

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Forord

Denne oppgaven markerer avslutningen på min mastergrad i Fornybar energi ved Universitetet for miljø- og biovitenskap. Oppgaven er utført i samarbeid med Østfoldforskning, hvor jeg først oppdaget problemstillingen og hvor jeg har fått jobbe med masteroppgaven, finansiert av prispenger fra Elreturs miljøfond.

Jeg vil takke alle i Østfoldforskning, som har vært imøtekommende og skapt en god arbeidsatmosfære. Jeg vil særlig få takke John Baxter og Ole Jørgen Hanssen som har vært tålmodige og bistått med uvurderlig hjelp. I tillegg til å alltid engasjere, har Ole Jørgen også bistått med verdifull og systematisk veiledning.

For å gjennomføre analysene i oppgaven har jeg vært avhengig av informasjon fra Agder Renovasjon, Romerike avfallsforedling og Fredrikstad kommune, jeg vil derfor takke Hilde Hvoslef, Øivind Brevik, Roar Myrvold, Haakon Raadim og Eva Sødal for gode tilbakemeldinger.

I tillegg vil jeg få takke følgende personer som har fremskaffet viktig informasjon:

- Henrik lystad og Ellen Halaas, Avfall Norge
- Ole Viggo Svendsen, Guro Kjørsvik Husby og Øivind Nielsen, Elretur
- Jan Røsholm, Elektronikkbransjen
- Elisabeth Helgesen, Telenor
- Frode Syversen, Mepex

Til slutt må jeg takke fatter'n for gjennomlesing og nyttige tilbakemeldinger.

Desember 2012,

Anders Ingvar Gire Dahl

Sammendrag

Mobiltelefoner inneholder verdifulle metaller som er energikrevende og miljøbelastende å utvinne, i tillegg inneholder den toksiske stoffer. Resirkulering vil føre til store klimagevinster ved å erstatte utvinningen av jomfruelig materiale. I Norge blir derimot bare 2 % samlet inn via retursystemet.

Denne masteroppgaven analyserer innsamlingsgraden av elektriske og elektroniske (EE) avfall i utvalgte kommuner, med henting av denne type avfall ute hos abonnenten. Henteordningen omtales også som rød boks-ordning, som hentyder til beholderen hvor avfallet sorteres i. Videre analyseres klimautslippene fra oppsamlingen (henteordning og bringeordning) av mobiltelefoner. Klimagassutslippene fra disse prosessene sees opp mot utslippene som oppstår fra avfallsbehandlingen (innsamling og behandling) av mobiltelefoner. Likeledes sammenlignes utslippene med netto klimagevinst fra avfallsbehandlingen (materialgjenvinning).

Analyseenhetene er oppsamlingssystemene i de interkommunale selskapene Agder Renovasjon og Romerike avfallsforedling, og Fredrikstad kommune. Datainnsamlingen har i hovedsak foregått ved bruk av spørreskjema.

Resultatene viser at det ikke er noen klar sammenheng mellom innsamlingsgraden av EE-avfall og kommuner som tilbyr henteordning. Det virker som om innsamlingsgraden i større grad skyldes informasjon og promoteringsvirksomhet. Men ordningen med røde bokser kan være en faktor som bidrar til økt innsamlingsgrad, ved at de letter levering til kommunale avfallsmottak.

Klimagassutslippene tilknyttet innsamlingen av mobiltelefoner via henteordning er betydelige, dersom det ikke foregår en effektiv samtransport. Dette gjelder ved sammenligning av bringeordning og resten av innsamlingsprosessene for mobiltelefoner. Sammenlignet med netto klimagevinst for avfallsbehandlingen, vil i midlertid transporten være av liten miljømessig betydning, noe som forsvarer et omfattende transportarbeid for innsamling av mobiltelefoner.

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	1
1.1. Problemstilling	3
1.2. Hvorfor resirkulere mobiltelefonen?	4
1.3. Avgrensning og resultater fra tidligere studier	10
1.4. Oppgavens oppbygning	12
2. BAKGRUNN OG RAMMEVERK.....	14
2.1. Produsentansvar	14
2.2. Innsamlingssystemer for avfall lokalt	15
2.3. Innsamlingssystemet for EE-avfall	16
3. MASSESTRØMSANALYSE FOR BRUKTE MOBILTELEFONER I NORGE	19
3.1. Innsamling via retursystemet	19
3.2. Innsamling utenom retursystemet	20
3.3. Mobiltelefoner som blir kastet i restavfall.....	22
3.4. Mobiltelefoner som lagres i norske husstander	23
3.5. Oppsummering og videre prognoser	24
4. METODIKK	26
4.1. Datainnsamling.....	26
4.2. Avgrensning og valg av case	27
4.3. Metodebruk i datainnsamlingen	28
4.4. Oppbygging av analysen.....	29
4.5. Fremstilling av resultater.....	31
5. DATAGRUNNLAG.....	33
5.1. Beskrivelse av innsamlingsløsninger.....	33
5.2. Casebeskrivelser	35
5.3. Forutsetninger og sammenligninger.....	37
5.4. Livsløpsanalyse av avfallsbehandling av mobiltelefon	38
5.5. Usikkerhet i datagrunnlaget	41
6. RESULTATER.....	42

6.1. Individuelle resultater	42
6.1.1. AGDER RENOVASJON	43
6.1.2. ROMERIKE AVFALLSFØREDLING (ROAF)	44
6.1.3. FREDRIKSTAD KOMMUNE.....	46
6.2. Sammenligning av oppsamlingssystemene	47
6.3. Miljøeffekt ved sammenligning av de ulike innsamlingssystemene	48
6.3.1. MILJØEFFEKT VED SAMMENLIGNING AV DE ULIKE HENTEORDNINGENE	48
6.3.2. MILJØEFFEKT VED SAMMENLIGNING AV DE ULIKE INNSAMLINGSSYSTEMENE	49
6.4. Miljøeffekt ved sammenligning av oppsamling og behandling	50
6.4.1. HENTEORDNING SAMMENLIGNET MED INNSAMLINGSPROSESSEN	50
6.4.2. HENTEORDNINGENE SAMMENLIGNET MED RESIRKULERING	51
6.4.3. OPPSAMLINGSSYSTEMENE SAMMENLIGNET MED RESTEN AV INNSAMLINGEN	52
7. DISKUSJON.....	54
7.1. Individuelle og komparative resultater	54
7.2. Effektivitet ved sammenligning av de ulike oppsamlingssystemene	56
7.3. Begrensninger ved studien.....	60
8. KONKLUSJON	62
8.1. Videre forskning.....	64
9. LITTERATURLISTE	65
VEDLEGG	FEIL! BOKMERKE ER IKKE DEFINERT.
Spørreskjema	71

Figuroversikt

Figur 1 – Grunner for ikke å resirkulere sin gamle mobiltelefon. Kilde: Tanskanen (2012).	5
Figur 2 – Illustrasjon på et produkts livsløp.....	8
Figur 3 – Avfallshåndtering av SE-avfall. Tall hentet fra Rasmussen og Wahlquist (2012).....	20
Figur 4 - Avfallshåndtering av mobiltelefoner i i-land. Kilde: Tanskanen (2012).....	24
Figur 5 - Avgrensning av fokusområdet.....	28
Figur 6 - Mulige avfallshåndteringsalternativer av mobiltelefoner.	30
Figur 7 - Verdikjeden for resirkulering av mobiltelefoner inndelt i fokusområdet mitt og Østfoldforskning.	31
Figur 8 - Avfallsbehandling av mobiltelefoner ved to ulike scenarier.	39
Figur 10 - GWP for de ulike innsamlingsystemene. I gram CO ₂ -ekv. per mobiltf.	50
Figur 11 – Klimagassutslipp fra de ulike henteordningene og resten av transportkjeden for innsamlingen av mobiltelefoner. Gram CO ₂ -ekv. per mobiltf.....	51
Figur 12 - Klimagassutslipp av de ulike innsamlingsystemene sammenlignet med resten av innsamlingsprosessen. Gram CO ₂ -ekv. per mobiltf.....	53
Figur 13 - Utslipp i CO ₂ -ekv. for hhv. ulik rutelengde, lik rutelengde og ulik rutelengde med 100 % kapasitetsutnyttelse for de ulike henteordningene.....	58

Tabelloversikt

Tabell 1 - Gjennomsnittlig konsentrasjon av metaller i kasserte mobiltelefoner. Markedsverdi og anslått metallinnhold i 8 millioner mobiltelefoner. Gjennomsnittlig konsentrasjon hentet fra Rotter og Chancerel (2012).....	6
Tabell 2 – Omsetning av mobiltelefoner og smarttelefoner siden 2004.....	22
Tabell 3 – Sannlighetsfordeling (Weibull) av levetiden til mobiltelefoner. Kilde: Nordic Council (2009).	25
Tabell 4 - Andel personer i alderen 9-79 år med tilgang til egen mobiltelefon. Prosent.	25
Tabell 5 - Avfallsselskaper med rød boks-ordning inndelt i de som tilbyr henting hos avfallsbesitter, henting av SE-avfall/farlig avfall, årlig hentefrekvens, og utsortert EE-avfall. 2011.....	35
Tabell 6 - Oppsummering av befolkningsstatistikk fra de tre analyseenhetene. 2011.	36
Tabell 7 – Restavfall for de tre analysenhetene. Tonn. 2011.	36
Tabell 8 - Tallgrunnlag for estimering av innsamling via forhandler. 2011.	36
Tabell 9 - Transportmidler og utslippsdata for de ulike innsamlingsløsningene.....	37
Tabell 10 - Transportavstander basert på forutsetninger. Skalert mhp. befolkningstetthet.	37
Tabell 11 - Vektete avstander til forhandler og KAM basert på befolkningstetthet og kartmålinger.	38
Tabell 12 - Resultater fra livsløpsanalysen av håndteringen av kasserte mobiltelefoner.	40

Tabell 13 - Spesifikk global warming potential (GWP) for de ulike prosessene i base-scenariet	40
Tabell 14 - Innsamling via rød boks og KAM, og EE-avfall i restavfall. Agder Renovasjon.....	44
Tabell 15 - Avfallshåndtering blant innbyggere i eierkommunene til Agder Renovasjon. 2011.	44
Tabell 16 – Oppsummerende resultater om ROAFs miljøbil. 2011.	45
Tabell 17 - Avfallshåndtering blant innbyggere i eierkommunene til ROAF. 2011.....	46
Tabell 18 – Oppsummerende resultater om innsamling via hentesystem i Fredrikstad 2011.....	46
Tabell 19 - Avfallshåndtering blant innbyggere i Fredrikstad kommune. 2011.....	47
Tabell 20 - Oppsummerende statistikk for de ulike oppsamlingssystemene.	47
Tabell 21 - Avfallshåndtering blant de ulike oppsamlingssystemene. I prosentvis fordeling.....	48
Tabell 22 - GWP for henteordningene ved hhv. ulik og lik rutelengde. Gram CO ₂ -ekv. per mobiltlf.	49
Tabell 23 - GWP for de ulike innsamlingssystemene. Gram CO ₂ -ekv. per mobiltlf.	49
Tabell 24 - Antall km man må kjøre for å utligne gevinst i netto klimagassutslipp av å materialgjenvinne en mobiltlf.	52
Tabell 25 - GWP for de ulike innsamlingssystemene. Gram CO ₂ -ekv. per mobiltlf.	52
Tabell 26 - Spesifikasjoner på transportmidler brukt ved de ulike henteordningene.....	57
Tabell 27 - Utslipp i CO ₂ -ekv. per mobiltlf. ved hhv. ulik og lik rutelengde med full kapasitetsutnyttelse.....	57
Tabell 28 - Sammenligning av statistikk fra SSB og årsrapporten til Agder Renovasjon.	60

Forkortelser

KAM – Kommunale avfallsmottak

EE – Elektriske og elektroniske

SE – Småelektronikk

ROAF – Romerike avfallsforedling

1. INNLEDNING

Forbruket av elektriske og elektroniske (EE) produkter har hatt en sterk utvikling de siste tiårene. Framveksten av et moderne industriapparat har gjort det mulig å masseprodusere standardiserte varer. Høyteknologiske produkter som TV'er, mobiltelefoner, datamaskiner og andre husholdningsartikler, som tidligere var forbeholdt de rikeste, kan i dag betraktes som allemannseie. Vår forbrukerlivstil har i midlertid ført til et overforbruk av naturressurser og et miljøproblem i global skala. *"Vi produserer mer enn naturen tåler, og volumveksten mer enn oppveier virkningene av mer miljøvennlige produkter og produksjonsmetoder"* (MD, 1999). I 1987 blir vi introdusert for begrepet bærekraftig utvikling, og gjenvinning blir en viktig strategi for å redusere miljøproblemer knyttet til ressursbruken.

EE-avfall er den avfallstypen som vokser raskest i Europa (A.M., 2011). EE-avfall har en høy konsentrasjon av verdifulle og sjeldne metaller, men også toksiske stoffer som har negative effekter på miljøet og menneskers helse (Widmer et al., 2005). Utvinningen av metallene som trengs i EE-produkter er energikrevende og fører til store klimagassutslipp. Flere av de er også knappe ressurser, og reservene vokser ikke i takt med resten av økonomien (Jakobsen, 2012). Materialgjenvinning vil sørge for at verdifulle ressurser i avfallet blir utnyttet i ny produksjon. Ved å lukke kretsløp på denne måten erstattes den belastende utvinningen, og vi sparer på de knappe ressursene. I tillegg er foredlingsprosessen av metaller, fra avfall, mye mer miljøeffektivt enn utvinning av jomfruelig materiale (Hischier et al., 2005; Wäger et al., 2011). Med andre ord oppnås det store miljøgevinster ved avfallsbehandling av EE-avfall.

For å bidra til resirkulering og for å redusere de miljøfarlige stoffene i EE-avfall har EU innført særlig to viktige direktiver; Waste Electronic and Electric Equipment (WEEE Directive 2002/96/EC) og Restrictions of Hazardous Substances (RoHS Directive 2002/95/EC). WEEE-direktivet går ut på at produsenter og importører av EE-produkter er ansvarlige for å håndtere innsamling og gjenvinning av produkter som kastes, på en sikker og miljøvennlig måte (European Union, 2003a). RoHS er et

direktiv som innebærer restriksjoner på bruk av miljøfarlige stoffer i EE-produkter, som for eksempel bly, kvikksølv og kadmium (European Union, 2003b). Norge har også forpliktet seg til å følge direktivene gjennom EØS-avtalen og EUs avfallsdirektiv, som er implementert i den norske avfallsforskriften. Et direktiv er en rettsakt, hjemlet i EUs grunnleggende traktater (Utenriksdepartementet, 2006).

Norge ligger på verdenstoppen når det gjelder innsamling og gjenvinning av EE-avfall, og i gjennomsnitt blir 90 % gjenvunnet (Norsas AS, 2010; The European Recycling Platform, 2011). Innsamlingsgraden av småelektronikkavfall (SE-avfall) er derimot en del lavere. For mobiltelefoner er innsamlingsgraden via retursystemet på fattige to prosent (Kippe, 2011). Det norske regelverket sier at produsenter og importører av EE-produkter er pliktig til å ta imot alt EE-avfall gratis, og å informere om ordningen (Norsk Lovtidend, 2005). Det vil si at forbrukerne kan levere EE-avfall til forhandlere av tilsvarende produkter som skal leveres inn. I tillegg er også kommunale avfallsmottak (KAM) forpliktet til å ta i mot EE-avfall gratis fra husholdningene. En slik ordning hvor avfallsbesitter tar med seg avfallet til en *opsamlingsenhet*, herunder forhandler eller KAM, kalles for en *bringeordning*.

På grunn av størrelsen kan mobiltelefoner enkelt lagres i husholdningen, eller kastes i restavfallet (Darby and Obara, 2005). Store elektriske apparater, som for eksempel komfyrer og fjernsyn, vil være mye vanskeligere å kvitte seg med på uforsvarlig vis. Hovedgrunnen til at mobiltelefoner ikke leveres er at mange fortsatt har de som reserve. I tillegg er det mange som ikke vet hva de skal gjøre med den, slik at den blir liggende (Ongondo and Williams, 2011a). På bakgrunn av spørreundersøkelser er det estimert at det ligger rundt 8-10 millioner mobiltelefoner i norske hjem (Rasmussen and Wahlquist, 2012). I et forsøk på å bedre tilstanden har tidligere Miljø- og utviklingsminister Erik Solheim og Miljøverndepartementet krevd en utredning av en panteordning, hvor forbrukerne får kompensasjon for innlevering av småelektronikk (Jørgensen and Eriksen, 2011). Utredningen konkluderte derimot med at en panteordning er svært ressurskrevende og lite hensiktsmessig (Rasmussen and Wahlquist, 2012). Det har

også blitt nedsatt en komité som arbeider for å finne en mulig løsning på problemet. Resultatet av utredningen skal legges fram for stortinget i begynnelsen av 2013.

Denne oppgaven vil omhandle avfallshåndteringen av mobiltelefoner. Nærmere bestemt vil jeg studere oppsamlingen av EE-avfall, med hovedfokus på mobiltelefoner som innsamlingsobjekt. EE-avfall er alle utrangerte elektriske og elektroniske produkter og komponenter som trenger strøm eller batteri for å virke. SE-avfall er alt småelektronisk avfall som får plass i en bærepose (Elektronikkbransjen sin definisjon).

Oppsamling er det første trinnet i et innsamlingssystem. Oppsamlingen foregår enten som en bringeordning eller som en *henteordning*. I en henteordning blir avfallet hentet ute hos avfallsbesitter, noe som er typisk for vanlig husholdningsavfall, som matavfall og restavfall. Innsamlingen av husholdningsavfall er et kommunalt ansvar, jamfør forurensningsloven. Forurensningsloven gir visse føringer, men kommunen bestemmer selv hvordan den vil utforme innsamlingssystemet, og derfor finnes det flere ulike løsninger for oppsamling av husholdningsavfall i Norge (Bø et al., 2012). Noen få kommuner har valgt å etablere en henteordning for farlig avfall og SE-avfall, og det er slike henteordninger som er hovedfokuset i denne oppgaven. For kommunen er det viktig at avfallshåndteringen blir løst på en økonomisk, ressurs- og miljømessig god måte. Henteordningen og innsamlingssystemet for EE-avfall vil variere i utforming fra kommune til kommune, derfor vil jeg sammenligne de på bakgrunn av innsamlingsgrad og klimagassutslipp. Jeg vil også se hvor store utslippene er i forhold til resten av innsamlingen og behandlingen av mobiltelefoner.

1.1. Problemstilling

I denne oppgaven vil jeg forsøke å svare på tre hovedproblemstillinger:

- Hva er innsamlingsgraden av EE-avfall i kommuner som har henteordning, og finnes det en sammenheng mellom innsamlingsgrad og kommuner som tilbyr henting av SE-avfall?

- Hva er klimagassutslippene av innsamling av mobiltelefoner via henteordning og bringeordning i utvalgte kommuner, og hva er denne sammenliknet med andre?

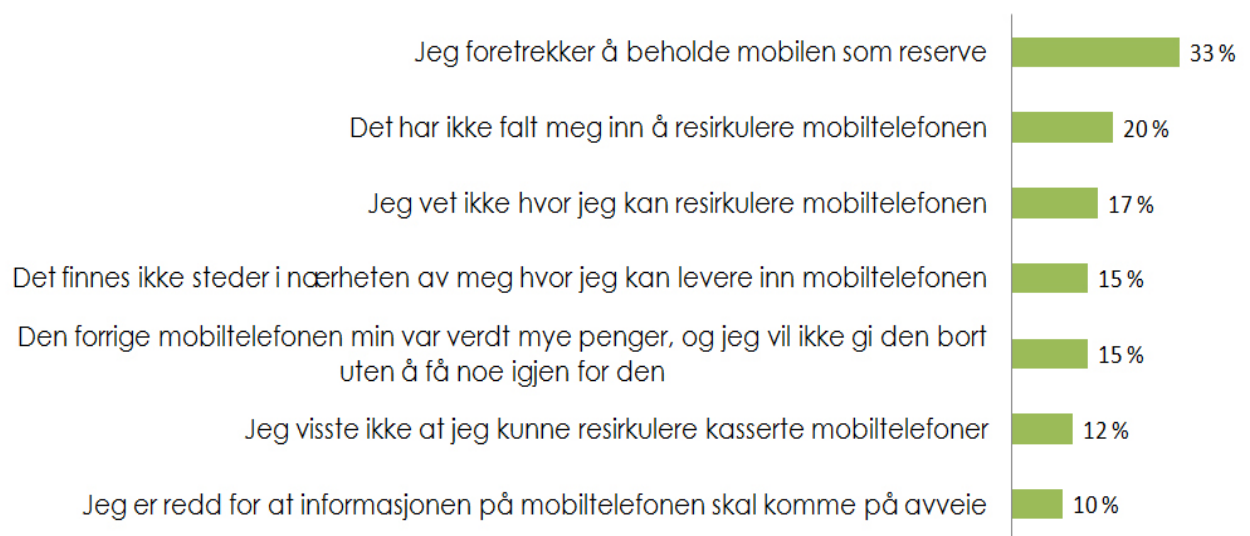
- Hva er sammenhengen mellom netto klimagevinst ved økt innsamling og resirkulering av mobiltelefoner sammenliknet med klimagassutslippene knyttet til innsamlingsprosessen og behandlingen?

1.2. Hvorfor resirkulere mobiltelefonen?

For å få til effektive og permanente endringer i en bedrift er det viktig at de ansatte bidrar aktivt i de tiltakene som gjennomføres. En slik medvirkning blant de ansatte forutsetter en klar forståelse av hva som skal gjøres og hvorfor det skal gjøres. I overført betydning kan disse forutsetningene også gjelde for å få til en vellykket avfallshåndtering i husholdningen. Innsamling av mobiltelefoner avhenger av at forbrukerne har kunnskap om hvordan de kan resirkulere, samtidig som de bør vite bakgrunnen for hvorfor de skal resirkulere. Most (2003), Ongondo & Williams (2011b), Tanskanen (2012), og Halvorsen (2012) identifiserer denne offentlige bevisstheten som selve hovedfaktoren for en vellykket innsamling. Darby & Obara (2005), på sin side, konkluderer med at husholdningene ikke vil ha informasjon om hvorfor de skal resirkulere småelektronikk, men heller vil vite hvordan de kan resirkulere. Canning (2006) konkluderer med at utformingen av innsamlingssystemet er av liten betydning uten involvering fra forbrukersiden. Jeg vil her gi en mer inngående bakgrunn enn det som er nevnt innledningsvis, for å gi en forståelse av hvorfor det er viktig å resirkulere mobiltelefonen, og for å gi et kunnskapsgrunnlag for videre lesning i oppgaven.

