

Instruksjoner

Denne oppgaven skal løses interaktivt i RStudio ved å legge inn egen kode og kommentarer. Det ferdige dokumentet lagres med kandidatnummeret som navn [kandidatnummer]_SOK1004_C2_H22.qmd og lastes opp på deres GitHub-side. Hvis du har kandidatnummer 43, så vil filen hete 43_SOK1004_C2_H22.qmd. Påse at koden kjører og at dere kan eksportere besvarelsen til pdf. Lever så lenken til GitHub-repositoriumet i Canvas.

Bakgrunn

Økonomisk vekst gir økt kjøpekraft og velferd. Økningen i økonomisk aktivitet har hittil blitt muliggjort gjennom å utnytte fossile energikilder som kull, olje og gass. Forbrenningen av hydrokarboner har over tid økt mengden CO₂ i atmosfæren og forårsaket endringer i klimaet. Klimaendringene medfører en rekke kostnader, blant andre hyppigere og mer intense innslag av ekstreme værforhold. I den grad veksten drives av fossile energikilder er det ikke opplagt at høyere økonomisk aktivitet vil øke menneskelig velferd på sikt. Vi står ovenfor en avveining mellom økt kjøpekraft og klimaendringer.

I denne oppgaven skal vi utforske avveiningen mellom kjøpekraft og klimaendringer ved å studere sammenhengen mellom CO₂-utslipp og bruttonasjonalprodukt (BNP) på tvers av land. Data henter vi fra [OWID](#). En beskrivelse av dataene (kodebok) finnes [her](#).

Vi skal utforske følgende: Hvilke land har høyest CO₂ utslipp? Hvordan kan utslippene sammenlignes når vi tar hensyn til befolkningen og størrelsen på økonomiene? Kan bruken av kull til energiproduksjon forklare forskjellen mellom land? Hvordan stiller utslippene seg når vi justerer for internasjonal handel og skiller mellom produksjon og forbruk?

Merknad. I oppgaven definerer jeg variabler matematisk og ber dere lage figurer av de. Alle variablene finnes i datasettet. En del av oppgaven er å finne de.

Last inn pakker

```
rm(list=ls())
library(tidyverse)

# Attaching packages
# ggplot2 3.3.6      ✓ purrr   0.3.4
# tibble  3.1.8      ✓ dplyr  1.0.9
# tidyr   1.2.0      ✓ stringr 1.4.0
# readr   2.1.2      ✓ forcats 0.5.1
# Conflicts
# dplyr::filter() masks stats::filter()
# dplyr::lag()    masks stats::lag()
```

Last ned data

```
url <-
  "https://raw.githubusercontent.com/owid/co2-data/master/owid-co2-data.csv"

df <- url %>%
  read_csv()

Rows: 26008 columns: 60
# Column specification
Delimiter: ","
chr  (2): country, iso_code
dbl (58): year, population, gdp, cement_co2, cement_co2_per_capita, co2, co2...

I Use `spec()` to retrieve the full column specification for this data.
I Specify the column types or set `show_col_types = FALSE` to quiet this message.
```

I. Karbonintensitet i produksjon

Vi skal studere sammenhengen mellom BNP og CO₂ for de fem største økonomiene i verden, målt ved kjøpekraftjustert BNP. Disse landene er:

```
list <- c("China", "United States", "India", "Japan", "Germany")
```

Betrakt følgende figur:

```
df %>%

mutate(gdp = gdp/10^12) %>%

mutate(co2 = co2/10^3) %>%

filter(country %in% list) %>%

ggplot(aes(x=gdp, y=co2, color = country)) %>%

+ geom_point() %>%

+ geom_smooth(se = FALSE) %>%

+ labs(y = "CO2", x = "GDP", title = "GDP vs CO2", subtitle = "Production-based CO2 emissions, billions of tons.
GDP in trillions of USD, constant 2011 prices at purchasing power parity. 1850-2020.", color = "Country") %>%

+ theme_bw()

`geom_smooth()` using method = 'loess' and formula 'y ~ x'
Warning: Removed 166 rows containing non-finite values (stat_smooth).
Warning: Removed 166 rows containing missing values (geom_point).
```

Kommandoen `geom_smooth()` bruker en såkalt lokal regresjon til å tegne en kurve gjennom datapunktene. Dere kan tenke på dette som en gjennomsnittlig sammenheng, eller at man har tegnet en strek gjennom datapunktene med en penn.

Oppgave Ia

Gi en fullstendig og nøyaktig beskrivelse av figuren. Tolk helningen på linjene og diskuter variasjon mellom og innad i landene. Drøft hvilke forhold figuren illustrerer på en god måte og hvilken informasjon som er vanskelig å tolke.

