Er det høyde som bestemmer inntekt?

Assignment 2 i MSB105 Data Science

Kevin Ha - 571821 Ola Andre Olofsson - 170745

Innledning

Dette er oppgave 2 i kurset MSB105 Data Science. I den følgende artikkelen anvendes datasettet **heights** fra pakken **modelr** for å besvare følgende problemstilling; **Er det høyde som bestemmer inntekt?**

En kort litteraturgjennomgang

Judge and Cable (2004) hevder at "høyde påvirker inntekt." Dette kan ved første øyekast synes som en gammel myte, men kanskje er det mer i det enn man først skulle tro. For å støtte dette utsagnet referer de til Roberts and Herman (1986) som viser til at høyde er et trekk som er ettertraktet i en sosial sammenheng.

Denne forskningen mener i tillegg at høyere mennesker er mer overbevisende. De viser til Higham and Carment (1992) som påstår at høyere mennesker har høyere sannsynlighet til å få lederstillinger. Judge and Cable (2004) teoriserer at dette muligens har røtter i biologi, ettersom høyde i naturen er et mål på styrke.

Burns (1993) viste at 78% av ansettelser innen salg, var mennesker med over gjennomsnittlig høyde. Rekrutterne argumenterte med at høydeforskjellen skyldtes at høyere selgere gjør seg mer bemerket enn lavere selgere.

Judge and Cable (2004) ville undersøke dette ved å utføre en studie med tre hovedpunkter. Først å fremstille en modell som viser forholdet mellom høyde og karrieresuksess. Dette var ikke utført tidligere. Steg to var å utføre en metaanalyse på tidligere analyser og litteratur for å se etter generelle implikasjoner. Siste steget var å utføre fire nye undersøkelser på forholdet mellom en persons høyde og inntekt.

Argumentet for å se på sammenhengen mellom en persons høyde og inntekt var at de anså inntekt for å være den primære indikatoren for karrieresuksess. Men i følge Judge et al. (1995) og Whitely, Dougherty, and Dreher (1991), så er det nesten ingen støttende forskning på dette.

Judge and Cable (2004) tar utgangspunkt i flere menneskelige faktorer for å utvikle en modell for forholdet mellom en persons høyde og inntekt.

Noen av faktorene de så på var selvtillit og sosial rang. Judge and Cable (2004) mente dette var to viktige punkter i analysen fordi disse to faktorene påvirker ens arbeidsinnsats, samt hvordan en blir behandlet i arbeidslivet av arbeidsgiver. De mente faktorene ville påvirke en persons suksess i arbeidslivet, og innebære at en høyere person ville ha høyere inntekt enn en lavere person.

Judge and Cable (2004) kom frem til at det var en rekke effekter av en persons høyde i arbeidslivet. Økt høyde kan medføre bedre selvtillit, og følgelig høyere sosial rang, som igjen vil resultere i bedre arbeidsinnsats og muligheter - og eventuelt suksess.

For å støtte opp under grunnlaget for modellen, henviste de til flere tidligere studier gjort rundt høyde, karrièremuligheter og suksess, samt til flere andre studier om hvordan selvtillit blir påvirket av ulike personlige faktorer.

Judge and Cable (2004) konkluderte med at det var en direkte empirisk sammenheng mellom en persons høyde og inntekt.

KUTT ELLER UNDERBYGG MED REFERANSER: I senere tid har dette resultatet blitt sett på og folk mener at sunn fornuft tilsier at dette ikke kan stemme eller at det må være andre eller flere faktorer som spiller inn.

Analyse med egen versjon av datasettet

I henhold til oppgaveteksten, angir vi datasettet for *hoyde*.

```
# Vi selekterer ut dataene for heights fra pakken modelr, og angir deretter benevnelse

# Gir to dataframe heights og hoyde
#data('heights', package = 'modelr')
#hoyde <- heights
# Alternativet under gir oss bare hoyde
hoyde <- modelr::heights

# Vi rydder videre opp i benevnelsene ved å slik at de blir enklere å jobbe med. Vi ov

hoyde$inntekt <- hoyde$income*8.5
hoyde$height_cm <- hoyde$height*2.54
kable(summary(hoyde[,9:10]))
```

inntekt	height_cm
Min. : 0	Min. :132.1
1st Qu.: 1407	1st Qu.:162.6
Median : 251511	Median :170.2
Mean : 350234	Mean :170.4
3rd Qu.: 467500	3rd Qu.:177.8
Max. :2922555	Max. :213.4

```
# Over er helt ok, men jeg vil anbefale heller å bruke tidyverse og mutate
# hoyde <- hoyde %>%
#  mutate(
#    inntekt = income * 8.5,
#    height_cm = height * 2.54,
#  )
# Til slutt kan vi oppsummere de interessante variablene i metrisk form, samt oversatt
```

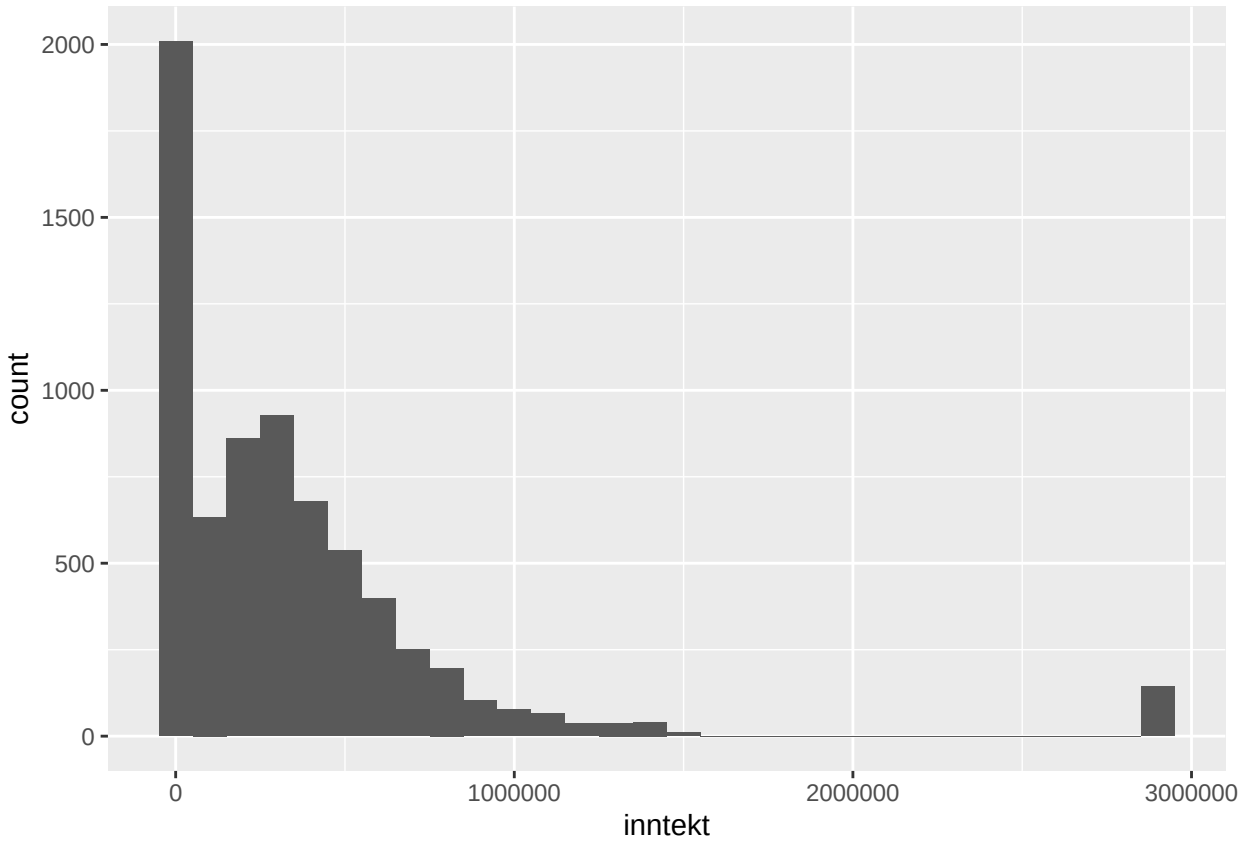
Beskrivende statistikk (beskrivelse av dataer)