Det er knyttet flere barrierer til det å levere fra seg en mobiltelefon enn for eksempel en hårføner. Mobiltelefonen inneholder ofte sensitiv informasjon, og

undersøkelser har vist at mange kvier seg for å levere i frykt for at den lagrede informasjonen skal komme på avveie (Tanskanen, 2012). Den største barrieren er at mange oppbevarer mobiltelefonen som reserve, som en følge av at brukstiden som regel er kortere enn den tekniske levetiden (Ongondo and Williams, 2011a; Tanskanen, 2012). Nokia har gjennomført en global spørreundersøkelse som kartlegger grunner for ikke å resirkulere mobiltelefonen, figur 1. lister opp de sju vanligste grunnene.



Figur 1 – Grunner for ikke å resirkulere sin gamle mobiltelefon. Kilde: Tanskanen (2012).

Undersøkelsen viser at folk i industrialiserte land vil med større sannsynlighet lagre mobiltelefonen, enn personer i utviklingsland (Tanskanen, 2012). Det at mobiltelefonen blir lagret i hjemmet vil ikke nødvendigvis bety at miljøgifter kommer på avveie, men det er allikevel andre viktige perspektiver å ta hensyn til.

Mobiltelefoner inneholder sjeldne og verdifulle metaller som kobber, gull, sølv og palladium. Dette gjør dem til en av de mest verdifulle fraksjonene, i forhold til masse og volum, i EE-avfallsstrømmen (Ongondo and Williams, 2011b). De inneholder også mer vanlige metaller som jern og aluminium, og noen miljøskadelige som bly og kadmium. Til sammen utgjør metaller omtrent 25 % av en mobiltelefon, hvor av kobber dominerer. Derfor vil også materialgjenvinningen i hovedsak være dominert av kobber. Men økonomisk sett er gull helt avgjørende for

resirkuleringen, og utgjør 70 % av inntektene (Geyer and Doctori Blass, 2009). Sammen med kobber, sølv og palladium, utgjør de fire metallene 95 % av inntektene fra resirkuleringen av mobiltelefoner. Tabell 1. gir en oversikt over gjennomsnittlig konsentrasjon av ulike metaller i kasserte mobiltelefoner. Markedsprisene for de ulike metallene er også oppgitt, sammen med et anslag på metallinnholdet i 8 millioner mobiltelefoner, som kan være den totale mengden lagrede mobiltelefoner i norske hjem.

Tabell 1 - Gjennomsnittlig konsentrasjon av metaller i kasserte mobiltelefoner. Markedsverdi og anslått metallinnhold i 8 millioner mobiltelefoner. Gjennomsnittlig konsentrasjon hentet fra Rotter og Chancerel (2012).

Metall	Konsentrasjon	Markedsverdi (NOK/kg)*	Metallinnhold i 8 mill. mobiltlf. (i kg)**
Cu Kobber	14 %	47,1	156 800
Fe Jern	7 %	0,6	78 400
Al Aluminium	3 %	11,2	33 600
Ni Nikkel	15000 ppm	104,6	16 800
Sn Tin	10000 ppm	122,4	11 200
Zn Zink	6000 ppm	11,4	6 720
Pb Bly	5000 ppm	13,1	5 600
Ag Sølv	3630 ppm	6 863,7	4 066
Cr Krom	2000 ppm	15,7	2 240
Ba Barium	1061 ppm	7,2	1 188
Sb Antimon	1000 ppm	73,0	1 120
Au Gull	347 ppm	357 315,3	389
Bi Bismuth	300 ppm	118,3	336
Pd Palladium	150 ppm	133 236,2	168
Co Kobolt	145 ppm	166,0	162
Be Beryllium	88 ppm		99
Ta Tantal	40 ppm	1 577,1	45
In Indium	20 ppm	3 319,3	22
Pt Platin	5 ppm	310,2	6
Cd Cadmium	?		
Li Lithium	?		
S.j.a.***	?		

*Markedsverdi og dollarkurs fra oktober 2012. Markedsprisen er hentet fra mineralprices.com

**Dersom en mobiltelefon veier 140 gram.

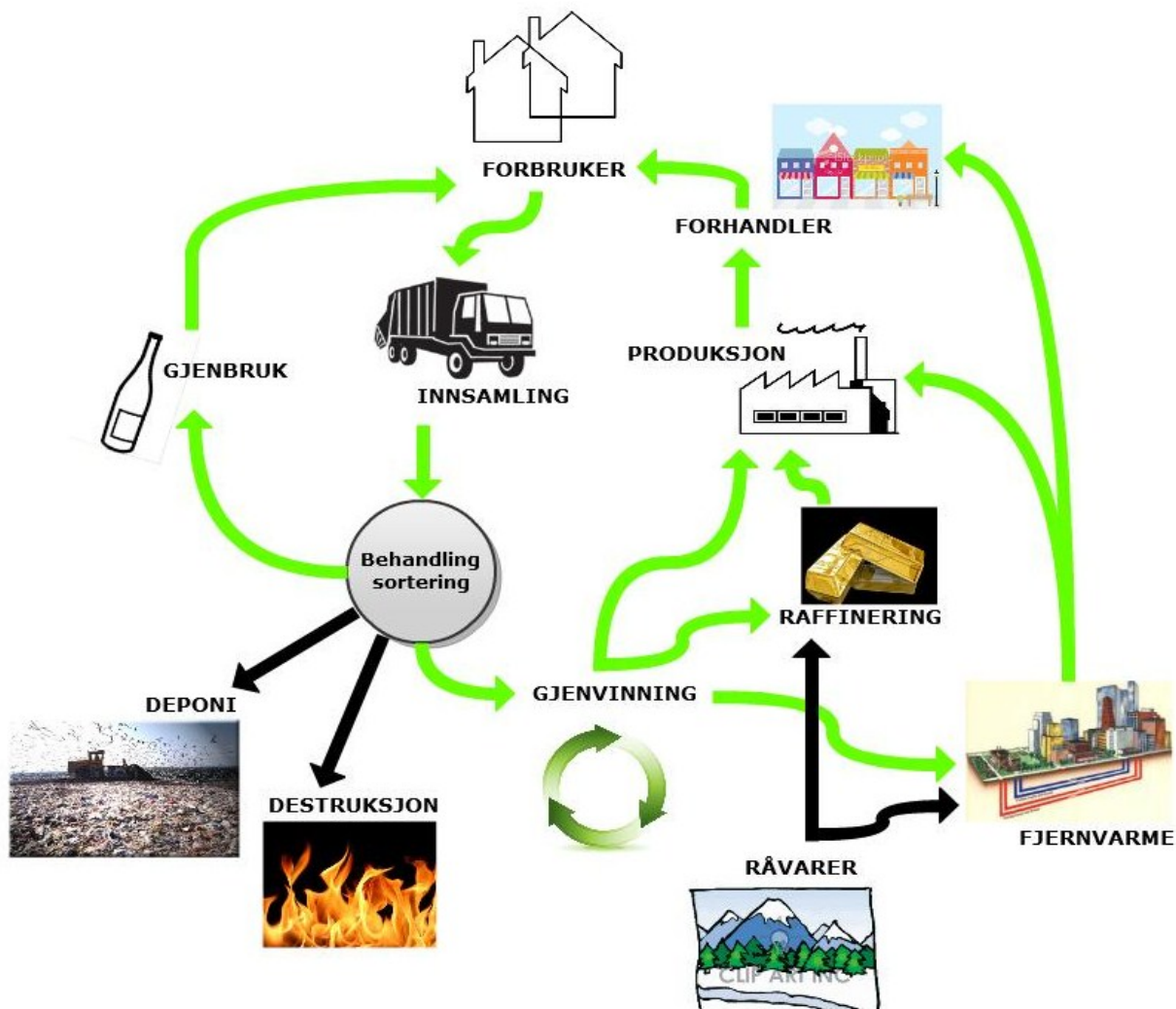
***S.j.a. sjeldne jordarter.

Fra tabellen kan vi observere at mange av metallene finnes i svært små konsentrasjoner. Slike metaller har blitt kalt for *kryddermetaller* (Reller et al.,

2009). De utgjør en svært liten del av produktet, men på grunn metallenes spesielle egenskaper er de helt avgjørende for produktets funksjonalitet – akkurat som et krydder kan være for smaken på en spesiell rett. Gull er et av de viktigste kryddermetallene. Det er fullstendig vedlikeholdsfritt og har unike strømførende egenskaper. Substituttene platina, palladium og sølv har lignende egenskaper, men er mer utsatt for slitasje og korrodering, noe som kan føre til kortere teknisk levetid (Jakobsen, 2012). Alle de fire metallene er uunnværlige i de fleste EE-produkter, og bruksområdene blir stadig flere. Reservene vokser imidlertid ikke i takt med resten av økonomien og utvinningen blir stadig vanskeligere og mer energikrevende (Jakobsen, 2012). For å utvinne ett gram gull må man frakte omtrent to tonn med steinmalm fra store dyp, opptil flere kilometer, som så må males ned, filtreres, siktes og behandles (Jakobsen 2012). Alternativt vil man få ut like mye gull ved å resirkulere 36 mobiltelefoner - med andre ord finnes det en gullgruve i flere norske hjem.

I 2011 ble det solgt 1,55 milliarder mobiltelefoner globalt, hvor av 2,25 millioner i Norge (Mobithinking, 2012). Den raske teknologiske utviklingen av mobiltelefoner, og en stadig økende funksjonalitet (kamera, musikk, nettleasing osv.) gjør brukstiden relativ kort. Mange anser telefonen som foreldet allerede etter ett år, selv om et stort antall mobiltelefoner fortsatt er i teknisk stand (Ongondo and Williams, 2011a). I Norge skifter vi i gjennomsnitt ut mobiltelefonen etter to år (Nordic Council, 2009). Selv om mobiltelefonen har mistet hele eller deler av sin verdi for oss, så består den fortsatt av de samme materialene og mineralene som når den ble produsert. Ved resirkulering vil vi spare på de knappe ressursene, samtidig som materialgjenvinning vil erstatte energikrevende og miljøbelastende utvinning av jomfruelig materiale. Utnyttelsen av materialene i avfall er også kjent som *urban mining*. Konsentrasjonen av enkelte verdifulle metaller i EE-avfall kan være langt høyere enn i de drivverdige gruver. Livsløpsanalyser viser at urban mining kan være opptil fem ganger så miljøeffektivt (Hischier et al., 2005; Wäger et al., 2011). En livsløpsanalyse er en metode brukt for å kartlegge all ressursbruk og alle utslipp fra ideelt sett alle prosesser som inngår i et produkts livsløp, fra «vugge til grav». Et livsløp innebærer utvinning av råmateriale, produksjon, bruk, og

endelig behandling eller gjenbruk (Svendsen, 2010)(illustrert i figur 2). Man kan også foreta en livsløpsanalyse på deler av et livsløp, som for eksempel avfallsløpet til et produkt.



Figur 2 – Illustrasjon på et produkts livsløp

Ved bruk av moderne (state-of-the-art) resirkuleringsteknologier kan 100 % av materialene i mobiltelefonen resirkuleres i form av nye materialer eller som energi (Tanskanen, 2012). I praksis (i Norge) blir også nesten alt resirkulert, men ikke såkalte sjeldne jordarter, eller sjeldne metaller, som mobiltelefoner også inneholder. Denne situasjonen er imidlertid i ferd med å endre seg. Sjeldne jordarter består av 17 ulike grunnstoffer, som alle er avgjørende bestanddeler i en rekke ulike elektroniske og høyteknologiske produkter. Mobiltelefoner, TV'er, harddisker, vindmøller, biler, sparepærer, lasere og batterier er bare noen eksempler. Når det

gjelder mobiltelefoner viser det seg å være vanskelig å si noe sikkert om innholdet av disse metallene (Reller et al., 2009). Navnet sjeldne jordarter er noe misvisende siden de faktisk finnes i rikt monn rundt om i hele verden, inkludert i Norge (Hamnes, 2012). De to ”mest sjeldne” metallene er nesten 200 ganger vanligere enn gull (Massari and Ruberti, 2012). Problemet er derfor ikke å finne metallene, men å finne metoder for å utvinne de på en lønnsom måte. Utvinningen er nemlig en komplisert affære som er svært energikrevende og miljøbelastende. De sjeldne jordartene opptrer vanligvis i forskjellige mineraler i samme forekomst og store mengde kjemikalier, energi og vann må benyttes for å separere de (Massari and Ruberti, 2012). Mange av forekomstene inneholder også de radioaktive grunnstoffene uran, thorium og radium, noe som medfører dyre sikkerhetstiltak for å beskytte miljøet og arbeidernes helse. (Massari and Ruberti, 2012). Materialgjenvinning av sjeldne metaller kan derfor gi potensielt store miljøgevinster.

Kina dominerer fullstendig utvinningen og foredlingen av sjeldne jordarter. Ca. 97 % av verdens forsyninger kommer fra Kina, selv om de ”bare” har 30 % av verdens forekomster (Massari and Ruberti, 2012). Fra å tilby billige råvarer til en hel verden - og på den måten danke ut det meste av konkurransen – har Kina startet å fokusere mer på eksport av foredlede produkter (Hamnes, 2012). Dette har ført til mindre eksport av råvarer som sjeldne jordarter, noe som igjen har ført til en mangedobling av markedsprisene på verdensmarkedet (Hamnes, 2012). Kina bruker også sitt monopol på sjeldne jordarter som utenrikspolitisk maktmiddel, som da de stoppet eksporten til Japan grunnet krangling om landegrenser (Fackler and Johnson, 2010). Høye priser, lav forsyningssikkerhet og mangel på gode substitutter, har ført til at det forskes mye på materialgjenvinning av sjeldne metaller, særlig i Japan og i Europa, hvor forekomstene er lave (Massari and Ruberti, 2012). Det er også utviklet gjenvinningsprosesser, og Japan har allerede startet resirkulering i storstilt skala (Hamnes, 2012). Forskningen viser også til flere beleilige metoder (Massari and Ruberti, 2012).

1.3. Avgrensning og resultater fra tidligere studier

I avfallshierarkiet rangeres avfallsreduksjon og ombruk høyere enn materialgjenvinning, hvor avfallsreduksjon rangeres høyest. Avfallshierarkiet viser hvilke tiltak som ansees for å være de beste miljømessige alternativene, og er retningsgivende for miljøarbeid innen avfallsfeltet (St. Meld. Nr. 8 (1999-2000)). Ved å forlenge brukstiden til mobiltelefoner vil man kunne redusere avfallsmengdene. Det kan gjøres ved oppgraderinger, reparasjoner eller ved ombruk. Den raske teknologiske utviklingen av mobiltelefoner skyldes delvis at softwaren blir mer avansert og stadig krever bedre hardware. I stedet for å kjøpe ny mobiltelefon, kan kritiske komponenter byttes, som tillater kjøring av mer avansert software. Avfallsreduksjon er en viktig faktor i å oppnå et bærekraftig samfunn, men i denne oppgaven vil jeg fokusere på innsamling og resirkulering. Resirkulering kan innebefatte flere forskjellige alternativ, som for eksempel å gi bort mobiltelefonen. I dette tilfellet vil jeg definere det som gjenbruk av mobiltelefonens materialer enten i ny produksjon eller som energi. Resirkulering vil i hovedsak bestå av tre faser; innsamling, forbehandling og sluttbehandling.

Økt materialgjenvinningsgrad kan oppnås ved å optimalisere alle prosessene i verdikjeden, fra innsamling til forbehandling og sluttbehandling. Alle leddene i verdikjeden vil påvirke hverandre. For eksempel vil en gjenvinningsgrad på 90 % være til liten nytte dersom innsamlingsgraden er 10 %, eller omvendt. De ulike materialene i EE-produkter er godt integrert i hverandre, noe som gjør resirkuleringen mer komplisert enn for eksempel glass- og papirprodukter. Det betyr at produktdesign spiller en viktig rolle for gjenvinningsgraden og kostnadene ved å resirkulere. De største tapene i forbehandlingen oppstår når materialer blir sendt til feil sluttbehandlingsprosess, som for eksempel når gull i et kretskort blir sendt til materialgjenvinning av plast (Chancerel et al., 2009). Når det gjelder resirkulering av EE-avfall, utgjør som regel innsamlingen fra husholdningene den største utfordringen, og for mobiltelefoner er det dette som er den store flaskehalsen. Innsamling vil alltid foregå lokalt, derfor vil casene i denne studien være lokale, representert ved ulike regioner i Norge.

Det er gjort mange livsløpsanalyser av innsamlingen og behandlingen av EE-avfall. De fleste analysene er utført på en spesiell type fraksjon eller et produkt, som for eksempel plast (De Benedetti et al., 2003) eller en datamaskin (Duan et al., 2009). Noen få har også analysert hele avfallsstrømmen (Hischier et al., 2005; Wäger et al., 2011). Resultatene av livsløpsanalysene viser en generell trend for innsamlingen, nemlig at transportarbeid utgjør en marginal del av den totale miljøbelastningen. I livsløpsanalysene er i midlertid ikke oppsamlingen av EE-avfall fra husholdningene tatt med. Det vil si at systemgrensen for analysen starter når avfallet blir hentet på mottaksstedene, mens veien fra husholdningen til mottaksstedene holdes utenfor. Østfoldforskning – et av landets fremste fagmiljøer innen livsløpsanalyser – utførte i 2012 en livsløpsanalyse på avfallsbehandlingen av EE-avfall i Norge, noe som ikke har blitt gjort tidligere. Analysen bygger på tre ulike eksempelprodukter, hvor mobiltelefoner er et av de. Jeg vil evaluere oppsamlingen av EE-avfall med mobiltelefon som eksempelprodukt, slik at jeg kan sammenligne klimagassutslippene fra oppsamlingen med resten av innsamlingsprosessen og behandlingen, som er analysert av Østfoldforskning. Dette kommer jeg tilbake til i kapittel 4.4. og 5.4.

Oppsamling av mobiltelefoner kan skje via bringeordning, henteordning, eller post. Sistnevnte alternativ innebærer at forbruker sender sin brukte mobiltelefon via post til en innsamler. Denne type ordning er som regel økonomisk motivert og drevet av private aktører. Innsamlingen kan også være drevet av miljømessige grunner, og pengene kan gå til veldedige formål. Den offentlige innsamlingen er lovpålagt og har som hovedmål å hindre at EE-avfall blir kastet sammen med annet husholdningsavfall (Tanskanen, 2012). De ulike innsamlingsløsningene har sine fordeler og ulemper. Henteordninger og innsamling via post har større logistikk-kostnader enn en bringeordning (Tanskanen, 2012). Bringeorndinger trenger plass til mottakssteder som er under oppsyn, ofte med ansatte som kan gi veiledning. Mottaksstedene kan være midlertidige, for eksempel ved innsamlingskampanjer. Slike kampanjer kan gi nyttig opplysning og skape bevissthet om resirkulering. Henteordning er en lettvinnt løsning for abonenten som krever lite innsats.

Tanskanen (2012) mener dette er den viktigste faktoren for å forbedre innsamlingsgraden, sammen med informasjon og promotering.

Bø m.fl. (2012) konkluderer med at det er tre hoveddrivere som er vesentlig for effektivitet i et innsamlingssystem. Den første er transportkapasitet som i stor grad bestemmes av komprimering (kg/m^3) og i hvilke grad man balanserer utnyttelsen av flere kamre på renovasjonsbilen, hvor dette er løsningen. Høy komprimering gir bedre miljøeffekt. For det andre vil antall beholdere som skal tømmes være avgjørende, hvor et økt antall av små beholdere reduserer effektiviteten. Dette skyldes hovedsakelig at tømmetiden er relativt lik uansett beholderstørrelse. Den tredje driveren er hentefrekvens, der lav frekvens er optimalt. Videre konkluderer de med at en sammenslåing av husstander på felles standplasser med større oppsamlingsenheter slår positivt ut på effektivitet i renovasjonsløsning, og at en fleksibel innsamling forsterker denne effekten. Det vil si at oppsamlingsenhetene tømmes når de er fulle og ikke etter et fast mønster, noe som fører til bedre kapasitetsutnyttelse av tømmebilen.

Tanskanen (2012) og Darby & Obara (2005) skriver at antall kildesorterte fraksjoner i husholdningen kan gi en positiv innvirkning på avfallshåndtering av EE-avfall. Økt kildesortering av EE-avfall vil gi positive effekter for klimagassutslippene fra materialgjenvinning. Samtidig vil en slik løsning kunne gi lavere transportutnyttelse og derved høyere CO_2 -utslipp på transportleddet, så lenge vi ikke har løsninger som samtransporterer fraksjonene på en effektiv måte (Bø et al., 2012).

1.4. Oppgavens oppbygning

I kapittel 2 nevner jeg kort rammeverket som ligger til grunn for innsamlingen av EE-avfall i Norge, og hvordan innsamlingen er organisert. I kapittel 3 kartlegger jeg avfallshåndteringen av mobiltelefoner i Norge, før jeg gjør et estimat på antallet telefoner som blir lagret i husstandene. Deretter følger metoden, før jeg til slutt presenterer resultatene. I resultatdelen vil jeg først greie ut om henteordningen og

innsamlingsystemet til tre ulike områder i Norge. Innsamlingsystemene vil deretter evalueres og sammenlignes på bakgrunn av innsamlingsgrad og klimagassutslipp. Utslippene fra oppsamlingen vil også sees opp mot resten av innsamlingsystemet og behandlingen av mobiltelefoner.

2. BAKGRUNN OG RAMMEVERK

2.1. Produsentansvar

I henhold til avfallsforskriftens første kapittel er det EE-bransjen (produsenter og importører) som er ansvarlig for å etablere innsamlingssystemer for EE-avfall. Det betyr at produsenten må sørge for at det finnes et innsamlingssystem for den eller de varene som produseres og selges. For å oppfylle denne forpliktelsen har EE-bransjen organisert seg i kollektive returselskaper (noe de også er pålagt), som tar på seg ansvaret for innsamlingen og håndteringen av EE-avfallet. Returselskapene har forpliktet seg til å samle inn 80 % av EE-avfallet som oppstår hvert år (Rasmussen and Wahlquist, 2012). Kostnaden forbundet med avfallshåndteringen finansieres av produsenter og importører i forhold til deres respektive markedsandel av EE-produkter. (Norsk Lovtidend 2004). Det er i midlertid forbruker som til syvende og sist finansierer mesteparten av retursystemet gjennom et påslag på produktprisen i form av et vederlag (Bø et al., 2012). Den totale markedsandelen til medlemmene i et returselskap gjenspeiler også markedsandelen til returselskapet. I dag er det fem norske kollektive returselskaper for EE-avfall som har godkjenning fra Klima- og forurensningsdirektoratet (KLIF) (www.klif.no);

- Elretur AS
- ERP Norway AS
- Euroviroenvironment AS
- Elsirk AS
- Renas AS

ERP Norway ble etablert i Norge i 2010 og fikk tillatelse fra Klif til å operere fra 1. januar 2011 (European Recycling Platform, 2011). Elsirk er tidligere kjent som Ragn-Sells Elektronikkretur AS. Euroviroenvironment er nylig kjøpt opp av Elretur.

