

Prosjektoppgave

December 14, 2022

Contents

1 Innledning	2
2 Datainnhenting	3
2.1 Værdata	3
2.2 UV-data	5
2.3 Lufttrykk	6
2.4 Trafikkdata	7
2.5 Helligdager	9
2.6 Strømforbruk	9
2.7 Forurensing	10
2.8 Eksport av CSV	12
3 Visualisering og deskriptiv statistikk	13
4 Enkel lineær regresjon	23
5 Multippel regresjon	30
6 ”Fake”-data Simulasjon	31
6.1 Normalfordeling	31
6.2 ****Bootstrapping	33
7 Diagnostikk og evaluering av modell	34
8 Diskusjon om identifikasjon og kausalitet	35
9 Tidsrekke-regresjon	36
10 Kilder	37
11 Word Count	38

1 Innledning

I denne prosjektoppgaven vil jeg ta for meg data knyttet til vær, stråling og forurensing i Trondheim, dette for å se en sammenheng mellom disse og om det være mulig å predikere når det er høyest andel av svevestøv basert på disse variablene. Svevestøv er i dag et problem i byer, spesielt for personer med astma og andre luftveissykdommer, disse partiklene deles ofte inn i de to størrelsene PM2.5 og PM10 der partiklene er henholdsvis 2.5 og 10 μm i diameter.

2 Datainnhenting

Starter med å importere de relevante pakkene, for deretter å innhente værdata fra Metrologisk institutt. Målingene er gjort på Voll målestasjon i Trondheim.

```
[ ]: import matplotlib
      import pandas as pd
      import matplotlib.pyplot as plt
      import numpy as np
      import seaborn as sns
      import scipy.stats as sts
      import statsmodels as sms
      import statsmodels.formula.api as smf
      import holidays
      from IPython.display import display, Image
```

2.1 Værdata

```
[ ]: weather = pd.read_csv("data/Temperatur_regn.csv", sep=";", decimal=",")
```

```
[ ]: weather.tail()
```

```
[ ]:                                     Navn  Stasjon \
2553                               Trondheim - Voll  SN68860
2554                               Trondheim - Voll  SN68860
2555                               Trondheim - Voll  SN68860
2556                               Trondheim - Voll  SN68860
2557  Data er gyldig per 16.11.2022 (CC BY 4.0), Met...      NaN
```

```
          Tid(norsk normaltid)  Maksimumstemperatur (døgn) \
2553            28.12.2021              -4.5
2554            29.12.2021              -4.5
2555            30.12.2021             -0.4
2556            31.12.2021              2.4
2557                NaN                  NaN
```

```
          Minimumstemperatur (døgn)  Høyeste middelvind (døgn)  Nedbør (døgn)
2553            -10.1                  1,6                 0.0
2554            -9.7                  2,4                 0.0
2555            -6.5                  2,9                 0.0
2556            -1.9                  4,8                 3.2
2557                NaN                  NaN                 NaN
```

```
[ ]: weather.drop(weather.tail(1).index, inplace=True)
```

```
[ ]: weather.rename(columns={"Navn" : "Station_Name"}, inplace=True)
      weather.rename(columns={"Stasjon" : "StationID"}, inplace=True)
```

```

weather.rename(columns={"Tid(norsk normaltid)" : "Time"}, inplace=True)
weather.rename(columns={"Maksimumstemperatur (døgn)" : "Max_Temp"}, inplace=True)
weather.rename(columns={"Minimumstemperatur (døgn)" : "Min_Temp"}, inplace=True)
weather.rename(columns={"Høyeste middelvind (døgn)" : "Max_Wind"}, inplace=True)
weather.rename(columns={"Nedbør (døgn)" : "Rain"}, inplace=True)

```

Endrer navnet på kolonnene for lettere koding, unngår mellomrom av samme grunn.

```
[ ]: weather.set_index("Time", inplace=True)
weather.index = pd.to_datetime(weather.index, format="%d.%m.%Y").date
```

Setter indeksen til dag ved bruk av pandas sin innebygde datetime funksjon. Formatet er europeisk med dag, måned, år.

```
[ ]: year = pd.DatetimeIndex(weather.index).year.to_numpy()
month = pd.DatetimeIndex(weather.index).month.to_numpy()
```

```
[ ]: weather.insert(0, "Month", month)
weather.insert(1, "Year", year)
```

Legger til måned og år som variabler for å kunne se om tid på året påvirker de andre variablene.

```
[ ]: weather.info()
```

```

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
Index: 2557 entries, 2015-01-01 to 2021-12-31
Data columns (total 8 columns):
 #   Column      Non-Null Count  Dtype  
--- 
 0   Month       2557 non-null    int64  
 1   Year        2557 non-null    int64  
 2   Station_Name 2557 non-null    object  
 3   StationID    2557 non-null    object  
 4   Max_Temp     2557 non-null    float64 
 5   Min_Temp     2557 non-null    float64 
 6   Max_Wind     2557 non-null    object  
 7   Rain         2557 non-null    float64 
dtypes: float64(3), int64(2), object(3)
memory usage: 179.8+ KB

```

Lager en variabel for daglig gjennomsnittstemperatur

```
[ ]: mean_temp = (weather["Max_Temp"]+weather["Min_Temp"])/2
[ ]: weather.insert(6, "Mean_Temp", mean_temp)
```

Bruker funksjonen insert for å legge til gjennomsnittstemperaturen ved siden av de andre temperaturvariablene.

```
[ ]: weather["Is_Rain"] = np.where(weather.Rain>0, 1, 0)
```

Legger til en binomisk variabel for om det har regnet eller ikke.

```
[ ]: weather["Max_Wind"] = weather.Max_Wind.str.replace(',', '.')
weather["Max_Wind"] = weather.Max_Wind.str.replace('-', '0')
```

Ser ovenfor at vindvariabelen har blitt importert som et object og ikke som et float-tall. Ser gjennom datasettet og finner at årsaken til dette er at vindstille er satt til “-” og ikke “0”. I tillegg må desimalformen endres fra “,” til “.”, da dette ikke ble gjort ved importeringen. Omgjør deretter hele kolonnen til float64.

```
[ ]: weather["Max_Wind"] = weather.Max_Wind.astype("float64")
```

2.2 UV-data

```
[ ]: uv = pd.read_table("https://raw.githubusercontent.com/uvnrpa/Daily_Doses/master/
˓→TRH_daily.txt", skiprows=31)
```

Historisk UV-data er kun publisert som en txt-fil, det var derfor nødvendig å importere den med “read_table”, selv om “read_fwf” også hadde vært en mulighet. Dette datasettet slutter 31 desember 2021, det var derfor bare å ta lengden av hoveddatasettet og kopiere dette ut fra bunnen av UV-datasettet.

```
[ ]: length_period = len(weather)
```

```
[ ]: uv = uv.tail(length_period)
```

```
[ ]: weather["UVA"] = uv["UVA"].to_numpy()
weather["UVB"] = uv["UVB"].to_numpy()
```

Velger å kun se på UVA og UVB stråling da de andre målingene i datasettet tar i større grad for seg biologiske faktorer som grad av fotosyntese og omgjøring av 7-DH7 til vitamin D3.

For å unngå NaN-verdier måtte pandas seriene gjøres om til numpy før det ble lagt til i hoveddatasettet. Dette har nok noe med forskjellen i indekseringen å gjøre. Dette steget gjentas gjennom databehandlingen.

```
[ ]: weather.tail()
```

```
[ ]:      Month Year Station_Name StationID Max_Temp Min_Temp \
2021-12-27     12  2021 Trondheim - Voll SN68860    0.2   -7.3
2021-12-28     12  2021 Trondheim - Voll SN68860   -4.5  -10.1
2021-12-29     12  2021 Trondheim - Voll SN68860   -4.5   -9.7
2021-12-30     12  2021 Trondheim - Voll SN68860   -0.4   -6.5
2021-12-31     12  2021 Trondheim - Voll SN68860    2.4   -1.9
```

	Mean_Temp	Max_Wind	Rain	Is_Rain	UVA	UVB
2021-12-27	-3.55	4.2	1.2	1	24021.0	57.144

```

2021-12-28      -7.30      1.6  0.0      0  23988.0  46.431
2021-12-29      -7.10      2.4  0.0      0  19061.0  32.673
2021-12-30      -3.45      2.9  0.0      0  24308.0  30.534
2021-12-31      0.25      4.8  3.2      1  17993.0  19.491

```

```
[ ]: weather = weather.drop("StationID", axis=1)
```

2.3 Lufttrykk

```
[ ]: pressure = pd.read_csv("data/Lufttrykk.csv", sep=";", decimal=",")
pressure.drop(pressure.tail(1).index, inplace=True)
```

```
[ ]: pressure.columns
```

```
[ ]: Index(['Navn', 'Stasjon', 'Tid(norsk normaltid)',
       'Høyeste lufttrykk i havnivå (døgn)',
       'Laveste lufttrykk i havnivå (døgn)'],
       dtype='object')
```

```
[ ]: weather["Max_Pressure"] = pressure["Høyeste lufttrykk i havnivå (døgn)"].  
    ↪to_numpy()  
weather["Min_Pressure"] = pressure["Laveste lufttrykk i havnivå (døgn)"].  
    ↪to_numpy()
```

```
[ ]: weather.tail()
```

	Month	Year	Station_Name	Max_Temp	Min_Temp	Mean_Temp	\
2021-12-27	12	2021	Trondheim - Voll	0.2	-7.3	-3.55	
2021-12-28	12	2021	Trondheim - Voll	-4.5	-10.1	-7.30	
2021-12-29	12	2021	Trondheim - Voll	-4.5	-9.7	-7.10	
2021-12-30	12	2021	Trondheim - Voll	-0.4	-6.5	-3.45	
2021-12-31	12	2021	Trondheim - Voll	2.4	-1.9	0.25	
				UVA	UVB	Max_Pressure	\
2021-12-27	4.2	1.2	1	24021.0	57.144	1007.9	
2021-12-28	1.6	0.0	0	23988.0	46.431	1001.6	
2021-12-29	2.4	0.0	0	19061.0	32.673	1000.6	
2021-12-30	2.9	0.0	0	24308.0	30.534	996.4	
2021-12-31	4.8	3.2	1	17993.0	19.491	1009.9	
				Min_Pressure			
2021-12-27				1002.2			
2021-12-28				998.7			
2021-12-29				996.8			
2021-12-30				987.3			
2021-12-31				995.1			

2.4 Trafikkdata

Velger å legge til trafikkdata fra Havnegata i Trondheim, grunnen til dette er delvis fordi det var den målestasjonen med flest registrerte datoer, i tillegg til at beliggenheten burde føre til et representativt bilde av trafikken i Trondheim sentrum. Målestasjonen er uthevet øverst i bildet i oransje:

```
[ ]: display(Image(filename="data/veidata_kart.png", width=1500))
```



