

# LOW-COST TEACHING ACTIVITIES THAT SUPPORT STUDENT LEARNING

Maria Karlsson



UMEÅ SCHOOL OF BUSINESS,  
ECONOMICS AND STATISTICS  
UMEÅ UNIVERSITY



# DEPARTMENT OF STATISTICS @USBE & @UMU

## STUDENTS & FACULTY:

- ➔ **Programme in Statistics and Data Science, 180 Credits**
- ➔ **7.5-22.5 Credits at many other programs**  
*(Business Adm. and Economics, Social work, Political Science, Informatics, Teacher edu., ...)*
- ➔ **15 Associate Professors and 3 Professors**

## THIS TALK:

- ➔ **4 examples of teaching activities**
- ➔ **We = (me and) my colleagues at Department of Statistics**
- ➔ **Me = program coordinator**

# STUDENTS

Decreasing attendance on lectures, lessons and workshops

Students want more tutoring/supervision

Students (only) participate if the activity is an examination or if the teaching activity, *to them*, seems clearly connected to examination

Students want more feedback

*Generative AI*





UMEÅ SCHOOL OF BUSINESS,  
ECONOMICS AND STATISTICS  
UMEÅ UNIVERSITY

# EXAMPLES

# EXAMPLE 1

## ASSESSING STUDENT EXAMS

**Started as:** Project at a university pedagogical course

- Goal: Consistency across faculty in grading of exam solution
- Resources: Scanned student exam solutions

**Resulted in:** Workshop for students

- Students learn what is meant by “a complete and coherent solution”
- Students get feedback on their own solution
- Math teacher education students gain experience in accessing solutions

**Used:** Repeatedly in an introductory course  
In other courses (and at other departments!)



# THE WORKSHOP

- Students prepare their own solution to an exam question
- The teacher presents suggested solutions to the question and “performance levels” (Level 1-5)
- Authentic solutions by four previous students are provided. Students assess these solutions against Level 1-5
- Students assess their own solution against Level 1-5
- Follow-up with Mentimeter

## EXAMINATIONSLEKTION STATISTIK A1 GUIDE

### VIKTIG INFORMATION

- Lösningarna ska vara lätta att tyda och vara väl motiverade.
- De poäng som studenten erhåller på respektive uppgift ska spegla målfyllnelsen av de FSR som uppgiften avser att mäta.
- Ofullständiga eller otydliga lösningar ger poängavdrag.
- Lösningar utan ”röd tråd” ger inga poäng.

### FSR

Efter att ha genomgått kursen förväntas studenten kunna:

- redogöra för den grundläggande statistiska terminologi som är relevant för respektive moment i kursen,
- tillämpa statistiska metoder såsom punktskattning, konfidensintervall samt hypotesprövning,
- utifrån frågeställning och typ av data välja lämpliga statistiska analysmetoder bland dem som kursen behandlar,
- tolka erhållna statistiska resultat och sätta dem i sitt sammanhang

Den skriftliga salstentamen ska examinera alla ovanstående FSR.

### BEDÖMNINGSNIVÅER

Nivå	Beskrivning
Nivå 1	I princip helt korrekt (Max poäng).
Nivå 2	I princip helt korrekt, men med något mindre allvarligt fel.
Nivå 3	Innehåller några felaktigheter, men studenten visar ändå att den har viss förståelse.
Nivå 4	Fel, men kan innehålla något som ska premieras.
Nivå 5	Innehåller inget som bör premieras (0 poäng).



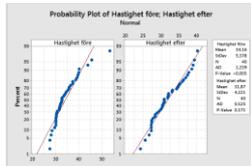
# WORKSHOP MATERIAL

## Uppgift

Man har satt upp en digital hastighetskytt vid en skola. I syfte att utvärdera om detta påverkar bilisters hastigheter har följande data samlats in:

- 40 bilars hastigheter (km/h) innan den digitala hastighetskytten sattes upp
- 40 bilars hastigheter (km/h) efter den digitala hastighetskytten sattes upp

Det insamlade datamaterialet analyserades i Minitab. Följande information erhöles:



