

Portfolio

Mette

2024-02-05

Table of contents

1	Introduction	2
2	Analysis	3
2.1	Reading libraries	3
2.2	Importing data	4
2.3	CRISP-DM methodology	26
2.3.1	Business understanding	26
2.3.2	Data Understanding	26
2.3.3	Data Preparation	26
2.3.4	Modeling	27
2.3.5	Evaluation	34
2.3.6	Implementation	34
3	Conclusion	34



1 Introduction

In the dynamic world of sports, the ability to anticipate game attendance is crucial for effective stadium management, marketing strategies, and fan engagement. This project presents a comprehensive prediction model specifically designed for estimating the number of viewers attending home games of Viborg FF, a prominent Danish soccer club. By leveraging data-driven approaches and advanced analytical techniques, the model aims to provide accurate

forecasts that can assist in optimizing the overall matchday experience.

Viborg FF, with its rich history and dedicated fanbase, presents an interesting case study for attendance prediction. The club's performance, league standings, opponent strength, ticket pricing, weather conditions, and special events are among the numerous factors that can influence game attendance. This project delves into these aspects, utilizing historical data and statistical methods to build a robust predictive framework.

The objective of this endeavor is not only to aid Viborg FF in planning and resource allocation but also to contribute to the broader field of sports analytics. By offering insights into fan behavior and attendance patterns, this model seeks to enhance the understanding of factors driving spectator turnout in soccer, particularly within the context of Danish football.

In the following sections, the methodology, data sources, analytical techniques, and results of the prediction model will be thoroughly discussed, demonstrating the model's effectiveness and potential applications.

2 Analysis

The project embarked on developing a predictive model for estimating the attendance at Viborg FF home games with a structured and methodical approach. The initial stage involved importing data through API calls and web scraping, a technique that proved essential in gathering a diverse range of public data. This included team performance statistics, league standing, TV channels, weather conditions, and details of special events.

2.1 Reading libraries

```
pacman::p_load("rvest", "purrr", "data.table", "stringr", "tidyr", "zoo",  
              "DT", "janitor", "chron", "rlist", "rjstat",  
              "rjson", "Rcrawler", "magrittr", "gapminder",  
              "Lahman", "maps", "lubridate", "pryr", "hms", "hexbin",  
              "feather", "htmlwidgets", "broom", "pander", "modelr",  
              "XML", "httr", "jsonlite", "microbenchmark",  
              "splines", "ISLR2", "MASS", "testthat", "leaps", "caret",  
              "RSQLite", "class", "nasaweather",  
              "fueleconomy", "viridis", "boot", "glmnet", "pls", "tidyverse", "GGally", "res")
```

2.2 Importing data

Data is imported by API-call and webscrabing. All the data is publicly available. Data is imported from DMI, DST, kalender365.dk and www.superstats.dk. By the end dataset are merged and cleaned in order to do the statistical analysis. Different variables are added in order to perform explorative analysis.

```
#Vi starter med at hente tabeller for superligaen, alle sæsoner mellem 2007/2008 - 2023/2024

# Superliga kampprogram for sæson 2007/2008 - 2023/2024 -----
library(rvest)
library(stringr)
library(dplyr)

# Funktion til at hente og behandle data fra en tabel
scrape_and_process_table <- function(url, table_number) {
  # Hent HTML fra websiden
  page <- read_html(url)

  # Hent tabel med det angivne nummer
  table <- html_table(page, fill = TRUE, convert = FALSE)[[table_number]]

  # Giv kolonnerne de ønskede navne
  colnames(table) <- c("Ugedag", "Dato", "Hold", "Score", "Tilskuere", "Dommer", "Ekstra")

  # Tilføj en ny kolonne 'Runde' med værdien svarende til tabelnummeret
  table$Runde <- table_number

  # Udtræk sæsonsværdien fra URL'en og tilføj en sæsonkolonne
  table$Sæson <- str_extract(url, "\\d{4}%2F\\d{4}")

  table$Ugedag <- as.character(table$Ugedag)

  return(table)
}

# Liste med sæsoner fra 2007/2008 til 2022/2023
seasons <- seq(2007, 2022)

# Tom liste til at gemme resultater fra hver sæson
seasons_results <- list()
```

```

# Funktion til at finde antallet af tabeller, der indeholder "Runde"
find_number_of_round_tables <- function(url) {
  page <- read_html(url)
  tables <- html_nodes(page, "table")
  round_tables <- which(str_detect(html_text(tables), "Runde|runde"))
  return(round_tables)
}

# Loop over sæsoner
for (season in seasons) {
  # Angiv URL'en for den aktuelle sæson
  url <- paste0("https://superstats.dk/program?aar=", season, "%2F", season + 1)

  # Find tabeller, der indeholder "Runde"
  round_tables <- find_number_of_round_tables(url)

  # Loop over de fundne tabeller og gem resultaterne i en liste
  tables_list <- map_df(round_tables, ~ scrape_and_process_table(url, .x))

  # Bind tablerne sammen i en enkelt data frame
  season_result_df <- bind_rows(tables_list)

  # Fjern kolonne 'Ekstra'
  season_result_df <- dplyr::select(season_result_df, -Ekstra)

  # Gem resultatet for denne sæson i den overordnede liste
  seasons_results[[as.character(season)]] <- season_result_df
}

# Bind tablerne fra alle sæsoner sammen i en samlet data frame for sæsoner
final_season_result <- bind_rows(seasons_results)

# Erstat %2F med / i Sæson
final_season_result <- final_season_result %>%
  mutate(Sæson = str_replace(Sæson, "%2F", "/"))

allesasoner <- final_season_result

# Her henter vi den sidste superligasæson 2023/2024 -----

