

# Regressions- och tidsserieanalys

## Föreläsning 1 - Introduktion till kursen. Motivation.

**Mattias Villani**

Statistiska institutionen  
Stockholms universitet



[mattiasvillani.com](http://mattiasvillani.com)



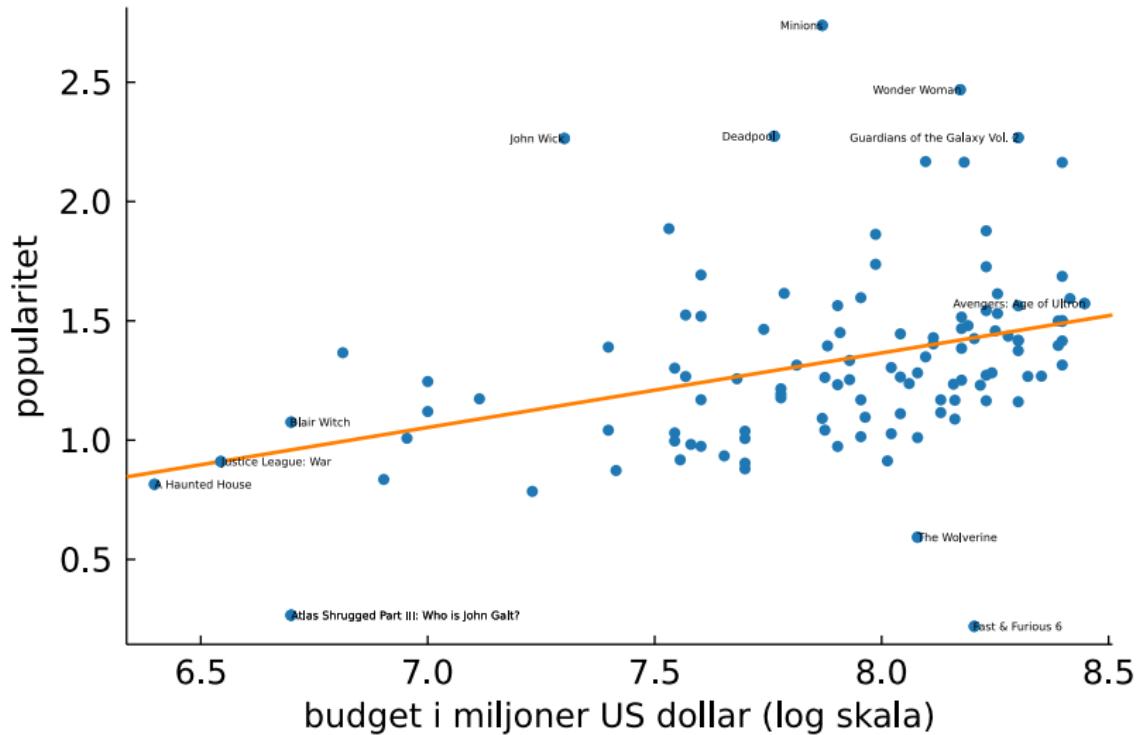
@matvil



# Översikt

- Kursens [kursplan](#) på Athena.
- Slides ligger på denna [webbsida](#) (länkat från Athena).
- **Kursstruktur** för Del 1 - Regressions- och tidsserieanalys:
  - ▶ Föreläsningar F1-F12 ([Mattias Villani](#))
  - ▶ Övningar Ö1-Ö6 ([Maria Anna Di Lucca](#) och [Mona Sfaxi](#))
  - ▶ Datorövningar D1-D3 ([Maria Anna Di Lucca](#) och [Mona Sfaxi](#))
- **Delar:**
  - ▶ Regressionsanalys
  - ▶ Tidsserieanalys
- **Examination**
  - ▶ Inlämningsuppgift i regressions- och tidsserieanalys, 3 hp
  - ▶ Salstentamen, 4.5 hp

# Är dyra filmer mer populära? 2013-2017



# Regressionsproblem finns överallt

- Regression analyserar **samband mellan variabler**:

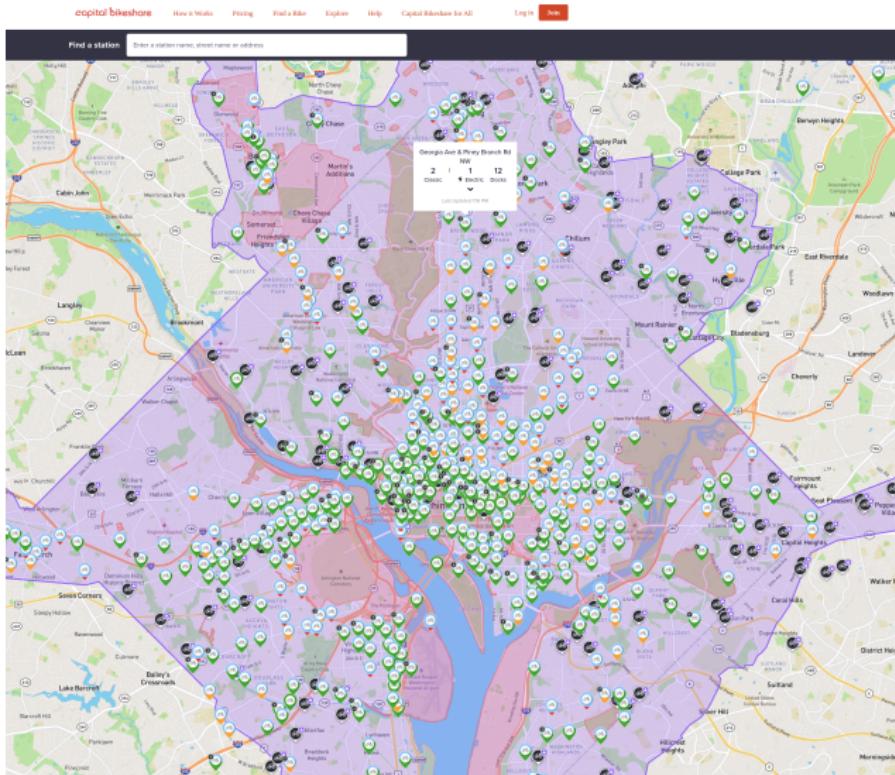
- ▶ Företags marknadsföringsbudget ( $x$ ) och försäljning ( $y$ ).
- ▶ Dos av smärtstillande ( $x$ ) och upplevd smärtlindring ( $y$ ).
- ▶ Studietimmar ( $x$ ) och tentaresultat ( $y$ ).
- ▶ Kvadratmeter ( $x$ ) och bostadrättspris ( $y$ ).
- ▶ Ränta ( $x$ ) och inflation ( $y$ ).

