



HJEMMEEKSAMEN

Met4 Empiriske Metoder

Vår, 2019

Start: 24.04.2019, 09:00

Slutt: 26.04.2019, 14:00

BESVARELSEN SKAL LEVERES I WISEFLOW

På våre nettsider finner du informasjon om hvordan du leverer din besvarelse:
<https://www.nhh.no/for-studenter/eksamen/innlevering-individuelt-og-i-gruppe/>

Kandidatnummer blir oppgitt på StudentWeb i god tid før innlevering.
Kandidatnummer skal være påført på alle sider øverst i høyre hjørne (ikke navn eller studentnummer). Ved gruppeinnlevering skal alle gruppemedlemmers kandidatnummer påføres.

UTFYLLENDE BESTEMMELSER FOR HJEMMEEKSAMEN

<https://www.nhh.no/for-studenter/forskrifter/forskrift-om-eksamen-ved-nhh/utfyllende-bestemmelser-til-eksamensforskriften/>

Antall sider, inkludert forside: 4

Antall vedlegg: 3 filer (holidays.csv, sotrabroen.csv, load_data.r)

MET4 HJEMMEKSAMEN:
RUSHTIDSAVGIFT OG TRAFIKKMENGDE
INSTITUTT FOR FORETAKSØKONOMI
NHH

FRA 24.04.2018 KL 09:00 TIL 26.04.2018 KL 14:00

INNLEDNING

[Sotrabroen](#) er den viktigste veiforbindelsen som knytter øykommunene Sotra, Øygarden og Sund i vest med fastlandet. Trafikkmengden over broen er stor, og veikapasiteten har vært en utfordring over flere år. Det er en del industri i øykommunene, blant annet [CCB](#), som gir mye trafikk over broen. I tillegg til dette er det mange som pendler til og fra jobb over broen i begge retninger.

I 2016 innførte Bergen rushtidsavgift, slik at bompengene økte i rushtiden, og ble satt ned utenom denne. Rushtiden er definert som tidsrommet mellom 0630 og 0900, samt 1430-1630 på arbeidsdager. En utredning fra 2018¹ fant at effekten av rushtidsavgiften var en reduksjon av bompasseringene i Bergen i rushtiden på 12-14%. Det er ikke bompengeneinnkreving på Sotrabroen, men en del av passeringene over broen er nok av bilister som må passere bompengestasjoner et sted på reiseruten.

I 2018 innførte Bergen kommune [miljødifferensiert bompengering](#), som medførte ytterligere økning i bompengetakstene for en del bilister. Med de nye takstene må en personbil med bensin eller dieselmotor betale hhv 49 og 54 kroner i rushtiden, mot tidligere 45.

I denne hjemmeeksamen skal vi bruke trafikkdata over Sotrabroen i retning mot Bergen. Datasettet er hentet fra [Vegvesenet](#). En beskrivelse av variablene i datasettet finnes [her](#). Datasettet måler blant annet trafikkmengde per time, fra 1. januar 2017 til 31. desember 2018.

OPPGAVER

1. Beskriv trafikkmengden over Sotrabroen.
 - a. Beskriv grafisk hvordan hhv langsiktige trender, ukedager og helligdager samt timer på døgnet påvirker trafikkmengde.
 - b. La $Season_s(t)$ være en indikatorvariabel som er lik 1 dersom observasjon t tilhører sesong s , der S er settet av sesongeffekter, hvor en av sesongene er utelatt fra hver kategori (eksempelvis $S = \{Feb., \dots, Dec, Tue., \dots, Fri.\}$). Bruk regresjonslikningen
$$Volume_t = \beta_0 + \sum_{s \in S} \beta_s Season_s(t) + \epsilon_t,$$
hvor $Volume_t$ er trafikkvolum pr. time i retning Bergen. Test² hvorvidt det er signifikante, sykliske variasjoner i volum med hensyn til
 - i. Måneder
 - ii. Ukedager/helligdager
 - iii. Klokkeslett pr. ukedag/helligdag.
 - c. På bakgrunn av resultatene i 1a og 1b, drøft kort hvordan sykluser forklarer volumet over tid.

¹Presterud, Eirik Lund (2018): Rushtidsavgiften i Bergen 2016-2018: En analyse av trafikale effekter på mellomlang sikt, Vegdirektoratet, STATENS VEGVESENS RAPPORTER Nr 682

²HINT: Dersom $Var1$ og $Var2$ er faktorvariabler, kan man bruke `interaction(Var1, Var2)` til å legge til indikatorvariabler for *alle interaksjonene* av faktornivåene i en lineær regresjon, altså f.eks. `lm(Y~interaction(Var1,Var2), data = df)`

2. Sotrabroen ligger utsatt til for ekstremvær, og blir ofte stengt ved ekstrem vind. Den [19. september 2018](#) var det en slik hendelse. Beskriv hva som hendte med trafikken i denne datoen og sammenlikn trafikkvolumet i timene hendelsen pågikk med hva man normalt vil forvente. Beregn hvor ofte slike, eller mer ekstreme, hendelser oppstår over broen. Forklar kort hvilke typer hendelser som gir store utslag i trafikkvolum.
3. Evaluer hvilken effekt av takstendringen i Bergen Kommune den 01.06.2018 har hatt på kjøremønsteret, herunder både totalvolum og volum i rushtiden. Svar på følgende spørsmål:
 - a. I lys av funnene deres i oppgave 1, diskuter hvordan dere kan gå frem for å identifisere disse effektene.
 - b. Vurder effekten av takstendringen, både ift. *statistisk* og *økonomisk* signifikans.
 - c. Sammenlikn resultatene med Presterud (2018), og drøft hvorfor resultatene eventuelt er ulike.