```

```

# URL til websiden
url1 <- "https://superstats.dk/program"

# Hent websidens indhold
page <- GET(url1)

# Parse HTML indholdet
page_content <- read_html(page)

# Find alle <th> elementer med klassen "leftalign", der indeholder "Runde"
runde_navne <- page_content %>%
  html_nodes("th.leftalign") %>%
  html_text() %>%
  .[str_detect(., "Runde")]

# Find alle tabeller i HTML indholdet
tables <- html_table(page_content, fill = TRUE, convert = FALSE)

# Opret en tom liste til at gemme tibbles
tibble_list <- list()

# Behandl hver tabel og gem som tibble i listen
for (i in 1:length(tables)) {
  if (ncol(tables[[i]]) >= 6 && i <= length(runde_navne)) {
    # Tjek antallet af kolonner og tilføj et ekstra kolonnenavn, hvis det er nødvendigt
    if (ncol(tables[[i]]) > 6) {
      colnames(tables[[i]]) <- c("Ugedag", "Dato", "Hold", "Score", "Tilskuere", "Dommer", p
    } else {
      colnames(tables[[i]]) <- c("Ugedag", "Dato", "Hold", "Score", "Tilskuere", "Dommer")
    }

    # Udtræk runde nummeret fra teksten
    runde_nummer <- str_extract(runde_navne[i], "\\d+")

    # Tilføj runde nummeret som en kolonne
    tables[[i]]$Runde <- as.numeric(runde_nummer)

    # Tilføj 'Sæson' kolonne med værdien '2023/2024'
    tables[[i]]$Sæson <- '2023/2024'

    # Konverter til tibble og gem i listen
  }
}

```

```

    tibble_table <- as_tibble(tables[[i]])
    tibble_list[[i]] <- tibble_table
  } else {
    warning(paste("Tabel", i, "har ikke nok kolonner og/eller mangler et tabelnavn og er ude"))
  }
}

# Kombiner alle tibbles til én enkelt tibble
combined_tibble <- bind_rows(tibble_list)

Sason2324 <- combined_tibble |>
  dplyr::select(-"Ekstra 1")

#kombiner de to datasæt
superliga <- bind_rows(Sason2324, allesasoner)

superliga <- superliga %>%
  mutate(
    Dato_udtrukket = parse_date_time(Dato, orders = c("dmHM", "dHM")),
    Dato_udtrukket = if_else(year(Dato_udtrukket) == 0,
                             update(Dato_udtrukket, year = sample(2020, 1)),
                             Dato_udtrukket)
  )

superliga$Tid_udtrukket <- format(parse_date_time(superliga$Dato, orders = c("dmHM", "dHM")))

superliga1 <- superliga %>%
  mutate(
    Dato_udtrukket = as.Date(Dato_udtrukket), # Konverterer POSIXct til Date
    Årstal = case_when(
      month(Dato_udtrukket) %in% 7:12 ~ as.numeric(str_extract(Sæson, "\\d{4}")),
      TRUE ~ as.numeric(str_extract(Sæson, "\\d{4}$"))
    ),
    Ny_Dato_udtrukket = paste(Årstal, format(Dato_udtrukket, "-%m-%d"))
  ) %>%
  mutate(Ny_Dato_udtrukket = str_replace(Ny_Dato_udtrukket, " -", "-")) %>%
  separate(Hold, into = c("Hjemmehold", "Udehold"), sep = "-", remove = FALSE) %>%

```



```

separate(Score, into = c("Hjemmeholdsmål", "Udeholdsmål"), sep = "-", remove = FALSE) %>%
dplyr::select(-Dato, -Dommer, -Sæson, -Dato_udtrukket, -Årstal, -Hold, -Score) %>%
rename(Tid = Tid_udtrukket, Dato = Ny_Dato_udtrukket) %>%
arrange(Dato) %>%
mutate(
  ID = row_number(),
  Hjemmehold = str_replace_all(Hjemmehold, c(
    "FCN" = "FC Nordsjælland",
    "RFC" = "Randers FC",
    "EFB" = "Esbjerg fB",
    "AGF" = "AGF",
    "OB" = "Odense Boldklub",
    "FCM" = "FC Midtjylland",
    "BIF" = "Brøndby IF",
    "VFF" = "Viborg FF",
    "LBK" = "Lyngby BK",
    "ACH" = "AC Horsens",
    "AaB" = "Aalborg BK",
    "FCK" = "FC København",
    "FCV" = "FC Vestsjælland",
    "SDR" = "SønderjyskE",
    "HOB" = "Hobro IK",
    "SIF" = "Silkeborg IF",
    "VB" = "Vejle Boldklub",
    "HIF" = "Helsingør IF"
  )),
  Udehold = str_replace_all(Udehold, c(
    "FCN" = "FC Nordsjælland",
    "RFC" = "Randers FC",
    "EFB" = "Esbjerg fB",
    "AGF" = "AGF",
    "OB" = "Odense Boldklub",
    "FCM" = "FC Midtjylland",
    "BIF" = "Brøndby IF",
    "VFF" = "Viborg FF",
    "LBK" = "Lyngby BK",
    "ACH" = "AC Horsens",
    "AaB" = "Aalborg BK",
    "FCK" = "FC København",
    "FCV" = "FC Vestsjælland",
    "SDR" = "SønderjyskE",
    "HOB" = "Hobro IK",

```



```

    "SIF" = "Silkeborg IF",
    "VB" = "Vejle Boldklub",
    "HIF" = "Helsingør IF"
  )),
  `Superliga/1.Division` = 1
) %>%
dplyr::select(ID, everything())

superliga1 <- superliga1 %>%
  mutate(Tilskuere = gsub("[.]", "", Tilskuere), # Fjerner punktummer
         Tilskuere = as.numeric(Tilskuere))

head(superliga)
# Superliga TV -----

# Funktion til at ekstrahere data fra hver td
extract_td_data <- function(td, id, season) {
  img <- html_node(td, "img")
  if (!is.null(img)) {
    return(data.frame(
      ID = id,
      Season = season,
      Type = "Image",
      Source = html_attr(img, "src"),
      Alt = html_attr(img, "alt"),
      Content = NA
    ))
  } else {
    text_content <- html_text(td)
    return(data.frame(
      ID = id,
      Season = season,
      Type = "Text",
      Source = NA,
      Alt = NA,
      Content = ifelse(text_content == "", "0", text_content)
    ))
  }
}

```

```

# Generer en liste over sæsoner fra 2007/2008 til 2023/2024
seasons1 <- paste0(2007:2023, "%2F", 2008:2024)

# Tom data.frame til at samle resultaterne
all_data1 <- data.frame()

for (season1 in seasons1) {
  # Opdater URL for hver sæson
  url1 <- paste0("https://superstats.dk/program?aar=", season1)

  # Fetch the webpage
  page1 <- httr::GET(url1)

  # Parse HTML
  content1 <- read_html(page1)

  # Find alle td-tags med den specificerede style
  td_elements1 <- html_nodes(content1, xpath = "//td[@style='text-align:center;']")

  # Anvend funktionen på hver td og saml resultaterne for sæsonen
  td_data1 <- lapply(seq_along(td_elements1), function(i) extract_td_data(td_elements1[i], i))
  td_data1 <- bind_rows(td_data1)

  # Tilføj data til den samlede data.frame
  all_data1 <- rbind(all_data1, td_data1)
}

superligaTV <- all_data1

## Her ændrer vi ID variabelen så den går igennem alle observationer

superligaTV <- superligaTV %>%
  mutate(ID = row_number()) %>%
  dplyr::select(-Season, -Type, -Content, -Source)

# Her leftjoiner vi med datasættet med Kampdatasættet på ID
samletsuperliga <- left_join(superligaTV, superliga1, by = "ID")

#Denne kode skaber et nyt datasæt Samletsuperliga_filtered, der indeholder kun de rækker fra
vffsuperliga <- samletsuperliga %>%

