

# Oppsummerende og avsluttende analyser

Anders V. Stubberud

30. mars 2025

## Innhold

<b>1</b>	<b>Datavasking</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Analyser med utgangspunkt i prosjektstyringsplanen</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Måleusikkerhet</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Visualisering av totalvekter</b>	<b>5</b>
4.1	Box-plots . . . . .	5
4.2	Histogrammer . . . . .	6

# 1 Datavasking

Videre bør det inn et avsnitt om metode for vasking av data. Det som SVV har mottatt er rådata og det kan inneholde feil. Feilkilder bør diskuteres før man gjør en fjerning av data slik at man forstår hvorfor data er feil.

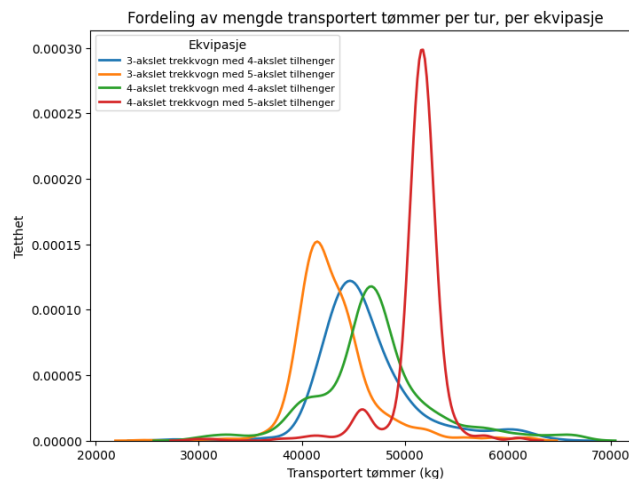
Det ble i 2022 gjennomført en undersøkelse av kilder til feilregistreringer i *posisjonsdataen* logget fra kjøretøyene, der blant annet vekt regelmessig logges mot posisjon under kjøreturer. Undersøkelsen konkluderte med at registreringer gjort i lav hastighet og/eller der enkelte aksler manglet vektregistreringer var forbundet med avvik. Denne undersøkelsen er vedlagt i bunnen av dokumentet. Resultatene fremstilt her har tatt utgangspunkt i *kjøretøysdataen* logget fra kjøretøyene, som inneholder 1 oppsummerende registreringer fra hver tur kjøretøyene har tilbakelagt. Fremstiller man visuelle fordelinger over vekter fra henholdsvis den filtrerte posisjonsdataen og kjøretøysdataen, står man med omtrent tilsvarende bilder. Ettersom det fremdeles er tilstedeværelse av enkelte ekstreme vekt-verdier i disse fremstillingene, så dataen brukt til å fremstille resultatene presentert i dette dokumentet blitt vasket ved bruk av IQR-metoden, som har filtrert vekk vekt-registreringer blant de ulike ekvipasjene som stikker over eller under 1.5 ganger kvartildifferansen.

## 2 Analyser med utgangspunkt i prosjektstyringsplanen

### Transportarbeid (inkl trafikksikkerhet, klimagassutslipp og vegslitasje mv)

Mål: 15-20 % redusert antall transport-turer som følge av 74 tonn sammenlignet med 60 tonn vogntog

For å se på reduksjonen i antallet transport-turer, så er det her tatt utgangspunkt i den prosentvise reduksjonen i påkrevde transport-turer mellom referanseekvipasjen (60T) og samtlige andre ekvipasjer. Antallet påkrevde transport-turer kan finnes som forholdet mellom antall enheter som skal transporteres og kapasiteten per tur. Figur 1 viser estimerte fordelinger av last-kapasiteten til hver ekvipasje, utarbeidet ved å trekke kjøretøyenes basevekt fra kjøretøyenes totalvekt.