- Regression handlar om **korrelation**. **Samvariation**.

- Samband kan utnyttjas för att göra **prediktioner**. 😍

- Korrelation innebär inte **kausala samband** (orsak → verkan).

# Cykelpool i Washington DC



# Cykelpool

- Företag som hyr ut cyklar vill
  - ▶ **förstå vilka faktorer** som påverkar användandet
  - ▶ **göra prediktioner** på kort och lång sikt över användandet
  - ▶ **fatta beslut** om hur många cyklar de ska ha i poolen.
- Data:
  - ▶ 2 års data på antalet uthyrda cyklar per dag
  - ▶ Väderinformation
  - ▶ Helger, ledigheter etc
- Originaldata inkl beskrivning finns [här](#).
- Ännu mer data, även i realtid, finns [här](#).
- Delmängd av data som jag använder finns:
  - ▶ [här](#) i CSV format.
  - ▶ I R-paketet **SUdatasets bike**.

# Cykelpool - data i CSV format

```
1 dteday,season,yr,mnth,holiday,weekday,workingday,weathersit,temp,hum,windspeed,nRides
2 2011-01-01,1,0,1,0,6,0,2,0.344167,0.805833,0.160446,985
3 2011-01-02,1,0,1,0,0,0,2,0.363478,0.696087,0.248539,801
4 2011-01-03,1,0,1,0,1,1,1,0.196364,0.437273,0.248309,1349
5 2011-01-04,1,0,1,0,2,1,1,0.2,0.590435,0.160296,1562
6 2011-01-05,1,0,1,0,3,1,1,0.226957,0.436957,0.1869,1600
7 2011-01-06,1,0,1,0,4,1,1,0.204348,0.518261,0.0895652,1606
8 2011-01-07,1,0,1,0,5,1,2,0.196522,0.498696,0.168726,1510
9 2011-01-08,1,0,1,0,6,0,2,0.165,0.535833,0.266804,959
10 2011-01-09,1,0,1,0,0,0,1,0.138333,0.434167,0.36195,822
11 2011-01-10,1,0,1,0,1,1,1,0.150833,0.482917,0.223267,1321
12 2011-01-11,1,0,1,0,2,1,2,0.169091,0.686364,0.122132,1263
13 2011-01-12,1,0,1,0,3,1,1,0.172727,0.599545,0.304627,1162
14 2011-01-13,1,0,1,0,4,1,1,0.165,0.470417,0.301,1406
15 2011-01-14,1,0,1,0,5,1,1,0.16087,0.537826,0.126548,1421
16 2011-01-15,1,0,1,0,6,0,2,0.233333,0.49875,0.157963,1248
17 2011-01-16,1,0,1,0,0,0,1,0.231667,0.48375,0.188433,1204
18 2011-01-17,1,0,1,1,1,0,2,0.175833,0.5375,0.194017,1000
19 2011-01-18,1,0,1,0,2,1,2,0.216667,0.861667,0.146775,683
20 2011-01-19,1,0,1,0,3,1,2,0.292174,0.741739,0.208317,1650
21 2011-01-20,1,0,1,0,4,1,2,0.261667,0.538333,0.195904,1927
22 2011-01-21,1,0,1,0,5,1,1,0.1775,0.457083,0.353242,1543
23 2011-01-22,1,0,1,0,6,0,1,0.0591304,0.4,0.17197,981
24 2011-01-23,1,0,1,0,0,0,1,0.0965217,0.436522,0.2466,986
25 2011-01-24,1,0,1,0,1,1,1,0.0973913,0.491739,0.15833,1416
26 2011-01-25,1,0,1,0,2,1,2,0.223478,0.616957,0.129796,1985
27 2011-01-26,1,0,1,0,3,1,3,0.2175,0.8625,0.29385,506
28 2011-01-27,1,0,1,0,4,1,1,0.195,0.6875,0.113837,431
29 2011-01-28,1,0,1,0,5,1,2,0.203478,0.703062,0.1233,1167
```

