



BACHELOROPPGAVE

Har innføringen av en ny differensiert gebyrmodell ført til avfallsreduksjon og økt gjenvinning blant private husholdninger?

“Has the introduction of a new differentiated fee model led to waste reduction and increased recycling among private households?”

Kandidater:

326, 251, 257 og 279

Økonomi og administrasjon

FØS / IØA – Campus Bergen / Samfunnsøkonomi

Veileder: Øyvind Sunde

12. mai 2023

Referanseside

<p>Tittel: Norsk: Har innføringen av en ny differensiert gebyrmodell ført til avfallsreduksjon og økt gjenvinning blant private husholdninger? Engelsk: «Has the introduction of a new differentiated fee model led to waste reduction and increased recycling among private households?»</p>	<p>Dato: 12. mai 2023</p>
<p>Forfatter(e): 326, 251, 257 og 279</p>	<p>Antall sider u/vedlegg: 53</p> <p>Antall sider m/vedlegg: 53</p>
<p>Fordypning: Økadm – Samfunnsøkonomi</p>	
<p>Veileder(e): Øyvind Sunde</p>	
<p>Kontaktvirksomhet: Simas IKS</p>	

<p>Sammendrag: Implementeringen av differensierte avfallsgebyrer er et viktig virkemiddel for å øke gjenvinning. Selv om de fleste norske kommuner har en slik ordning, er sorteringsnivået fortsatt langt unna målene. En rapport fra Europakommisjonen indikerer at en differensiering basert på størrelsen på restavfallsbeholderen er den minst effektive løsningen. Miljødirektoratet hevder også at en enkel differensieringsløsning ikke vil bidra til økt kildesortering. Derfor undersøker denne studien en gebyrendring som bevarer, men omformer den eksisterende løsningen for å se om den har hatt en positiv effekt på sorteringsnivået.</p> <p>Studien er gjennomført i samarbeid med Simas, et interkommunalt renovasjonsselskap i Sogn-regionen. Selskapet innførte en ny gebyrmodell i 2020 for å motivere husholdningene til økt kildesortering og redusert avfallsmengde. Den nye modellen differensierer avfallsgebyrene basert på størrelsen på restavfallsbeholderen.</p> <p>Gjennom en kvantitativ analyse som sammenligner husholdningenes sorteringsatferd før og etter gebyrendringen, undersøker studien om en endring i en allerede differensiert gebyrmodell har hatt en effekt på kildesorteringen. Det ble gjennomført både tosidige t-tester, og en regresjonsanalyse. Analysene sammenligner andelen usortert avfall i perioden 2017-2019 og 2020-2022, og evaluerer om gebyrdifferensieringens økonomiske insentiver til restavfallsreduksjon har vært effektiv.</p> <p>Resultatene indikerer at gebyrendringen, ikke er påvirket husholdningenes sorteringsatferd. Selv om selskapets egne analyser viste en mulig positiv trend i sorteringsatferd fra 2014 til 2020, fant regresjonsanalysen ingen signifikante trenderinger i husholdningers avfallsdata i perioden etter gebyrendringen i 2020. Det var heller ingen betydelig endring i den totale avfallsmengden. Den tosidige t-testen viste faktisk en økning i andelen usortert avfall, noe som er i strid med gebyrendringens mål. Ser man Simas plukkanalyse og våre analyser i samme lys, er det ingenting som indikerer, verken visuelt eller gjennom statistisk signifikans, på en nedgang i usortert avfall etter gebyrendringen. Derfor kan vi ikke konkludere med at gebyrendringen hadde en positiv effekt på sorteringsgraden. Det konkluderes med at en justert videreføring av en enkel differensieringsløsning ikke bidrar til økt gjenvinning og avfallsreduksjon. Studien antyder at større differensieringsendringer er nødvendig for å oppnå disse målene. Løsninger som knytter gebyrnivået direkte til faktisk usortert avfallsmengde blir foreslått for å øke de økonomiske insentivene til kildesortering og optimalisere effekten av differensierte avfallsgebyrer.</p>

Stikkord:

Differensiert avfallsgebyr (PAYT)	Avfallsreduksjon	Simas
-----------------------------------	------------------	-------

Sammendrag

Implementeringen av differensierte avfallsgebyrer er et viktig virkemiddel for å øke gjenvinning. Selv om de fleste norske kommuner har en slik ordning, er sorteringsnivået fortsatt langt unna målene. En rapport fra Europakommisjonen indikerer at en differensiering basert på størrelsen på restavfallsbeholderen er den minst effektive løsningen. Miljødirektoratet hevder også at en enkel differensieringsløsning ikke vil bidra til økt kildesortering. Derfor undersøker denne studien en gebyrendring som bevarer, men omformer den eksisterende løsningen for å se om den har hatt en positiv effekt på sorteringsnivået.

Studien er gjennomført i samarbeid med Simas, et interkommunalt renovasjonsselskap i Sogn-regionen. Selskapet innførte en ny gebyrmodell i 2020 for å motivere husholdningene til økt kildesortering og redusert avfallsmengde. Den nye modellen differensierer avfallsgebyrene basert på størrelsen på restavfallsbeholderen.

Gjennom en kvantitativ analyse som sammenligner husholdningenes sorteringsatferd før og etter gebyrendringen, undersøker studien om en endring i en allerede differensiert gebyrmodell har hatt en effekt på kildesorteringen. Det ble gjennomført både tosidige t-tester, og en regresjonsanalyse. Analysene sammenligner andelen usortert avfall i perioden 2017-2019 og 2020-2022, og evaluerer om gebyrdifferensieringens økonomiske insentiver til restavfallsreduksjon har vært effektiv.

Resultatene indikerer at gebyrendringen, ikke er påvirket husholdningenes sorteringsatferd. Selv om selskapets egne analyser viste en mulig positiv trend i sorteringsatferd fra 2014 til 2020, fant regresjonsanalysen ingen signifikante trendendringer i husholdningers avfallsdata i perioden etter gebyrendringen i 2020. Det var heller ingen betydelig endring i den totale avfallsmengden. Den tosidige t-testen viste faktisk en økning i andelen usortert avfall, noe som er i strid med gebyrendringens mål. Ser man Simas plukkanalyse og våre analyser i samme lys, er det ingenting som indikerer, verken visuelt eller gjennom statistisk signifikans, på en nedgang i usortert avfall etter gebyrendringen. Derfor kan vi ikke konkludere med at gebyrendringen hadde en positiv effekt på sorteringsgraden. Det konkluderes med at en justert videreføring av en enkel differensieringsløsning ikke bidrar til økt gjenvinning og avfallsreduksjon. Studien antyder at større differensieringsendringer er nødvendig for å oppnå disse målene. Løsninger som knytter gebyrnivået direkte til faktisk usortert avfallsmengde blir foreslått for å øke de økonomiske insentivene til kildesortering og optimalisere effekten av differensierte avfallsgebyrer.

Abstract

The implementation of differentiated waste fees is an important tool to increase recycling. Although most Norwegian municipalities have such a system, the level of sorting is still far from the goals. A report from the European Commission indicates that differentiation based on the size of the residual waste bin is the least effective solution. The Norwegian Environment Agency also claims that a simple differentiation solution will not contribute to increased source separation. Therefore, this study investigates a fee change that maintains but transforms the existing solution to determine if it has had a positive effect on sorting levels.

The study was conducted in collaboration with Simas, an intermunicipal waste management company in the Sogn region. In 2020, the company introduced a new fee model to motivate households to increase source separation and reduce waste quantity. The new model differentiates waste fees based on the size of the residual waste bin.

Through a quantitative analysis comparing household sorting behavior before and after the fee change, the study examines whether a modification to an already differentiated fee model has affected source separation. Both two-sided t-tests and a regression analysis were conducted. The analysis compares the proportion of unsorted waste during the periods of 2017-2019 and 2020-2022, evaluating the effectiveness of the economic incentives in waste fee differentiation for reducing residual waste.

The results indicate that the fee change did not impact household sorting behavior. Despite the company's own analyses showing a potential positive trend in sorting behavior from 2014 to 2020, the regression analysis found no significant trend changes (changes) in household waste data after the fee change in 2020. There was also no significant change in the total waste quantity. In fact, the two-sided t-test showed an increase in the proportion of unsorted waste, contradicting the goals of the fee change. Comparing Simas' own analysis and these analysis, there are no indications, neither visually or through statistical significance, that there is a reduction in unrecycled trash after the fee change. Therefore it cannot be concluded that the new fee model had a positive effect on sorting behavior. The conclusion is that a modified continuation of a simple differentiation solution does not contribute to increased recycling and waste reduction. This study suggests that larger differentiation changes are needed to achieve these goals. Solutions that directly link the fee level to the actual amount of unsorted waste are proposed to increase economic incentives for source separation and optimize the effectiveness of differentiated waste fees.

Forord

Denne bacheloroppgaven er den avsluttende delen av vår treårige studie i økonomi og administrasjon ved Høgskulen på Vestlandet, campus Bergen. Vi har valgt å spesialisere oss innen samfunnsøkonomi og valgte deretter en kvantitativ oppgave i samarbeid med renovasjonsselskapet Simas.

Proessen har vært både lærerik og krevende, da vi har støtt på ulike utfordringer underveis. Vi har fått arbeide med faktiske data fra en reell bedrift og måtte ta beslutninger om hvilke statistiske analyser som passet best for å besvare vår problemstilling. Analysene har vært krevende, spesielt da vi valgte å sette oss inn i og bruke statistikkprogrammet R for å gjennomføre dem.

Vi håper at denne oppgaven kan bidra til å øke interessen for økonomiske incentiver innen miljøformål og bidra til å videreutvikle de mest effektive løsningene for avfallshåndtering.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder, Øyvind Sunde, for gode og konstruktive tilbakemeldinger. Vi vil også takke Simas for muligheten til å samarbeide med dem i forbindelse med denne bacheloroppgaven. Simas har vært til stor hjelp ved å gi oss tilgang til data, verdifull informasjon og være tilgjengelige for kommunikasjon via telefon og e-post.

Takk, og god lesning!

Bergen, 12. mai 2023

1 Innledning	1
2 Differensierte avfallsgebyr	2
2.1 Gebyrdifferensiering	2
2.1.1 Gebyrets størrelse	2
2.2 Ulike avfallsgebyr og tilhørende økonomiske insentiv	3
2.2.1 Vektbasert	3
2.2.2 Frekvensbasert	4
2.2.3 Sekkbasert (volum)	5
2.2.4 Beholderbasert (volum)	6
2.3 Tidligere forskning	8
3 Gebyrdring i Simas	10
3.1 Om Simas	10
3.1.1 Sorteringsmuligheter	10
3.2 Gebyrdring	10
3.2.1 Avgrensning	11
3.2.2 Tidligere avfallsgebyr	11
3.2.3 Nåværende gebyrmodell	12
3.2.4 Insentivdringen	13
4 Analysegrunnlag	17
4.1 Plukkanalyser	17
4.1.1 Plukkanalyse 2014 – Asplan Viak	17
4.1.2 Plukkanalyse 2020 – Multiconsult ASA	19
4.1.3 Sammenligning av restavfall og våtorganisk avfall fra 2014 og 2020	20
4.2 Datasettet	22
5 Metode	24
5.1 Datainnsamlingsmetode	24
5.2 Datautvalgsmetoder	24
5.3 Analyse av tømmedata	27
5.3.1 Analyseverktøyet R studios	28
5.3.2 Forutsetninger	28
5.3.3 T-tester	28
5.3.4 Regresjonsanalyse og dummyvariabler	29
5.3.5 Sentrale antakelser ved modellen	30
6 Analyse og resultater	32
6.1 Presentasjon av funn	32
6.1.1 Test 1: Tosidig T-test	32
6.1.2 Test 2: Multipl lineær regresjonsanalyse	33
6.1.3 Totalt innsamlet avfall	35
6.2 Tolkning av resultat	37
6.2.1 Resultatet i lys av plukkanalysene	38
6.2.2 Resultatet i lys av endringen i de økonomiske insentivene	39
6.2.3 Potensielle feilkilder	40
7 Konklusjon	41
7.1 Forslag til videre forskning	42

Litteraturliste.....	43
Figurliste	46

1 Innledning

I de senere årene har stadig flere land satt seg mål om å øke materialgjenvinningsgraden og redusere mengden avfall som går til deponi. En av de anbefalte strategiene for å oppnå dette er å innføre differensierte avfallsgebyrer. Disse gebyrene gir økonomiske incentiver til husholdningene for å redusere avfall som kastes og øke kildesorteringen. Imidlertid kan forskjellige løsninger for differensierte avfallsgebyrer ha varierende grad av effektivitet, og det er viktig å evaluere deres virkning på husholdningenes sorteringspraksis.

Denne bacheloroppgaven tar sikte på å undersøke effekten av en ny differensiert gebyrmodell som ble innført av Simas, et renovasjonsfirma i Sogn, i 2020. Den nye modellen skiller seg fra den tidligere modellen ved å gi husholdningene sterkere økonomiske incentiver for å redusere avfall som kastes og øke kildesorteringen. Formålet med oppgaven er å undersøke om denne økningen i økonomiske incentiver har ført til en reduksjon i andelen usortert avfall blant husholdningene i Sogn etter gebyrendringen.

Problemstillingen for denne oppgaven er å undersøke om innføringen av ny differensiert gebyrmodell har ført til økt kildesortering blant husholdningene i Sogn. Forskningsspørsmålet som vil bli undersøkt i oppgaven er om det kan påvises en signifikant forskjell i andelen usortert avfall (restavfall) etter gebyrendringen. Nullhypotesen for oppgaven er: "Det er ingen signifikant reduksjon i andelen usortert avfall etter gebyrendringen," mens alternativ hypotese er: "Det er en signifikant reduksjon i andelen usortert avfall etter gebyrendringen."

For å besvare forskningsspørsmålet vil oppgaven analysere avfallsdata fra perioden januar 2017 til desember 2022. Dette gjør vi ved hjelp av to statistiske tester: en tosidig t-test for å sammenligne gjennomsnittet av andelen usortert avfall før og etter gebyrendringen, samt en multippel lineær regresjonsanalyse for å undersøke sammenhengen mellom ulike faktorer og andelen usortert avfall i perioden 2017-2022.

2 Differensierte avfallsgebyr

Norges forurensningslov § 34 andre ledd omfatter differensierte avfallsgebyr: «Kommunene bør fastsette differensierte gebyrer, der dette vil kunne bidra til avfallsreduksjon og økt gjenvinning» (Forurensningsloven, 1993, § 34 andre ledd). I 2021 gjorde Miljødirektoratet en utredning av denne paragrafen, og på bakgrunn av denne foreslår de en lovendring som pålegger kommunene å differensiere avfallsgebyret. Det finnes imidlertid mange ulike differensierte gebyrmodeller, og miljødirektoratets anbefaling er at kommunene bør ha frihet til å utforme den differensierte gebyrmodellen tilpasset lokale forhold. Det legges til at lovendringen burde kunne følges opp med forskrift som konkretiserer krav til gebyrmodellen i tilfellet kommunenes utformingsfrihet viser seg å ikke være tilstrekkelig for å nå materialgjenvinningsgraden i EU-målene (Miljødirektoratet, 2021, s. 27). I dette kapitlet vil vi presentere ulike differensierte gebyrmodeller og deres tilhørende økonomiske incentiver. Dette vil gi en bedre forståelse av hvordan gebyrdifferensieringens utforming kan påvirke husholdningers vilje til avfallsreduksjon og økt gjenvinning, og danne et teoretisk grunnlag for å kunne tolke resultatet i analysen.