For å ivareta ansvaret inngår returselskapene avtaler med leverandører som forestår det praktiske arbeidet med innsamling, transport, behandling, eksport og sluttbehandling. Underaktørene må rapportere inn mengder og prosesser de

gjennomfører til sitt returselskap, som igjen rapporterer til EE-registeret (EE-registeret 2010, s.1). EE-registeret ble etablert av Klif for å følge opp produsentansvaret, samtidig som det gir en oversikt over innsamlede og behandlede mengder EE-avfall.

2.2. Innsamlingsystemer for avfall lokalt

Det avfallet som oppstår i de enkelte husholdningene er det kommunene som har ansvaret for å legge til rette innsamlingsløsninger for. Offentlige og private virksomheter og institusjoner har selv ansvar for å etablere et system for sin del av avfallet - eller det såkalte næringsavfallet - som oppstår. Næringsavfall er det avfallet som oppstår i bedriftens eget virke (for eksempel kast av gamle kaffetraktere og mikrobølgeovner fra kantine, utskiftning av lysarmaturer eller kontorelektronikk), og må ikke forveksles med produsentansvaret. Offentlige og private virksomheter løser sin forpliktelse gjennom kjøp av renovasjonstjenester i et åpent marked (Bø et al., 2012). Innsamlingsløsningene kan deles inn i to hovedtyper; hentesystem og bringesystem. I et bringesystem er det avfallsbesitter som selv transporterer avfallet til et innsamlingspunkt, for eksempel til en forhandler eller til et kommunalt avfallsmottak. I et hentesystem hentes avfallet ute hos avfallsbesitter, slik som det gjøres med vanlig husholdningsavfall. Forurensningsloven stiller noen minimumskrav til innsamlingen, men kommuner og bedrifter har fortsatt mulighet til å velge løsninger lokalt. Derfor finnes det også en blanding av ulike typer henteordninger og bringeordninger i Norge. Valget av renovasjonsløsning avhenger hovedsakelig av fire faktorer.

- Lokale forutsetninger
- Markeder for sekundærmaterialer (gjenvunnet materiale)
- Markedet for renovasjonsløsninger
- Lokale miljømål

Transportkostnadene utgjør en betydelig del av de totale kostnadene for retursystemet lokalt, derfor vil lokale forutsetninger som befolkningstetthet, areal og boligstruktur i stor grad påvirke renovasjonsløsningene som blir valgt (Bø m.fl., 2012). Disse faktorene vil også påvirke miljøeffekten av innsamlingen, og lokale forskjeller gjør at en løsning som fungerer godt i en kommune kan være mindre effektiv i en annen (Bø et al., 2012).

Produsentansvaret har sørget for å etablere innsamlingsystemer for EE-avfall, noe som igjen har resultert i økt kompetanse og kunnskap om utnyttelsen av avfall i ny produksjon. Etterspørselen etter sekundære råmaterialer, omdannet fra avfall, har økt etterspørselen etter kildesortert avfall (Bø et al., 2012). Dette utfordrer også kommunene til å øke innsamlingsgraden og graden av kildesortert avfall (Bø et al., 2012). På grunn av det lovpålagte ansvaret om innsamling og håndtering av avfall finnes det i dag et mangfold av aktører i avfallsbransjen. ”Det har derfor blitt relevant for kommunene å konkurransenutsette renovasjonsoppdraget” (Bø et al., 2012). Kildesortering og innsamlingsgrad påvirkes også av kommunens egne miljømål, og innsatsen vil variere deretter.

Noen kommuner velger å samarbeide om renovasjonen gjennom et såkalt *interkommunalt selskap* (IKS). Formålet med et slikt selskap er å løse eierkommunenes oppgaver innen avfallshåndtering på en økonomisk, ressurs- og miljømessig god måte. Noen selskaper velger å ha egne renovatører, mens andre leier inn private aktører til å gjøre jobben.

2.3. Innsamlingssystemet for EE-avfall

Retursystemet for EE-avfall er kanskje det mest kompliserte innsamlingssystemet i Norge. EE-avfall består av en rekke ulike komponenter, både når det gjelder form, størrelse og kompleksitet. Mange produkter vil også inneholde miljøskadelige stoffer. Når så mange hensyn skal ivaretas, setter det store krav til innsamlingen og håndteringen. Det vil for eksempel være forskjellige krav til logistikk, sikkerhet og sluttbehandling når et kjøleskap skal inn i retursystemet, i motsetning til en

lyspære eller ett batteri. I tillegg må retursystemet forholde seg til stadige produktforandringer, som når den blyholdige tjukkas-TV-en skal byttes ut med en LCD-tv som inneholder kvikksølv.

Innsamlingssystemet for EE-avfall er bygd opp av flere ledd som til sammen utgjør hele verdikjeden, fra innsamling til forbehandling og sluttbehandling. En *oppsamlingsenhet* betegner det første stedet hvor husholdningen kan levere avfallet, og utgjør det første leddet i innsamlingssystemet. En oppsamlingsenhet kan være en type plastbeholder, container osv (Bø et al., 2012). Den kan være plassert ute hos avfallsbesitter der den tømmes via en henteordning, eller den kan stå på et mottakssted, noe som tilsvarer en bringeordning. Siden bringeordningen for EE-avfall ikke er valgfri, men et lovpålagt minimumskrav, så vil alle kommuner ha en bringeordning uavhengig av andre innsamlingsløsninger som finnes for husholdningsavfall. De aller fleste kommunale selskapene i Norge tilbyr bare bringeordning for EE-avfall. Det finnes også de som har en utvidet bringeordning, som vil si at de har flere mottakssteder for EE-avfall enn bare hovedmottaket for kommunalt avfall. Mottaksstedene kan være betjente eller ubetjente. På de betjente mottakene vil det være en ansatt som kan gi veiledning. De ubetjente mottaksstedene er typisk returpunkter, hvor avfallet kastes i oppsamlere i nærområdet. Det finnes også kommunale selskaper som har mobile gjenvinningsstasjoner, noe som er typisk for kommuner med griskrendt befolkning. Det er et fåtall kommunale selskaper i Norge som har en egen henteordning for SE-avfall og *farlig avfall*. Farlig avfall er avfall som ikke hensiktsmessig kan håndteres sammen med annet husholdningsavfall eller næringsavfall fordi det kan medføre alvorlige forurensninger eller fare for skade på mennesker eller dyr (Klifs definisjon). Det vil si at også noe EE-avfall vil kategoriseres som farlig. Denne henteordningen er kjent som en rød boks-ordning, hvor den røde boksen er oppsamlingsenheten for SE-avfall og farlig avfall i husholdningene.

Når EE-avfallet kommer inn på mottaksstasjonene blir avfallet sortert inn i ulike fraksjoner, eller varegrupper. Returselskapene tar for seg forskjellige typer EE-avfall ettersom hvilke selskaper de representerer. Det betyr at noen konsentrerer

seg mer om næringselektronikk, mens andre fokuserer på EE-avfall fra husholdningene. Dermed vil også sorteringen variere mellom de ulike selskapene. Fra mottaksstedene blir avfallet fraktet til et forbehandlingssted.

Siden det meste av EE-avfall inneholder helse- og miljøfarlige stoffer må disse fjernes før videre sluttbehandling. Denne prosessen kalles *miljøsanering*. Siden diversiteten av EE-avfall er såpass stor, må mye av miljøsaneringen skje manuelt. Typiske eksempler på EE-avfall som gjennomgår en slik prosess er fjernsynsapparater og produkter som inneholder batterier, som for eksempel mobiltelefoner. Etter miljøsanering går det meste avfallet i en *shredder*. En shredder er en automatisert metallkvern som knuser avfallet opp i mindre biter (mindre enn 150 mm). I tillegg blir avfallet sortert ved hjelp av magneter som sorterer materien i to fraksjoner; jernholdige metaller¹, og ikke-jernholdige metaller² og avfall (som plast, gummi og glass). Videre blir de ikke-jernholdige metallene sortert ut fra avfallsstrømmen i et eget anlegg (Norsk Metallretur AS, 2010). Målet med denne behandlingen er å sortere ut så mye som mulig av de resirkulerbare materialene og å fjerne det farlige avfallet.

Etter forbehandling blir de sorterte fraksjonene transportert til sluttbehandling, hvor det som regel blir omsmeltet til nye råmaterialer ved hjelp av høy temperatur. Det som ikke kan gjenvinnes enten i form av nytt materiale eller energi vil destrueres i forbrenningsovner eller deponeres.

¹ Jern (Fe), nikkel (Ni), krom (Cr), mangan (Mn), molybden (Mo), niob (Nb) og vanadium (V).

² Magnesium (Mg), aluminium (Al), titan (Ti), kobolt (Co), kopper (Cu), sink (Zn), tinn (Sn) og bly

² Magnesium (Mg), aluminium (Al), titan (Ti), kobolt (Co), kopper (Cu), sink (Zn), tinn (Sn) og bly (Pb).

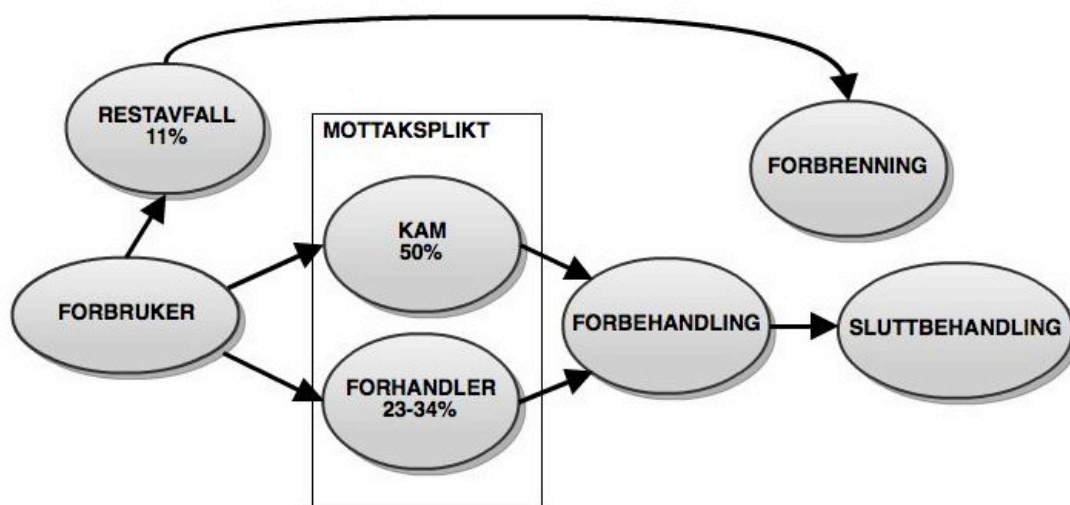
3. MASSESTRØMSANALYSE FOR BRUKTE MOBILTELEFONER I NORGE

Her tar jeg sikte på å dokumentere hvor mobiltelefonene blir av ved endt brukstid, og hvor mange det dreier seg om. Jeg vil også estimere antallet mobiltelefoner som blir lagret i husstandene.

3.1. Innsamling via retursystemet

I 2011 ble det solgt 2,25 millioner mobiltelefoner i Norge. Helt siden starten av 2000-tallet har salgstallet ligget over 2 millioner, og i 2010 ble det satt rekord med 2,5 millioner (Swang, 2011). Hvert år blir omtrent 50 000 samlet inn gjennom forhandlere og KAM, altså rundt 2-3 % (dette anslaget gjelder norske behandlingsanlegg). Fra mottaksstedene blir mobiltelefonene fraktet til et behandlingsted hvor batteriene tas ut. Batteriene blir så fraktet til Batteriretur i Sarpsborg, og videre til sluttbehandling i Belgia. Mobiltelefonen transporteres til sluttbehandling i Boliden/Rønnskar i Sverige.

Elektronikkbransjen har nylig (2011) gjennomført en forbrukerundersøkelse, som skulle avdekke hvilke SE-produkter husholdningene har, og hvordan disse avfallshåndteres (Rasmussen and Wahlquist, 2012). På bakgrunn av undersøkelsen er det estimert at husholdningene til sammen har 130 millioner SE-produkter, og at 9 millioner kastes hvert år. Av disse blir 11 % kastet i husholdningsavfallet, 50 % leveres til kommunale gjenvinningsstasjon, og 23-34 % leveres til forhandler (Rasmussen and Wahlquist, 2012).



Figur 3 – Avfallshåndtering av SE-avfall. Tall hentet fra Rasmussen og Wahlquist (2012).

Denne fordelingen er i midlertid ikke representativ for avfallshåndteringen av mobiltelefoner. Som nevnt innledningsvis vil det være andre barrierer knyttet til det å levere fra seg en mobiltelefon enn annet småelektronikk.

3.2. Innsamling utenom retursystemet

I 2011 lanserte Telenor, som den første mobiloperatøren i samarbeid med Mobilretur og Norges Idrettsforbund, en nasjonal innsamling og resirkulering av brukte mobiltelefoner (Hafsahl, 2012; Telenor, 2012a). Ordningen er kjent som «Old Phone, New Life», eller på norsk; «brukt mobil nye muligheter» (Telenor, 2012a). Innsamlingen gjøres via lokale idrettslag, returbokser hos telenorforhandlere og returkonvolutter (Norges Idrettsforbund, 2011). Idrettslagene får 35 kroner per returnerte mobiltelefon, og i 2011 fikk idretten inn litt over 6 millioner kroner på ordningen (Hafsahl, 2012). 174 788 mobiltelefoner ble samlet inn via lokale idrettslag. 5640 mobiler kom inn via returbokser hos forhandlere og returkonvolutter (Telenor, 2012b). I 2011 var 500 idrettslag med på innsamlingen, mens i 2012 er 700 idrettslag engasjert (Hafsahl, 2012). I 2011 ble det til sammen samlet inn 180 000 mobiltelefoner, noe som tilsvarer ca. 7 % av alle mobiltelefoner som kom ut på markedet. I 2012 er målet å samle inn 230 000 mobiltelefoner i følge Børre Rognlien i Norges Idrettsforbund (Moss Avis, 2012).

Idrettslagene for utdelt spesialtilpassede innsamlingsposer som hindrer at mobilen kan tas ut igjen. De fulle posene sendes til opptelling og registrering hos Alternativ Data, i Oslo, før de leveres videre til Telenors miljøsertifiserte returpartner Regenersis i Storbritannia. Regenersis er en global aktør for innsamling, restaurering og resirkulering av mobiltelefoner (Telenor, 2012b). Omtrent 25 % av telefonene blir resirkulert, mens resten går til ombruk i asiatiske og afrikanske markeder (pers. Medd. Helgesen 2012), hvor av mesteparten havner i Kina (Moss Avis, 2012).

I løpet av de siste par årene har det kommet flere aktører som tar i mot og betaler for brukte mobiltelefoner i Norge. Disse selskapene er Smartdrop, GreenMobile og Pant Mobilen (Jørgenrud, 2012). Innsamlingen foregår via post. GreenMobile tar bare i mot mobiltelefoner som fungerer, mens de andre selskapene også tar i mot defekte telefoner (Jørgenrud, 2012). Defekte mobiler får innsenderen ikke penger for, mens prisen man betaler for fungerende mobiltelefoner avhenger av verdien for videresalg. Verdien på mobiltelefonen bestemmer også hvor den videreselges. Nyere smarttelefoner går gjerne til Sør-Europa, mellomsjiktet går til Asia og de eldre mobiltelefonene havner som oftest i Afrika, i følge Anders Øie, daglig leder i Pant Mobilen (Carlsen, 2012). Alle aktørene oppfyller kravene i WEEE-direktivet om forsvarlig miljøhåndtering (Rasmussen and Wahlquist, 2012). I 2011 var Smartdrop eneste aktør som hadde etablert seg i Norge, men de vil ikke gå ut med tall på hvor mange mobiltelefoner de har mottatt. Pant Mobilen fikk i midlertid inn 1000 mobiltelefoner i løpet av de to første ukene etter lanseringen, i følge daglig leder (Carlsen, 2012). GreenMobile har en målsetning om å få inn 30 000 mobiltelefoner i 2013. De har også inngått et samarbeid med Plan Norge, hvor forbrukerne kan velge om de vil beholde panten selv, eller gi det til Plans prosjekter i Senegal (Heggelund, 2012).

I England og USA er det vanlig med denne type innsamling. Og aktørene teller gjerne mange hundre, noe som vanskeliggjør registrering av antallet som blir samlet inn (Most, 2003; Ongondo and Williams, 2011b).

Fremveksten av slike aktører i Norge kan skyldes utviklingen av såkalte smarttelefoner, som har en høy markedsverdi. I 2011 var ca. 65 % av alle mobiltelefoner som ble solgt i Norge smarttelefoner. Elektronikkbransjen anslår at andelen vil være 75 % i 2012 – noe som tilsier at 5 millioner smarttelefoner har blitt solgt siden 2009. Tabell 2. viser utviklingen.

Tabell 2 – Omsetning av mobiltelefoner og smarttelefoner siden 2004.

År	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*
Solgte mobiltlf. (millioner)	2	2,35	2,05	2,3	2,28	2,365	2,5	2,25	2,2
Herav smarttelefoner						30 %	50 %	65 %	75 %

*Prognose av Elektronikkbransjen

(kilde: (Elektronikkbransjen, n.d.)

3.3. Mobiltelefoner som blir kastet i restavfall

Basert på 28 plukkanalyser gjort av husholdningsavfallet i perioden 2009-2011 har Elretur estimert at 1,32 % av restavfallet består av EE-avfall. Dette tilsvarer ca. 12 651 tonn som havner i restavfallet per år i Norge. Rasmussen og Wahlquist (2012) skriver at andelen har vært relativt stabil i det siste tiåret. I sin rapport om innsamlingen av småelektronikk og elektronikkavfall skriver de at det kan tyde på at estimatet til Elretur ligger noe høyt, og henviser til et tilfeldig antall nyere plukkanalyser som viser lavere andel. Plukkanalysene de nevner er fra Ski, Opppegård, Skien, Bamble og Siljan. Man kan i midlertid sette spørsmålsteget ved hvor representative disse kommunene er, ettersom alle har rød boks-ordning for farlig avfall. Det vil si at alle husstander har en egen rød boks hvor slikt avfall, og noe EE-avfall som er kategorisert som farlig, kan kastes. I noen kommuner er rød boks både for farlig avfall og SE-avfall. Nøyaktig hva som puttes i de røde boksene er det umulig å si noe om, siden jeg ikke har funnet noen plukkanalyser på dette. Men det kan tenkes at husstander med rød boks-ordning i større grad unngår å kaste EE-avfall i restavfallet, og heller benytter seg av den røde boksen. Dette kommer jeg tilbake til senere i rapporten.

Typiske bilder fra plukkanalysene viser at en stor andel av det som kastes er lyspærer og batterier. Dette er i midlertid produkter det har vært lov å kaste i

vanlig restavfall. SE-avfall som for eksempel elektriske tannbørster, fjernkontroller og mobiltelefoner opptrer svært sjeldent (Rasmussen and Wahlquist, 2012). Resultater fra spørreundersøkelser viser også den samme tendensen. I en internasjonal spørreundersøkelse utført av Nokia oppgir 4 % at de kastet sin forrige utrangerte mobiltelefon i restavfallet (Ongondo and Williams, 2011a). I en undersøkelse blant innbyggere i Oslo oppgir 3 % at de kastet telefonen i restavfallet (Rasmussen and Wahlquist, 2012). Dersom denne spørreundersøkelsen representerer landsgjennomsnittet så blir ca. 70 000 mobiler kastet i restavfallet hvert år. Dette er regnet ut ved bruk av salgsstatistikk og levetidsprofilen til mobiltelefoner under nordiske forhold (Nordic Council, 2009). Hvis man forutsetter at hver mobiltelefon veier 140 gram, så betyr det at ca. 0,08 % av alt EE-avfallet som kastes i restavfallet er mobiltelefoner. Dette er forsvinnende lite, men allikevel tankevekkende at det kanskje blir kastet flere mobiltelefoner i restavfallet, enn det som blir samlet inn via retursystemet. Mange vil kanskje også reagere på at dette kvantum blir omtalt som svært lite, og at det blir feil å si at det i praksis ikke blir kastet mobiltelefoner i restavfallet. 70 000 mobiltelefoner inneholder for eksempel 3 kg gull, 36 kg sølv og 1,4 tonn med kobber, og 50 kg bly. Dette er materialer som mest sannsynlig vil ende opp på deponi, eller i forbrenningsanlegg.

3.4. Mobiltelefoner som lagres i norske husstander

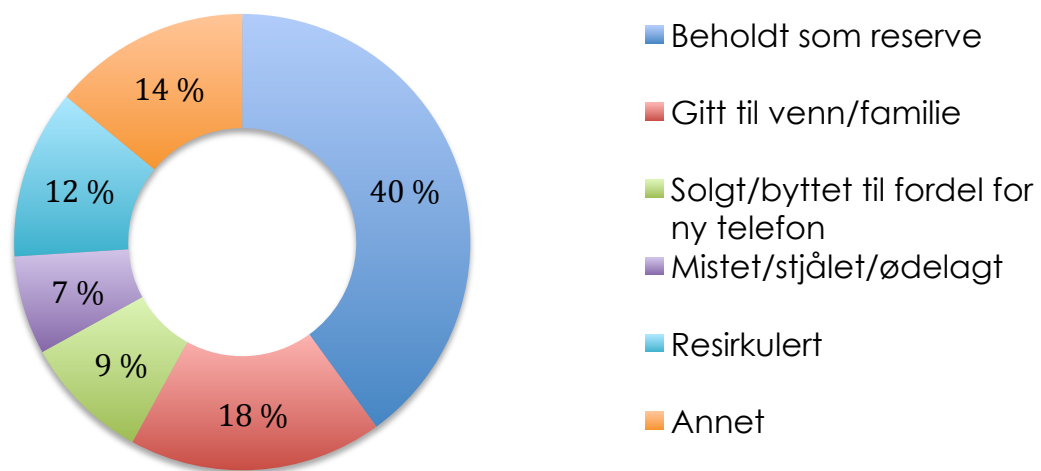
Det finnes ingen nøyaktige oversikter på hvor mange mobiltelefoner som ligger lagret i norske hjem, men det finnes noen estimater basert på spørreundersøkelser. Norstat har gjort en landsomfattende spørreundersøkelse for Telenor, og beregninger basert på denne anslår at det ligger 8,3 millioner mobiler i norske hjem (Moss Avis, 2012). På oppdrag fra Miljøverndepartementet er det gjennomført en utredning om obligatorisk panteordning for småelektronikk, som et minimum omfatter sparepærer og mobiltelefoner (Baastad, 2012). På bakgrunn av et utvalg undersøkelser og internasjonale referanser estimerer Baastad at det ligger omtrent 10 millioner mobiltelefoner i norske hjem. Estimater er allikevel veldig usikkert da det ikke er forankret i foreliggende norske data og undersøkelser (Rasmussen and Wahlquist, 2012).