# Cykelpool - data i tabellform

```
> head(bike)
```

|   | dteday     | season | yr | mnth | holiday | weekday | workingday | weathersit | temp       | hum      | windspeed | nRides |
|---|------------|--------|----|------|---------|---------|------------|------------|------------|----------|-----------|--------|
| 1 | 2011-01-01 | 1      | 0  | 1    | 0       | 6       | 0          | 0          | 2 0.344167 | 0.805833 | 0.1604460 | 985    |
| 2 | 2011-01-02 | 1      | 0  | 1    | 0       | 0       | 0          | 0          | 2 0.363478 | 0.696087 | 0.2485390 | 801    |
| 3 | 2011-01-03 | 1      | 0  | 1    | 0       | 0       | 1          | 1          | 1 0.196364 | 0.437273 | 0.2483090 | 1349   |
| 4 | 2011-01-04 | 1      | 0  | 1    | 0       | 0       | 2          | 1          | 1 0.200000 | 0.590435 | 0.1602960 | 1562   |
| 5 | 2011-01-05 | 1      | 0  | 1    | 0       | 0       | 3          | 1          | 1 0.226957 | 0.436957 | 0.1869000 | 1600   |
| 6 | 2011-01-06 | 1      | 0  | 1    | 0       | 0       | 4          | 1          | 1 0.204348 | 0.518261 | 0.0895652 | 1606   |

- dteday: datum (dag) för observationen.
- nRides: antal uthyrningar för en given dag.
- temp: (normaliserad, 0 är kallast, 1 är varmaste).
- hum: luftfuktighet (normaliserad)
- windspeed: vindhastighet (normaliserad)
- season: (vinter = 1, vår = 2, sommar = 3, höst = 4).

# Cykelpool - hjälpen i SUdatasets paketet: ?bike

```
bike {SUdatasets}

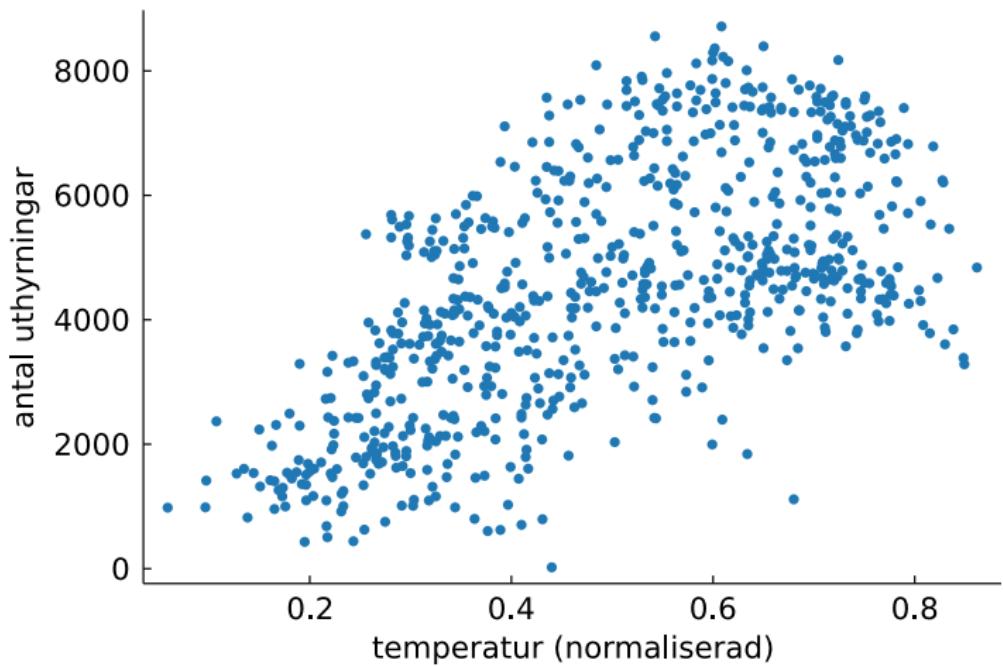
Number of daily rides for a bike share company in Washington D.C.

Description
A dataset containing the number of rides per day and other attributes over the course of 2 years

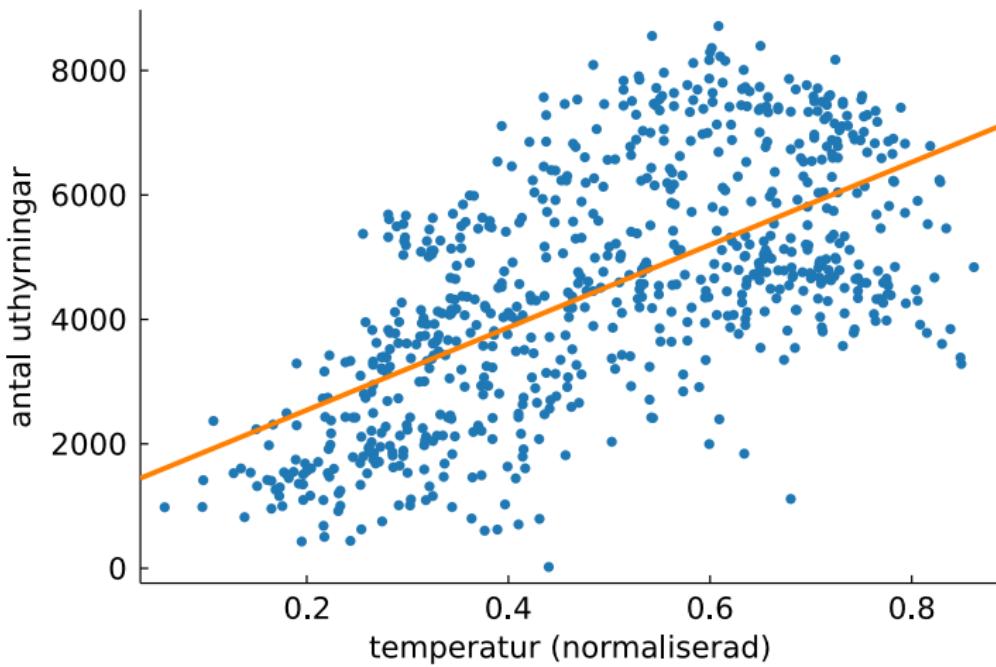
Usage
bike

Format
A data frame with 731 rows and 12 variables:
dteday
    date in YYYY-MM-DD format
season
    categorical variable (1="winter", 2 = "spring", 3 = "summer", 4 = "fall")
yr
    year (0="2011", 1 = "2012")
mnth
    month from 1-12 where 1 = "January"
holiday
    binary variable for public holidays
weekday
    day of the week 0-6, 0 =="Sunday"
workingday
    binary variable for working days (=1)
weathersit
    categorical variable (1="clear", 2 = "mist", 3 = "light snow")
temp
    continuous temperature variable, normalized between 0,1
hum
    continuous humidity variable, normalized between 0,1
windspeed
    continuous windspeed variable, normalized between 0,1
...
Source
https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/bike+sharing+dataset
```