2.1 Gebyrdifferensiering

Differensierte gebyrer belaster kundene ulikt basert på en eller flere variabler. Gebyrets størrelse avhenger av variabelen. Dersom kundene har mulighet til å påvirke variabelen, og dermed størrelsen på gebyret, vil dette gi et økonomisk incentiv.

En renovasjonsbedrift kan bruke avfallstype og avfallsmengde som variabler i gebyrmodellen. For eksempel kan gebyrets størrelse baseres på mengden restavfall målt i vekt, og alt annet sorterbart avfall blir forankret i gebyret gjennom et fast avgiftselement.

Det økonomiske incentivet som følger av gebyrdifferensiering, vil avhenge av kundens mulighet til å påvirke variabelen og korrelasjonen mellom variabel og gebyrstørrelse. Størrelsen på gebyret vil også påvirke graden av det økonomiske incentivet. Dette inkluderer prisnivået på den faste gebyrkomponenten, pristaksten på den variable delen, og dermed det totale gebyrets utstrekning og eventuelle grense.

2.1.1 Gebyrets størrelse

Etter norsk lov skal avfallsgebyr fastsettes i henhold til selvkostprinsippet. Gebyrene skal sikre full kostnadsdekning, det inkluderer driftskostnader og kapitalkostnader. Avfallshåndteringen skal

midlertid ikke føre til fortjeneste, dermed begrenses avfallsgebyrene til kostnadsdekning, og kan ikke overstige dette (Miljødirektoratet, «Fastsettelse av avfallsgebyr,» 2021). For differensierte avfallsgebyrer innebærer dette at når gebyrene for en bestemt type avfallstjeneste er lave, må gebyrene for andre avfallstjenester være tilsvarende høye (Miljødirektoratet, «Differensierte avfallsgebyr,» 2021). Denne lovreguleringen begrenser avfallsgebyrets omfang. Renovasjonsfirmaet må beregne seg til hvor høyt og lavt prisene kan settes basert på data om hvor mye kundene kaster. Dersom variabelen som differensieringen baserer seg på er svært priselastisk, vil renovasjonsfirmaet kunne ende opp med å gå med stort over- eller underskudd.

Et annet perspektiv som bør tas hensyn til ved valg av gebyrets omfang, er risikoen for ulovlig avfallshåndtering. I en artikkel i Waste Management fra 2008, ble det gjort en vurdering av et gebyrdifferensierings-prosjekt i Dresden, Tyskland. I vurderingen konkluderes det med at en full variabel avfallstakst kan bidra til å redusere avfallsmengden og øke sorteringsgraden. Det anbefales likevel å inkludere en fast avgift for å redusere risikoen for bevisst feilsortering og forsøpling (Reichenbach, 2008, s.4). I en rapport om differensierte avfallsgebyr, kommer Europakommisjonen med den samme anbefalingen: gebyrene skal inkludere et fast avgiftselement i tillegg til variabelen knyttet til volum, frekvens eller vekt (European Commission, 2012, s. 12).

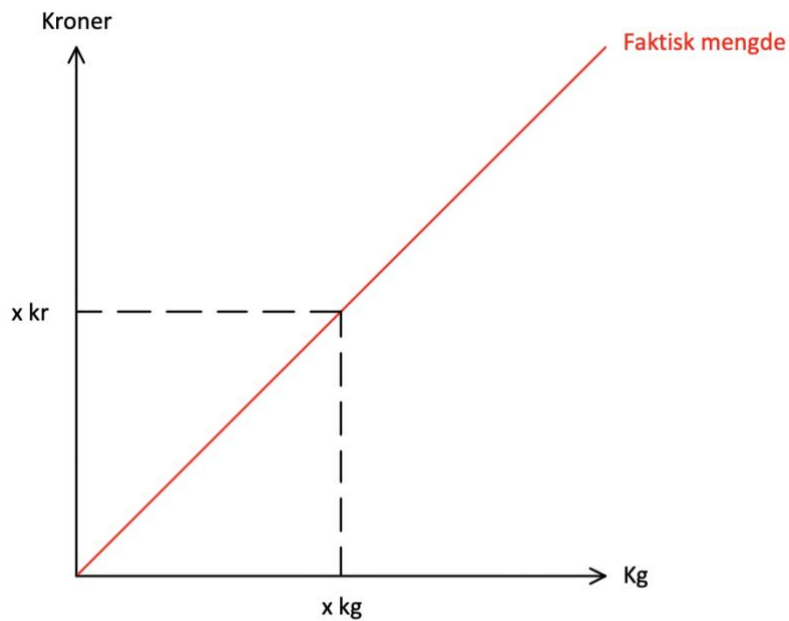
2.2 Ulike avfallsgebyr og tilhørende økonomiske insentiv

Differensieringen av avfallsgebyr kan som regel baseres på både avfallstype og avfallsmengde (Miljødirektoratet, «Differensierte avfallsgebyr,» 2021). Med type avfall som variabel, vil en avfallstype, eksempelvis restavfall, bli priset høyere enn en annen avfallstype, som for eksempel plast. Dermed vil kundene ha et økonomisk insentiv til å sortere heller enn å kaste plastavfall i restavfallet. Med avfallsmengde som variabel, vil gebyrets størrelse avhenge av hvor mye avfall kunden kaster, og dermed ha et økonomisk insentiv til å kaste mindre.

Avfallsmengden kan måles ved vekt, hentefrekvens eller volum (Miljødirektoratet, «Differensierte avfallsgebyr,» 2021). Volumbaserte løsninger kan utføres på to måter: basert på antall søppelsekker eller avfallsbeholderens størrelse.

2.2.1 Vektbasert

Et vektbasert avfallsgebyr belaster kunden direkte ut ifra avfallsmengdens vekt. Desto mer avfall som produseres, desto høyere vekt, desto høyere gebyr. Figur 1 illustrerer sammenhengen mellom avfallsmengde (kg) og avfallsgebyr (kr).

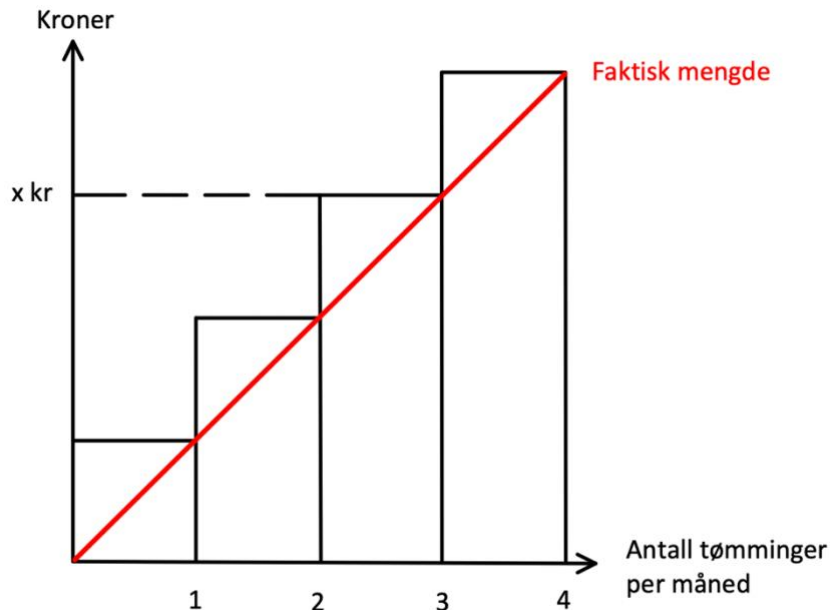


Figur 1 - Vektbasert

Som figuren illustrerer, betaler kundene med en vektbasert differensieringsløsning en pris som er direkte knyttet til den faktiske avfallsmengdens vekt. Det er høy korrelasjonen mellom variabel (kg avfall) og pris, og kundene har mulighet til å påvirke variabelen direkte gjennom å kaste mer eller mindre. Selv en marginal endring i avfallsmengden vil med denne løsningen vises i avfallsgebyret. Dette danner grunnlag for et sterkt økonomisk insentiv.

2.2.2 Frekvensbasert

Et avfallsgebyr basert på hentefrekvens belaster kunden basert på hvor mange tømminger avfallsmengden krever. Desto mer avfall som produseres, desto flere tømminger, desto høyere gebyr. Figur 2 illustrerer sammenhengen mellom avfallsmengde (antall tømminger) og avfallsgebyr (kr).

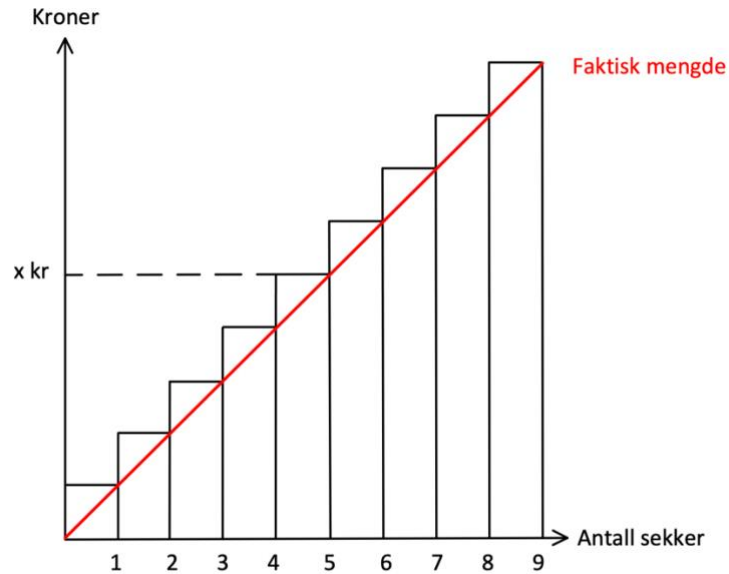


Figur 2 - Frekvensbasert

Som figuren illustrerer, betaler kundene med en frekvensbasert differensieringsløsning for antallet tømminger deres faktiske avfallsmengde krever. Avfallsgebyret bestemmes etter kundens selvvalgte, forhåndsbestemte hentefrekvens. Løsningen er delt inn i intervaller, slik at en marginal endring i faktisk avfallsmengde ikke nødvendigvis vil påvirke avfallsgebyret. En avfallsreduksjon vil ikke kompenseres for før kunden har kontaktet renovasjonsselskapet og bestilt en mindre hyppig hentefrekvens. Faktisk avfallsmengde og størrelsen på avfallsgebyret er ikke like direkte korrelerte, da en mengdeendring ikke vil garantere en endring i pris. Mangelen på direkte korrelasjon og den høye terskelen for kostnadskompensasjon ved redusert avfallsmengde danner grunnlag for at det økonomiske incentivet knyttet til denne løsningen ikke vil være like høyt som ved en vekt-basert løsning.

2.2.3 Sekkbasert (volum)

Et sekk-basert avfallsgebyr belaster kunden direkte for antall søppelsekker som kastes – jo flere sekker, jo høyere gebyr. Figur 3 illustrerer sammenhengen mellom avfallsmengde (antall søppelsekker) og avfallsgebyr (kr).

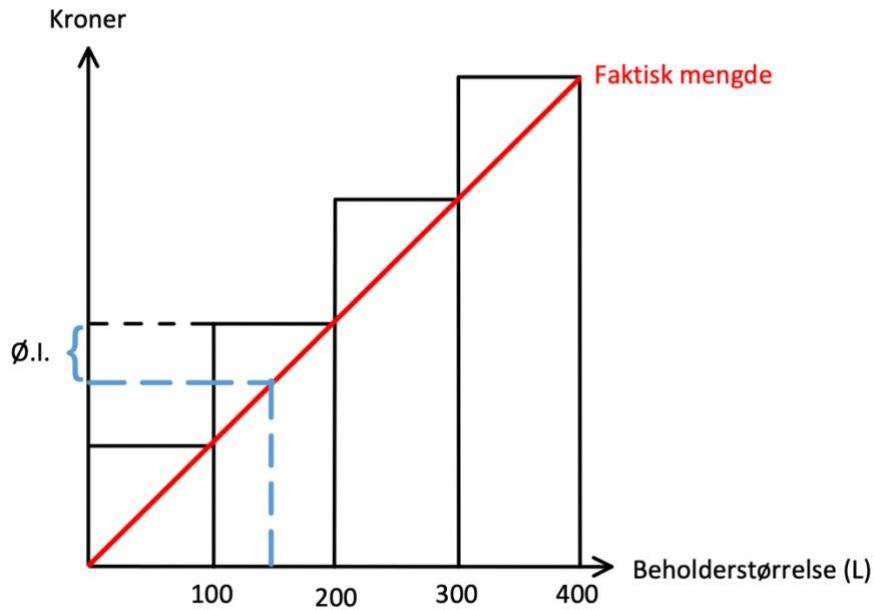


Figur 3 - Sekkbasert

Som figuren illustrerer, betaler kundene med en sekkbasert differensieringsløsning en pris knyttet til antall søppelsekker avfallsmengden krever. Sekkenes størrelse er avgjørende for hvor mye faktisk avfallsmengde og avfallsgebyr korrelerer. Desto større sekker, desto større intervaller og mindre direkte korrelasjon mellom pris og faktisk mengde. Figuren av den sekkbaserte løsningen illustrerer hvordan mengdevariabelens målenhet påvirker korrelasjonen mellom pris og faktisk avfallsmengde. Figuren illustrerer at lavere pris/mengde-korrelasjonen ved en sekkbasert løsning er lavere enn ved en vektbasert løsning, men høyere enn en frekvensbasert løsning, gitt de illustrerte intervallene langs x-aksene.

2.2.4 Beholderbasert (volum)

Med et avfallsgebyr basert på størrelsen på avfallsbeholderen, belastes kunden for den beholderstørrelsen avfallsmengden krever – jo større beholder, jo høyere gebyr. Figur 4 illustrerer sammenhengen mellom avfallsmengde (beholderstørrelse) og avfallsgebyr (kr).



Figur 4 - Økonomiske insentiver

Figuren illustrerer korrelasjonen mellom avfallsgebyrets størrelse og avfallsmengden målt i literintervaller, med en beholderbasert differensiert gebyrmodell. I likhet med en frekvensbasert løsning, vil ikke en marginal endring i faktisk avfallsmengde nødvendigvis påvirke avfallsgebyret.

Differensierte gebyrmodeller basert på kundens selvvalgte, forhåndsbestemte beholderstørrelse innebærer at kundene selv må kontakte renovasjonsselskapet for å endre størrelsen på avfallsbeholderen. Dette medfører en høy terskel for endret pris ved en endring i faktisk avfallsmengde. Mengdevariabelens intervaller innskrenker pris/mengde-korrelasjonen, jo større intervaller, jo mindre direkte korrelasjon. Disse aspektene begrenser kundenes mulighet til å påvirke avfallsgebyret, og dermed de økonomiske insentivene knyttet til avfallsreduksjon.

Den blå stiplede linjen i figuren illustrer det tapte økonomiske insentivet til å redusere faktisk avfallsmengde fra 200 til 150 liter. Med mindre kunden reduserer avfallsmengden til 100 liter, samt bestiller ny, mindre avfallsbeholder, vil ikke den faktiske avfallsreduksjonen belønnes i form av lavere avfallsgebyr. Dette illustrerer hvordan de økonomiske insentivene ville økt gjennom å gjøre mengdeintervallene mindre.