Figur 1: Estimerte fordelinger av lastkapasitet

Dersom man tar utgangspunkt i snittverdiene til disse fordelingene og regner på prosentvis reduksjon i antallet transport-turer, altså:

$$\begin{aligned} & 100 \cdot \left( \frac{\frac{\text{enheter}}{\text{referansekapasitet}} - \frac{\text{enheter}}{\text{kapasitet}}}{\frac{\text{enheter}}{\text{referansekapasitet}}} \right) \\ &= 100 \cdot \left( 1 - \left( \frac{\text{referansekapasitet}}{\text{kapasitet}} \right) \right) \end{aligned}$$

Så ender man opp med følgende resultater:

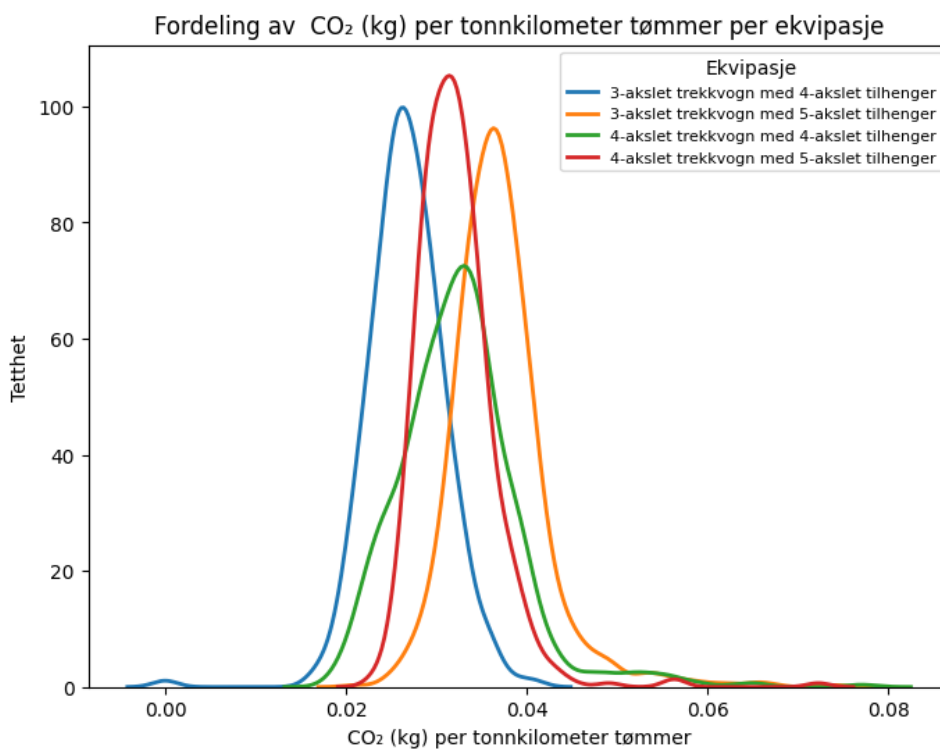
ekvipasje	Tømmer (kg) gjennomsnitt	Gj.snitt forskjell (%)	Turreduksjon gj.snitt (%)
3-akslet trekkvogn med 4-akslet tilhenger	46369.980000	0.000000	0.000000
3-akslet trekkvogn med 5-akslet tilhenger	43051.230000	-7.160000	-7.710000
4-akslet trekkvogn med 4-akslet tilhenger	47083.490000	1.540000	1.520000
4-akslet trekkvogn med 5-akslet tilhenger	51203.690000	10.420000	9.440000

Tabell 1: Prosentvise reduksjoner i antallet transport-turer sammenliknet med referanseekvipasjen på 60 tonn

Resultatene viser at 74T ekipasjen reduserer antallet påkrevde transport-turer med rundt 9.4%, 68T med 1.62%, og at 65T *øker* antallet påkrevde turer med drøye 7.7%. Det siste funnet virker noe tvilsomt, og skyldes trolig en kombinasjon av at 60T ekipasjene laster opp slik at totalvekt blir tilnærmet lik som for 65T (illustrert i Figur 3) og skjevheter i datagrunnlaget.