Two-Sample T-Test: Hastighet före; Hastighet efter				
	N	Mean	Stdev	SE Mean
Hastighet före	40	34,16	5,38	0,85
Hastighet efter	40	31,87	4,22	0,67
Differens = $\mu$ (Hastighet före) - $\mu$ (Hastighet efter)				
Estimate for difference:	2,29			
T-Test of difference = 0 (vs $\neq$ ):	T-Value = 2,12	P-Value = 7	DF = 73	

- Finns det en skillnad i medelhastighet före och efter att den digitala skytten kommit upp? Utifrån ett test på 5% signifikansnivå där du undersöker denna frågeställning. Beskriv och motivera alla steg i hypotesprovet utgående från den information som finns i Minitab-utdriften ovan. Den beslutnings som du använder ska vara baserad på det kritiska värdet (värdet  $\alpha$  p-värdesmetoden).
- Är det rimligt att anta att variationen i hastigheter före respektive efter kan beskrivas med varsin normalfördelning? Motivera ditt svar. Motiveringen ska dels baseras på diagrammen, men även utifrån p-värdena för normalfördelningstest.



## Lösning

a) **Signi** Test där man ska jämföra två populationsmedelvärden med varandra. Två oberoende stickprov.

Hypoteser:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq 0$$

$\mu_1$  = den genomsnittliga hastigheten (i populationen) före den digitala hastighetskytten sattes upp  
 $\mu_2$  = den genomsnittliga hastigheten (i populationen) efter den digitala hastighetskytten sattes upp.

Teststatistikans fördelning då  $H_0$  är sann: Från Minitab-utdriften ovan så är teststatistikans fördelning approximativt t-fördelat med 73 frihetsgrader, detta eftersom de två stickproven är  $n > 30$ .

Signifikansnivå: 5%

Bestämrings:

Förkast  $H_0$  om  $T_{obs} < -2,000$  eller om  $T_{obs} > 2,000$ .  
 (Eftersom df=73 finns i Tabell D så togs motsvarande siffror för df=60.)

Observation:

Erligt informationen ovan erhöles att  $T_{obs} = 2,12$ .

Slutsats:

Eftersom  $2,12 > 2,000$  så förkastas  $H_0$ . Det finns empiriskt stöd på 5% signifikansnivå att det finns en skillnad i medelhastighet (i populationen) före och efter att den digitala skytten kommit upp.

## Signi

Hastighet före: I Normalfördelningstest ser man att observationerna inte följer den diagonala normalfördelningsslinjen. Man ser en tydlig böj på observationerna vilket tyder på att det inte verkar rimligt att variationen i hastigheter före skytten sattes upp kan beskrivas med en normalfördelning. Detta ses även i det p-värde som anges för normalfördelningstestet. P-värdet är  $< 0,005$  vilket säger att vi kan förkast  $H_0$  som säger att data kommer från en normalfördelning.

Hastighet efter: I Normalfördelningstest ser man att observationerna följer den diagonala normalfördelningsslinjen mycket bra. Man ser en liten kurvatur, men den håller sig långt från hela tiden. P-värdet är  $< 0,171$  vilket säger att vi inte kan förkast  $H_0$  som säger att data kommer från en normalfördelning.

Det är alltså inte rimligt att variationen i hastigheter före skytten sattes upp är normalfördelat, men det är rimligt att anta att variationen i hastigheter efter skytten sattes upp är normalfördelat.

[Stämmer att både fördelningstest och kan också vara normalfördelat så måste man titta på OS för att bestämma fördelningstestens resultat (1.3.)



Exam: **C** Kurs: **4** Tid: **1**

1. Hypotes test två populations test  
 $H_0: \mu_1 = \mu_2 = 0$   
 $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq 0$   
 Signifikansnivå: 5%  
 Teststatistikans fördelning om  $H_0$  sann: approx normal fördelat då  $n > 30$  eftersom  $n_1 = 40$  och  $n_2 = 40$ . Frihetsgrader är 73.  
 Beslutsregel: förkast  $H_0$  om  $T_{obs} < -1,995$   
 Observation:  $T_{obs} = 2,12$   
 Slutsats: Med empiriskt stöd med 5% signifikansnivå kan vi inte förkast  $H_0$  eftersom  $2,12 > 1,995$ .

