

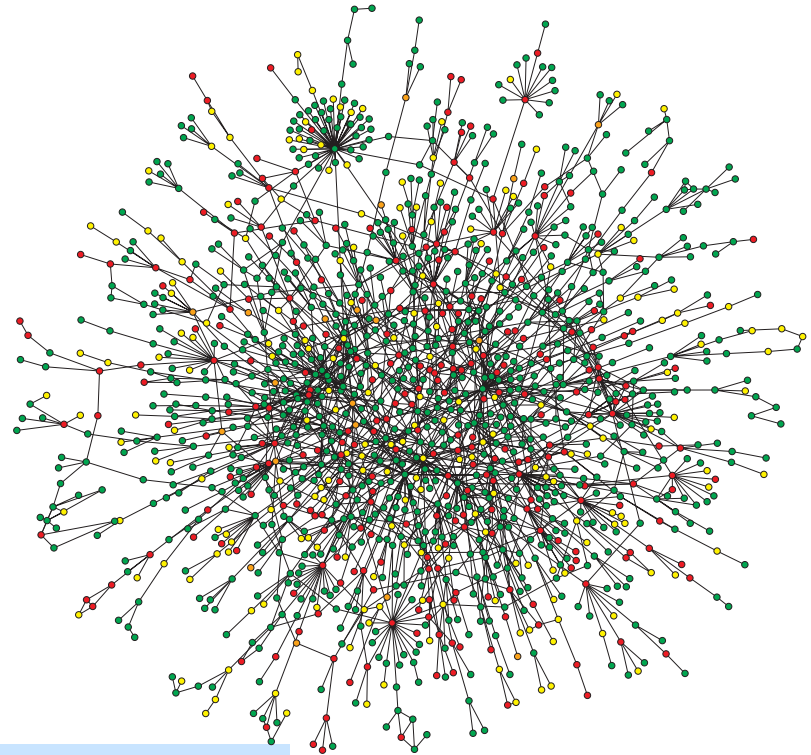
Lektionsupplägg

- Modellexempel
- Begriplighet och prediktionskraft
- Problemlösning
- Fermiproblem

Introduktion

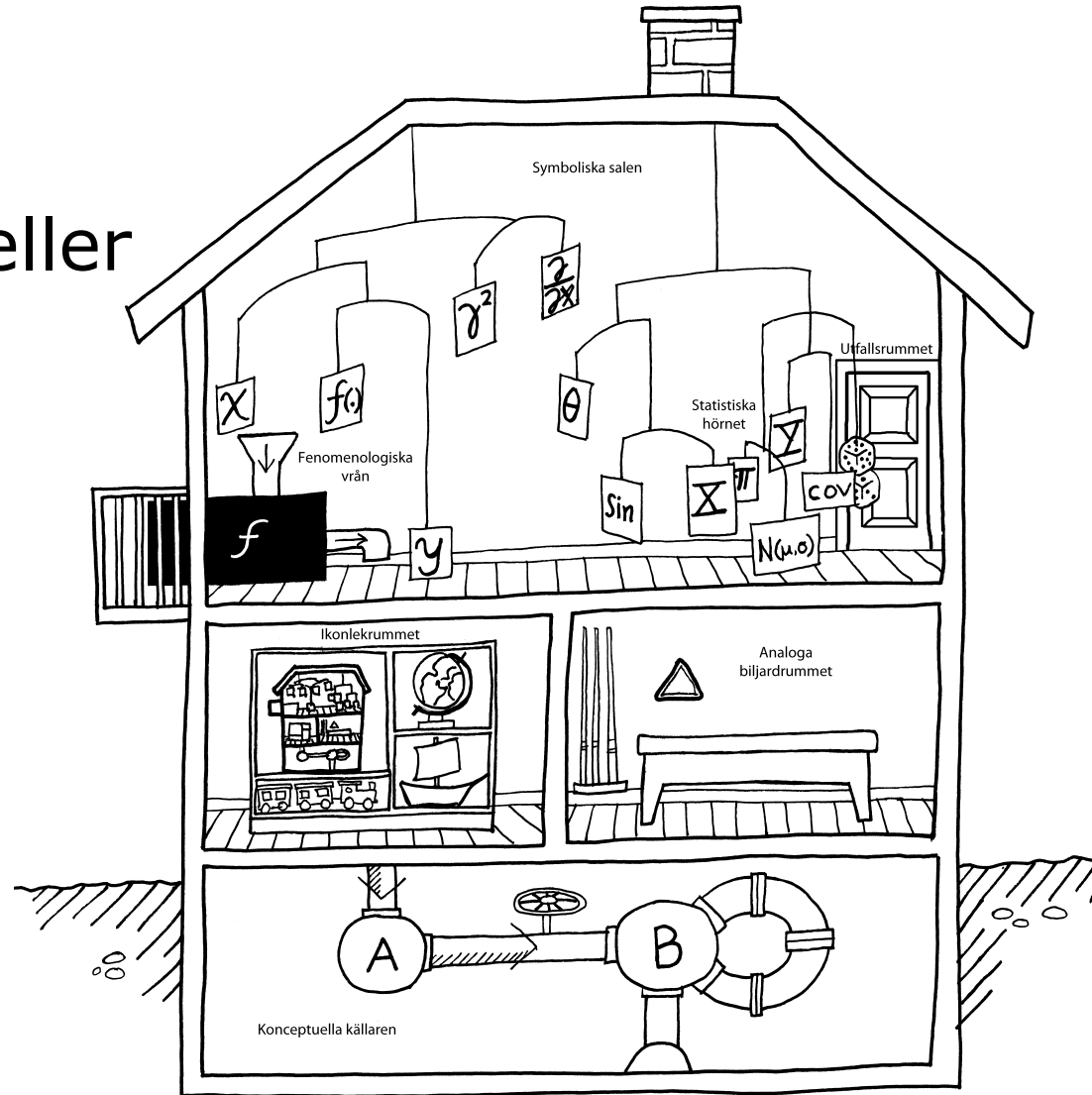


$$\frac{\partial v}{\partial t} = D\nabla^2 v + \rho v(1 - v)$$



Taxonomi

- Konceptuella modeller

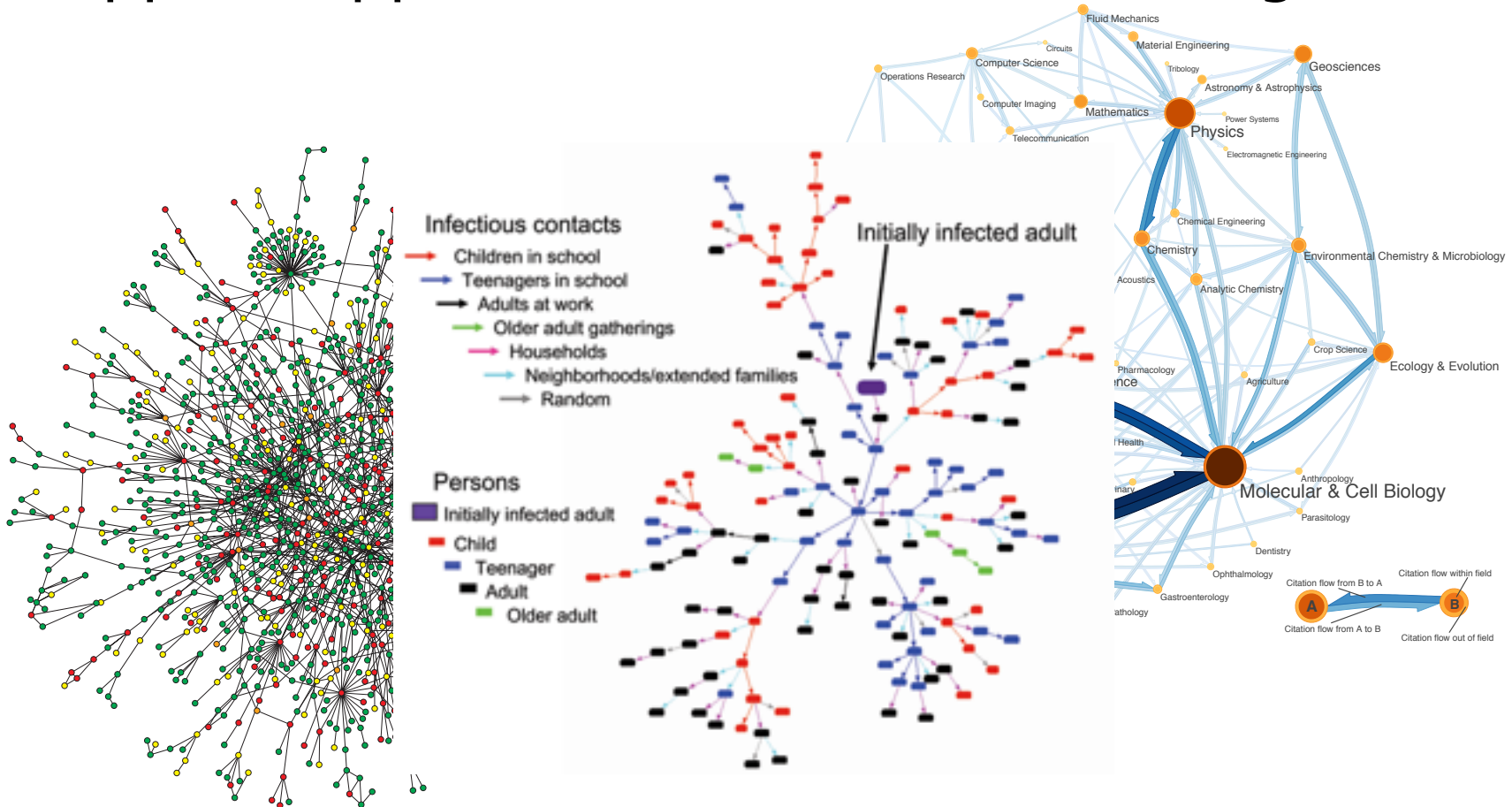


Nätverksmodeller

- Konceptuell modell baserad på idén om binära interaktioner
- Historiskt går dessa tillbaka till "De sju broarna i Köningsberg" och Leonard Euler (1735)