```

```

    filter(Hjemmehold == "Viborg FF" | Udehold == "Viborg FF")

vffsuperliga <- vffsuperliga %>%
  mutate(Runde = as.numeric(as.character(Runde)))

# Hente program fra 1. division sæson 2007/2008- 2023/2024 -----

# Angiv start- og slutåret for loopet
start_year <- 2007
end_year <- 2023

# Tom liste til at gemme tabeller for hvert år
all_tables <- list()

# Loop igennem hvert år
for (year in start_year:end_year) {
  # Opret URL'en baseret på det aktuelle år
  url <- paste0("https://superstats.dk/1div/program?aar=", year, "%2F", year + 1)

  # Send en GET-anmodning for at få HTML-indholdet
  response <- GET(url)
  content <- content(response, "text")

  # Brug rvest til at læse HTML-indholdet
  page <- read_html(content)

  # Find alle tabeller, der indeholder "Runde" i navnet
  tables1 <- html_table(html_nodes(page, "table:contains('Runde')"), convert = FALSE)

  # Kombiner tabellerne og tilføj en kolonne med originaltabel-ID
  tables_combined <- bind_rows(tables1, .id = "OriginalTableID")

  # Gem tabellen i listen
  all_tables[[as.character(year)]] <- tables_combined
}

# Kombiner alle tabeller fra forskellige år til én stor tibble

```

```

final_table <- bind_rows(all_tables)

danish_weekdays <- c("Mandag", "Tirsdag", "Onsdag", "Torsdag", "Fredag", "Lørdag", "Søndag")

# Fjern kolonner med mindst én observation svarende til danske ugedage
tables_combined_filtered <- final_table %>%
  dplyr::select(-where(~any(. %in% danish_weekdays)))

div <- tables_combined_filtered %>%
  dplyr::select(-...7) %>%
  mutate(...3 = gsub("kl.", " ", ...3)) %>%
  separate(...3, into = c("Dato", "Tid"), sep = "\\s+") %>%
  mutate(Dato = dmy(Dato)) %>%
  separate(Res, into = c("Hjemmeholdsmål", "Udeholdsmål"), sep = "-") %>%
  mutate(Dato = as.Date(Dato))

# Angiv dansk lokalisering for ugedage med korrekt karakterkodning
Sys.setlocale(category = "LC_TIME", locale = "Danish_Denmark.UTF-8")

div <- div %>%
  mutate(Ugedag = weekdays(Dato)) %>%
  mutate(Ugedag = case_when(
    Ugedag == "søndag" ~ "Søn",
    Ugedag == "mandag" ~ "Man",
    Ugedag == "tirsdag" ~ "Tir",
    Ugedag == "onsdag" ~ "Ons",
    Ugedag == "torsdag" ~ "Tor",
    Ugedag == "fredag" ~ "Fre",
    Ugedag == "lørdag" ~ "Lør",
    TRUE ~ Ugedag # Bevar uændrede navne for andre dage
  ))

div

# Opret en vektor med stigende numre baseret på antallet af rækker i "div"
id_vector <- seq_len(nrow(div))

# Tilføj denne vektor som en kolonne med navnet "ID" til dataframe'en
div$ID <- id_vector

```

```

div1 <- div %>%
  dplyr::select(ID, everything()) %>%
  rename(Runde = OriginalTableID) %>%
  separate(Kamp, into = c("Hjemmehold", "Udehold"), sep = "-") %>%
  mutate("Superliga/1.Division" = 0)

div1 <- div1 %>%
  mutate(Tilskuere = gsub("[.]", "", Tilskuere), # Fjerner punktummer
         Tilskuere = as.numeric(Tilskuere))

# 1. Division TV -----

#Hent TV variabler for 1. div en løkke der henter for 2007/2008 til 2023/2024

# Funktion til at ekstrahere data fra hver td
extract_td_data <- function(td, id, season) {
  img <- html_node(td, "img")
  if (!is.null(img)) {
    return(data.frame(
      ID = id,
      Season = season,
      Type = "Image",
      Source = html_attr(img, "src"),
      Alt = html_attr(img, "alt"),
      Content = NA
    ))
  } else {
    text_content <- html_text(td)
    return(data.frame(
      ID = id,
      Season = season,
      Type = "Text",
      Source = NA,
      Alt = NA,
      Content = ifelse(text_content == "", "0", text_content)
    ))
  }
}

```

```

# Generer en liste over sæsoner fra 2007/2008 til 2023/2024
seasons <- paste0(2007:2023, "%2F", 2008:2024)

# Tom data.frame til at samle resultaterne
all_data <- data.frame()

for (season in seasons) {
  # Opdater URL for hver sæson
  url <- paste0("https://superstats.dk/1div/program?aar=", season)

  # Fetch the webpage
  page <- httr::GET(url)

  # Parse HTML
  content <- read_html(page)

  # Find alle td-tags med den specificerede style
  td_elements <- html_nodes(content, xpath = "//td[@style='text-align:center;']")

  # Anvend funktionen på hver td og saml resultaterne for sæsonen
  td_data <- lapply(seq_along(td_elements), function(i) extract_td_data(td_elements[i], i, s
  td_data <- bind_rows(td_data)

  # Tilføj data til den samlede data.frame
  all_data <- rbind(all_data, td_data)
}

TV <- all_data[, !(names(all_data) %in% c("Season", "Type", "Content", "Source"))]

DivTV <- TV %>% mutate(ID = row_number())

samletdivision <- left_join(DivTV, div1, by = "ID")

VFFdivision <- samletdivision %>%
  filter(Udehold == "Viborg FF" | Hjemmehold == "Viborg FF") %>%
  mutate(
    Runde = as.numeric(as.character(Runde)),
    Dato = as.character(Dato)
  )