B. Både ja och nej. Om man är efter OS antar man att de två stickproven är normalfördelade om  $n > 30$  vilket detta också är (eftersom man kollar man statistiskt med hjälp av p-värde för att se om man kan se att mönstret efter skytten är annorlunda jämfört med eftersom observationerna både följer sträcket. Man ska för att se p-värde är så stort (0,171) kollar man istället på hastigheterna före kan man se att inte alla observationer följer linjen närlagligen. Så det är p-värdet för denna hastighet test (0,0000).

Så i fall observationerna för hastigheterna före hade varit normalfördelade hade man kunna jämföra normalfördelningarna med varandra. Men eftersom det ändå är hastigheterna efter som är annorlunda fördelat är det inte så tillförlitligt att jämföra de med varandra, gubben att använda normalfördelning.



UMEÅ UNIVERSITET

Exam: **D** Kurs: **4** Tid: **4**

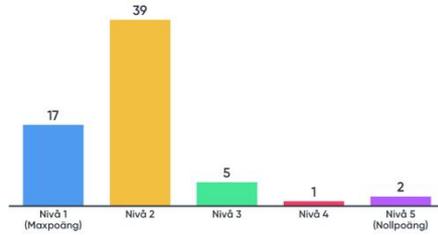
4 a) Hypotes:  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = 0$   
 $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq 0$   
 $\mu_1$ : medelhastigheten hos pop. före digitala hastighetskytten  
 $\mu_2$ : medelhastigheten hos pop. efter digitala hastighetskytten  
 Teststatistikans fördelning om  $H_0$  sann:  
 $T \sim t(73)$  (approximativt fördelat enligt OS för  $n > 30$ )  
 Signifikansnivå: 5%  
 Beslutsregel: (Använda värdena i Tabell D) Förkast  $H_0$  om  $T_{obs} > 2,00$  eller  $T_{obs} < -2,00$   
 Observation:  $T_{obs} = 2,12$   
 Slutsats: Förkast  $H_0$  eftersom  $T_{obs} > 2,00$ . Vi har empiriskt stöd på 5% signifikansnivå att det finns en skillnad i medelhastighet före och efter att den digitala skytten kommit upp.

b) Nej, det är inte rimligt att anta att båda kan beskrivas med normalfördelning, men den ser ut som normalfördelat. Detta kan observeras på det diagonala linjen relativt bra, samt att p-värdet är större än 0,05.  
 Hastigheten före kan dock inte beskrivas med normalfördelning då det finns observationer som avviker från den diagonala linjen samt att p-värdet är mindre än 0,05.