## Förklarande variabel: temperatur



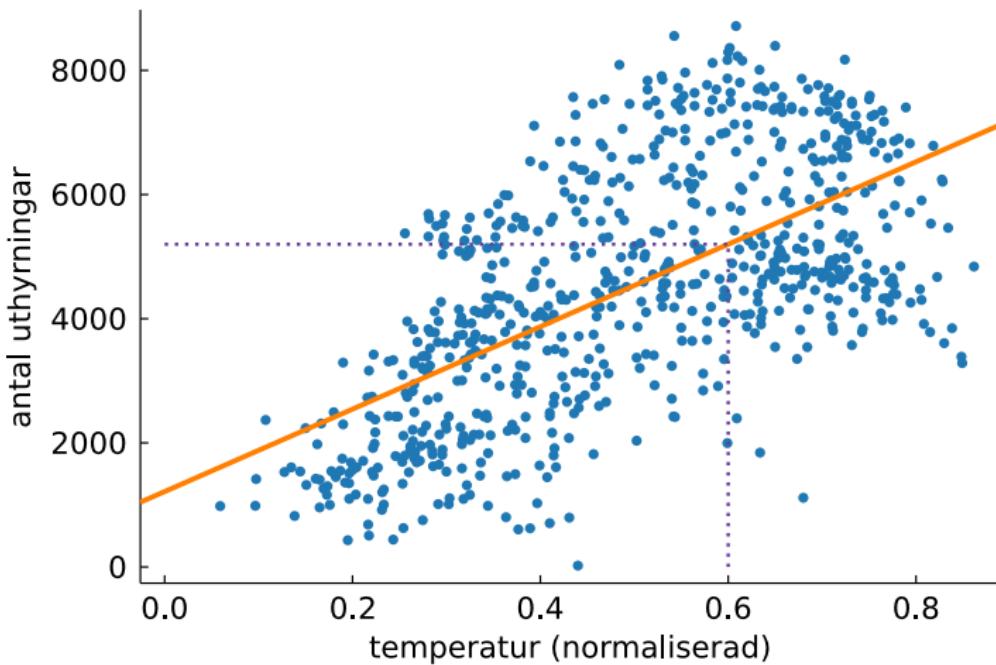
# Regressionslinje



■ Regressionsekvation

$$\text{antal uthyrningar} = 1214.64 + 6640.71 \cdot \text{temperatur}$$

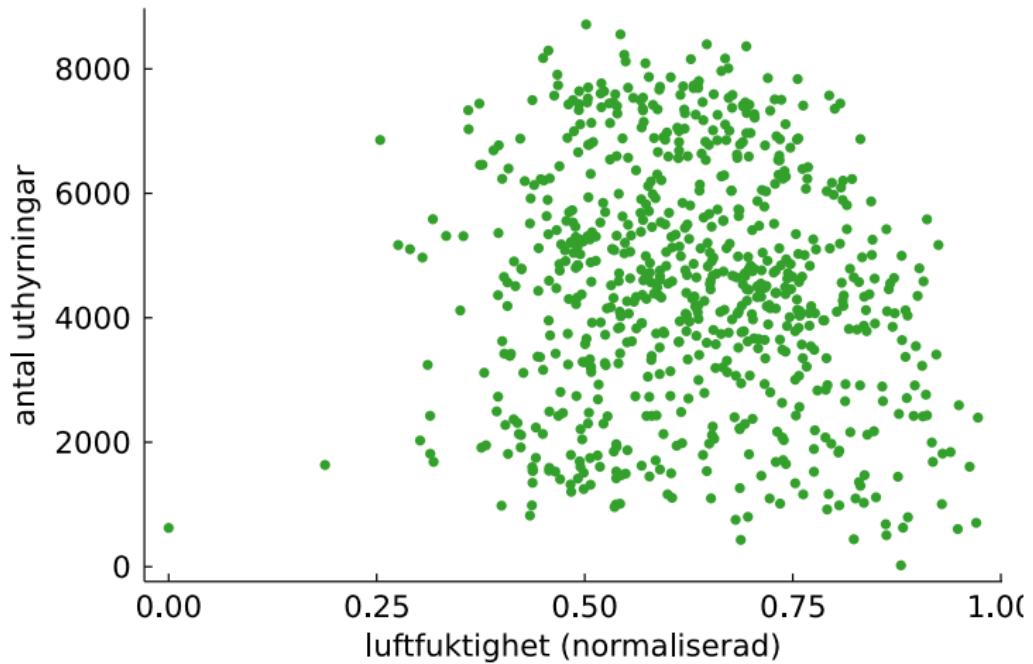
## Prediktion för temp = 0.6



- Prediktion för temperatur = 0.6 (hyfsat varm dag)

$$\text{antal uthyrningar} = 1214.64 + 6640.71 \cdot 0.6 \approx 5199 \text{ turer}$$

