

# Statistisk översikt kurs - Föreläsning 7

**Anders Fredriksson**

Statistiska Institutionen  
Stockholms Universitet

4 april 2025



Stockholm  
University

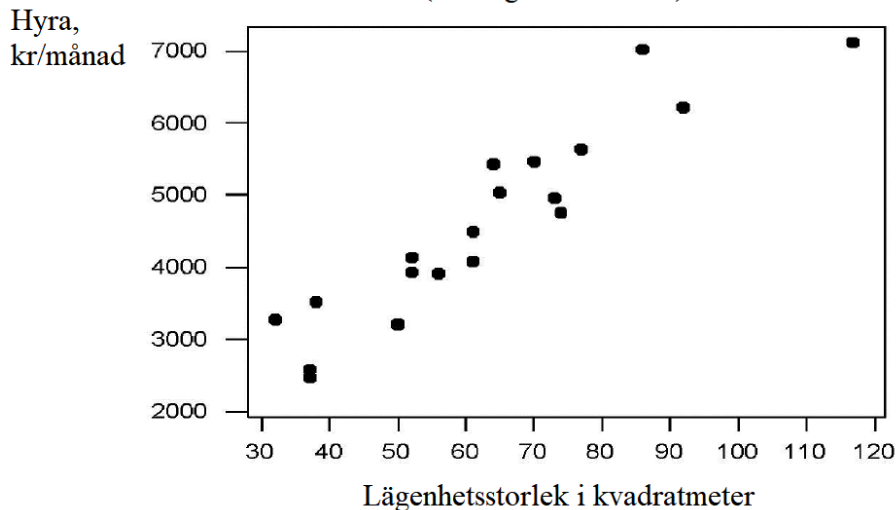
# Föreläsning 7 - innehåll (liknande innehåll på F8)

- Samband mellan variabler
  - beskriva samband
- Varians och kovarians
- Korrelation
- Linjär regression, introduktion
  - anpassa en rät linje till data (minsta kvadratmetoden)
  - "förklara  $y$  mha  $x$ "
  - vi kan ha en eller flera  $x$ -variabler
- Vi har åtminstone tre syften
  - beskriva data och samband
  - prediktion - att skatta ett  $y$ -värde för ett visst  $x$ -värde
  - inferens
- Skilj på korrelation och kausalitet



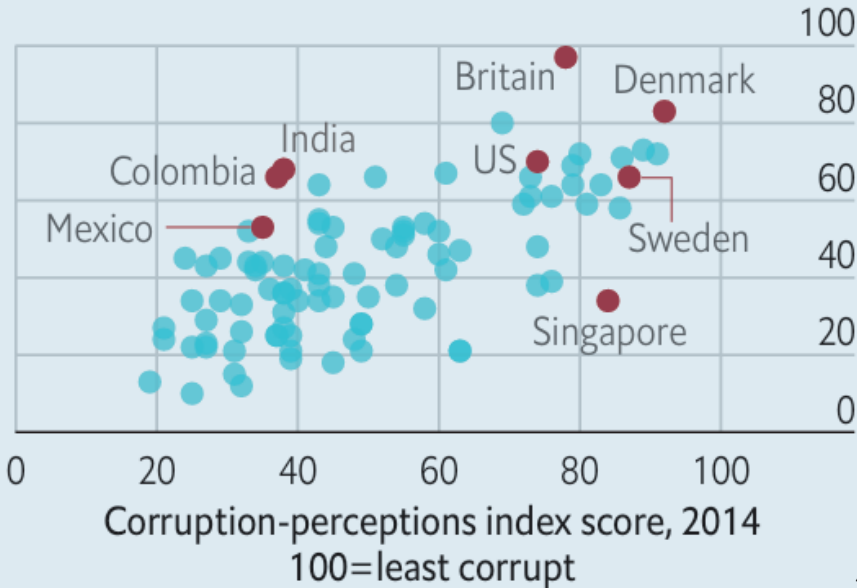
# Några spridningsdiagram - träna på att beskriva data

Hyra och storlek för några lägenheter i Uppsala  
(för några år sedan...)

