

HJEMMEEKSAMEN MET4



Vår 2023

Dato: 8. mai 2023

Tidsrom: 09:00 - 13:00

Antall timer: 4

BESVARELSEN SKAL LEVERES I WISEFLOW

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

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.

Samarbeid mellom individer eller grupper om utarbeidelse er ikke tillatt, og utveksling av egenprodusert materiale til andre individer eller grupper skal ikke forekomme. En besvarelse skal bestå av individets, eller gruppens egne vurderinger og analyse. All kommunikasjon under hjemmeeksamen er å anse som fusk. Alle innleverte oppgaver blir behandlet i Urkund, NHHs datasystem for tekst- og plagiatkontroll

UTFYLLENDE BESTEMMELSER OM EKSAMEN

<https://www.nhh.no/for-studenter/forskrifter>

Antall sider, inkludert forside og vedlegg: 10

Antall vedlegg: 5 (Alle vedlegg følger etter oppgavene)

Oppgave 1

Kjøp av elektrisk bil i stedet for bil med tradisjonell forbrenningsmotor har i lang tid medført store fordeler i Norge. Ikke bare har det vært fritak for moms og andre avgifter ved kjøp av ny elektrisk bil; man har i tillegg hatt tilgang til kollektivfelt og betalt mindre for bompasseringer og ferjebilletter. På NHH foregår det mye interessant forskning på de norske elbilinsentivene^{1,2}.

Cincotta og Thomassen (2023) bruker tidsrekker for salg av ulike bilmodeller til å undersøke hvordan variasjon i avgiftsregimet henger sammen med populariteten til ulike bilmodeller. Vi har lånt et lite utvalg av dette datasettet som inkluderer antall nyregistrerte biler i Norge for 370 bilmodeller i 2021, i tillegg til en rekke potensielle forklaringsvariabler. I **Vedlegg 1** har vi estimert en regresjonsmodell med logaritmen til antall nyregistrerte biler av hver modell i 2021 som responsvariabel. I det samme vedlegget finner vi også beskrivelser av variablene som inngår i analysen.

- (a) Gi en *kort* fortolkning av denne regresjonsutskriften.
- (b) Kommenter diagnoseplottene for denne regresjonsmodellen (Vedlegg 2).

Vi legger merke til at koeffisienten til $\log(\text{price})$ i regresjonsmodellen ikke er statistisk signifikant forskjellig fra null på 5% signifikansnivå.

- (c) Kan vi dermed konkludere med at prisen ikke har noe å si når folk kjøper bil? Begrunn svaret ditt.

Fra januar 2023 innførte Regjeringen moms på elektriske biler på 25% av den delen av salgsprisen som overstiger 500 000 kroner, i tillegg til en vektavgift på kr 12.50 for hver kg av bilens egenvekt som overstiger 500 kg. En Tesla Model X har en listepreis på 1 008 990 kroner uten avgifter³, og har egenvekt på 2533 kg.

- (d) Hvor mye økte utsalgsprisen på en Tesla Model X som følge av avgiftsendringene i januar 2023? Bruk regresjonsmodellen i Vedlegg 1 til å anslå hvilken effekt denne avgiftsendringen vil ha på antall nyregistreringer av denne modellen.

Oppgave 2

I en nylig avlagt doktorgrad ved Universitetet i Bergen⁴ presenteres og analyseres et nytt datasett for potensialet til offshore vindkraft. Dataene strekker seg tilbake til 1996 og viser blant annet hvordan historisk kraftproduksjon ville vært for ulike vindturbiner i norske havområder, dersom de hadde blitt installert. Kraftproduksjonen til en vindturbin øker med vindstyrken helt til maksimalkapasiteten til turbinen nås ved en vindhastighet på om lag 12 m/s. Dersom vindstyrken øker enda mer vil turbinen levere denne maksimalkapasiteten helt til vinden overstiger 25 m/s. Blåser det mer enn det må turbinen stoppes for å unngå skader.

¹Yan og Eskeland (2018). Greening the vehicle fleet: Norway's co2-differentiated registration tax. *Journal of Environmental Economics and Management*

²Cincotta og Thomassen (2023). Driving Consumer Demand for Electric Vehicles: Evidence from Norway. *Enda ikke publisert*.