## Förklarande variabel: luftfuktighet



# Förklarande variabler: temp och luftfuktighet

## ■ Regressionsekvation

$$\text{antal uthyrningar} = 2657.9 + 6886.97 \cdot \text{temperatur} - 2492.85 \cdot \text{luftfuktighet}$$

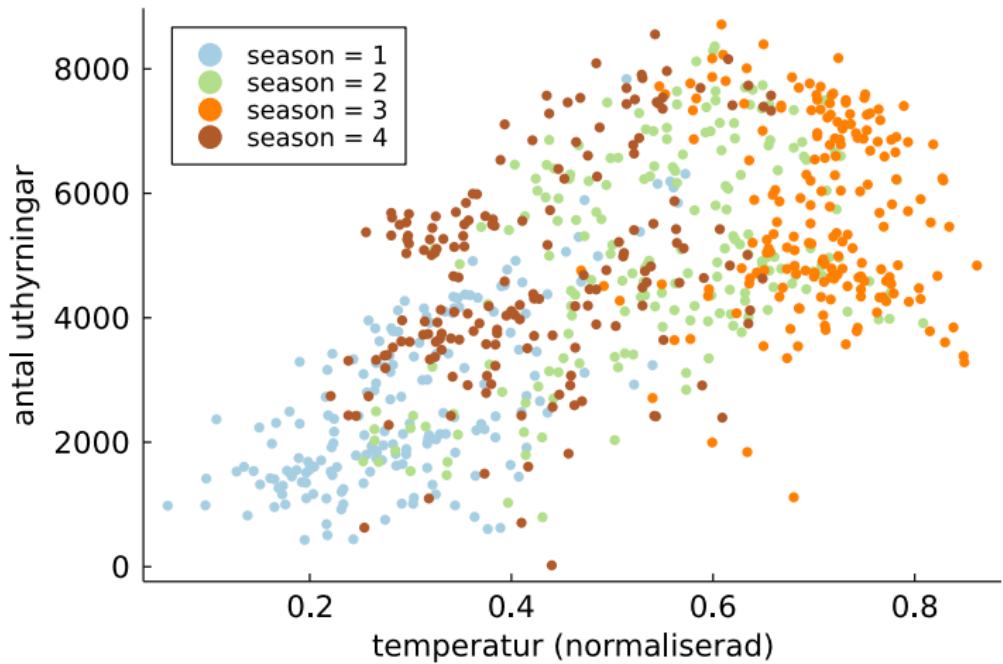
## ■ Prediktion för hyfsat varm, väldigt klibbig dag

$$\text{antal uthyrningar} = 2657.9 + 6886.97 \cdot 0.6 - 2492.85 \cdot 0.9 = 4546.52$$

## ■ Prediktion för hyfsat varm, mycket torr dag

$$\text{antal uthyrningar} = 2657.9 + 6886.97 \cdot 0.6 - 2492.85 \cdot 0.1 = 6540.80$$

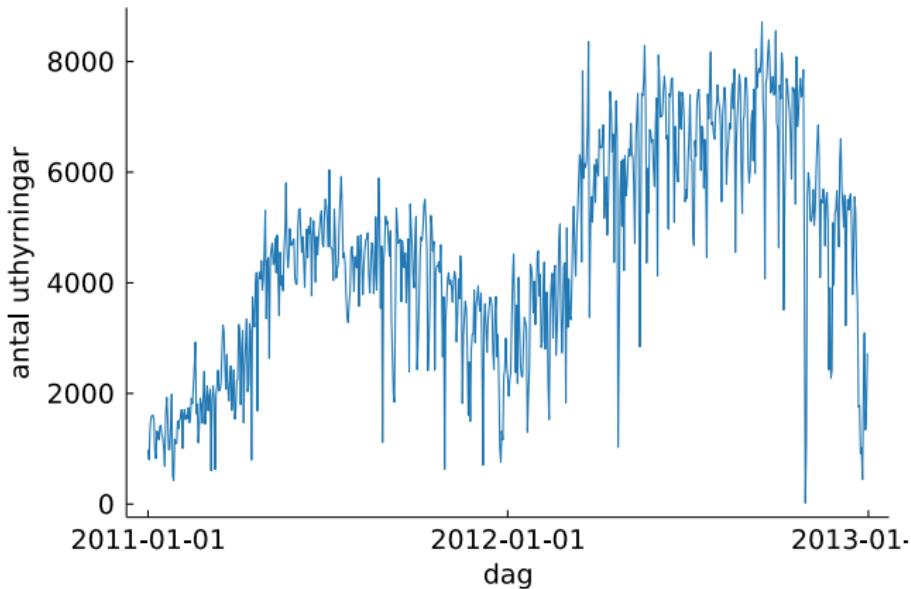
# Förklarande variabler: temp och säsong