Importerer csv-fil lastet ned fra Statens Vegvesen, Havnegata som hoveddatasettet, og Innherredsveien for å komplettere.

```
[ ]: veidata_havnegata = pd.read_csv("data/veidata_havnegata.csv",  
    ↪encoding="latin1", decimal=",", sep=";")  
veidata_innherred_saxe = pd.read_csv("data/veidata_innherred_saxe.csv",  
    ↪encoding="latin1", decimal=",", sep=";")
```

Ettersom det var kun de dagene med registrerte data som var inkludert i CSV-filen er det nødvendig å sette inn disse dagene med NaN-verdier, slik at en lettere kan sette inn data fra Innherredsveien.

```
[ ]: veidata_havnegata = veidata_havnegata.loc[(veidata_havnegata['Felt'] ==  
    ↪"Totalt")]  
veidata_havnegata = veidata_havnegata[["Dato", "Volum"]]  
veidata_havnegata["Volum"] = veidata_havnegata.Volum.str.replace('-', '0')  
veidata_havnegata["Volum"] = veidata_havnegata.Volum.astype("float64")  
veidata_havnegata.set_index("Dato", inplace=True)
```

```

veidata_havnegata.index = pd.to_datetime(veidata_havnegata.index, u
    ↪format="%Y-%m-%d").date

idx = pd.date_range('2015-01-01', '2021-12-31')
veidata_havnegata = veidata_havnegata.reindex(idx, fill_value=0)
veidata_havnegata["Volum"].replace(0, np.nan, inplace=True)
veidata_innherred_saxe = veidata_innherred_saxe.
    ↪loc[(veidata_innherred_saxe['Felt'] == "Totalt")]

```

[]: veidata_havnegata.isna().sum()

[]: Volum 70
dtype: int64

```

[ ]: veidata_innherred_saxe = veidata_innherred_saxe[["Dato", "Volum"]]
veidata_innherred_saxe["Volum"] = veidata_innherred_saxe.Volum.str.
    ↪replace('-', '0')
veidata_innherred_saxe["Volum"] = veidata_innherred_saxe.Volum.astype("float64")
veidata_innherred_saxe.set_index("Dato", inplace=True)
veidata_innherred_saxe.index = pd.to_datetime(veidata_innherred_saxe.index, u
    ↪format="%Y-%m-%d").date

idx = pd.date_range('2015-01-01', '2021-12-31')
veidata_innherred_saxe = veidata_innherred_saxe.reindex(idx, fill_value=0)
veidata_innherred_saxe["Volum"].replace(0, np.nan, inplace=True)

oppjusteringsfaktor = veidata_havnegata.Volum.mean()/veidata_innherred_saxe.
    ↪Volum.mean()
veidata_havnegata["Volum"].
    ↪fillna(veidata_innherred_saxe["Volum"]*oppjusteringsfaktor, inplace=True)

```

Ser det er en viss forskjell mellom data fra Havnegata og Innherredsveien, tar derfor og dividerer gjennomsnittene på hverandre for å få en oppjusteringsfaktor. Multipliserer denne deretter med de dataene jeg fyller inn i datasettet fra Havnegata. Selv om det vil være et lite avvik fra de reelle bilpasseringene disse dagene så vil det være et godt estimat, i tillegg til at det kun vil gjelde 70 datapunkter i et sett med 2557.

[]: veidata_havnegata[veidata_havnegata["Volum"].isna()]
veidata_havnegata["Volum"] = (veidata_havnegata["Volum"] .
 ↪ffill()+veidata_havnegata["Volum"].bfill())/2
veidata_havnegata["Volum"] = veidata_havnegata["Volum"].round(0).astype("int")
veidata_havnegata.info()

```

<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
DatetimeIndex: 2557 entries, 2015-01-01 to 2021-12-31
Freq: D
Data columns (total 1 columns):

```

```
# Column Non-Null Count Dtype
---- -----
0 Volum    2557 non-null      int64
dtypes: int64(1)
memory usage: 40.0 KB
```

```
[ ]: weather["Traffic"] = veidata_havnegata["Volum"]
```

2.5 Helligdager

Legger til en variabel med helligdager ettersom det kan tenkes at dette kan påvirke nivået av svevestøv og trafikk. Dette importeres ved bruk av pakken "holidays".

```
[ ]: holiday_list = []
for holiday in holidays.Norway(years=[2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021]).items():
    holiday_list.append(holiday)

holidays_df = pd.DataFrame(holiday_list, columns=["date", "holiday"])
holidays_df.set_index("date", inplace=True)
holidays_df.index = pd.to_datetime(holidays_df.index, format="%Y-%m-%d").date
holidays_df = holidays_df.sort_index()

holiday_dates = holidays_df

idx = pd.date_range('2015-01-01', '2021-12-31')
holidays_df = holidays_df.reindex(idx, fill_value=0)
holidays_df["Is_Holiday"] = np.where(holidays_df.holiday == 0, 0, 1)
holidays_df["holiday"].replace(0, np.nan, inplace=True)
```

2.6 Strømforbruk

Legger ved strømforbruks i midt-Norge, dette gjøres ved å laste ned daglige data for hvert år for deretter å bruke concat for å slå dette sammen.

```
[ ]: power2015 = pd.read_csv("data/poweruse_2015.csv")
power2016 = pd.read_csv("data/poweruse_2016.csv")
power2017 = pd.read_csv("data/poweruse_2017.csv")
power2018 = pd.read_csv("data/poweruse_2018.csv")
power2019 = pd.read_csv("data/poweruse_2019.csv")
power2020 = pd.read_csv("data/poweruse_2020.csv")
power2021 = pd.read_csv("data/poweruse_2021.csv")
```

```
[ ]: power_list = [power2015, power2016, power2017, power2018, power2019, power2020, power2021]
```

```
[ ]: daily_power = pd.DataFrame()  
      daily power = pd.concat(power list, ignore index=True)
```

```
[ ]: daily_power.drop(daily_power.head(3).index,inplace=True)
daily_power.drop(daily_power.tail(2).index,inplace=True)
daily_power.reset_index(inplace=True)

[ ]: weather_power = weather.copy()

[ ]: weather_power["Max_Power"] = daily_power["Max Total Load [MW] - BZN|NO3"].
    ↪to_numpy()
weather_power["Min_Power"] = daily_power["Min Total Load [MW] - BZN|NO3"].
    ↪to_numpy()
```

2.7 Forurensing

```
[ ]: pollution = pd.read_csv("data/luftkvalitet.csv", skiprows=3)
```

```
[ ]: pollution.isna().sum()
```

[]:	Tid	0
E6-Tiller PM10 µg/m ³ Day	330	
Dekning	1	
E6-Tiller PM2.5 µg/m ³ Day	330	
Dekning.1	1	
Elgeseter PM10 µg/m ³ Day	132	
Dekning.2	1	
Elgeseter PM2.5 µg/m ³ Day	132	
Dekning.3	1	
Elgeseter mobil PM10 µg/m ³ Day	2514	
Dekning.4	2513	
Elgeseter mobil PM2.5 µg/m ³ Day	2514	
Dekning.5	2513	
Omkjøringsvegen PM10 µg/m ³ Day	1871	
Dekning.6	1427	
Omkjøringsvegen PM2.5 µg/m ³ Day	1892	
Dekning.7	1427	
Torvet PM10 µg/m ³ Day	268	
Dekning.8	35	
Torvet PM2.5 µg/m ³ Day	272	
Dekning.9	34	
Åsveien skole PM10 µg/m ³ Day	2121	
Dekning.10	2113	
Åsveien skole PM2.5 µg/m ³ Day	2121	
Dekning.11	2113	
Bakke kirke PM10 µg/m ³ Day	539	
Dekning.12	445	
Bakke kirke PM2.5 µg/m ³ Day	539	
Dekning.13	445	

```
dtype: int64
```

Velger å bruke målestasjonen i Elgeseter ettersom denne har færrest NaN-verdier, i tillegg til at det er den det er mest relevant å se på som følge av sin nærhet til Adolf Øien bygget. Grunnen til disse NaN-verdiene kan være manglende dekningen på målestasjonene. For å få fullstendige data velger jeg å fylle disse verdiene med målinger fra andre stasjoner i nærheten, jeg velger hovedsaklig de med likest lokasjon og omgivelser og unnlater å ta med målinger ved E6. De verdiene som fremdeles manglet etter dette fylte jeg først ved å ta snittet av den forrige og den neste verdien, dette vil føre til et någenlunde greit estimat for de fem dagene det gjelder. Til slutt fyllte jeg den siste verdien med den nest siste.

```
[ ]: pollution['Elgeseter PM10 µg/m³ Day'].fillna(pollution['Torvet PM10 µg/m³' ↵Day'], inplace=True)
print(pollution["Elgeseter PM10 µg/m³ Day"].isna().sum())
pollution['Elgeseter PM10 µg/m³ Day'].fillna(pollution['Bakke kirke PM10 µg/m³' ↵Day'], inplace=True)
print(pollution["Elgeseter PM10 µg/m³ Day"].isna().sum())
pollution['Elgeseter PM10 µg/m³ Day'].fillna(pollution['Åsveien skole PM10 µg/' ↵m³ Day'], inplace=True)
print(pollution["Elgeseter PM10 µg/m³ Day"].isna().sum())
pollution["Elgeseter PM10 µg/m³ Day"] = (pollution["Elgeseter PM10 µg/m³ Day"].ffill() + pollution["Elgeseter PM10 µg/m³ Day"].bfill()) / 2
print(pollution["Elgeseter PM10 µg/m³ Day"].isna().sum())
pollution["Elgeseter PM10 µg/m³ Day"].ffill(inplace=True)
print(pollution["Elgeseter PM10 µg/m³ Day"].isna().sum())
```

```
27
13
6
1
0
```

```
[ ]: pollution['Elgeseter PM2.5 µg/m³ Day'].fillna(pollution['Torvet PM2.5 µg/m³' ↵Day'], inplace=True)
pollution['Elgeseter PM2.5 µg/m³ Day'].fillna(pollution['Bakke kirke PM2.5 µg/' ↵m³ Day'], inplace=True)
pollution['Elgeseter PM2.5 µg/m³ Day'].fillna(pollution['Åsveien skole PM2.5 µg/' ↵m³ Day'], inplace=True)
pollution["Elgeseter PM2.5 µg/m³ Day"] = (pollution["Elgeseter PM2.5 µg/m³" ↵Day].ffill() + pollution["Elgeseter PM2.5 µg/m³ Day"].bfill()) / 2
pollution["Elgeseter PM2.5 µg/m³ Day"].ffill(inplace=True)
print(pollution["Elgeseter PM2.5 µg/m³ Day"].isna().sum())
```

```
0
```

```
[ ]: weather_power["Pollution_PM25"] = pollution["Elgeseter PM2.5 µg/m³ Day"] .to_numpy()
```

```
weather_power["Pollution_PM10"] = pollution["Elgeseter PM10 µg/m³ Day"]  
    ↵to_numpy()
```