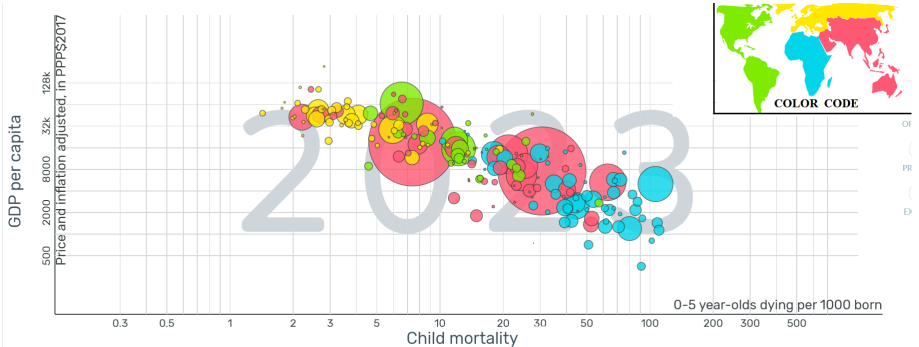


# Corruption and open data

Open-data  
index score, latest  
100=most open

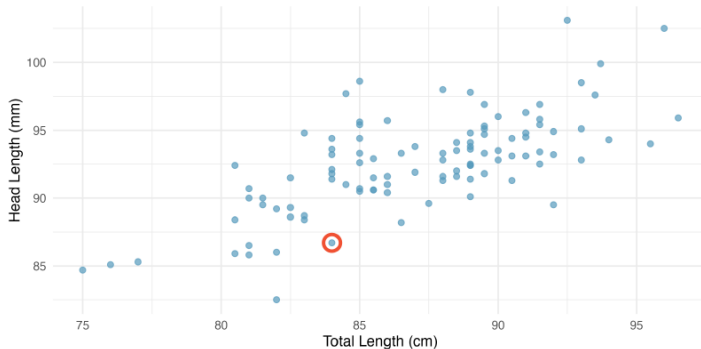


## BNP per capita och barnadödlighet (storlek på cirkel - (relativ) folkmängd)



**Källa:** Gapminder

## Head length against total length for 104 possums



**Figure 7.5:** A scatterplot showing head length against total length for 104 brushtail possums. A point representing a possum with head length 86.7 mm and total length 84 cm is highlighted.

# Samband mellan två variabler

- Ofta är vi intresserade av om två variabler "har med varandra att göra", om de är **relaterade, associerade**
- Ex: Lön och utbildning, vikt och längd, tillväxt och skattesats
- Om vi är intresserade av hur en variabel (ex: lön) "beror av" en annan variabel (ex: utbildning) kan vi kalla dessa
  - **y-variabel** och **x-variabel**
  - Mer formellt: **responsvariabel** och **förklaringsvariabel**
  - Förekommer också: **utfallssvariabel** och **prediktorvariabel**
  - Annan (inte så bra) terminologi: beroende variabel och oberoende variabel
  - På engelska (i olika varianter): y - x, explained - explanatory, response - predictor, dependent - independent
- I praktiken används terminologin även när vi inte har kausala samband (mer om detta följer)



# Vi behöver begrepp och mått för att beskriva samvariation

- Titta först på formeln för varians (F2, en variabel):
- **Variansen** av  $n$  värden  $x_1, x_2, \dots, x_n$  skrivs som  $s_x^2$  och ges av:

$$\text{Var}(x) = s_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(x_i - \bar{x})$$

- "Byt ut" en av faktorerna (ena parenteserna) till y-variabeln

$$\text{Covar}(x,y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

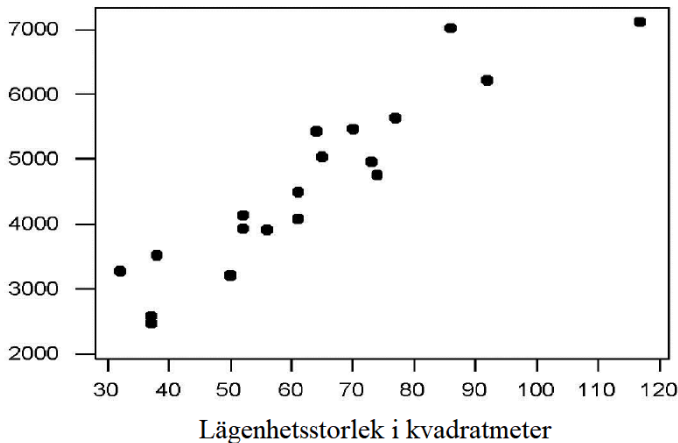
- **Kovariansen** (covariance) är ett mått på hur mycket  $x$  och  $y$  samvarierar