- Skapar en enad bild av många olika sorters system
- Öppnar upp för kvantitativ modellering



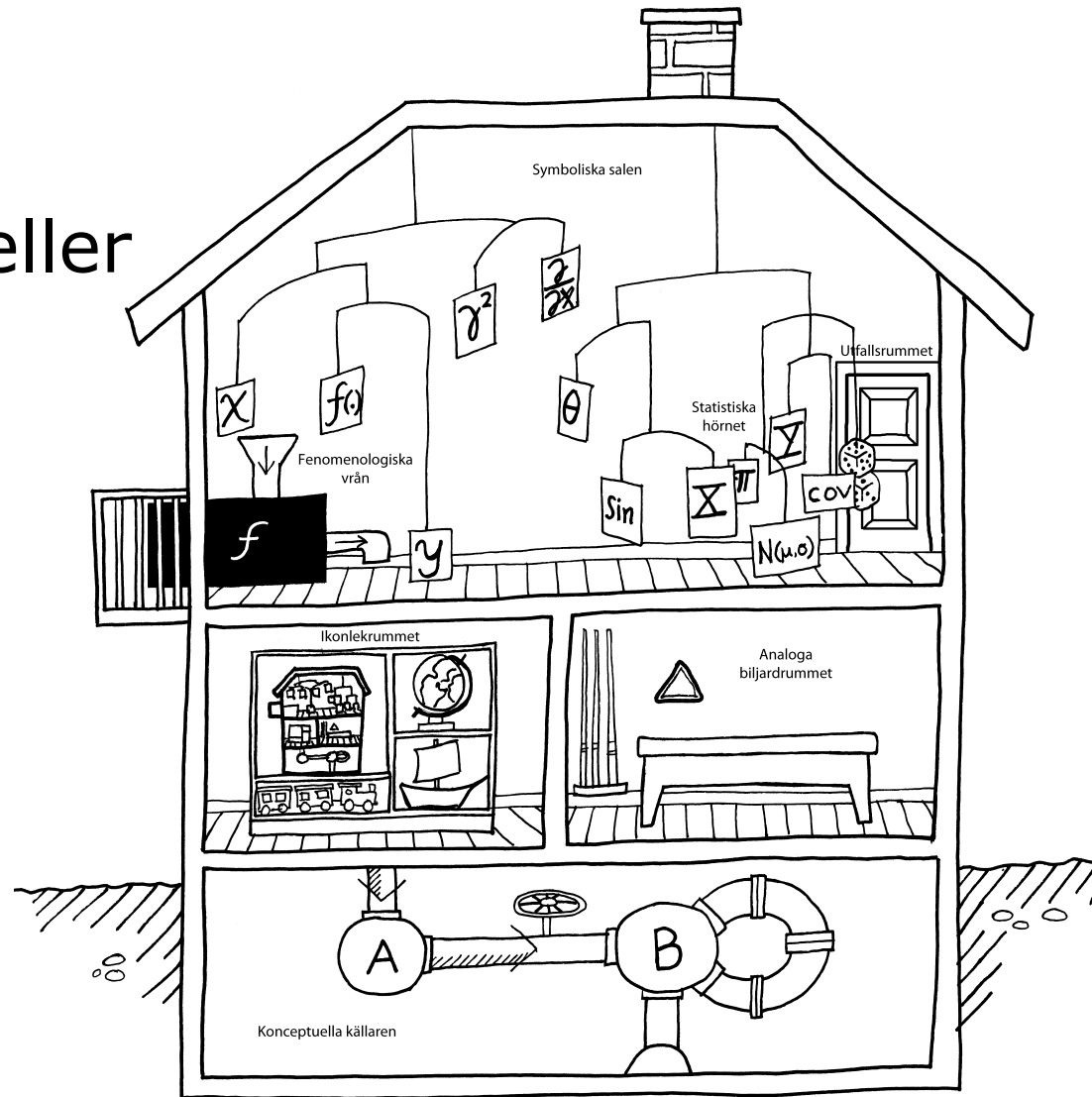
Genomslag

- Har gett upphov till ett eget vetenskapligt fält: nätverksvetenskap (Network Science)
- Stor inverkar på cell/molekylär biologi (faror med detta)
- Stort inflytande på hur data struktureras och hur vi uppfattar världen

- **Fördelar:**
 - Förenar många olika fenomen
 - Öppnar för symbolisk modellering
- **Nackdelar:**
 - Ingen prediktion, endast ett koncept
 - Kan störa distinktionen mellan verklighet och modell

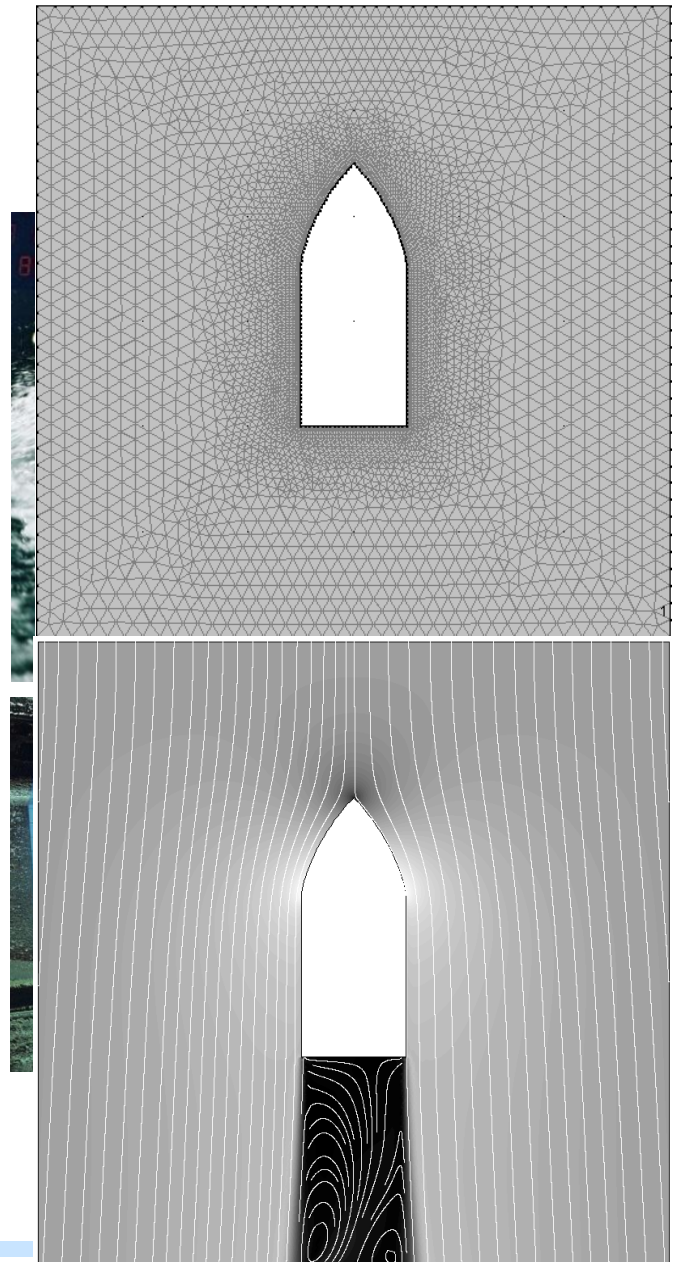
Taxonomi

- Konceptuella modeller
- Ikoniska modeller



Fartygsmodeller

- Skrovformen har stor inverkan på ett skepps egenskaper: hastighet, stabilitet etc.
- Under 1700-talet började man för första gången att systematiskt testa olika skrovformer (Polhem)
- Svårigheten att lösa Navier-Stokes ekvation gör att vi fortfarande idag använder skalmodeller



