

**BAGGRUND OG DATABESKRIVELSE (OPGAVE 1-5)**

Denne opgave beskæftiger sig med udbudsprisen på brugte biler. Opgaven tager udgangspunkt i datamaterialet i filen `Bil1torvet.jmp`, hvis indhold er beskrevet på opgaveark 1.

**OPGAVE 1 (BRUGTVOGNSPRISEN)**

Opgave 1 omhandler udelukkende biler af mærket Peugeot.

*JMP-vink: "Rows" -> "Data Filter"*

- a). **Tegn** en figur der viser, hvordan brugtvognsprisen (*Pris (kr)*) afhænger af bilens årgang (*Årgang*).

*JMP-vink: "Graph" -> "Graph Builder"*

**Gør rede for** på baggrund af figuren, om der ser ud til at være en lineær eller en kvadratisk sammenhæng mellem brugtvognsprisen og bilens årgang.

- b). **Opskriv** en lineær regressionsmodel med brugtvognsprisen (*Pris (kr)*) som responsvariabel og en kvadratisk effekt af bilens årgang (*Årgang*), dvs. en regressionsmodel med bilens årgang og bilens årgang opløftet i 2. potens (dvs.  $\text{Årgang}^2$ ) som forklarende variable.

**Angiv** de estimerede parametre i modellen.

*JMP-vink: "Analyze" -> "Fit Model". Placer *Pris (kr)* under "Y". Fjern "Center Polynomials" under "Model Specification" (klik på den røde trekant). Markér *Årgang* under "Model Specification" og vælg "Macros" -> "Polynomial to Degree" under "Construct Model Effects".*

- c). **Beregn** på baggrund af den i delspg. b) estimerede model hvor meget den forventede brugtvognspris ændres, afhængig af om bilen er årgang 2014 eller årgang 2016.

*JMP-vink: Beregn for hvert af de to tilfælde den forventede brugtvognspris v.h.j.a. "Factor Profiling" -> "Profiler" via den røde trekant øverst i JMPs regressions output-vindue.*

**OPGAVE 2 (BRUGTVOGNSPRISEN)**

Opgave 2 omhandler udelukkende biler af mærket Skoda.

JMP-vink: "Rows" -> "Data Filter"

- a). **Reducér** en lineær regressionsmodel med brugtvognsprisen (*Pris (kr)*) som responsvariabel og variablene *Årgang*, *Indregistreringsår*, *Km kørt*, *Cylindre*, *Airbags*, *Hestekræfter*, *Tankkapacitet (l)*, *Totalvægt (kg)*, *Leveringsomkostninger (kr)* som forklarende variable til kun at indeholde signifikante variable (brug 5% som signifikansniveau).

JMP-vink: "Analyze" -> "Fit Model". Placér *Pris (kr)* under "Y" og alle øvrige variable under "Construct Model Effects". Fjern insignifikante variable én ad gangen ved hele tiden at fjerne den mest insignifikante variabel. Brug f.eks. "Effect Summary" i JMPs regressions output-vindue.

**Opskriv** den reducerede model.

**Angiv** de estimerede parametre i den reducerede model.

- b). **Fortolk** parametrene i den reducerede regressionsmodel.
- c). **Beregn** ændringen i forklaringsgraden mellem den oprindelige og den reducerede regressionsmodel.

Vink: Træk de to tal fra hinanden.

**Beregn** ændringen i den justerede forklaringsgrad mellem den oprindelige og den reducerede regressionsmodel.

**Gør rede** for eventuelle ligheder og forskelle mellem ændringerne i henholdsvis forklaringsgrad og justeret forklaringsgrad mellem den oprindelige og den reducerede regressionsmodel.

**OPGAVE 3 (BRUGTVOGNSPRISEN)**

Opgave 3 omhandler udelukkende biler af mærket Peugeot.

JMP-vink: "Rows" -> "Data Filter"

- a). **Opskriv** en lineær regressionsmodel med brugtvognsprisen (*Pris (kr)*) som responsvariabel og bilens årgang (*Årgang*) og drivmiddel (*Drivmiddel*) som forklarende variable.

**Angiv** de estimerede parametre i modellen.

JMP-vink: "Analyze" -> "Fit Model". Vælg "Estimates" -> "Indicator Parameterization Estimates" i JMPs regressions output-vindue.