3.5. Oppsummering og videre prognoser

I Norge er gjennomsnittlig brukstid for mobiltelefoner 2 år (Nordic Council, 2009). Forenklet sett kan vi si at halvparten av mobiltelefonene som selges byttes ut innen ett år. For 2011 blir dette 1,125 millioner mobiltelefoner. Av disse kan vi anslå at;

- 50 000 ble samlet inn via retursystemet
- 180 000 ble samlet inn via Telenor sin ordning
- 70 000 ble kastet i restavfall

Det er usikkert hva som skjer med de gjenværende 825 000 mobiltelefonene. Det er grunn til å tro at ikke alle blir lagret. Innsamlingen fra private aktører er ikke tatt med, og i tillegg må man regne med at noen telefoner blir stjålet, gis bort eller blir solgt til familie, venner eller andre personer. Nokia har gjennomført en internasjonal spørreundersøkelse som kartlegger akkurat dette (figur 4).



Figur 4 - Avfallshåndtering av mobiltelefoner i i-land. Kilde: Tanskanen (2012).

Nordisk råd (2009) har laget en fremgangsmåte for å estimere mengder med EE-avfall som oppstår under nordiske forhold. For å kunne gjøre dette er det særlig to ting som må bestemmes; hvor mye som kommer ut på markedet, og hvilken levetid disse produktene har. Levetidsberegningene er basert på eksperters oppfatning om

produktene. Svarene har blitt brukt til å lage en levetidsprofil, som sier noe om sannsynligheten for når produktet blir avfall. Tabell 4 viser mobiltelefonens levetidsprofil.

Tabell 3 – Sannlighetsfordeling (Weibull) av levetiden til mobiltelefoner. Kilde: Nordic Council (2009).

År	0	1	2	3	4	5	6	7
Sannsynlighet	0,029	0,06	0,227	0,309	0,234	0,107	0,029	0,005

På bakgrunn av dette og salgstall vil jeg estimere fremtidig lagring av mobiltelefoner i norske hjem. Forutsetningene er relativt enkle, slik at prognosene må sees på som en illustrasjon på hvor mange mobiltelefoner som kan ligge lagret, og ikke som et fasitsvar. Fra 2012 til 2020 har jeg anslått at 2,4 millioner kommer ut på markedet hvert år. Forutsetningen er basert på at det norske mobilmarkedet er mettet, og at antall solgte enheter antageligvis ikke vil øke nevneverdig (tabell 3).

Tabell 4 - Andel personer i alderen 9-79 år med tilgang til egen mobiltelefon. Prosent.

År	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Mobiltelefon	58	68	76	82	86	90	92	94	95	96	97	97

(kilde: Mediebruksundersøkelse, SSB)

Utrekningene viser at omtrent 2,35 millioner mobiltelefoner kasseres hvert år. I en spørreundersøkelse av innbyggere fra Oslo oppgir 65 % at de lagret sin siste telefon (Rasmussen and Wahlquist, 2012). Dersom dette representerer landsgjennomsnittet så vil det si at ca. 1,5 millioner telefoner lagres hvert år. Hvis det ligger 8-10 millioner mobiltelefoner i norske hjem, så vil beholdningen være et sted mellom 23-25 millioner i 2020, forutsatt business as usual.

4. METODIKK

Bakgrunnen for valgt problemstilling er et personlig ønske om å finne en løsning på den lave innsamlingsgraden av mobiltelefoner. Avfall er en stor ressurs som må gjenbrukes, slik at kretsløp kan lukkes og bærekraftige systemer utvikles. For å svare på problemstillingene må følgende faser gjennomgås:

1. Kartlegging av avfallshåndteringen og innsamlingsløsninger i Norge
2. Datainnsamling fra utvalgte analyseenheter (utvalg basert på fase 1.)
3. Analyse og sammenligning av studieobjekter

Med analyseenhet (eller studieobjekt) menes oppsamlingssystemet for en eller flere gitte kommuner.

4.1. Datainnsamling

For å gjennomføre de ulike fasene på en tilfredsstillende måte, har jeg forsøkt å få frem følgende informasjon:

- Avfallshåndteringen i Norge og i de ulike kommunene med vekt på EE-avfall
- Oversikt over alle innsamlingsløsninger som finnes for mobiltelefoner i Norge.
- Spesifikk informasjon om utvalgte analyseenheter med vekt på;
 - Innsamlingssmengder av EE-avfall
 - Transportarbeid tilknyttet oppsamlingen
- Generell informasjon om utslipp assosiert med transport
- Beskrivelse av analyseenhetene, herunder areal og befolkningsstruktur.
- Ressurs- og miljøgevinst ved å resirkulere mobiltelefoner
- Ressursbruk og miljøbelastning av en typisk innsamling av mobiltelefoner i Norge

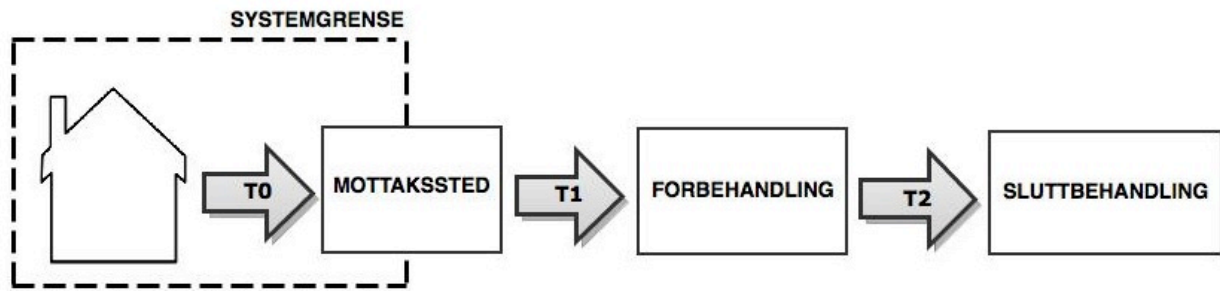
KILDER

Datagrunnlaget for litteraturanalsen som ligger til grunn for innledningen er hentet fra vitenskapelige databaser på nettet. Det foregår mye forskning på temaet småelektronisk avfall, derfor har flere av kildene kommet internt og før publisering. Statistikk fra SSB er flittig brukt for å kartlegge avfallshåndteringen i Norge, innsamlingsmengder, og for å skaffe informasjon om lokale forutsetninger. Innsamlingsløsningene har blitt kartlagt gjennom internettsøk, mailkorrespondanse og telefonintervju med renovasjonsselskapene. Det meste av inngangsdataene til selve analysene er samlet gjennom en spørreundersøkelse sendt ut til kommunale avfallsselskaper. I tillegg til SSB, har innsamlingstall for EE-avfall blitt samlet inn fra returselskapet Elretur og fra EE-registeret. I evalueringen av miljøeffektiviteten til hentesystemet har jeg blant annet benyttet en livsløpsanalyse av innsamlingen og behandlingen av mobiltelefoner, nylig gjennomført av Østfoldforskning (Baxter m.fl., 2013). Livsløpsanalysen er gjort ved hjelp av analyseverktøyet SimaPro. Dette er et anerkjent og omfattende dataverktøy med som brukes til å gjennomføre livsløpsanalyser av produkter og tjenester. Utslippsdata for ulike transportmidler er hentet herfra.

Kvaliteten på analysen som er gjennomført har i stor grad vært avhengig av svarprosent på spørreskjemaet og andre henvendelser, samt kvaliteten på tilbakemeldingene. Dette har også påvirket utvalget av analyseenheter.

4.2. Avgrensning og valg av case

I et bringesystem er det avfallsbesitter som frakter avfallet fra husholdning til mottakssted. Fra mottaksstedene bringes avfallet til forbehandling, noe som initierer starten på innsamlingen for returselskapene. Dette kaller jeg T1, altså transporttrinn 1. Avfallet fraktes så videre til sluttbehandling, gjennom transporttrinn 2 og transporttrinn 3. I denne oppgaven har jeg avgrenset meg til å studere avfallshåndteringen i husholdningene (figur 5), med fokus på henteordninger. Jeg har valgt å kalle denne delen for T0. T0 initierer starten på hele innsamlingssystemet. Avgrensningen er skildret i figuren under.



Figur 5 - Avgrensning av fokusområdet.

Jeg har videre valgt å avgrense meg til tre analyseenheter, eller kommunale avfallsselskaper som hver for seg tilbyr unike henteordninger. Dette var også hovedkriteriet for utvelgelsen. Jeg ønsket å sammenligne nasjonalt enestående og ulike systemer i befolkningsmessige ulike områder. Andre faktorer som relativ nærhet til studieobjektene og samarbeidsvilje har også spilt inn. De tre studieobjektene er Fredrikstad kommune, Romerike avfallsforedling (ROAF) og Agder Renovasjon. Romerike avfallsforedling er eid av sju kommuner i Akershus, mens Agder Renovasjon er eid av tre kommuner i Aust-Agder.

4.3. Metodebruk i datainnsamlingen

I datainnsamlingen fra analyseenhetene ble det utformet et elektronisk spørreskjema. Hovedmålet var å hente data om innsamlingen med vekt på mengder, transportarbeid, og kapasitet og spesifikasjoner på transportmidlene. Dette anså jeg som nødvendig for å evaluere miljø- og ressurseffektiviteten. I utformingen av spørreskjemaet var det viktig for meg å lage relativt få og enkle spørsmål, for å sikre tilfredsstillende svar. Elektronisk spørreskjema ble vurdert som mest brukervennlig. Spørreskjemaet ble sendt ut til tolv kommunale avfallsselskaper, og allerede etter et par timer fikk jeg to tilbakemeldinger. En av respondentene gav en fyldig tilbakemelding på selve utformingen av spørreskjemaet. Det var tydelig at respondenten ikke skjønnte at spørreskjemaet skulle omfatte forskjellige innsamlingsordninger, noe jeg burde ha avklart på en

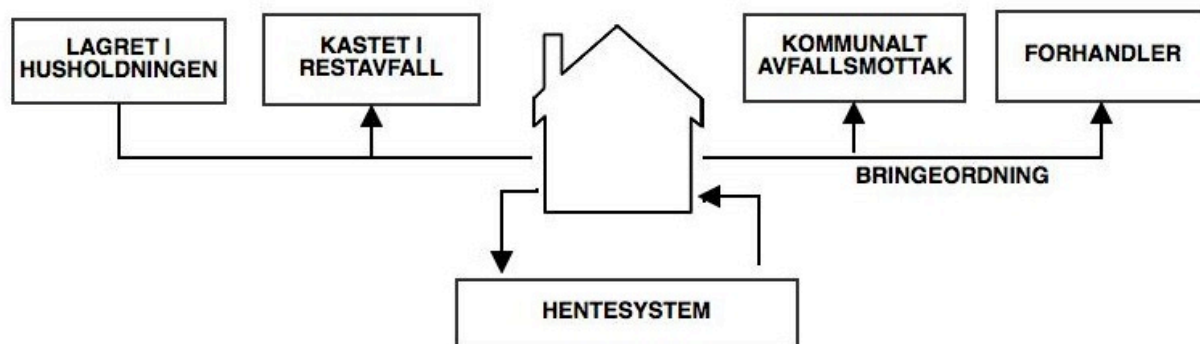
bedre måte. I ettertid så jeg at jeg med fordel kunne laget to spørreskjemaer; ett til de som tilbyr henteordninger, og ett til de som bare har bringeordning. Etter flere purringer kom de inn ytterligere svar, men fortsatt manglet det noen svar fra ordninger jeg anså som svært interessante. Derfor ble det sendt ut personlig brev, noe som til slutt ga resultater. Sju av tolv svarte på spørreskjemaet. Tre av respondentene tilbød henteordning, de med bringeordning satt ikke på det nødvendige tallmaterialet, dette er noe returselskapene har oversikt over. Jeg valgte derfor å konsentrere meg om henteordningene. Formålet med å spørre bringeordninger var i utgangspunktet å skaffe sammenligningsgrunnlag til de kommunale selskapene som også tilbød henteordning. Et eksemplar av spørreskjemaet som ble benyttet finnes i vedlegg.

4.4. Oppbygging av analysen

Analysen er oppbygd i fire deler:

1. **Evaluering av innsamlingsløsningene** etter målekriteriene innsamlingsgrad av EE-avfall per husstand og per transportarbeid
2. **Innsamlingsløsningene vurderes opp mot andre løsninger for avfallshåndteringen i kommunen(e)**. De ulike måtene og ”kvitte” seg med avfallet på er vist i figuren under, og her må massestrømmen kartlegges og estimeres.
3. **Avfallshåndteringen i de tre ulike analyseenhetene sammenlignes**. Innsamlingsløsningene evalueres etter målekriterier nevnt i punkt 1 og 2. Klimagassutslipp fra innsamlingen av mobiltelefoner sammenlignes også.
4. **Klimagassutslippene** av de ulike innsamlingsløsningene sees opp mot utslipp fra resten av innsamlingen, og utslippsreduksjonen man oppnår ved resirkulering av mobiltelefoner.

Avfallshåndteringen kan skje på fem følgende måter; (1) innsamling via hentesystem, (2) innsamling via forhandlere, (3) innsamling via KAM, (4) kasting i restavfall eller (5) lagring i hjemmet. Figur 6 illustrerer dette.



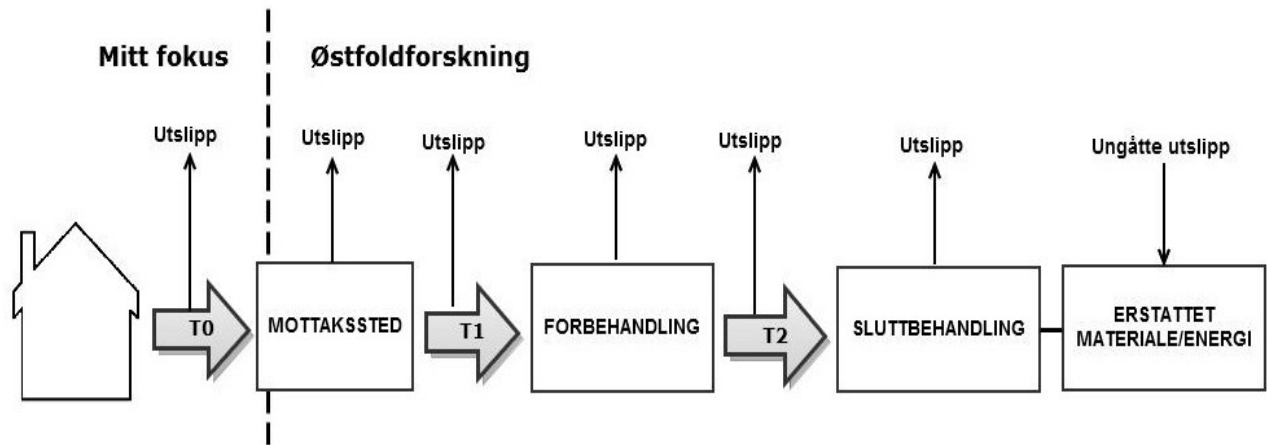
Figur 6 - Mulige avfallshåndteringsalternativer av mobiltelefoner.

Kartleggingen av avfallshåndteringen vil være basert på plukkanalyser fra de respektive områdene, og tall oppgitt fra analyseenhetene. For innsamling via forhandler vil tall estimeres på bakgrunn av data fra EE-registeret, og de respektive markedsandelene til returselskapene i caseområdet, og andelen husholdningsavfall som hver av selskapene henter.

I sammenligningen av systemene har jeg blitt inspirert av ”Miljøvennlig innsamling av avfall – en studie av nye renovasjonstekniske løsninger (Bø et al., 2012)”. Kommunene som inngår i Fredrikstads, ROAFs og Agder Renovasjons ansvarsområde vil ha ulike forutsetninger hva gjelder transport. Derfor er befolkningstettheten brukt for å skalere kjøreavstander. Det vil si at kjøreavstandene er omvendt proporsjonal med kvadratkilometer per privathusstand på stedet. Gjennomsnittlig befolkningstetthet i tettbebygde og spredtbebygde strøk i regionen til ROAF er brukt som utgangspunkt for skaleringen. Dette gjelder transport til forhandler. Kjøreavstander fra tettbebygde strøk til KAM er estimert ved hjelp av kartverktøy på internett. Når det gjelder kjørelengde fra spredtbebygde strøk til KAM, og leveringsmengder til KAM og forhandler bygger analysen på egne forutsetninger. Analyser er gjort med Excel som verktøy, og emisjonsdata fra transportmidlene er hentet fra databasen i SimaPro

For å kunne sammenligne klimagassutslippene fra innsamlingsløsningene med resten av innsamlingsprosessene og utslippsreduksjonen fra resirkuleringen av

mobiltelefoner, vil jeg benytte meg av en livsløpsanalyse som Østfoldforskning har utført. Figur 7 illustrerer dette. I kapittel 5.4 presenteres resultatene av Østfoldforskningens livsløpsanalyse.



Figur 7 - Verdikjeden for resirkulering av mobiltelefoner inndelt i fokusområdet mitt og Østfoldforskning.

4.5. Fremstilling av resultater

I tillegg til å evaluere innsamlingssystemene etter innsamlet mengde per husstand og per transportarbeid, vil miljøeffekten måles i potensiell global oppvarming, eller global warming potential (GWP). Denne beregnes i kg CO₂-ekvivalenter, og uttrykker atmosfærens evne til å holde på varmeenergi, også kjent som drivhuseffekten. Økt konsentrasjon av klimagasser, som vanndamp, karbondioksid, lystgass, ozon, metan og fluorkarboner vil føre til global oppvarming, som potensielt kan føre til økte temperaturer, regionale klimaendringer, polsmelting og høyere havnivå. Klimagassene har ulik oppvarmingseffekt og er derfor oppgitt relativt til CO₂, som er satt til 1. Tidsrammen for klimaendring for GWP er satt til hundre år.

I livsløpsanalyser vil man definere en funksjonell enhet som kvantifiserer den ytelsen som skal måles. En funksjonell enhet kan for eksempel være "avfallsbehandling av 1 kg mobiltelefon". Østfoldforskning bruker i sin analyse per mobiltelefon, hvor det forutsettes at én mobiltelefon veier 140 gram, hvor av batteriet 25 gram. Jeg har benyttet meg av samme funksjonelle enhet for å forenkle

sammenligningene. Klimagassutslippene vil da måles i gram CO₂-ekvivalenter per 140 gram mobiltelefon. I livsløpsanalyser vil man ofte måle ytelsen av et system ved bruk av flere miljøindikatorer, for eksempel forbruk av ressurser og toksisk potensiale på mennesker og ytre miljø. Sistnevnte indikator er svært relevant for EE-avfall, men for innsamlingen er det hovedsakelig klimagassutslipp som er relevant. Derfor vil jeg bare benytte meg av GWP.

5. DATAGRUNNLAG

Her vil jeg først presentere ulike innsamlingsløsninger for SE-avfall som finnes i Norge. De aller fleste innsamlingsløsningene vil også innebefatte innsamlingen av farlig avfall. For enkelthetens skyld vil jeg bruke begrepet rød boks når det er snakk om en blanding av begge avfallstypene. Til casebeskrivelsene av Agder Renovasjon, Fredrikstad og ROAF, har jeg benyttet meg av statistikk fra SSB.

5.1. Beskrivelse av innsamlingsløsninger

Det finnes bare én type henteordning for SE-avfall; en såkalt rød boks-ordning. Denne går ut på at husholdningene har en rød avfallsbeholder hvor SE-avfall og farlig avfall kildesorteres. I noen kommuner vil den røde boksen bare være for farlig avfall. Follo Ren, som er eid av kommunene Ski, Ås, Frogn, Nesodden og Oppegård, har en rød boks-ordning. Fra 2012 tilbyr de også sortering for SE-avfall i egne rosa beholdere, og er så vidt jeg vet de første i Norge. Selv om det bare finnes én type henteordning, er det til gjengjeld flere ulike varianter av den. Forskjellen er knyttet til hvordan og hvor ofte de røde boksene blir hentet. Vanligst er at de hentes av en *miljøbil* eller av en renovasjonsbil 2-4 ganger i året. Miljøbilen er større enn en vanlig renovasjonsbil og stopper gjerne bare på enkelte steder i kommunen, mens renovasjonsbilen vil kjøre til hver enkelt kunde. Jeg vil nå presentere de ulike variantene, og omtale de kommunale selskaper som tilbyr løsningen.

MILJØBILEN

Miljøbilen kjører gjerne til sentrale steder i kommunene, hvor innbyggerne kan komme og tømme boksen sin. Ordningen er gjerne et tilbud for de som har vanskeligheter med å besøke KAM. Strengt tatt er ordningen en hybrid av hente- og bringeordninger, siden miljøbilen bare stopper enkelte steder. Innbyggerne kan ellers i året tømme boksen på KAM. Romerike Avfallsforedling (ROAF) har en slik ordning. Indre Østfold Renovasjon, som eies av Hobøl, Spydeberg, Skiptvet, Askim, Trøgstad, Eidsberg og Marker, har en liknende ordning. Indre Østfold har dessuten

betjente mottak på sentrale steder i kommunene under bestemte perioder, hvor man kan tømme de røde boksene.

HENTING HOS AVFALLSBESITTER TO GANGER I ÅRET

Asker har en miljøbil som henter boksene ved innkjørselen til hver husstand, et par ganger i året. I Asker finnes det også ubetjente mottak, eller såkalte returpunkter for EE-avfall som står utplassert på bensinstasjonene. Andre som tilbyr henting to ganger i året er Stavanger, Trondheim, og Hallingdal Renovasjon som eies av buskerudkommunene Ål, Krødsherad, Gol, Nes, Flå, Hemsedal og Hol.

HENTING HOS AVFALLSBESITTER FIRE GANGER I ÅRET

Dette gjelder to IKSer: Indre Agder og Telemark Avfallsselskap (IATA) er eid av kommunene Nome, Drangedal, Nissedal og Åmli. IRMAT – Interkommunalt Renovasjonsselskap i Midt- og Aust-Telemark eies av kommunene Bø, Hjartdal, Notodden og Sauherad.

HENTING HOS AVFALLSBESITTER ETTER BEHOV

I Fredrikstad tilbyr de en såkalt *ringeordning*, hvor avfallsbesitter ringer når den røde boksen er full og må hentes. Den samme ordningen har Follo Ren, men bare for farlig avfall.