Lika på tre sätt

- Geometrisk likhet: formen och proportionerna skall vara de samma
- Kinetisk likhet: flödeslinjerna skall stämma överens
- Dynamisk likhet: förhållandet mellan flödeskrafter på skrovet skall bevaras

$$\text{Re} = \frac{\rho V L}{\mu}$$

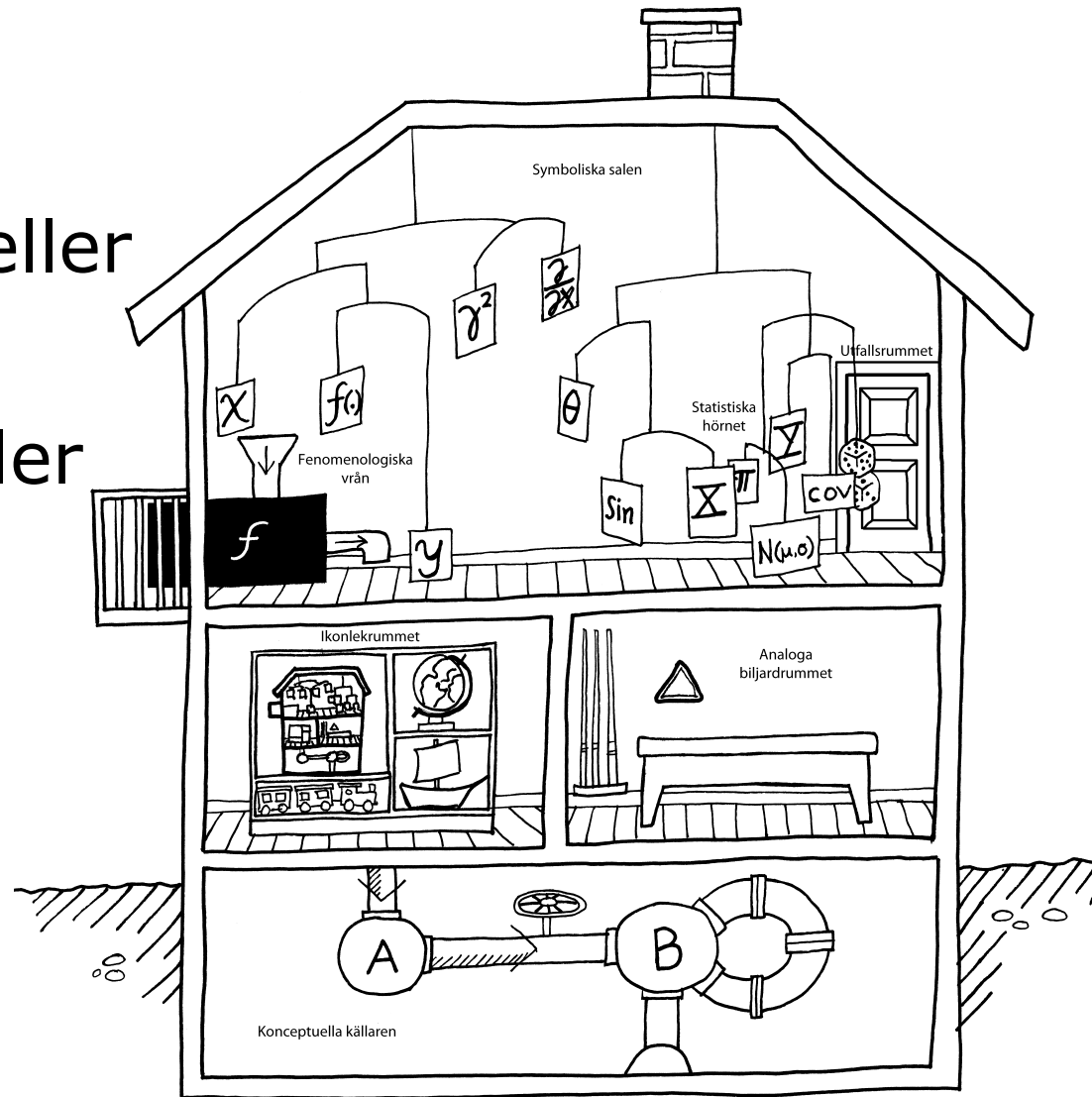
Skalning i tid

- Många modellorganismer används för att de är enkla att hantera och har kort generationstid:
 - Möss (ca. 1 månad)
 - Bananflugor (ca. 10 dagar)
 - Bakterier (ca. 10 timmar)
- Detta gör det möjligt att studera problem i evolutionsbiologi

- **Fördelar:**
 - Prediktiv utan att förenkla
 - Kan kopplas samman med beräkningsmodeller
- **Nackdelar:**
 - Dyrt och opraktiskt

Taxonomi

- Konceptuella modeller
- Ikoniska modeller
- Symboliska modeller



Från väder till kaos

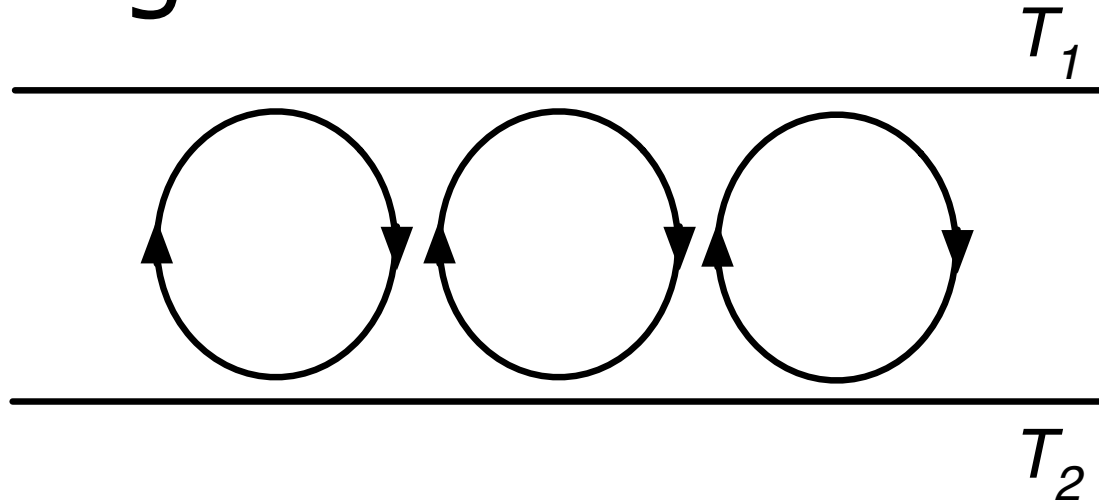
- Vädret är (åtminstone på längre tidsskalor) omöjligt att förutspå
- Det finns både praktiska och teoretiska skäl
- Navier-Stokes ekvationer uppvisar kaotiskt beteende
- *Deterministiskt* kaos uppstår också i mycket enklare system



Lorenzmodellen

- Konstruerades av Edward Lorenz på 60-talet för att studera konvektion i atmosfären
- Användes för att argumentera för att kaos existerar i vädersystem

Rayleigh-Benard konvektion

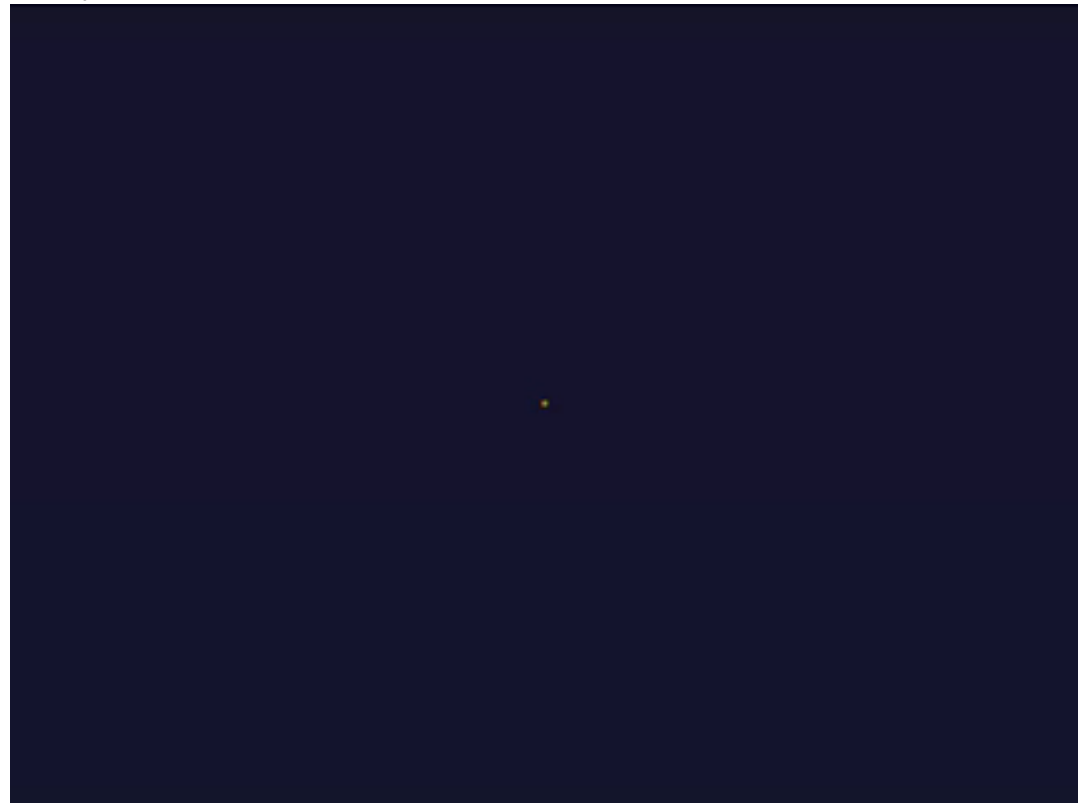
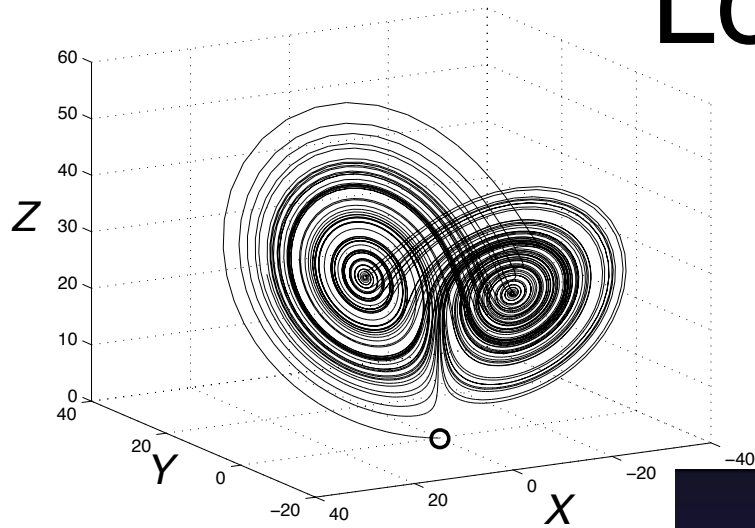