ADMINISTRATIVE BESTEMMELSER

- Hjemmeeksamen i Met4 må leveres i grupper på 2, 3, eller 4 studenter.
- Se § 9 i FORSKRIFT OM EKSAMEN VED NHH (FULLTIDSSTUDIENE), og del 2 i UTFYLLENDE BESTEMMELSER TIL EKSAMENSFORSKRIFTEN for regelverk.
- Det er ikke tillatt å diskutere eksamen med studenter utenfor din gruppe etter at oppgavesettet er frigitt.
- Besvarelsene vil bli rettet iht rubrikk postet på Canvas.
- Du kan besvare eksamen på norsk eller engelsk.
- Send en mail til både Ole-Petter Moe Hansen (s9705@nhh.no) og Håkon Otneim (s12203@nhh.no) ved spørsmål til oppgaven. Tilleggsinformasjon av betydning vil bli lagt ut på kursets hjemmeside på Canvas.
- Rapporten må ikke være lengre inn 10 sider. Tabeller, figurer og referanser er inkludert i de 10 sidene. Dersom rapporten har en forside uten noen form for svar på oppgavene kan forsiden komme i tillegg til de 10 sidene. Innholdsfortegnelse teller med i sidetallet, men er ikke nødvendig. Prioriter hva dere tar med i rapporten!
- Rapporten skal skrives med fonten Times New Roman, størrelse 12 og linjeavstand 1.15. Tekst i figurer og tabeller kan ha font ned til størrelse 9.
- Eksamen administreres i Wiseflow. Besvarelsen må leveres som en enkelt pdf-fil. Andre format (f.eks. .doc, .docx eller .R) er ikke akseptert.

DATASETT OG R-TIPS

Dere har fått utlevert to datasett: «sotrabroen.csv» og «helligdager.csv». Det første datasettet er en dump fra Vegvesenet sin hjemmeside. Det andre datasettet er en oversikt over helligdager i de aktuelle årene.

Det krever litt kode for å importere datasettene og kombinere dem. Skriptet som er vedlagt under kan brukes som utgangspunkt, men må gjerne tilpasses for å kunne løse oppgavene. Se dokumentasjon fra Vegvesenet for mer informasjon om de enkelte variablene. Bruk hjelpefunksjonen i R dersom dere trenger hjelp til å forstå hva skriptet under gjør. Skriptet antar at working directory er satt til en mappe som inneholder filene «sotrabroen.csv» og «helligdager.csv».

```

# Loads libraries. You might need to run install.packages("packagename")
# first, where you replace packagename with the package you are missing.
library(dplyr)
library(magrittr)
library(forcats)
library(stringr)
library(lubridate)

Date.to.numeric <-
  function(date, format) {
    # Function that formats a date into a number, indicating e.g. weekdays,
    # months, etc, as specified by the "format"-argument.
    strptime(date, format = format) %>%
      as.numeric()
  }

Cond.to.factor <-
  function(condition, true_value, false_value) {
    # Function that tests the condition, and returns either the true or false
    # value dependent on whether the condition is true. Returns a factor.
    ifelse(condition, true_value, false_value) %>%
      factor()
  }

Merge.weekdays.holidays <-
  function(holidays, weekdays) {
    # Function that takes as input a variable over weekdays and holidays, and
    # returns a factor with levels indicating either the day or the week - or if
    # it is a holiday - it returns the value "holiday".
    case_when(!is.na(holidays) ~ "holiday",
              TRUE ~ as.character(weekdays)) %>%
      factor(.,
             c(levels(weekdays), "holiday"))
  }

# Reads in the holiday-file:
df.holidays <-
  read.csv2("holiday.csv") %>%
  mutate(date = as.Date(date))

# Reads in the traffic-file. Deletes irrelevant rows, and reformats data to
# prepare it for analysis. Thereafter, combine the dataframe with the
# "holidays"-dataframe, and adds a variable weekday.holiday identifies weekdays
# and holidays.
df.traffic <-
  read.csv2("sotrabroen.csv") %>%
  filter(Felt == "Totalt i retning LODDEFJORD") %>%
  droplevels() %>%
  transmute(
    from.time = as.POSIXct(Fra, format = "%Y-%m-%dT%H:%M"),
    to.time = as.POSIXct(Til, format = "%Y-%m-%dT%H:%M"),
    date = as.Date(as.POSIXct(Til, format = "%Y-%m-%dT%H:%M")),
    tariff.change = Cond.to.factor(from.time < '2018-06-01', "Before", "After"),
    hourly.volume = as.numeric(Volum),
    day = Date.to.numeric(from.time, format = "%d"),
    hour = Date.to.numeric(from.time, format = "%H"),
    month = Date.to.numeric(from.time, format = "%m"),
    year = Date.to.numeric(from.time, format = "%Y"),
    weeknumber = Date.to.numeric(from.time, format = "%W"),
    weekday = wday(date, label = TRUE, week_start = 1, abbr = F)
  ) %>%
  left_join(df.holidays, by = c("date" = "date")) %>%
  mutate(weekday.holiday = Merge.weekdays.holidays(holiday, weekday))

```