```

```

vffsuperliga <- vffsuperliga %>%
  mutate(Tilskuere = as.numeric(Tilskuere))

str(VFFdivision)
str(vffsuperliga)

# Kombinerer af VFFs ude og hjemmekampe i Superliga og 1. Division -----

VFFallesasoner <- bind_rows(VFFdivision, vffsuperliga)

#sorter efter dato
VFFallesasoner <- VFFallesasoner %>%
  arrange(Dato)

# Variabler -----

# Tilføjelse af form variablen
viborg_resultat_hjemme <- VFFallesasoner %>%
  filter(Hjemmehold == "Viborg FF") %>%
  mutate('V/U/T' = case_when(
    Hjemmeholdsmål > Udeholdsmål ~ 2,
    Hjemmeholdsmål == Udeholdsmål ~ 1,
    Hjemmeholdsmål < Udeholdsmål ~ 0,
    TRUE ~ NA_real_
  ))

# Viborgs udekampe sorteres ud for at udregne formen
viborg_resultat_ude <- VFFallesasoner %>%
  filter(Udehold == "Viborg FF") %>%
  mutate('V/U/T' = case_when(
    Udeholdsmål > Hjemmeholdsmål ~ 2,
    Udeholdsmål == Hjemmeholdsmål ~ 1,
    Udeholdsmål < Hjemmeholdsmål ~ 0,

```



```

    TRUE ~ NA_real_
  ))

samlet_resultat_viborg <- viborg_resultat_hjemme %>%
  full_join(viborg_resultat_ude) %>%
  arrange(Dato)

# Her udregnes formen
# 2 = God form
# 1 = Middel form
# 0 = Dårlig form
viborg_form <- samlet_resultat_viborg %>%
  arrange(Dato) %>%
  mutate(
    Sidste_5_sum = lag(rollapplyr(`V/U/T`, width = 5, FUN = sum, fill = NA, align = "right"),
    Sidste_5_sum = ifelse(is.na(Sidste_5_sum), 0, Sidste_5_sum),
    Form = case_when(
      is.na(Sidste_5_sum) ~ NA_real_,
      Sidste_5_sum <= 2 ~ 0,
      Sidste_5_sum >= 3 & Sidste_5_sum <= 7 ~ 1,
      Sidste_5_sum >= 8 ~ 2
    )
  ) %>%
  dplyr::select(-`V/U/T`, -Sidste_5_sum)

# Tilføjelse af ferieuger

viborg_ferieuge <- viborg_form %>%
  mutate(Ugenummer = isoweek(as.Date(Dato)))

ferieuger <- c(7, 28, 29, 30, 42)

viborg_ferieuge <- viborg_ferieuge %>%
  mutate(Ferieuger = ifelse(Ugenummer %in% ferieuger, 1, 0)) %>%
  dplyr::select(-Ugenummer)

# Her tilføjes modstander variablen

```

```

# Definer ABC hold
A_hold <- c('FC København', 'Brøndby IF', 'FC Midtjylland')
B_hold <- c('Silkeborg IF', 'AGF', 'Aalborg BK', 'Randers FC')

# Create dummy variables for home opponents
viborg_ferieuge$'Modstander Type' <- ifelse(viborg_ferieuge$Udehold %in% A_hold, 0,
                                             ifelse(viborg_ferieuge$Udehold %in% B_hold, 1, 2))

# Her tilføjes variablen for hvilken dag på ugen der spilles
# 0 = Hverdage
# 1 = Lørdag
# 2 = Søndag
# Definer hverdage
Hverdage = c('Man', 'Tir', 'Ons', 'Tor', 'Fre')

# Dummy variabler for dage
viborg_ferieuge$Dagtype <- ifelse(viborg_ferieuge$Ugedag %in% Hverdage, 0,
                                   ifelse(viborg_ferieuge$Ugedag == 'Lør', 1, 2))

# Her udregnes tidspunkt på dagen
# 2 = Efter 18:00:00
# 1 = Mellem eller lige med 15:00:00 - 18:00:00
# 0 = Før 15:00:00
viborg_ferieuge <- viborg_ferieuge %>%
  mutate(Tid = gsub("\\.", ":", Tid)) %>%
  mutate(Tid = parse_time(Tid))

viborg_ferieuge <- viborg_ferieuge %>%
  mutate('Tid på dagen' = case_when(
    lubridate::hms(Tid) < lubridate::hms("15:00:00") ~ 0,
    lubridate::hms(Tid) >= lubridate::hms("15:00:00") & lubridate::hms(Tid) <= lubridate::hms("18:00:00") ~ 1,
    lubridate::hms(Tid) > lubridate::hms("18:00:00") ~ 2,
    TRUE ~ NA_integer_
  ))

```

```

popular_TV <- c("TV3+", "TV2 SPORT", "TV3 Sport")

viborg_ferieuge <- viborg_ferieuge %>%
  mutate('Populær kanal' = ifelse(Alt %in% popular_TV, 1, 0)) %>%
  dplyr::select(-Alt)

superstats <- viborg_ferieuge
str(superstats)

# Hent data fra DMI -----

# Funktion til at hente data for et givet parameter
get_data_for_parameter <- function(parameter) {
  # Initialiser en tom liste til at gemme dataframes for hver dag
  dataframes_list <- list()

  # Løkke gennem datoer
  current_date <- start_date
  while (current_date <= end_date) {
    # Opret URL med den aktuelle dato og parameter
    req_url <- paste0("stationId=06060&datetime=", format(current_date, "%Y-%m-%dT12:00:00Z"))
    full_url <- paste0(base_url, info_url, req_url, api_key)

    # Hent data fra API
    api_call <- httr::GET(full_url)

    # Kontroller statuskoden
    if (http_type(api_call) == "application/json" && api_call$status_code == 200) {
      # Hvis alt er i orden, fortsæt med at håndtere data
      api_char <- base::rawToChar(api_call$content)
      api_JSON <- jsonlite::fromJSON(api_char, flatten = TRUE)
      list_dmi <- api_JSON

      # Kontroller om dataframen indeholder observationer
      if (length(list_dmi$features) > 0) {
        # Konverter til dataframe og tilføj til listen
        dataframe <- as.data.frame(do.call(cbind, list_dmi))
        dataframes_list[[as.character(current_date)]] <- dataframe
      }
    }
    # Kommenter næste linje ud for at undlade at udskrive beskeden
  }
}