Lorenzmodellen

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dX}{dt} = -\sigma X + \sigma Y \\ \frac{dY}{dt} = rX - XZ - Y \\ \frac{dZ}{dt} = XY - bZ. \end{array} \right.$$

- X - intensiteten hos det konvektiva flödet
- Y - temperaturskillnaden
- Z - avvikelser från linjärt flöde

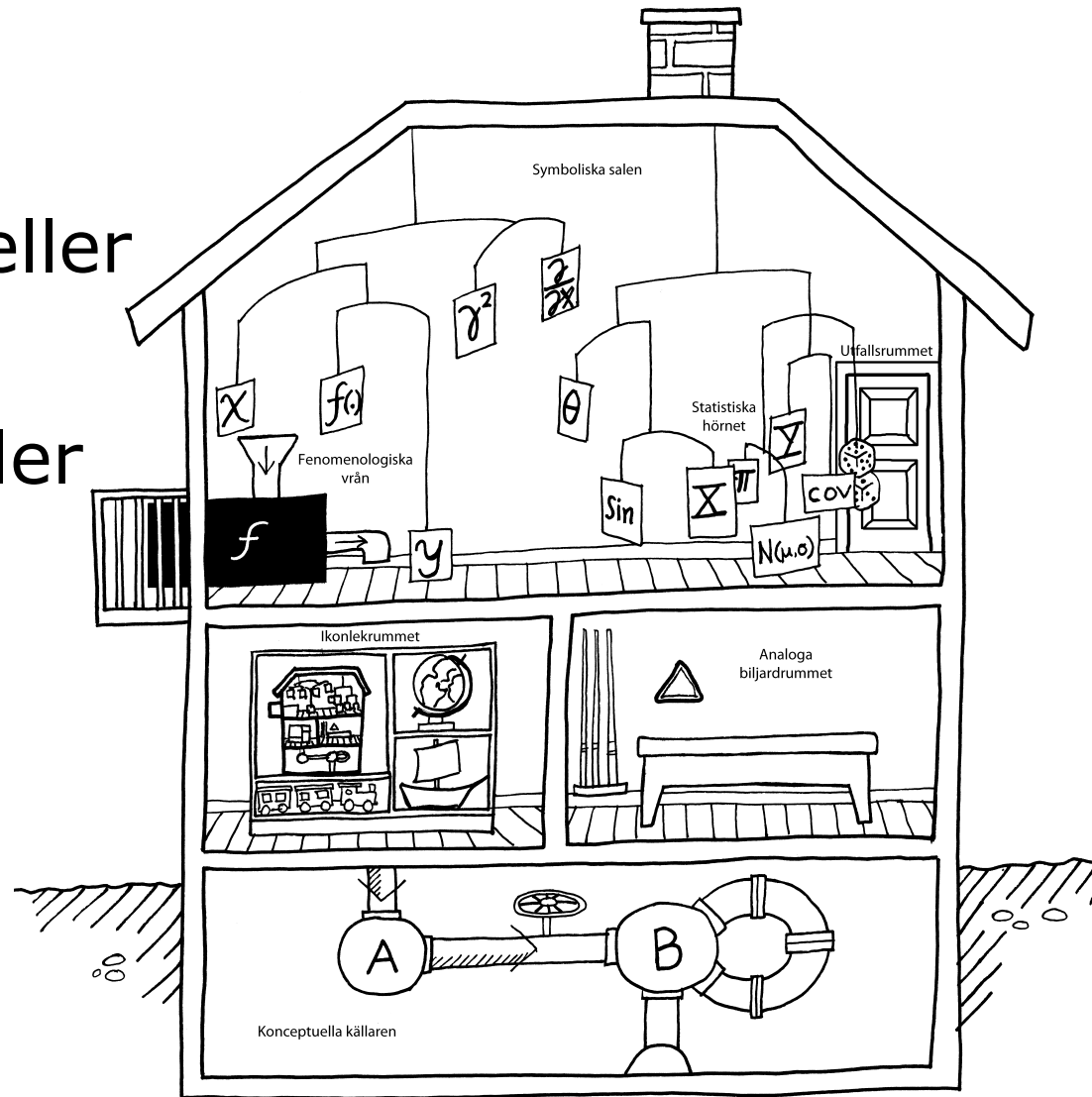
Lorenzattraktor



- Fördelar:
 - Innehållsrik modell
 - Ger en förståelse för deterministiskt kaos
- Nackdelar:
 - Ingen prediktion överhuvudtaget
 - För abstrakt?

Taxonomi

- Konceptuella modeller
- Ikoniska modeller
- Symboliska modeller
- Analoga modeller

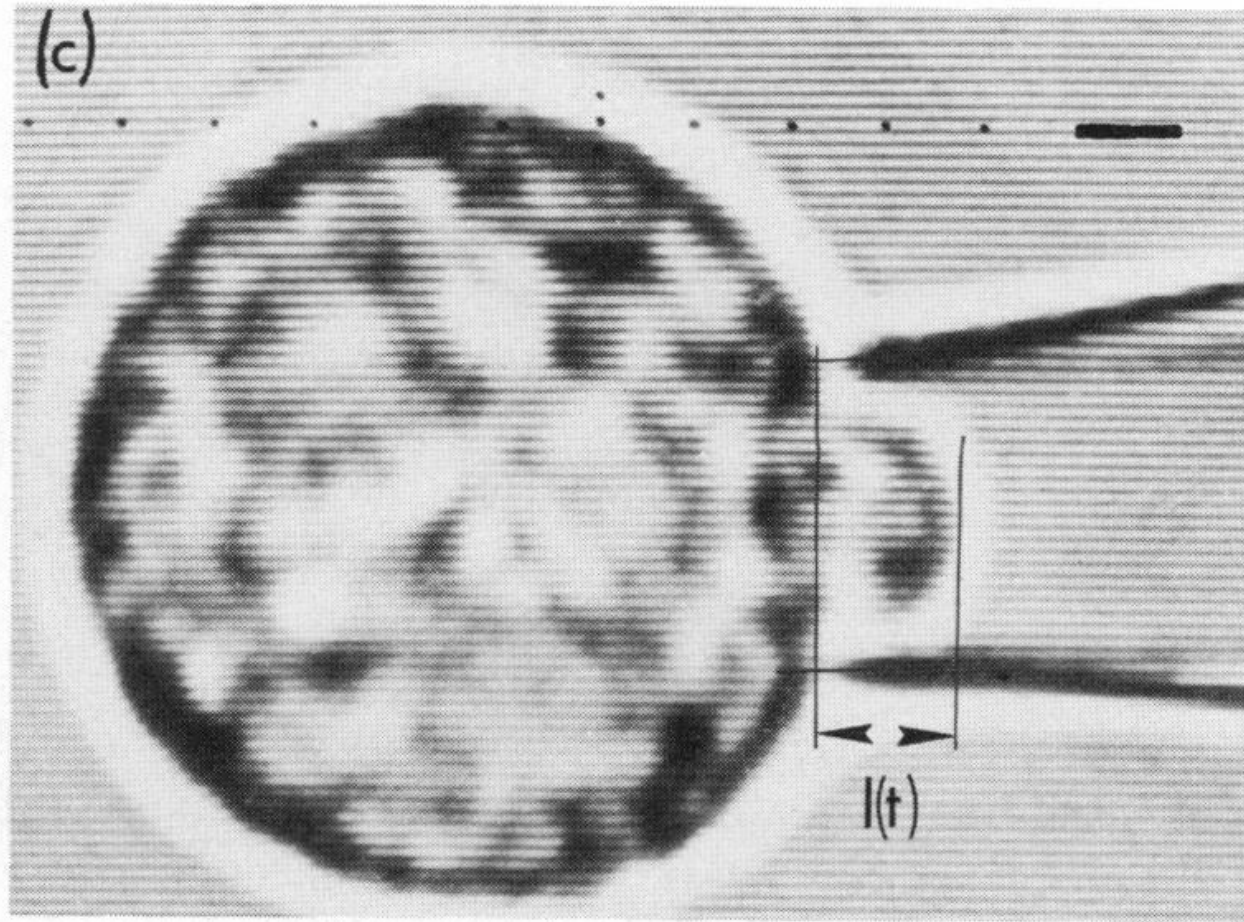


Cellers biomekanik

- Enskilda cellers mekaniska egenskaper för viktiga för att förstå blodomloppets egenskaper



Hur deformerás en cell?