ANDRE ORDNINGER

I Froland, Grimstad og Arendal – hvor Agder Renovasjon har ansvaret for innsamlingen - har husstandene et eget *rødt brett* som er integrert med de andre avfallsdunkene, og som tømmes hver uke sammen med husholdningsavfall. Kommunene Lindesnes, Audnedal, Mandal, Marnadal, som til sammen eier Maren AS, har røde bokser, men det er ikke etablert henteordning for denne. Det vil si at innbyggerne selv må tømme denne på miljøstasjonene. Det samme gjelder Reno-Vest som eies av Lødingen, Hadsel, Bø, Øksnes, Sortland og Andøy.

I tabell 5 har jeg listet opp alle IKSer som har rød boks ordning, i tillegg har jeg tatt med IKSer hvor rød boks bare er ment for farlig avfall.

Tabell 5 - Avfallsselskaper med rød boks-ordning inndelt i de som tilbyr henting hos avfallsbesitter, henting av SE-avfall/farlig avfall, årlig hentefrekvens, og utsortert EE-avfall. 2011.

Avfallsselskaper/kommuner	Henting hos kunde	Farlig avfall	SE-avfall	Hentefrekvens (i året)	Utsortert EE-avfall (kg/privatus.)
Maren	-	X	X	-	30,3
Reno-Vest	-	X	X	-	32,0
Romerike Avfallsforedling (ROAF)	x*	X	X	2	15,6
Indre Østfold Renovasjon (IØR)	x*	X	X	2	23,4
Helgeland Avfallsforedling (HAF)	X	X	X	1	19,9
GLT-avfall	X	X	-	1	13,2
Stavanger	X	X	X	2	11,2
Asker	X	X	X	2	32,5
Trondheim	X	X	X	2	14,6
Hallingdal Renovasjon	X	X	X	2	11,6
IATA	X	X	X	4	31,3
IRMAT	X	X	X	4	17,0
Fredrikstad	X	X	X	Etter behov	30,4
Follo Ren	X	X	X	Etter behov	22,9
Agder Renovasjon	X	X	X	52	15,1
Grenland Renovasjon	X	X	-	52	20,1

*Miljøbil (hybrid av hente- og bringeordning).

GLT (Gjøvik Land Toten)-avfall; Østre og Vestre Toten, Søndre og Nordre Land, og Gjøvik.

Grenland Renovasjon; Porsgrunn, Bamble, Siljan og Skien.

HAF: Nesna, Hemnes, Rana, Lurøy, Træna og Rødøy.

5.2. Casebeskrivelser

AGDER RENOVASJON

Grimstad, Arendal og Froland er eierkommuner av Agder Renovasjon. Totalt bor det litt over 67 800 personer i private hushold i regionen, hvor av over 90 % bor i de to førstnevnte kommunene. Froland er over dobbelt så stor i utstrekning som de andre to kommunene til sammen, og er preget av spredtbebyggelse. Andelen av tettbebygde strøk utgjør om lag fire prosent av totalarealet i de tre kommunene, hvor 80 % av befolkningen bor. Agder Renovasjon har mottaksanlegg for avfall i Heftingsdalen i Arendal og på Østerhus i Grimstad.

ROMERIKE AVFALLSFØREDLING

ROAF eies av kommunene Sørumsund, Fet, Rælingen, Enebakk, Lørenskog, Skedsmo, Nittedal og Gjerdrum. Samlet sett bor det omtrent 160 000 innbyggere i private husholdninger her, 50 % av disse bor i kommunene Skedsmo og Lørenskog, som har en relativ stor andel tettbebygde strøk i forhold til de andre kommunene. Samlet sett er 6,7 % tettsted, der 92 % av befolkningen bor. I ROAF finnes det sju kommunale gjenvinningsstasjoner, fordelt på alle kommuner unntatt Rælingen.

FREDRIKSTAD KOMMUNE

I Fredrikstad bor det 74 028 innbyggere i private husholdninger. 15,4 % av kommunen er tettsted, hvorav 91,6 % av innbyggerne bor.

Tabell 6 - Oppsummering av befolkningsstatistikk fra de tre analyseenheter. 2011.

	Agder Renovasjon	ROAF	Fredrikstad
Antall innbyggere som bor i private hushold	67 824	160 651	74 028
Antall privathusstander	29 760	68 698	33 302
Areal (km ²)	1 218	1 104	288
Andel av areal som er tettsted (%)	3,92	6,67	15,39
Andel bosatt i tettsted (%)	81,33	91,65	91,55

Kilde: rådata hentet fra SSB

Tabell 7 – Restavfall for de tre analyseenheter. Tonn. 2011.

	Agder Renovasjon	ROAF	Fredrikstad
Restavfall (tonn)	10 356	41 274	18 248

Kilde: SSB

Tabell 8 - Tallgrunnlag for estimering av innsamling via forhandler. 2011.

Innsamling husholdningsavfall	Elretur	Elsirk	ERP Norway	Euro-vironment	Renas	Totalt
Andel husholdningsavfall	88,28 %	42,51 %	100,00 %	46,17 %	20,50 %	-
Fredrikstad kommune (tonn)	643	15	625	97	82	1 462
ROAF (tonn)	1 330	293	1 869	161	252	3 904
Agder Renovasjon (tonn)	327	19	338	60	128	872

Kilde: EE-registeret

5.3. Forutsetninger og sammenligninger

For å sammenligne de tre forskjellige innsamlingssystemene uavhengig av befolkningsstruktur og transportavstander er det gjort forutsetninger om gjennomsnittlige transportavstander og transportmengder til forhandler og KAM. Det er forutsatt at frakt besørget av forbruker fordeler seg med 60/40 på hhv. bensin- og dieseldrevne personbiler. (Andelen diesel var 20 % i 2006).

Tabell 9 - Transportmidler og utslippsdata for de ulike innsamlingsløsningene.

Innsamlingsløsning	Transportmiddel	Verdi i kg CO ₂ -ekvivalenter
Henteordning, Agder Renovasjon	3,5-7,5 tonn, EURO 4	0,365524853 per tonn.km
Henteordning, Fredrikstad	3,5-7,5 tonn, EURO 5	0,370164897 per tonn.km
Henteordning, ROAF	7,5-16 tonn, EURO 4	0,182078313 per tonn.km
Til forhandler og KAM	Personbil, diesel	0,000164643 per km
	Personbil, bensin	0,000227862 per km

Tabell 10 - Transportavstander basert på forutsetninger. Skalert mhp. befolkningstetthet.

	ROAF		Fredrikstad		Agder Renovasjon	
	Tettsted	Spredtbygd	Tettsted	Spredtbygd	Tettsted	Spredtbygd
Transport til forhandler (km)	4	20	5,0	9,6	6,8	23,4
Transport til KAM (km)	12	40	16,0	19,3	25,0	46,9
%-vis andel av befolkning	91,65 %	8,35 %	91,55 %	8,45 %	81,33 %	18,67 %

Transportavstander til forhandler i tettbebygde og spredtbebygde områder er lagt inn som forutsetninger i beregningene. Det samme har blitt gjort for transportavstander til KAM fra spredtbebygde områder. Transportavstandene er omvendt proporsjonalt med km²/husstand, med ROAF som skaleringspunkt. For tettsteder er transporten estimert ved å måle avstander fra sentrum til nærmeste KAM, for så å gjøre et vektet snitt for regionen.

Tabell 11 - Vektete avstander til forhandler og KAM basert på befolkningstetthet og kartmålinger.

<i>Vektete avstander</i>	ROAF	Fredrikstad	Agder Renovasjon
Transportavstand til KAM (km)	14,34	16,28	29,09
Transportavstand til forhandler (km)	5,34	5,37	9,86

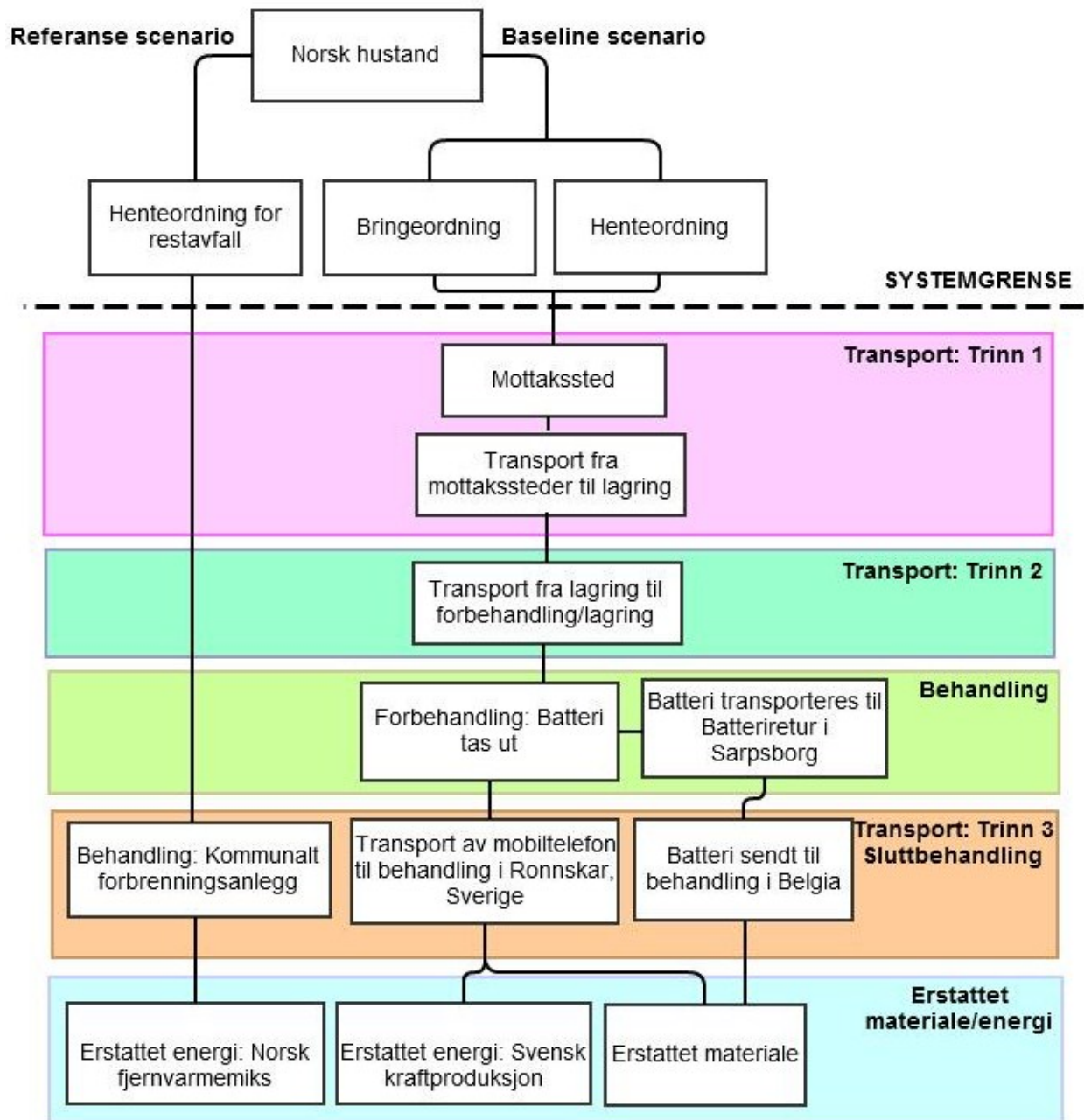
Det er forutsatt at det blir fraktet 150 kg til KAM, og 3 kg til/fra forhandler. Når man leverer fra seg mobiltelefonen til en forhandler eller til en gjenvinningsstasjon, skjer det som regel samtidig som man kjøper noe eller leverer annet avfall. Hvilke andre ærender som samtidig blir gjennomført vil ha en betydning for hvordan man allokterer transportarbeidet ned på mobiltelefonen. Det er viktig å understreke at forutsetningene ikke på noen som helst måte er basert på eksakt vitenskap, men at hensikten er å gi et sammenligningsgrunnlag.

5.4. Livsløpsanalyse av avfallsbehandling av mobiltelefon

I mai 2011 tildelte Elretur - et selskap som organiserer innsamling og gjenvinning av elektrisk og elektronisk (EE) avfall – en miljøpris til tre prosjekter som kunne bidra positivt til Elreturs virksomhet. Alle prosjektene kan bidra til vesentlige miljøgevinster på hver sin måte. Østfoldforskning AS var en av prisvinnerne med sitt forslag om å utvikle en modell som dokumenterer klima-, miljø- og ressurspåvirkning for innsamling og gjenvinning av EE-avfall i Norge. Et slikt modellverktøy for innsamling av EE-avfall baserer seg på en livsløpsanalyse, og har aldri tidligere blitt utført i Norge. Modellen bygges på tre ulike eksempelprodukter; mobiltelefon, LCD-tv og kjøleskap. Jeg vil her presentere livsløpsresultatet fra innsamlingen og behandlingen av mobiltelefoner. Resultatene fra livsløpsanalysen skal sammenlignes med mine egne resultater, som gjelder det første trinnet i innsamlingsprosessen. Østfoldforskning har brukt flere miljøindikatorer, men i mitt tilfelle er det bare GWP som er relevant.

Det er to mulige scenarier som har blitt undersøkt. I base-scenariet har mobiltelefonen blitt samlet inn via retursystemet, mens i referanse-scenariet er

telefonen kastet i restavfallet og derfra har den gått til det kommunale forbrenningsanlegget for avfall (figur 7).



Figur 8 - Avfallsbehandling av mobiltelefoner ved to ulike scenarier.

Resultatene viser at man oppnår en betydelig gevinst ved å resirkulere mobiltelefonen, med en netto gevinst på 823 gram CO₂-ekvivalenter per mobiltelefon. Hovedgevinsten kommer fra materialgjenvinningen av gull, hvor gjenvinning av 50 mikrogram per telefon gir en gevinst på 689 gram CO₂-

ekvivalenter. Gjenvinning av sølv gir gevinst på 104 gram CO₂-ekv. Transport og behandling utgjør en belastning på 59 gram CO₂-ekv. Av disse utgjør transport fra mottakssted til lagring (T1), og transport fra lagring til forbehandling (T2) hhv. 1,97 og 1,67 gram CO₂-ekv per mobiltelefon. Altså utgjør den innledende transporten for innsamlingen en liten del av den totale CO₂-belastningen for innsamling og behandling.

Tabell 12 - Resultater fra livsløpsanalysen av håndteringen av kasserte mobiltelefoner.

	Base-scenariet	Referansescenariet
GWP belastning av behandling (inkludert transport og andre miljøutslipp i verdikjeden. Kg CO ₂ -ekv.	0,059	0,166
GWP gevinst fra materialgjenvunnet materiale/erstattet energi. Kg CO ₂ -ekv.	-0,882	-0,049
Netto GWP belastning/gevinst av hele verdikjeden. Kg CO ₂ -ekv.	-0,823	0,117

Tabell 13 - Spesifikk global warming potential (GWP) for de ulike prosessene i base-scenariet.

Trinn i verdikjeden	Gram CO₂-ekvivalenter
Transportetappe 1 (T1); fra mottakssteder til lagring.	1,971
Transportetappe 2 (T2); Fra lagring til forbehandling.	1,655
Forbehandling; uttak av batteri	28
Transportetappe 3 (T3); Fra forbehandling til sluttbehandling	8,043
Sluttbehandling av mobiltelefon	30,666
Erstattet materialproduksjon	-881,57
Erstattet energi	-11,858
Netto belastning av verdikjeden	-823,09

5.5. Usikkerhet i datagrunnlaget

I kartleggingen av avfallshåndteringen må mengder estimeres for hvor mye som kommer inn via forhandlere. Det er flere usikkerhetsmomenter knyttet til estimeringene. For det første finnes det ingen registreringer på hvor stor andel av leveransen til forhandler som er næringsavfall, eller fra husholdningene. Det vil si om leverandøren er en elektriker, eller om det er en privatperson. Det kan også være at avfall blir levert fra andre kommuner. Jeg har kartlagt mengdene med informasjon fra EE-registeret. Elretur er det eneste selskapet som gjør faktiske registreringer av mengder samlet inn. De andre selskapene baserer seg på fordelingsnøkler.

6. RESULTATER

Først i resultatkapittelet gjennomgår jeg resultatene til analyseenhetene Agder Renovasjon, ROAF og Fredrikstad kommune. Dette innebærer en presentasjon av henteordningene, og hvor mye EE-avfall som blir samlet inn via dem og bringeordninger, samt hvor mye som kastes i restavfallet. På bakgrunn av disse resultatene sammenligner jeg de tre analyseenhetene. Deretter vil jeg sammenligne klimagassutslippene av å samle inn mobiltelefoner via de ulike henteordningene. Utslippene vil være oppgitt i gram CO₂-ekvivalenter per mobiltelefon. Videre vil jeg sammenligne utslippene av henteordningene med resten av innsamlingsprosessen. Det vil si transport fra mottakssted til lagring (T1), og transport fra lagring til forbehandling (T2), og siden transport fra forbehandling til sluttbehandling (T3). Tallene representerer nasjonale utslipp for innsamlingen av mobiltelefoner og er hentet fra Østfoldforskning sin modell for miljøpåvirkning fra behandling av EE-avfall. Resultatene fra rapporten står oppgitt i kapittel 5.4. Utslipp fra bringeordningen er også estimert for de ulike analyseenhetene, basert på forutsetningene i kapittel 5.3. Utslippene fra de ulike innsamlingskanalene, samt kartleggingen av avfallsstrømmen gir grunnlag for å regne ut et totalt utslipp for hele oppsamlingssystemet (T0), for de ulike analyseenhetene. Jeg vil også her sammenligne dette opp mot resten av innsamlingsprosessen. Til slutt vil jeg se hvor mye transportarbeid de ulike henteordningene kan ha før de nuller ut CO₂-gevinsten fra å materialgjenvinne mobiltelefoner.

6.1. Individuelle resultater

Tallgrunnlaget baserer seg på spørreskjemaet og påfølgende spørsmål i kjølvannet av spørreskjemaet. Noe informasjon vil også være basert på årsrapporter. Det finnes ingen data på hvordan SE-avfall og farlig avfall fordeler seg i de røde boksene. ROAF har i midlertid gjort noen anslag basert på egne erfaringer. Jeg vil bruke denne fordelingen som forutsetning på innhold av rød boks.

6.1.1. AGDER RENOVASJON

I eierkommunene til Agder Renovasjon kildesorteres matavfall, plastemballasje, glass- og metallemballasje, papir, og rød boks-avfall. Ordningen med henting av rød boks ble først tilbudt i 1998/1999 (pers. med. Hvoslef 2012). Avfallet sorteres i et eget rødt brett i sorteringsskapet, som hentes hver uke sammen med annet husholdningsavfall. Renovasjonsbilen henter tre fraksjoner hver uke og har en total kapasitet på 14,5 m³, hvor kammeret for rød boks-avfall er 0,5 m³. Det finnes ikke tall på hvor mye som blir samlet inn via henteordningen, men på bakgrunn av gitte data fra Agder Renovasjon har jeg forsøkt å estimere innsamlingsmengder. Noen av forutsetningene som ligger til grunn for beregningene er i midlertid usikre. Mengden med avfall som hentes for hver innsamlingsrunde per renovasjonsbil avhenger av kapasiteten på kammeret, egenvekten av avfallet (kg/m³) og kapasitetsbruken (det er ingen komprimering av EE-avfall). Størrelsen på kammeret er kjent, mens de to andre parameterne finnes det ikke tall for. Verdien av disse vil i stor grad bestemme innsamlingsmengden. I spørreskjemaet oppgir Agder Renovasjon at 80-100 % av kapasiteten vil være i bruk. Det finnes omtrentlige estimater på egenvekten av småelektronikk, som ligger rundt 400 kg/m³ (pers. med. Svendsen 2012). Dersom vi legger dette til grunn, samt en kapasitetsbruk på 90 % så vil estimert innsamlet mengde med avfall fra rød boks være 585 tonn. Dette virker usannsynlig i og med at den totale innsamlingsmengden fra husholdningene via KAM var 676 tonn i 2011 (676 tonn inkluderer og farlig avfall fra næring).

Det kan tenkes at egenvekten av avfallet i rød boks er mindre enn egenvekten av SE-avfall. Farlig avfall fra husholdningene består ofte av (mer eller mindre) tomme beholdere for maling, lakk, beis, motorolje, spillolje og spraybokser. Også batterier og sparepærer er typiske gjenstander. Tomme beholdere vil lagre mye luft, slik at fyllingsgraden bli lavere. Dersom vi for eksempel legger til grunn en egenvekt på 200 kg/m³ for kammeret, og en kapasitetsbruk på 80 %, så vil den estimerte innsamlingen fra rød boks være 260 tonn. Noe som betyr at 56 % mindre har blitt samlet inn enn ved det forrige eksempelet. Jeg vil derfor konkludere med at det er lite hensiktsmessig å komme med noen estimater på innsamlingen. Det bør

allikevel være fullt mulig å gi gode estimater dersom undersøkelser blir gjort angående kapasitetsbruk og egenvekten av avfallet i kammeret på renovasjonsbilen. Av ovenfornevnte grunner er transportarbeidet allokert ned på SE-avfall basert på volum, noe som gir et transportarbeid på 5 460 km.

For henteordning og innsamling via KAM ble det samlet inn 341 tonn i 2011. Det vil si 11,47 kg per privathusstand. Sett i sammenheng med foregående år var innsamlingen unormal lav i 2011. Det er uvisst hvorfor dette er tilfellet (pers. med. Hvoslef 2012). Gjennomsnittet for de tre foregående årene er 450 tonn. Dersom vi legger dette til grunn ville innsamlingen per privathusstand vært 15,1 kg. Jeg vil legge dette tallet til grunn i videre analyser.

Tabell 14 - Innsamling via rød boks og KAM, og EE-avfall i restavfall. Agder Renovasjon.

EE-avfall samlet inn (2011)	341 tonn
EE-avfall samlet inn (gj.snitt tre foregående år)	450 tonn
Transportarbeid innsamling av	5 460 km
EE-avfall samlet inn per husstand (2011)	11,47 kg/husstand
EE-avfall samlet inn per husstand (gj.snitt tre foregående år)	15,1 kg/km
EE-avfall i restavfall per husstand	7,3 kg/husstand

Agder Renovasjon har utført plukkanalyser av restavfallet i hver av de tre kommunene som viste følgende prosentandel EE-avfall: 1,5 % i Grimstad, 2,5 % i Arendal og 1,19 % i Froland. Et vektet gjennomsnitt basert på befolkningen i de ulike kommunene gir 2,1 %. Det betyr at det totalt sett ble kastet 216 tonn med EE-avfall i restavfallet, noe som tilsvarer 7,30 kg per privathusholdning.