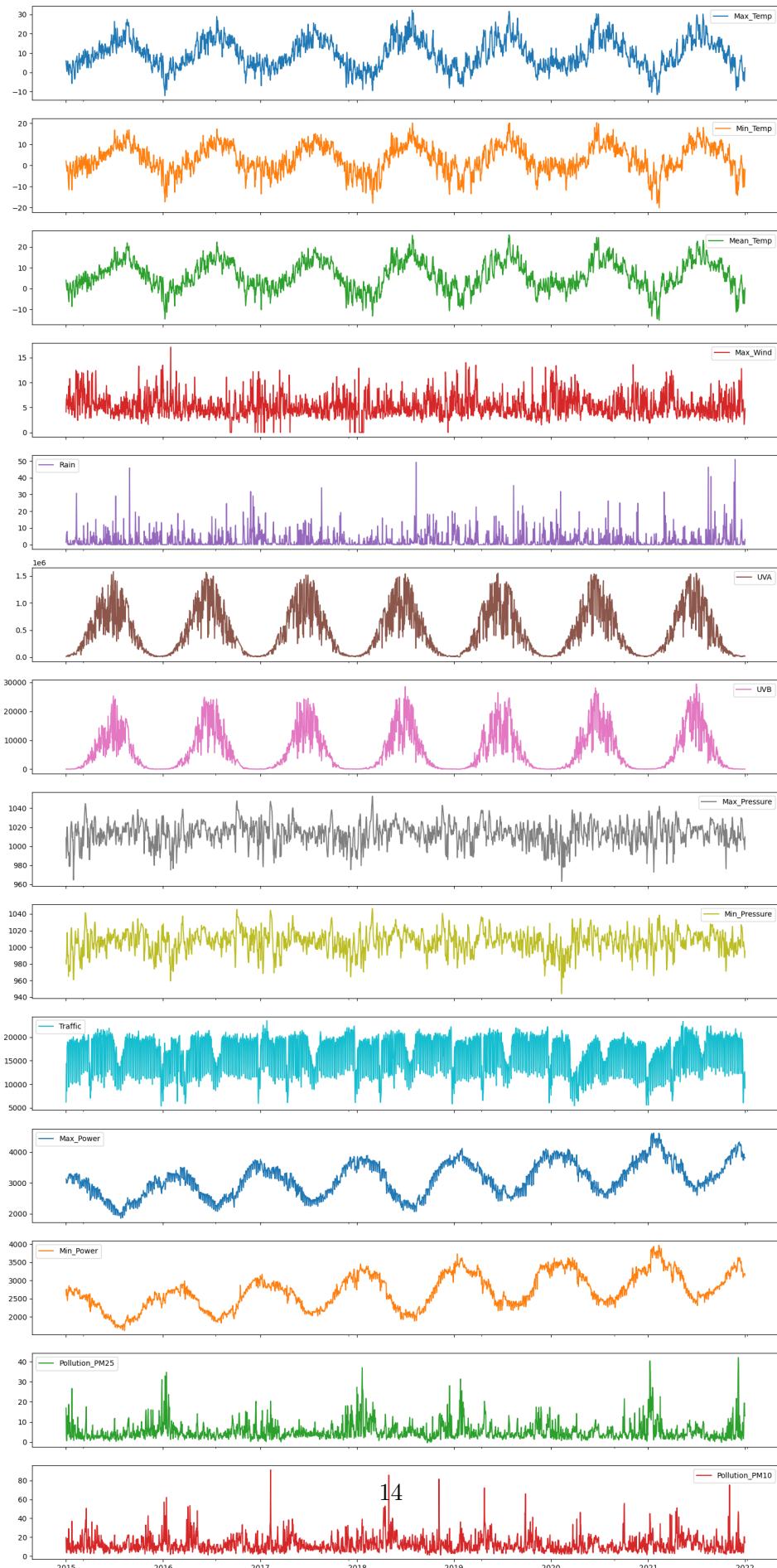
2.8 Eksport av CSV

Til slutt eksporterer jeg den ferdige CSV-filen, god praksis for å holde styr på de orginale tallene om det skulle skje endringer av datasettet gjennom oppgavgen.

```
[ ]: weather_power.to_csv("data/weather_power_TRD.csv")
```

3 Visualisering og deskriptiv statistikk

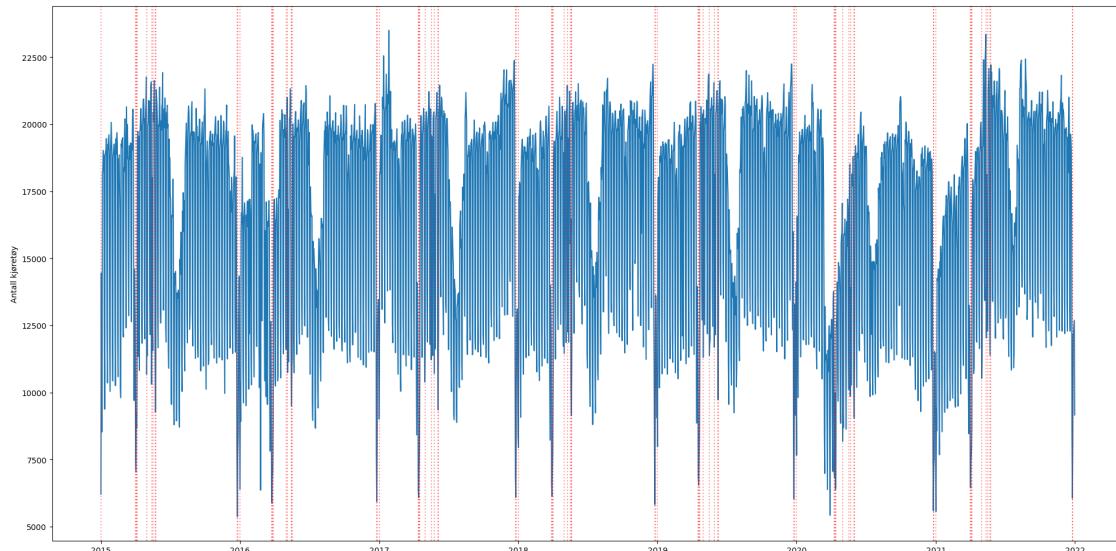
```
[ ]: weather_power.drop(["Is_Rain", "Year", "Month"], axis=1).plot(subplots = True,   
    ↪figsize=(15,30))  
  
plt.tight_layout()  
plt.show()
```



Legg merke til de årlige nedgangene i trafikk rundt nyttår, dette kan visualiseres ved å legge til helligdagene i grafen. De røde strekene under markerer de norske helligdagene, som en ser så blir trafikken sterkt påvirket av dette, spesielt rundt jul og påske. En kan også se den årlige nedgangen som mest sannsynlig viser avvikling av fellesferien. I tillegg er det en tydelig nedgang i mars 2020, dette på grunn av covid.

```
[ ]: weather_power.Traffic.plot(figsize=(20,10))
for (dates, holiday_names) in holiday_dates.iterrows():
    col = (np.random.random(), np.random.random(), np.random.random())
    plt.axvline(x=dates, color="red", linestyle=':', alpha=0.4,
    label=holiday_names[0])

# plt.legend(loc='upper center', bbox_to_anchor=(0.5, -0.05),
#            fancybox=True, shadow=True, ncol=5)
plt.ylabel("Antall kjøretøy")
plt.tight_layout()
plt.show()
```



Kan også tydliggjøre dagene med minst trafikk ved å printe ut disse:

```
[ ]: print(weather_power.Traffic.sort_values().head(20))
```

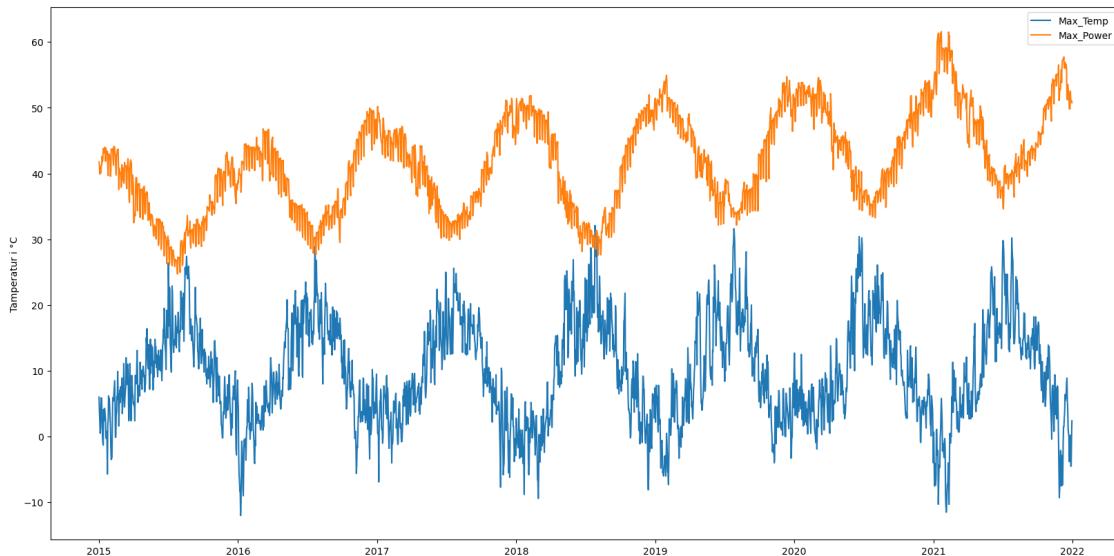
2015-12-25	5369
2020-03-29	5418
2021-01-01	5561
2020-12-25	5589
2018-12-25	5818

```

2016-03-25    5868
2016-12-25    5931
2016-03-24    6029
2019-12-25    6032
2021-12-25    6057
2017-04-14    6082
2017-12-25    6089
2018-03-30    6135
2015-01-01    6206
2017-04-13    6348
2016-02-24    6357
2020-04-12    6380
2020-03-22    6383
2016-01-01    6394
2021-04-02    6440
Name: Traffic, dtype: int64

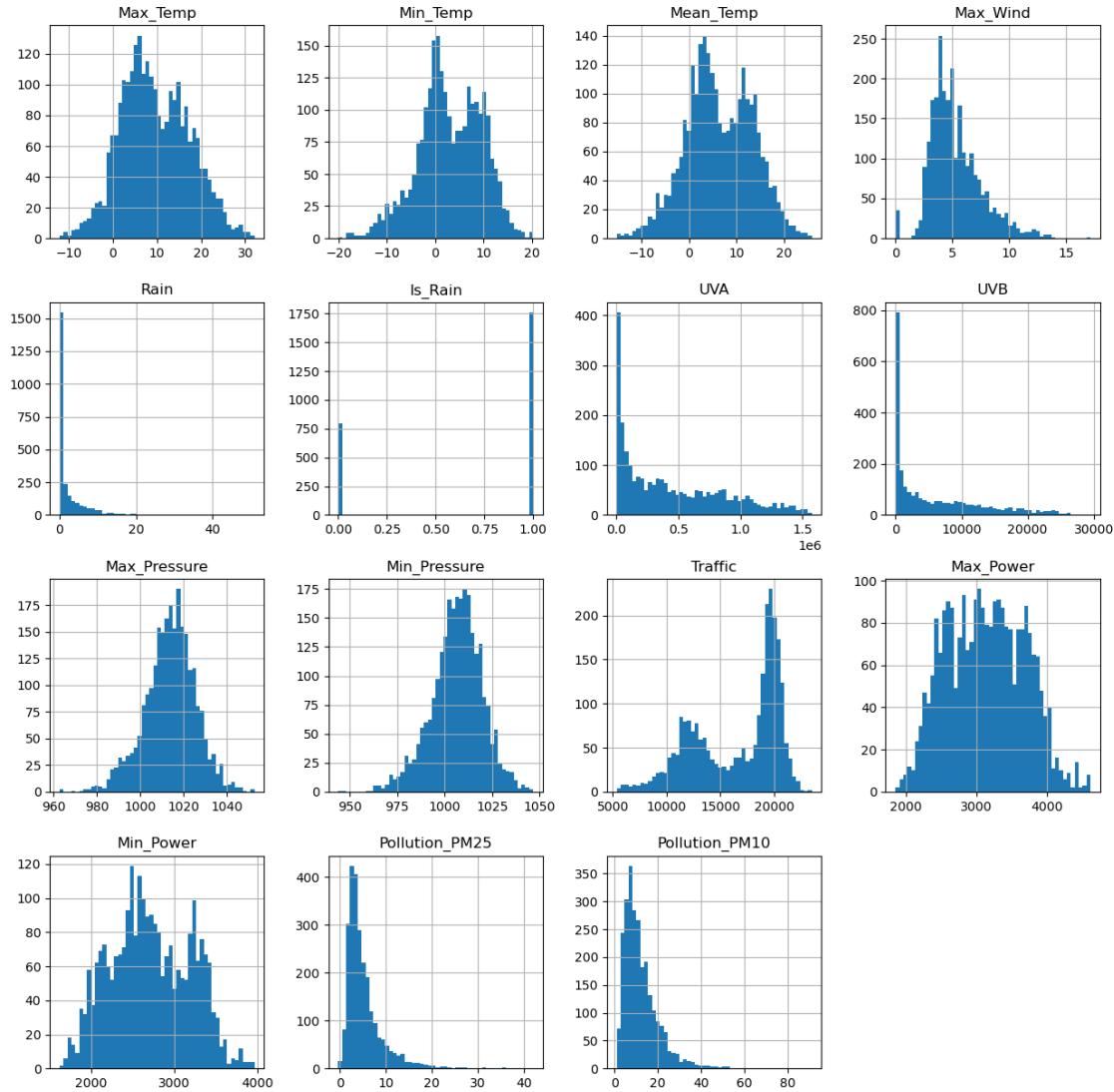
```

```
[ ]: weather_power.Max_Temp.plot()
(weather_power.Max_Power/75).plot(figsize=(20,10))
plt.ylabel("Temperatur i °C")
plt.legend()
plt.show()
```