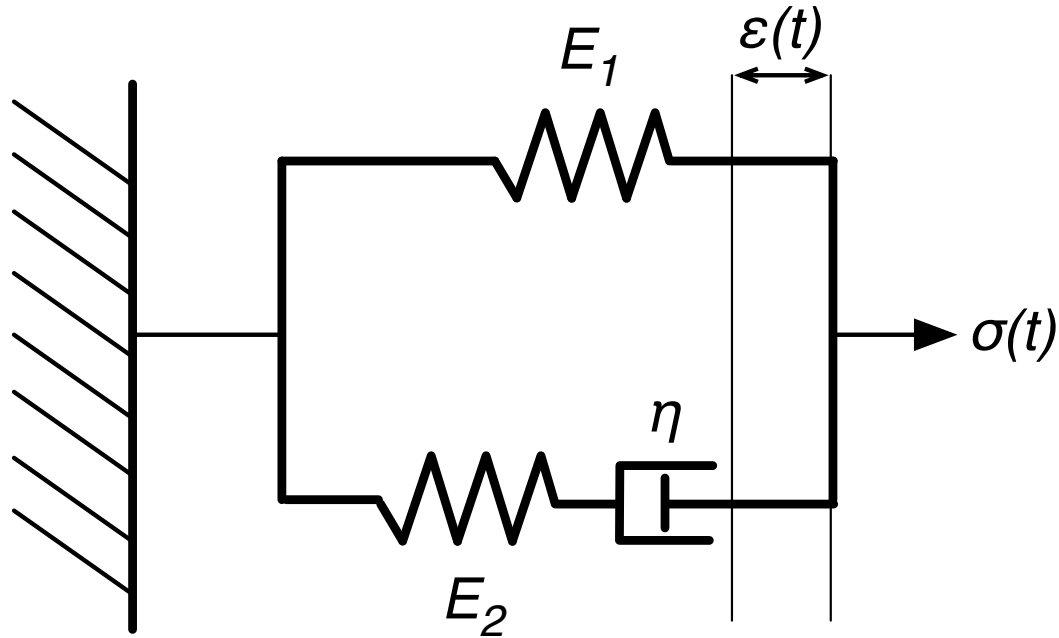


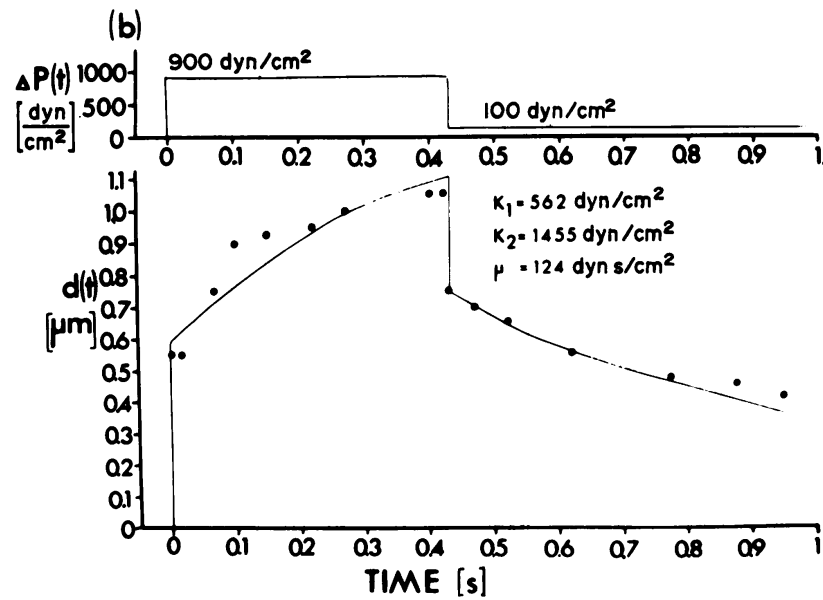
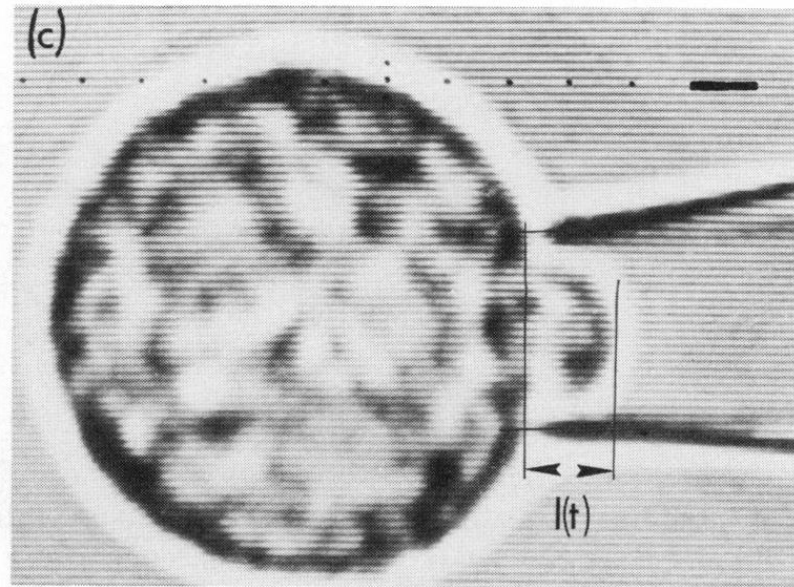
Viskoelasticitet

- Vi tänker oss cellen som ett homogent viskoelastiskt material
- Visköst - som honung så motsätter det sig deformation
- Elastiskt - som ett gummiband uppstår en återbördande kraft vid deformation
- Krypning och relaxation



Den linjära standardmodellen

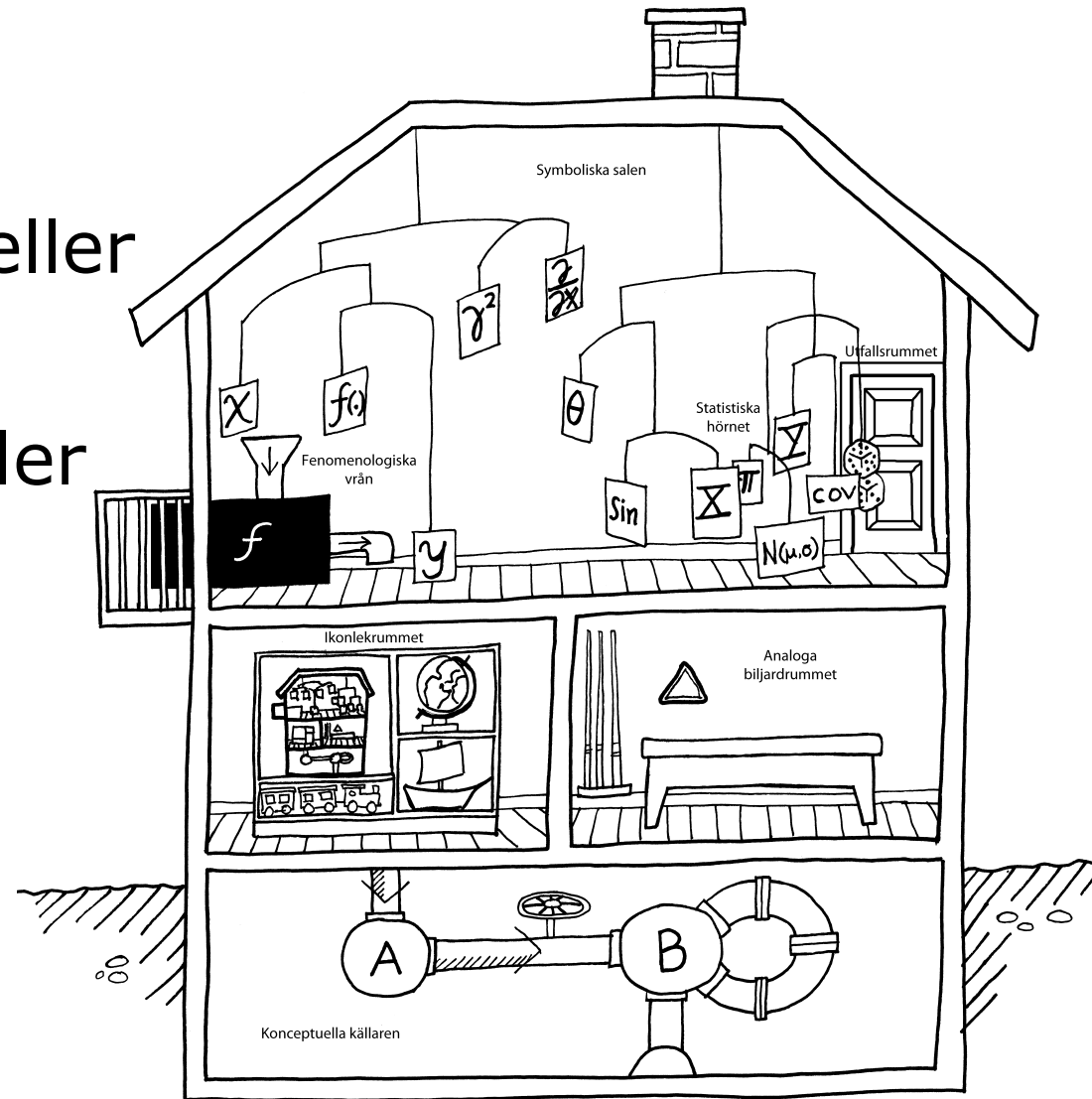




- Fördelar:
 - Mekanistisk insikt
 - Enkel
- Nackdelar:
 - Begränsad tillämpbarhet
 - Ingen strukturell likhet