## Din bedömning av lösning A

Mentimeter

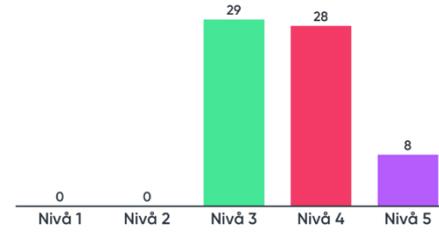


Show correct answer

64

## Din bedömning av lösning B

Mentimeter

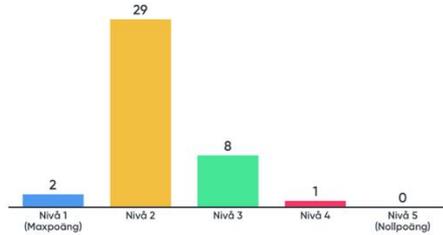


Show correct answer

65

## Din bedömning av lösning A

Mentimeter

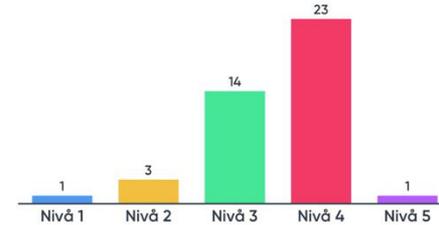


Show correct answer

40

## Din bedömning av lösning B

Mentimeter

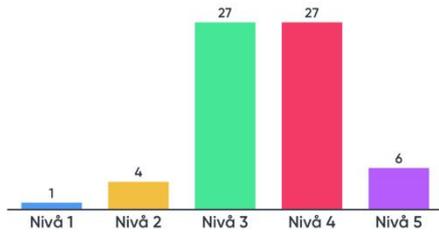


Show correct answer

42

## Din bedömning av lösning C

Mentimeter

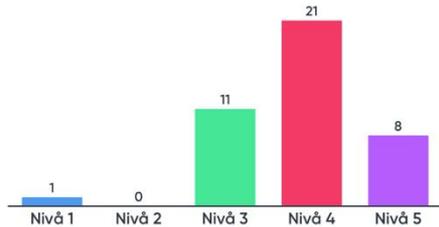


Show correct answer

65

## Din bedömning av lösning C

Mentimeter

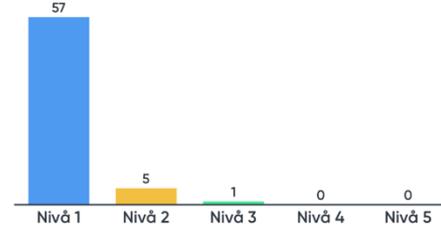


Show correct answer

41

## Din bedömning av lösning D

Mentimeter

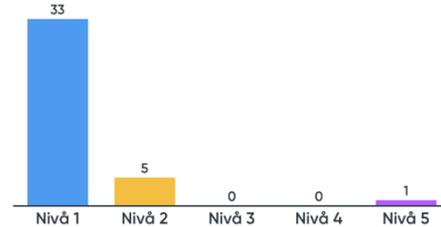


Show correct answer

63

## Din bedömning av lösning D

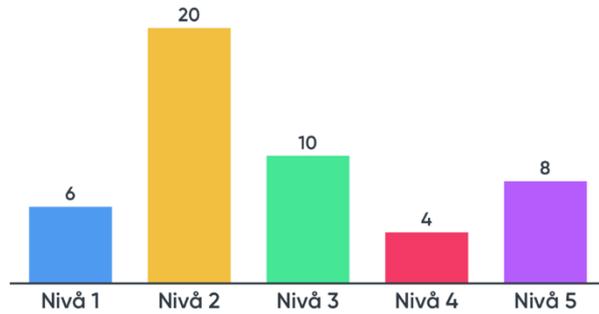
Mentimeter



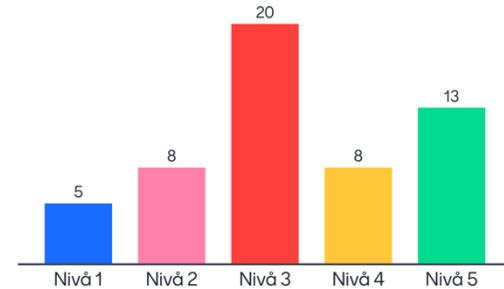
Show correct answer

39

Vilken bedömning gav du din egna lösning ?



Vilken bedömning gav du din egna lösning ?





# EXAMPLE 2

## MODEL TEXT

**Started as:** University wide pedagogical project

- Goal: Provide writing-didactic perspectives and inspire teachers to strengthen students through their teaching in ***discipline-integrated writing***.
- Resources: writing-didactic perspectives, 8 half-day workshops & paid 50h per person by the project

**Resulted in:** Model text and workshop for students

- Students get an example (not only a template) to help them understand the genre of data-analysis reporting

**Used:** Repeatedly in an introductory course.  
And then referred to in intermediate courses.



# MODEL TEXT

## Group assignment

- Students model car CO<sub>2</sub> emissions, write a report and give an oral presentation

## Support

- Report instructions and seminar instructions
- The model text (based on different data)
- Workshop on model text

Vad avgör huspris i Taiwan?

Grupp X  
Förnamn Efternamn, Förnamn Efternamn, Förnamn Efternamn & Förnamn Efternamn  
Statistik A1, moment 4.



New Taipei City [Fotograf], av Marshall, 2022, Flickr.  
(<https://www.flickr.com/photos/kenner116/52000951713/>). CC BY 2.0.