## Exempel på frågor som besvaras under kursen

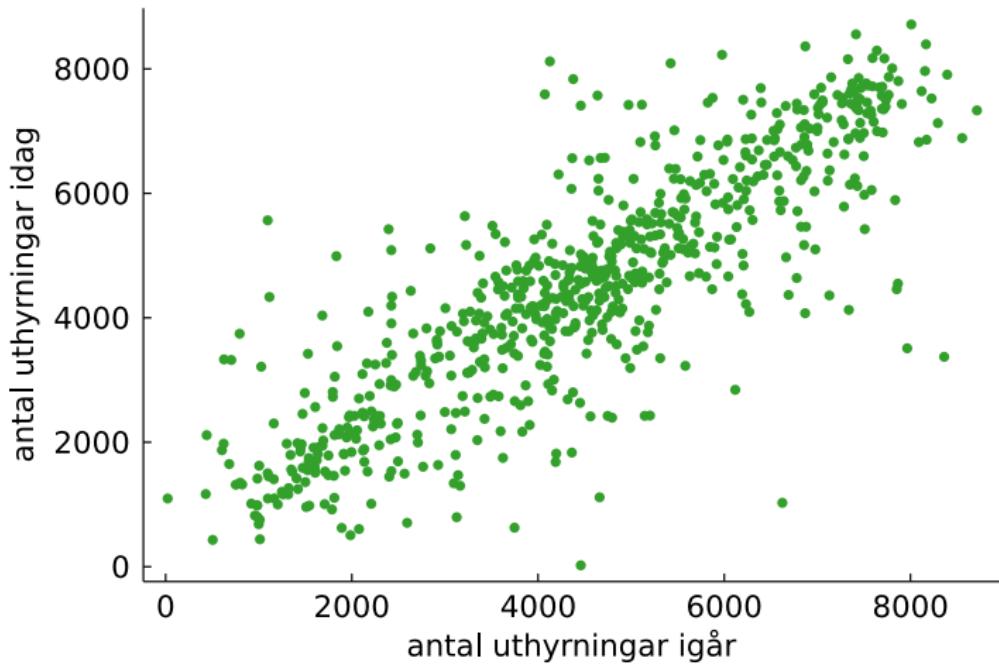
- Fler än en förklarande variabel? **Multipel regression.**
- Förklarande variabler som är **binära** ( $0 =$  vardag,  $1 =$  helg)?
- Förklarande variabler som **kategoriska** (säsong)?
- Är en förklarande variabel *verklig* korrelerad med målvariabeln? **Hypotesttest.**
- Hur **väljer** man modellens **förklarande variabler?**
- Hur träffsäker är en **prediktion** från en regressionsmodell?

# Tidsserier - Data uppmätta över tid

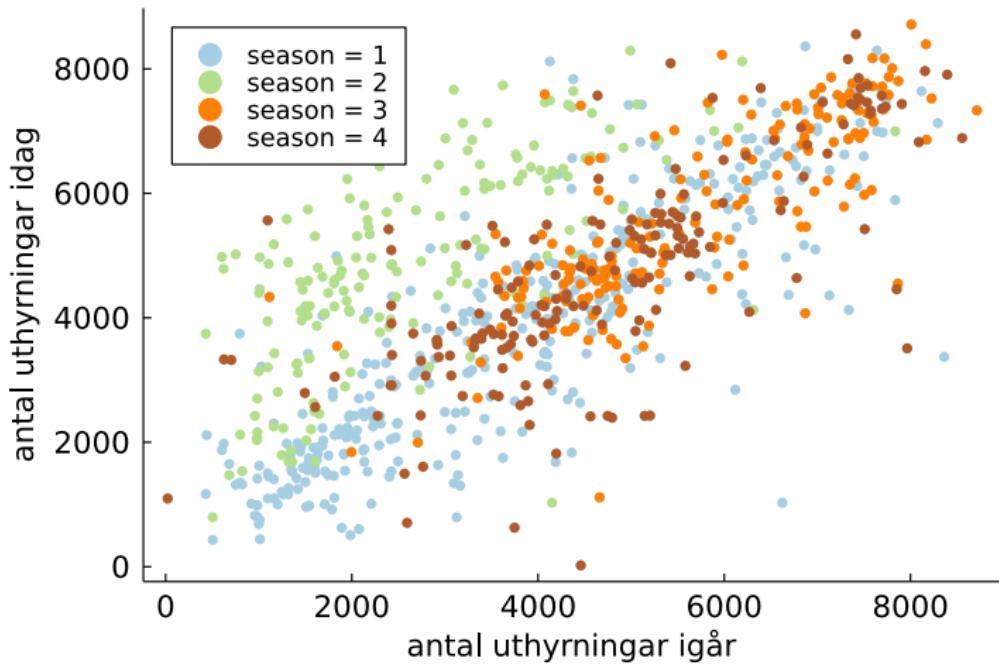


- Trend över tid?
- Säsongsvariation?

## Förklarande variabel: gårdfagens uthyrning



# Gårdagens uthyrning och säsong



# Prognosticera slutpris på internetauktion

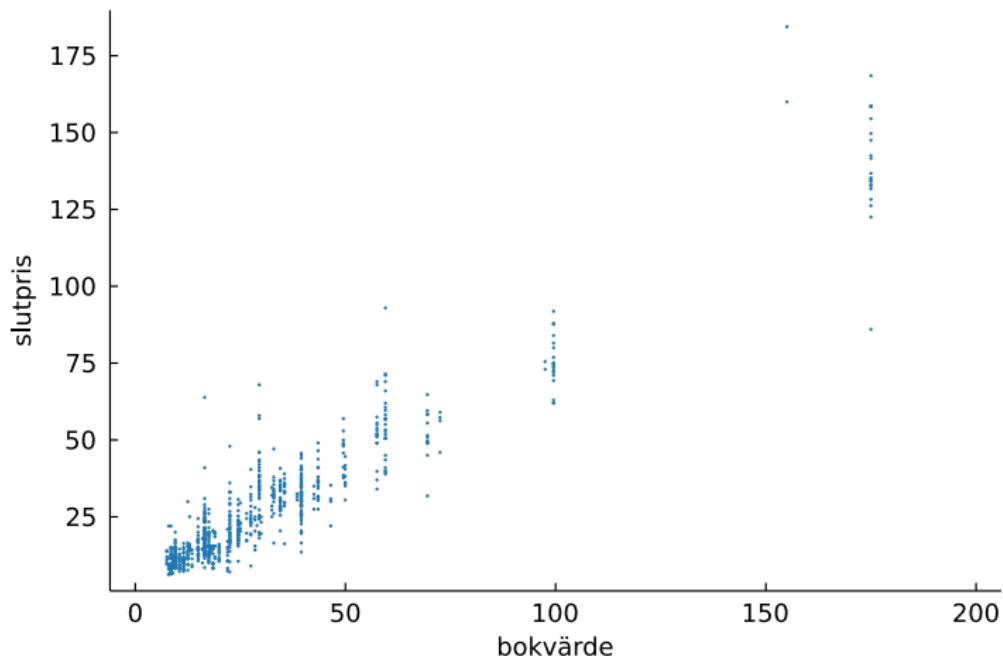
- **Mål:** statistisk modell för att förutsäga slutpriset i en auktion.
- **Data** från 1000 avslutade myntauktioner: 
- **Målvariabel:** vinnande bud.
- **Förklarande variabler:**
  - ▶ värde enligt myntkatalog
  - ▶ skadad?
  - ▶ säljarens aktivitet
  - ▶ säljarens feedback score
  - ▶ obruten förpackning?