Taxonomi

- Konceptuella modeller
- Ikoniska modeller
- Symboliska modeller
- Analoga modeller
- Fenomenologiska modeller



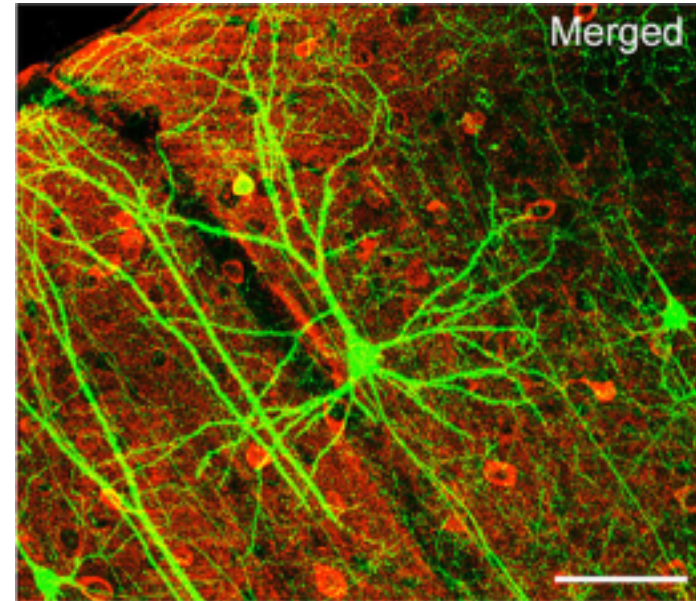
Modeller för vattenavrinning

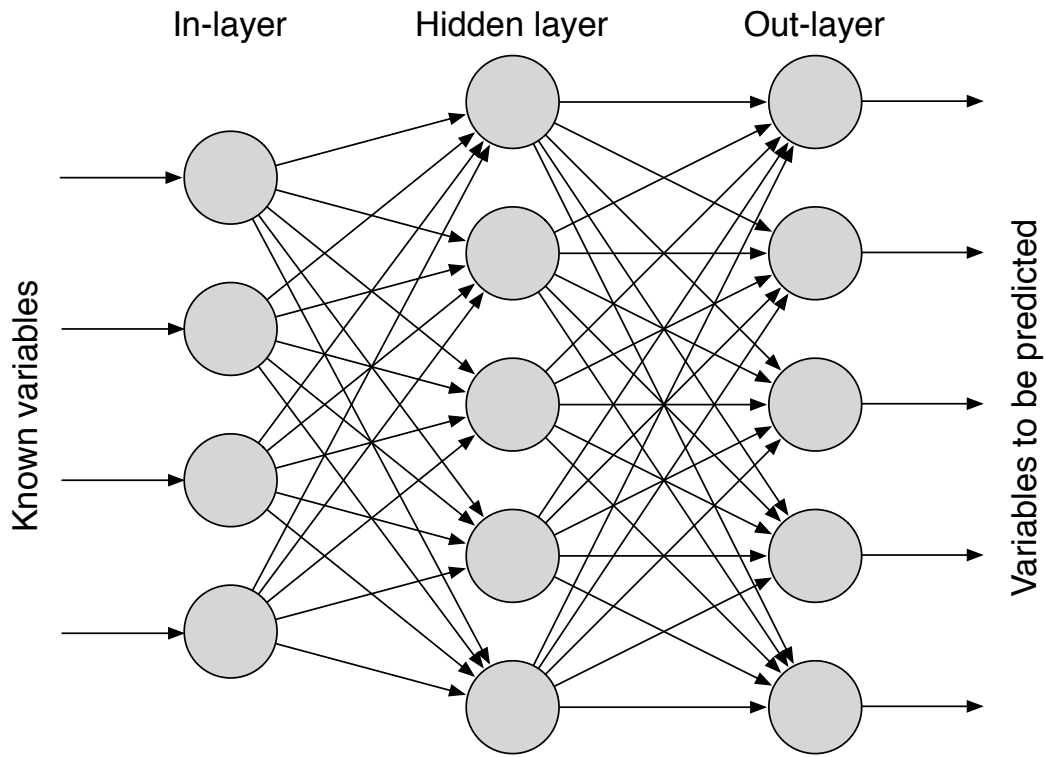
- Hydrologiska processer är ofta komplexa och spänner över flera rums- och tidsskalor
- Prediktion av vattenflöde har stor samhällsnytta



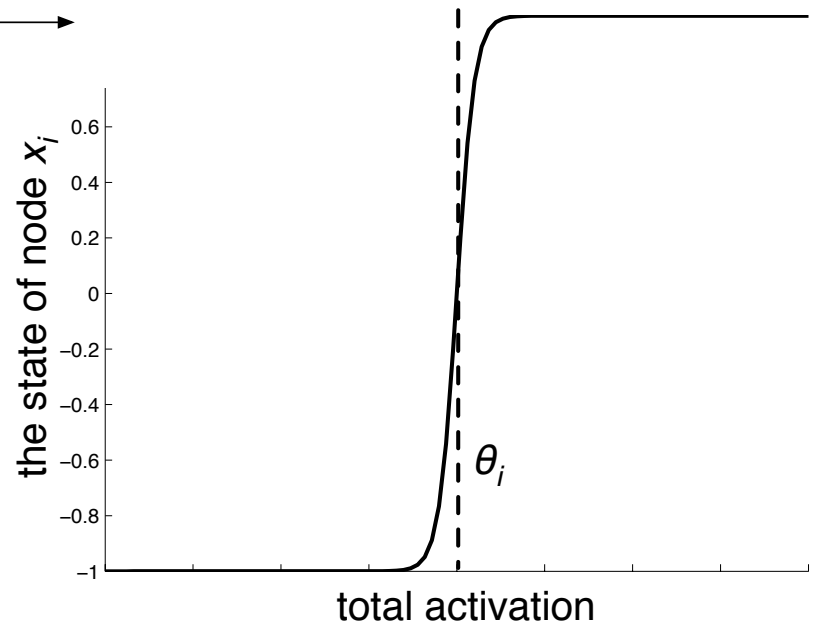
Neurala nätverk

- Inspirationen kommer från biologiska neurala nätverk, tex. hjärnor
- Ett effektivt verktyg för att förutsäga utfallet hos komplexa system (och klassificering)
- Består av artificiella neuroner som är sammanlänkade i ett nätverk