Datasettet vi bruker er fra R-pakken, R Core Team (2021), *modelr,* Wickham (2020), og er hentet fra National Longitudinal Study, som er sponset av U.S. Bureau of Labor Statistics. Dataene stammer fra 2012. Følgende er forklaringer av variablene:

- *height* = høyde i tommer
- *weight* = vekt i pund
- *age* = alder mellom 47 og 56
- *marital* = sivilstatus
- *sex* = kjønn
- *education* = år med utdanning
- *afqt* = prosentskår på test for militær egnethet

Exploratory Data Analysis (EDA) vha. ggplot

```
# Her har vi laget et histogram av variablene income (også kalt inntekt)
ggplot(data = hoyde,
       aes(x = inntekt)) +
  geom_histogram(binwidth = 100000)
```



Her ser vi noen utliggere på høyresiden. Dette er 143 observasjoner av personer som tjener rett under 3MNOK. De skiller seg fra resten av observasjonene i histogrammet grunnet at både median- og snittlønn er langt lavere.

Vi har også personer *uten* inntekt i datasettet.

Til slutt ta en titt på forklaringsvariablene, f.eks utdanning, evnenivå. Først med hele datasettet.

```
summary(hoyde)
```

```
##      income             height         weight           age       
##  Min.   :     0.0   Min.   :52.0   Min.   : 76.0   Min.   :47.00  
##  1st Qu.:   165.5   1st Qu.:64.0   1st Qu.:157.0   1st Qu.:49.00  
##  Median : 29589.5   Median :67.0   Median :184.0   Median :51.00  
##  Mean   : 41203.9   Mean   :67.1   Mean   :188.3   Mean   :51.33  
##  3rd Qu.: 55000.0   3rd Qu.:70.0   3rd Qu.:212.0   3rd Qu.:53.00  
##  Max.   :343830.0   Max.   :84.0   Max.   :524.0   Max.   :56.00  
##                                    NA's   :95                     
##       marital         sex         education          afqt       
##  single   :1124   male  :3402   Min.   : 1.00   Min.   :  0.00  
##  married  :3806   female:3604   1st Qu.:12.00   1st Qu.: 15.12  
##  separated: 366                 Median :12.00   Median : 36.76  
##  divorced :1549                 Mean   :13.22   Mean   : 41.21  
##  widowed  : 161                 3rd Qu.:15.00   3rd Qu.: 65.24  
##                                 Max.   :20.00   Max.   :100.00  
##                                 NA's   :10      NA's   :262     
##     inntekt          height_cm     
##  Min.   :      0   Min.   :132.1  
##  1st Qu.:   1407   1st Qu.:162.6  
##  Median : 251511   Median :170.2  
##  Mean   : 350234   Mean   :170.4  
##  3rd Qu.: 467500   3rd Qu.:177.8  
##  Max.   :2922555   Max.   :213.4  
##
```

Regresjonsanalyser

```
(lm(inntekt ~ height_cm, data = hoyde)) %>%
  summary()
```

```
##
## Call:
```

```
## lm(formula = inntekt ~ height_cm, data = hoyde)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -778460 -267842  -92589  126498 2727038
##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value            Pr(>|t|)
## (Intercept) -1350548.5    91236.9  -14.80 <0.0000000000000002 ***
## height_cm       9978.5      534.3   18.68 <0.0000000000000002 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 463700 on 7004 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.04744,    Adjusted R-squared:  0.0473
## F-statistic: 348.8 on 1 and 7004 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

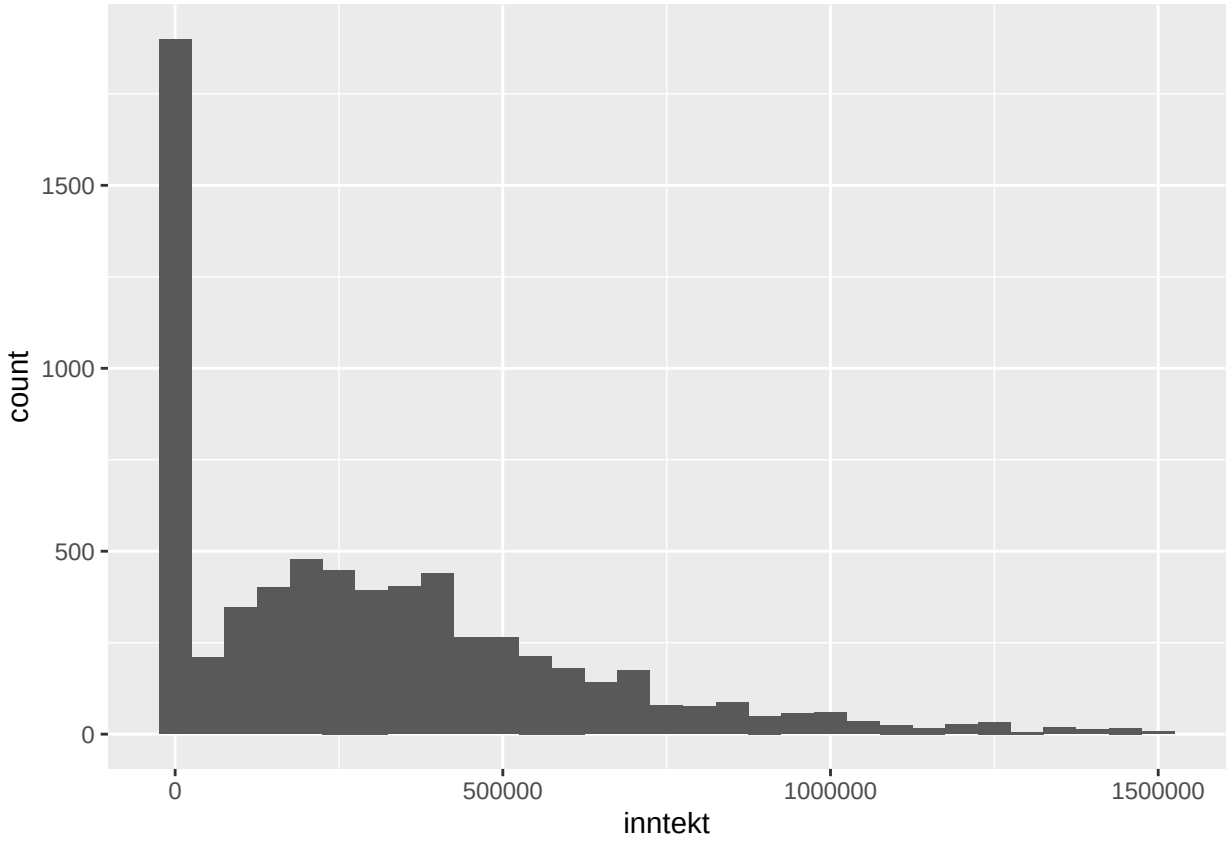
Her ser vi at en økning i høyden på 1 cm, gir 9978.5 kr mer i årlig inntekt. La oss prøve med datasett uten de 2% med toppinntekt, og uten de med inntekt = 0.