- b). **Fortolk** parametrene i den estimerede regressionsmodel.
- c). **Tegn** en figur der viser, om der ser ud til at være en forskel på årgangens betydning for brugtvognsprisen for henholdsvis benzin- og dieslbiler.

JMP-vink: "Graph" -> "Graph Builder". Placer *Pris (kr)* under "Y", *Årgang* under "X", *Drivmiddel* under "Group Y".

- d). **Opskriv** en udvidelse af regressionsmodellen fra delspg. a), der også indeholder en interaktionseffekt mellem bilens årgang og bilens drivmiddel.

**Angiv** de estimerede parametre i modellen.

JMP-vink: "Analyze" -> "Fit Model". Placer *Pris (kr)* under "Y". Placer *Årgang*, *Drivmiddel* under "Construct Model Effects". Fjern "Center Polynomials" under "Model Specification" (klik på den røde trekant). Markér *Årgang* og *Drivmiddel* under "Model Specification" og vælg "Cross" under "Construct Model Effects". Vælg "Estimates" -> "Indicator Parameterization Estimates" i JMPs regressions output-vindue.

- e). **Fortolk** parametrene i den estimerede udvidede regressionsmodel.
- f). **Opskriv** nulhypotesen om at årgangens betydning for brugtvognsprisen er den samme for henholdsvis benzin- og dieslbiler.

**Gør rede for** om der er statistisk belæg for en påstand om at årgangens betydning for brugtvognsprisen er den samme for henholdsvis benzin- og dieslbiler (brug 5% som signifikansniveau).

Vink: Angiv P-værdi og konkluder på baggrund af den.

**OPGAVE 4 (BRUGTVOGNSPRISEN)**

Opgave 4 omhandler udelukkende biler af mærket Peugeot.

JMP-vink: "Rows" -> "Data Filter"

- a). **Opskriv** en lineær regressionsmodel med brugtvognsprisen (*Pris (kr)*) som responsvariabel og bilens årgang (*Årgang*) og bodytype (*Bodytype*) som forklarende variable. **Angiv** de estimerede parametre i modellen.

JMP-vink: "Analyze" -> "Fit Model".

- b). **Fortolk** parametrene i den estimerede regressionsmodel.
- c). **Opskriv** nulhypotesen om at bodytype ikke har nogen betydning for brugtvognsprisen. **Gør rede for** at der ikke er statistisk belæg for en påstand om at bodytype ikke har nogen betydning for brugtvognsprisen (brug 5% som signifikansniveau).

Vink: Angiv P-værdi og konkludér på baggrund af den.

- d). **Gør rede for** om der er belæg for en påstand om, at der ikke er forskel i den forventede brugtvognspris for henholdsvis...
- i) en Van og en Hatchback
  - ii) en Van og en MPV
  - iii) en Van og en Stationcar
  - iv) en MPV og en Stationcar

Brug i alle fire tilfælde 5% som signifikansniveau og såfremt der ikke er belæg for påstanden angiv da den forventede forskel i brugtvognsprisen.

JMP-vink: Vælg "Estimates" -> "Indicator Parameterization Estimates" i JMPs regressions output-vindue.

Angiv for hvert tilfælde en P-værdi og konkludér på baggrund af den.

JMP-vink vedr. tilfælde iv): Markér **Bodytype** i datafilen. Højreklik på variabelen og vælg "Column Properties" -> "Value Ordering". Flyt værdien "MPV" ned som den nederste ved hjælp af "Move Down". Klik "OK" og estimér regressionsmodellen igen.

**OPGAVE 5 (BRUGTVOGNSPRISEN)**

Opgave 5 omhandler udelukkende biler med et ikke-negativt antal kørte kilometer, dvs.  $Km\ k\ddot{o}rt \geq 0$ .