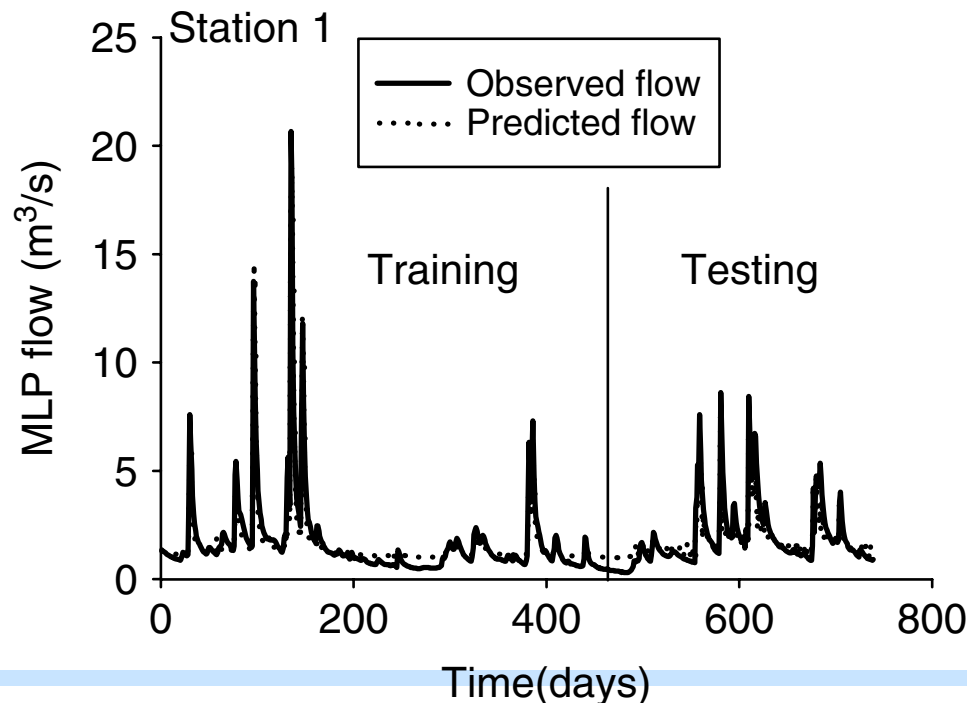


$$x_i = f \left(\sum_j W_{ij} x_j - \theta_i \right)$$



Tillämpning

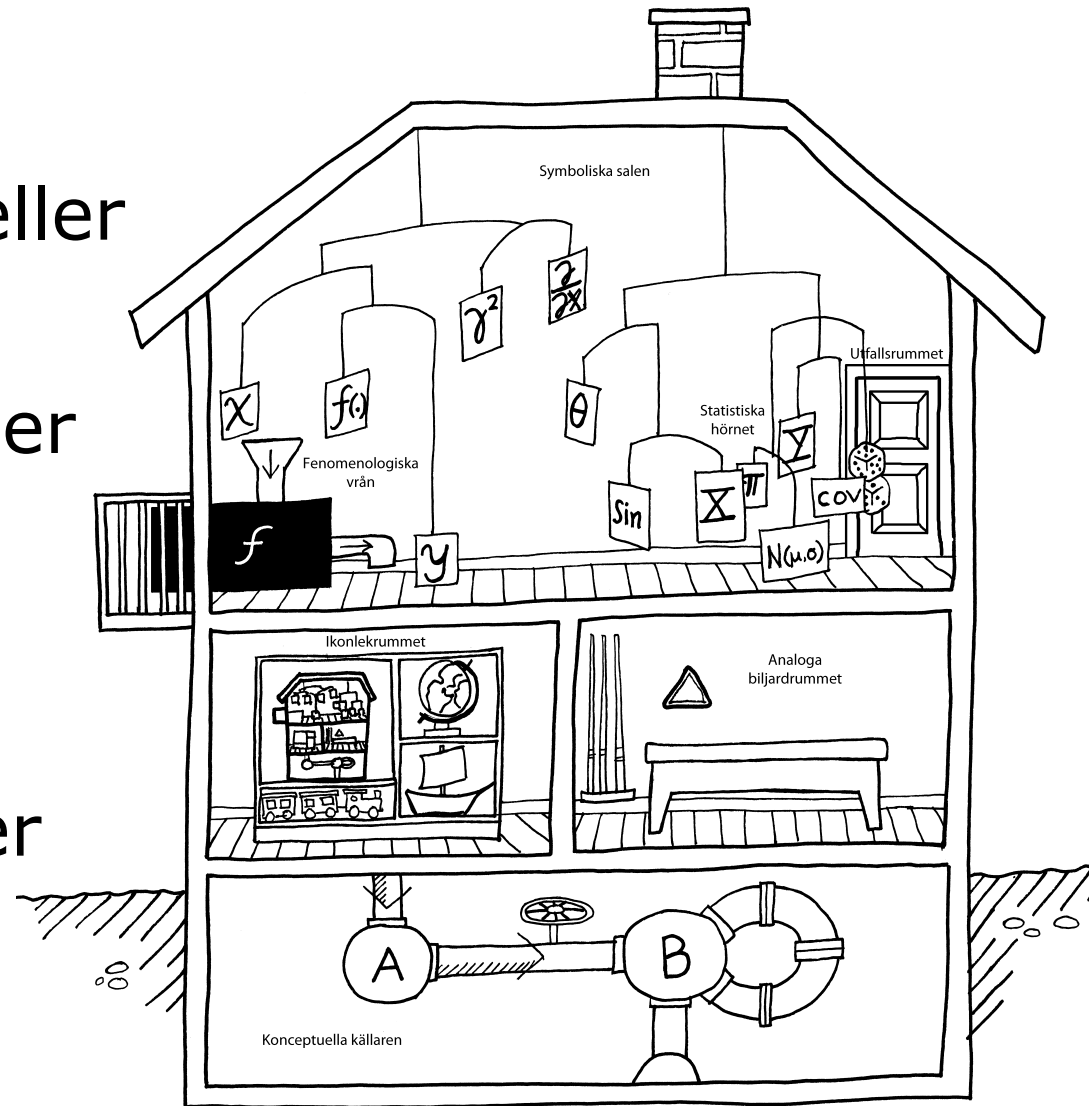
- Nätverkets dynamik beror på vikter W som justeras genom att träna nätverket
- Indata är nederbörd och flöde vid flera tidpunkter och utdata är det framtida flödet på en specifik plats



- **Fördelar:**
 - Inga förståelse för mekanismer är nödvändig
 - Beräkningsmässigt effektivt
- **Nackdelar:**
 - Endast prediktion ingen förståelse
 - Ingen teori för neurala nätverk existerar
 - Risk för över-träning

Taxonomi

- Konceptuella modeller
- Ikoniska modeller
- Symboliska modeller
- Analoga modeller
- Fenomenologiska modeller
- Statistiska modeller



Statistisk modell för genuttryck

Modell för genuttryck:

$$\frac{dy_i}{dt} = \underbrace{u_i \alpha_i \prod_{j=1}^n y_j^{w_{ij}}}_{\text{synthesis}} - \underbrace{\beta_i \prod_{j=1}^n y_j^{v_{ij}}}_{\text{decay}}, i = 1, \dots, n,$$

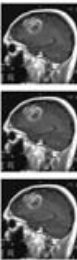
A

CNA and mRNA profiles

Modeling work flow

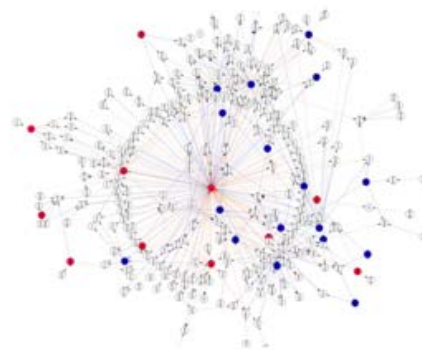
EPOC network

Derived hypotheses

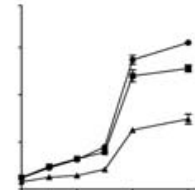


Molecular changes in each tumor:

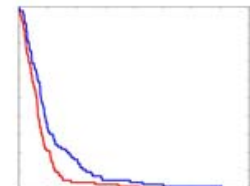
- ~10s of point mutations
- ~100s of copy number - altered genes
- ~100s of hypermethylated promoters
- ~100–1000s of altered mRNAs
- ~10–100s of altered miRNAs



Disease drivers



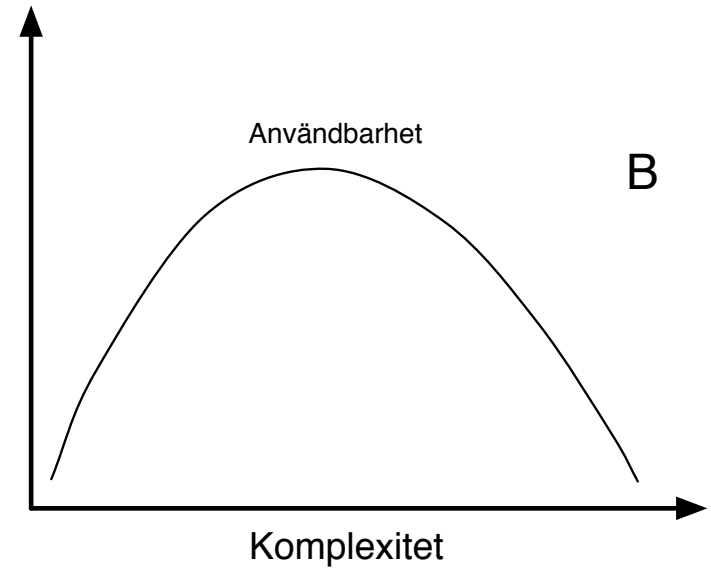
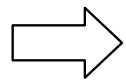
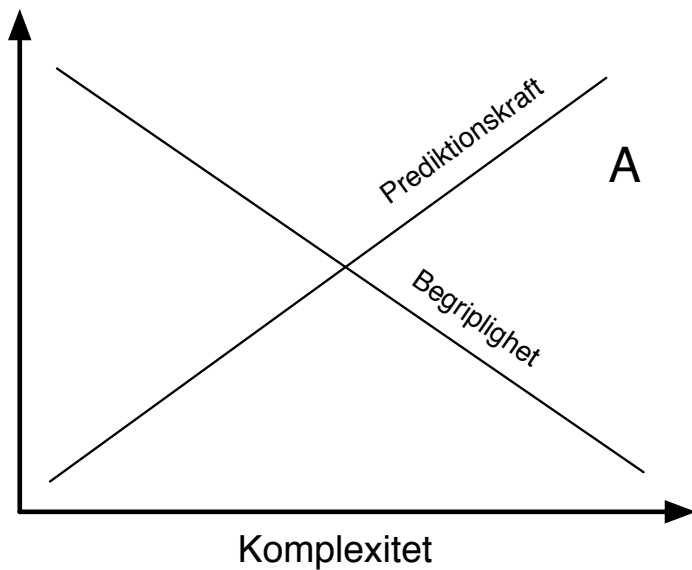
Prognostic indicators