```
# Nå filtrerer vi ut de observasjonene med inntekt lavere enn 1,6MNOK. Vi ser da under

hoyde_max_inntekt <- hoyde %>%
  filter(inntekt < 1600000)

# For illustrajonshensikter, kan vi også se hvordan dette histogrammet har endret seg

ggplot(data = hoyde_max_inntekt,
       aes(x = inntekt)) +
  geom_histogram(binwidth = 50000)
```



Her ser vi at utliggerne forsvinner, ettersom den vannrette aksen kun viser observasjoner hvor inntekt er lavere enn 1.600.000.

```
(lm(inntekt ~ height_cm, data = hoyde_max_inntekt)) %>%
  summary()
```

```
##
## Call:
## lm(formula = inntekt ~ height_cm, data = hoyde_max_inntekt)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -547811 -236923  -54031  158327 1265382
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value            Pr(>|t|)
## (Intercept) -695742.7    58424.7  -11.91 <0.0000000000000002 ***
## height_cm      5828.4      342.5   17.02 <0.0000000000000002 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
```

```
## Residual standard error: 293300 on 6861 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.0405, Adjusted R-squared:  0.04036
## F-statistic: 289.6 on 1 and 6861 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

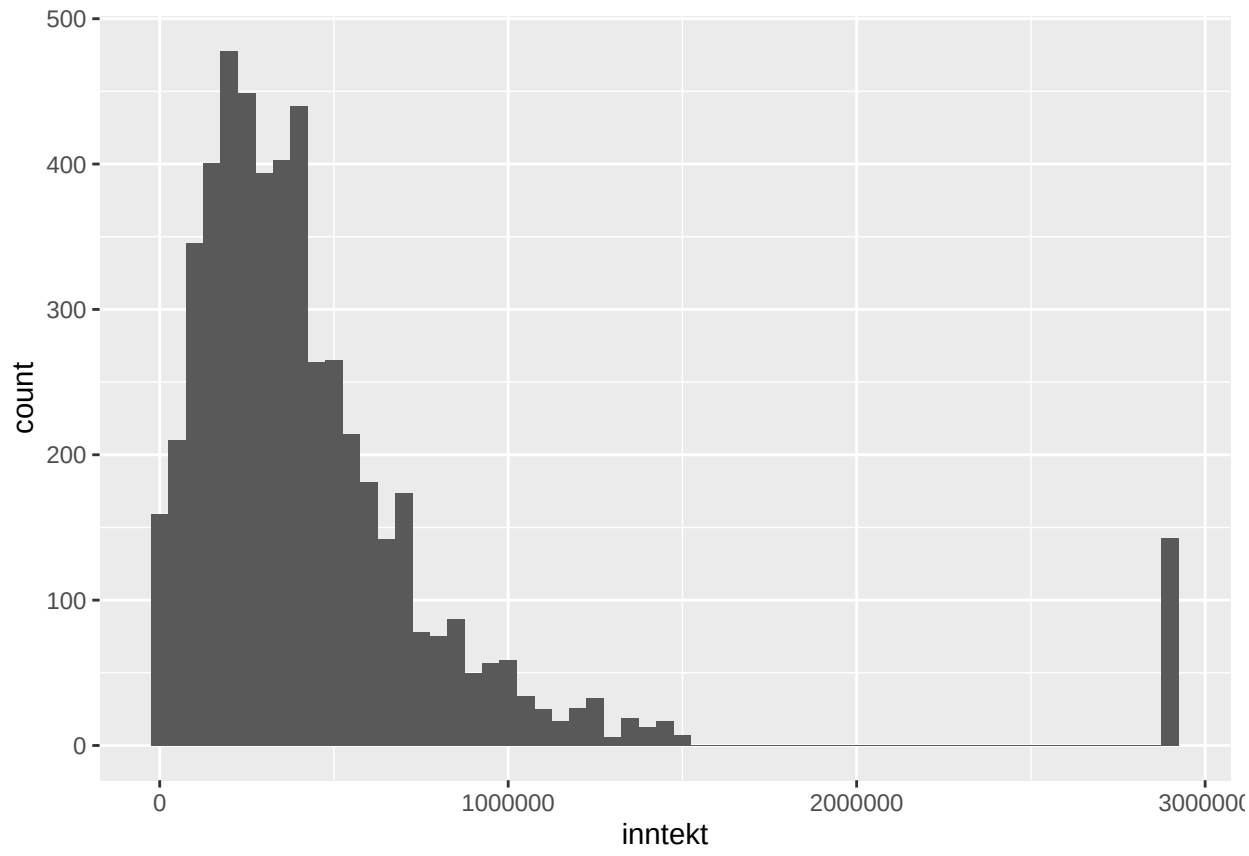
Her ser vi at en økning i høyden på 1 cm, gir 5828.4 kr mer i årlig inntekt.

```
# Nå filtrerer vi ut de observasjonene med inntekt høyere enn 0. Vi ser da under "Envi

hoyde_min_inntekt <- hoyde %>%
  filter(inntekt > 0)

# For illustrajonshensikter, kan vi også se hvordan dette histogrammet har endret seg

ggplot(data = hoyde_min_inntekt,
       aes(x = inntekt)) +
  geom_histogram(binwidth = 50000)
```




```
(lm(inntekt ~ height_cm, data = hoyde_min_inntekt)) %>%
  summary()
```

```
##
## Call:
## lm(formula = inntekt ~ height_cm, data = hoyde_min_inntekt)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -714128 -253106 -103101   95637 2634963
##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value            Pr(>|t|)
## (Intercept) -1435793.6   110687.8  -12.97 <0.0000000000000002 ***
## height_cm      11122.9      646.2   17.21 <0.0000000000000002 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 483000 on 5264 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.05328,    Adjusted R-squared:  0.0531
## F-statistic: 296.3 on 1 and 5264 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

Ovenfor er helt OK, men jeg synes det er mer hensiktsmessig å gjøre det på følgende måte:

```
mod0 <- 'inntekt ~ height_cm'
lm0 <- hoyde %>%
  filter(inntekt > 0) %>%
  lm(mod0, data = .)
summary(lm0)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = mod0, data = .)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -714128 -253106 -103101   95637 2634963
##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value            Pr(>|t|)
## (Intercept) -1435793.6   110687.8  -12.97 <0.0000000000000002 ***
## height_cm      11122.9      646.2   17.21 <0.0000000000000002 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 483000 on 5264 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.05328,    Adjusted R-squared:  0.0531
## F-statistic: 296.3 on 1 and 5264 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

Her ser vi at en økning i høyden på 1 cm, gir 11122.9 kr mer i årlig inntekt.