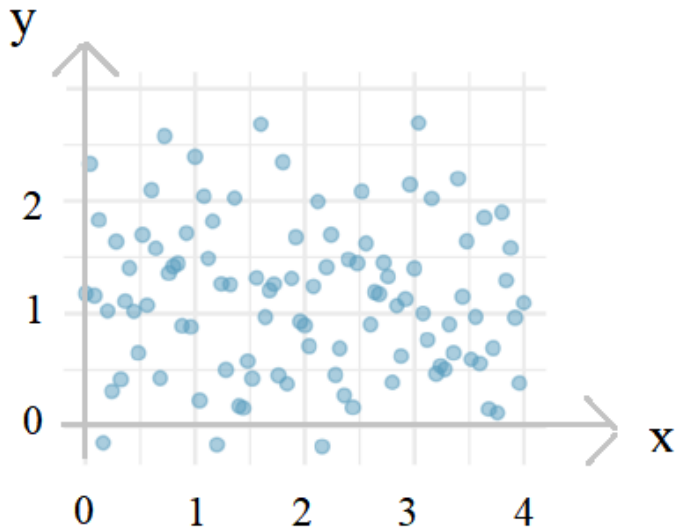
Om  $y$  är stor (i förhållande till sitt medelvärde) när  $x$  är stor blir kovariansen stor

Hyra och storlek för några lägenheter i Uppsala  
(för några år sedan...)

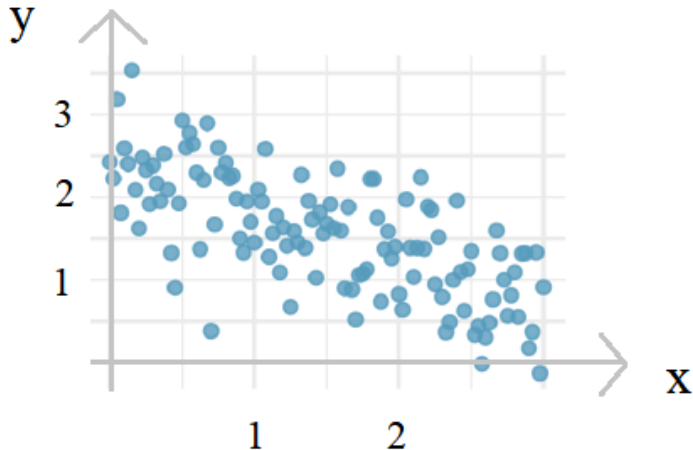
Hyra,  
kr/månad



Om  $y$  varierar oberoende av  $x$  blir kovariansen liten



Om  $y$  är liten när  $x$  är stor, och vice versa, blir kovariansen stor och negativ



- Ett potentiellt problem om vi vill beskriva samband är att kovariansen beror på urvalsstorleken och på vilken enhet x och y mäts i
- Om vi justerar kovariansformeln genom att dividera med standardavvikelserna, enligt nedan, får vi ett mått som alltid ligger mellan -1 och 1

$$\text{Corr}(x,y) = r = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{x})}{s_x} \frac{(y_i - \bar{y})}{s_y}$$

- Vi har tagit fram **korrelationskoefficienten** (kallad r)
- Används för att beskriva **linjära samband**