JMP-vink: "Rows" -> "Data Filter"

- a). **Reducér** en lineær regressionsmodel med brugtvognsprisen (*Pris (kr)*) som responsvariabel og variablene *Producent*, *Årgang*, *Bodytype*, *Drivmiddel*, *Km kørt*, *Cylindre*, *Døre*, *Sæder*, *Gear*, *Airbags*, *Hestekræfter*, *Tophastighed (km/t)*, *Tankkapacitet (l)*, *Køreklar vægt (kg)*, *Anhængervægt (kg)*, *Totalvægt (kg)*, *Årlig grøn ejerafgift*, *Energiklasse*, *Leveringsomkostninger (kr)* som forklarende variable til kun at indeholde signifikante variable (brug 5% som signifikansniveau).

JMP-vink: "Analyze" -> "Fit Model". Placer *Pris (kr)* under "Y" og alle øvrige variable under "Construct Model Effects". Fjern insignifikante variable én ad gangen ved hele tiden at fjerne den mest insignifikante variabel. Brug f.eks. "Effect Summary" i JMPs regressions output-vindue.

- b). **Reducér** samme regressionsmodel som i delspg. a) men brug i stedet 1% som signifikansniveau).

JMP-vink: Vælg signifikansniveau til 1% i "Analyze" -> "Fit Model" under "Model Selection" -> "Set Alpha level" inden modellen estimeres.

**Sammenlign** den reducerede model med den reducerede model i delspg. a).

- c). **Beregn** på baggrund af den i delspg. a) fundne regressionsmodel et 95%-konfidensinterval for den forventede betydning for brugtvognsprisen af en stigning i antal kørte kilometer på 10.000 km. og **giv** en fortolkning af intervallet.

JMP-vink: "Regression Reports" -> "Show All Confidence Intervals" via den røde trekant øverst i JMPs regressions output-vindue.

- d). **Beregn** på baggrund af den i delspg. a) fundne regressionsmodel den forventede brugtvognspris for en 5-dørs Kia Hatchback årgang 2015, der har en 4-cylinders 110 hk benzinmotor, en tophastighed på 180 km/t, 5 gear, 5 døre, 5 sæder, 2 airbags, en 45 liters tank, en køreklar vægt på 1.300 kg, en anhængervægt på 500 kg, en totalvægt på 1.700 kg, er energiklasse B, med en årlig grøn ejerafgift på 1.500 kr., leveringsomkostninger på 3.500 kr. og som har kørt 50.000 km.

JMP-vink: "Factor Profiling" -> "Profiler" via den røde trekant øverst i JMPs regressions output-vindue.



## KORTFATTEDE TALLØSNINGER

### OPGAVE 1

b): Model:  $Pris (kr) = \beta_0 + \beta_{\text{Årg}} \cdot \text{Årgang} + \beta_{\text{Årg}^2} \cdot \text{Årgang}^2 + \varepsilon$

$$\hat{\beta}_0 = 5.214.675.542, \quad \hat{\beta}_{\text{Årg}} = -5206179, \quad \hat{\beta}_{\text{Årg}^2} = 1.299, \quad \hat{\sigma} = 61.665$$

c): Årgang 2014: 168.088 kr., årgang 2016: 229.124 kr., forskel: 61.036 kr.

### OPGAVE 2

b): Reduceret model:  $Pris (kr) = \beta_0 + \beta_{\text{Totv}} \cdot \text{Totalvægt (kg)} + \beta_{\text{Hk}} \cdot \text{Hestekræfter} + \beta_{\text{Årg}} \cdot \text{Årgang} + \beta_{\text{Ind}} \cdot \text{Indregistreringsår} + \beta_{\text{Km}} \cdot \text{Km kørt} + \varepsilon$

$$\hat{\beta}_0 = -8.349.210, \quad \hat{\beta}_{\text{Totv}} = 88.271, \quad \hat{\beta}_{\text{Hk}} = -84.326, \quad \hat{\beta}_{\text{Årg}} = -0,3566, \quad \hat{\beta}_{\text{Ind}} = -1.125, \\ \hat{\beta}_{\text{Km}} = 374,58, \quad \hat{\sigma} = 28.592$$

c): Oprindelig model :  $R^2 = 0,9206$ ,  $R^2_{\text{just}} = 0,8785$

Reduceret model :  $R^2 = 0,8860$ ,  $R^2_{\text{just}} = 0,8589$

Forskel :  $R^2 = 0,0346$ ,  $R^2_{\text{just}} = 0,0196$

### OPGAVE 3

a): Model:  $Pris (kr) = \beta_0 + \beta_{\text{Årg}} \cdot \text{Årgang} + \beta_{\text{Ben}} \cdot \text{Drivmiddel=benzin} + \varepsilon$