[Svar på oppgave Ia her.] #Vi ser i figuren en sammenheng mellom c02 produksjon og GDP, vist mellom årene 1850-2020. Kina viser den mest dramatiske veksten og Tyskland viser den laveste. Det kan spekuleres mye på hva denne veksten skyldes, men vi vet at kina bruker mer kull og andre fossile drivstoff for å støtte sin økende produksjon, mens mange andre land mer og mer faser over til alternative energikilde. Verdt å merke er manglende data tilhørende India, Japan og tyskland.

Oppgave Ib

Vi betrakter nå et normalisert mål på sammenhengen CO₂-utslipp og inntekt. La CO_{2i} og BNP_i være henholdsvis årlige utslipp av CO₂ og brutto nasjonalprodukt i år t . Vi måler CO_{2i} i kilogram og BNP_i i kjøpekraftjusterte USD ved faste 2011-priser. Vi kan definere karbonintensiteten i produksjon som $CI_t = CO_{2t}/BNP_t$, altså antall kilogram CO₂ per USD i verdiskapning.

Lag en figur som viser karbonintensiteten CI_i til de fem største økonomiene (navnene er lagret i variabelen `list` over) fra 1850 til 2020. Sammenlign CI_i med helningen fra figuren i oppgave Ia. Gi en fullstendig og nøyaktig beskrivelse av figuren. Drøft minst to forhold som du tror kan være av avgjørende betydningen for å forklare variasjonen innad og mellom land.

```
# Løs oppgave Ib her
df %>%

mutate(gdp = gdp/10^12) %>%

mutate(co2 = co2/10^3) %>%

mutate(CI = co2 / gdp) %>%

filter(country %in% list) %>%

filter(year>=1850) %>%

filter(year <= 2020) %>%

ggplot(aes(x=year, y=CI, color = country)) %>%

+ geom_point() %>%

+ geom_smooth(se = FALSE) %>%

+ labs(y = " ", x = " ", title = "CO2 / GDP", subtitle = ' ' ) %>%

+ theme_bw()

`geom_smooth()` using method = 'loess' and formula 'y ~ x'
Warning: Removed 89 rows containing non-finite values (stat_smooth).
Warning: Removed 89 rows containing missing values (geom_point).
```

[Besvar oppgave Ib her]

#Figuren viser verdiene til karbonintensiteten til landene i "list" fra 1850 til 2020. Trenden fra 1850-1925 viser en stor oppgang i karbonintensiteten til Tyskland, Japan og USA, mens India og særlig Kina viser oppgang i karbonintensitet flere ti-år senere. I dag ser vi en stor mengde produksjon klar klær og andre forbruks-relaterte artikler som før ville ha blitt produsert i vestlige land flyttet til land hvor produksjonskostnadene er mindre, som kan være med å forklare et stort hopp hos Kina i denne grafen. Vi ser mot slutten av grafen at de realativt vestlige landene nærmer seg mer og mer nullpunktet, som klar kan forsøkes forklart med økt importering.

Oppgave Ic

Undersøk hvorvidt bruken av kull som energikilde kan forklare forskjellen i karbonintensitet mellom de fem største landene. Lag to figurer og 100-200 ord med tekst. Husk å gi en fullstendig og nøyaktig beskrivelse av figurene.

```
# besvar oppgave Ic her
df %>%

mutate(gdp = gdp/10^12) %>%

mutate(co2 = co2/10^3) %>%

mutate(CI_coal = coal_co2 / gdp) %>%

filter(country %in% list) %>%

filter(year>=1850) %>%

filter(year <= 2020) %>%

ggplot(aes(x=year, y=CI_coal, color = country)) %>%

+ geom_point() %>%

+ geom_smooth(se = FALSE) %>%

+ labs(y = " ", x = " ", title = "Coal_co2 / CO2", subtitle = ' ' ) %>%

+ theme_bw()

`geom_smooth()` using method = 'loess' and formula 'y ~ x'
Warning: Removed 89 rows containing non-finite values (stat_smooth).
Warning: Removed 89 rows containing missing values (geom_point).
```

[Besvar oppgave Ic her]

#Grunner til oppgang kan forklares i verdenskrigen, særlig den første, som i en stor grad ville ha resultert i en stort forbruk i kull for å produsere våpen OL. Kina viser en senere oppgang i karbonintensitet i en tid hvor mange vestlige land vil ha startet å bruke alternative energikilder, som vises i nedgang på denne grafen. Amerika viser stor oppgang i starten av 1900 tallet, hvor kull var den største energikilden, som senere ble faset ut av olje-baserte energikilder, dette kan sees i nedgangen på på figuren fra rundt 1920, dette går stødig nedover og fases ut på verdensbasis til fordel for mer moderne og stort sett mer miljøvennlige malternativer, til dags dato.

