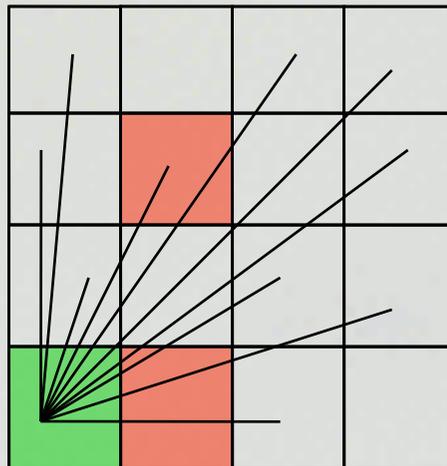


En enkel algoritm för siktanalys:

- dra en linje från utsiktspunkten till varje annan cell i i den digitala höjdmodellen
- kontrollera om siktlinjen skär någon annan cell innan målcellen
- om siktlinjen skär en annan cell, sätt målcellens siktbarhet till noll (0)
- annars sätt siktbarheten till 1

DEM

De rosa cellerna är högre än bakomliggande celler (från utsiktspunktens vy)



Siktbarhetskartan, med utsiktspunkt och siktbara celler från denna punkt