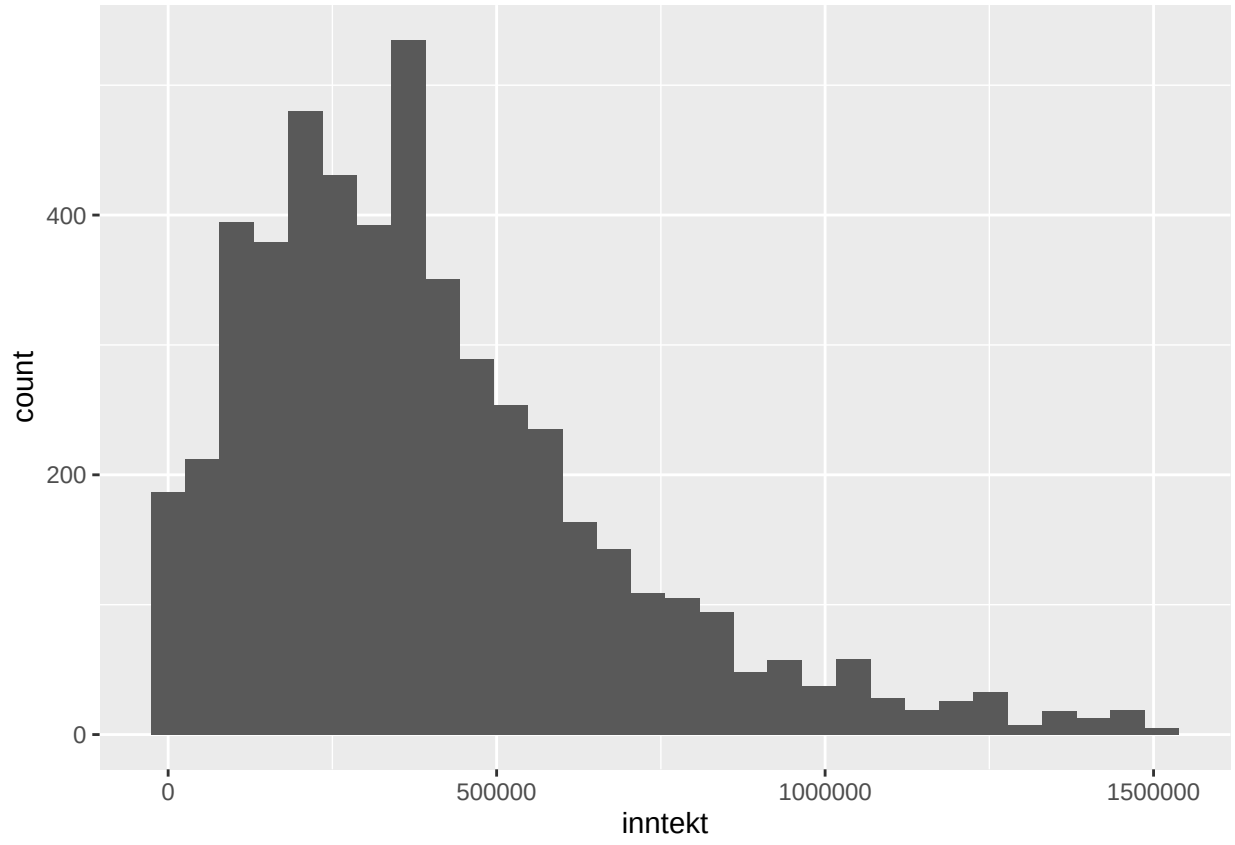
```
# Her fjernes både 0 inntekt og topp 2% i samme modell istedenfor hver for seg som tid

hoyde_min_og_max_inntekt <- hoyde %>%
  filter(inntekt < 1600000) %>%
  filter(inntekt > 0)

# Fremstiller dette i ggplot for å illustrere forskjellen mellom modellene ovenfor gra

ggplot(data = hoyde_min_og_max_inntekt,
       aes(x = inntekt)) +
  geom_histogram()
```

```
## `stat_bin()` using `bins = 30`. Pick better value with `binwidth`.
```




```
(lm(inntekt ~ height_cm, data = hoyde_min_og_max_inntekt)) %>%
  summary()
```

```
##
```

```
## Call:
## lm(formula = inntekt ~ height_cm, data = hoyde_min_og_max_inntekt)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -532259 -190685  -57109  135445 1170911
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value            Pr(>|t|)
## (Intercept) -642281.3    64244.0  -9.998 <0.0000000000000002 ***
## height_cm      6088.8      375.6  16.212 <0.0000000000000002 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 276000 on 5121 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.04882,    Adjusted R-squared:  0.04863
## F-statistic: 262.8 on 1 and 5121 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

Ser her at om vi tar vekk både 0 inntekt og topp 2% inntekt, så vil 1 cm tilsvare enn lønnsøkning på 6088.8 kr.

```
#Igjen synes jeg følgende er enklere

lm1 <- hoyde %>%
  filter(inntekt > 0 & inntekt < 3000000) %>%
  lm(mod0, data = .)
summary(lm1)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = mod0, data = .)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -714128 -253106 -103101   95637 2634963
##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value            Pr(>|t|)
## (Intercept) -1435793.6   110687.8  -12.97 <0.0000000000000002 ***
## height_cm      11122.9      646.2   17.21 <0.0000000000000002 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 483000 on 5264 degrees of freedom
```

```
## Multiple R-squared:  0.05328,    Adjusted R-squared:  0.0531
## F-statistic: 296.3 on 1 and 5264 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

Forklaring til utliggere i plots Som vi ser ut fra grafen er det en stor ujevnhet. I datasettet har den største andelen av observasjonene under ca 700 000 kroner, og minoriteten har over 700 000 kroner. 143 observasjoner har rett i underkant av 3 millioner kroner. Dette er det den høyre utliggeren i datasettet.

Vi har også med observasjoner *uten* lønn. Dette er den venstre utliggeren. Det er ca. 2000 observasjoner uten lønn.

Disse utliggerne *kan* påvirke resultatet av analysen. Disse to gruppene av ekstreme observasjonene *kan* resultere i at **(vi har jo ikke ennå vist at det gjør det)** sammenhengen mellom høyde og snitt- og medianlønn blir feilaktig fremstilt. Vi får dermed feil informasjon ut av dataene vi analyserer. Vi får tilfeller der en lav person ansees som arbeidsledig eller at en høy person har langt høyere inntekt, slik som analysen fra National Longitudinal Study kom frem til.

For å oppnå et mer reelt resultat må vi se vekk ifra de ekstreme utliggerne. I dette tilfellet vil resultat blir reelt om vi ser vekk ifra både 0 inntekt og topp 2% inntekt. Dette gjennomførte vi i kode-chunken "regresjonsanalyse4" ovenfor. **Det er bedre å skrive det som at dere tester robustheten av eventuelle funn med å estimere samme modell på et subsett av dataene der inntekt = 0 og de 2% høyeste inntektene er tatt bort.**

Mutate: Nye Variabler

Vi lager to nye datasett med nye variabler ved å bruke *mutate()* funksjonen. Et datasett der vi tar med hele tidlegere datasettet, dvs. med 0 inntekt og topp 2%. Vi lager så enda et datasett uten.

tommer er 2.54cm

pund er 450g, eller 0.45kg

Helt datasett, nye variabler, BMI og gift - ikke gift:

```
hoyde <- hoyde %>%
  mutate(
    height_cm = 2.54 * height,
    weight_kg = weight * 0.45,
    bmi = (weight / (height_cm / 100)^2),
    married = factor(
      case_when(
      # note, summary showed no NA for marital
        marital =='married'~ TRUE,
        # all other categories FALSE
```

```
        TRUE ~ FALSE)
  )
)
```