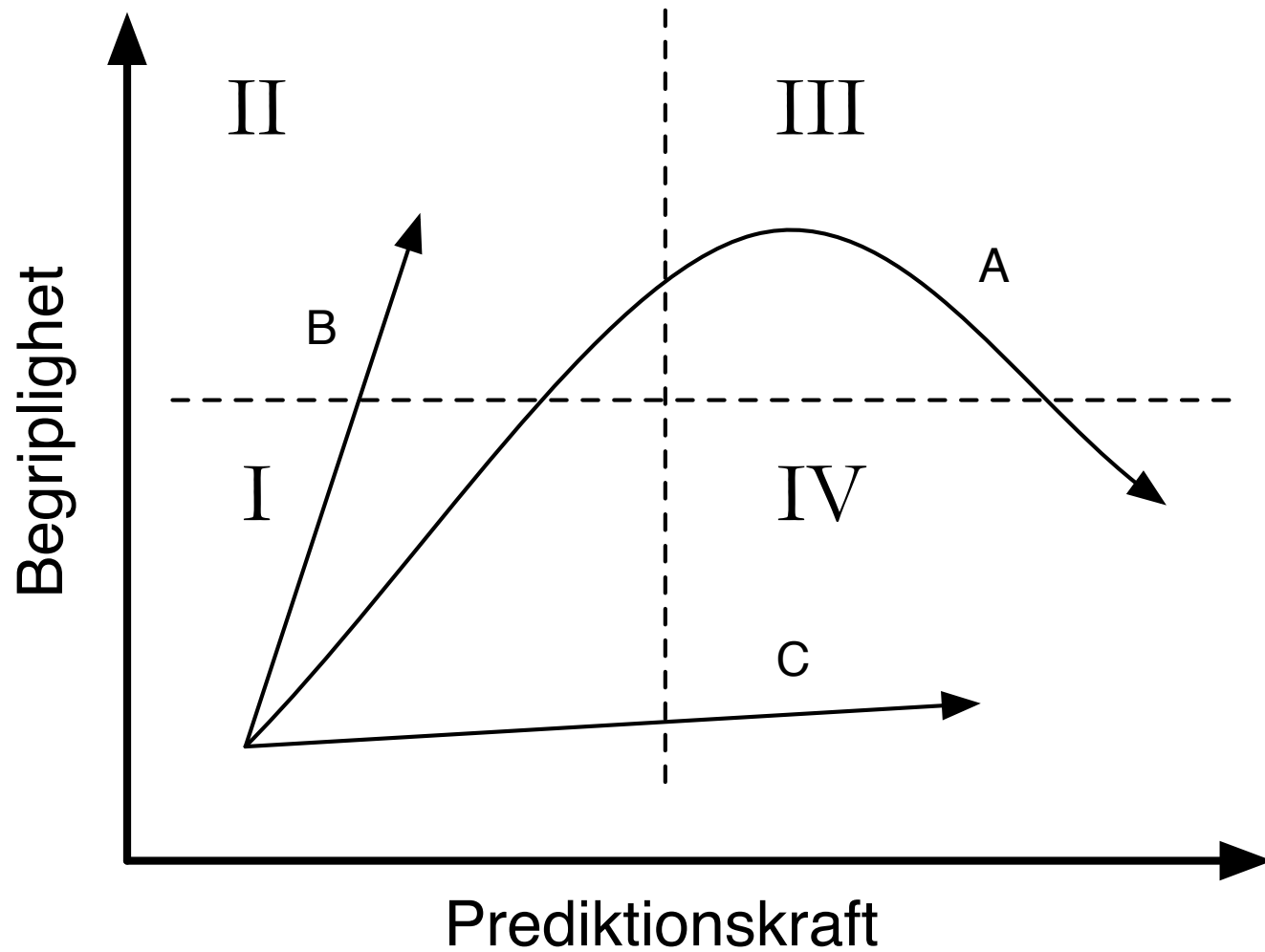


Jörnsten et al. 2011

- Fördelar:
 - Beräkningseffektivt
 - ?
- Nackdelar:
 - Endast prediktion ingen förståelse
 - Dålig noggrannhet

Begriplighet och prediktionskraft





Problemlösning enligt Polya

1. Förstå problemet
2. Tänk ut en plan
3. Genomför planen
4. Betrakta lösningen

Förstå problemet

- Vad är det som efterfrågas?
- Kan du formulera problemet med egna ord?
- Har du tillräckligt med data för att lösa problemet?
- Förstår du alla definitioner?

Tänk ut en plan

- Rita en bild
- Bestäm notation
- Kan du identifiera delproblem?
- Finns det några symmetrier?
- Har du löst ett liknande problem förut?
- Finns det någon modell/ekvation du kan använda?

Genomför planen

- Bra planering gör detta steg kortare
- Kontrollera varje steg i lösningen

Betrakta lösningen

- Är lösningen rimlig? (testa med extrema värden på parametrar)
- Finns det några andra sätt att lösa problemet?
- Förstår du lösningen intuitivt?
- Kan metoden användas för att lösa liknande problem?

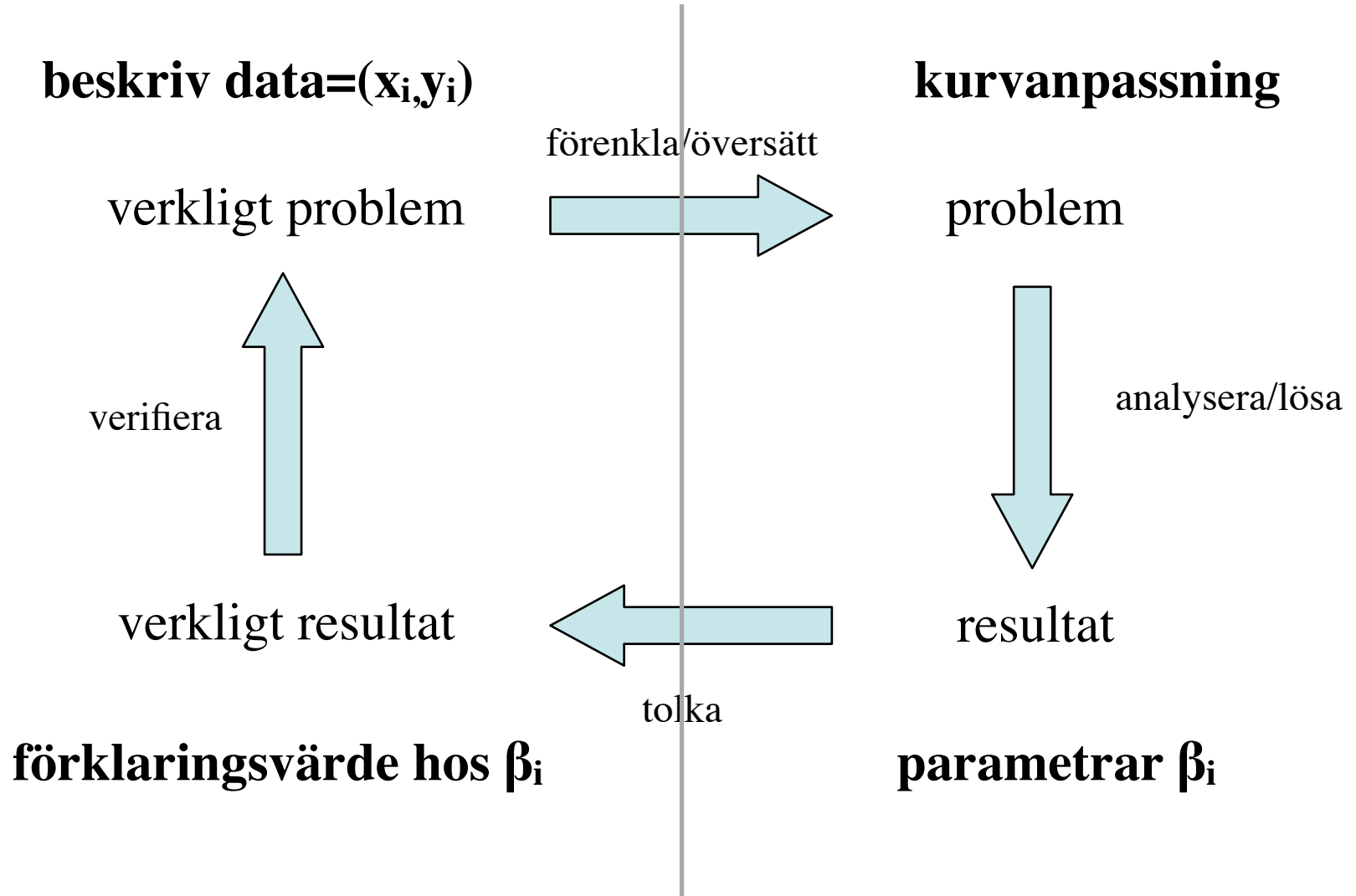
Ett exempel

1. Förstå problemet
2. Tänk ut en plan
3. Genomför planen
4. Betrakta lösningen

Modellering enligt Giordano

1. Identifiera problemet
 2. Gör antaganden
 1. Identifiera och klassificera variabler
 2. Bestäm förhållandet mellan variabler
 3. Lös modellen
 4. Verifiera lösningen
 1. Löser den problemet
 2. Är den rimlig?
 3. Testa den med verklig data
 5. Implementera modellen
-

Modelleringscykeln



Fermiproblem

- En typ av kvalificerad gissning som fått sitt namn av fysikern Enrico Fermi
- Metoden går ut på att dela upp en uppskattning i delar som uppskattas separat
- Exempel:
 - Hur många pianostämmare finns det i Sverige?
 - Hur stor andel av Göteborgs yta består av vägar?
 - Hur många hårstrån har du på huvudet?

Pianostämmare?

- Hur många pianon finns det i Sverige?
- Hur ofta behöver ett piano stämmas?
- Hur lång tid tar det att stämma ett piano?

Sammanfattning

- Taxonomi
- Problemlösning
- Fermiproblem