³Dette var også utslagsprisen før januar 2023. Vi ser bort fra eventuelt ekstrautstyr

⁴Ida Marie Solbrekke (2023). Assessing the Norwegian Offshore Wind Resources: Climatology, Power Variability and Wind Farm Siting. <https://bora.uib.no/bora-xmlui/handle/11250/3011268>

Resultatene i avhandlingen viser blant annet at de norske havvindressursene er svært gode. Likevel er det enda ikke satt opp vindparker i de norske havområdene. I juni 2020 åpnet Regjeringen to havområder for energiutnyttelse: Sørliche Nordsjø II (SN2) og Utsira Nord (UN). Videre foreslo Norsk Vassdrag og Energidirektorat (NVE) nylig hele 20 ytterligere havområder som skal utredes videre for vindkraftproduksjon. **Vedlegg 3** viser histogrammer for *historisk* kraftproduksjon per time og per måned dersom en vindturbin av typen SWT-6-154 fra Siemens hadde blitt installert på UN i 1996. Denne vindturbinen har en maksimal kapasitet på 6 megawatt.

- (a) **Forklar kort formen på fordelingen til kraftproduksjon per time. Hvorfor er fordelingen til kraftproduksjon per måned mer klokkeformet enn fordelingen til kraftproduksjon per time?**

Vi har følgende deskriptive statistikk over kraftproduksjon per måned (i gigawattimer) for de to områdene.

Område	Min	Gj.snitt	Median	Max	St.avvik	N
Utsira Nord (UN)	0.57	2.03	2.05	3.52	0.58	288
Sørlich Nordsjø 2 (SN2)	0.74	2.20	2.19	3.86	0.60	288

- (b) **Test om variansen til den månedlige kraftproduksjonen er lik i de to områdene.**

- (c) **Test om forventet kraftproduksjon per måned er lik i de to områdene. Begrunn eventuelle valg du gjør underveis.**

I mai 2022 presenterte Regjeringen store planer for havvind. Innen 2040 vil de tildele havområder for 30 gigawatt installert vindkraft, noe som svarer til om lag 5000 vindturbiner av typen SWT-6-154. La oss anta at samtlige 5000 turbiner må plasseres på enten SN2 eller UN, og at andelen turbiner vi plasserer på UN er gitt ved w , der w er et tall mellom 0 og 1. La U og V være tilfeldige variabler som representerer produksjonen til en vindturbin ved henholdsvis UN og SN2 i løpet av en måned. Vi antar at alle turbinene som står i det samme området har lik produksjon til enhver tid. Den totale kraftproduksjonen i løpet av en gitt måned er da gitt ved

$$Y = 5000[wU + (1 - w)V].$$

La $\sigma_u^2 = \text{Var}(U)$, $\sigma_v^2 = \text{Var}(V)$ og $\sigma_{uv} = \text{Cov}(U, V)$.

- (d) **Forklar uttrykket for Y og vis at den månedlige variansen til Y kan skrives som**

$$\text{Var}(Y) = 5000^2 [(\sigma_u^2 + \sigma_v^2 - 2\sigma_{uv})w^2 + (2\sigma_{uv} - 2\sigma_v^2)w + \sigma_v^2]$$

Vi ønsker selvsagt størst mulig forventet kraftproduksjon fra de planlagte vindturbinene, men av hensyn til forsyningssikkerheten ønsker vi også at variansen til produksjonen skal være minst mulig⁵.

⁵Dette er en analog til Markowitz' porteføljeteori, der man ønsker å balansere forventet avkastning mot risiko i en investeringsportefølje.

- (e) Du får oppgitt at den empiriske kovariansen mellom månedlig kraftproduksjon ved UN og SN2 er 0.29. Finn andelen w som minimerer den månedlige empiriske variansen til Y .

Oppgave 3

Den månedlige vindkraftproduksjonen for én hypotetisk vindturbin plassert på Utsira Nord er en tidsrekke. I **Vedlegg 4** finner du et autokorrelasjonsplott for denne tidsrekken.

- (a) Hvilke egenskaper har tidsrekken som vi kan lese ut fra autokorrelasjonsplottet?

Vedlegg 5 viser en dekomponering av tidsrekken i trend-, sesong-, og residualkomponenter. Under har vi tilpasset en modell til residualtidsrekken ved bruk av `auto.arima()`:

```
Series: res$remainder
ARIMA(4,0,0) with zero mean

Coefficients:
          ar1          ar2          ar3          ar4
      0.0110  -0.1227  -0.2633  -0.1452
s.e.  0.0586   0.0571   0.0572   0.0595

sigma^2 estimated as 0.128:  log likelihood=-110.81
AIC=231.63  AICc=231.84  BIC=249.94
```

- (b) Hvilken modell har blitt estimert for residualtidsrekken? Skriv den opp.