Tabell 15 - Avfallshåndtering blant innbyggere i eierkommunene til Agder Renovasjon. 2011.

Innsamling via	Rød boks	KAM	Forhandler	Kastet i restavfall	Totalt
Tonn	-	450	531	216	1198
%-vis fordeling	-	38 %	44 %	18 %	100 %

6.1.2. ROMERIKE AVFALLSFØREDLING (ROAF)

Innbyggerne i ROAF kildesorterer papir og rød boks-avfall i husholdningene. I kommunene Fet, Gjerdrum og Sørum tilbys også en henteordning for

plastemballasje. I 2011 ble det samlet inn 1 064 tonn med EE-avfall fra husholdningene via KAM. I tillegg har ROAF en egen miljøbil for innsamling av rød boks. Miljøbilen har oppsamling hver høst og vår i alle eierkommunene, men er i hovedsak et tilbud for de som er forhindret fra å besøke en av gjenvinningsstasjonene. I praksis vil det gjerne bety de som ikke har mulighet til å kjøre og frakte eget avfall. Miljøbilen stopper på omtrent 100 plasser hvert år, som alle ligger på sentrale steder i kommunene. Tilbudet startet opp for omtrent ti år siden i Gjerdrum, men har gradvis blitt innført i alle eierkommunene. I 2011 kjørte miljøbilen 3000 km, og hadde 877 besøkende som til sammen leverte 16,37 tonn avfall, hvor av 8 tonn var EE-avfall. Det vil si at 9,12 kg med EE-avfall ble levert per leveranse. Miljøbilen har en kapasitet på 30 m³, eller 10 tonn. 40-59 % av kapasiteten vil være i bruk for hver innsamlingsrunde. Tabellen nedenfor gir en beskrivelse av resultatene fra ordningen med miljøbil.

Tabell 16 – Oppsummerende resultater om ROAFs miljøbil. 2011.

Innsamling rød boks	16,37 tonn
EE-avfall samlet inn	8 tonn
Kjørt (allokert)	1466 km
EE-avfall samlet inn per leveranse	9,12 kg
EE-avfall samlet inn per km	5,46 kg/km
Besøk	877
Antall stoppesteder	100

Det er vanskelig å si noe sikkert om hvor mange husstander som benytter seg av miljøbilen, men i 2009 var det 1 613 besøkende, så man kan anta at det ligger et sted mellom 800-1600 husstander (avhengig av hvor mange ganger i året hver husstand benytter seg av tilbudet). Noe som betyr at hver husstand leverer 5-10 kg med SE-avfall i året. Totalt sett ble det i 2011 samlet inn 1 072 tonn med EE-avfall via miljøbussen og gjenvinningsstasjonene, noe som tilsvarer 15,6 kg per privatusstand.

ROAF utførte plukkanalyser av restavfallet i 2010 som viste at 1,29 % bestod av EE-avfall. Med andre ord ble omtrent 532 tonn med EE-avfall kastet i restavfallet, noe som tilsvarer 7,75 kg per privatusstand i 2011.

Tabell 17 - Avfallshåndtering blant innbyggere i eierkommunene til ROAF. 2011.

Innsamling via	Rød boks	KAM	Forhandler	Kastet i restavfall	Totalt
Tonn	8	1064	2832	532	4436
%-vis fordeling	0,18 %	24 %	64 %	12 %	100 %

6.1.3. FREDRIKSTAD KOMMUNE

I tillegg til å ha en gjenvinningsstasjon tilbyr Fredrikstad kommune henting av rød boks i husstander etter behov, ved at abonnenten ringer når boksen er full. Det vil da gå maksimalt en uke før boksen hentes. Store borettslag har felles miljøskap hvor avfallet kan låses inn. Disse tømmes regelmessig. Innbyggerne i Fredrikstad kildesorterer i tillegg papir og papp, og plastemballasje. Miljøbilen (eller miljøsparer'n som den heter i Fredrikstad) kjører fem dager i uken, hvor av tre dager går til henting av røde bokser. De resterende dagene kjører mannskapet smittefarlig avfall, og gjør andre serviceoppdrag. I 2011 kjørte avfallsbilen totalt 18700 km. Dersom man antar at bilen kjører omtrent like langt hver dag så vil 60 % bli brukt til henting av rød boks. Altså omtrent 11 220 km. Allokert ned på EE-avfall blir dette 5 480 km. Totalt ble 38,56 tonn avfall ble samlet inn. Hvor mye av dette som er EE-avfall er ikke registrert. Ved å anta samme fordeling mellom SE-avfall og farlig avfall som er registrert hos ROAF, kan vi estimere at 18,84 tonn med EE-avfall har blitt samlet inn. Alle i Fredrikstad er dekket av rød boksordningen. Tabell 18 oppsummerer de viktigste resultattallene for hentesystemet.

Tabell 18 – Oppsummerende resultater om innsamling via hentesystem i Fredrikstad 2011.

Innsamling rød boks	38,56 tonn
EE-avfall samlet inn	18,84 tonn
Kjørt	5 480 km
EE-avfall samlet inn per husstand	0,57 kg/husstand
EE-avfall samlet inn per km	3,44 kg/km

Totalt sett ble det samlet inn 1 011 tonn med EE-avfall fra rød boks og via KAM i 2011, noe som tilsvarer at hver husstand leverte fra seg 30,4 kg med EE-avfall. Med andre ord en høy innsamlingsgrad sammenliknet med de to andre regionene. Derimot virker innsamlingen av SE-avfall via henteordningen å være lav. Dersom

vi tar utgangspunkt i ROAF sin miljøbuss, så ble 9,12 kg SE-avfall levert per besøkende. I Fredrikstad ble det registrert 0,57 kg/husstand levert. Ved å anta samme totalvekt per innlevert boks vil omtrent 6 % av alle husstandene i Fredrikstad benytte seg av løsningen årlig (0,57/9,12). Den totale innsamlingsgraden via røde bokser og kommunalt avfallsmottak er derimot svært god. På avfallsmottaket ved FREVAR observeres det at mange har med seg den røde boksen. Fredrikstad er forholdsvis liten i utstrekning, med mange innbyggere boende i tettbebygde strøk. Avfallsmottaket ved FREVAR på Øra, ligger relativt nært, ca. 5 km fra bykjernen.

I plukkanalyser fra Fredrikstad er andelen EE-avfall i restavfall på 0,79 %. Det vil si at hver privathusstand kastet 4,33 kg med EE-avfall i restavfallet i 2011.

Tabell 19 - Avfallshåndtering blant innbyggere i Fredrikstad kommune. 2011.

Innsamling via	Rød boks	KAM	Forhandler	Kastet i restavfall	Totalt
Tonn	18,84	992,16	451	144	1606
%-vis fordeling	1,17 %	62 %	28 %	9 %	100 %

6.2. Sammenligning av oppsamlingsystemene

Fredrikstad kommune har den høyeste innsamlingsgraden via KAM og røde bokser – omtrent dobbelt så høy som i eierkommunene til ROAF og Agder Renovasjon.

Tabell 20 - Oppsummerende statistikk for de ulike oppsamlingsystemene.

	Agder Renovasjon	ROAF	Fredrikstad kommune
Innsamling rød boks og KAM	15,1 kg/husst.	15,6 kg/husst.	30,4 kg/husst.
Innsamling rød boks	- kg/husst.	9,12 kg/leveranse	0,57 kg/husst.
Innsamling rød boks	- kg/km	5,46 kg/km	3,44 kg/km
EE-avfall kastet i restavfall	7,3 kg/husst.	7,75 kg/husst.	4,33 kg/husst.

ROAF sin miljøbil samler inn mer EE-avfall enn henteordningen til Fredrikstad kommune, noe som også gjelder innsamling per distanseenhet. Ordningen til ROAF er derfor mer effektiv. For de estimatene som er gjort for henteordningen til Agder Renovasjon, er total kjøreavstand allokert ned på SE-avfall 5 460 km, som ligger på

samme nivå som henteordningen til Fredrikstad kommune (5 480 km). Men det er uvisst hvor mye som blir samlet inn.

Plukkanalysene fra eierkommunene til ROAF og Agder Renovasjon viste at hhv. 7,3 og 7,75 kg EE-avfall per privatusstand havnet i restavfallet i 2011. Innbyggerne i Fredrikstad kastet 4,33 kg per husstand, som er 40 % mindre enn det innbyggerne i eierkommunene til ROAF og Agder Renovasjon kastet.

Tabell 21 - Avfallshåndtering blant de ulike oppsamlingsystemene. I prosentvis fordeling.

<i>Innsamling via:</i>	Rød boks	KAM	Forhandler	Kastet i restavfall
Agder Renovasjon	- %	38 %	44 %	18 %
ROAF	0,18 %	24 %	64 %	12 %
Fredrikstad	1,17 %	62 %	28 %	9 %

18 % av EE-avfallsstrømmen i 2011 havnet i restavfallet i ansvarsområdet til Agder Renovasjon, noe som er betraktelig mer enn i de to andre regionene. Relativt mye EE-avfall leveres også til forhandler. Innbyggerne i eierkommunene til ROAF leverer mest EE-avfall til forhandler, mens befolkningen i Fredrikstad kommune leverer mest til KAM.

6.3. Miljøeffekt ved sammenligning av de ulike innsamlingsystemene

Her vil jeg måle klimagassutslippene fra de ulike innsamlingsystemene. Effekten måles i CO₂-ekvivalenter per mobiltelefon. Det er forutsatt at hver telefon veier 0,14 kg. Først gjør jeg en analyse av selve henteordningene, dernest på oppsamlingsystemene i sin helhet.

6.3.1. MILJØEFFEKT VED SAMMENLIGNING AV DE ULIKE HENTEORDNINGENE

Innledningsvis vil jeg sammenligne de ulike henteordningene uten å ta hensyn til transportavstander. Men for å få en bedre sammenligning vil jeg også forsøke og sammenlikne systemene ut fra en lik rutelengde på hver av de ulike henteordningene, for å utligne lokale forskjeller i befolkningsstruktur.

Transportavstanden er satt til 50 km. Agder Renovasjon sin henteordning er mest miljøeffektiv med et utslipp på 4,3 gram CO₂-ekvivalenter per mobiltlf. ved lik rutelengde. ROAF sin miljøbil har et utslipp på 17,2 gram CO₂-ekv per mobiltlf., som er fire ganger høyere. Miljøbilen til Fredrikstad kommune har et utslipp på 52,7 gram CO₂-ekv, noe som er 12 ganger høyere enn henteordningen til Agder Renovasjon, og tre ganger høyere enn ROAF sin miljøbil.

Tabell 22 - GWP for henteordningene ved hhv. ulik og lik rutelengde. Gram CO₂-ekv. per mobiltlf.

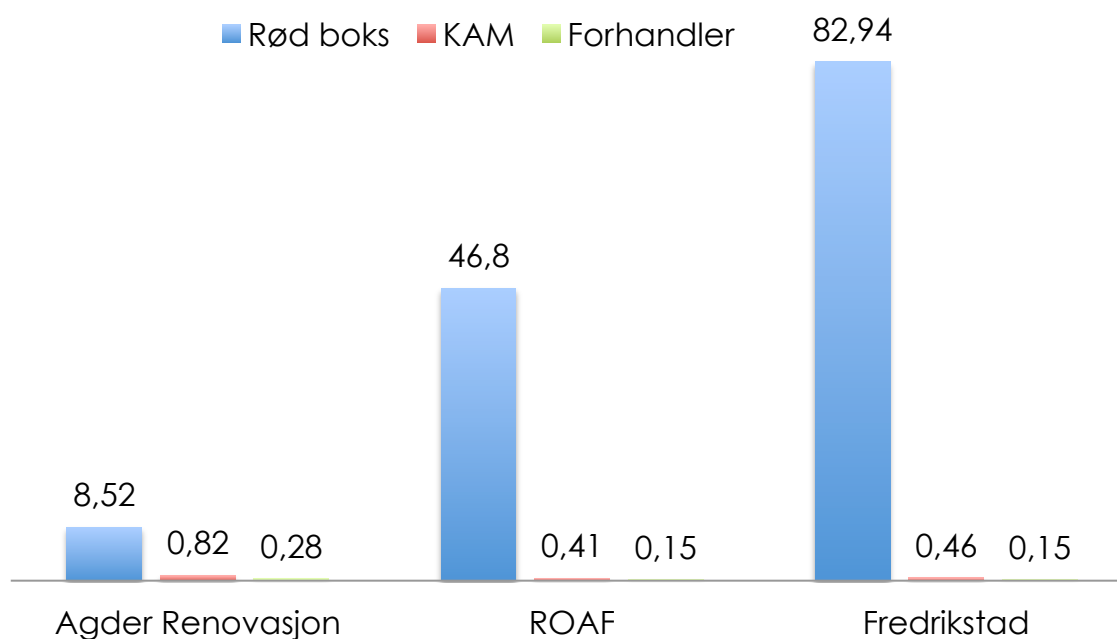
	Ulik rutelengde	Lik rutelengde	Enhet
Agder Renovasjon	8,5	4,3	<i>gram CO₂-ekv.</i>
ROAF	46,7	17,1	<i>gram CO₂-ekv.</i>
Fredrikstad	82,9	57,7	<i>gram CO₂-ekv.</i>

6.3.2. MILJØEFFEKT VED SAMMENLIGNING AV DE ULIKE INNSAMLINGSSYSTEMENE

Utslippene fra at forbrukeren selv bringer med seg mobiltelefonen til forhandler eller til KAM har en minimal klimabelastning. Sammenlignet med henteordningene er forskjellene i utslipp store, særlig for ordningene til Fredrikstad kommune og ROAF.

Tabell 23 - GWP for de ulike innsamlingssystemene. Gram CO₂-ekv. per mobiltlf.

<i>Innsamling via</i>	Rød boks	KAM	Forhandler	Enhet
Agder Renovasjon	8,52	0,82	0,28	<i>gram CO₂-ekv.</i>
ROAF	46,80	0,41	0,15	<i>gram CO₂-ekv.</i>
Fredrikstad	82,94	0,46	0,15	<i>gram CO₂-ekv.</i>



Figur 9 - GWP for de ulike innsamlingssystemene. I gram CO₂-ekv. per mobiltelefon.

Miljøutslipp ved levering til KAM og forhandler er omtrent dobbelt så store for innbyggerne i eierkommunene til Agder Renovasjon enn for innbyggerne i eierkommunene til ROAF og for innbyggerne i Fredrikstad kommune. Dette kommer av en generell lavere befolkningstetthet i Arendal, Grimstad og Froland, og at en større andel av befolkningen er bosatt i spredtbebygde strøk.

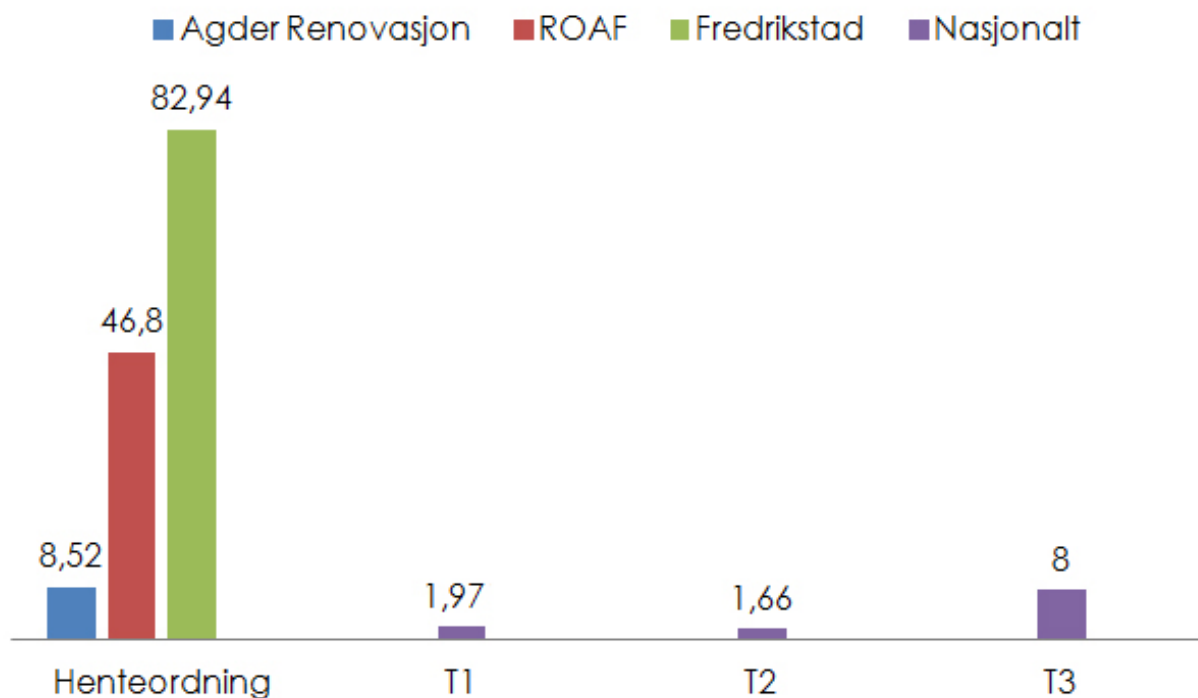
6.4. Miljøeffekt ved sammenligning av oppsamling og behandling

I dette kapittelet vil jeg sammenligne klimagassutslippene ved oppsamlingen av mobiltelefoner for de ulike innsamlingssystemene med avfallsbehandlingen av mobiltelefoner i Norge. Oppsamlingen, T0, utgjør bringeordning og henteordning, mens avfallsbehandlingen utgjør resten av innsamlingen T1, T2 og T3, samt forbehandling og sluttbehandling.

6.4.1. HENTEORDNING SAMMENLIGNET MED INNSAMLINGSPROSESSEN

Resultatene fra livsløpsanalysen som er utført av Østfoldforskning viser at transportarbeid ved innsamlingsetappene, T1, T2 og T3 utgjør til sammen 11,63 gram CO₂-ekv. per mobiltelefon. Dette tilsvarer 20 % av den totale miljøbelastningen for

avfallsbehandlingen. Til sammenligning er klimagassutslippet av henteordningen til ROAF og Fredrikstad kommune hhv. 4 og 7 ganger så stor.



Figur 10 – Klimagassutslipp fra de ulike henteordningene og resten av transportkjeden for innsamlingen av mobiltelefoner. Gram CO₂-ekv. per mobiltelefon.

6.4.2. HENTEORDNINGENE SAMMNELIGNET MED RESIRKULERING

Resirkulering av mobiltelefoner resulterer i store miljøgevinster ved å erstatte utvinning av jomfruelig materiale, nærmere bestemt en netto gevinst på 823 gram CO₂-ekv. per mobiltelefon. Selv om henteordningene til ROAF og Fredrikstad kommune har relative store utslipp, i forhold til resten av innsamlingsprosessen, så oppnås det fortsatt en stor klimagevinst totalt sett. Med andre ord kan det forsvares å ha et omfattende transportarbeid for å hente inn mobiltelefoner, før den totale CO₂-gevinsten av behandlingen utlignes. Miljøbilen til ROAF må kjøre 2 390 km for å utligne denne gevinsten, mens miljøbilen til Fredrikstad kommune må kjøre 785 km. For henteordningen til Agder Renovasjon er denne avstanden på hele 9 630 km.

Tabell 24 - Antall km man må kjøre for å utligne gevinst i netto klimagassutslipp av å materialgjenvinne en mobiltelefon.

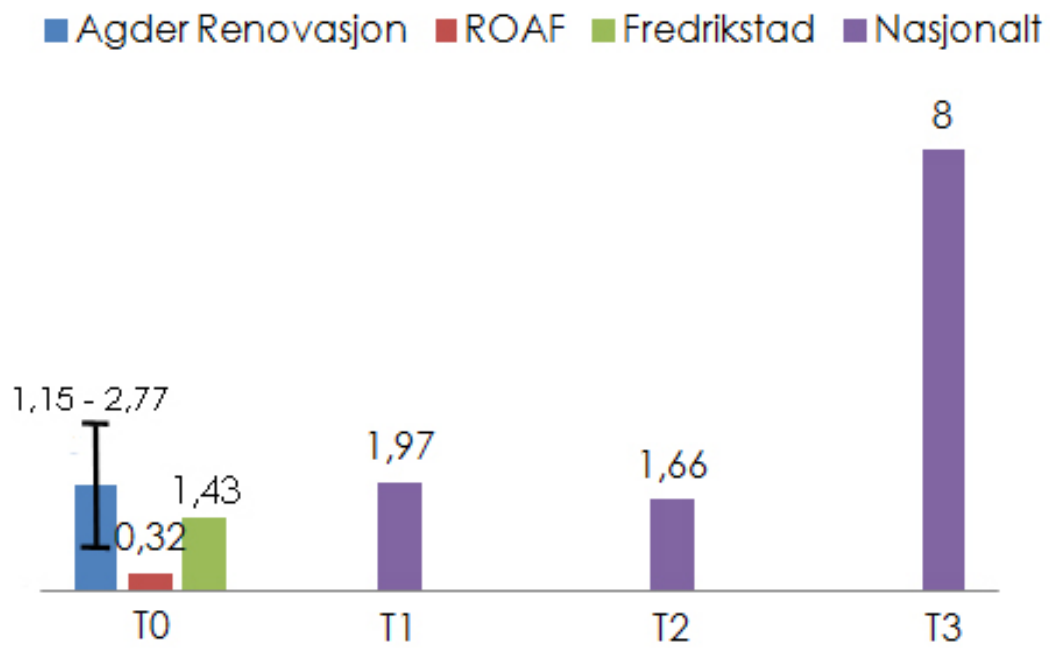
	ROAF	Fredrikstad	Agder Renovasjon
Transportarbeid (km)	2390	785	9630
Faktor	18	10	97

6.4.3. OPPSAMLINGSSYSTEMENE SAMMNELIGNET MED RESTEN AV INNSAMLINGEN

Analysene som er foretatt indikerer at totale klimagassutslipp fra oppsamlingen av mobiltelefoner for de ulike analyseenhetene er lav. For oppsamlingen i Fredrikstad kommune er utslippet 1,43 gram CO₂-ekv. per mobiltelefon. Utslippene av oppsamlingen i eierkommunene til ROAF ligger en del lavere med sine 0,32 gram CO₂-ekv. Dette kommer av at en større andel EE-avfall blir levert til forhandler. Siden jeg ikke vet nøyaktig hvor mye SE-avfall som blir samlet inn via henteordningen til Agder Renovasjon, så vil det også være vanskelig å si noe nøyaktig om de totale utslippene fra oppsamlingen i eierkommunene. Jeg har allikevel estimert dette ved å bruke to forskjellige innsamlingsscenarier for henteordningen; (1) god innsamling, 90 % kapasitetsutnyttelse og egenvekt 400 kg/m³. (2) Lav innsamling, 50 % kapasitetsutnyttelse, egenvekt 200 kg/m³. Scenariene gir hhv. 1,15 og 2,77 gram CO₂-ekvivalenter.