# Exempel på data och storlek på korrelationskoefficienter

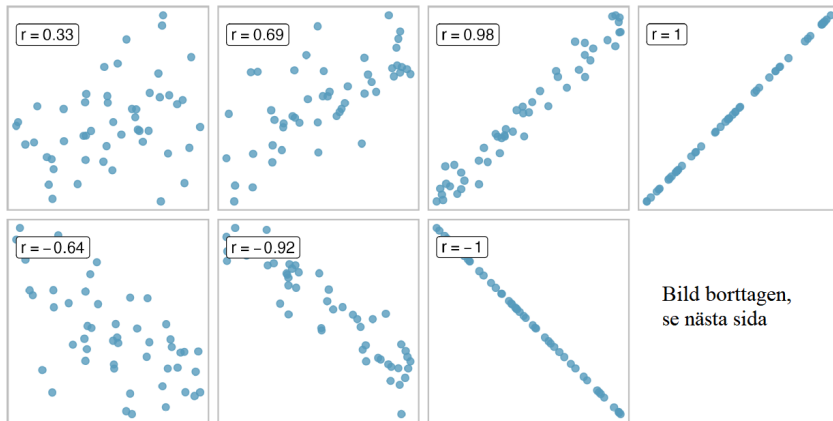
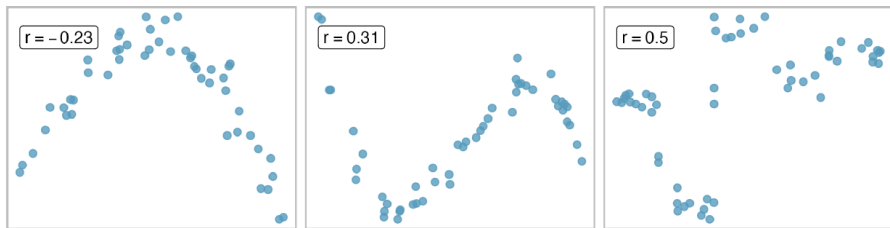


Bild borttagen,  
se nästa sida

**Figure 7.10:** Sample scatterplots and their correlations. The first row shows variables with a positive relationship, represented by the trend up and to the right. The second row shows variables with a negative trend, where a large value in one variable is associated with a lower value in the other.

# Vad säger korrelationskoefficienten i dessa fall?



**Figure 7.11:** Sample scatterplots and their correlations. In each case, there is a strong relationship between the variables. However, because the relationship is not linear, the correlation is relatively weak.

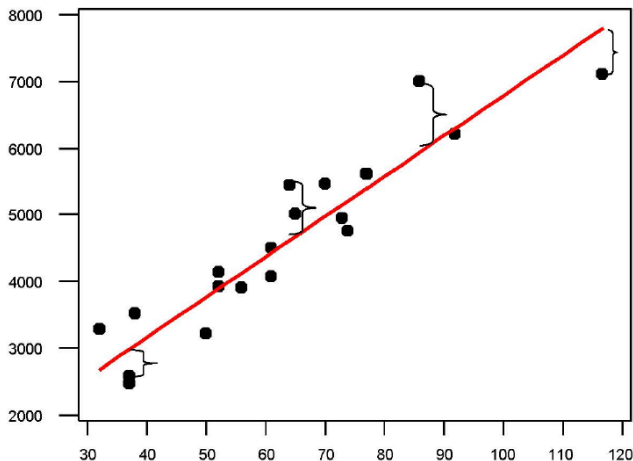
# Vi går vidare och vill skatta hur ett linjärt samband ser ut

- Vi vill ta fram "den bästa" linje som karakteriserar hur sambandet mellan  $y$  och  $x$  ser ut - **Enkel linjär regression** (simple linear regression)
- Det finns olika sätt att göra en sådan skattning
- Vi väljer den linje för vilken summan av de kvadrerade avstånden, i  $y$ -led, mellan respektive datapunkt och linjen, är så liten som möjligt
- Metoden kallas **minsta kvadratmetoden** (Least Squares)
- Vi får fram en rät linje som vi bland annat kan använda för att prediktera - skatta  $y$  för ett nytt  $x$ -värde

# Illustration, minsta kvadratmetoden

Hyra och storlek för några lägenheter i Uppsala  
(för några år sedan...)

Hyra,  
kr/månad



Lägenhetsstorlek i kvadratmeter



# Vi analyserar i R, definiera data

```
Uppsala1data <- data.frame(  
  yta=c(61, 50, 32, 74, 61, 70, 52, 64, 65, 38, 37,  
        37, 50, 117, 86, 50, 73, 77, 52, 56, 92),  
  hyra=c(4490, 3211, 3265, 4750, 4063, 5471, 4120,  
        5432, 5020, 3512, 2456, 2560, 3179, 7110,  
        7019, 3199, 4953, 5623, 3919, 3898, 6219))
```