2.3 Tidligere forskning

I Europakommisjonens rapport om bruken av økonomiske virkemidler innen avfallshåndtering ble effekten av ulike differensierte gebyrmodeller undersøkt. Rapporten konkluderer denne rangeringen av de ulike løsningene (fra mest til minst vellykket):

1. Vektbaserte løsninger
2. Frekvensbaserte/sekkbaserte løsninger
3. Beholderbaserte løsninger

Den volumbaserte løsningen der kunden selv får velge størrelsen på avfallsbeholderen gir det svakeste incentivet for avfallsreduksjon og kildesortering. Dette knyttes til det faktum at belønningen for å redusere mengden avfall som plasseres i restavfallsbeholderen, blir marginal når kunden allerede har valgt en bestemt beholderstørrelse (Hogg, Wilson, Gibbs, Astley & Papineschi, 2006, referert i European Commission, 2012, s. 86). Basert på de observerte effektene av ulike tilnærminger, anbefaler Europakommisjonen differensierte gebyrmodeller som ikke utelukkende er basert på en "abonnementsordning" der man velger en bestemt beholderstørrelse for et helt år. Differensierte avfallsgebyrer bør derimot gi incentiver for kontinuerlig restavfallsreduksjon (European Commission, 2012, s. 174-175).

I vurderingen av gebyrdifferensierings-prosjekt i Dresden, Tyskland, ble det funnet at jo høyere korrelasjon mellom avfallsavgift og faktisk mengde restavfall, jo høyere sorteringsgrad. Altså sorteres det mer når gebyret er direkte knyttet til usortert avfall. Det hevdes at selv om bare en liten del av avfallsavgiften er knyttet direkte til mengden restavfall, kan dette likevel føre til økt resirkulering og avfallsreduksjon (Reichenbach, 2008, s. 1). Pilotprosjekt i Dresden innførte en vektbasert gebyrmodell. Seks måneder etter innføringen ble det registrert en reduksjon på 12% i totalt avfall per person per år, fra 319,3 kg til 281,1 kg. Usortert avfall (restavfall) ble redusert med hele 37%, fra 222,6 kg til 140,1 kg per person per år. Ifølge undersøkelsen økte kildesorteringsgraden fra 28% til 48% (INTECUS, 1998, referert i Reichenbach, 2008, s. 4).

En meta-analyse av 21-studier om differensierte avfallsgebyr fant at prisdifferensiering basert på vekt gir en betydelig høyere priselastisitet sammenlignet med differensiering basert på volum (Bel & Gradus, 2015, s. 14). En av studiene i analysen var en undersøkelse av en beholderbasert løsning utført i Portland i 1999. Denne viste at kundenes valg av avfallsbeholderstørrelse ikke ble påvirket av

gebyrdifferensiering. Priselastisiteten, beregnet ved gjennomsnittsnivåer av avfall, var svært lav (-0,013), og kun signifikant på 90-prosentnivået (Hong & Adams, 1999, s. 9).

Miljødirektoratet konkluderer i sin utredning av forurensningsloven § 34 andre ledd om differensiert avfallsgebyr at en vektbasert løsning vil gi husholdningene et mye sterkere insentiv til kildesortering og avfallsreduksjon sammenlignet med andre differensieringsløsninger. De hevder at en videreføring av mer enkle systemer som differensiering basert på beholdervolum og hentefrekvens ikke vil ha en positiv effekt på kildesorteringen (Miljødirektoratet, 2021, s. 14).

3 Gebyrdring i Simas

I dette kapitlet undersøker vi gebyrdringen som ble implementert av renovasjonsfirmaet Simas i 2020. Vi vil sammenligne den nye gebyrmodellen med den tidligere modellen og evaluere i hvilken grad gebyrdringen har styrket de økonomiske insentivene for kildesortering. Denne informasjonen vil være avgjørende for å tolke analysens resultater.

3.1 Om Simas

Simas tilbyr en rekke tjenester innen avfallshåndtering, inkludert innsamling av husholdningsavfall, sortering av avfall på gjenvinningsstasjoner, og behandling av farlig avfall. Simas har som mål å øke gjenvinningsgraden i regionen, og jobber aktivt med å fremme bærekraftig avfallshåndtering og miljøvern (Simas, 2023).

3.1.1 Sorteringsmuligheter

I Sogn har alle husholdninger fire beholdere for ulike avfallstyper, samt en sekk til plast, som tømmes i en fastsatt hentefrekvens. Alt annet avfall som blant annet tekstil, keramikk, EE-avfall og farlig avfall skal leveres til Simas sine miljøstasjoner (Simas, 2023; Simas, skriftlig kommunikasjon, 02/02/23).

Tabellen i figur 5 gir en oversikt over hver av avfallstypene og deres tilhørende hentefrekvens.

Avfallstype	Hentefrekvens
Restavfall	Hver 4. uke
Papp/papir	Hver 4. uke
Plast	Hver 4. uke
Glass/metall	Hver 12. uke
Våtorganisk	Hver 2. uke

Figur 5 - Tabell for sorteringsmuligheter

3.2 Gebyrdring

I løpet av hele perioden vi undersøker i analysen, har Simas hatt en differensiert gebyrmodell. Både før og etter gebyrdringen har differensieringen av avfallsgebyrene basert seg på avfallstype og avfallsvolum (beholderbasert).

3.2.1 Avgrensning

Vi har valgt å avgrense framstillingen og analysen av gebyrendringen ved å utelate hjemmekomposteringsaspektet. I Simas-regionen har husholdninger som praktiserer hjemmekompostering og dermed ikke har behov for ekstern håndtering av våtorganisk avfall, muligheten til å fravelge våtorganisk avfallsbeholderen. Både i den tidligere og nåværende ordningen hos Simas har disse husholdningskundene fått et fratrekk i avfallsgebyret (Simas, 2023; Simas, skriftlig kommunikasjon, 09/02/23; Simas, muntlig kommunikasjon, 23/09/23).

Dette er et aspekt vi velger å se bort ifra i oppgaven. Hjemmekomposteringsaspektet er ikke direkte relevant, da det ikke har vært en betydelig endring som har påvirket de økonomiske insentivene. På grunn av uklar informasjon knyttet til fratrekke for hjemmekompostering i den tidligere gebyrmodellen, mener vi det er hensiktsmessig å ekskludere hjemmekompost som variabel. En inkludering ville medført unødvendig kompleksitet og unøyaktighet i sammenligningen av de to gebyrmodellene.

3.2.2 Tidligere avfallsgebyr

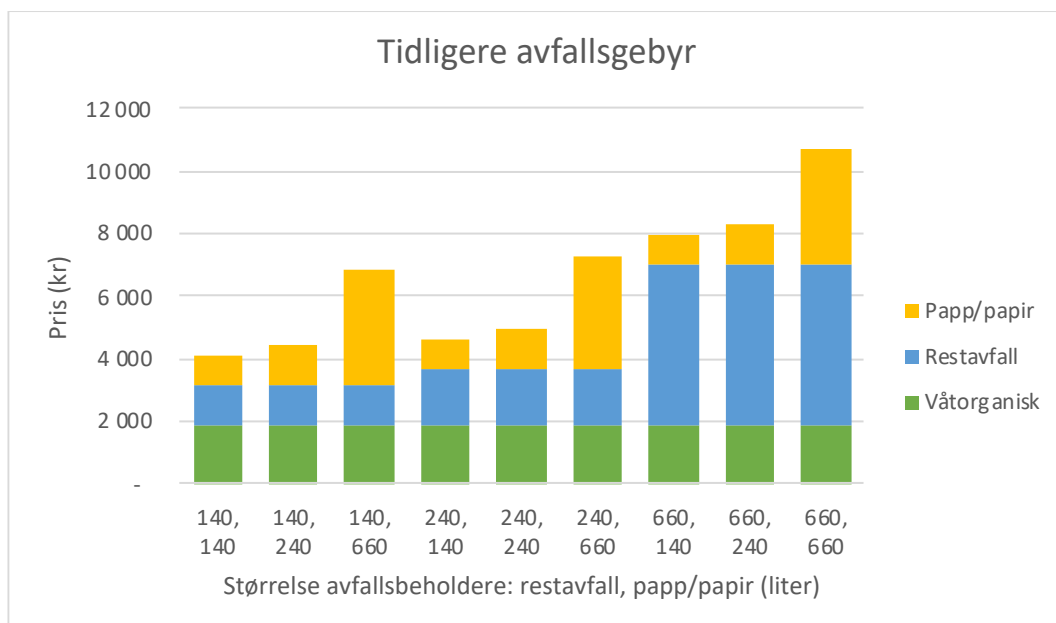
Den tidligere gebyrmodellen inkluderte flere variabler. Husholdningskundene hadde muligheten til å velge størrelsen på restavfallsbeholderen og papp/papiravfallsbeholderen. Beholderstørrelsene som ble tilbudt var 140, 240 og 660 liter, og pristaksten var positivt korrelert med volumet på beholderen.

Tabellen i figur 6 gir en oversikt over avfallsgebyrene knyttet til hvilken kombinasjon av beholderstørrelse kundene velger.

Tidligere avfallsgebyr				
		Størrelse på papp/papiravfallsbeholder		
		140 L	240 L	660 L
Størrelse på restavfallsbeholder	140 L	NOK 4 085	NOK 4 449	NOK 6 815
	240 L	NOK 4 590	NOK 4 954	NOK 7 320
	660 L	NOK 7 970	NOK 8 334	NOK 10 700

Figur 6 - Tabell for tidligere avfallsgebyrer

Figur 7 illustrerer avfallsgebyrene kundene kan velge og hva de består av. Våtorganisk fremstår her som en fast del av gebyret. I realiteten er denne delvis variabel, men som forklart, fant vi det nødvendig å ekskludere dette aspektet.



Figur 7 - Tidligere avfallsgebyrer

3.2.3 Nåværende gebyrmodell

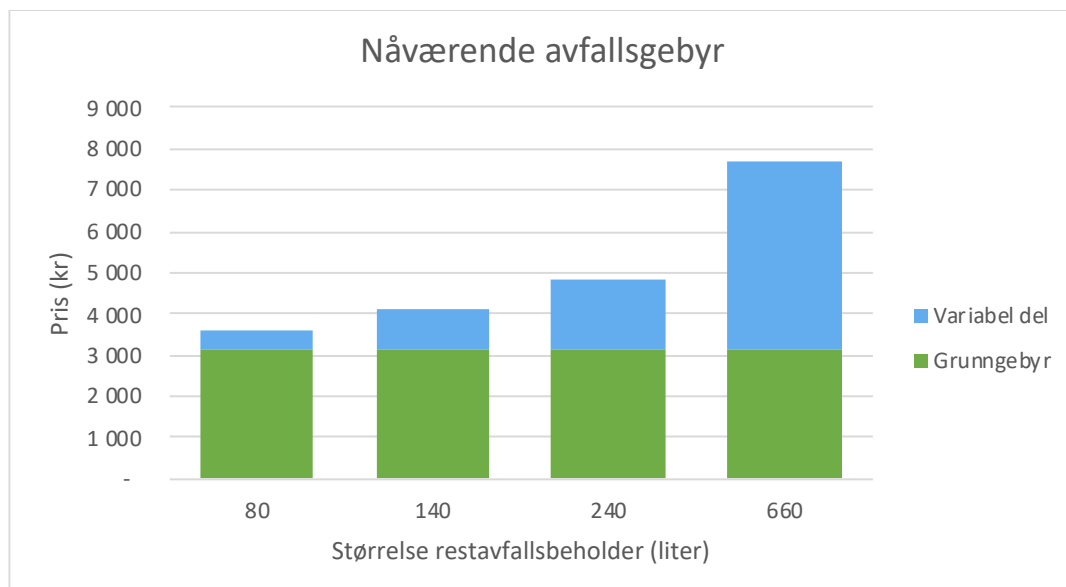
I den nye gebyrmodellen har Simas endret gebyrstrukturen til et fast grunngelyr og en variabel del som avhenger ene og alene av størrelsen på restavfallsbeholderen. Sammen med gebyrendringen ble det også innført en ny, mindre størrelse på restavfallsbeholderen på 80 L. Husholdninger i Sogn kan nå øke størrelsen på papp/papiravfallsbeholderen uten ekstra kostnader, dette øker incentivet til å sortere denne avfallstypen. Ved å innføre muligheten til å velge en mindre restavfallsbeholder på 80 L, vil husholdningene som genererer mindre restavfall og er flinke til å sortere bli belønnet med et lavere gebyr.

Tabellen i figur 8 gir en oversikt over prisene avfallsgebyrene.

Nåværende avfallsgebyr			
Størrelse restavfallsbeholder	Grunngelyr	Variabel del	Totalt gebyr
80 L	NOK 3 105	NOK 475	NOK 3 580
140 L	NOK 3 105	NOK 980	NOK 4 085
240 L	NOK 3 105	NOK 1 740	NOK 4 845
660 L	NOK 3 105	NOK 4 620	NOK 7 725

Figur 8 - Tabell for nåværende avfallsgebyr

Figur 9 illustrerer størrelsen på avfallsgebyret knyttet til valget av størrelse på restavfallsbeholder. Den viser størrelsen på den variable delen og hvordan den varierer i forhold til valg av restavfallsbeholder.



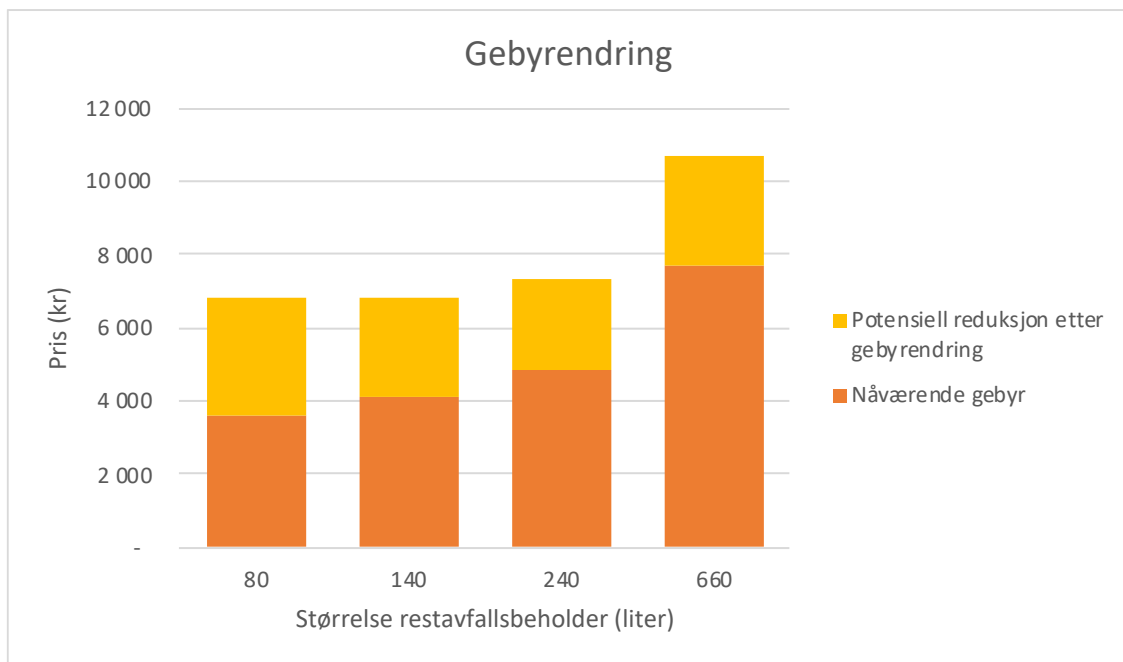
Figur 9 - Nåværende avfallsgebyr

3.2.4 Insentivendringen

For denne oppgaven er det gebyrendringens endring i de økonomiske insentivene som er hovedfokus. Endringen består av 3 hovedpunkter:

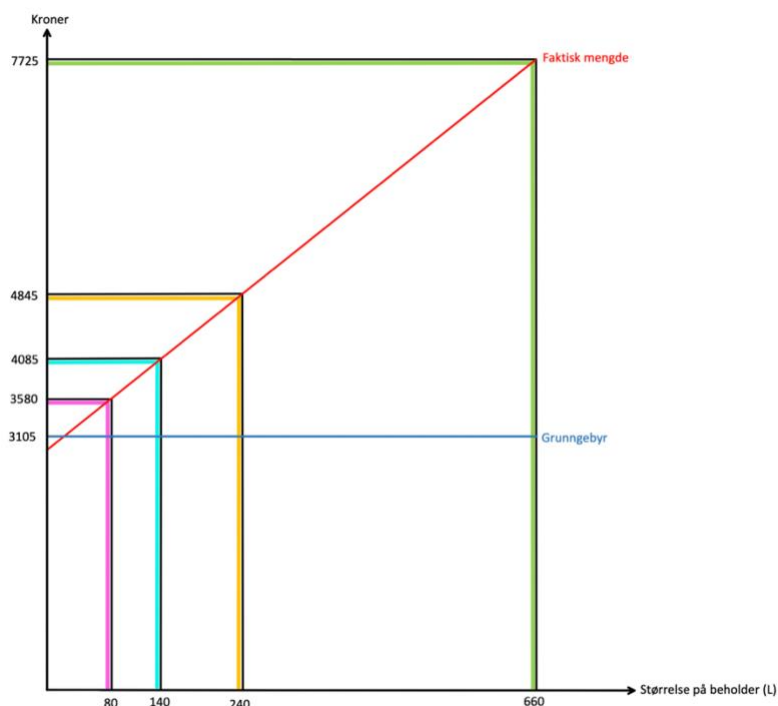
- Endret gebyrstruktur: implementering av fast grunngbyr
- Utvidet tilbud av avfallsbeholdere: innføring av 80 liters restavfallsbeholder
- Endring av differensierings basert på avfallstype: papp/papiravfall er ikke lenger en variabel

Figur 10 illustrerer husholdningenes potensielle gebyrreduksjon etter gebyrendringen. Den gule delen representerer det kundene potensielt ville betalt i den tidligere gebyrmodellen, hadde de valgt den dyreste kombinasjonen av restavfallsbeholder og papp/papiravfallsbeholder (660 liter).