```

```

    # cat("Ingen observationer kl. 12 for", current_date, "\n")
  }
  # Fjern kommenteringen fra næste linje, hvis du vil udskrive fejlmeddelelser
  # else {
  #   cat("Fejl ved hentning af data for", current_date, "\n")
  # }

  # Opdater datoen til næste dag
  current_date <- current_date + 1
}

# Returner listen af dataframes for parameteret
return(dataframes_list)
}

# Liste af parametre
parameters <- c("temp_dry", "wind_speed", "humidity", "visibility", "precip_past1h", "humidity")

# Startdato og slutdato
start_date <- as.Date("2007-01-01")
end_date <- as.Date("2023-12-04")

# Basis URL for API-kald
base_url <- "https://dmigw.govcloud.dk/v2/"
info_url <- "metObs/collections/observation/items?"
api_key <- "&api-key=7d5db05b-3c27-4b2b-ac78-728ddd02a9aa" #Husk at indsætte egen DMI

# Initialiser en tom liste til at gemme dataframes for hvert parameter
all_dataframes_list <- list()

# Iterer gennem parametre og hent data
for (param in parameters) {
  param_dataframes_list <- get_data_for_parameter(param)
  all_dataframes_list <- append(all_dataframes_list, param_dataframes_list)
}

# Kombiner alle dataframes til en stor dataframe
karupdmiall <- dplyr::bind_rows(all_dataframes_list)

# Opret kolonner

```

```

col1 <- as.vector(karupdmiall$features.properties.observed)
col2 <- as.vector(karupdmiall$features.properties.parameterId)
col3 <- as.vector(karupdmiall$features.properties.value)

dmiAll1 <- data.frame(
  Dato = as.Date(col1),
  Tid = format(as.POSIXct(col1), "%H:%M:%S"),
  Observationer = col2,
  Værdi = col3
)
dmiAll1 <- dmiAll1 |>
  distinct(Dato, Observationer, Værdi, .keep_all = TRUE) |>
  pivot_wider(names_from = Observationer, values_from = Værdi) %>%
  rename(
    Temperatur = temp_dry,
    Fugtighed = humidity,
    Synlighed = visibility,
    `Nedbør sidste time` = precip_past1h,
    `Fugtighed den sidste time` = humidity_past1h,
    Vindhastighed = wind_speed
  ) |>
  dplyr::select(-Tid)

```

```

# Hent data fra Danmarks Statistik -----

```

```

# https://api.statbank.dk/v1/data/FOLK1A/JSONSTAT?OMRÅDE=791&KØN=1&ALDER=>30<60&CIVILSTAND=U

```

```

## Her bygger vi vores api kald op

```

```

base_url <- "https://api.statbank.dk/v1/data/"

```

```

data_url <- "FOLK1A/JSONSTAT?"

```

```

info_url <- "OMR%C3%85DE=791&K%C3%98N=TOT&ALDER=IALT&CIVILSTAND=TOT&Tid=*"

```

```

## her samler vi vores url til en url, som vi kalder api'et med

```

```

full_url <- base::paste0(base_url, data_url, info_url)
full_url

## API call
api_call <- httr::GET(full_url) ## vi kalder API med et GET request

## API response
api_call$status_code ## Her finder vi ud af, om der er response,
##vi skulle gerne få status=200 hvis ikke er der noget galt med kaldet,
##eller serveren er nede (ikke så sandsynligt).

http_type(api_call)## Her kan vi se, hvilket format vi får tilbage; her er det
## text/json

## Her ser vi, om der kommer noget data med tilbage; dette er hexadecimal
## Er der kun et par hexadecimaler oppe i venstre hjørne, så er der sikkert
## også noget galt med kaldet til API'et
api_call$content

### Efter at have tjekket kaldet ovenfor og set, at vi får et brugbart response,
### bruger vi "fromJSONstat" fra "rjstat" pakken. Denne parser JSONstat formatet
### fra JSONstat objekter til en læsbar list:
jsonList1 <- fromJSONstat(full_url)
str(jsonList1)

## Her laver vi så vores jsonlist1 om til en tibble
viborgindbyggere <- as.tibble(jsonList1)

viborgindbyggere
view(viborgindbyggere)

viborgindbyggere <- viborgindbyggere %>%
  pull(1) %>%
  dplyr::select(value, tid)

# Opret en sekvens af datoer fra 1.1.2008 til 1.11.2023 med daglig frekvens
alle_datoer <- seq(as.Date("2008-01-01"), as.Date("2023-11-01"), by = "day")

# Opret en ny dataframe

```

```

datoer <- data.frame(
  Dato = alle_datoer,
  tid = paste0(format(alle_datoer, "%Y"), "K", quarter(alle_datoer))
)

# Vis de første rækker i resultatet
head(datoer)

# Foretag en venstre join mellem datoer og viborgindbyggere
indbyggerdato <- merge(datoer, viborgindbyggere, by = "tid", all.x = TRUE)

# Hent data fra kalender-365.dk -----

# Opret en tom liste til at gemme data frames
all_data <- list()

# Loop gennem år fra 2007 til 2023
for (year in 2007:2023) {
  # Konstruér URL'en med det aktuelle år
  url <- paste0("https://www.kalender-365.dk/helligdage/", year, ".html")

  # Hent HTML fra URL'en
  html <- read_html(url)

  # Udtræk tabeldata fra HTML'en (tilpas selektoren efter behov)
  table_data <- html_table(html_nodes(html, ".table"), fill = TRUE)

  # Hvis der er data i tabellen
  if (!is.null(table_data)) {
    # Konverter data fra listen til et data frame
    data <- as.data.frame(table_data[[1]])

    # Gem data frame i listen
    all_data[[length(all_data) + 1]] <- data
  }
}

```



```

# Sammenføj alle data frames i listen til én stor data frame
Helligdage <- do.call(rbind, all_data)

Helligdage <- Helligdage %>%
  filter(!Helligdage$Helligdag %in% c("Valentinsdag", "Sommertid", "Mors dag", "Fars dag", "
  dplyr::select(-"Dage tilbage", -Helligdag, -Dag) %>%
  mutate(Helligd. = 1) %>%
  mutate(Dato = format(dmy(Dato), "%Y-%m-%d"))

Helligdage

dmiAll1
dmiAll1$Dato <- as.character(dmiAll1$Dato)
str(dmiAll1)
indbyggerdato
indbyggerdato$Dato <- as.character(indbyggerdato$Dato)

# Merge DMidata, Helligdage og DST -----

# Udfør left join af dmiall og helligedage baseret på dato
dmidata <- dmiAll1 %>%
  left_join(Helligdage, by = "Dato") %>%
  # Fortsæt med left join dst baseret på dato
  left_join(indbyggerdato, by = "Dato")

dmidata <- dmidata %>%
  dplyr::select(-tid) |>
  mutate(Helligd. = ifelse(is.na(Helligd.), 0, Helligd.)) |>
  rename(indbyggertal = value)

# Merge dmi datasæt og Superstats datasæt -----

fulldata <- superstats %>%
  left_join(dmidata, by = "Dato")