# WORKSHOP

## TABELLER OCH DIAGRAM - DISKUTERA

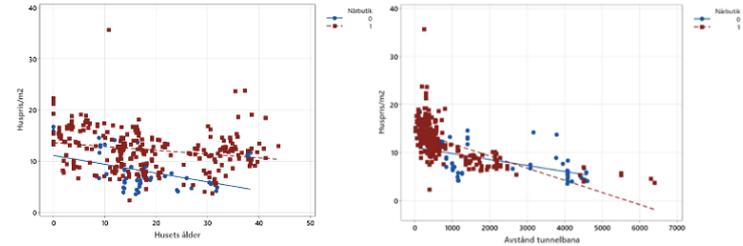
- Hur nämns de i texten?
- Hur är de "layoutade" med nummer, rubriker etc.?
- Var och hur är de placerade i texten?
  
- Vad skrivs i text kontra finns att se i diagram/tabell?



# WORKSHOP

## TABELLER OCH DIAGRAM

Diagrammet till vänster i Figur 2 visar sambandet mellan husens ålder och kvadratmeterpris. Där ser vi ett negativt linjärt samband för hus mellan 0 och 30 år gamla. För hus som är äldre än 30 år ökar dock kvadratmeterpris med ökad ålder. Den skattade korrelationen (-0,227) visar på ett svagt negativt linjärt samband mellan de två variablerna. Det finns en starkare negativ korrelation (-0,661) mellan husens avstånd till tunnelbana och deras kvadratmeterpris. I det högra diagrammet i Figur 2 ser vi att kvadratmeterpris avtar med ökat avstånd till tunnelbana, men att prisfallet går olika snabbt beroende på om det finns en närbutik inom gångavstånd eller inte.



Figur 2. Spridningsdiagram för kvadratmeterpris (i 10000 NTS/m<sup>2</sup>) mot ålder (år) respektive mot avstånd till närmaste tunnelbanestation (meter), uppdelat på om husen har en närbutik inom gångavstånd eller inte.

# WORKSHOP

## STRUKTUR - DISKUTERA

Outliers nämns på flera ställen i texten.

- Identifiera var.
- Varför tas outliers upp på olika sätt på olika ställen? Diskutera skillnaderna!



# WORKSHOP

## STRUKTUR

Vi kan se att närbutik inom gångavstånd generellt medför ett högre kvadratmeterpris (se Figur 1). Noterbart är också att det finns ett hus som har ett väldigt högt kvadratmeterpris (mer än 300000 NTS/m<sup>2</sup>) jämfört med övriga hus. **Detta är en outlier**, dvs. en observation som kan vara extra inflytelserik.

Data

Resultat

Antaganden om feltermerna kan kontrolleras genom att studera residualerna. I Figur 3 kan vi se att antagandet om normalfördelade feltermer inte verkar vara uppfyllt. Inte heller antagandet om konstant varians verkar vara uppfyllt. Det är framför allt **två observationers residualer** som bidrar till detta. En mycket stor positiv residual (22) och en stor negativ residual (-12). Den positiva residualen tillhör det hus som i Sektion 2 noterades ha med mycket högre kvadratmeterpris än övriga hus i träningsdata.

Vi har **två outliers** i vårt träningsdata som kan ha påverkat våra skattade regressionskoefficienter och därmed också kan ha påverkat vår modells träffsäkerhet i prediktionerna. Dessa gör också att antagandet om konstant varians inte är uppfyllt. Om vi hade exkluderat dessa två observationer hade kanske det antagandet varit uppfyllt.

Diskussion



# ANNOTATED MODEL TEXT

används signifikansnivån 5 %.

Det finns olika strategier för att komma fram till en slutlig modell som beskriver vilka faktorer som påverkar kvadratmeterpris för hus i New Taipei City och för att prediktera kvadratmeterpris. Här har vi valt att starta från en enkel linjär modell och bygga på den med ytterligare förklarande variabler. Vi valde att starta med den förklarande variabeln som har starkast korrelation med responsvariabeln, dvs. variabeln *Avstånd tunnelbana*. I utökade modeller tas förklaringsvariabler, vars koefficienter inte är signifikant skilda från noll (givet att de övriga variablerna är med i modellen) enligt t-test, bort från modellen. Om det finns flera sådana förklaringsvariabler tas den med högst p-värde bort först. Vi har även lagt till samspelstermer vars koefficienter/regressionsparametrar är signifikant skilda från noll enligt t-test.