De fire siste verdiene i residualtidsrekken er:

Måned:	$t - 3$	$t - 2$	$t - 1$	t
Residual:	0.46	0.34	-0.45	-1.05

Videre predikeres trendkomponenten neste måned til 1.79, og sesongkomponenten til 0.42.

- (c) Bruk denne informasjonen og modellen fra oppgave b) til å predikere neste måneds vindkraftproduksjon fra denne turbinen.

Vedlegg 1: Regresjonsutskrift

Variabelbeskrivelser:

- **units**: Antall nybilregistreringer for den aktuelle modellen i 2021 (logaritmen til **units** er brukt som responsvariabel).
- **price**: Salgspris for bilen.
- **brand**: Dummyvariabel for bilmerke. Referansekategori er Alpha Romeo. De fleste *bilmerkene* er representert med flere ulike *bilmodeller* i datasettet.
- **lng**: Lengden til bilmodellen i centimeter.
- **kw**: Motoreffekten i kilowatt (1 kilowatt = 1.34 hestekrefter).
- **wgt**: Vekten til bilmodellen i kilogram.
- **NOK_10km_cpi**: Drivstoffprisen i kroner for å kjøre 10 kilometer med bilen.
- **co2**: Utslipp av CO₂ i gram per kilometer kjørt.
- **electr**, **petrol**, **diesel**: Dummyvariabler for henholdsvis elektrisk, bensin-, og diesel-motor. Referansekategorien er hybridbiler; det vil si biler med både elektrisk og diesel eller bensinmotor.