```

```
# på baggrund af research indsættes indbyggertal i de manglende observationer der mangler i 2007
fulldata$indbyggertal[1:18] <- 90518

sl_klar <- fulldata
```

This creates a dataset with 542 observations, that we can investigate

```
#vi skaber en interaktiv tabel

datatable(sl_klar, caption = htmltools::tags$caption(
  style = 'caption-side: top; text-align: center;',
  'Table 1: ', htmltools::em('Viborg FF kampe since 2007 '))
)
```

Show entries

Search:

ID	Runde	Dato	Tid	Hjemmehold	Udehold	Hjemmeholdsmål	Udeholdsmål	Tilskuere	Ugedag	Sup
1	2	1	2007-07-18	18:00:00	Randers FC	Viborg FF	2	0	5851	Ons
2	6	2	2007-07-22	14:00:00	Viborg FF	Esbjerg fB	0	5	3164	Søn
3	12	3	2007-07-28	17:00:00	FC København	Viborg FF	3	1	12337	Lør
4	21	4	2007-08-05	16:00:00	FC Midtjylland	Viborg FF	1	0	7688	Søn
5	30	5	2007-08-13	19:00:00	Viborg FF	Brøndby IF	1	1	6984	Man
6	33	6	2007-08-19	16:00:00	Viborg FF	AC Horsens	2	1	4259	Søn
7	40	7	2007-08-26	16:00:00	FC Nordsjælland	Viborg FF	4	0	3114	Søn
8	43	8	2007-09-01	17:00:00	Viborg FF	AGF	2	0	4563	Lør
9	51	9	2007-09-16	16:00:00	Viborg FF	Lyngby BK	2	1	4438	Søn
10	60	10	2007-09-24	19:00:00	Odense Boldklub	Viborg FF	4	0	7348	Man

Showing 1 to 10 of 542 entries

Previous

1

2345...55Next

2.3 CRISP-DM methodology

The Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM) offers a systematic framework for conducting data mining projects. It encompasses six distinct stages: comprehending the business context, understanding the data, preparing the data, developing models, evaluating these models, and implementing them.

2.3.1 Business understanding

Viborg FF wishes to predict the number of spectators attending their home games. This is valuable for all departments, but especially the commercial department can benefit from this. Among other things, this can enable them to better plan marketing efforts, purchases, and work schedules.

2.3.2 Data Understanding

First we remove the timeperiod where VFF was restricted by corona. After this we filter the dataset so its only showing the VFF homegames and remove all the irrelevant columns.

```
start_dato <- as.Date("2020-03-07")
slut_dato <- as.Date("2021-04-16")

sl_klar <- sl_klar[!(sl_klar$Dato >= start_dato & sl_klar$Dato <= slut_dato), ]

# Filtrerer NA værdier fra og kigger kun på hjemmestatistik
sl_klar <- sl_klar %>%
  filter(Hjemmehold == "Viborg FF") %>%
  na.omit()

# Fjerner irrelevante variabler og samtidig også smider nogle variabler væk for at prøve at g
sl_klar = sl_klar %>%
  dplyr::select(-ID, -Dato, -Tid, -Hjemmehold, -Udehold, -Hjemmeholdsmål, -Udeholdsmål, -Uge
```

2.3.3 Data Preparation

After importing the data the data has been cleaned and quantitative and qualitative variables has been created

2.3.4 Modeling

2.3.4.1 Explorative analysis

Dividing the dataset into a training set and a separate test set. The training set is used for model training and cross-validation, while the test set is used to evaluate the model's performance on unknown data.

```
x <- model.matrix(Tilskuere ~ ., sl_klar)[, -1]
y <- sl_klar$Tilskuere

set.seed(123)
train <- sample(1:nrow(x), nrow(x)*2/3)
test <- (-train)
y.test <- y[test]
```

Best subset selection

Best Subset Selection involves examining all possible combinations of predictors and selecting the combination that results in the best model according to a specific criterion, such as the lowest prediction error or the highest R-squared value. This method is particularly useful for identifying models that balance complexity and predictive accuracy, thereby helping to avoid overfitting while still capturing essential features of the data.

```
predict.regsubsets <- function(object, newdata, id, ...) {
  form <- as.formula(object$call[[2]])
  mat <- model.matrix(form, newdata)
  coefi <- coef(object, id = id)
  xvars <- names(coefi)
  mat[, xvars] %*% coefi
}

sl_klar_train <- sl_klar[train,]
sl_klar_test <- sl_klar[test,]

k <- 10 # Vi danner 10 folds
n <- nrow(sl_klar_train) # registrerer hvor mange observationer, vi har.
set.seed(123)
folds <- sample(rep(1:k, length = n)) #Vi tildeler en værdi mellem 1 og n
dim(sl_klar_train)[2] # Der er 17 variabler og dermed 16 prædiktorer

cv.errors <- matrix(NA, k, 16,
```

```

dimnames = list(NULL, paste(1:16)))
cv.errors

for (j in 1:k) { # her gennemløbes alle folds
  best.fit <- regsubsets(Tilskuere ~ .,
                        data = sl_klar_train[folds != j, ],
                        nvmax = 16)
  for (i in 1:16) { # her gennemløbes alle kandidatmodeller
    pred <- predict(best.fit, sl_klar_train[folds == j, ], id = i)
    # predict-funktionen ovenfor kalder den funktion, vi har lavet tidligere.
    cv.errors[j, i] <-
      mean((sl_klar_train$Tilskuere[folds == j] - pred)^2) # Her udregnes MSE for hver
    # fold for hver kandidatmodel
  }
}