För att utvärdera våra modeller kommer vi att titta på residualplottar för att undersöka antaganden om feltermerna. Vidare kommer vi att använda justerad förklaringsgrad (justerad  $R^2$ ) för att jämföra modeller. Förklaringsgraden,  $R^2$ , (icke-justerad) beskriver hur stor del av variationen i responsvariabeln som förklaras med hjälp av modellen, dvs. av variationen i förklaringsvariablerna. Dock ökar den alltid när förklaringsvariabler läggs till i en modell, och därför behöver vi använda justerad  $R^2$  för att jämföra våra modeller.

Slutligen kommer vi att utvärdera våra modellers prediktionsförmåga med hjälp av måttet prediktions-MSE. Prediktions-MSE definieras som

$$\frac{1}{n_{test}} \sum_{i=1}^{n_{test}} (y_i - \hat{y}_i)^2,$$

där  $y_i$  är kvadratmeterpriset för hus  $i$  i testdata,  $\hat{y}_i$  är predikerat kvadratmeterpris för hus  $i$  i testdata och  $n_{test}$  är antalet observationer i testdata (James et al., 2021 sid 30). Prediktions-MSE är alltså den genomsnittliga kvadrerade avvikelserna mellan observerade kvadratmeterpriser i testdata och predikerade kvadratmeterpriser baserat på den skattade modellen. Vi vill att prediktions-MSE ska vara litet eftersom det innebär att prediktionerna i genomsnitt är träffsäkra.

Minitab version 21 används för alla analyser av data.

## 4. Resultat

Baserat på den beskrivande statistik som presenteras i Sektion 2 skattar vi vår första modell med variabeln *Avstånd tunnelbana*. Detta är den variabel som har högst korrelation med vår responsvariabel. Vi ser i Tabell 1 att *Avstånd tunnelbana* har en statistiskt signifikant påverkan på huspriset (p-värde  $< 0,000$ ) och att den justerade  $R^2$  för modellen är 43,5 %. Genom att lägga till variabeln *Husets ålder* lyckas vi höja justerade  $R^2$ . Båda variablerna har en statistiskt signifikant påverkan på huspriset (p-värden  $< 0,000$ ). I enlighet med den modellbyggnadsstrategi som presenteras i Sektion 3 lägger vi till ytterligare en variabel, nämligen den indikatorvariabel som beskriver ifall det finns minst en närbutik inom gångavstånd. Att det finns en närbutik har däremot inte någon statistiskt signifikant påverkan på huspriset (p-värde  $= 0,07$ ) när vi kontrollerar för husens ålder och avstånd till tunnelbana. Den justerade  $R^2$  för

Beskrivning av den strategi vi har valt för modellbyggnadsprocessen.

Här nämns (justerad) förklaringsgrad för första gången. Övriga platser är även de markerade med blå överstrukning.

Detta parti är överkurs på Statistik A1. Ni ska göra utvärderingen på ett annat sätt. Se Rapportinstruktioner.

Innehåll:

- Översiktliga resultat från modellbyggnandet
- Detaljerade resultat för slutgiltigt modell
- Tolkningar av parameter, förklaringsgrad, etc.
- Resultat för utvärdering av modeller



# STUDENT REACTIONS

The model text helped provide a foundation for the writing. When we were unsure about what should be included in the text, we could use it for guidance.

It provided inspiration for sentence structure and for how specific terms could be used.

Use a text that is more closely aligned with the assignment. Do not include parts in a model text that are not relevant.

The Results section and the model-building part contain the largest amount of information and are slightly more advanced to write.

The commented version was much more valuable and useful. But both versions are needed—the other one was very helpful to read before starting the group work.



# TEACHER REACTIONS

The structure of the reports has improved, and the students now focus more on the statistical details.

There is greater engagement and participation within the groups now that there is a clear goal for what the report should look like.

It is easier to give feedback when I can refer back to the model text. I can also provide feedback on formal aspects, not only on the statistical content.

Writing the model text was more difficult than I had expected.

Some groups did not make use of the model text.