Oppsummerer resultatet via *summary()*

```
summary(hoyde)
```

```
##      income             height         weight           age
##  Min.   :     0.0   Min.   :52.0   Min.   : 76.0   Min.   :47.00
##  1st Qu.:   165.5   1st Qu.:64.0   1st Qu.:157.0   1st Qu.:49.00
##  Median : 29589.5   Median :67.0   Median :184.0   Median :51.00
##  Mean   : 41203.9   Mean   :67.1   Mean   :188.3   Mean   :51.33
##  3rd Qu.: 55000.0   3rd Qu.:70.0   3rd Qu.:212.0   3rd Qu.:53.00
##  Max.   :343830.0   Max.   :84.0   Max.   :524.0   Max.   :56.00
##                                    NA's   :95
##       marital         sex         education          afqt
##  single   :1124   male  :3402   Min.   : 1.00   Min.   :  0.00
##  married  :3806   female:3604   1st Qu.:12.00   1st Qu.: 15.12
##  separated: 366                 Median :12.00   Median : 36.76
##  divorced :1549                 Mean   :13.22   Mean   : 41.21
##  widowed  : 161                 3rd Qu.:15.00   3rd Qu.: 65.24
##                                 Max.   :20.00   Max.   :100.00
##                                 NA's   :10      NA's   :262
##     inntekt          height_cm       weight_kg           bmi
##  Min.   :      0   Min.   :132.1   Min.   : 34.20   Min.   : 28.38
##  1st Qu.:   1407   1st Qu.:162.6   1st Qu.: 70.65   1st Qu.: 55.31
##  Median : 251511   Median :170.2   Median : 82.80   Median : 62.44
##  Mean   : 350234   Mean   :170.4   Mean   : 84.74   Mean   : 64.61
##  3rd Qu.: 467500   3rd Qu.:177.8   3rd Qu.: 95.40   3rd Qu.: 71.17
##  Max.   :2922555   Max.   :213.4   Max.   :235.80   Max.   :165.32
##                                    NA's   :95       NA's   :95
##   married
##  FALSE:3200
##  TRUE :3806
##
##
##
##
##
```

Filtrert datasett, nye variabler, BMI og gift - ikke gift:

```
hoyde_filtrert <- hoyde_min_og_max_inntekt %>%
  mutate(
    height_cm = 2.54 * height,
    weight_kg = weight * 0.45,
    bmi = (weight / (height_cm / 100)^2),
    married = factor(
      case_when(
      # note, summary showed no NA for marital
        marital =='married'~ TRUE,
        # all other categories FALSE
        TRUE ~ FALSE)
    )
  )
```

Oppsummerer resultatet via *summary()*

```
summary(hoyde_filtrert)
```

```
##      income           height          weight           age
##  Min.   :    45   Min.   :52.00   Min.   : 78.0   Min.   :47.00
##  1st Qu.: 23000   1st Qu.:64.00   1st Qu.:159.0   1st Qu.:49.00
##  Median : 40000   Median :67.00   Median :185.0   Median :51.00
##  Mean   : 46751   Mean   :67.22   Mean   :188.4   Mean   :51.28
##  3rd Qu.: 62000   3rd Qu.:70.00   3rd Qu.:212.0   3rd Qu.:53.00
##  Max.   :178000   Max.   :80.00   Max.   :480.0   Max.   :56.00
##                                   NA's   :69
##       marital         sex         education          afqt
##  single   : 699   male  :2526   Min.   : 1.00   Min.   :  0.00
##  married  :2983   female:2597   1st Qu.:12.00   1st Qu.: 19.55
##  separated: 233                 Median :12.00   Median : 41.71
##  divorced :1102                 Mean   :13.48   Mean   : 44.40
##  widowed  : 106                 3rd Qu.:16.00   3rd Qu.: 67.89
##                                 Max.   :20.00   Max.   :100.00
##                                 NA's   :2       NA's   :184
##     inntekt            height_cm       weight_kg           bmi
##  Min.   :    382.5   Min.   :132.1   Min.   : 35.10   Min.   : 28.38
##  1st Qu.: 195500.0   1st Qu.:162.6   1st Qu.: 71.55   1st Qu.: 55.36
##  Median : 340000.0   Median :170.2   Median : 83.25   Median : 62.39
##  Mean   : 397386.4   Mean   :170.7   Mean   : 84.78   Mean   : 64.37
##  3rd Qu.: 527000.0   3rd Qu.:177.8   3rd Qu.: 95.40   3rd Qu.: 70.76
##  Max.   :1513000.0   Max.   :203.2   Max.   :216.00   Max.   :147.59
##                                      NA's   :69       NA's   :69
##   married
##  FALSE:2140
```

```
##  TRUE :2983
##
##
##
##
##
```

HuxReg

Setter opp for å sette opp en HuxTable på datasettene med nye variabler.

lm_hoyde er fulle datasettet, men med nye variabler.

lm_hoyde_filtrert er datasettet uten 0 inntekt og 2% topp, men med nye variabler.

```
lm_hoyde <- (lm(
  inntekt ~ height_cm + weight_kg + marital + bmi,
                data = hoyde))
lm_hoyde_filtrert <- (lm(
  inntekt ~ height_cm + weight_kg + marital + bmi,
                          data = hoyde_filtrert))
```

Setter opp til liste med avvik innenfor statistikk. Gir navn til tabellene våres for bedre oversikt.

hoyde er med alle observasjoner **hoyde_filtrert** er uten 0 inntekt og topp 2%

```
huxreg(
  list("hoyde"=lm_hoyde, "hoyde_filtrert"=lm_hoyde_filtrert),
  error_format = "[{statistic}]")
```

Her fremkommer det en betraktelig forskjell mellom *hoyde* i det fulle datasettet, og *hoyde_filtrert* i datasettet som er uten 0 inntekt og 2% topp.

De mest akutelle faktorene for studien denne innleveringen baserer seg på er:

height_cm, *weight_kg*, *N*, *R^2*

Vi ser ut fra tabellene at alle fire faktorene er påvirket i stor grad. Inntekt fra *høyde* har falt nesten 10 000kr per cm, i tillegg til å gå ifra $\mathbf{p < 0.001}$ signifikansnivå til $\mathbf{p < 0.01}$ signifikansnivå. Vekt har gått ifra $\mathbf{p < 0.05}$ til ingen signifikans. N har gått ned ifra **6911 kr pr cm**, til **5054 kr pr cm**. R^2 har gått ifra **0.88** ned til **0.82**.

Det vi kan tolke ut fra dette er at 0 inntekt og 2% topp inntekt har hatt en betydelig påvirkning på studien til Judge & Cable.

Test av robusthet

Robushets refereres til styrken av den anvendte statistiske modellen, og kan eksempelvis være å utføre en t-test. Dette type test er en hypotesetest og brukes for å teste hvorvidt gjennomsnitssverdien i et normalfordelt datasatt er signifikant forskjellig fra en nullhypotese.

Vi må først definere H_0 og H_1, og deretter tar vi en titt på t-verdiene til de ulike variablene og ser om de er signifikante.