Figur 10 – Gebyrendringen

Figur 11 illustrerer den nåværende differensierte gebyrmodellen. Innføringen av den nye 80-liters restavfallsbeholderen har gitt mengdevariabelen et nytt intervall. Dette åpner for et økonomisk insentiv for kunder som før betalte for en 140-liters avfallsbeholder. Kunder som genererer en restavfallsmengde på 80 liter eller mindre, vil nå bli belønnet med en årlig gebyrreduksjon på $4\,085 - 3\,580 = 505$ kr.



Figur 11 - Ny differensiert gebyrmodell

Tabellen i figur 12 gir en oversikt over variablene i de to gebyrmodellene. Funksjonen representerer forholdet mellom variabelen x (mengde, liter) og y (pris, kr). Den deriverte representerer funksjonens stigningstall/grensekostnad, hvordan prisen responderer på en marginal endring i litermengden.

	Funksjon	Grensekostnad
Tidligere gebyr (papp/papir)	$f(y) = 3,64x + 401,4$	$f'(y) = 3,64$
Tidligere gebyr (restavfall)	$f(y) = 5,05x + 542$	$f'(y) = 5,05$
Nåværende gebyr (restavfall)	$f(y) = 8,42x - 198,6$	$f'(y) = 8,42$

Figur 12 - Oversikt over variabler

Grensekostnaden kan brukes til å beskrive det økonomiske incentivet knyttet til gebyrmodellen. En høy grensekostnad, innebærer at kostnaden for å øke avfallsmengden med ekstra en liter er relativt høy. En høy grensekostnad kan dermed gi et økonomisk incentiv for å redusere avfallsmengden. Grensekostnaden kan tolkes som en kalkulert variabel pristakst per liter avfall.

I den tidligere gebyrmodellen var grensekostnaden til papp/papiravfall 3,64 kr. En marginal økning i papp/papiravfallsmengden tilsvarte en prisøkning på 3,64 kr. I den nåværende gebyrmodellen er ikke

papp/papiravfall en variabel som påvirker avfallsgebyret, dermed er grensekostnaden for papp/papir nå 0 kr.

$0 < 3,64$: gebyrendringen kan gi økonomisk insentiv for sortering av papp/papiravfall

I den tidligere gebyrmodellen var grensekostnaden til restavfall 5,05 kr. En marginal endring i restavfallsmengden tilsvarte en prisendring på 5,05 kr. I den nåværende gebyrmodellen er grensekostnaden til restavfall 8,42 kr, som framstiller prisendringen ved en marginal økning i restavfallsmengden.

$8,42 > 5,05$: gebyrendringen kan gi økonomisk insentiv for reduksjon av restavfall

Disse tallene ville vært et godt grunnlag til å forklare gebyrendringens effekt på husholdningenes sorteringsatferd dersom differensieringsløsningen baserte seg på direkte avfallsmengde (per liter). Den nåværende gebyrmodellen er beholderbasert, og endringer i grensekostnader er dermed ikke grunnlag nok til å beskrive endringen i de økonomiske insentivene.

4 Analysegrunnlag

I dette kapitlet vil vi presentere materialet vi bruker som grunnlag for analysen. Vi benytter oss av to plukkanalyser som Simas gjennomførte i 2014 og i 2020. Dette gjør vi for å få en overordnet forståelse for hvordan sammensetningen av avfallet ser ut. Videre sammenligner vi plukkanalysens resultater fra de to årene, for å få en indikasjon på om husholdningene i Sogn regionen har blitt flinkere til å sortere avfallet sitt i perioden 2014 - 2020.

Videre i kapitlet benytter vi oss også av et datasett som vi har fått tilgang til hos Simas. Vi går nærmere inn på hvordan datasettet ser ut, og hvordan Simas selv registrerer transaksjonene sine for å ha oversikt. Dette er selve grunnlaget for analysen, og gir oss en indikasjon på hvordan det usorterte avfallet blir påvirket av den nye og differensierte gebyrmodellen.

4.1 Plukkanalyser

En plukkanalyse er et virkemiddel som benyttes for å kartlegge sammensetningen av avfallet, og avdekker i hvilken grad kundene sorterer og i hvilken grad de sorterer rett (Avfall Norge, u.å.). Simas har siden oppstart gjennomført to plukkanalyser, henholdsvis i 2014 og 2020. Begge analysene ble gjennomført i oktober. Dette er en tidsperiode som ble ansett som minst påvirket av ferier og andre fridager, og ble valgt for å få et så optimalt resultat som mulig. Den nye gebyrmodellen ble implementert i januar 2020, og plukkanalysen ble utført ni måneder senere. To eksterne selskaper fikk oppdraget å gjennomføre analysene, Multiconsult i 2020, og Asplan Viak i 2014. Hensikten ved å gjennomføre plukkanalysene er blant annet for å finne andel feilsortering, og å kartlegge sammensetningen av avfallet, slik at muligheter for videre gjenvinning av materialer kan identifiseres. Det ble samlet inn avfall fra de samme områdene i begge analysene – Kaupanger byggefelt, Hafslo sentrum og omegn, og Sogndalsdalen, og tallene som analyseres er et gjennomsnitt av disse.

4.1.1 Plukkanalyse 2014 – Asplan Viak

Den første plukkanalysen ble gjennomført i 2014 av Asplan Viak. Oppdraget dreide seg om å delta på gjennomføringen av plukkanalysen av restavfall og bioavfall fra husholdningenes henteordning (Rannveig Nordhagen, 2014, s. 2). Simas omtaler også bioavfall som våtorganisk avfall. Det ble samlet inn ca. 1 800 kg restavfall, og 1 300 kg våtorganisk avfall. Av restavfallet var det derimot bare omtrent 900 kg som faktisk ble analysert.

Under plukkanalysen ble sorteringen av restavfallet detaljsortert i 15 ulike kategorier, blant annet papp/papir, bioavfall (våtorganisk), og plastemballasje (Rannveig Nordhagen, 2014, s. 9). Analyse materialet ble plukket ut som tre prøver fra hver av de tre områdene, noe som til sammen utgjør 900 kg. Da dette ble analysert, var det tydelig at en veldig stor andel var feilsortert. Av de 15 kategoriene, er det kun 7 kategorier som Simas ikke har annen sorteringsordning for. Disse regnes dermed som riktig sortert restavfall. Til sammen utgjør disse i snitt 23,3% av antall kg usortert avfall. Dette betyr at de resterende 76,7% er feilsortert. Den største andelen av restavfallet er bioavfall, og utgjør 35,2%. Den nest største avfallstypen var plastemballasje, som utgjorde i gjennomsnitt 16%. Forklaringsfaktoren her kan være at det dreier seg om emballasje som har vært i kontakt med mat, men som kunne vært vasket og sortert som plast.

Sorteringen av det våtorganiske avfallet ble derimot kategorisert i 5 avfallstyper, blant annet bleier og matavfall/hageavfall (Rannveig Nordhagen, 2014, s. 10). Av de 5 avfallstypene er det kun én kategori som er riktig sortert, og utgjør 97,9%. Inkludert i denne vektprosenten er en stor andel vått løv/hageavfall fra én av de tre innsamlings-områdene. Dette skyldes årstiden plukkanalysen ble gjennomført på, og Asplan Viak valgte å finne gjennomsnittet for riktig sortert bioavfall uten hageavfallet, som endte på 97,6%. Dette er fortsatt en stor andel, og tyder på at husholdningene er flinkere til å sortere det våtorganiske avfallet.

Asplan Viak sammenlignet resultatene for restavfall fra plukkanalysen med avfallsmengden fra husholdningene året før, altså i 2013. Ved å sammenligne disse tallene hadde de muligheten til å konkludere om sorteringsordningene faktisk fungerer eller ikke (Rannveig Nordhagen, 2014, s. 18). Det de kom frem til er at sorteringsordningen som fungerer best hos husholdningene er papp/papir. Ut fra beregningene tyder det på at over 80% av papp-/papir avfallet kildesorteres. Dette regnes som bra, men har forbedrings-potensiale.

Andelen av det våtorganiske avfallet som var riktig sortert var som nevnt i gjennomsnitt 97,9%. En god del av det som skulle vært sortert som våtorganisk avfall ble derimot sortert som restavfall, noe som ikke bør skje. Dette kan man anta skyldes av at enkelte husholdninger ikke har avfallsdunk til slikt avfall. Mye av det som gjerne blir kastet feil er matavfall. I gjennomsnitt 8% av det sorterte våtorganiske avfallet var bleier (Rannveig Nordhagen, 2014, s. 19). Dette er avfall som i 2014 skulle sorteres som våtorganisk, men som i senere år skal kastes som restavfall.

4.1.2 Plukkanalyse 2020 – Multiconsult ASA

Den andre plukkanalysen ble gjennomført i 2020 av Multiconsult ASA. Oppdraget fra Simas dreide seg om å planlegge og gjennomføre en plukkanalyse av restavfall og kildesortert våtorganisk avfall fra henteordning (Sabina Syed, 2020, s. 3). Sorteringsmaterialet bestod av 1 233 kg restavfall, og 817 kg våtorganisk avfall.

Alt avfallet som ble analysert, ble detaljsortert i 19 ulike kategorier basert på ulike grupperinger av avfallstyper (Sabina Syed, 2020, s. 8). Dette er fire flere avfallstyper enn det som ble brukt i plukkanalysen fra 2014. Kategoriene som utgjør gruppen for restavfall er blant annet plastposer til avfallsemballering, annen plast, bleier og brennbart restavfall. Det som kategoriseres som våtorganisk avfall er blant annet nyttbart og ikke-nyttbart matavfall.

Når restavfallets sammensetning analyseres, tilsier resultatet at restavfallet utgjør ca. 45%, og er dermed den største avfallstypen (Sabina Syed, 2020, s. 12). Dette inkluderer både restavfall og bleier. Våtorganisk avfall utgjør derimot ca. 27%, og er feilsortert. Sammenlignet med plukkanalysen fra 2014, hvor det våtorganiske avfallet i sammensetningen av restavfall som var feilsortert utgjorde 35,2% av restavfallet, tyder det på en forbedring med ca. 8,2% i vektprosent (Rannveig Nordhagen, 2014, s. 12). Dette viser at husholdningene har blitt flinkere til å ikke kaste våtorganisk avfall i restavfallsbeholderen.

Totalt er det i gjennomsnitt 52% av avfallet som er kastet i restavfallsdunken som er feilsortert (Sabina Syed, 2020, s. 15). Dette er avfall som skulle vært levert til gjenvinningsstasjoner, eller blitt kildesortert for å øke potensialet for materialgjenvinning. Fra plukkanalysen i 2014 vet vi at det som var feilsortert restavfall utgjorde 76,7% (Rannveig Nordhagen, 2014, s. 12). Sammenligner vi 76,7% fra 2014 og 52% fra 2020, ser man en forbedring på 24,7 prosentpoeng. Dette tyder på en stigende trend i kildesorteringsgraden for restavfall. Husholdningene blir altså flinkere til å sortere, men til tross for det ligger vektprosenten for feilsortert avfall på 52% i 2020, noe som utgjør over halvparten av restavfallet. Dermed er det fortsatt et betydelig forbedringspotensiale.

Nyttbart matavfall, slik som matsvinn, utgjør 70,6% av den feilsorterte våtorganiske mengden i restavfallet (Sabina Syed, 2020, s. 15). Dette kan tyde på at husholdningene har en tendens til å kaste matvarer som for eksempel har gått ut på dato, eller rester som ikke spises opp. Dette er avfall som skulle vært sortert som våtorganisk avfall. Det sorteres i større grad feil blant restavfallet sammenlignet med det våtorganiske avfallet. Under plukkanalysen ble det videre avklart at 93,1% av

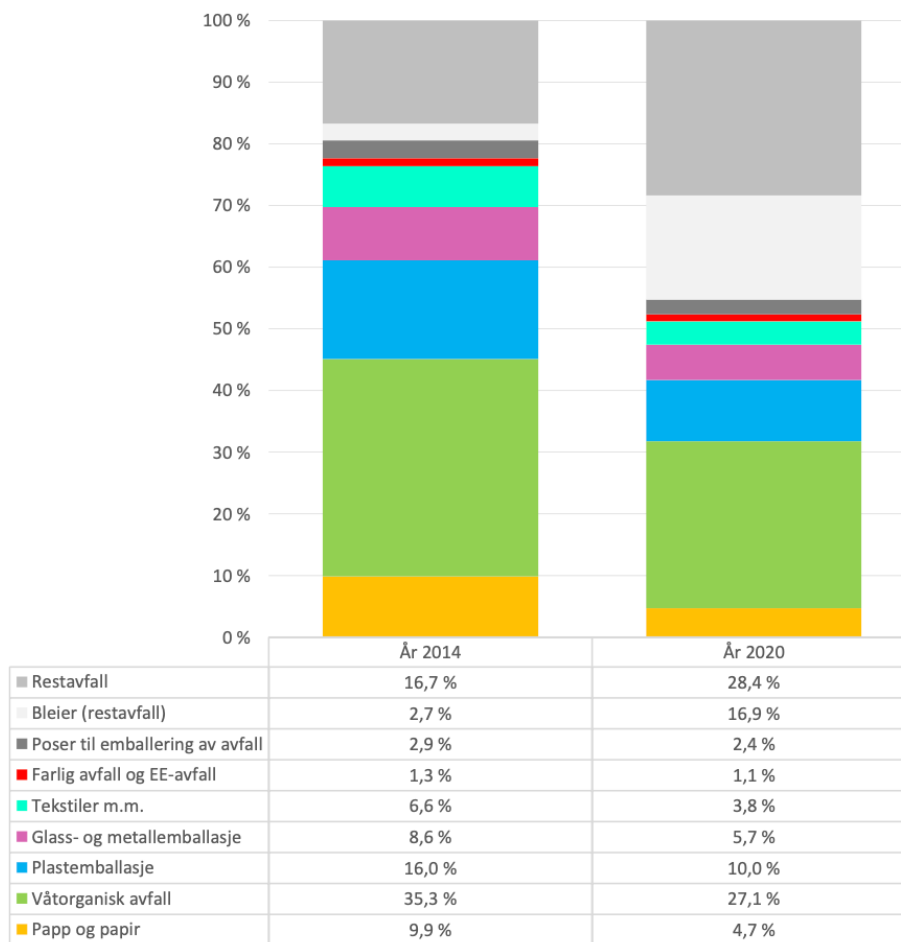
det våtorganiske avfallet var sortert riktig. I 2014 var det 97,9% som var riktig sortert. Dette er en forverring på -4,8 prosentpoeng.