En enkel måte å vise den iverse sammenhengen mellom maksimal temperatur og maksimal strømforbruk i løpet av dagen. Dette er ikke overraskende da mesteparten av strømforbruken i en husholdning går til oppvarming.

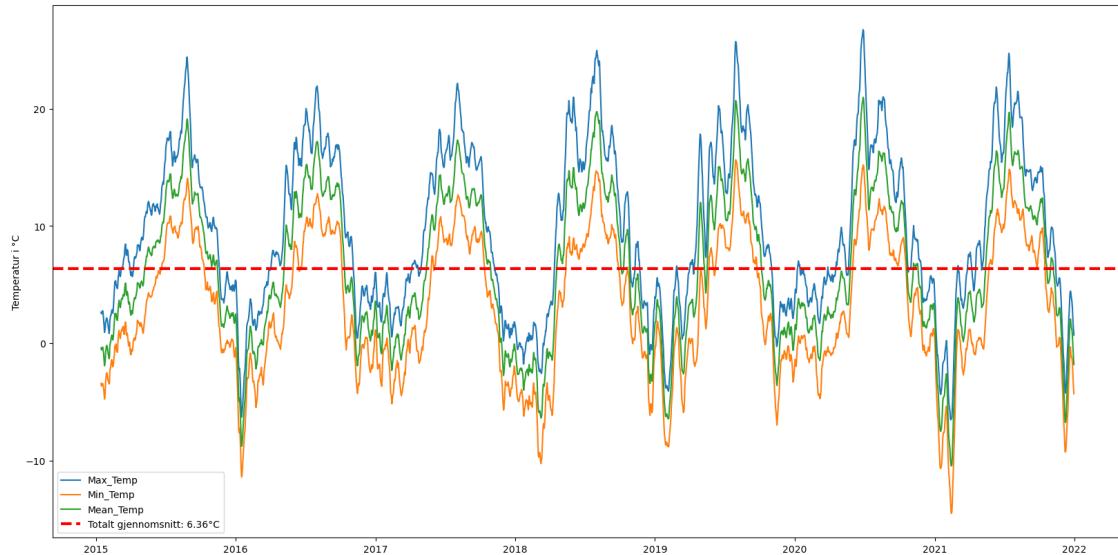
```
[ ]: weather_power.drop(["Year", "Month"], axis=1).hist(bins=50, figsize=(15,15))
plt.show()
```



Gjennom dette histogrammet kan en se at begge målenhetene for forurensing har en positiv skjevhets(skewness), de er samlet forholdsvis lavt med noen høyere ytterpunkter. Muligens ikke så overraskende for de som har bodd i Trondheim ser en at det regner nesten dobbelt så mange dager enn det har vært opphold, men samtidig har også dette en positiv skjevhets, noe som innebærer at det ikke har vært for høy nedbør når det har regnet. Videre kan det se ut som at de andre variablene er relativt normalfordelt, i tillegg til noen bimodale fordelinger.

```
[ ]: weather_power.Max_Temp.rolling(14).mean().plot(figsize=(20,10))
weather_power.Min_Temp.rolling(14).mean().plot()
weather_power.Mean_Temp.rolling(14).mean().plot()
plt.axhline(y=np.nanmean(weather_power.Mean_Temp), color='red', linestyle='--',
            linewidth=3, label=('Totalt gjennomsnitt: ' + str(round(np.
            nanmean(weather_power.Mean_Temp),2)) + '°C'))
plt.legend()
```

```
plt.ylabel("Temperatur i °C")
plt.show()
```



```
[ ]: weather_power.describe().transpose()
```

	count	mean	std	min	\
Month	2557.0	6.522487	3.449499	1.00000	
Year	2557.0	2018.000000	2.000391	2015.00000	
Max_Temp	2557.0	9.636840	7.696523	-12.00000	
Min_Temp	2557.0	3.079937	6.585082	-20.10000	
Mean_Temp	2557.0	6.358389	6.993643	-15.20000	
Max_Wind	2557.0	5.286117	2.227827	0.00000	
Rain	2557.0	2.453109	4.634751	0.00000	
Is_Rain	2557.0	0.688698	0.463117	0.00000	
UVA	2557.0	461903.896402	419709.313856	3683.10000	
UVB	2557.0	6067.404159	6915.824940	-20.35200	
Max_Pressure	2557.0	1013.730583	11.677193	962.90000	
Min_Pressure	2557.0	1006.403989	13.358389	944.00000	
Traffic	2557.0	16559.910442	3992.502751	5369.00000	
Max_Power	2557.0	3136.133750	547.332617	1854.00000	
Min_Power	2557.0	2710.414548	477.499468	1620.00000	
Pollution_PM25	2557.0	5.303824	4.427758	-0.39186	
Pollution_PM10	2557.0	12.392685	8.732117	1.09158	
		25%	50%	75%	max
Month		4.000000	7.000000	10.000000	1.200000e+01
Year		2016.000000	2018.000000	2020.000000	2.021000e+03
Max_Temp		4.000000	8.800000	15.200000	3.210000e+01

Min_Temp	-1.100000	2.800000	8.300000	2.030000e+01
Mean_Temp	1.450000	5.700000	11.800000	2.580000e+01
Max_Wind	3.800000	4.800000	6.400000	1.710000e+01
Rain	0.000000	0.400000	2.900000	5.100000e+01
Is_Rain	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000e+00
UVA	77954.000000	347970.000000	772490.000000	1.575500e+06
UVB	303.030000	3126.500000	10185.000000	2.947300e+04
Max_Pressure	1007.000000	1014.300000	1021.300000	1.052600e+03
Min_Pressure	998.800000	1007.300000	1015.000000	1.046500e+03
Traffic	12838.000000	18472.000000	19838.000000	2.349700e+04
Max_Power	2680.000000	3130.000000	3578.000000	4.618000e+03
Min_Power	2357.000000	2671.000000	3109.000000	3.965000e+03
Pollution_PM25	2.613866	3.984580	6.313460	4.197452e+01
Pollution_PM10	6.593005	10.157918	15.754641	9.125000e+01

```
[ ]: days_above_limit_num = weather_power.Pollution_PM10.where(weather_power.
    ↵Pollution_PM10>50).sort_values(ascending=False).count()
days_above_limit = weather_power.Pollution_PM10.where(weather_power.
    ↵Pollution_PM10>50).sort_values(ascending=False).head(days_above_limit_num)
print("Antall overskridelser av døgnmiddel på 50 µg/m³:", days_above_limit_num, ↵
    ↵"\nDette inntraff følgende dager med døgnmiddel:\n", days_above_limit)
```

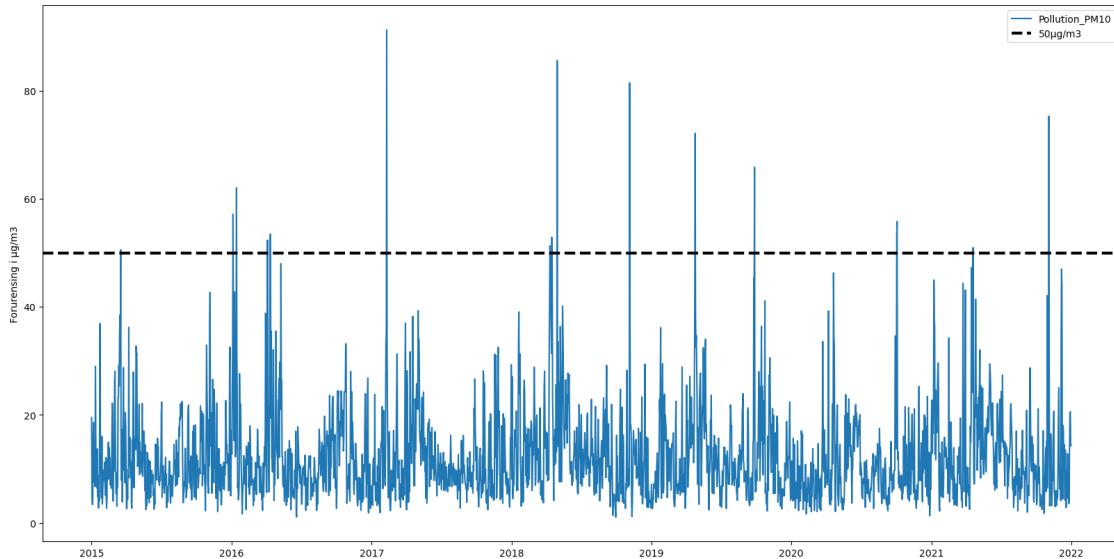
Antall overskridelser av døgnmiddel på 50 µg/m³: 16