$H_0 : Litenendringit-verdiogsignifikansnivåforhøyde\ H_1 : Høydeharmindrebetydningennanntat, stø$
verdier

Modellene

Modeller uten observasjoner med 0 i inntekt:

```
modell_1 <- "inntekt ~ height_cm"
lm1 <- lm(modell_1, data = hoyde_min_inntekt)
summary(lm1)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = modell_1, data = hoyde_min_inntekt)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -714128 -253106 -103101   95637 2634963
##
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error t value            Pr(>|t|)
## (Intercept) -1435793.6   110687.8  -12.97 <0.0000000000000002 ***
## height_cm      11122.9      646.2   17.21 <0.0000000000000002 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 483000 on 5264 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.05328,    Adjusted R-squared:  0.0531
## F-statistic: 296.3 on 1 and 5264 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

-

```
modell_2 <- "inntekt ~ height_cm + weight + marital"
lm2 <- lm(modell_2, data = hoyde_min_inntekt)
summary (lm2)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = modell_2, data = hoyde_min_inntekt)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -746084 -252292  -98264  100382 2585620
##
## Coefficients:
##                    Estimate Std. Error t value             Pr(>|t|)
## (Intercept)      -1572607.8   116340.3 -13.517 < 0.0000000000000002 ***
## height_cm           12121.0      748.7  16.189 < 0.0000000000000002 ***
## weight               -741.9      179.9  -4.125            0.0000377 ***
## maritalmarried     166514.8    20054.3   8.303 < 0.0000000000000002 ***
## maritalseparated   -66105.1    36509.9  -1.811               0.0703 .
## maritaldivorced     52220.2    23190.2   2.252               0.0244 *
## maritalwidowed       7776.9    50210.9   0.155               0.8769
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 478700 on 5190 degrees of freedom
##   (69 observations deleted due to missingness)
## Multiple R-squared:  0.07994,    Adjusted R-squared:  0.07887
## F-statistic: 75.15 on 6 and 5190 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

-

```
modell_3 <- "inntekt ~ sex*height_cm + weight + marital"
lm3 <- lm(modell_3, data = hoyde_min_inntekt)
summary(lm3)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = modell_3, data = hoyde_min_inntekt)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -748598 -252959  -97185  103409 2657787
##
## Coefficients:
##                        Estimate Std. Error t value             Pr(>|t|)
## (Intercept)         -1087464.6   226208.6  -4.807    0.000001572603235 ***
## sexfemale             750581.1   319561.7   2.349              0.01887 *
## height_cm               9685.6     1312.6   7.379    0.000000000000185 ***
```

```
## weight                   -829.8      179.3  -4.628    0.000003783773448 ***
## maritalmarried         165425.3    19946.9   8.293 < 0.0000000000000002 ***
## maritalseparated       -58590.2    36319.5  -1.613              0.10676
## maritaldivorced         54144.2    23073.3   2.347              0.01898 *
## maritalwidowed          31950.8    50034.9   0.639              0.52313
## sexfemale:height_cm     -5248.1     1875.1  -2.799              0.00515 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 476000 on 5188 degrees of freedom
##   (69 observations deleted due to missingness)
## Multiple R-squared:  0.09087,    Adjusted R-squared:  0.08946
## F-statistic: 64.82 on 8 and 5188 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

Test av koeffisienter:

```
linearHypothesis(lm3, c("sexfemale = 0", "sexfemale:height_cm = 0"))
```

Modeller uten observasjonene med topp 2% i inntekt:

```
modell_4 <- "inntekt ~ height_cm"
lm4 <- lm(modell_4, data = hoyde_max_inntekt)
summary(lm4)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = modell_4, data = hoyde_max_inntekt)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -547811 -236923  -54031  158327 1265382
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value            Pr(>|t|)
## (Intercept) -695742.7    58424.7  -11.91 <0.0000000000000002 ***
## height_cm      5828.4      342.5   17.02 <0.0000000000000002 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 293300 on 6861 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.0405, Adjusted R-squared:  0.04036
## F-statistic: 289.6 on 1 and 6861 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

-

```r
modell_5 <- "inntekt ~ height_cm + weight + marital"
lm5 <- lm(modell_5, data = hoyde_max_inntekt)
summary(lm5)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = modell_5, data = hoyde_max_inntekt)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -552630 -213609  -54102  149212 1282160
##
## Coefficients:
##                    Estimate Std. Error t value             Pr(>|t|)
## (Intercept)      -805106.56   59964.37 -13.426 < 0.0000000000000002 ***
## height_cm           6188.47     382.24  16.190 < 0.0000000000000002 ***
## weight              -268.85      88.48  -3.039              0.00239 **
## maritalmarried    155353.49    9876.94  15.729 < 0.0000000000000002 ***
## maritalseparated  -12818.20   17385.95  -0.737              0.46098
## maritaldivorced    68638.64   11379.36   6.032        0.00000000171 ***
## maritalwidowed     19719.18   24496.96   0.805              0.42087
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 286200 on 6761 degrees of freedom
##   (95 observations deleted due to missingness)
## Multiple R-squared:  0.09079,    Adjusted R-squared:  0.08999
## F-statistic: 112.5 on 6 and 6761 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

-

```r
modell_6 <- "inntekt ~ sex*height_cm + weight + marital"
lm6 <- lm(modell_6, data = hoyde_max_inntekt)
summary(lm6)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = modell_6, data = hoyde_max_inntekt)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -534187 -212964  -53532  149687 1276649
##
```

```
## Coefficients:
##                         Estimate Std. Error t value             Pr(>|t|)
## (Intercept)         -542258.82  118177.26  -4.589      0.0000045445601 ***
## sexfemale            192793.51  163358.92   1.180             0.237969
## height_cm              4812.42     686.42   7.011      0.0000000000026 ***
## weight                 -291.14      88.43  -3.292             0.000998 ***
## maritalmarried       158245.57    9870.39  16.032 < 0.0000000000000002 ***
## maritalseparated      -8214.16   17360.89  -0.473             0.636127
## maritaldivorced       71219.50   11360.29   6.269      0.0000000003854 ***
## maritalwidowed        31331.27   24494.07   1.279             0.200893
## sexfemale:height_cm   -1498.89     958.11  -1.564             0.117763
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 285400 on 6759 degrees of freedom
##   (95 observations deleted due to missingness)
## Multiple R-squared:  0.0964, Adjusted R-squared:  0.09533
## F-statistic: 90.13 on 8 and 6759 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

Test av koeffisienter:

```
linearHypothesis(lm6, c("sexfemale = 0", "sexfemale:height_cm = 0"))
```

Kommentarer til modellene ovenfor.

Vi finner at når vi kun tar hensyn til høyde og inntekt er t-verdien 17.27, og er signifikant helt opp til et 0.001 nivå. Ved første øyenkast kan det da se ut til at høyde faktisk har utslagsgivende påvirkning på inntekt. Men hvis vi studerer resultatet, og da spesielt *R^2*, ser vi at den verdien er bare 0.05328. Det betyr at høyde kun forklarer 5.3% av resultatet vårt. Som en da ser i modell 2 og spessielt i modell 3, at desto flere variabler vi legger inn og må ta hensyn til, desto mindre betydning får høyde.

Modell 3 tar med flere variabler og vi ser da at t-verdien til høyde faller til 7.379, mens den fortsatt er signifikant på 0.001 nivå, som virker lovendes. Men vi ser også nå at kjønn har en t-verdi på 2.349 og signifikansnivå på 0.05, og om vedkommende er gift har t-verdi på 8.293 med 0.001 signifikans nivå. Vi ser her at høyde har fått en betraktelig mindre betydning når vi har lagt til flere variabler, der flere av de variablene har en stor betydning i iht. t-verdiene og signifikansnivåene.

For modellene uten topp 2% inntekt ser vi akkurat samme tendens. Flere desto flere variabler, desto mindre betydning har høyden.

Vi ser også en annen tendens, som viser seg ved at idet øyeblikket vi legger til kjønn som en variabel, stuper t-verdien til høyde med 10. Vi kan dermed si med ganske stor sannsynlighet at kjønn har en enorm stor påvirkning på inntekten til personener.

Modell uten både 0 og topp 2%

Men hva skjer om vi lager en modell der vi tar bort både arbeidsledige og topp 2% inntektsgruppen?