Fra sammensetningen i den våtorganiske dunken finner man mest ikke-nyttbart matavfall, som utgjør 55,8%, men matavfallet totalt utgjør 91%. I analysen fra 2014 var det ikke spesifisert noen underkategorier av matavfall, bare den generelle kategorien som utgjorde 87,9% (Rannveig Nordhagen, 2014, s. 16). Dette viser at det var mer matavfall i det våtorganiske avfallet i 2020. Videre er det verdt å merke seg at bleier var inkludert i bioavfallet i 2014, mens det i 2020 sorteres som restavfall.

Dersom man studerer avfallssammensetningen i beholder for restavfall og våtorganisk avfall, ser man at den største avfallsgruppen er våtorganiske avfall, som totalt utgjør 47,7% av alt avfallet (Sabina Syed, 2020, s. 20). Her er det viktig å merke seg at avfallet som ble analysert er samlet inn i løpet av en periode på fire uker for restavfallet, og to uker for det våtorganiske avfallet. I rapporten har Multiconsult korrigert beregningene, nettopp for at resultatene skal gjenspeile sammensetningen av avfallet over samme tidsperiode.

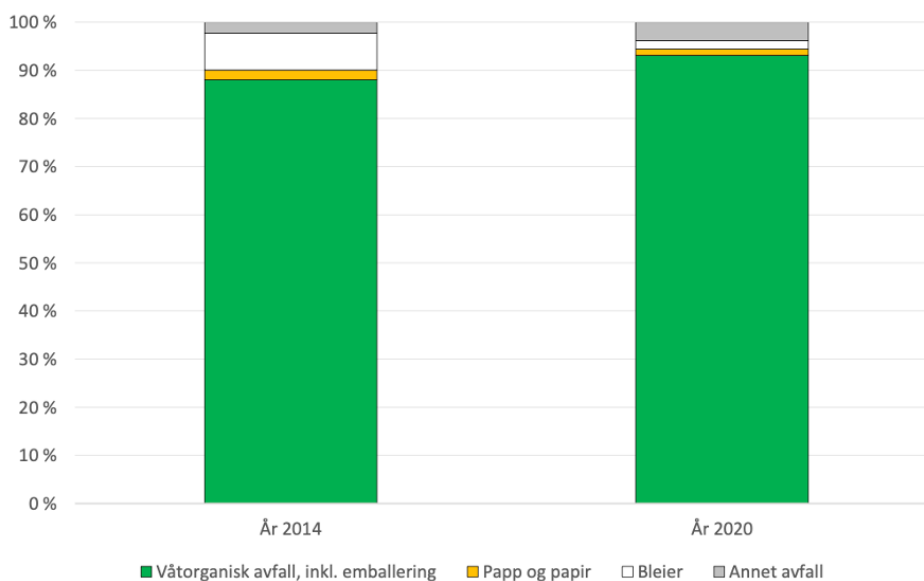
Det de etter hvert kom frem til er at kildesorteringsgraden av det våtorganiske avfallet for de tre innsamlingsområdene i gjennomsnitt er 62% (Sabina Syed, 2020, s. 22). Denne prosenten er et godt utgangspunkt, men det optimale er å ha en så høy kildesorteringsgrad som mulig. Desto mer avfall som kildesorteres, desto mer kan gjenvinnes. Det er derimot ikke gitt at alt som kildesorteres gjenvinnes – det avhenger også av at avfallshåndteringen i etterkant av kildesorteringen er slik den skal være. I 2021 ble alt restavfallet sendt til forbrenning i Sverige (Sterri & Kirkebøen, 2021, s. 30). Det våtorganiske avfallet blir derimot sendt til kompostering, noe som foregår i Kaupanger hvor Simas har hovedkontor. Når Simas har klare planer for hvor avfallet skal gjenvinnes, kan man anta at avfallshåndteringen er god nok, og at avfallet gjenvinnes.

4.1.3 Sammenligning av restavfall og våtorganisk avfall fra 2014 og 2020



Figur 13 - "Sammenligning av restavfallsets sammensetning i 2014 og 2020, vektprosent" (Sabina Syed, 2020)

I 2020 er det en betydelig større andel avfall som er sortert riktig sammenlignet med 2014 (Sabina Syed, 2020, s. 24). Forklaringen på dette er bleiene som i 2014 skulle sorteres som våtorganisk avfall, mens under plukkanalysen i 2020 var det ny innføring om at bleier sorteres som restavfall. Av den grunn er andelen bleier lavere i 2014 enn i 2020. En annen forklaringsfaktor kan være at det er forskjeller i fremgangsmåten for hvordan Multiconsult og Asplan Viak gjennomførte detaljsorteringen. Den åpenbare forklaringen er nok det faktum at husholdningene kildesorterer mer i 2020 enn de gjorde i 2014.



Figur 14 - "Sammenligning av sammensetningen av våtorganisk avfall, år 2014 og år 2020, snitt alle områder, vektprosent" (Sabina Syed, 2020)

Søylen for år 2014 inneholder en hvit andel – denne tilhører bleier ettersom de skulle sorteres som våtorganisk avfall dette året. I 2020 ser man likevel at det er en liten andel bleier som inngår i det våtorganiske avfallet. Dette kan skyldes feilsortering.

4.2 Datasettet

Simas benytter databasen Envidan til å registrere og lagre all informasjon om innsamlet data. Gjennom innhenting av avfall samler de inn data selv. Dette er eksempelvis informasjon om type avfall som produseres, tidspunkt for innhenting, dato, hvor avfallet kommer fra og mengde avfall i kilo. En renovasjonsbil som kjører inn til tømmeanlegget til Simas blir registrert som en transaksjon. En transaksjon er i denne sammenhengen en registrert tømming av avfall. Transaksjonen blir registrert ved at en renovasjonsbil kjører over en vekt før og etter tømming. Dette gjør det mulig for systemet å regne ut mengde avfall ved å trekke vekten fra renovasjonsbilen fra den totale vekten før tømming. I systemet registreres det også hvor avfallet kom fra; info om miljøstasjon, bedriftskunde, husholdning, eller om det er en privatkunde. Videre registreres det hvilken type avfall det er, og hvem som kjører avfallet. En renovasjonsbil som innhenter to typer avfall, blir kontrollveid mellom hver tømming, slik at det blir registrert riktig mengde av hver avfallstype. Informasjon om dato og vekt blir automatisk registrert av systemene.

Datasettet vi hentet ut fra Envidan inneholdt informasjon fra 15 540 transaksjoner gjennomført i en 6 års periode fra 2017 til 2022. (Rå-datasettet Avfall Simas) Transaksjonene kommer kun fra det som

regnes som rutekjøring, altså innhenting av avfall som ligger langs en rute. Vi finner data for rutekjøring registrert som kundenummer 10001, deretter data som ligger på NS kode 9211. Data fra 9211 er data kun fra private abonnement. Dermed har vi data fra privat rutekjøring og data som bare kommer fra søppeldunkene på privat adresse, altså kun avfall som kan være påvirket av gebyrdringen. Det er viktig å påpeke hvordan datasettet vi henter ut ikke kan knyttes opp mot privat informasjon som boligadresse. Transaksjonen inneholder informasjon om hvilken type avfall det er; restavfall, våtorganisk, papp, papir og plast, og metall og glass. Et eksempel på en transaksjon hentet fra Envidan vises i Figur 15. Den viser en transaksjon fra 20.april.2023, der det er innhentet 3080 kg blandet papir og papp.

10001	SIMAS Innhenting	2	Innsamling	1299	Blanda papir og papp	3,080	122952	torsdag 20. april 2023 kl. 15:39	torsdag 20. april 2023 kl. 16:01	april
-------	---------------------	---	------------	------	-------------------------	-------	--------	---	---	-------

Figur 15 - Eksempel på en transaksjon fra Envidan

5 Metode

I dette kapitlet tar vi for oss datainnsamlingsmetoden, nærmere bestemt fremgangsmåten på hvordan vi har samlet inn data. Her presenter vi også metoder vi har brukt for å tilpasse data til vår analyse. I tillegg skriver vi om valg av analyse av tømmedata der vi utdyper om statistiske metoder og analyseverktøy. Vi ønsker gjennom dette å vise hva vi baserer analysen på for å besvare problemstillingen.

5.1 Datainnsamlingsmetode

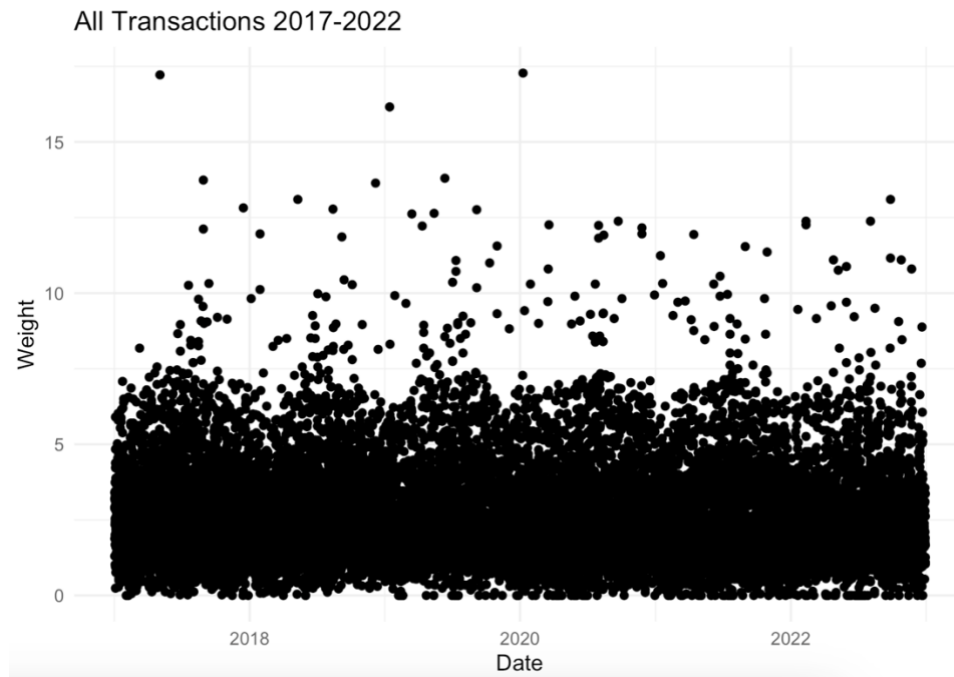
Med tillatelse fra Simas har vi fått tilgang til nødvendig data fra databasen Envidan.

Datainnsamlingsmetoden vi benytter oss av er derfor direkte uthenting fra databasen til Simas. Vi har holdt tett kontakt med Simas gjennom hele forsknings- og skriveprosessen. Både via telefon og e-post. Gjennom å studere transaksjonsdata fra avfall forsøker vi å besvare forskningsspørsmålet.

5.2 Datautvalgsmetoder

I første fasen av datautvalgsmetoden benytter vi temporal utvelgelse for å avgjøre hvilken tidsperiode som er relevant å hente data fra. Ut fra Envidan observerer vi at det er tilgjengelige data tre år før og etter innføringen av gebyrendringen i 2020, og dette er data fra starten av 2017 til slutten av 2022. Vi har også mulighet til å hente ut data fra 2016, men velger å ikke gjøre dette for å fokusere på en tre-års periode før og etter gebyrendringen. Ved å hente ut data fra en total tidsperiode på seks år, vil vi få nok sammenlikningsgrunnlag til å gjennomføre statistiske tester, i tillegg til å få ut en visuell sammenheng.

Under innsamlingsprosessen henter vi inn data fra 15 540 transaksjoner av avfall i perioden 2017-2022. Disse transaksjonene registrerer vi i en oversiktlig Excel-fil (Rå-datasett Avfall Simas, vedlegg). Ved å importere Excel-filen over i statistikkprogrammet R får vi ut en modell som viser alle enkelttransaksjoner. Dette er kun for å få en visuell framstilling av rå-datasettet. Figur 16 viser en modell der hver transaksjon er representert ved et svart punkt.



Figur 16 - Punktvis transaksjoner

Figur 17, under, viser til "upper_bound" og "lower_bound". Data som faller utenfor "upper_bound" og "lower_bound" kaller vi for outliers, på norsk ekstremverdier. Vi bruker "IQR" metoden for å regne ut de faktiske ekstremverdiene. IQR metoden er en statistisk metode som brukes til å identifisere og håndtere ekstremverdier i et datasett. IQR metoden beregner først interkvartilrekkevidde. Dette innebærer å finne forskjellen mellom den øvre kvartil (75.persentil) og den nedre kvartil (25.persentil). IQR gir dermed en identifikasjon av spredningen av dataene i midten av datasettet. «Lower_bound» er beregnet som Q1 (nedre kvartil) minus 1,5 ganger IQR, mens «upper_bound» er beregnet som Q3 (øvre kvartil) pluss 1,5 ganger IQR. Alle verdier som faller utenfor disse grensene, betraktes som ekstremverdier, eller outliers.

Ekstremverdiene i rå-datasettet er da på alle transaksjonene som er på over 6.59 tonn. Dette kan også ses i figur x under. Siden vi ikke har noen transaksjoner på vekt-verdier under 0, så er ikke "lower_bound" relevant i denne studien.

Values	
IQR	Named num 2.02
lower_bound	Named num -1.49
Q1	Named num 1.54
Q3	Named num 3.56
upper_bound	Named num 6.59

Figur 17 - IQR Metoden. Upper_bound viser til grensen der alle verdier er regnet som ekstremverdier i rå-datasettet

Av totalt 15 540 uuthentede transaksjoner, kommer vi frem til at 407 av disse er ekstremverdier, der disse verdiene ligger over 6,59 tonn. Dette utgjør ca. 2,6% av all dataen i rå-datasettet.

Ekstremverdiene kommer mest sannsynlig fra feilkilder, og vi tar en beslutning om at analysen vil gi et mer korrekt svar ved å ekskludere ekstremverdiene.

Deretter bruker vi en stratifisert utvelgelse som går ut på å dele data inn i kategorier med ulike kjennetegn (Grønmo, 2023). Avfallet blir delt inn i ulike kategorier, hvor vi bruker vektandel på restavfallet som den avhengige variabelen. Datasettet blir da delt inn i sortert- og usortert avfall, hvor usortert avfall er representert av alt data fra restavfallet. Grunnen til at vi valgte usortert avfall, var fordi det var enklere å hente ut enn alt det sorterte avfallet.

For å kunne sammenligne periodene fra 2017 til 2022, er det viktig at vi setter opp data på en sammenliknbar måte. Det ble dermed opprettet et nytt regneark i Excel der data ble omstrukturert som forberedelser til analyser.