$$\hat{\beta}_0 = -31.809.771, \quad \hat{\beta}_{\text{Årg}} = 15.885, \quad \hat{\beta}_{\text{Ben}} = -29.349, \quad \hat{\sigma} = 67.042$$

d): Model:  $Pris (kr) = \beta_0 + \beta_{\text{Årg}} \cdot \text{Årgang} + \beta_{\text{Ben}} \cdot \text{Drivmiddel=benzin} + \beta_{\text{Årg,Ben}} \cdot \text{Årgang,Drivmiddel=benzin} + \varepsilon$

$$\hat{\beta}_0 = -44.238.092, \quad \hat{\beta}_{\text{Årg}} = 22.064, \quad \hat{\beta}_{\text{Ben}} = 25.080.599, \quad \hat{\beta}_{\text{Årg,Ben}} = -12.490, \quad \hat{\sigma} = 60.650$$

f):  $H_0 : \beta_{\text{Årg,Ben}} = 0$ ,  $H_a : \beta_{\text{Årg,Ben}} \neq 0$ . P-værdi = Mindre end 0,01%. Nulhypotesen forkastes.

### OPGAVE 4

a): Model:  $Pris (kr) = \beta_0 + \beta_{\text{Årg}} \cdot \text{Årgang} + \beta_{\text{Cab}} \cdot \text{Bodytype=Cabriolet} + \beta_{\text{Hat}} \cdot \text{Bodytype=Hatchback} + \beta_{\text{MPV}} \cdot \text{Bodytype=MPV} + \beta_{\text{Sed}} \cdot \text{Bodytype=Sedan} + \beta_{\text{Sta}} \cdot \text{Bodytype=Stationcar} + \varepsilon$

$$\hat{\beta}_0 = -31.875.003, \quad \hat{\beta}_{\text{Årg}} = 15.897, \quad \hat{\beta}_{\text{Cab}} = 105.563, \quad \hat{\beta}_{\text{Hat}} = -14.505, \quad \hat{\beta}_{\text{MPV}} = 53.140, \quad \hat{\beta}_{\text{Sed}} = 32.616, \quad \hat{\beta}_{\text{Sta}} = 83.487, \quad \hat{\sigma} = 53.280$$



c):  $H_0 : \beta_{Cab} = \beta_{Hat} = \beta_{MPV} = \beta_{Sed} = \beta_{Stat} = 0$

$H_a$  : Mindst én af parametrene  $\beta_{Cab}, \beta_{Hat}, \beta_{MPV}, \beta_{Sed}, \beta_{Stat}$  er forskellig fra 0.

$P$ -værdi = Mindre end 0,01%. Nulhypotesen forkastes.

d): i) Van vs Hatchback :  $P$ -værdi=0,5359.

Nulhypotesen om ingen forskel mellem Van og Hatchback forkastes ikke.

ii) Van vs MPV :  $P$ -værdi = 0,0422.

Nulhypotesen om ingen forskel mellem Van og MPV forkastes. En MPV forventes at være 53.140 kr. dyrere end en Van.

iii) Van vs Stationcar :  $P$ -værdi = 0,0009.

Nulhypotesen om ingen forskel mellem Van og Stationcar forkastes. En Stationcar forventes at være 83.487 kr. dyrere end en Van.

iv) MPV vs Stationcar :  $P$ -værdi = 0,0902.

Nulhypotesen om ingen forskel mellem MPV og Stationcar forkastes ikke.

## OPGAVE 5

a): Variable i reduceret model:

Km kørt, Bodytype, Årlig grøn ejerafgift, Totalvægt (kg), Hestekræfter, Gear, Drivmid-  
del, Airbags, Årgang, Producent, Energiklasse, Leveringsomkostninger (kr)

b): Variable i reduceret model:

Km kørt, Bodytype, Årlig grøn ejerafgift, Totalvægt (kg), Hestekræfter, Gear, Drivmid-  
del, Airbags, Årgang, Producent, Energiklasse

c): [-4.737 kr.; -3.383 kr.]

d): 149.957 kr.