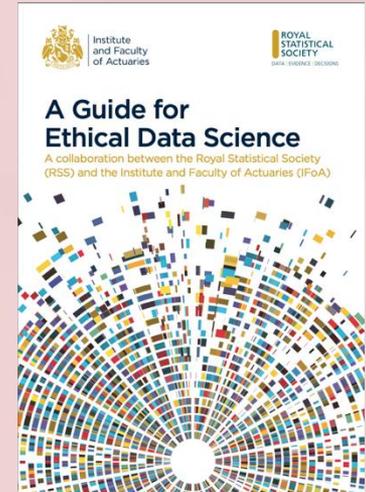
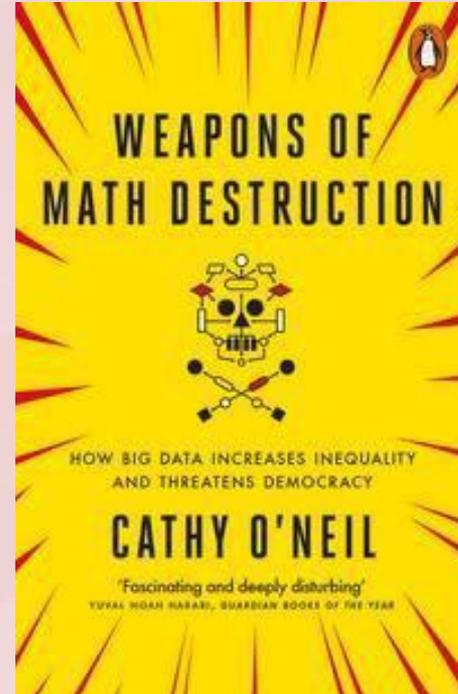
Some groups copied the model text without any independent reflection.

The design of the workshop was simple, but it still worked very well.

# EXAMPLE 3A

## READ A BOOK, PRESENT & DISCUSS

- Students read the whole book
- Students answer a quiz about first 3 chapters
- Students present one chapter each at a seminar
- Students discuss with respect to RSS & IFoA ethical guidelines



# STUDENT REACTIONS

## 3. What did you learn from reading the book Weapons of Math Destruction?

9 Svar

ID ↑	Namn	Svar
1	anonymous	How absolutely bonkers some of the systems used today are.
2	anonymous	I've learned that there is a lot of things to use data in so many different fields, and how this can be a problem if you used with bad intentions.
3	anonymous	att man behöver vara ansvarsfull i hur man bygger och utvärderar modeller baserade på data, för att undvika att vara fördomsfull eller "straffa" oskyldiga
4	anonymous	Different problems with data. Eye opening.
5	anonymous	How companies exploit algorithms for profit
6	anonymous	Att få lära sig hur mycket skada man kan göra om man använder statistik och data fel
7	anonymous	The fico-score and e-score issues was new information to me. The rest I'd more or less heard about before, much has happened since 2016 and we've all been living in the middle of it.
8	anonymous	learning about the danger of math that are not "tolkbara" and the effect it has on the people that has on the resivning end.



# STUDENT REACTIONS

3. What did you learn from reading the book Weapons of Math Destruction?

9 Svar

ID ↑	Namn	Svar
1	anonymous	How absolutely bonkers some of the systems used today are.
2	anonymous	I've learned that there is a lot of things to use data in so many different fields, and how this can be a problem if you used with bad intentions.

6. What did you learn from participating in the seminar?

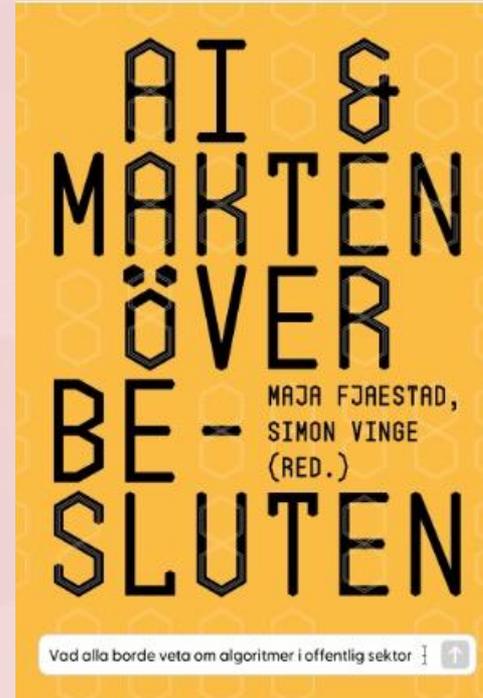
7 Svar

ID ↑	Namn	Svar
1	anonymous	What to think about in the future.
2	anonymous	I have learnt how the data is in a lot of fields and how not always it is used in the best way.
3	anonymous	Practice my english
4	anonymous	That it should be some kind of regulations of how to use data
5	anonymous	Learn is a hardcore word. The discussion opened my eyes to some perspectives not yet perceived!
6	anonymous	the many different opinion on what should or can be done for WMD
7	anonymous	I learned to understand different points of view, because not all the classmates had the same opinions.