En transaksjon kan variere mye mellom 2017 til 2022. Et eksempel kan være at renovasjonsbilene kjører et litt større lass per transaksjon i 2022 enn det de gjorde i 2017, eller at det er flere personer som bor i regionen slik at det blir flere transaksjoner i 2022. Data ble sortert månedsvis da avfallet kan variere innenfor en 4 ukers tømmesyklus. Eksempelvis så samlet vi alle transaksjonene av usortert avfall (restavfall) registrert i januar 2017 som et datapunkt. Dermed har vi transaksjoner samlet på månedsbasis for 32 måneder før gebyrdringen og 32 måneder etter.

For å undersøke sorteringsgraden til private husholdninger i Sogn, er det naturlig at vi regner ut andel usortert avfall. Vi regner det ut ved å ta det totale usorterte avfallet dividert på totalt

innsamlet avfall. Det er ikke nødvendig å ta hensyn til faktorer som befolkningsvekst da vi kun ser på sorteringsgraden av det totale innsamlede avfallet.

Til slutt stod vi igjen med 72 observasjoner av andel usortert avfall fordelt på månedene fra januar 2017 til desember 2022. Et utklipp av deler av datasettet kan man se under i figur 18, hele datasettet ligger som vedlegg (Datasettet Avfall Simas)

Type of	Unrecycled trash	Total collected trash	% unrecycled trash of total	Date
Restavfall	223,58	591,96	0,378	31/01/2017
Restavfall	219,24	504,1	0,435	28/02/2017
Restavfall	240,6	581,1	0,414	31/03/2017
Restavfall	223,92	537,66	0,416	30/04/2017
Restavfall	268,68	631,01	0,426	31/05/2017
Restavfall	255,62	648,84	0,394	30/06/2017
Restavfall	294,58	602	0,489	31/07/2017
Restavfall	295,78	643,36	0,460	31/08/2017
Restavfall	243,71	588,44	0,414	30/09/2017
Restavfall	278,4	615,32	0,452	31/10/2017
Restavfall	225,24	563,86	0,399	30/11/2017
Restavfall	236,4	561,4	0,421	31/12/2017
Restavfall	237,16	591,58	0,401	31/01/2018

Figur 18 - Deler av fullstendig datasett. Viser innsamlet tonn avfall av restavfall og totalavfall registrert med data. Viser også utregning av andel usortert avfall i prosent

Når det gjelder utvalg av data hadde det vært ønskelig å ha sammenliknbare datasett fra en liknende kommune som Sogndal. Det ville vært nyttig og interessant å kunne se på hvordan en kommune uten innføring av en slik type gebyring, påvirker sorteringsgraden til private husholdninger kontra en kommune med denne innføringen. Vi var i kontakt med et annet renovasjonsselskap enn Simas, men dessverre lot det seg ikke gjøre å framskaffe tilsvarende data for andre kommuner eller interkommunale selskaper. Datasettet fra Simas var vi heldig og fikk tilgang til.

5.3 Analyse av tømmedata

I besvarelsen vår har vi valgt å anvende en kvantitativ innsamlingsmetode da data foreligger i form av numeriske tall. Kvantitativ metode er en forskningsmetode som omhandler analyse og innhenting av kvantitative data i form av tall eller andre mengdetermer. (Grønmo, 2023). Som nevnt benytter vi tall fra transaksjoner av innhenting av avfall hos private husholdninger i Sogn kommune. Vi benytter statistiske tester på datamaterialet for å kunne si noe om sammenhenger, sannsynlighet og variasjon.

Vi starter med å gjennomføre t-tester. Videre bruker vi regresjonsanalyse for å identifisere en potensiell sammenheng i den innsamlede dataen. I analysen skal vi finne om det er en sammenheng mellom gebyrmodellen, andel usortert avfall og det totale avfallet.

5.3.1 Analyseverktøyet R studios

For å foreta en statistisk analyse av datasettet benytter vi programvaren R. Det er et programmeringsspråk og en programvare for statistisk databehandling, dataanalyse og grafisk visualisering. Per i dag er det en av de vanligste programvarene for data science og statistisk dataanalyse. En av de viktigste funksjonene i R er muligheten til å jobbe med store datasett og å håndtere komplekse beregninger. Dette er spesielt viktig for oss, da datasettet hentet fra Envidan inneholdt 15 540 transaksjoner. Vi bruker R til å gjennomføre flere komplekse tester, derav gjennomsnitt, tosidig t-test, og multippel regresjonsanalyse.

Videre i oppgaven går vi nøyere gjennom testene som vi gjennomfører i R. Vi forklarer fremgangsmåten og hva vi ønsker å få svar på i de ulike testene. I kapittel 6 går vi steg for steg gjennom resultatene av de ulike testene.

5.3.2 Forutsetninger

For de ulike testene deler vi datasettet inn i to deler, “før-perioden” og “etter-perioden”, som representerer perioden før og etter gebyrendringen ble introdusert. Med andre ord, “før-perioden” er fra 2017 – 2020, og “etter-perioden” er fra 2020 – 2022.

I alle testene benytter vi et signifikansnivå på 5%. For at testene skal gi et statistisk signifikant resultat, må den vise en p-verdi som er mindre enn 5% eller 0,05.

5.3.3 T-tester

I den første testen bruker vi R til å regne ut gjennomsnittet, av andel usortert avfall, i både før og etter perioden. Deretter gjennomfører vi en tosidig t-test. En tosidig t-test er en statistisk hypotesetest som brukes til å indikere om det er en signifikant forskjell mellom gjennomsnittene til to grupper av data. I vår besvarelse blir dette da gjennomsnittet av før-perioden og etter-perioden. Videre sammenligner vi gjennomsnittene til de to gruppene og beregner en teststatistikk, t , som måler forskjellen mellom gjennomsnittene for periodene i forhold til variasjonen i datasettet.

Vi gjennomfører en tosidig t-test for andel usorterte avfall, og en for det totale avfallet. Formålet med å gjøre denne testen er å fastslå om det er en signifikant forskjell i andel usortert avfall innhentet før og etter introduksjonen av gebyrendringen.

5.3.4 Regresjonsanalyse og dummyvariabler

Regresjonsanalyse

En regresjonsanalyse er et statistisk analyseverktøy som modellerer sammenhengen mellom en avhengig variabel og en eller flere uavhengige variabler. (Martinussen et al, 2010, s.151). En enkel sannsynlighetsmodell har én avhengig variabel (y) og én uavhengig variabel (x). Hvis regresjonsanalysen inkluderer flere enn én variabel kalles det en multipl regressjon. (Martinussen et al, 2010, s.151-152). Når man kjenner verdien for de uavhengige variablene (x1, x2, x3 og så videre), så kan en fastsette verdien av den uavhengige variabelen (Y). (Braut, G.S og Dahlum, S. 2021). I vårt tilfelle er den avhengige variabelen andel usortert avfall, mens den uavhengige variabelen er måned. Måned er brukt som uavhengig variabel for å fange opp trend i sorteringen.

Den enkle lineære modellen ser slik ut:

$$Y = a + bX + e$$

Hvor,

Y = avhengig variabel/utfallsvariabel = andel usortert avfall

a= konstantledd

X = uavhengig variabel/forklaringsvariabel = tidspunkt: før/etter gebyrendring

b = estimert effekt ved antakelse om lineær sammenheng mellom X og Y

e = feilledd

Dummyvariabler

I regresjonsmodeller er det både variabler som kan kvantifiseres, et eksempel er vekt på avfall og variabler som ikke kan tallfestes som gebyrendring. I denne regresjonsanalysen bruker vi dummyvariabler for de variablene som ikke kan kvantifiseres. Dummyvariabler tar enten verdien 1 eller 0, som indikerer om de er til stede eller ikke. (Wooldridge, s.51, 2021). Vi velger å legge inn gebyrendring som en dummyvariabel, hvor den har verdien 0 før gebyrendring, og verdi 1 etter gebyrendring.

Vi benytter R til å gjennomføre en multipl lineær regresjonsanalyse med flere variabler. Denne testen blir kun gjennomført for andelen usortert avfall, da den svarer direkte på problemstillingen

vår. Vi gjennomfører en multipl lineær regresjonsanalyse der vi ser på forholdet mellom usortert avfall og flere andre uavhengige variabler. Regresjonsmodellen ser slik ut:

$$Y = a + b * t1 + c * t2 + d * D + e$$

Der,

Y= avhengige variabel, andel usortert avfall

t1= uavhengig variabel 1 (MonthNumber)

t2= uavhengig variabel 2 (Dummy_month)

D= Dummy variabel (dummy)

e= feilledd

Dummy= representerer introduksjonen av gebyrdringen

MonthNumber= representerer trender over tid

Dummy_month= sammenlikning mellom "dummy" og "MonthNumber"

Modellen innebærer to trendvariabler og en dummyvariabel. Den ene trendvariabelen – t1 – brukes til å se på trenden fra starten av 2017. Den andre trendvariabelen – t2 - brukes til å måle trendsiftet som kan komme med ny gebyrmodell og begynner i 2020. Dummyvariabelen vil måle eventuell nivåforskjell før og etter ny innføring av gebyrmodell.

Hvordan dette er satt opp ligger som vedlegg Datasett dummy Simas.

Minste kvadraters metode (MKM)

Hensikten ved å bruke minste kvadraters metode er for å minimere de kvadrerte avvikene mellom regresjonslinjen og observasjonene. Regresjonsuttrykket inkluderer et stokastisk feilledd, e, for å fange opp utelatte variabler og tilfeldigheter slik at det gir mer presise estimater.

5.3.5 Sentrale antakelser ved modellen

Når en bruker en regresjonsmodell for kvantitativ analyse, ser vi på fem sentrale antakelser:

Antakelse 1: Linearitet

Modellen antar en lineær sammenheng mellom den avhengige variabelen og de uavhengige variablene. (Woolridge, 2012, s.83)

Antakelse 2: Tilfeldig utvalg

For å unngå unøyaktighet og partiske data er det et ønske om tilfeldig utvalg. (Woolridge, 2012, s.83)

Antakelse 3: Ingen perfekt kollinearitet

Høy korrelasjon mellom de uavhengige variablene kan føre til usikkerhet i parameterne og gjøre det vanskelig å tolke resultatet. Dermed ønsker vi ingen perfekt kollinearitet, som vi finner ved å se om det er en lineær sammenheng mellom to forklaringsvariabler. Om det er en perfekt korrelasjon mellom forklaringsvariablene kan vi ikke benytte minste kvadraters metode. (Woolridge, 2012, s.84)

Antakelse 4: Feilledd lik null

For at modellen ikke skal bryte med denne forutsetningen må feilleddet gi en forventet verdi på null. (Woolridge, 2012, s.86)

Antakelse 5: Homoskedastisitet

Antakelsen om homoskedastisitet betyr at feilene i modellen har samme spredning og fordelingen er lik.

Det er sjeldent en regresjonsmodell oppfylder alle antakelser. Antakelsene brukes for å sikre at resultatene er pålitelige. Eksempelvis så oppfylder ikke vår modell antakelsen om et tilfeldig utvalg. Vi bruker et bevist utvalg av datamateriale, da vi har tilgang på alle avfallshentinger i Sogn.

Problemstillingen er spesifikt rettet mot Sogn.

6 Analyse og resultater

I dette kapitlet presenterer vi analysen vi har gjennomført og resultatet den viser. Gjennom dette forsøker vi å svare på forskningsspørsmålet om det kan påvises en signifikant forskjell i andelen usortert avfall etter gebyrendringen. Gebyrendringens hensikt er å skape økonomiske insentiver for å få husholdningene til å redusere avfallsmengden og øke sorteringsvilligheten. På grunnlag av dette vil vi derfor teste om det har vært en nedgang i andel usortert avfall etter gebyrendringen i 2020. Hypotesene er som følger:

Nullhypotese (H0): Det er ingen signifikant reduksjon i andel usortert avfall etter gebyrendringen.

Alternativ hypotese (H1): Det er en signifikant reduksjon i andel usortert avfall etter gebyrendringen.

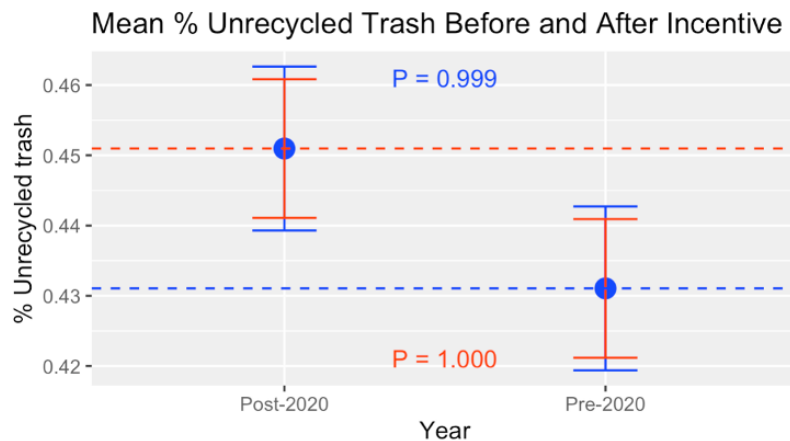
Vi går gjennom de statistiske testene som har blitt utført for å kunne konkludere om H0 beholdes eller forkastes. Vi bruker signifikansnivå på 5%. Viser testene signifikans på større enn 5%, beholdes H0 og bekrefter at det ikke er en statistisk signifikant reduksjon i andel usortert avfall etter gebyrendringen. Viser testene signifikans på 5% eller mindre, forkastes H0 og vi kan konkludere med at den alternative hypotesen er sann.

Videre i kapitlet vil vi i tolkningen av analysens resultater diskutere funnene. Vi vil knytte dette opp mot hva som ble funnet i plukkanalysene, den faktiske endringen i gebyrmodellens økonomiske insentiver, samt andre faktorer som danner grunnlag for identifikasjonsproblem.

6.1 Presentasjon av funn

6.1.1 Test 1: Tosidig T-test

Vi utfører en tosidig t-test som tester andel usorterte avfallet, før og etter gebyrendringen. Denne testen sammenligner gjennomsnittet av andel usortert avfall i etter-perioden med gjennomsnittet i før-perioden. Gjennomsnittet i før-perioden er 43,1%, og 45,1% i etter-perioden. Figur 19 er en visualisering av forskjellen i gjennomsnittet, mens Figur 20 viser resultatet av testen.



Figur 19 - Visuell fremstilling av gjennomsnittet i før- og etterperioden

```
> cat("Mean % unrecycled trash (pre-2020):", mean_pre, "\n")
Mean % unrecycled trash (pre-2020): 0.4310563
> cat("Mean % unrecycled trash (post-2020):", mean_post, "\n")
Mean % unrecycled trash (post-2020): 0.4509652
> cat("P-value for pre-2020 vs. post-2020:", pvalue_pre, "\n")
P-value for pre-2020 vs. post-2020: 0.001426188
> cat("P-value for post-2020 vs. pre-2020:", pvalue_post, "\n")
P-value for post-2020 vs. pre-2020: 0.0002372827
```

Figur 20 - Utskrift fra R som viser gjennomsnitt og resultat fra tosidig t-test for andel usortert avfall

I den tosidige t-testen får vi en p-verdier på mindre enn 0,01, som er lavere enn signifikansnivået på 5%. Dette viser at endringen i gjennomsnittet er statistisk signifikant. Det testen indikerer, er at vi ser en endring i gjennomsnittet i etter-perioden. Siden vi også ser at gjennomsnittet er høyere, vet vi at denne endringen er indikert av et økt gjennomsnitt i etter-perioden. Testen viser en statistisk signifikant økning i gjennomsnittlig andel usortert avfall, noe som er kontraintuitivt for vår hypotese. Det ikke tatt høyde for at dette kan skyldes en trend i sorteringen over tid, og ikke knyttet til selve gebyrmodellen.