Call:

```
lm(formula = log(units) ~ log(price) + brand + lng + kw + wgt +  
    NOK_10km_cpi + co2 + electr + petrol + diesel, data = cars)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-4.9413	-0.8215	0.0000	0.8093	4.4689

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	22.0225123	7.0933177	3.105	0.00208	**
log(price)	-1.1132496	0.6346414	-1.754	0.08037	.
brandAston Martin	-0.6228044	1.3681110	-0.455	0.64925	
brandAudi	-0.2059870	0.8977632	-0.229	0.81867	
brandBMW	-0.2417759	0.8800982	-0.275	0.78371	
brandCitroen	-0.5758743	0.9423200	-0.611	0.54155	
brandCupra	-3.5727981	1.3551110	-2.637	0.00879	**
brandDacia	-0.5086271	1.3672056	-0.372	0.71013	
brandDS	-0.9755437	1.3527743	-0.721	0.47135	
brandFiat	-0.4362522	1.3512733	-0.323	0.74702	
brandFord	0.3588636	0.9261399	0.387	0.69866	
brandHonda	-1.1002047	1.1512554	-0.956	0.33997	
brandHongqi	-2.2824751	1.7496563	-1.305	0.19299	
brandHyundai	1.0681886	1.0913404	0.979	0.32843	
brandJaguar	-1.1312740	1.0747129	-1.053	0.29331	
brandKia	0.0614386	0.9743857	0.063	0.94976	
brandLand Rover	-1.1906791	1.0634101	-1.120	0.26369	
brandLexus	-0.5726704	1.0694857	-0.535	0.59270	