Tabell 25 - GWP for de ulike innsamlingssystemene. Gram CO₂-ekv. per mobiltelefon.

	Totalt for T0	Enhet
Agder Renovasjon	1,15 – 2,77	gram CO ₂ -ekv
ROAF	0,317	gram CO ₂ -ekv
Fredrikstad Kommune	1,429	gram CO ₂ -ekv



Figur 11 - Klimagassutslipp av de ulike innsamlingssystemene sammenlignet med resten av innsamlingsprosessen. Gram CO₂-ekv. per mobiltilf.

7. DISKUSJON

Diskusjonen er delt inn i to underavsnitt, der den første diskuterer resultatene angående innsamling og avfallshåndtering for de ulike analyseenhetene. Deretter vil resultatene fra klimagassmålingene av oppsamlingen av mobiltelefoner diskuteres.

7.1. Individuelle og komparative resultater

Fredrikstad kommune oppnår en høy innsamlingsgrad via KAM og rød boks (30,4 kg/husstand), men få benytter seg av henteordningen. Det kan virke som om de fleste tar med seg boksen til avfallsmottaket, trolig i forbindelse med levering av annet type avfall. Gjenvinningsstasjonen Frevar ligger nære befolkningssentra og det er observert at mange leverer rød boks hit. Most (2003), Ongondo & Williams (2011b) og Darby & Obara (2005) identifiserer offentlig bevissthet om hvordan og hvor man kan resirkulere som den største suksessfaktoren for en vellykket innsamling. I Østfold har man de siste årene jobbet mye med holdningskampanjer rettet mot avfallshåndtering, noe som kan være en faktor som forklarer den høye innsamlingsgraden (NTBinfo, 2009). Fredrikstad er også en av 13 byer som inngår i et samarbeid med staten og næringslivet for å redusere klimagassutslippene og gjøre det bedre å bo i byene. På bakgrunn av dette har TNS Gallup gjort en spørreundersøkelse om hvordan innbyggerne stiller seg til kommunens klimapolitikk. Den viser at innbyggerne i Fredrikstad er meget godt fornøyd med hvordan kommunen tilrettelegger for levering av farlig avfall, hele 80 % oppgir at de returnerer slikt avfall (Falch-Monsen, 2011). Dette tyder på at det er mange som kjenner til ordningen i Fredrikstad, men forholdsvis få bruker den. Etter presseoppslag om rød boks-innsamling, for eksempel i forbindelse med ovenfornevnte spørreundersøkelse, har man merket et tydelig oppsving i innringninger for å få levert røde bokser. Av dette kan vi trekke to slutninger; (1) I utgangspunktet er ordningen ment å være et tilbud for alle, men i praksis er ordningen det samme tilbudet som ROAF tilbyr. Altså et tilbud for de som har vanskeligheter med å komme seg til gjenvinningsstasjonen. (2) Informasjon om ordningen fører til økt bruk. Dette kan være en bekreftelse av resultatene til Most (2003), Ongondo & Williams (2011b) og Darby & Obara (2005).

Agder Renovasjon har en helt unik ordning hvor husholdningene kan sortere EE-avfall og farlig avfall som hentes hver uke. Ordningen er lett og brukervennlig for abonentene. Allikevel er innsamlingsgraden via KAM og rød boks halvparten av innsamlingsgraden i Fredrikstad. I tillegg havner relativt mye EE-avfall i restavfallet. Tanskanen (2012) skriver at brukervennligheten til innsamlingsløsningen er den viktigste faktoren, sammen med informasjon og promotering for å oppnå en vellykket innsamling. Innsamlingen kan ikke sies å være vellykket i eierkommunene til Agder Renovasjon, noe som kan bekrefte Tanskanen. Dette kan tyde på at informasjon og promotering om resirkulering er for lav eller feilslått i eierkommunene til Agder Renovasjon.

Tanskanen (2012) skriver også, i likhet med Darby & Obara (2005) at antall kildesorterte fraksjoner i husholdningene kan ha en positiv innvirkning på avfallshåndteringen av EE-avfall. Innbyggerne i eierkommunene til Agder Renovasjon kildesorterer 5 avfallstyper, mens de i eierkommunene til ROAF og i Fredrikstad kildesorterer 3 typer. I eierkommunene til Agder Renovasjon, ROAF og i Fredrikstad havnet hhv. 18 %, 12 % og 9 % av EE-avfallet i restavfallet i 2011. Alt EE-avfall som går i restavfallet kan kategoriseres som SE-avfall. I en spørreundersøkelse gjort av Elektronikkbransjen fremgår det at 11 % av SE-avfallet havner i restavfallet. Resultatene bekrefter delvis spørreundersøkelsen. Det virker derimot som det ikke finnes noen klar sammenheng mellom antall kildesorterte fraksjoner og avfallshåndteringen av EE-avfall.

Selv om innsamlingen via rød boks og KAM er veldig høy for Fredrikstad kommune sammenlignet med de to andre, så er det ikke sikkert at den totale innsamlingen er større. De som bor i eierkommunene til ROAF og Agder Renovasjon benytter seg av forhandlere i større grad. Men likevel forteller det oss noe om selve bruken av rød boks.

Resultatene fra Fredrikstad kommune viser at det kan være smart å ha et eget sted å kvitte seg med farlig og SE-avfall. Selv om ikke henteordningen blir brukt i så stor grad, kan likevel rød boks sammen med god informasjon føre til at

husholdningene bruker boksene som oppbevaring og tømmer dem på KAM. Slik er ordningen utformet i eierkommunene til MAREN og Reno-Vest, hvor det ikke er etablert henteordning for boksene. Allikevel oppnår de like høy og høyere innsamlingsgrad enn i Fredrikstad, uten at jeg har undersøkt årsakene.

7.2. Effektivitet ved sammenligning av de ulike oppsamlingsystemene

ROAF sin miljøbil samler inn mer EE-avfall per distanseenhet enn henteordningen til Fredrikstad kommune, og er derfor mer effektiv. Bø m.fl. (2012) konkluderer med at det er tre hoveddrivere som er vesentlig for effektivitet i et innsamlingsssystem; (1) transportutnyttelse og kapasitet, (2) antall beholdere som må tømmes og (3) hentefrekvens. De to innsamlingsløsningene har ulik rutestruktur hvor ROAF sin miljøbil trafikkerer to perioder i året, og stopper på til sammen 100 steder, hvor avfallsbesitter selv bringer med seg boksen. Miljøbilen til Fredrikstad kommune kjører tre dager i uken og reiser hjem til hver enkelt innringer. Miljøbilen kjører allikevel i et fast mønster, hvor ulike områder dekkes de forskjellige kjøredagene i uka. Selv om ordningene er vesentlig ulike i utforming og målsetning og derfor vanskeliggjør en sammenligning, så stemmer prinsippene om effektivitet angående hentefrekvens og antall beholdere som tømmes.

Kapasitetsutnyttelsen på renovasjonsbilen er særlig avgjørende for effektiviteten. Kjøreavstanden allokert ned på SE-avfall for henteordningen til Agder Renovasjon, er på samme nivå som henteordningen til Fredrikstad kommune. Dette til tross for at totalarealet av eierkommunene til Agder Renovasjon er mye større enn Fredrikstad kommune, og har mer grisgrendt bebyggelse. Grunnen til at det allokerte transportarbeidet likevel er likt skyldes at SE-avfallet i eierkommunene til Agder Renovasjon hentes sammen med restavfallet i en renovasjonsbil som utnytter kapasiteten godt, slik at allokeringen av transportarbeid på EE-avfall blir relativt liten.

Henteordningen til Agder Renovasjon har tre ganger så lave utslipp som ROAF sin ordning, og 12 ganger lavere utslipp enn Fredrikstad sin henteordning per

innsamlet mobiltelefon. Det finnes tre grunner til at utslippene varierer; type transportmiddel som benyttes, avstander og kapasitetsbruk, eller fyllingsgrad. ROAF sin miljøbil har dobbelt så stor kapasitet som transportmidlene brukt ved de to andre henteordningene. Det er korrigert for ulikheter i transportavstandene, men ulikhetene i utslipp er fortsatt store. Med andre ord har kapasitetsbruk, eller fyllingsgraden stor betydning for utslippet. Ved å vite hentefrekvens, total kapasitet på transportmiddel og den totale innsamlingsmengden kan man regne ut hvor mye av kapasiteten som blir brukt ved hver innsamlingsrunde. Tabell 23 viser kapasitetsbruken for de ulike henteordningene.

Tabell 26 - Spesifikasjoner på transportmidler brukt ved de ulike henteordningene.

	Kapasitet*	Innsamlet per tur	Kapasitetsbruk
Agder Renovasjon	6 tonn	3638 kg	60,6 %
ROAF	10 tonn	743 kg	7,4 %
Fredrikstad	5,5 tonn	247 kg	4,5 %

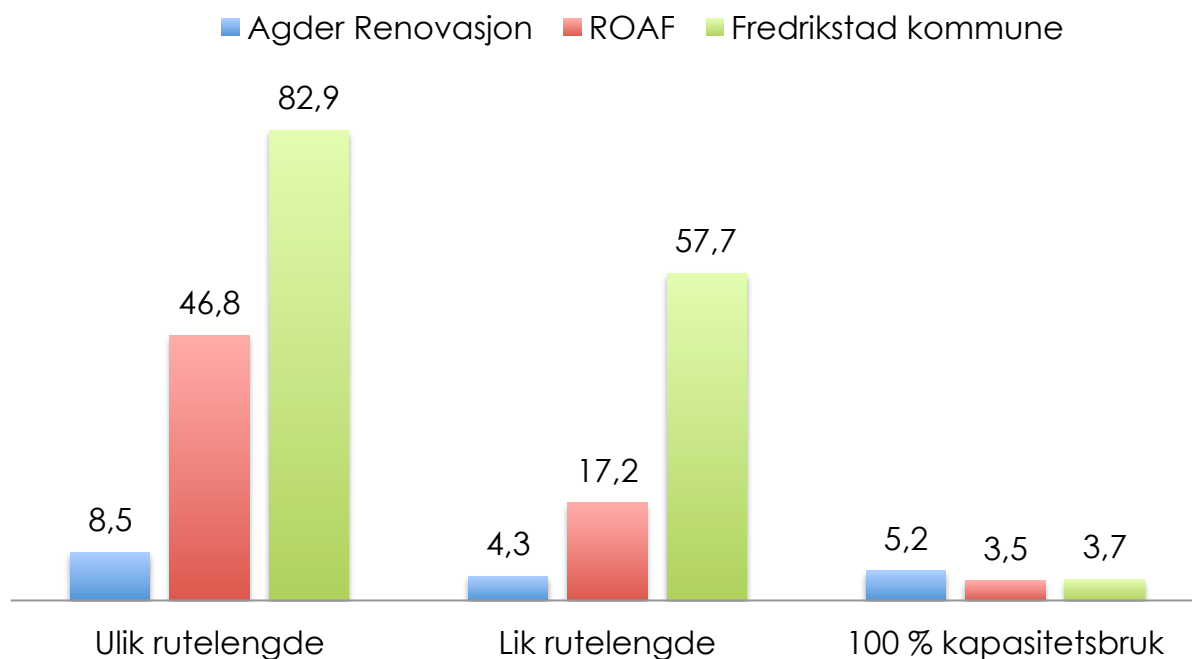
*Tallene er hentet fra spørreskjema, bortsett fra Agder Renovasjon hvor gjennomsnittlig kapasitet er estimert ved å vite kapasiteten i volum for hvert kammer, og egenvekten (og komprimering) av de forskjellige avfallstypene som hentes.

Miljøbilen til ROAF og Fredrikstad kommune bruker hhv. 7,4 %, og 4,5 % av den totale kapasiteten. Mens renovasjonsbilene til Agder Renovasjon bruker 60,6 % av totalkapasiteten. I utslippstallene hentet fra SimaPro forutsettes det full utnyttelse av kapasiteten. Når det fraktes mindre enn full kapasitet så vil det også være mindre last å allokere utslippet på. Derfor vil utslippet øke ettersom kapasitetsbruken blir lavere. Dette er hovedgrunnen til at utslippene for de ulike henteordningene varierer så mye. I tabell 24 vises utslippene dersom 100 % av kapasiteten hadde vært utnyttet. Det vil si at bare transportavstander og transportmidler spiller inn.

Tabell 27 - Utslipp i CO₂-ekv. per mobiltilf. ved hhv. ulik og lik rutelengde med full kapasitetsutnyttelse.

	Ulik rutelengde	Lik rutelengde	Enhet
Agder Renovasjon	5,2	2,6	gram CO ₂ -ekv.
ROAF	3,5	1,3	gram CO ₂ -ekv.
Fredrikstad	3,7	2,6	gram CO ₂ -ekv.

ROAF har halvparten så mye utslipp i CO₂-ekvivalenter per mobiltelefon, dersom bare forskjeller i transportmidler blir hensyntatt. Dette er fordi miljøbilen til ROAF har dobbelt så stor kapasitet, og dermed dobbelt så mye å fordele utslippet på.



Figur 12 - Utslipp i CO₂-ekv. for hhv. ulik rutelengde, lik rutelengde og ulik rutelengde med 100 % kapasitetsutnyttelse for de ulike henteordningene.

Det bekrefter igjen Bø m.fl. sitt resultat om at transportutnyttelse er avgjørende for effektiviteten til henteordningene. Bø m.fl. foreslår også en sammenslåing av husstander på felles standplasser med større oppsamlingsenheter for å øke effektiviteten. EE-avfall har en høyere markedsverdi enn andre avfallstyper, i tillegg oppgir flere at de vegrer seg for å resirkulere mobiltelefonen i frykt for at sensitiv informasjon skal komme på avveie. Felles oppsamlingsenheter må i så fall være sikret for å forhindre tyveri. Det ble også sagt i et møte hos Elretur, at en ville ha et eget sted på det kommunale avfallsmottaket hvor mobiltelefoner kunne kastes sikkert, uten at noen kunne fjerne den.

Utslippene ved å selv bringe mobiltelefonen til forhandler eller KAM er marginale i forhold til henteordningene. Dette skyldes at privatbiler som transportmiddel ikke har samme formål som for eksempel en renovasjonsbil, eller en lastebil. Personbilen

er ikke bygget bare med tanke på å transportere for eksempel varer eller avfall, men har også mange andre funksjoner. Det vil derfor ikke være snakk om et kapasitetsmål på samme vis, og kapasitetsutnyttelsen vil alltid være satt til 100 % (I SimaPro). Det vil derimot være normalt og allokere transportarbeidet på produkter ut fra totalvekten av det som fraktes, som avhenger av hvilke ærender som utføres. For eksempel kan det være at man vil kjøpe 20 kg varer samtidig som man leverer fra seg mobiltelefonen hos forhandleren. Mobiltelefonen vil da utgjøre en liten del av utslippet forbundet med transporten. I oppgaven er forutsetninger om hvilke andre ærender som utføres det samme for alle analyseenheter. Hvorvidt bilen kjører på diesel eller bensin spiller liten rolle i dette tilfellet. Utslippene fra bringeordningen i eierkommunene til Agder Renovasjon er dobbelt så store som fra de to andre regionene. Dette skyldes lengre transportavstander, som kommer av lavere befolkningstetthet og at en større andel av befolkningen bor i spredtbebygde strøk.

Sammenlignet med de samlede utslippene fra transportetappene (T) 1, 2 og 3, er utslippene fra henteordningene til ROAF og Fredrikstad hhv. 4 og 7 ganger så stor. Likevel oppnås det fortsatt en betydelig netto miljøgevinst ved avfallsbehandling. Bø m.fl. skriver at økt kildesortering vil gi positive effekter for klimagassutslippene, men samtidig vil en slik løsning gi lavere transportutnyttelse og derved høyere CO₂-utslipp på transportleddet, så lenge vi ikke har løsninger som samtransporterer fraksjonene på en effektiv måte. Dette samstemmer med mine resultater. Mobiltelefoner er en kompakt vare, men frakt av røde bokser kan gi dårlig kapasitetsutnyttelse med lav fyllingsgrad. Agder Renovasjon tømmer derimot rød boks-avfall over i renovasjonsbilen som også kjører annet husholdningsavfall. På den måten oppnår de en effektiv samtransport som resulterer i lavere utslipp. Hentebilen til ROAF, Fredrikstad og Agder Renovasjon kan kjøre hhv. 18, 10 og 97 ganger lengre før gevinsten i netto klimagassutslipp er utlignet. Dette illustrerer to ting; (1) transporten har liten miljømessig betydning totalt sett, og man kan legge ned et stort transportarbeid før det ikke lenger er miljømessig forsvarlig. (2) Agder Renovasjon sin henteordning er den mest miljøeffektive ordningen.

Utslippene fra oppsamlingen av mobiltelefoner i de ulike regionene er minimale og på nivå med utslippene for T1 og T2. Grunnen til dette er at det aller meste av EE-avfallet kommer inn via bringeordning, som har mindre utslipp enn henteordningene. Resultatet samstemmer med tidligere livsløpsanalyser som viser at transportarbeid utgjør en marginal del av de totale klimagassutslippene.

7.3. Begrensninger ved studien

En svakhet ved materialet er utilstrekkelig tallgrunnlag for å gjøre sammenligninger. Derfor blir det vanskelig å konkludere entydig og på generell basis hvorvidt en type innsamlingsløsning er mer effektiv enn en annen. Innsamlingsgraden bestemmes også av andre faktorer som tilgjengelighet på informasjon om resirkulering, noe som ikke er kartlagt tilstrekkelig, særlig ikke i eierkommunene til Agder Renovasjon og ROAF. I tillegg er det en svakhet at ikke økonomiske aspekter er inkludert, transporten utgjør tross alt en betydelig kostnad i avfallsbehandlingen.

I noen tilfeller har tallgrunnlaget fra årsrapportene til IKSene avveket fra tallene jeg har funnet hos SSB. Her har jeg valgt å holde meg til statistikken fra SSB, ettersom metodegrunnlaget antas å være homogent. Dette sikrer påliteligheten av sammenligningene ved at tallene kommer fra én felles kilde. Figur 28 viser tallene fra SSB og Agder Renovasjon, og vi kan se at noen avvik forekommer.

Tabell 28 - Sammenligning av statistikk fra SSB og årsrapporten til Agder Renovasjon.

Type avfall	Informasjonskilde	2007	2008	2009	2010	2011
Husholdningsavfall	Årsrapport		24700	24720	26007	28070
	SSB		24908	24565	26326	27839
Utsortert EE-avfall	Årsrapport	536	495	427	426	341
	SSB	536	495	423	426	342
Utsortert farlig avfall	Årsrapport	222	243	270	320	335
	SSB	193	400	92	320	653

I denne oppgaven baseres analysen på en av de mest verdifulle gjenstandene i EE-avfall. Østfoldforskning har vist med sin analyse at avfallsbehandlingen av mobiltelefoner gir store miljøgevinster, og at gevinsten i hovedsak skyldes

gjenvinningen av gull og sølv. Innsamlingen av mobiltelefoner via henteordninger er miljømessig forsvarlig, og vil fortsatt gi en stor netto gevinst. Men hvorvidt den røde boksen faktisk brukes til å kaste mobiltelefoner i, er usikkert. Dessuten vil henteordningene også samle inn annet avfall som ikke inneholder dyrebare metaller. Hvorvidt innsamlingen er miljømessig forsvarlige for avfallsstrømmen totalt sett er derfor også usikkert.

8. KONKLUSJON

Innsamlingsgraden via rød boks og KAM i eierkommunene til Agder Renovasjon og ROAF er halvparten av innsamlingsgraden i Fredrikstad. For henteordningen til Agder Renovasjon finnes det ikke spesifikke tall på innsamlingsmengder. På grunn av utilstrekkelig informasjon om egenvekt av rød boks-avfall og kapasitetsutnyttelse på renovasjonsbilen, er det heller ikke mulig å gi tilfredstillende estimater. Henteordningen til Agder Renovasjon er brukervennlig og krever liten innsats fra abonnenten, men likevel havnet 18 % av SE-avfallet generert i 2011 i restavfallet. I eierkommunene til ROAF leveres 64 % av EE-avfallet til forhandler, noe som er dobbelt så mye som i Fredrikstad. I Fredrikstad ble lite EE-avfall kastet i restavfallet (9 %). I tillegg er innsamlingsgraden høy via rød boks og KAM. I en spørreundersøkelse oppgir innbyggerne i Fredrikstad at de er meget godt fornøyd med hvordan kommunen tilrettelegger for levering av farlig avfall, og 80 % av innbyggerne oppgir at de leverer farlig avfall. Likevel er det bare et fåtall som benytter seg av henteordningen. På Frevar – avfallsmottaket i Fredrikstad – er det observert at mange har med seg den røde boksen. Den høye innsamlingsgraden kan skyldes at man i Fredrikstad har drevet mye med holdningskampanjer rettet mot avfallshåndtering. I tillegg vil den røde boksen enkelt tilrettelegge for levering, ved at man har dedikert et eget sted for slikt avfall. Dette kan også hindre at for eksempel mobiltelefonen blir liggende i roteskuffen i mange år. De interkommunale selskapene MAREN og Reno-Vest tilbyr også røde bokser, men uten henting. I eierkommunene oppnår de like høy innsamlingsgrad som i Fredrikstad, uten at jeg har undersøkt årsakene.

Jamfør den første problemstillingen vil jeg konkludere med at jeg ikke har funnet en klar sammenheng mellom innsamlingsgraden av EE-avfall og kommuner som tilbyr henteordning. Det virker som om innsamlingsgraden i større grad skyldes informasjon og promoteringsvirksomhet, noe tidligere studier identifiserer som den viktigste årsaken til en vellykket innsamling. Men ordningen med røde bokser kan være en faktor som bidrar til økt innsamlingsgrad, ved at de letter levering til KAM.

Klimagassutslippene av henteordningene til Agder Renovasjon, ROAF og Fredrikstad kommune er hhv. 8,5, 46,7 og 82,9 gram CO₂-ekvivalenter per mobiltelefon. Ved korrigerings for ulikheter i transportavstand er utslippene hhv. 4,3, 17,1 og 57,7 gram CO₂-ekvivalenter. Grunnen til at utslippene fortsatt varierer er forskjeller i kapasitetsutnyttelsen av hentebilene, hvor ordningen til ROAF og Fredrikstad har en lav kapasitetsbruk. Agder Renovasjon har den mest miljøeffektive henteordningen grunnet effektiv samtransport av EE-avfall og annet husholdningsavfall. Resultatene samsvarer med resultatene i Bø m. fl. (2009) sin rapport ”*Miljøvennlig innsamling av avfall*”. Når det gjelder utslippene tilknyttet bringeordningene er disse minimale. Utslippene er dobbelt så store i eierkommunene til Agder Renovasjon grunnet større transportavstander, som igjen skyldes lavere befolkningstetthet og at en større andel av befolkningen bor i spredtbebygde strøk. Totalt klimagassutslipp for de ulike oppsamlingssystemene er også minimale. Årsaken er at det aller meste av EE-avfallet blir samlet opp via bringeordning. I eierkommunene til ROAF blir mye levert via bringeordning, derfor er også det totale utslippet for oppsamlingssystemet lavere enn for de to andre systemene.