Bid History

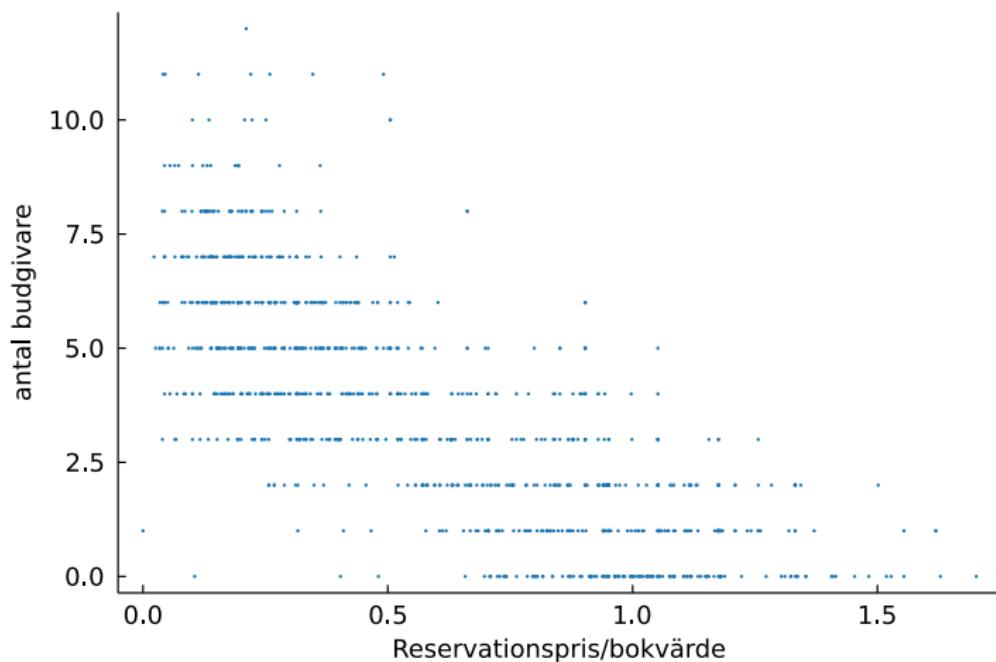
2005 American Eagle Silver Dollar, Gem Uncirculated, 1 oz, .999 fine silver

| Current bid:  | US \$6.50<br>(approximately 72.80 SEK) |                               |
|---|--|-------------------------------|
| Shipping:   | FREE Standard Shipping                 |                               |
| Item number:  | 403251253977                           |                               |
| Bids: 4   | Bidders: 2                             |                               |
| Restrictions: 0   | Time left: 5 days 2 hours 8 mins       |                               |
| Duration: 7 days  |  |                               |
| <input type="text"/> (Enter US \$0.00 or more)  |  |                               |
| <input type="button" value="Place bid"/>  |  |                               |
| <input checked="" type="radio"/> Hide automatic bids <input type="radio"/> Show automatic bids <a href="#">Learn more about bidding</a> |  |                               |
| Bidder  | Bid Amount                             | Bid Time                      |
|  (511)   | US \$6.50                              | 25 Oct 2021 at 4:45:25am PDT  |
|  (156)   | \$8.00                                 | 25 Oct 2021 at 7:04:51am PDT  |
|  (156)   | \$7.00                                 | 25 Oct 2021 at 6:08:23am PDT  |
|  (156)   | \$5.00                                 | 25 Oct 2021 at 6:06:21am PDT  |
| Starting price  | \$0.99                                 | 23 Oct 2021 at 11:31:27am PDT |

# Är myntkatalogens värderingar en bra prediktor?



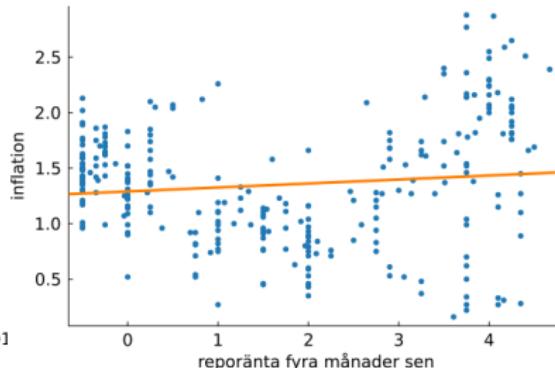
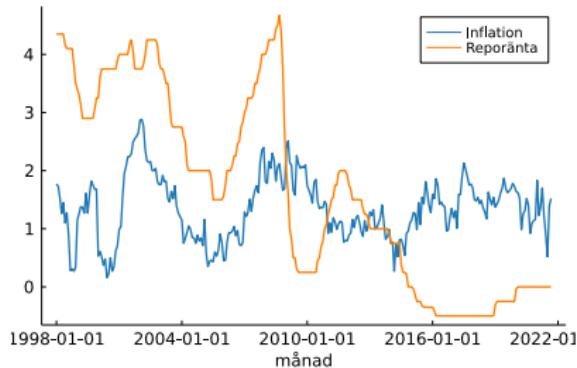
# Skrämmer höga startbud bort budgivare?