brandMaserati	-0.3837709	1.6935920	-0.227	0.82088	

brandMaxus	-0.5589642	1.7025234	-0.328	0.74289
brandMazda	0.7977907	1.0087178	0.791	0.42959
brandMercedes-Benz	-0.0627701	0.8879230	-0.071	0.94369
brandMG	0.0933566	1.2232608	0.076	0.93921
brandMini	-0.9663638	1.0891966	-0.887	0.37563
brandMitsubishi	-1.2027600	1.2217620	-0.984	0.32564
brandMorgan	-1.1418845	1.7045042	-0.670	0.50339
brandNIO	-0.6543356	1.7961808	-0.364	0.71588
brandNissan	-0.3403610	1.0260472	-0.332	0.74032
brandOpel	-0.6191902	0.9712197	-0.638	0.52423
brandPeugeot	-0.0075625	0.9244512	-0.008	0.99348
brandPolestar	-0.2876479	1.3701197	-0.210	0.83385
brandPorsche	0.5594887	0.9917447	0.564	0.57305
brandRenault	-0.4670252	1.0394575	-0.449	0.65352
brandSeat	-2.8554161	1.7227378	-1.657	0.09840 .
brandSkoda	0.9290657	0.9239435	1.006	0.31540
brandSmart	-5.9000275	1.3890755	-4.247	2.84e-05 ***
brandSsangyong	-1.1705747	1.6942676	-0.691	0.49013
brandSubaru	-0.1559695	1.2330502	-0.126	0.89942
brandSuzuki	2.4884354	1.0885907	2.286	0.02291 *
brandTesla	-1.2240097	1.0792204	-1.134	0.25758
brandToyota	0.7774263	0.9596820	0.810	0.41849