```

As we can see, the best model has 9 variables. But in order to keep the model as simple as possible it is better to select less variables if the increase in MSE is small.

```

mean.cv.errors <- apply(cv.errors, 2, mean) # apply er en smart funktion, der
# gennemløber alle rækker og tager gennemsnittet henover hver søjle, som svarer
# til hver kandidatmodel.
mean.cv.errors # Vi får altså en gennemsnitlig MSE for hver kandidatmodel.

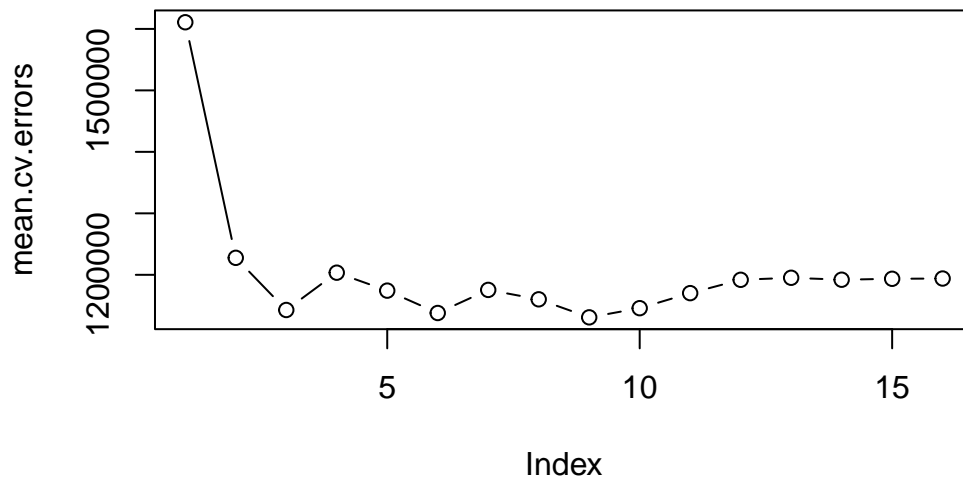
```

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1610857	1227620	1142769	1203466	1174262	1137887	1175454	1160106	1130789	1145721
	11	12	13	14	15	16				
	1170173	1191862	1195195	1192006	1193528	1193982				

```

par(mfrow = c(1, 1))
plot(mean.cv.errors, type = "b") # Her plottes disse gennemsnit for hver størrelse,

```



```
# dette viser den model med den laveste MSE. Det er en model med 9 variabler
which.min(mean.cv.errors)
```

```
9
9
```

Therefore we chose a model with 3 variables, and the model is tested on the test data.

```
# Her fittes modellen til ALLE træningsdata
reg.best <- regsubsets(Tilskuere ~ ., data = sl_klar_train,
                      nvmax = 16)

coef(reg.best, 3)
# Her testes modellen på nye data (Test data)
pred_best_subset <- predict(reg.best, sl_klar_test, id = 3)

mse_best_subset <- mean((sl_klar[test,]$Tilskuere - pred_best_subset)^2)

mse_best_subset
```

Lasso

Choosing Optimal Lambda (or Alpha): For each combination of lambda values (both for Lasso and Ridge), the model is trained on k-1 folds and validated on the remaining fold. The average MSE across all folds for each lambda value is calculated.

```
grid <- 10^seq(2, -1, length = 100)
lasso.mod <- glmnet(x[train, ], y[train], alpha = 1,
                    lambda = grid, thresh = 1e-12)

set.seed(123)
cv.out <- cv.glmnet(x[train, ], y[train], alpha = 1,
                    nfolds = 10, lambda = grid)

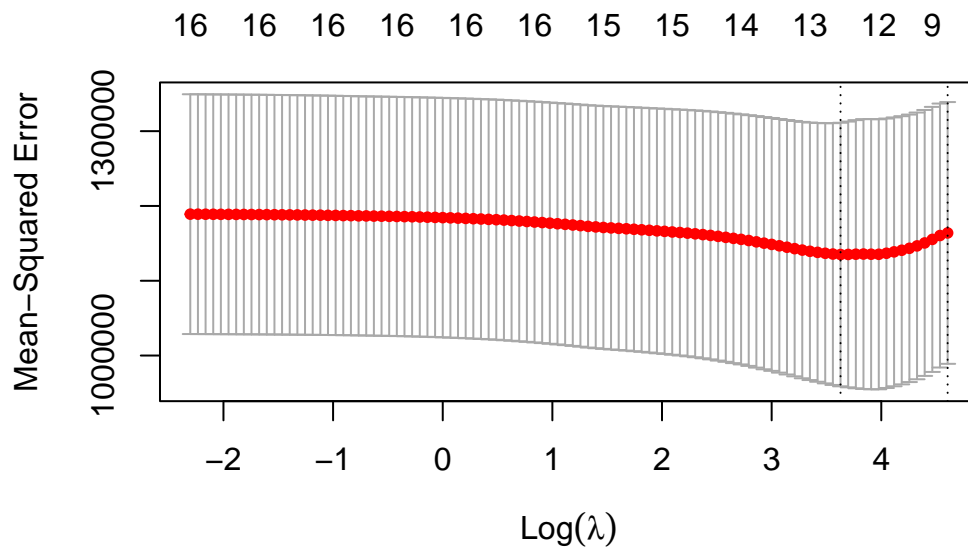
cv.out
```

Call: `cv.glmnet(x = x[train,], y = y[train], lambda = grid, nfolds = 10, alpha = 1)`

Measure: Mean-Squared Error

	Lambda	Index	Measure	SE	Nonzero
min	37.65	15	1135055	176171	12
1se	100.00	1	1163914	174987	9

```
plot(cv.out)
```