# Vi kör en regression i R (mer detaljer och analys på F8)

```
> Uppsalamodell1 <- lm(hyra~yta, data=Uppsaladata)
> summary(Uppsalamodell1)
```

```
Call:
lm(formula = hyra ~ yta, data = Uppsaladata)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-693.28	-450.36	-70.95	364.44	1092.24

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	720.923	370.244	1.947	0.0665
yta	60.533	5.713	10.595	2.06e-09 ***

---

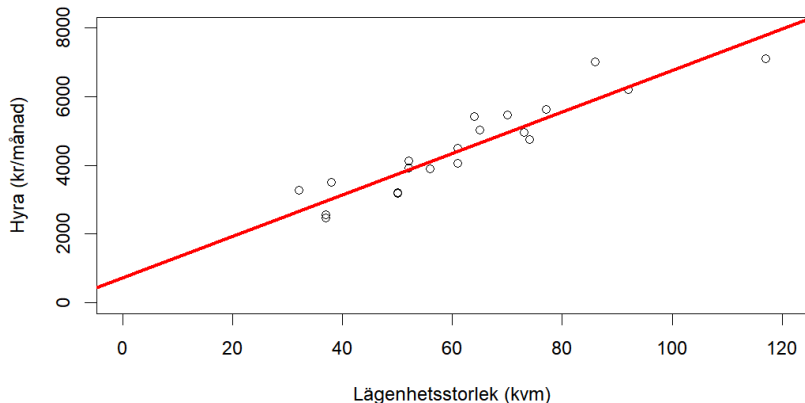
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 525.5 on 19 degrees of freedom  
Multiple R-squared: 0.8553      Adjusted R-squared: 0.8476  
F-statistic: 112.3 on 1 and 19 DF, p-value: 2.057e-09



# Skattad regressionslinje

Hyra och storlek för 21 lägenheter i Uppsala, samt regressionslinje



# Korrelation är inte samma som kausalitet.

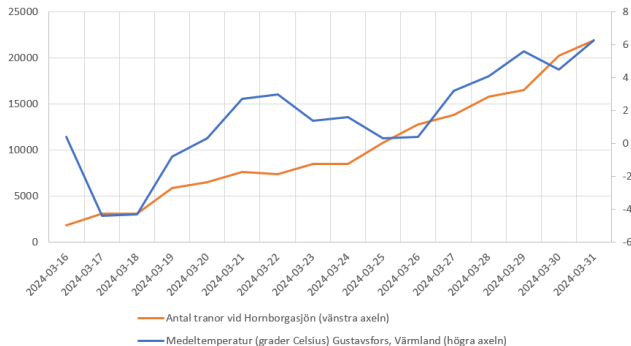
## Regressionssamband är inte samma som kausalitet.

- **Kausalitet** - orsakssamband, "x orsakar y"
- Vi har sett spridningsdiagram på exv. lägenhetsstorlek och hyra, korruptionsmått och datatillgång, BNP/capita och barnadödlighet
- Kan vi säga något om kausalitet?
- På F3 diskuterade vi observationsstudier och experiment, och skillnader gällande vad vi eventuellt kan säga om kausalitet
- Om kausalitet, se kursboken, kap. 1-2, kapitel 7.2.3, 12.1, 16.1.1 (samma exempel som i F5)
- Vi skulle kunna ha kausala samband (medicin orsakar hälsoförbättring), men vi kan inte avgöra om vi har kausalitet med bas enbart i ett dataset, en korrelationskoefficient eller ett regressionsresultat.

# Se upp för skensamband (spurious correlation)

- Tranor "mellanlandar" i Västergötland på väg till bla. Värmland
- Korrelation mellan temperatur i Värmland och antal tranor vid Hornborgasjön, i grafen, är  $>0.8$  (Källor: SMHI, Naturum)

Antal tranor vid Hornborgasjön och temperatur i Värmland, två veckor i mars 2024



- Google "spurious correlation" för kända exempel!

Denna version av dokumentet: 2025-04-04

Materialet i Statistisk översikt kurs har tagits fram av Ulf Högnäs och Anders Fredriksson, med inspiration och ibland direkt användande av material från andra kurser och personer, bland annat kurserna Statistik och dataanalys 1-3, med material av Michael Carlson, Ellinor Fackle Fornius, Jessica Franzén, Oskar Gustafsson, Oscar Oelrich, Mona Sfaxi, Karl Sigfrid, Mattias Villani, med flera.