brandVolkswagen	0.7359075	0.8938063	0.823	0.41093
brandVolvo	0.5402605	0.9250407	0.584	0.55961
lng	-0.0073765	0.0048821	-1.511	0.13180
kw	0.0007285	0.0024416	0.298	0.76561
wgt	0.0002825	0.0007445	0.379	0.70458
NOK_10km_cpi	0.0628073	0.0435685	1.442	0.15040
co2	0.0013138	0.0031066	0.423	0.67265
electr	1.1018973	0.4206697	2.619	0.00923 **
petrol	-2.8621636	0.3829346	-7.474	7.54e-13 ***
diesel	-2.1253610	0.3879843	-5.478	8.74e-08 ***

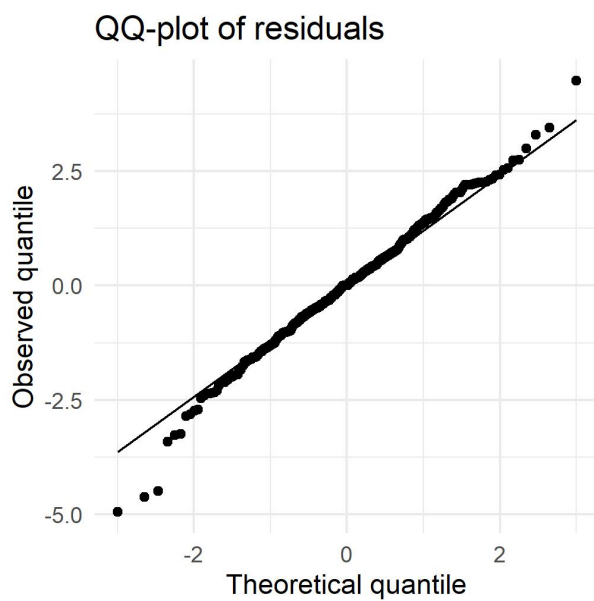
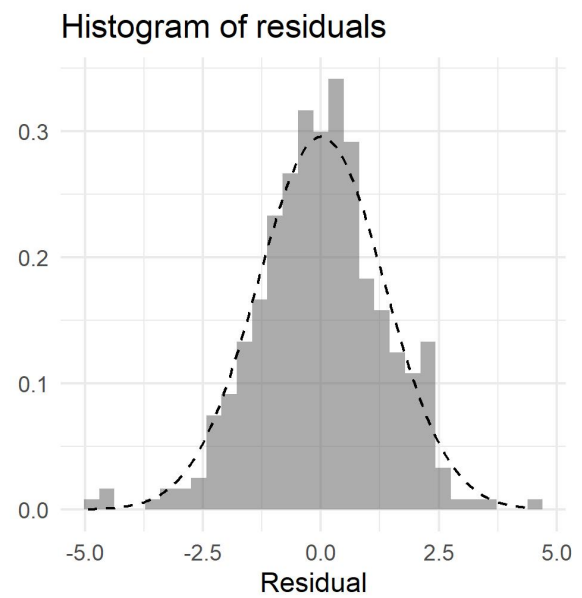
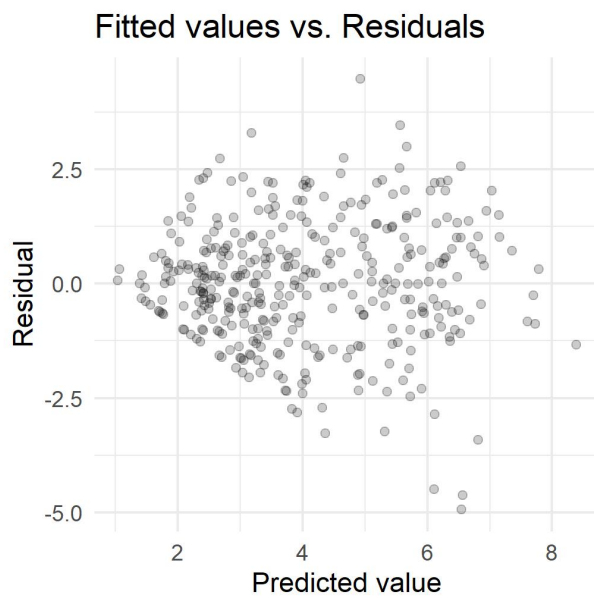
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.451 on 319 degrees of freedom

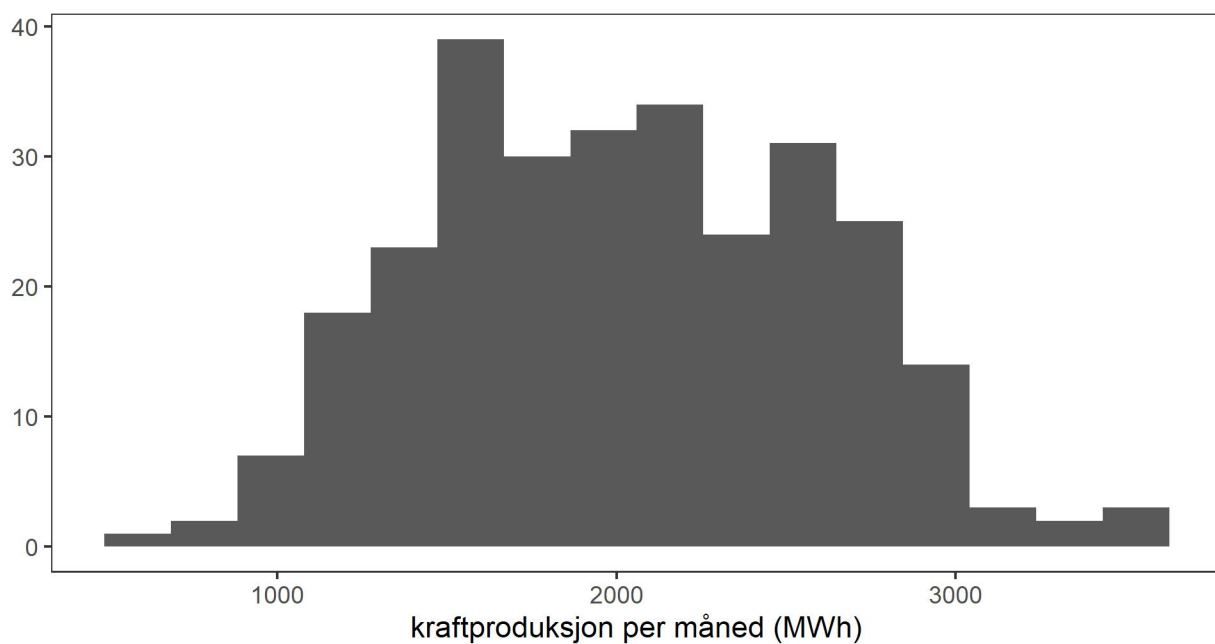
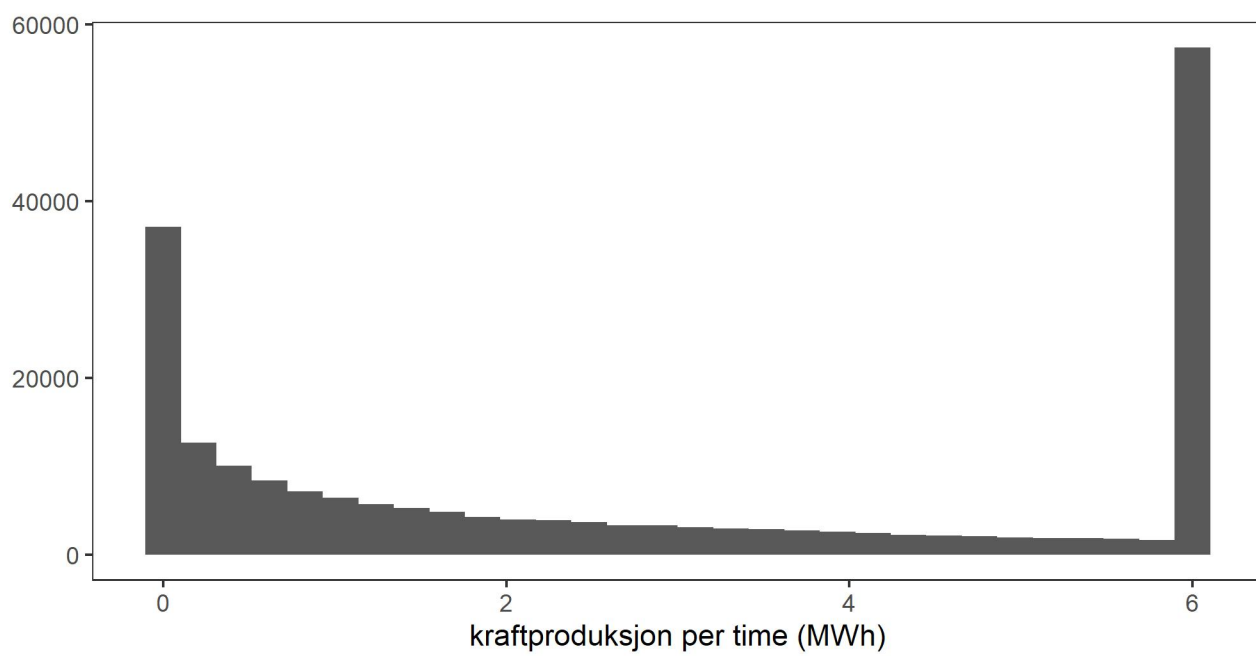
Multiple R-squared: 0.5717, Adjusted R-squared: 0.5045

F-statistic: 8.516 on 50 and 319 DF, p-value: < 2.2e-16

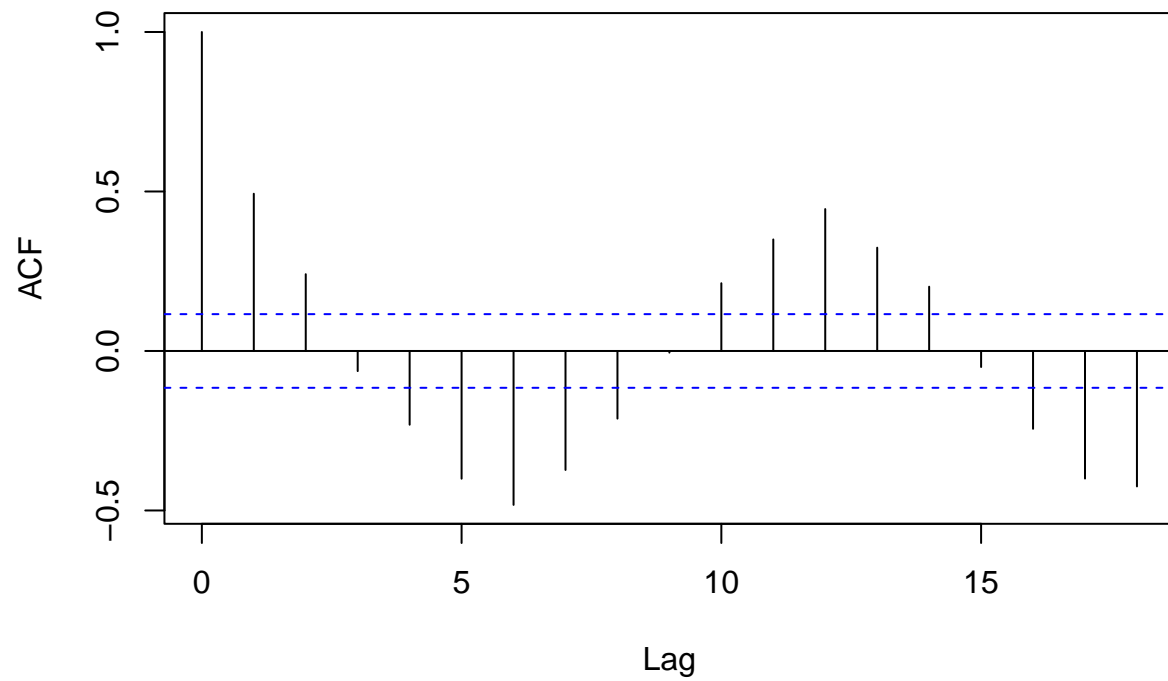
Vedlegg 2: Residualplott



Vedlegg 3: Histogram vindkraft



Vedlegg 4: Empirisk autokorrelasjon for vindkraftproduksjon



Vedlegg 5: Dekomponert tidsrekke

STL decomposition

$\text{powerprod} = \text{trend} + \text{season_year} + \text{remainder}$