Dette inntraff følgende dager med døgnmiddel:

2017-02-09 91.250005
 2018-04-30 85.571233
 2018-11-05 81.436170
 2021-11-03 75.269673
 2019-04-25 72.108251
 2019-09-27 65.834444
 2016-01-14 62.022458
 2016-01-05 57.150666
 2020-10-03 55.797206
 2016-04-11 53.456952
 2020-10-02 53.242974
 2018-04-16 52.881548
 2016-04-04 52.330207
 2018-04-11 51.291155
 2021-04-19 50.960609
 2015-03-18 50.566502

Name: Pollution_PM10, dtype: float64

```
[ ]: weather_power.Pollution_PM10.plot(figsize=(20,10))
plt.axhline(y=50, color='black', linestyle='--', linewidth=3, label='50µg/m³')
plt.ylabel("Forurensing i µg/m³")
plt.legend()
plt.show()
```



Grenseverdien på 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ble oversteget totalt 16 ganger i løpet av seks år, dette er langt under grensen på 25 ganger per år. Likevel er det relevant å se hvilke dager dette er og se hvilke faktorer som gjorde at graden av svevestøv var høyere enn normalt.

```
[ ]: diff_Temp = weather_power.Max_Temp - weather_power.Min_Temp
```

```
[ ]: diff_Temp.describe()
```

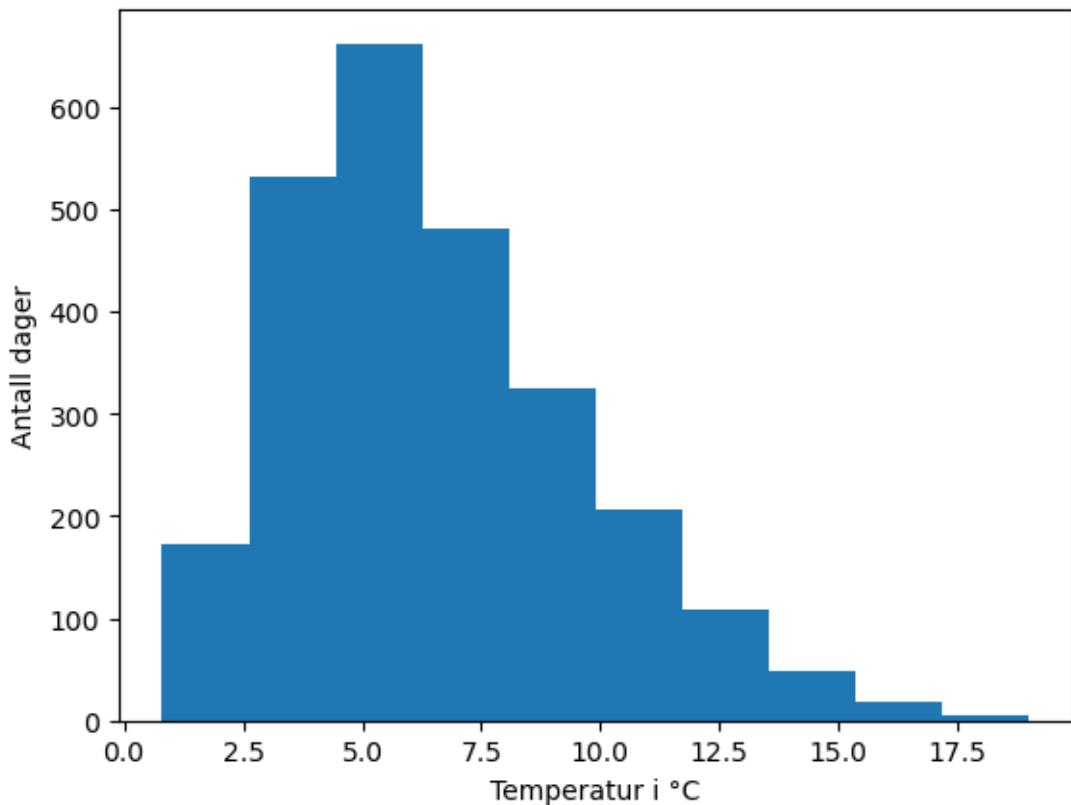
```
[ ]: count      2557.000000
mean        6.556903
std         3.091183
min         0.800000
25%        4.200000
50%        5.900000
75%        8.400000
max        19.000000
dtype: float64
```

```
[ ]: diff_Temp.sort_values(ascending=False).head(15)
```

2018-05-08	19.0
2018-05-27	17.7
2020-06-12	17.4
2019-04-23	17.3
2021-06-01	17.3
2016-06-20	17.1
2021-07-26	17.1
2018-07-27	17.0
2018-05-30	16.8

```
2019-04-22    16.6
2018-07-05    16.2
2020-07-26    16.0
2021-08-06    16.0
2019-04-20    15.9
2021-07-04    15.9
dtype: float64
```

```
[ ]: plt.hist(diff_Temp)
plt.ylabel("Antall dager")
plt.xlabel("Temperatur i °C")
plt.show()
```



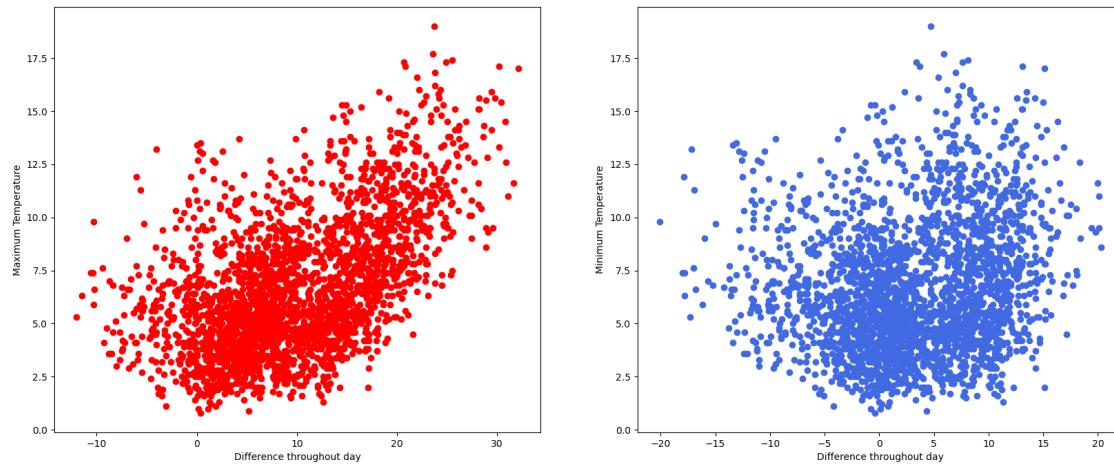
Ser her at forskjellen mellom minimum og maksimumstemperatur gjennom fra 2015 til 2021 lå mellom 0,8 og 19 grader med et snitt på 6,55. Ser også her at histogrammet er relativt skjevfordelt med en positiv skjevhetsretning. Dette innebærer at det vanligvis vil være temperaturforskjell under snittet, men at det inntreffer dager hvor det er større forskjeller. De største temperaturforskjellene inntraff i mai 2018.

```
[ ]: fig, (ax1, ax2) = plt.subplots(1,2, figsize=(20,8))
ax1.scatter(weather_power.Max_Temp, diff_Temp, color="red")
```

```

ax2.scatter(weather_power.Min_Temp, diff_Temp, color="royalblue")
ax1.set_ylabel('Maximum Temperature')
ax1.set_xlabel('Difference throughout day')
ax2.set_ylabel('Minimum Temperature')
ax2.set_xlabel('Difference throughout day')
plt.show()

```



Ser med disse grafene at korrelasjonen mellom temperaturforskjell og temperatur er høyest de dagene den maksimale temperaturen er høy. Dette tyder på at det er den høye dagstemperaturen som drar forskjellen opp. Kan også se dette med en enkel korrelasjonsmatrise.

```

[ ]: max_corr = np.corrcoef([weather_power.Max_Temp, diff_Temp])
min_corr = np.corrcoef([weather_power.Min_Temp, diff_Temp])

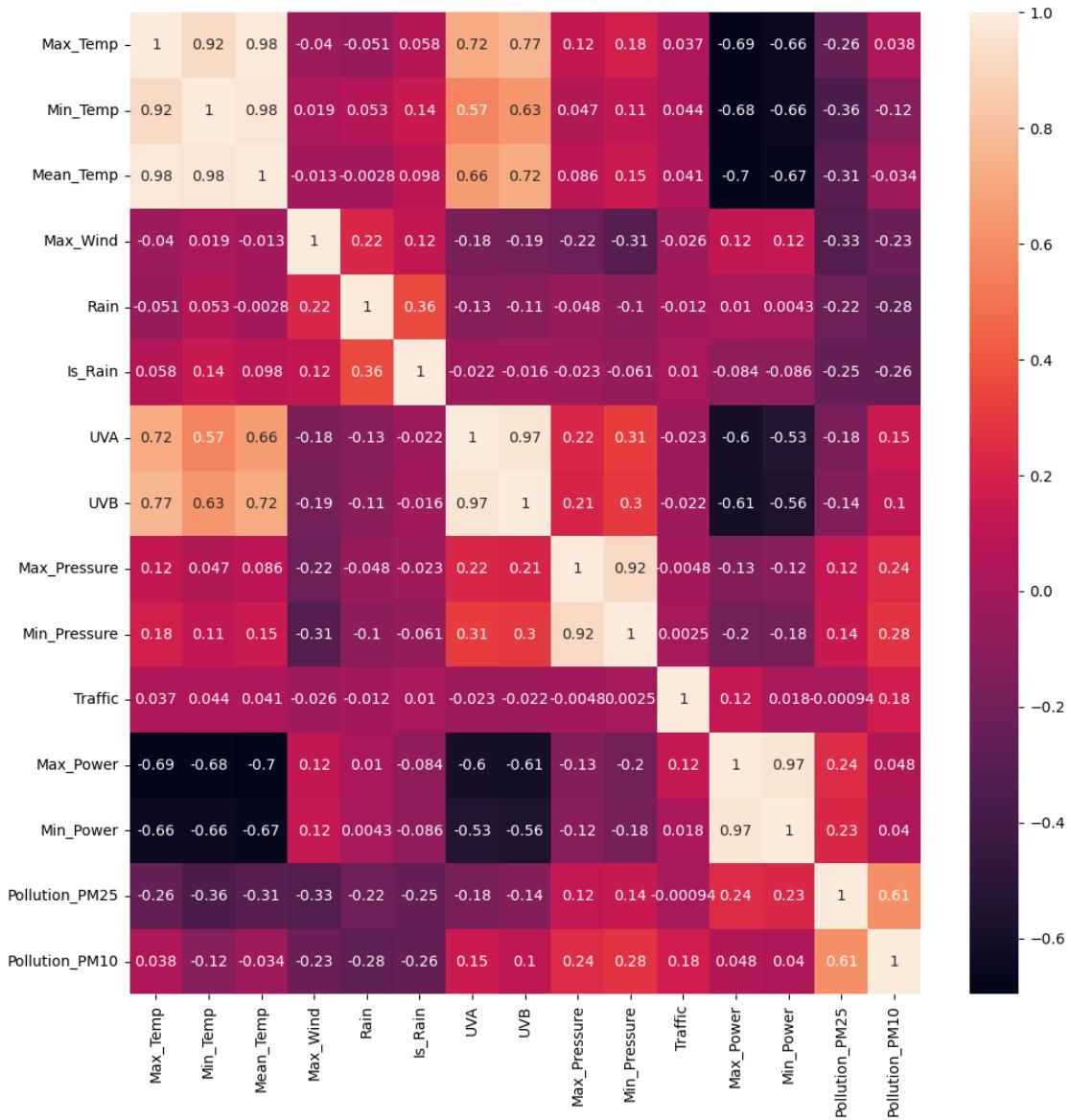
print("Korrelasjon mellom maksimumstemperatur og temperaturforskjell er:", ↪
      max_corr[1,0],
      "til forskjell fra korrelasjonen mellom temperaturforskjell og ↪
      minimumstemperaturen som er:", ↪
      min_corr[1,0])