6.1.2 Test 2: Multipl lineær regresjonsanalyse

I den andre testen gjennomfører vi en multipl lineær regresjonsanalyse. I denne testen benytter vi tre uavhengige variabler i samme test: «dummy», «MonthNumber» og «dummy_month». Resultatene av den multiple lineære regresjonsanalysen er illustrert i figur 21.


```

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.4196354  0.0105253  39.869  <2e-16 ***
dummy        0.0241354  0.0309535   0.780   0.438
MonthNumber  0.0006526  0.0005172   1.262   0.211
dummy_month -0.0005123  0.0007474  -0.685   0.495
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.03224 on 67 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1137,    Adjusted R-squared:  0.07403
F-statistic: 2.866 on 3 and 67 DF,  p-value: 0.04306

```

Figur 21 - Utskrift fra R som viser estimater av variablene

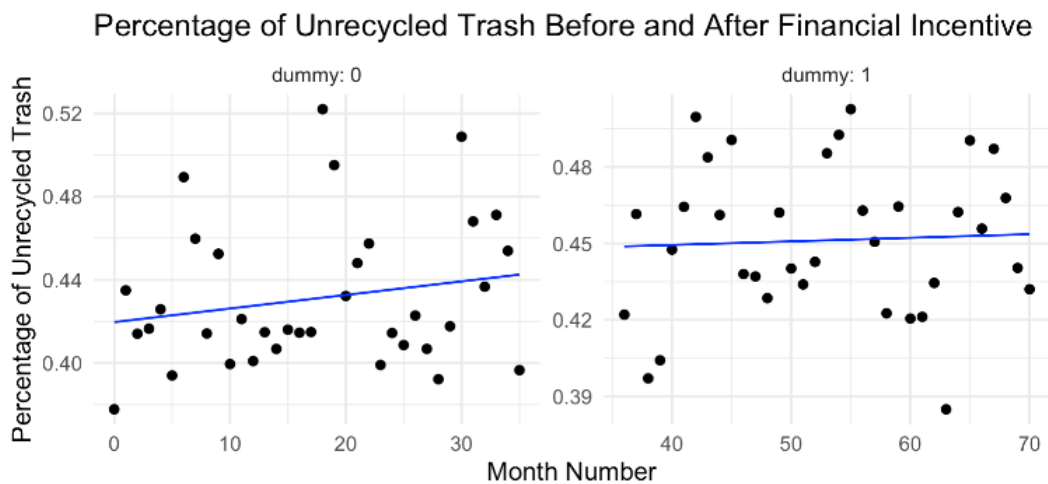
Skjæringspunktet (intercept) viser en startverdi av usortert avfall dersom alle andre variabler er 0. Det vil si andelen usortert avfall i starten av perioden. P-verdiene (Pr(>|t|)) viser til at skjæringspunktet er svært statistisk signifikant. Det indikerer at andelen usortert avfall i januar 2017 ikke starter i 0. Ettersom nivået ikke er av interesse i vår analyse, men derimot endringen i dette som følge av endringen i gebyrmodell, er konstantleddet i seg selv ikke av interesse.

«Dummy» har en p-verdi på 0,438, noe som ikke er statistisk signifikant da den er over signifikansnivået. Dette viser at det ikke er noen umiddelbar endring i usortert avfall etter introduksjonen av gebyrendringen.

«MonthNumber» har en p-verdi på 0,211, som heller ikke er statistisk signifikant. Dette viser at det ikke er en signifikant trend i andel usortert avfall gjennom hele perioden.

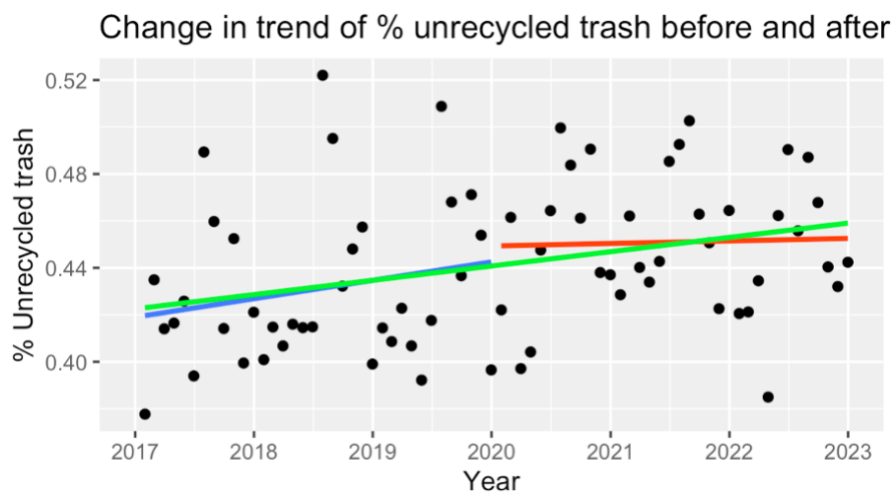
«Dummy_month» har en p-verdi på 0,495, som i likhet med de andre variablene, ikke er statistisk signifikant. Dette viser at det ikke er en signifikant endring i trenden av andel usortert avfall etter gebyrendringen. Gebyrendringen har altså ingen signifikant påvirkning på trenden.

For å illustrere dette har vi laget en modell som viser utviklingen av andel usortert i de to periodene. Figur 22, viser perioden uten dummy og perioden med dummy.



Figur 22 - Estimert linje med og uten dummy

Figur 23 inkluderer dummyvariablene, og illustrerer trenden gjennom hele perioden. Trendlinjen er illustrert i grønt.



Figur 23 - Estimert linje med og uten dummy inkludert trenden gjennom hele perioden for usortert avfall

Figurene illustrerer et trendbrudd i 2020. Regresjonsanalysen avkrefter at dette trendbruddet er statistisk signifikant. Trendbruddet kan dermed ikke påstås å være forårsaket av gebyrendringen.

6.1.3 Totalt innsamlet avfall

For å supplere analysen, valgte vi å gjennomføre en tosidig t-test av det totale innsamlede avfallet, før og etter gebyrendringen. Dette vil ikke bidra til å konkludere med hypotesen, men det vil danne grunnlag for å drøfte analysens resultater.

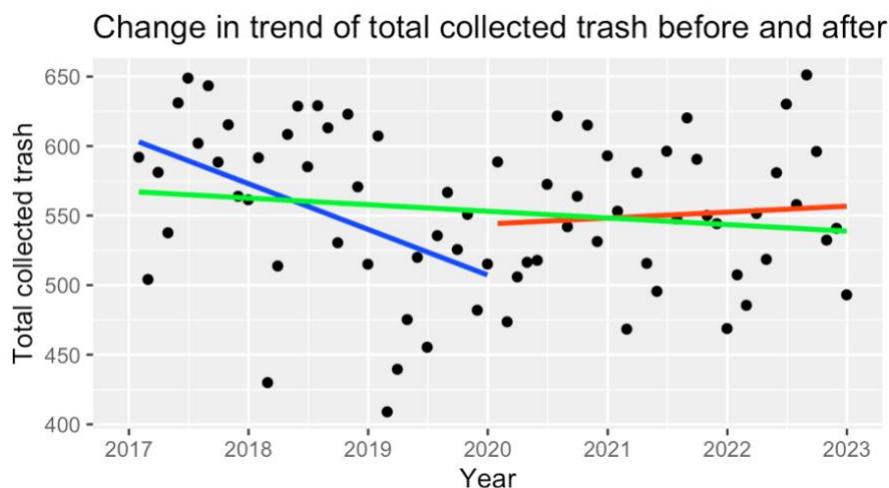
Vi utførte en tosidig t-test som sammenlignet gjennomsnittet av det totale avfallet i etter-perioden med gjennomsnittet i før-perioden. Det vil si alt avfallet som er samlet inn fra alle husholdningene i Simas-regionen i en gjennomsnittsmåned. Gjennomsnittet i før-perioden var 555,3 tonn og 550,5 tonn i etter-perioden. Figur 24 viser resultatene av testen.

```
> cat("Mean total collected trash (pre-2020):", mean_pre, "\n")
Mean total collected trash (pre-2020): 555.2808
> cat("Mean total collected (post-2020):", mean_post, "\n")
Mean total collected (post-2020): 550.5172
> cat("P-value for pre-2020 vs. post-2020:", pvalue_pre, "\n")
P-value for pre-2020 vs. post-2020: 0.3278525
> cat("P-value for post-2020 vs. pre-2020:", pvalue_post, "\n")
P-value for post-2020 vs. pre-2020: 0.2783851
```

Figur 24 - Utskrift fra R som viser gjennomsnitt og resultat fra tosidig t-test av totalt avfall

Resultatene av den tosidige t-testen viser p-verdier på 0,32 og 0,37, altså mer enn signifikansnivået på 5%. Dermed er endringen i det gjennomsnittlige totale innsamlede avfallet ikke statistisk signifikant. Dette indikerer at gebyrendringen ikke har hatt en effekt på det totale innsamlede avfallet.

Figur 25 illustrerer en regresjonsanalyse for det totale innsamlede avfallet, som bare er gjennomført for å kunne vise utviklingen visuelt. Resultatet er dermed ikke relevant i denne oppgaven.



Figur 25 - Estimert linje med og uten dummy inkludert trenden gjennom hele perioden for totalt innsamlet avfall

6.2 Tolkning av resultat

For å konkludere med et svar på forskningsspørsmålet om det er nedgang i andel usortert avfall (restavfall) etter gebyrendringen, må analysens resultater tolkes.

I den tosidige testen tester vi gjennomsnittet av andelen usortert avfall i etter-perioden, med gjennomsnittet i før-perioden. Testen viser oss at det var en statistisk signifikant endring i gjennomsnittlig andel usortert avfall. Det indikerer at gebyrendringen har hatt effekt på andelen usortert avfall. Nullhypotesen vår er at det ikke er en signifikant reduksjon i andel usortert avfall etter gebyrmodellen, så resultatet fra den tosidige t-testen forkaster H_0 . Vi kan ikke, med denne testen alene, konkludere med at gebyrendringen ikke hadde en effekt på sorteringsgraden.

Vi gjennomfører også en multippel lineær regresjonsanalyse for å identifisere et potensielt trendbrudd, noe som den tosidige testen ikke undersøker. Vi benytter oss av tre nye uavhengige variabler; «Dummy», «MonthNumber» og «Dummy_Month». Dummy-variabelen benyttes for å kartlegge om det er en umiddelbar endring i trenden etter at gebyrendringen ble innført. Resultatet av testen viser p-verdier høyere enn signifikantnivået på 5%, som betyr at det ikke var noen statistisk signifikant endring i andelen usortert avfall umiddelbart etter gebyrendringen. MonthNumber-variabelen resulterte også med p-verdier på over 5%, noe som betyr at det ikke er en signifikant trend i andel usortert avfall gjennom hele perioden. Den siste variabelen, Dummy_Month, som er den viktigste testen, resulterer med p-verdier på over 5%. Det betyr at vi ikke kan forkaste H_0 . Ut ifra regresjonsanalysen alene, kan vi ikke forkaste H_0 , og testen indikerer dermed ingen trendendring eller trendbrudd etter introduksjonen av gebyrendringen.

I modellene vist i figur 22 og 23, kan det se ut som man visuelt ser et trendbrudd i andelen usortert avfall. Det kan se ut som trenden peker oppover i før-perioden, men at den slakker litt ut i etter-perioden. Gitt resultatene i regresjonsanalysen vet vi at er trendbrudd eller trendendring ikke er et statistisk signifikant. Det vi derimot vet, er at gjennomsnittet for etter-perioden er statistisk signifikant, og dermed indikerer en generell vekst i gjennomsnittet for tre-års perioden etter gebyrendringen.

«R-squared» forklarer hvor godt en regresjonsmodell passer til de faktiske dataene hentet ut fra datasettet. Verdien av R-squared indikerer hvor mye variasjon i den avhengige variabelen som kan forklares av modellen. (Miles, 2015). R-squared er et tall fra 0 til 1, der en verdi nærmere 1 indikerer

at modellen gir full forklaring på variasjonen i den avhengige variabelen og nærmere 0 forklarer det motsatte.

Henviser her til figur 21: *utskrift fra R med estimater av variablene* som gir en R-squared på 0,1137 og adjusted R-squared på 0,07403. Som vi ser er dette tall som er relativt lave og nært 0. Dette indikerer at modellen ikke med sterk sannsynlighet kan forklare variansen i andelen usortert avfall. En gunstig R-squared er på over 0,7.

6.2.1 Resultatet i lys av plukkanalysene

Plukkanalysene ble gjennomført i 2014 og 2020. Det er derfor viktig å merke seg at endringene i tallene som presenteres har skjedd over en tidsperiode på seks år, og at en del av tallene er fra 2020, og ikke 2022. Resultatene i analysen vår er over en seks-års periode fra 2017 til 2022. Dermed kan man ikke med sikkerhet si at endringene er representative i forhold til resultatet fra analysen, men man kan se på de som et utgangspunkt. Plukkanalysen fra 2020 ble gjennomført i oktober. Dette er ni måneder etter innføringen av den nye og differensierte gebyrmodellen. Gebyrendringen kan ha påvirket kildesorteringen, men plukkanalysen er utført relativt tidlig, så det er sannsynligvis andre faktorer som også har påvirket tallene. Det som hadde vært mest optimalt for oss å sammenligne med er en plukkanalyse fra 2022, men Simas har ikke gjennomført noen senere analyse enn i 2020.

Vi ser først på sammensetningen av det usorterte avfallet. Fra plukkanalysene som er presentert under delkapittel 4.1 henter vi ut tall for riktig- og feilsortert avfall. I 2020 viste analysen at i gjennomsnitt 48% av restavfallet var riktig sortert i restavfallsdunken. I 2014 var dette tallet 23,3%. Dette er en forbedring på 24,7% i sorteringsgraden. Tilsvarende forbedring gjelder for feilsortert materiale.

Fra den totale sammensetningen av restavfallet utgjør papp og papir 9,9% i 2014, og er dermed feilsortert. I 2020 reduseres denne andelen med -5,2%, til 4,7%. Her er det to viktige faktorer å ta hensyn til, blant annet det at plukkanalysen fra 2020 er gjennomført etter endringen. Det er ikke nødvendigvis gebyrendringen som er grunnen til endringen, men for eksempel sosiale insentiver kan ha påvirket tallene. Det rettes mer og mer fokus hvert år mot bærekraft og det å være miljøbevisst. Dette kan også være grunnen til at man ser en forbedring i husholdningenes kildesortering. I tillegg er det viktig å bemerke seg at husholdningene betalte en avgift for å ha egen avfallsdunk for papp og papir før innføringen av gebyrendringen, men at dette ikke var et faktum senere.

Figur 13 viser at en betydelig stor andel restavfall og bleier er sortert riktig i restavfallsdunken i 2020 sammenlignet med 2014. Også de andre avfallstypene har blitt redusert i plukkanalysen som ble gjennomført i 2020, noe som betyr at husholdningene til en viss grad har blitt flinkere til å kildesortere avfallet, og kaste riktig avfall i restavfallsdunken.

Selv om plukkanalysen viser en nedgående trend i feilsortert restavfall, så er dette tall fra en annen tidsperiode enn det vi har sett på gjennom analysen. Årene fra og med 2014 til og med 2016 er ikke inkludert i analysen vår, da vi kun har hentet tall fra og med 2017. Samtidig inkluderer ikke plukkanalysen tidsperioden 2021-2022, hvor den differensierte gebyrmodellen har vært innført en stund. Av den grunn kan vi ikke konkludere med at det er gebyrendringen som fører til nedgangen.