II. Konsumbaserte CO₂-utslipp

I den foregående analysen har vi slått fast at Kina har høy karbonintensitet i produksjon og at kullforbrenning står for en høy andel av deres utslipp. I hvilken grad kan utslippene knyttes til eksportrettet produksjon? I dataene fra OWID har de variable som de kaller konsumbaserte utslipp, for eksempel variabelen `consumption_co2`.

Oppgave IIa

Forklar hvordan konsumbaserte CO₂-utslipp er konstruert og hvordan vi skal tolke den.

[Besvar oppgave IIa her.]

#Utslippene fra alt et land konsumerer, inkludert det som importeres fra andre land er det man kaller konsumbasert CO₂-utslipp. Poenget med å regne utslipp på denne måten er for å kunne si noe om hvor mye resurser, energi og arbeidskraft det kreves for å holde et land vedlike, og hvor mye disse ressursene påvirker miljøet.

Lag en figur som viser utviklingen av konsumbasert CO₂ per person og totale, konsumbaserte utslipp. Gi en fullstendig og nøyaktig beskrivelse av figuren og forklar hva den viser.

Hint: Hvis du bruker `geom_point()` så kan spesifisere én av variablene ved tilvalget `size` i `aes()`.

```
df %>%

filter(country %in% list) %>%

filter(year>=1990) %>%

filter(year <= 2020) %>%

ggplot(aes(x=year, y=consumption_co2_per_capita, color = country)) %>%

+ geom_point() %>%

+ geom_smooth(se = FALSE) %>%

+ labs(y = " ", x = " ", title = "consumption_co2_per_capita", subtitle = ' ' ) %>%

+ theme_bw()

`geom_smooth()` using method = 'loess' and formula 'y ~ x'
Warning: Removed 5 rows containing non-finite values (stat_smooth).
Warning: Removed 5 rows containing missing values (geom_point).
```

[Besvar oppgave IIb her]

```
# besvar oppgave IIb her
df %>%

filter(country %in% list) %>%

filter(year>=1990) %>%

filter(year <= 2020) %>%

ggplot(aes(x=year, y=consumption_co2, color = country)) %>%

+ geom_point() %>%

+ geom_smooth(se = FALSE) %>%

+ labs(y = " ", x = " ", title = "consumption_co2", subtitle = ' ' ) %>%

+ theme_bw()

`geom_smooth()` using method = 'loess' and formula 'y ~ x'
Warning: Removed 5 rows containing non-finite values (stat_smooth).
Warning: Removed 5 rows containing missing values (geom_point).
```

[Besvar oppgave IIb her]

#Vi ser i figur 1, at USA tar en klar førsteplass på konsumbasert Co₂ utslipp per person, med Tyskland og Japan hakk i hæl. Kina ligger over India men ikke med fryktelig mye, vi ser at trenden ikke har endret seg betydningsfullt på denne tidsinjen. Verdt å merke seg er at dette gir et forvridd bilde av utslipp ntp at enkelte land har mye flere innbyggere enn andre, som blir relevant i neste figur.

#I figur 2, totale konsumbaserte co₂ utslipp, filtrerer vi ikke lenger tallene gjennom folketall, som resulterer i at ser vi at kina tar en klar ledelse, og er stadig på vei opp. USA sine verdier virker til å være lik som i figur 1. Kina satser mye på å ta igjen økonomien til vestlige land, men har så langt ikke vist et ønske om å ta i bruk miljøvennlige alternativer.

III. Produksjon- og konsumbaserte utslipp

Betrakt følgende figur, og gi en konkret forklaring på hva den viser.

```
df %>%

filter(country %in% c(list)) %>%

ggplot(aes(x=year, y=trade_co2_share, color = country)) %>%

+ xlim(1990,2020) %>%

+ geom_line(size = 1.5) %>%

+ geom_hline(yintercept=0) %>%

+ labs(x = "Year", y = "Traded CO2 share", title = "Traded CO2 as share of production-based emissions", subtitle = "CO2 embedded in trade. Share of production based emissions. Percent. 1950-202
Positive (negative) value indicates net imports (export) of CO2 emissions.", color = "Country") %>%

+ theme_bw()

Warning: Removed 738 row(s) containing missing values (geom_path).
```

[Besvar oppgave III her]

#Figuren viser tall på utslipp basert på hvor mye et land importerer eller eksporterer varer som produserer inne CO₂. De over 0 punktett importerer mye, og de under 0 punktett eksporterer mye.