Vi bruker her datasettet *hoyde_filtrert* fra tidligere som er uten både 0 inntekt og topp 2% inntekt:

```
modell_7 <- "inntekt ~ height_cm"
lm7 <- lm(modell_7, data = hoyde_filtrert)
summary(lm7)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = modell_7, data = hoyde_filtrert)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -532259 -190685  -57109  135445 1170911
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value            Pr(>|t|)
## (Intercept) -642281.3    64244.0  -9.998 <0.0000000000000002 ***
## height_cm      6088.8      375.6  16.212 <0.0000000000000002 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 276000 on 5121 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.04882,    Adjusted R-squared:  0.04863
## F-statistic: 262.8 on 1 and 5121 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

-

```
modell_8 <- "inntekt ~ sex*height_cm + weight_kg + marital"
lm8 <- lm(modell_8, data = hoyde_filtrert)
summary(lm8)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = modell_8, data = hoyde_filtrert)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -543316 -186680  -53277  129072 1180287
```

```
##
## Coefficients:
##                      Estimate Std. Error t value             Pr(>|t|)
## (Intercept)         -352138.9   131673.9  -2.674              0.00751 **
## sexfemale            108210.9   184020.3   0.588              0.55653
## height_cm              4441.2      764.6   5.808       0.00000000669 ***
## weight_kg              -671.5      229.7  -2.924              0.00347 **
## maritalmarried       118350.8    11461.8  10.326 < 0.0000000000000002 ***
## maritalseparated     -26036.7    20702.3  -1.258              0.20857
## maritaldivorced       58440.0    13221.6   4.420       0.00001007603 ***
## maritalwidowed        10754.6    28617.5   0.376              0.70708
## sexfemale:height_cm   -1055.7     1079.1  -0.978              0.32800
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 270800 on 5045 degrees of freedom
##   (69 observations deleted due to missingness)
## Multiple R-squared:  0.08998,    Adjusted R-squared:  0.08854
## F-statistic: 62.36 on 8 and 5045 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

-

```
modell_9 <- "inntekt ~ sex*(height_cm + weight_kg + marital + bmi + education + age)"
lm9 <- lm(modell_9, data = hoyde_filtrert)
summary(lm9)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = modell_9, data = hoyde_filtrert)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -726384 -158229  -36644  118912 1049840
##
## Coefficients:
##                            Estimate Std. Error t value             Pr(>|t|)
## (Intercept)               -522379.0   678234.7  -0.770             0.441215
## sexfemale                  -22303.4   875111.8  -0.025             0.979668
## height_cm                    1938.9     3735.2   0.519             0.603718
## weight_kg                    -740.3     3539.2  -0.209             0.834312
## maritalmarried             179097.9    14336.2  12.493 < 0.0000000000000002
## maritalseparated            39709.8    28043.0   1.416             0.156828
## maritaldivorced             92214.0    17123.0   5.385        0.0000000756
## maritalwidowed               3518.1    60988.4   0.058             0.954002
```

```
## bmi                              862.5     5117.0   0.169             0.866148
## education                      48981.1     2021.9  24.225 < 0.0000000000000002
## age                            -2465.0     2211.7  -1.115             0.265090
## sexfemale:height_cm              324.5     4996.2   0.065             0.948214
## sexfemale:weight_kg             -481.9     4900.1  -0.098             0.921656
## sexfemale:maritalmarried   -177530.8    20970.0  -8.466 < 0.0000000000000002
## sexfemale:maritalseparated  -93873.1    37895.8  -2.477             0.013277
## sexfemale:maritaldivorced   -77997.3    24072.9  -3.240             0.001203
## sexfemale:maritalwidowed     -6488.9    67844.0  -0.096             0.923807
## sexfemale:bmi                 -300.8     6533.1  -0.046             0.963277
## sexfemale:education          -9467.7     2803.6  -3.377             0.000739
## sexfemale:age                 2925.4     3104.9   0.942             0.346147
##
## (Intercept)
## sexfemale
## height_cm
## weight_kg
## maritalmarried             ***
## maritalseparated
## maritaldivorced            ***
## maritalwidowed
## bmi
## education                  ***
## age
## sexfemale:height_cm
## sexfemale:weight_kg
## sexfemale:maritalmarried   ***
## sexfemale:maritalseparated *
## sexfemale:maritaldivorced  **
## sexfemale:maritalwidowed
## sexfemale:bmi
## sexfemale:education        ***
## sexfemale:age
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 245300 on 5032 degrees of freedom
##   (71 observations deleted due to missingness)
## Multiple R-squared:  0.2549, Adjusted R-squared:  0.2521
## F-statistic:  90.6 on 19 and 5032 DF,  p-value: < 0.00000000000000022
```

Test av koeffisienter:

```
linearHypothesis(lm9, c("sexfemale = 0", "sexfemale:height_cm = 0"))
```

Kommentar til modell 7, 8 og 9

I modell 7 ser vi samme tendens som i modell 1 og 4, hvor høyde har en stor påvirkningskraft. Men så ser vi her på modell 8 og 9 uten både 0 inntekt og topp 2% inntekt. t-verdien til høyde har kollapset. Den er nå i modell 9 på 0.52, der 1.92 er den gylne standarden for t-verdier. Signifikansnivået har også kollapset fra 0.001 nivå helt ned til 0.6 felles nivå. Dette er før vi tar hensyn til kjønn. Med andre ord, er høyde faktisk ikke lengre signifikant.

Vi ser dermed at når vi ser vekk fra de arbeidsledige samt topp 2% inntektsgruppen, i tillegg til å legge til flere variabler som kjønn, alder, utdanning, osv, så er ikke høyde lengre de-facto for inntekt.

Resultat Vi forkaster H_0 da vi tydelig ser at både t-veriden og p<x verdien kollapser når vi legger til flere faktorer fremfor høyde. H_1 Er dermed gjeldende og resultatet vårt er:

Høyde alene er ikke de-facto grunnlag for høyere lønn, det er andre faktorer med som påvirker.

Residualer til datasettet "hoyde"

Vi velger å bruke modell 9, da denne er mest realistisk og inneholder mest informasjon.

```
hoyde_filtrert <- hoyde %>%
  add_residuals(lm9)
```