```

Korrelasjon mellom maksimumstemperatur og temperaturforskjell er:
0.5344076235487902 til forskjell fra korrelasjonen mellom temperaturforskjell og
minimumstemperaturen som er: 0.15518375266509873

4 Enkel lineær regresjon

```
[ ]: plt.figure(figsize=(12,12))
sns.heatmap(weather_power.drop(["Year", "Month"], axis=1),
            corr_numeric_only=True, annot=True)
plt.show()
```



Starter med en korrelasjonsmatrise for å se hvilke variabler som har størst påvirkning på hverandre. Velger å se på vind og svevestøv med størrelse 10 .

```
[ ]: linmod1 = smf.ols(formula = "Pollution_PM25 ~ Max_Wind", data=weather_power).
      fit()
```

```
[ ]: linmod1.summary()
```

```
[ ]: <class 'statsmodels.iolib.summary.Summary'>
"""
                OLS Regression Results
=====
Dep. Variable:      Pollution_PM25    R-squared:                 0.110
Model:                          OLS    Adj. R-squared:            0.110
Method:                     Least Squares    F-statistic:              317.0
Date:             Wed, 14 Dec 2022    Prob (F-statistic):       6.24e-67
Time:                  12:16:56    Log-Likelihood:           -7282.8
No. Observations:          2557    AIC:                      1.457e+04
Df Residuals:             2555    BIC:                      1.458e+04
Df Model:                           1
Covariance Type:        nonrobust
=====
              coef      std err      t      P>|t|      [0.025      0.975]
-----
Intercept    8.7940     0.213     41.338     0.000      8.377      9.211
Max_Wind   -0.6603     0.037    -17.803     0.000     -0.733     -0.588
=====
Omnibus:            1608.213    Durbin-Watson:            0.732
Prob(Omnibus):        0.000    Jarque-Bera (JB):       20852.558
Skew:                   2.800    Prob(JB):                  0.00
Kurtosis:                  15.820    Cond. No.                 15.2
=====
```

Notes:

- [1] Standard Errors assume that the covariance matrix of the errors is correctly specified.

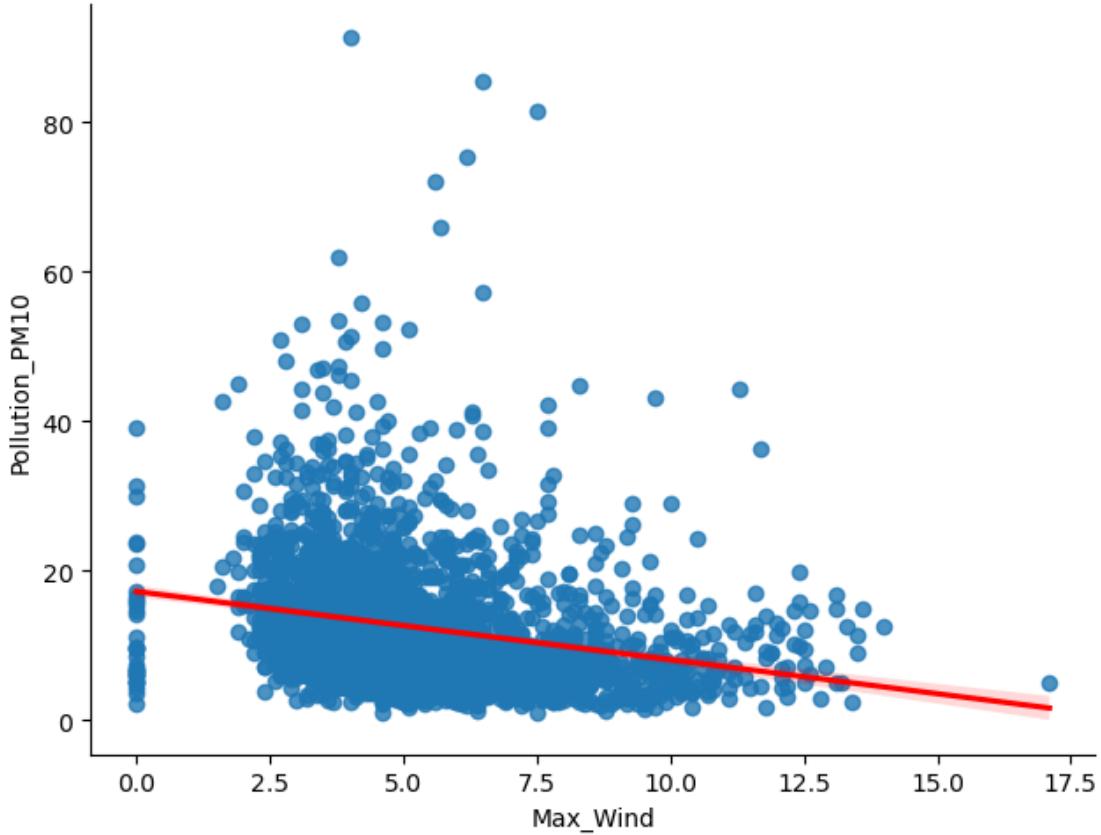
```
[ ]: print("Gjennomsnittlig nivå av svevestøv:", weather_power.Pollution_PM25.mean())
```

Gjennomsnittlig nivå av svevestøv: 5.303824480872468

Fra korrelasjonsmatrisen så det ut til at vindstyrken påvirket svevestøvet på $2.5 \mu\text{m}$ negativt, dette sjekket jeg videre gjennom en lineær regresjon ved bruk av minste kvadrats metode. Her ser en at p-verdien er 0, noe som betyr at vi kan avvise nullhypotesen om at nivået av svevestøv ikke blir påvirket av vindstyrken. Samtidig kan en se under coef at en sekundmeter kraftigere vind fører til -0,66 mikrogram per kubikkmeter. Til sammenligning er det gjennomsnittlige nivået på $5,3 \mu\text{m}/\text{m}^3$. Samtidig er r^2 kun på 0,11, dette kan bety at forklaringsgraden er relativt lav, men ikke nødvendigvis at modellen er dårlig.

```
[ ]: sns.lmplot(x="Max_Wind", y="Pollution_PM10", data=weather_power, height=5, aspect=1.3, line_kws={'color': 'red'})
```

```
plt.show()
```



Visuell fremstilling av korrelasjonen mellom vind og svevestøv fremstilt ved hjelp av Seaborn-pakken. Ser at det er en negativ trend slik som modellen ovenfor viste, samtidig kan en se at det er endel uteliggere både på nivået av svevestøv og vind som kan påvirke modellen.