Reduserte CO2 utslipp med 10 %

Tar man utgangspunkt i den estimerte mengden transportert tømmer for hver loggde kjøretøy, for deretter å sette opp mengden Co2 sluppet ut mot tonn-kilometer av tømmer, ender man med den følgende tilnærmede fordelingen:



Figur 2: Analyse av transportarbeid for ulike ekipasjer

Snittet av disse fordelingene satt opp mot referansen (60T) gir følgende resultater:

ekvipasje	Co2 (kg) per tonnkilometer tømmer snitt	Endring Co2 gj.snitt (%)
3-akslet trekkvogn med 4-akslet tilhenger	0.026730	0.000000
3-akslet trekkvogn med 5-akslet tilhenger	0.036990	38.369050
4-akslet trekkvogn med 4-akslet tilhenger	0.032500	21.564160
4-akslet trekkvogn med 5-akslet tilhenger	0.032170	20.360140

Tabell 2: Analyse av lastevolum og reduksjon i antall transportturer

Dette viser at de tyngre ekvipasjene slipper ut mer Co2 per transportert mengde tømmer. Dette skyldes trolig utbredt overvektskjøring blant 60T ekvipasjen (Som vist i Figur 3), som medfører at en større andel av totalvekten går til tømmer og ikke selve kjøretøyet.

Nedbrytning av veg og slitasje på bruer skal ikke øke utover dagens situasjon gitt samme transportarbeid

Dette har foreløpig ikke blitt undersøkt.

Trafikksikkerhet: Ingen skader eller ulykker med materiell eller personsikader som følge av prøveordningen