Analysen vår viser at nullhypotesen stemmer, og vi valgte å beholde H_0 . Hypotesen sier at det ikke er noen signifikant reduksjon i andel usortert avfall etter gebyrendringen. Det analysen vår viser er derimot en stigende trend i andel usortert avfall. Dette er motsatt av hva plukkanalysen sier, og kan skyldes nettopp det at plukkanalysen ser på en tidsperiode lenger tilbake i tid.

6.2.2 Resultatet i lys av endringen i de økonomiske insentivene

De minimale endringene i de økonomiske insentivene for økt sortering og avfallsreduksjon bidrar til å forklare hvorfor analysen ikke viser en signifikant reduksjon i andel usortert avfall. Grunnen til at gebyrendringen ikke har gjort en forskjell i husholdningenes sorteringsatferd kan være at den nye gebyrmodellen ikke medførte en signifikant økning i de økonomiske insentivene til kildesortering.

Før Simas gjennomførte gebyrendringen kunne husholdningene velge mellom tre ulike størrelser på avfallsbeholderne, 140 liter, 240 liter og 660 liter. Ved innføringen ble det introdusert en ny størrelse, 80 liter. Denne endringen medførte et økonomisk insentiv til å redusere restavfallsmengden til 80 liter, da denne størrelsen på avfallsbeholderen har en lavere pris per år. Husholdningskunder som generer 80 liter restavfall eller mindre per 4. uke, kunne etter gebyrendringen kontakte Simas for å bestille en ny, mindre avfallsbeholder og redusere sitt avfallsgebyr. Den økonomiske belønningen for dette er 505 kr per år. Tilbudet av ny, mindre restavfallsbeholder medførte altså ingen betydelig økning i økonomiske insentiver.

Gebyrendringen fjernet papp/papir som variabel. Husholdninger med et ekstremt høyt papp/papirforbruk, og har behov for en 660 liters papp/papiravfallsdunk, vil spare en god del i den nye gebyrmodellen sammenlignet med den tidligere. Dette danner imidlertid ikke et vesentlig

økonomisk insentiv for å sortere mer papp/papir, da kundene som vil spare penger på den nye gebyrmodellen allerede sorterte papp/papiravfallet. I den tidligere gebyrmodellen var grensekostnaden til papp/papir lavere enn grensekostnaden til restavfall. Dermed eksisterte det også et økonomisk insentiv for papp/papirsortering før gebyrendringen, og insentivene har ikke hatt noen bemerkelsesverdig endring.

6.2.3 Potensielle feilkilder

Etter en nærmere undersøkelse av datasettet viser det seg at verdiene for mengde restavfall for 2022 er betraktelig lavere sammenliknet med tidligere år. Ved å undersøke dette og spørre Simas om de hadde noe kjennskap til dette, viste det seg at det har vært en endring i registrering av data. I perioden 2017 til 2021 har vi hentet transaksjoner fra avfallstømming registrert under en NS-kode, 9211. Gjennom denne NS-koden undersøkte vi data for restavfall hos private husholdninger. Uheldigvis er det også registrert noen næringstømminger på den ene ruten (rute 10001) fra perioden 2017 til 2021 gjennom kode 9211. Rundt ¼ av innsamlet restavfall hver måned er næringsavfall registrert på feil kode. Fra januar 2020 var det samlet inn 149 tonn restavfall og 60 tonn næringsavfall som begge ble registrert under kode 9211. Ved å gjøre en enkel beregning får vi at 28,7% av de totalt registrerte 209 tonn restavfall for jan 2020 i utgangspunktet er feilregistrert. I 2022 startet Simas å registrere disse næringstømmingene på en ny kode, NS-kode 9212. Dette er dessverre ikke ideelt for vår oppgave da vi ønsket å undersøke andel restavfall hos private husholdninger, ikke næringsdrivende. Grunnet ingen muligheter for å skille ut feildataen med næringstømminger fra perioden 2017-2021, valgte vi å inkludere dette også i året 2022. Dette er for å få sammenlignbare data.

En potensiell feilkilde som dessverre også oppstår unngåelig er menneskelige feil, eller registreringsfeil. Som forklart under 5.2 Datautvalgsmetoder ble flere av verdiene regnet som ekstremverdier. Statistikkprogrammet R regnet ut at alle transaksjoner registrert med en vekt på over 6,59 tonn var ekstremverdier. De høye tallene kan for eksempel skyldes at en lastebil har kjørt over vekten før tømming, men glemt å kjøre over vekten etter tømming. Det kan også skyldes at det ikke har blitt registrert data etter tømming. Dette gir et feil regnestykke da vekten på bilen ikke blir trukket fra mengde avfall, som resulterer i at mengde avfall virker usannsynlig høyt. På den andre siden er det noen transaksjoner som er registrert som 0 tonn som også regnes som en ekstremverdi. I tillegg kan det forekomme registreringsfeil da det er mulig å registrere på feil kode. En tømmebil som kjører inn til tømmeanlegget til Simas må manuelt registrere hvilken NS-kode avfallet skal registreres på.

Fra og med 2022 fikk alle abonnentene av Simas utlevert en avfallsbeholder for glass og metall. Til tross for at innbyggerne tidligere hadde en løsning for å sortere glass og metall, kan utleveringen lette på mengde restavfall. Dette kan være en forklarende faktor for at prosentvis andel usortert avfall er noe lavere i slutten av 2021 og i hele 2022. Ved å nevne dette så er det viktig å påpeke at dette er noe som potensielt kan påvirke den totale mengden avfall.

7 Konklusjon

Studien er gjennomført i samarbeid med Simas, et interkommunalt renovasjonsselskap i Sogn-regionen. Selskapet innførte en ny gebyrmodell i 2020 for å motivere husholdningene til økt kildesortering og redusert avfallsmengde. Den nye modellen differensierer avfallsgebyrene basert på størrelsen på restavfallsbeholderen.

Problemstillingen for oppgaven var: "Har innføringen av den nye differensierte gebyrmodellen ført til økt kildesortering blant husholdninger i Sogn?", der forskningsspørsmålet som ble undersøkt i oppgaven var: "Er det en signifikant endring i andelen usortert avfall (restavfall) etter gebyrendringen?".

Gjennom en kvantitativ analyse som sammenligner husholdningenes sorteringsatferd før og etter gebyrendringen, undersøker studien om en endring i en allerede differensiert gebyrmodell har hatt en effekt på kildesorteringen. Analysen sammenligner andelen usortert avfall i perioden 2017-2019 og 2020-2022, og evaluerer om gebyrdifferensieringens økonomiske insentiver til restavfallsreduksjon har vært effektiv. Vi gjennomførte både tosidige t-tester, og en regresjonsanalyse. Nullhypotesen for testene var: "Det er ingen signifikant reduksjon i andelen usortert avfall etter gebyrendringen," mens alternativ hypotese er: "Det er en signifikant reduksjon i andelen usortert avfall etter gebyrendringen."

Resultatene indikerer at gebyrendringen, ikke har påvirket husholdningenes sorteringsatferd. Selv om selskapets egne analyser viste en mulig positiv trend i sorteringsatferd fra 2014 til 2020, fant regresjonsanalysen ingen signifikante trendendringer i husholdningers avfallsdata i perioden etter gebyrendringen i 2020. Det var heller ingen betydelig endring i den totale avfallsmengden. Den tosidige t-testen viste faktisk en økning i andelen usortert avfall, noe som er i strid med gebyrendringens mål. Ser man Simas plukkanalyse og våre analyser i samme lys, er det ingenting som indikerer, verken visuelt eller gjennom statistisk signifikans, på en nedgang i usortert avfall etter

gebyrendringen. Derfor kan vi ikke konkludere med at gebyrendringen hadde en positiv effekt på sorteringsgraden. Det konkluderes med at en justert videreføring av en enkel differensieringsløsning ikke bidrar til økt gjenvinning og avfallsreduksjon. Studien antyder at større differensieringsendringer er nødvendig for å oppnå disse målene. Løsninger som knytter gebyrnivået direkte til faktisk usortert avfallsmengde blir foreslått for å øke de økonomiske insentivene til kildesortering og optimalisere effekten av differensierte avfallsgebyrer.

7.1 Forslag til videre forskning

Hvilke insentiv som får innbyggerne til å sortere mer og kaste mindre avfall er noe som ville vært interessant å gå nærmere inn på i videre forskning. Er folk mest motivert av økonomiske insentiv der de betaler mindre desto flinkere de er til å sortere? Eller er det kanskje andre faktorer som miljøbevissthet som påvirker for avfallshåndteringen til husholdninger? Tidlig i oppgaven utredet vi om ulike differensierte gebyrmodeller, der det for videre forskning ville vært interessant å undersøke hvordan det er mulig å øke økonomiske insentiv. Se på hvordan det er gunstig å øke insentivene innenfor de ulike gebyrløsningene, om det gjelder vektbasert, frekvensbasert eller beholderbasert tømming.

Litteraturliste

Avfall Norge. (u.å.). *Plukkanalyser* Hentet fra

<https://avfallnorge.no/fagomraader-og-faggrupper/plukkanalyser/> (08/05/23)

Bel, G., & Gradus, R. (2015). Effects of unit-based pricing on household waste collection demand: A meta-regression analysis. *Waste Management*, 35(1), 132-140.

<https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2016.03.003>

Braut, G.S og Dahlum, S. (22.des.2021). *Regresjonsanalyse*. Store Norske Leksikon. Hentet fra

<https://snl.no/regresjonsanalyse> (29/04/23)

European Commission. (2012). Use of economic instruments and waste management performances.

Hentet fra https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/final_report_10042012.pdf

(29/04/23)

Forurensningsloven. (1993). Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven).

Hentet fra <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6?q=forurensningsloven>

(09/05/23)

Grønmo, S. (15.april.2023). *Utvalg*. Store Norske Leksikon. Hentet fra <https://snl.no/utvalg>

(28/04/23)

Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelig metode*. (2.utg). Fagbokforlaget.

Grønmo, S. (2023, 16.april). Kvantitativ metode. I *Store norske leksikon*. Hentet fra

https://snl.no/kvantitativ_metode (28/04/23)

Hong, S., & Adams, R. M. (1999). Household responses to price incentives for recycling: Some further evidence. *Land Economics*, 75(4), 505-514. <https://doi.org/10.2307/3147062>

Martinussen, M., Araï, D., Friborg, O., Hagtvet, K. A., Handegård, B. H., Jacobsen, B. K., Lie, S. & Mørch, W. T. (2010). *Kvantitativ forskningsmetodologi og helsefag*. Fagbokforlaget.

Miles, J. (15.des.2005). R-Squared, Adjusted R-Squared. Wiley Online Librabry. Hentet fra

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/0470013192.bsa526> (08/05/23)

Miljødirektoratet. (2021). Differensierte avfallsgebyr. Hentet fra

<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/for-myndigheter/beregne-kommunale-avfallsgebyrer-veileder/differensierte-avfallsgebyr/> (27/04/23)

Miljødirektoratet. (2021). Fastsettelse av avfallsgebyr. Hentet fra

<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/for-myndigheter/beregne-kommunale-avfallsgebyrer-veileder/5-3-fastsettelse-av-avfallsgebyr/> (27/04/23)

Miljødirektoratet. (2021). Utredning av forurensningsloven § 34 andre ledd om differensiert avfallsgebyr. Hentet fra

<https://www.miljodirektoratet.no/sharepoint/downloaditem?id=01FM3LD2RZN6FAG3KHTFDJ2IMBTOVUJLXA> (20/03/23)

Rannveig Nordhagen. (8. desember 2014). *Analyse av restavfall og bioavfall fra henteordning*. Asplan Viak. Vedlegg i Wiseflow

Reichenbach, J. (2008). Status and prospects of pay-as-you-throw in Europe – A review of pilot research and implementation studies. *Waste Management*, 28, 2809–2814.

<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.008>

Sabina Syed. (21. november 2020). *Plukkanalyse av avfall fra henteordning 2020*. Multiconsult.

https://static1.squarespace.com/static/59a7f6b637c5812192fb6d35/t/60375b93b606a7374c111498/1614240662937/10213310-01-RIM-RAP-001_rev00+Plukkanalyse+av+avfall+fra+henteordning+2020+-+Endelig+versjon.pdf

Simas. (2023, 1. mars). Informasjon om tidligere gebyrmodell [skriftlig kommunikasjon].

Simas. (2023, 2. mai). Informasjon om tømmezyklus [skriftlig kommunikasjon].

Simas. (u.å.). Info - Ny gebyrmodell. Hentet fra <https://www.simas.no/info-ny-gebyrmodell> (26/04/23)

Simas. (u.å.). Om oss. Hentet fra <https://www.simas.no/om-oss/> (23/03/23)

Simas. (u.å.). Priser privat renovasjon. Hentet fra <https://www.simas.no/prisar-privat> (23/03/23)

Simas. (u.å.). Slik sorterer du. Hentet fra <https://www.simas.no/slik-sorterer-du/> (23/03/23)

Sterri, B. T. & Kirkebøen, E. F. (2021). *Livsløpsanalyse av tre studentkosthold med fokus på globalt oppvarmingspotensial (Bacheloroppgave)*. Høgskulen på Vestlandet, Fakultet for ingeniør- og naturvitenskap. https://hvlopen.brage.unit.no/hvlopen-xmlui/bitstream/handle/11250/2826295/Sterri_Kirekboen.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Wooldridge, J.M, (2021). *Introductory econometrics; A modern approach*. (8. Utg.). Cengage.

Figurliste

Figur 1 - Vektbasert	4
Figur 2 - Frekvensbasert.....	5
Figur 3 - Sekkbasert	6
Figur 4 - Økonomiske incentiver	7
Figur 5 - Tabell for sorteringsmuligheter	10
Figur 6 - Tabell for tidligere avfallsgebyrer	11
Figur 7 - Tidligere avfallsgebyrer.....	12
Figur 8 - Tabell for nåværende avfallsgebyr	12
Figur 9 - Nåværende avfallsgebyr	13
Figur 10 – Gebyrendringen	14
Figur 11 - Ny differensiert gebyrmodell.....	15
Figur 12 - Oversikt over variabler.....	15
Figur 13 - "Sammenligning av restavfallets sammensetning i 2014 og 2020, vektprosent" (Sabina Syed, 2020)	21
Figur 14 - "Sammenligning av sammensetningen av våtorganisk avfall, år 2014 og år 2020, snitt alle områder, vektprosent" (Sabina Syed, 2020)	22
Figur 15 - Eksempel på en transaksjon fra Envidan	23
Figur 16 - Punktvis transaksjoner.....	25
Figur 17 - IQR Metoden. Upper_bound viser til grensen der alle verdier er regnet som ekstremverdier i rå-datasettet.....	26
Figur 18 - Deler av fullstendig datasett. Viser innsamlet tonn avfall av restavfall og totalavfall registrert med data. Viser også utregning av andel usortert avfall i prosent.....	27
Figur 19 - Visuell fremstilling av gjennomsnittet i før- og etterperioden	33
Figur 20 - Utskrift fra R som viser gjennomsnitt og resultat fra tosidig t-test for andel usortert avfall	33
Figur 21 - Utskrift fra R som viser estimer av variablene.....	34
Figur 22 - Estimert linje med og uten dummy	35
Figur 23 - Estimert linje med og uten dummy inkludert trenden gjennom hele perioden for usortert avfall.....	35
Figur 24 - Utskrift fra R som viser gjennomsnitt og resultat fra tosidig t-test av totalt avfall	36
Figur 25 - Estimert linje med og uten dummy inkludert trenden gjennom hele perioden for totalt innsamlet avfall.....	36