# EXAMPLE 3B

## READ A BOOK, PRESENT & DISCUSS

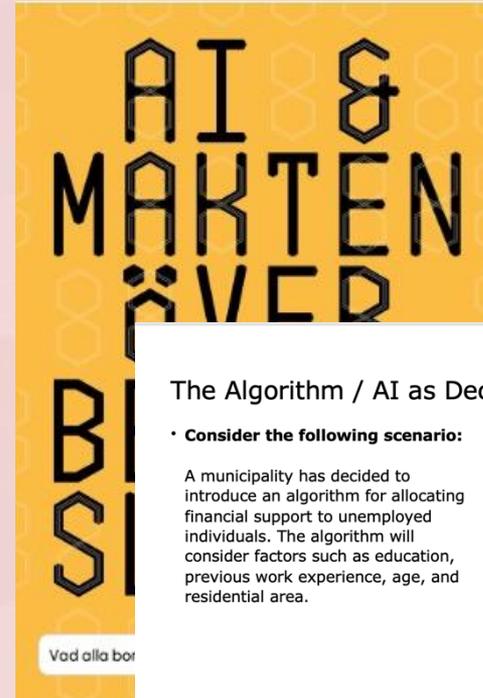
- Groups of students read one chapter each
- Groups of students present one chapter each at a seminar



# EXAMPLE 3B

## READ A BOOK, PRESENT & DISCUSS

- Groups of students read one chapter each
- Groups of students present one chapter each at a seminar
- Mixed groups discuss in relation to a scenario (case)
- Role-play if they want



### The Algorithm / AI as Decision-Maker

- **Consider the following scenario:**

A municipality has decided to introduce an algorithm for allocating financial support to unemployed individuals. The algorithm will consider factors such as education, previous work experience, age, and residential area.

- **Discuss whether this is the right approach – and how the decision should be designed.**

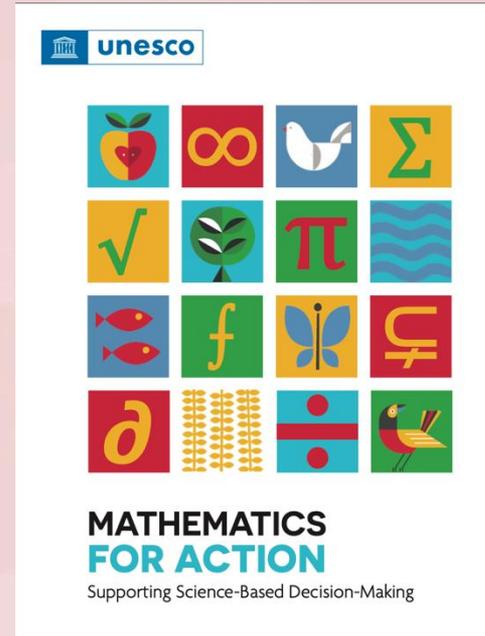
- Should the algorithm be introduced?
- If yes, under what conditions and safeguards?
- If no, what alternatives exist?

Protocol: Write down key points and submit.

# EXAMPLE 3C

## READ A BOOKLET & PRESENT

- Pair of students read one example each during a lesson
- Present “keywords” to other pairs
- Not examination



# EXAMPLE 4

## POPULAR SCIENTIFIC ABSTRACT

Expected learning outcome:

*"The student should be able to provide statistical knowledge to people without specialist knowledge in Statistics"*

Workshop about popular scientific abstract at "mid-seminar":

- On-site peer-review (Bachelor's thesis)
- Comparison with ordinary abstract (Master's thesis)





UMEÅ SCHOOL OF BUSINESS,  
ECONOMICS AND STATISTICS  
UMEÅ UNIVERSITY

**THANK YOU!**