Dette har foreløpig ikke blitt undersøkt.

### Lønnsomhet for næringen

Mål: 10 % reduserte transportkostnader og drivstofforbruk for tømmer næringen som følge av 74 tonn sammenlignet med transportkostnader og drivstofforbruk med 60 tonn vogntog.

Dette har foreløpig ikke blitt undersøkt.

## 3 Måleusikkerhet

Vektmålingene står særdeles sentralt i analysene og følgelig er det viktig å ha en kvantifisert forståelse av måleusikkerheten knyttet til vekt. Dette kan for eksempel gjøres ved å gå gjennom et 10-talls turer og se på maksimal, og minimal vekt for en og samme kjøretur med samme lass. Differansen mellom minimal og maksimal måling gir et uttrykk for måleusikkerheten. Og ved å samestille data fra 10+ turer får man en forståelse av måleusikkerheten. Kommer man opp i 30+ turer begynner man å få nok data til å kunne si at resultatene er statistisk valide.

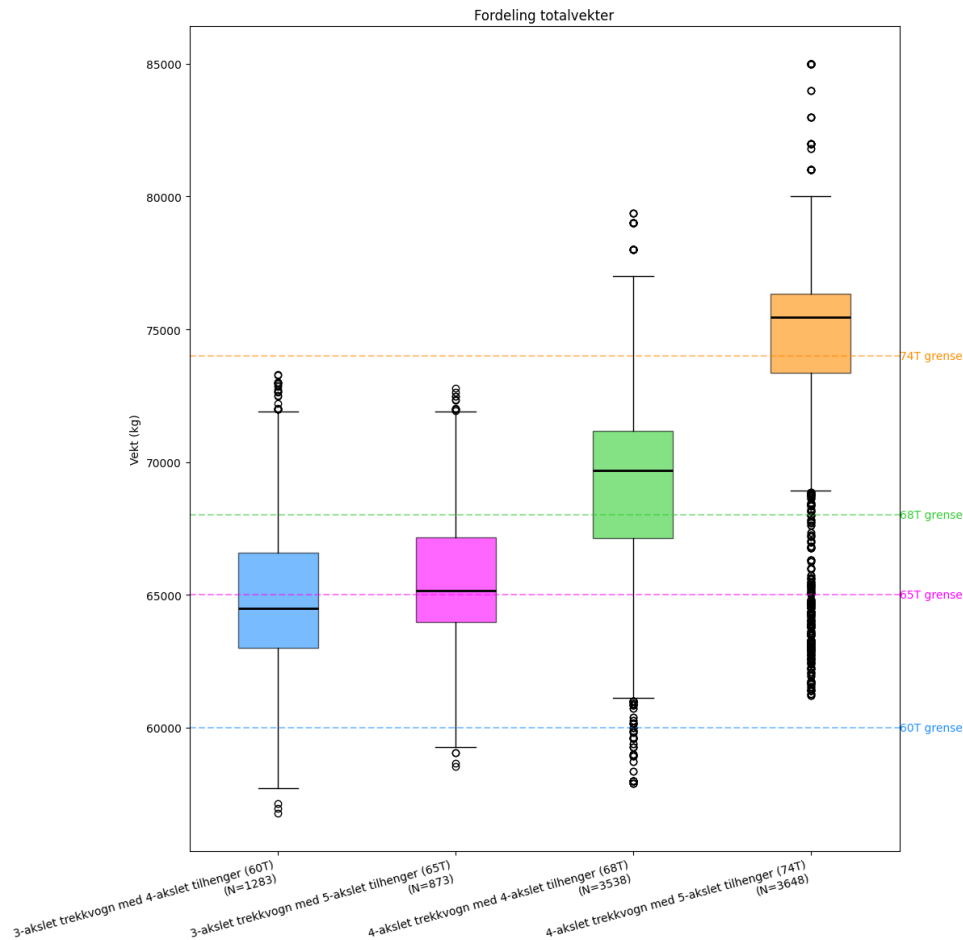
Ettersom det ikke ligger til grunn noen «kalibreringsturer» der man med sikkerhet vet at kjøretøyet har kjørt med den samme vekten hele turen, er dette forløpig ikke sett på. Kjøretøyene har dog logget «posisjonsdata», altså logging av ulike attributter (deriblant vekt) mot posisjon. Denne dataen kan trolig benyttes til dette formålet, og kan være et gjøremål når nye ressurser er i gang i slutten av mai.