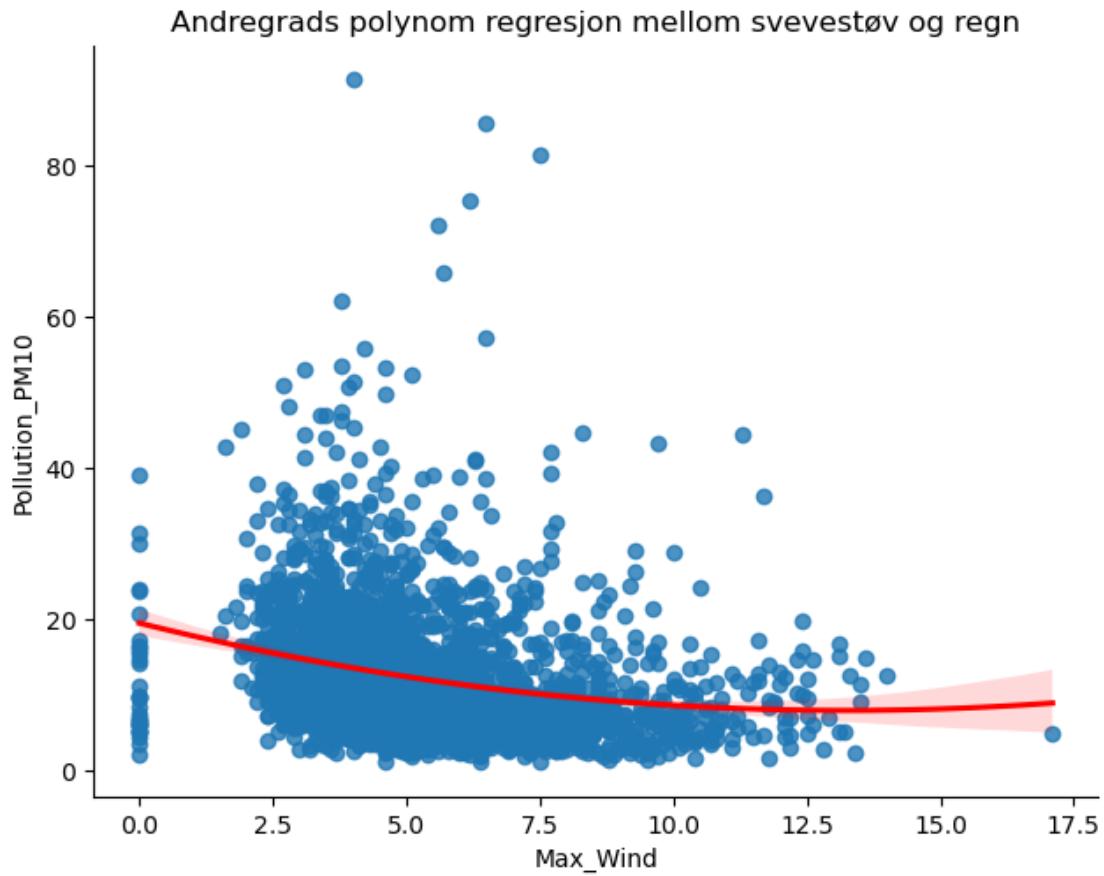
Det er også mulig å kjøre en polynom regresjon som er gjort i figurene under. Dette for å bedre vise den faktiske korrelasjonen mellom den avhngige og uavhengige variabelen. Dette vises spesielt godt når man sammenligner måned som avhengig og temperatur som uavhengig variabel. En polynom regresjonslinje vil forklare sammenhengen i en mye større grad enn en rett linje. Utifra dette vil det være mulig å se om en enkel lineær regresjon er nok til å forklare sammenhengen.

```
[ ]: sns.lmplot(x="Max_Wind", y="Pollution_PM10", data=weather_power, height=5, aspect=1.3, order = 2, line_kws={'color': 'red'})
plt.title("Andregrads polynom regresjon mellom svevestøv og regn")

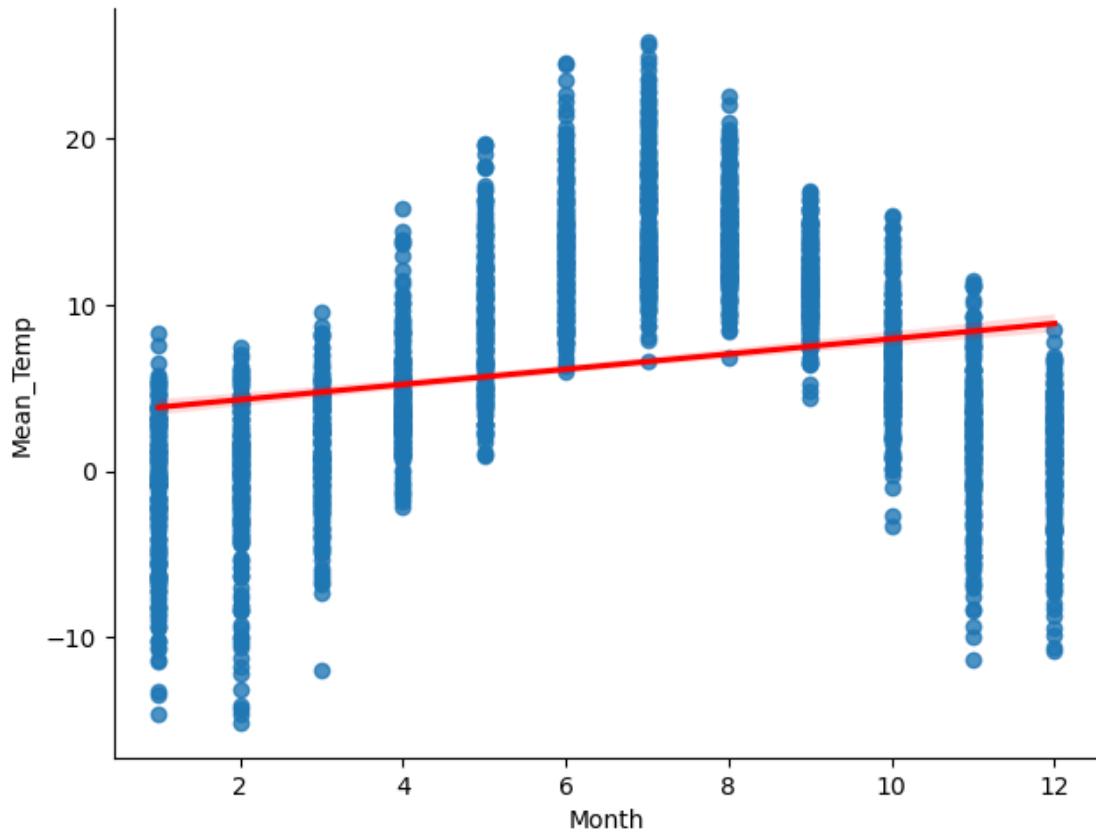
sns.lmplot(x="Month", y="Mean_Temp", data=weather_power, height=5, aspect=1.3, order = 1, line_kws={'color': 'red'})
plt.title("Førstegrads lineær regresjon mellom temperatur og måned")

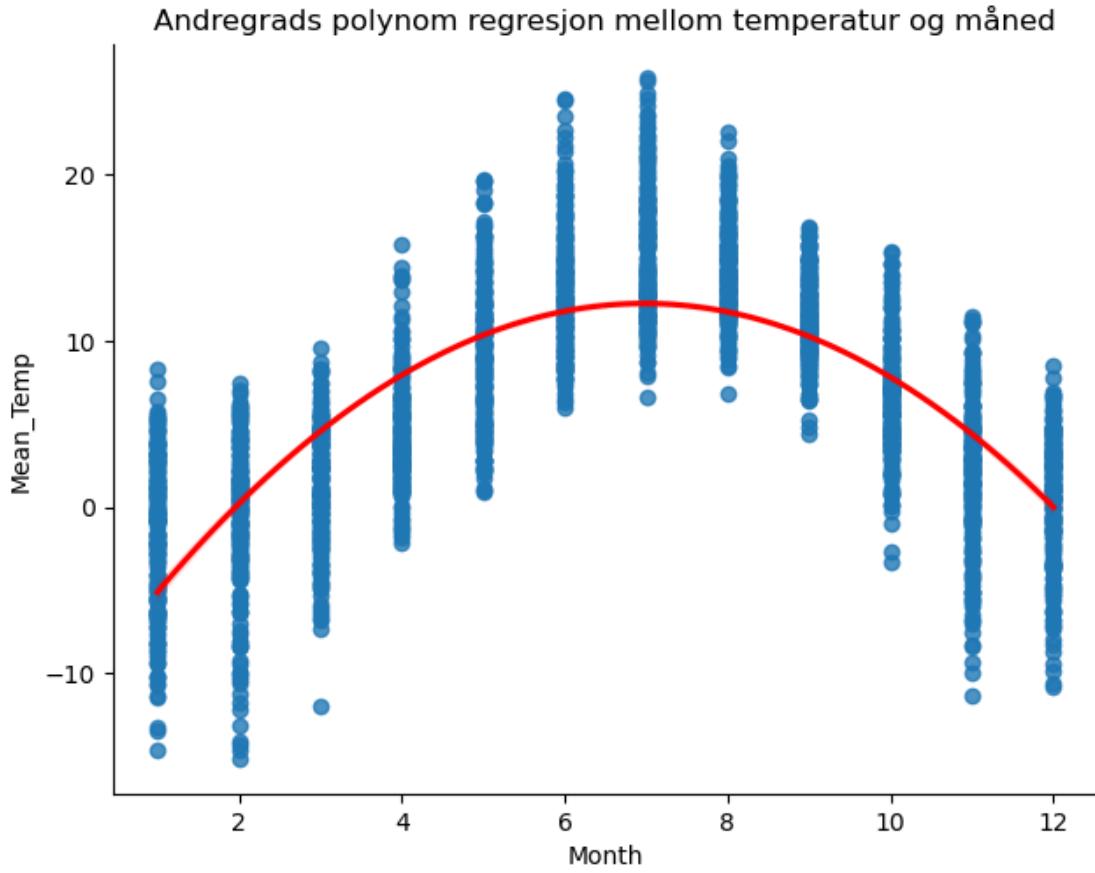
sns.lmplot(x="Month", y="Mean_Temp", data=weather_power, height=5, aspect=1.3, order = 2, line_kws={'color': 'red'})
```

```
plt.title("Andregrads polynom regresjon mellom temperatur og måned")  
plt.show()
```



Førstegrads lineær regresjon mellom temperatur og måned



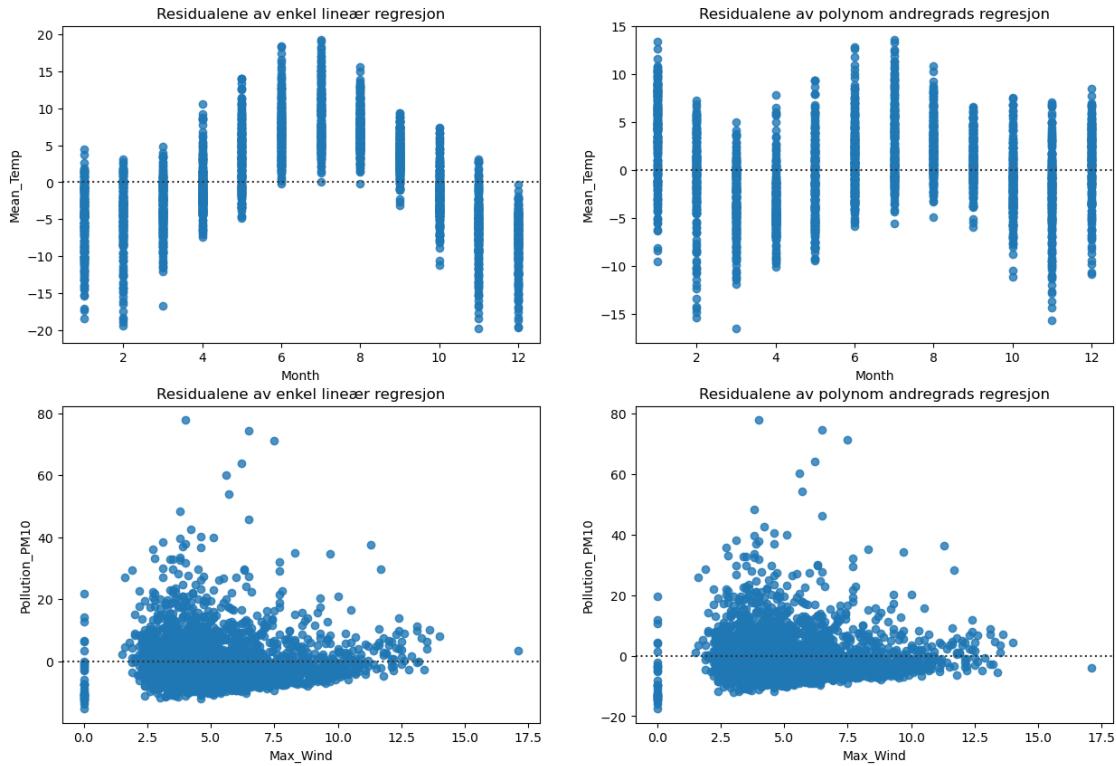


I tillegg kan man se på residualene fra den linære regresjonen, disse burde være tilfeldig spredt rundt $y = 0$, om de ikke er det kan det bety at det er et underliggende mønster som regresjonsmodellen ikke fanger opp. Gjør en residualanalyse av både temperatur mot måned, samt vindstyrke mot nivå av svevestøv.

```
[ ]: fig, ((ax1, ax2), (ax3, ax4)) = plt.subplots(2,2, figsize=(15,10))
sns.residplot(x="Month", y="Mean_Temp", data=weather_power, order=1, ax=ax1)
ax1.set_title("Residualene av enkel lineær regresjon")
sns.residplot(x="Month", y="Mean_Temp", data=weather_power, order=2, ax=ax2)
ax2.set_title("Residualene av polynom andregrads regresjon")

sns.residplot(x="Max_Wind", y="Pollution_PM10", data=weather_power, order=1, ax=ax3)
ax3.set_title("Residualene av enkel lineær regresjon")
sns.residplot(x="Max_Wind", y="Pollution_PM10", data=weather_power, order=2, ax=ax4)
ax4.set_title("Residualene av polynom andregrads regresjon")

plt.show()
```



Som en kan se på de øverste figurene så er det et klart mønster i residualene i figuren til venstre, dette motvirkes ved å gjøre regresjonsmodellen polynom i figuren øverst til høyre, men fremdeles ser det ut til å være et underliggende mønster som ikke forklares med en slik regresjonsmodell.