-

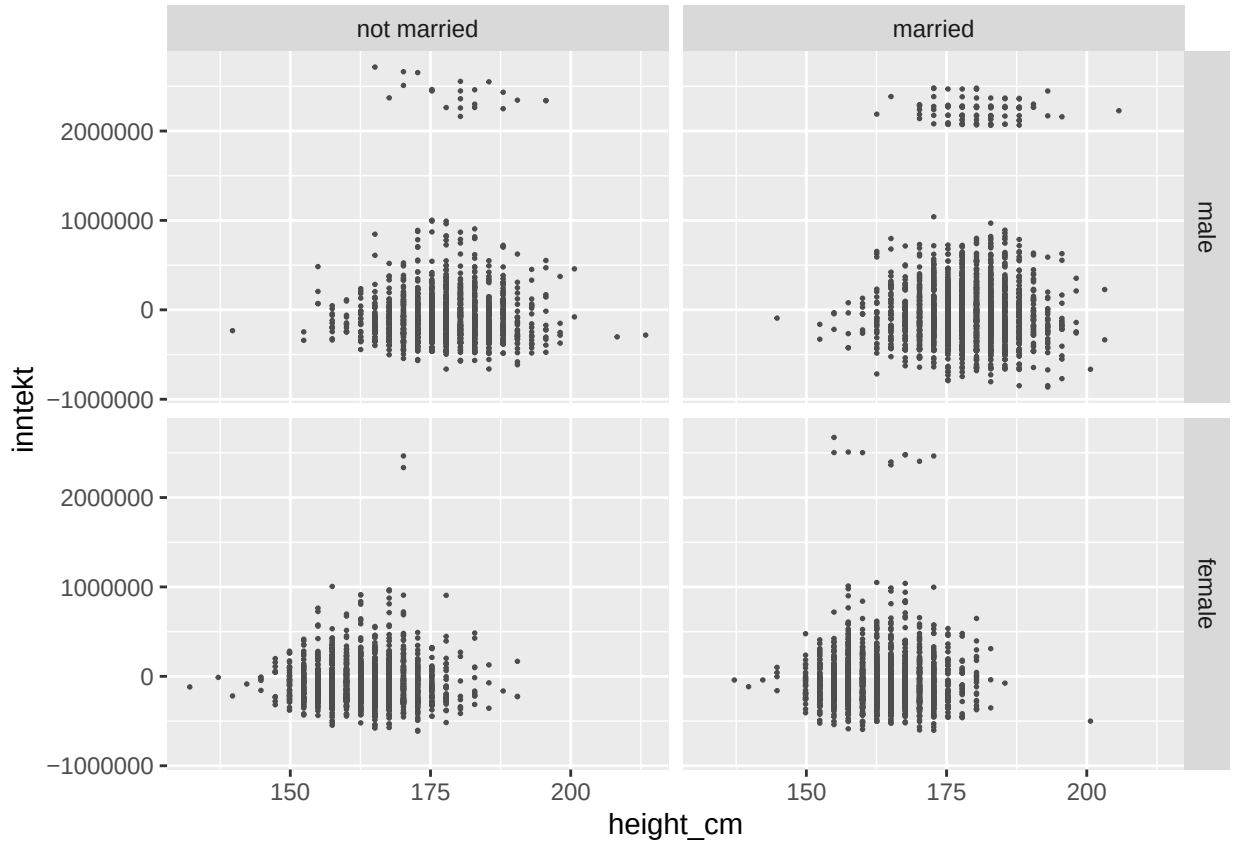
```
hoyde_filtrert %>%
  head(n=10)
```

GGplot av observasjonene, med svak bakgrunn.

```
ggplot(data = hoyde_filtrert,
  mapping = aes(
    x = height_cm,
    y = inntekt)) +
geom_point(
```

```
  data = hoyde_filtrert,
  mapping = aes(
    x = height_cm,
    y = resid),
  colour = "grey30",
  size = 0.3
) +
facet_grid(sex ~ factor(married, labels = c("not married", "married")))
```

```
## Warning: Removed 105 rows containing missing values (geom_point).
```



Konklusjon

Vi kan ut ifra modellene våre, konkludere med at høyde ikke er den avgjørende faktoren for inntekt. Dette fremkommer spesielt tydelig i modell 9. Det er mange flere faktorer som har utslagsgivende påvirkning, som for eksempel utdanning, BMI, kjønn, alder, antall år i en jobb osv.

Studien gjennomført av Judge & Cable ser ut til å ha oversett viktige data i analysen deres, eller ikke gått nok i dybden på hvordan alle faktorer påvirker. En kan selvsagt ikke se helt

bort fra at det er tilfeller hvor en høy person får en jobb som betaler bedre fremfor en lav person, men ut fra dataene og resultatene våre kan vi med høy treffsikkerhet vurdere det dithen at: Høyde alene ikke er de-facto grunnlag for høy lønn.

Referanser

Burns, David J. 1993. "Retail Salespersons: An Inquiry into Need Recognition." *Journal of Marketing Theory and Practice* 1 (3): 11–28.

Higham, Philip, and D. Carment. 1992. "The Rise and Fall of Politicians: The Judged Heights of Broadbent, Mulroney and Turner Before and After the 1988 Canadian Federal Election." *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue Canadienne Des Sciences Du Comportement* 24 (July): 404–9. https://doi.org/10.1037/h0078723.

Judge, Timothy A., and Daniel M. Cable. 2004. "The Effect of Physical Height on Workplace Success and Income: Preliminary Test of a Theoretical Model." *Journal of Applied Psychology* 89 (3): 428–41. https://doi.org/10.1037/0021-9010.89.3.428.

Judge, Timothy A., Daniel M. Cable, John W. Boudreau, and Robert D. Bretz Jr. 1995. "An Empirical Investigation of the Predictors of Executive Career Success." *Personnel Psychology* 48 (3): 485–519. https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1995.tb01767.x.

R Core Team. 2021. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. https://www.R-project.org/.

Roberts, J. V., and C. P. Herman. 1986. "The Psychology of Height: An Empirical Review." *Physical Appearance, Stigma, and Social Behavior* 3: 113–40.

Whitely, William, Thomas W. Dougherty, and George F. Dreher. 1991. "Relationship of Career Mentoring and Socioeconomic Origin to Managers' and Professionals' Early Career Progress." *The Academy of Management Journal* 34 (2): 331–51. https://doi.org/10.2307/256445.

Wickham, Hadley. 2020. *Modelr: Modelling Functions That Work with the Pipe*. https://CRAN.R-project.org/package=modelr.

	hoyde	hoyde_filtrert
(Intercept)	-2321309.587 ***	-573873.741
	[-5.427]	[-1.801]
height_cm	15611.913 ***	5514.450 **
	[6.176]	[2.939]
weight_kg	-6129.694 *	270.450
	[-2.483]	[0.147]
maritalmarried	207941.582 ***	117904.614 ***
	[13.291]	[10.234]
maritalseparated	-32637.320	-30084.379
	[-1.179]	[-1.448]
maritaldivorced	70126.781 ***	56707.469 ***
	[3.882]	[4.272]
maritalwidowed	33568.334	-1930.571
	[0.863]	[-0.067]
bmi	6226.873	-1128.840
	[1.958]	[-0.474]
N	6911	5054
R2	0.088	0.082
logLik	-99857.326	-70408.867
AIC	199732.653	140835.734

*** p < 0.001; ** p < 0.01; * p < 0.05.

Res.Df	RSS	Df	Sum of Sq	F	Pr(>F)
5.19e+03	1.19e+15				
5.19e+03	1.18e+15	2	1.41e+13	31.2	3.46e-14

Res.Df	RSS	Df	Sum of Sq	F	Pr(>F)
6.76e+03	5.54e+14				
6.76e+03	5.5e+14	2	3.41e+12	21	8.46e-10

Res.Df	RSS	Df	Sum of Sq	F	Pr(>F)
5.03e+03	3.03e+14				
5.03e+03	3.03e+14	2	2.47e+09	0.0205	0.98

weight	age	marital	sex	education	afqt	inntekt	height_cm	weight_kg	bmi
155	53	married	female	13	6.84	1.62e+05	152	69.8	66.7
156	51	married	female	10	49.4	2.98e+05	178	70.2	49.3
195	52	married	male	16	99.4	8.92e+05	165	87.8	71.5
197	54	married	female	14	44	3.4e+05	160	88.7	76.9
190	49	married	male	14	59.7	6.38e+05	168	85.5	67.6
200	49	divorced	female	18	98.8	8.67e+05	173	90	67
225	48	married	male	16	82.3	0	188	101	63.7
160	54	divorced	female	12	50.3	5.95e+05	163	72	60.5
162	55	divorced	male	12	89.7	5.1e+05	175	72.9	52.7
194	54	divorced	male	13	96	1.28e+06	175	87.3	63.2