## 4 Visualisering av totalvekter

### 4.1 Box-plots

Histogram er en fin måte å vise variansen i data, men litt komplisert for en leser å bruke til å sammenlikne mellom grupper. Det finnes det en grafisk statistisk sammenstillingsmåte som kalles box-plot. Dette gjør det enkelt å se om det er store eller små forskjeller og gi en indikator på om forskjellene er statistisk signifikante.

Figur 3 viser box-plots av (vaskede) totalvekter fra prøveordningen. Den nedre delen av rektanglene viser veriden til den nedre kvartilen av dataen, den horisontale streken i rektanglene viser medianen, den øvre delen av rektanglene viser den øvre kvartilen, «whisker'ne» viser 1.5 ganger kvartildifferansen fra nedre og øvre kvartil, og datapunkter som faller utenfor dette er plottet separat.

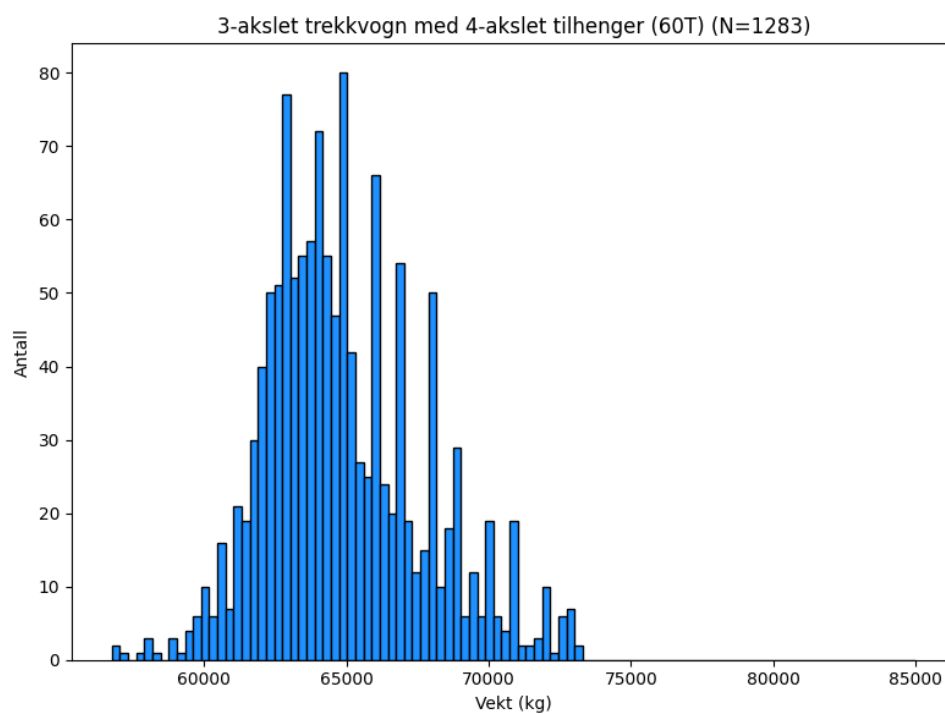


Figur 3: Analyse av transportarbeid for ulike ekipasjer

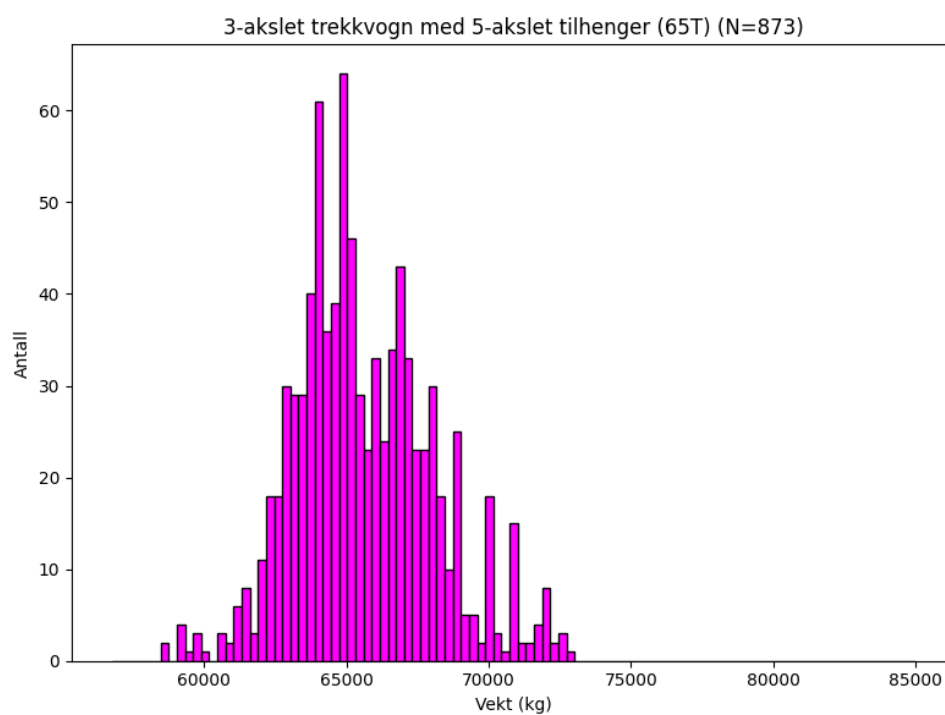
## 4.2 Histogrammer

På figurer er det veldig viktig å ta med  $N$ , dvs. hvor mange datapunkter er det i materialet totalt. På histogram der man forventer at leseren skal vurdere histogram mot hverandre er det viktig at aksene har samme utstrekning og at alle datapunkter for alle grupper er innenfor aksene. I histogram er det gjerne frekvenser (dvs. antall på Y-aksen) men det er fullt mulig å produsere histogram som har andel på Y-aksen og da blir det enklere å sammenlikne histogram.