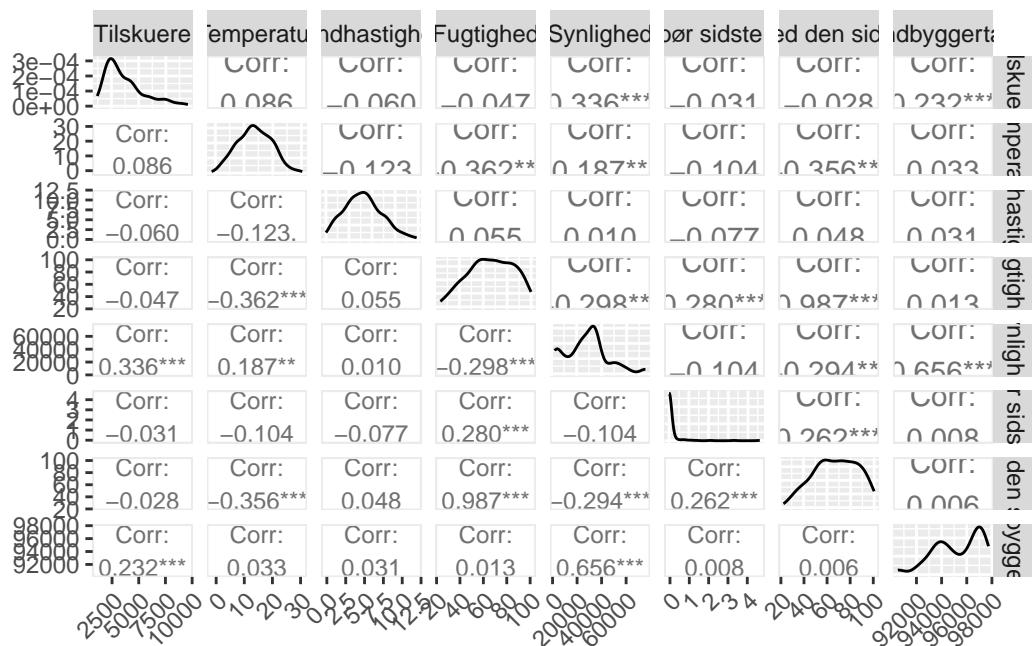
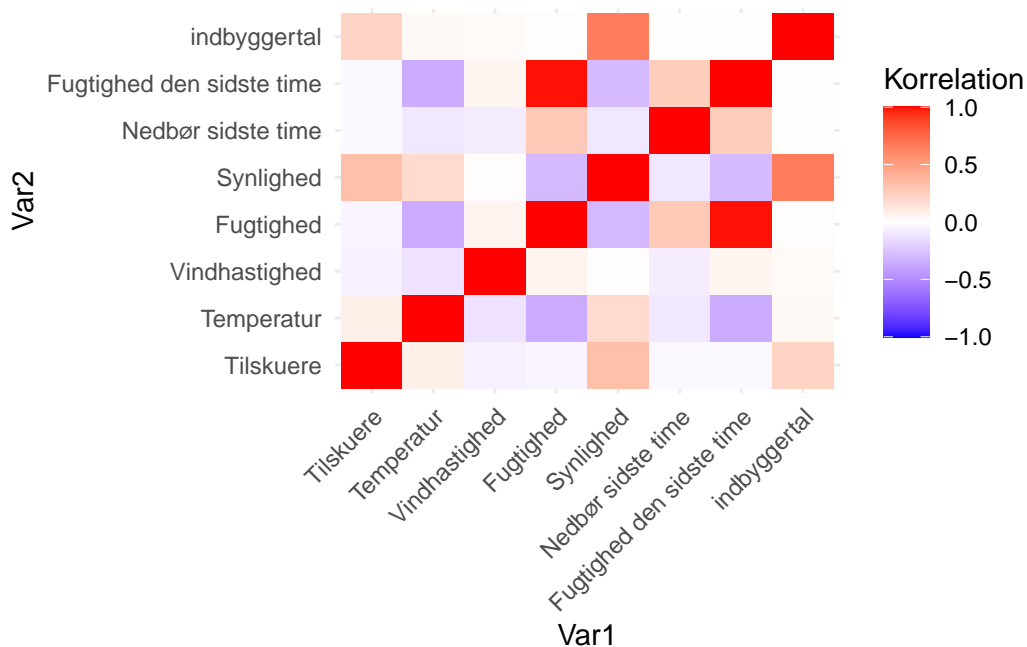
```
bestlam <- cv.out$lambda.min
bestlam_1se <- cv.out$lambda.1se

lasso.pred <- predict(lasso.mod, s = bestlam, newx = x[test, ])

mse_lasso <- mean((lasso.pred - y.test)^2)
```

Linear regression

In order to determine the significance of the qualitative variables I perform a correlation analysis using a correlation heatmap. I wish to determine if there is any correlation between the quantitative variables and Y (Tilskuere)



Here we can determine that there is a correlation between Indbyggertal and Synlighed. Therefore we will now check for correlation between these two variables. I am filtering out the non relevant variables as well.

```
# Beregn korrelationen
korrelation <- cor(sl_klar$indbyggertal, sl_klar$Synlighed, use = "complete.obs")

numeric_data <- sl_klar[apply(sl_klar, is.numeric)]

# Jeg fravælger Fugtighed, vindhastighed, Nedbør sidste time, Fugtighed sidste time og temperatu
fulldata4 <- sl_klar %>%
  dplyr::select(-Fugtighed, -Vindhastighed, -`Nedbør sidste time`, -`Fugtighed den sidste ti
```

I will now check the significance of each variable. Here we can see that the significant variables are: Superliga, ferie, Dagtype, Tid på dagen og Synlighed, and I chose to continue with these.

Call:

```
lm(formula = Tilskuere ~ ., data = fulldata4)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2810.2	-523.2	-124.1	499.7	4132.8

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-1.589e+03	4.733e+03	-0.336	0.73736
Runde	8.281e+00	7.807e+00	1.061	0.28998
`Superliga/1.Division`	1.358e+03	1.832e+02	7.413	2.48e-12 ***
Form	2.515e+02	1.521e+02	1.653	0.09964 .
Ferieuger	-5.547e+02	2.597e+02	-2.136	0.03375 *
`Modstander Type`	-1.372e+03	1.177e+02	-11.654	< 2e-16 ***
Dagtype	1.854e+02	9.265e+01	2.002	0.04652 *
`Tid på dagen`	3.332e+02	1.234e+02	2.700	0.00746 **
`Populær kanal`	-1.479e-01	1.549e+02	-0.001	0.99924
Synlighed	1.327e-02	5.331e-03	2.489	0.01352 *
Helligd.	1.481e+02	2.122e+02	0.698	0.48581
indbyggertal	5.878e-02	5.044e-02	1.165	0.24515

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 981.8 on 225 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.7128, Adjusted R-squared: 0.6988

F-statistic: 50.77 on 11 and 225 DF, p-value: < 2.2e-16

```
[1] 778736.7
```

2.3.5 Evaluation

The best performing model is here shown as the linear regression, since the MSE is lowest so I am choosing to continue with this model.

```
#| echo: true
#| warning: false
#| result: true
#| code-fold: false

mse_lin
```

```
[1] 778736.7
```

```
mse_lasso
```

```
[1] 842538.7
```

```
mse_best_subset
```

```
[1] 795302
```

2.3.6 Implementation

The prediction has been transformed into a Shiny app that can be implemented in the VFF system. The app can be seen [here](#).

3 Conclusion

The model requires more work. The model is build only on publicly available data. In order to improve the prediction for more useful results the model should be updated with internal data. This could be variables such as marketing data, events in the local society, ticket prices etc.