# Riksbanken och styrräntan

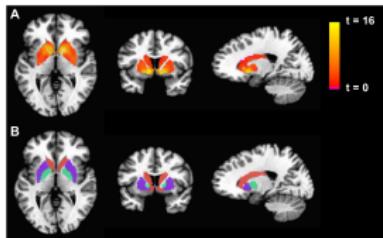
- Riksbankens mål är att hålla inflationen nära 2% per år.
- Riksbanken bestämmer den s k reporäntan in ekonomin.
- Hur beror inflationen på räntan?
- Både inflation och reporänta är exempel på **tidsserier**.
- **Sambandet** mellan inflation och ränta: **regression**.

SUDatasets swedinf



# Var i hjärnan skapas vårt språk?

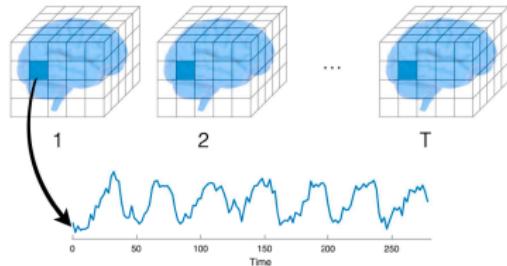
- Person i MR scanner pratar omväxlande med att knyta handen.



Lars Kruse, AU Kommunikation, CC license

[Source](#), CC license

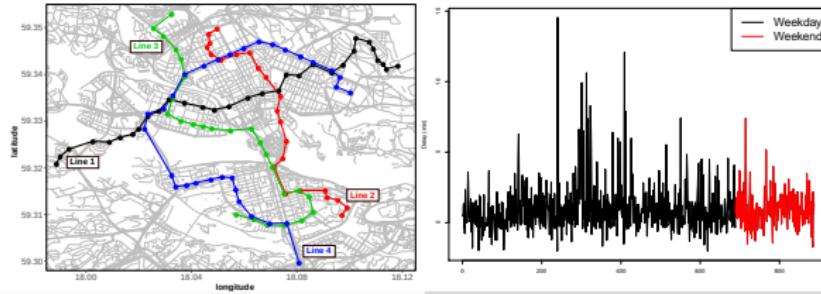
- Mäter mängden syresatt blod på tusentals ställen i hjärnan.



- Regression med förklarande variabeln pratar/knyter hand.

# Förseningar i lokaltrafiken

- Mål1: **förutsäga förseningar** för stadsbussar.
- Mål2: **säkerheten** i prediktionen: **5 min, 5 min, 5 min**
- Data: alla förseningar för alla busslinjer i Sthlm under 1 år.
- Mål: förutsäga förseningen för 12.15-bussen till Tegnérsgatan.
- Förklarande variabler:
  - ▶ försening för 12.15-bussen vid hållplatser innan Tegnérsgatan.
  - ▶ förseningar för tidigare bussar vid hållplats Tegnérsgatan.
  - ▶ tid på dagen
  - ▶ rusningstid?



# Artificiell intelligens och maskininlärning

- Mål: få en maskin att känna igen handskrivna siffor.
- Data: 60000 handskrivna siffror mellan 0-9.
- Förenkling: enbart skilja mellan 0:or och 1:or.
- Varje bild har  $28 \times 28$  pixlar med värde mellan 0 och 255:

0 = svart.

128 = mellangrå.

255 = .



- Använd alla pixlar. Totalt  $28 \cdot 28 = 784$  förklarande variabler:
  - Gråhet i pixel (1,1)
  - Gråhet i pixel (1,2)
  - ...
  - Gråhet i pixel (28,28)
- Målvariabeln är binär:** 0 eller 1.
- Logistisk regression:** modell för *sannolikheten* för 1:a.
- Djupa neural nätverk (deep learning) är en form av regression.

# Artificiell intelligens och maskininlärning

A screenshot of a web browser's header. It shows a navigation bar with various links. The first link is a lock icon followed by the URL 'machinelearningmastery.com/what-is-statistics/'. Other links include 'GitHub', 'Editorial', 'Proxy Liu', 'Proxy SU', 'Liu', 'SU', 'Study', 'Family', 'Mail SU', 'Mail Liu', 'Athena', and a link ending in 'M'.

## Statistics is Required Prerequisite

Machine learning and statistics are two tightly related fields of study. So much so that statisticians refer to machine learning as "*applied statistics*" or "*statistical learning*" rather than the computer-science-centric name.

Machine learning is almost universally presented to beginners assuming that the reader has some background in statistics. We can make this concrete with a few cherry picked examples.

Take a look at this quote from the beginning of a popular applied machine learning book titled "*Applied Predictive Modeling*":

 ... the reader should have some knowledge of basic statistics, including variance, correlation, simple linear regression, and basic hypothesis testing (e.g. p-values and test statistics).

— Page vii, *Applied Predictive Modeling*, 2013

# Några datakällor

- [Statistikdatabasen SCB](#)
- [OECD](#)
- [Gapminder](#)
- [UCI - machine learning repository](#)
- [Kaggle - machine learning](#)