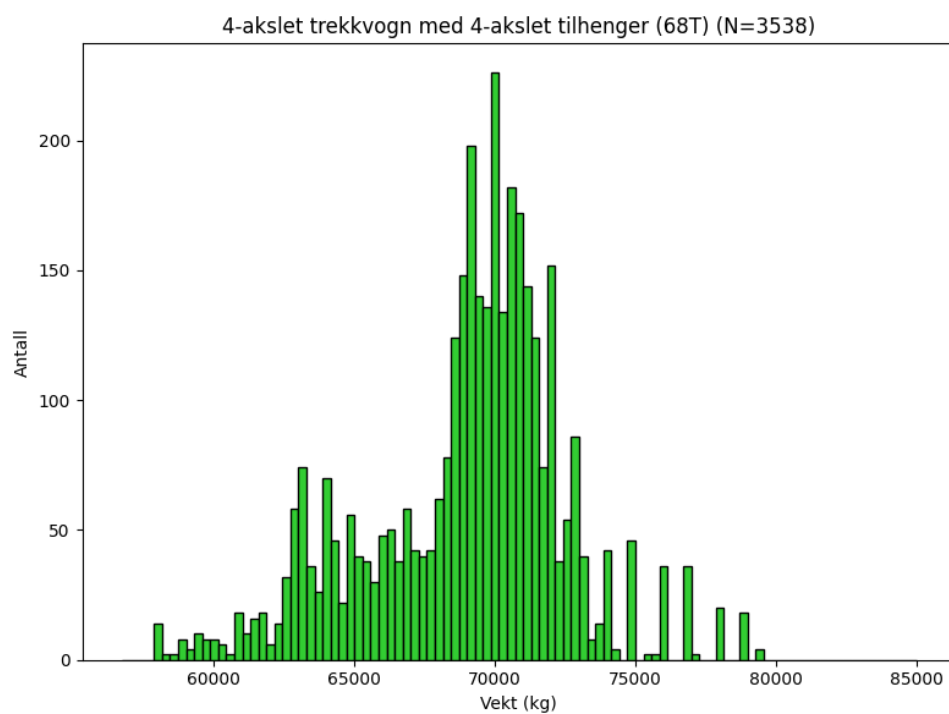
Figurene nedenfor viser de (vaskede) totalvektene fra prøveordningen fremstilt som histogrammer. X-aksen er trimmet til det samme intervallet for samtlige ekipasjer, og samtlige illustrasjoner er supplert med  $N$ : antallet datapunkter illustrasjonen består av.



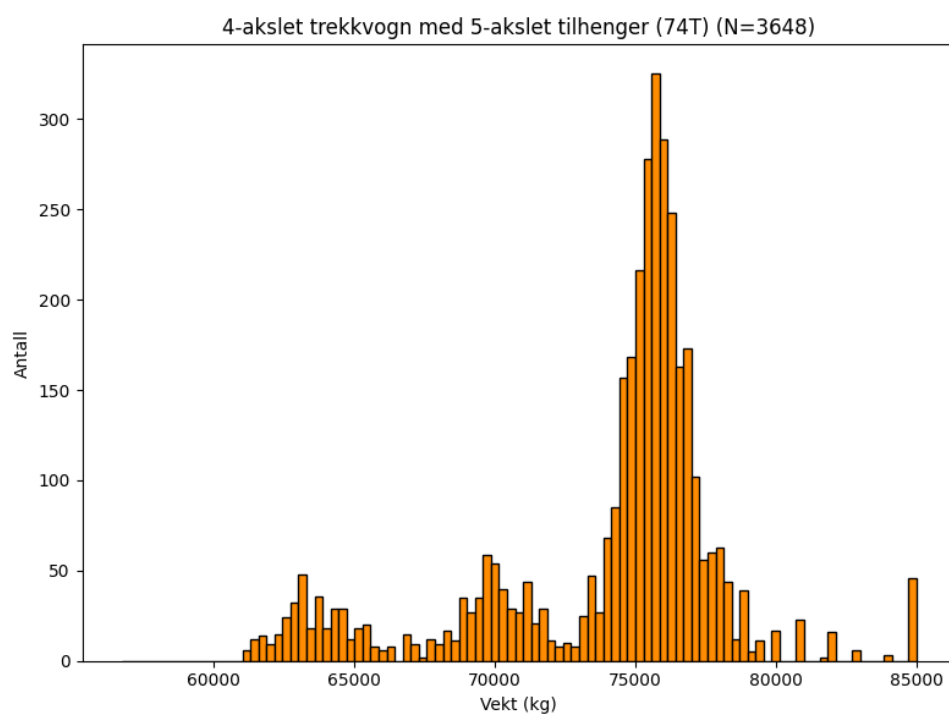
Figur 4: Analyse av transportarbeid for ulike ekipasjer



Figur 5: Analyse av transportarbeid for ulike ekipasjer



Figur 6: Analyse av transportarbeid for ulike ekipasjer



Figur 7: Analyse av transportarbeid for ulike ekipasjer