I figurene nederst er det vanskelig å se noe klart mønster i residualene, og det virker ikke ha skjedd en forbedring ved å gjøre regresjonsmodellen polynom.

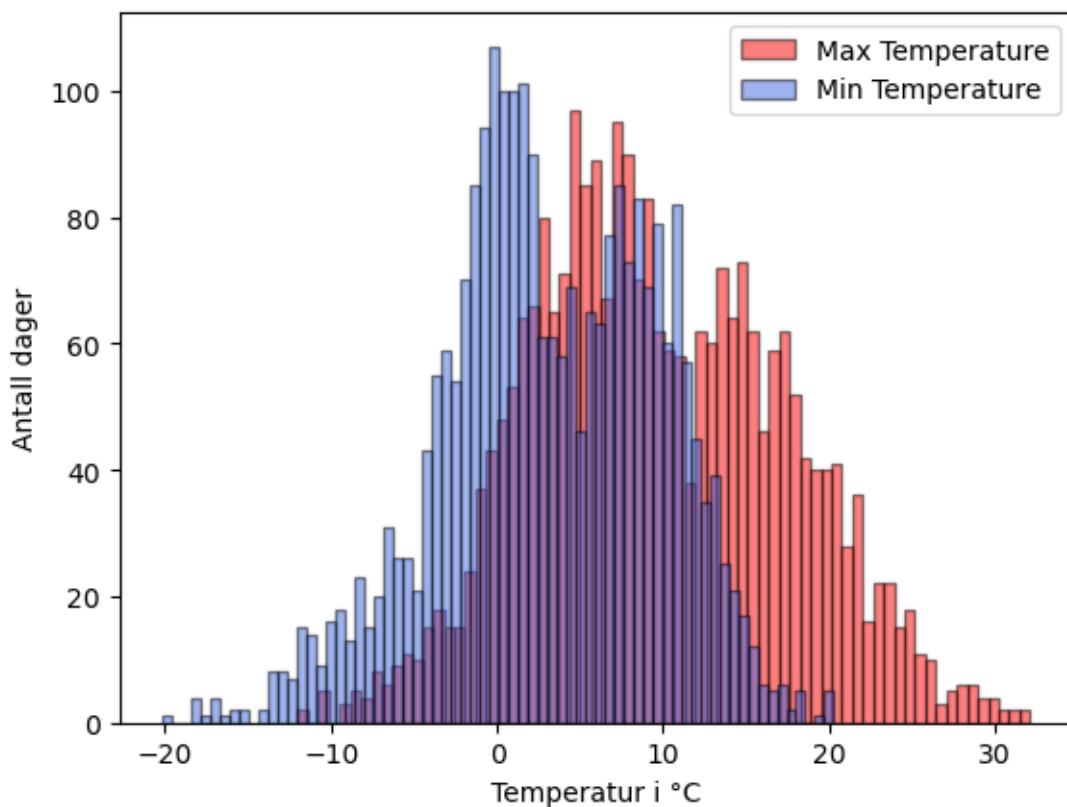
5 Multippel regresjon

6 ”Fake”-data Simulasjon

6.1 Normalfordeling

```
[ ]: plt.hist(weather_power.Max_Temp, label='Max Temperature', alpha=0.5, color="red", bins=70, edgecolor='black')
plt.hist(weather_power.Min_Temp, label='Min Temperature', alpha=0.5, color="royalblue", bins=70, edgecolor='black')
plt.ylabel("Antall dager")
plt.xlabel("Temperatur i °C")
plt.legend()

plt.show()
```



Ved å legge inn både daglige maksimum og minimums verdier i et histogram kan en tenke at fordelingen ikke er normalfordelt, men heller har to dittinkte topper. Dette kan vises testes ved å kjøre en simulasjon. Velger å se på minimumstemperaturen.

```
[ ]: min_temp_mean = weather_power.Min_Temp.mean()
min_temp_std = weather_power.Min_Temp.std()

print(min_temp_mean, min_temp_std)
```

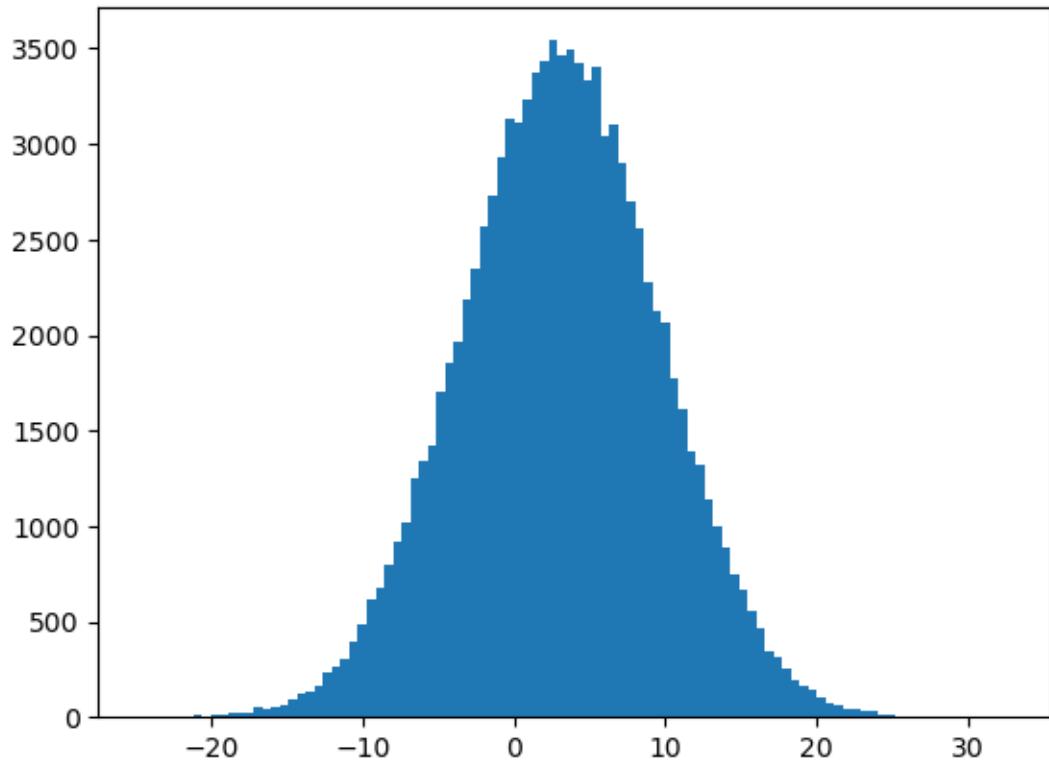
```
3.079937426671881 6.585082396464526
```

```
[ ]: n=100000
min_temp_sim = np.random.normal(min_temp_mean, min_temp_std, n)

normEst = np.sum(min_temp_sim>10)/n

realProp = np.sum(weather_power.Min_Temp>10)/weather_power.Min_Temp.count()
```

```
[ ]: plt.hist(min_temp_sim, bins=100)
plt.show()
```



```
[ ]: normEst
```

```
[ ]: 0.14565
```

```
[ ]: realProp
```

```
[ ]: 0.16112631990614001
```

```
[ ]: realProp/normEst
```

```
[ ]: 1.1062569166230005
```

Ser med simulasjonen at antallat tilfeller med minimumstemperatur ved simulasjonen (14,67%) ikke er langt unna det reelle antallet tilfeller (16,1%). Derimot kan en se på histogrammet av simulasjonen at den ser klart annerledes ut enn histogrammet av den reelle temperaturen. Velger å kjøre en Shapiro-Wilk test for å vise at den ikke er normalfordelt.

```
[ ]: stat, p = sts.shapiro(weather_power.Max_Temp)
print('Resultat av testen =', stat, 'p=', round(p,5))

a = 0.05
if p > a:
    print('Minimumstemperaturen er normalfordelt.')
else:
    print('Minimumstemperaturen er ikke normalfordelt.)
```

```
Resultat av testen = 0.9926794767379761 p= 0.0
Minimumstemperaturen er ikke normalfordelt.
```

6.2 ****Bootstrapping

Bootstrapping er en metode for å

```
[ ]: boot = weather_power.Max_Temp.sample(100, random_state=67, replace=True)

[ ]: N=10000

boots = []

for i in range(N):
    boot = weather_power.Max_Temp.sample(n=100, replace=True)
    boots.append(boot.mean())

boots = pd.Series(boots)
```

```
[ ]: print("Estimert standardavvik:", boots.std())
print("Faktisk standardsavvik:", weather_power.Max_Temp.std())
```

```
Estimert standardavvik: 0.7782650967250949
Faktisk standardsavvik: 7.696523046551285
```

7 Diagnostikk og evaluering av modell

8 Diskusjon om identifikasjon og kausalitet

9 Tidsrekke-regresjon

10 Kilder

UV-data hentet fra: https://github.com/uvnrpa/Daily_Doses
Takk til DSA, NILU og UIO som tilbyr dette gratis.

Fakta knyttet til svevestøv hentet fra: <https://www.fhi.no/nettpub/luftkvalitet/temakapitler/svevestov/>

Trafikkdata hentet fra: <https://www.vegvesen.no/trafikkdata/start/eksport>

Værdata hentet fra: <https://seklima.met.no/>

Strømforbruk hentet fra: <https://transparency.entsoe.eu/dashboard/show>

11 Word Count

```
[ ]: import json

with open('Prosjektoppgave.ipynb') as json_file:
    data = json.load(json_file)

wordCount = 0
for each in data['cells']:
    cellType = each['cell_type']
    if cellType == "markdown":
        content = each['source']
        for line in content:
            temp = [word for word in line.split() if "#" not in word]
            wordCount = wordCount + len(temp)

print("Antall ord ekskludert kodeblokker:", wordCount)
```

Antall ord ekskludert kodeblokker: 1641

```
[ ]: dummy_months = pd.get_dummies(weather_power.Month, prefix="Month ")
```

```
[ ]:
```