Sammenlignet med innsamlingsetappene, mottakssted til lagring (T1), lagring til forbehandling (T2), og forbehandling til sluttbehandling (T3), utgjør innsamlingen av mobiltelefoner via henteordningene en stor miljøbelastning. Dette gjelder henteordningene til ROAF og Fredrikstad kommune. Klimagassutslippene er hhv. 4 og 7 ganger større enn det samlede utslippet fra innsamlingsprosessene T1, T2, og T3. Merk at transportetappe 3 gjerne krysser flere landegrenser (Sverige, Belgia). Miljøgevinsten av å materialgjenvinne mobiltelefoner er fortsatt mye større enn utslippene fra henteordningene. Hentebilen til ROAF, Fredrikstad og Agder Renovasjon kan kjøre hhv. 18, 10 og 97 ganger lengre før gevinsten i netto klimagassutslipp er utlignet. De totale utslippene av oppsamlingen av mobiltelefoner i de ulike regionene er omtrent like og på nivå med utslippene for T1 og T2.

I henhold til de to siste problemstillingene vil jeg derfor konkludere med at klimagassutslippene tilknyttet innsamlingen av mobiltelefoner via henteordning er betydelige, dersom det ikke foregår en effektiv samtransport. Dette gjelder ved sammenligning av andre transportetapper i avfallsbehandlingen av mobiltelefoner. Sammenlignet med netto klimagevinst for behandlingen, vil i midlertid transporten være av liten miljømessig betydning, og man kan legge ned et stort transportarbeid før det ikke lenger er miljømessig forsvarlig. De totale utslippene for oppsamlingen av mobiltelefoner er marginale, og resultatene samstemmer med tidligere livsløpsanalyser av håndtering av EE-avfall.

8.1. Videre forskning

På dette området er det mye upløyd mark, og min forskning har ført til flere nye problemstillinger. Det kunne vært spennende å studere bruken av røde bokser ytterligere og om hvordan transporten utføres, for å eventuelt komme med forslag til forbedringer. Plukkanalyser av røde bokser ville også vært nyttig, for å fastslå hvordan farlig avfall og SE-avfall fordeler seg, og for å måle egenvekten. Denne informasjonen kan blant annet brukes til å estimere innsamlingen av SE-avfall via henteordningen i eierkommunene til Agder Renovasjon. Elektronikkbransjen har nylig utført en spørreundersøkelse om lagring av SE-avfall i Norge. Den samme undersøkelsen kan utføres i rød boks-kommuner, for å undersøke om det finnes signifikante forskjeller. Follo Ren har også startet opp med egen innsamling av SE-avfall i rosa bokser. I tillegg vil en kartlegging av informasjon og promotering omkring avfallshåndtering gi verdifull informasjon.

9. LITTERATURLISTE

- A.M., 2011. Garbage in, garbage out [WWW Document]. The Economist. URL http://www.economist.com/blogs/babbage/2011/04/electronic_waste (accessed 2.14.12).
- Bø, E., Flygansvær, B., Grønland, S.E., 2012. Miljøvennlig innsamling av avfall – en studie av nye renovasjonstekniske løsninger (No. 1201/2012). Sitma.
- Baastad, D.-F., 2012. Utredning av obligatorisk panteordning for småelektronikk.
- Canning, L., 2006. Rethinking market connections: mobile phone recovery, reuse and recycling in the UK. *Journal of Business & Industrial Marketing* 21, 320–329.
- Carlsen, C.C., 2012. Så mye får du for din gamle mobil - Teknofil.no [WWW Document]. URL <http://www.teknofil.no/artikler/sa-mye-far-du-for-din-gamle-mobil/112283> (accessed 10.31.12).
- Chancerel, P., Meskers, C.E.M., Hagelüken, C., Rotter, V.S., 2009. Assessment of Precious Metal Flows During Preprocessing of Waste Electrical and Electronic Equipment. *Journal of Industrial Ecology* 13, 791–810.
- Darby, L., Obara, L., 2005. Household recycling behaviour and attitudes towards the disposal of small electrical and electronic equipment. *Resources, Conservation and Recycling* 44, 17–35.
- De Benedetti, B., Maffia, L., Baldo, G., 2003. LCA experience in the field of recycling of plastics from electronic waste [WWW Document]. URL <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=15754972> (accessed 7.28.11).
- Duan, H., Eugster, M., Hischer, R., Streicher-Porte, M., Li, J., 2009. Life cycle assessment study of a Chinese desktop personal computer. *Science of The Total Environment* 407, 1755–1764.
- Elektronikkbransjen, n.d. Omsetningstall og presentasjoner | Elektronikkbransjen [WWW Document]. URL <http://www.elektronikkbransjen.no/Presse/Omsetningstall-og-presentasjoner> (accessed 10.29.12).
- European Recycling Platform, 2011. ERP norway ☐:: Om ERP [WWW Document]. URL <http://www.erp-recycling.no/index.php?content=265> (accessed 6.23.11).

- European Union, 2003a. EU WEEE Directive 2002/96/EC [WWW Document]. URL <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0096:EN:HTML> (accessed 6.21.11).
- European Union, 2003b. EU RoHS Directive 2002/95/EC [WWW Document]. URL <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32002L0095:EN:HTML> (accessed 6.21.11).
- Fackler, M., Johnson, I., 2010. China and Japan Escalate Standoff Over Fishing Captain. *The New York Times*.
- Falch-Monsen, B., 2011. Framtidens byer - Resultater av holdningsundersøkelse. TNS Gallup - Norge.
- FOR 2004-06-01 nr 930: Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften) [WWW Document], 2004. . URL <http://www.lovdatabasen.no/for/sf/md/xd-20040601-0930.html#map001> (accessed 7.26.11).
- Geyer, R., Doctori Blass, V., 2009. The economics of cell phone reuse and recycling. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 47, 515–525.
- Hafsahl, M., 2012. Åtte millioner mobiler. Norges Idrettsforbund.
- Halvorsen, B., 2012. Effects of norms and policy incentives on household recycling: An international comparison. *Resources, Conservation and Recycling* 67, 18–26.
- Hannes, L., 2012. SJELDNE JORDARTER - Kinas mineralmonopol skaper frykt [WWW Document]. *Teknisk ukeblad/industri*. URL <http://www.tu.no/industri/2012/06/25/kinas-monopol-skaper-frykt> (accessed 9.20.12).
- Heggelund, T., 2012. Har mobiler for 4,5 milliarder liggende hjemme [WWW Document]. URL <http://www.mobilmag.no/2012/10/04/har-mobiler-for-45-milliarder-liggende-hjemme/> (accessed 11.3.12).
- Hischier, R., Wäger, P., Gauglhofer, J., 2005. Does WEEE recycling make sense from an environmental perspective?: The environmental impacts of the Swiss take-back and recycling systems for waste electrical and electronic equipment (WEEE). *Environmental Impact Assessment Review* 25, 525–539.

- Jakobsen, H.Ø., 2012. Vanskeligere å finne gull [WWW Document]. forskning.no. URL <http://www.forskning.no/artikler/2012/mars/315806> (accessed 10.4.12).
- Jørgenrud, M., 2012. Støvsuger Norge for brukte mobiler [WWW Document]. digi.no. URL <http://www.digi.no/900408/stovsuger-norge-for-brukte-mobiler> (accessed 10.29.12).
- Jørgensen, K., Eriksen, D., 2011. Vil ha pant på brukt elektronikk - Helse-forbruk-og-livsstil - NRK [WWW Document]. nrk.no. URL <http://www.nrk.no/helse-forbruk-og-livsstil/1.7926611> (accessed 2.14.12).
- Kippe, R., 2011. Vurderer pant på mobiler - Sosialistisk Venstreparti [WWW Document]. URL <http://sv.no/Forside/Siste-nytt/Nyhetsarkiv/Vurderer-pant-pa-mobiler> (accessed 2.14.12).
- Massari, S., Ruberti, M., 2012. Rare earth elements as critical raw materials: Focus on international markets and future strategies. Resources Policy.
- MD, 1999. St.meld. nr. 8 [WWW Document]. URL <http://www.regjeringen.no/Rpub/STM/19992000/008/PDFA/STM199920000008000DDDPDFA.pdf> (accessed 8.7.12).
- Mobithinking, 2012. Global mobile statistics 2012 Part A: Mobile subscribers; handset market share; mobile operators [WWW Document]. URL <http://mobithinking.com/mobile-marketing-tools/latest-mobile-stats/a#phone-shipments> (accessed 12.7.12).
- Moss Avis, 2012. Østlenninger har 3,5 millioner gamle mobiler [WWW Document]. Moss Avis. URL <http://www.moss-avis.no/nyheter/ostlenninger-har-3-5-millioner-gamle-mobiler-1.7069044> (accessed 10.29.12).
- Most, E., 2003. Calling All Cell Phones. Collection, Reuse, and Recycling Programs in the US, Inform Inc., New York.
- Nordic Council, 2009. Method to measure the amount of WEEE generated — Nordic cooperation [WWW Document]. URL <http://www.norden.org/en/publications/publikationer/2009-548> (accessed 10.19.12).
- Norges Idrettsforbund, 2011. Mobilretur blir inntekter. Norges Idrettsforbund.

- Norsas AS, 2010. EE-registeret - Årsrapport 2010 [WWW Document]. URL <http://www.eeregisteret.no/File/EE-registerets%20%C3%A5rsrapport%202010.pdf> (accessed 6.22.11).
- Norsk Lovtidend, 2005. Forskrift om endring i forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften). [WWW Document]. URL <http://www.lovdatabasen.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20050502-0406.html> (accessed 6.7.11).
- Norsk Metallretur AS, 2010. Miljørapport 2010 [WWW Document]. URL <http://www.metallretur.no/nor/content/download/532/3457/file/Milj%C3%B8rapport%202010%20-%20norsk-small.pdf> (accessed 6.27.11).
- NTBinfo, 2009. NTB info - Østfoldinger på miljøtoppen [WWW Document]. URL <http://www.ntbinfo.no/pressrelease/detail.do?pressId=14289&type=bysector&searchKey=36184650-d348-11de-af25-e9a246887ca0&rubricId=1008&pageIndex=1> (accessed 11.9.12).
- Ongondo, F.O., Williams, I.D., 2011a. Greening academia: Use and disposal of mobile phones among university students. *Waste Management* 31, 1617–1634.
- Ongondo, F.O., Williams, I.D., 2011b. Mobile phone collection, reuse and recycling in the UK. *Waste Management* 31, 1307–1315.
- Rasmussen, I., Wahlquist, H., 2012. Innsamling av småelektronikk og elektronikkavfall. Virkemidler og miljøeffekter. Vista Analyse As.
- Reller, A., Bublies, T., Staudinger, T., Oswald, I., Meißner, S., Allen, M., 2009. The Mobile Phone: Powerful Communicator and Potential Metal Dissipator. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 18, 127–135.
- Rotter, V.S., Chancerel, P., 2012. Recycling of Critical Resources - Upgrade Introduction.
- Svendsen, E., 2010. Forurensende vareinnsats i samfunnsøkonomiske analyser - Kan livsløpsvurderinger bidra til å få kortene på bordet? (Masteroppgave).
- Swang, E.I., 2011. “Alle” byttet mobil i fjor - Mobilen.no [WWW Document]. Mobilen.no. URL http://www.mobilen.no/artikler/alle_byttet_mobil_i_fjor/89578 (accessed 10.29.12).

- Tanskanen, P., 2012. Electronics Waste: Recycling of Mobile Phones, in: Damanhuri, E. (Ed.), Post-Consumer Waste Recycling and Optimal Production. InTech.
- Telenor, 2012a. Brukt Mobil Nye Muligheter [WWW Document]. URL <http://www.telenor.no/om/samfunnsansvar/gjenbruk.jsp> (accessed 3.27.12).
- Telenor, 2012b. Telenor: Åtte millioner gamle mobiler i roteskuffen [WWW Document]. URL http://cws.huginonline.com/T/130231/PR/201203/1590992_1_1.html (accessed 3.27.12).
- The European Recycling Platform, 2011. European WEEE league table published.
- Utenriksdepartementet, 2006. Om medlemskap i Den europeiske union [WWW Document]. URL http://www.regjeringen.no/nb/dep/ud/dok/regpubl/stmeld/19931994/st-meld-nr-40_1993-94/6.html?id=190915 (accessed 12.19.12).
- Widmer, R., Oswald-Krapf, H., Sinha-Khetriwal, D., Schnellmann, M., Böni, H., 2005. Global perspectives on e-waste. *Environmental Impact Assessment Review* 25, 436–458.
- Wäger, P.A., Hischier, R., Eugster, M., 2011. Environmental impacts of the Swiss collection and recovery systems for Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE): A follow-up. *Science of The Total Environment* 409, 1746–1756.

VEDLEGG

Spørreskjema

I dette spørreskjema vil jeg stille en del spørsmål om innsamlingen av EE-avfall i din kommune/for ditt distrikt. Spørreskjemaet er utformet slik at man kan fylle inn data direkte i dokumentet (de grå boksene). Før du leverer inn spørreskjemaet så er det viktig at du setter opp en kontaktperson i din virksomhet som kan være tilgjengelig for spørsmål eller eventuell videre oppfølging.

Kontaktperson

Navn:

Tlf:

E-post:

1	Hvilke kommune(r) svarer du for? <i>Kryss av</i>		
	<u>Østfold</u> <input type="checkbox"/> Halden <input type="checkbox"/> Fredrikstad <u>Akershus</u> <input type="checkbox"/> Ski <input type="checkbox"/> Ås <input type="checkbox"/> Frogn <input type="checkbox"/> Nesodden <input type="checkbox"/> Oppegård <input type="checkbox"/> Asker <input type="checkbox"/> Sørum <input type="checkbox"/> Fet <input type="checkbox"/> Rælingen <input type="checkbox"/> Enebakk <input type="checkbox"/> Lørenskog <input type="checkbox"/> Skedsmo <input type="checkbox"/> Nittedal <input type="checkbox"/> Gjerdrum <u>Hedmark</u> <input type="checkbox"/> Grue <input type="checkbox"/> Åsne <input type="checkbox"/> Våler <input type="checkbox"/> Hamar <input type="checkbox"/> Stange <input type="checkbox"/> Løten <input type="checkbox"/> Ringsaker	<u>Oppland</u> <input type="checkbox"/> Østre og Vestre Toten <input type="checkbox"/> Nordre og Søndre Land <input type="checkbox"/> Gjøvik <u>Vestfold</u> <input type="checkbox"/> Andebu <input type="checkbox"/> Horten <input type="checkbox"/> Hof <input type="checkbox"/> Holmestrand <input type="checkbox"/> Lardal <input type="checkbox"/> Larvik <input type="checkbox"/> Nøtterøy <input type="checkbox"/> Sandefjord <input type="checkbox"/> Stokke <input type="checkbox"/> Re <input type="checkbox"/> Tjøme <input type="checkbox"/> Tønsberg <u>Aust-Agder</u> <input type="checkbox"/> Arendal <input type="checkbox"/> Froland <input type="checkbox"/> Grimstad	<u>Nord-Trøndelag</u> <input type="checkbox"/> Steinkjer <input type="checkbox"/> Verran <input type="checkbox"/> Snåsa <input type="checkbox"/> Meråker <input type="checkbox"/> Stjørdal <input type="checkbox"/> Frosta <input type="checkbox"/> Leksvik <input type="checkbox"/> Levanger <input type="checkbox"/> Verdal <input type="checkbox"/> Inderøy (inkludert Mosvik) <input type="checkbox"/> Selbu <input type="checkbox"/> Malvik <u>Nordland</u> <input type="checkbox"/> Meløy <input type="checkbox"/> Gildeskål <input type="checkbox"/> Beiarn <input type="checkbox"/> Saltdal <input type="checkbox"/> Fauske <input type="checkbox"/> Sørfold <input type="checkbox"/> Steigen <input type="checkbox"/> Hamarøy <input type="checkbox"/> Bodø

2	Hvem utfører innsamlingen av EE-avfall i kommunen?	
	Kommunen	<input type="checkbox"/>
	Kommunalt selskap (KS) eller interkommunalt selskap (IKS) <i>Dersom det er et KS eller IKS, skriv navnet under</i>	<input type="checkbox"/>

3	Hvilke(n) innsamlingsløsninger for EE-avfall tilbyr/benytter dere i dag?	
	<i>Kryss av hvis alternativet benyttes i din kommune/ditt KS/IKS</i>	
	Foruten innlevering til kommunens hovedavfallsmottak og hos forhandlere, så har kommunen andre betjente mottak (under oppsyn av en ansatt) hvor EE-avfall kan leveres inn.	<input type="checkbox"/>
	EE-avfall kan leveres inn til ubetjente mottak (som for eksempel miljøstasjoner plassert på bensinstasjoner, eller andre typer ubetjente returpunkter).	<input type="checkbox"/>
	Innsamling via mobile enheter (småelektronikk som kan leveres til miljøbuss).	<input type="checkbox"/>
	Innsamling hos forbruker hvor rød boks hentes/tømmes av en avfallsbil.	<input type="checkbox"/>
	Innsamling hos forbruker hvor rød boks hentes og byttes av idrettslag eller andre frivillige organisasjoner	<input type="checkbox"/>
	Annen ordning: <i>Dersom dere tilbyr en annen ordning oppgi denne under</i>	<input type="checkbox"/>

4	Hvem tar seg av transporten av EE-avfall fra kommunalt avfallsmottak til behandlingsanlegg?	
	<i>Sett et kryss for det alternativet som passer for din kommune/ditt KS/IKS</i>	
	I egen regi	<input type="checkbox"/>
	Innleid transport	<input type="checkbox"/>
	Annen ordning:	

5	Hvor mange mottaks-/innleveringssteder for EE-avfall finnes i kommunen?	
	<i>Oppgi antall steder for ubetjente og/eller betjente mottak (betjente mottak som beskrevet over)</i>	
	Kommunale hovedmottak:	
	Betjente mottak:	
	Ubetjente mottak:	

6	Hvor ofte blir EE-avfallet hentet? Nedenfor er de samme innsamlingsordningene som ble listet opp i spørsmål nr. 3. Kryss av for om hentingene skjer regelmessig eller uregelmessig. Skriv deretter hvor ofte innsamlingen foregår (frekvens per kvartal). Svar på de samme alternativene som du krysset av for i spørsmål 3. Svar også for transport fra kommunalt avfallsmottak til behandlingsanlegg dersom dere utfører dette.		
	I henhold til opsatt plan	Etter behov/uregelmessig	Oppgi hentefrekvens (antall ganger per kvartal):
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Betjente mottak, foruten det kommunale hovedavfallsmottaket og hos forhandlere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ubetjente mottak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mobile enheter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rød boks m/avfallsbil	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Rød boks ved frivillighet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Transport fra kommunalt avfallsmottak til behandlingsanlegg	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Annen ordning:			

7	Hvor mange km har blitt kjørt i tilknytning til innsamlingsprosessen for 2011, og hvor mye EE-avfall har blitt samlet inn? Nedenfor er de samme innsamlingsordningene som i spørsmål nr. 3 listet opp. Skriv opp antall kjørte km og innsamlet mengde (kg eller tonn) for de ordningene som din kommune/KS/IKS tilbyr/utfører.		
	Antall km kjørt i 2011 (angi omtrentlig antall hvis spesifikke data mangler)	Antall tonn totalt i 2011	
Innsamling på betjente mottak			
Innsamling på ubetjente mottak			
Innsamling via mobile enheter			
Innsamling av rød boks m/avfallsbil			
Innsamling av rød boks ved frivillighet			
Transport fra kommunalt avfallsmottak til behandlingsanlegg			
Annen ordning:			

8	Hvordan foregår innsamlingen hos forbrukeren?
	Innsamlingen foregår med en egen bil kun for EE-avfall <input type="checkbox"/>
	<i>HVIS TILFELLE, GÅ TIL SPM. 10.</i>
	EE-avfallet hentes sammen med andre avfallstyper som for eksempel restavfall eller annet sortert avfall <input type="checkbox"/>
	<i>Skriv under hvilke andre avfallstyper dette gjelder</i>

9	Dersom EE-avfall hentes sammen med andre avfallstyper, hvor stor kapasitet har hentebilen for de resterende avfallstypene?						
	<i>Svar både for volum og vekt, hvis du har tall på dette.</i>						
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Volum</th> <th>Vekt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fra husholdningene til avfallsmottak</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Volum	Vekt	Fra husholdningene til avfallsmottak		
	Volum	Vekt					
Fra husholdningene til avfallsmottak							

10	Hvor stor kapasitet har hentebilen/avfallsbilen for EE-avfall?									
	<i>Svar både for volum og vekt, hvis du har tall på dette. Svar på den/de transportdelen(e) som dere utfører</i>									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Volum</th> <th>Vekt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fra husholdningene til avfallsmottak</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fra avfallsmottak til behandlingsanlegg</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Volum	Vekt	Fra husholdningene til avfallsmottak			Fra avfallsmottak til behandlingsanlegg		
	Volum	Vekt								
Fra husholdningene til avfallsmottak										
Fra avfallsmottak til behandlingsanlegg										

11	Hvilke av faktorene vekt eller volum, vil normalt begrense innsamlingen for hentebilen/avfallsbilen når det gjelder henholdsvis EE-avfall og/eller andre avfallstyper?												
	<i>Dersom innsamlingen foregår med egen bil kun for EE-avfall så svarer du bare for EE-avfall.</i>												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Vekt</th> <th>Volum</th> <th>Ingen av delene</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Innsamling av EE-avfall</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Innsamling av andre avfallstyper</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		Vekt	Volum	Ingen av delene	Innsamling av EE-avfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Innsamling av andre avfallstyper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vekt	Volum	Ingen av delene										
Innsamling av EE-avfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
Innsamling av andre avfallstyper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										

12	Hvor stor andel av kapasiteten til hentebilen/avfallsbilen vil normalt være i bruk ved hver innsamlingsrunde for henholdsvis EE-avfall og/eller andre avfallstyper? Dersom du har spesifikke data kan du oppgi dette i rubrikken helt til høyre.																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>0-19 %</th> <th>20-39 %</th> <th>40-59 %</th> <th>60-79 %</th> <th>80-100 %</th> <th>Spesifikke data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>EE-avfall</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Resterende avfallstyper</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		0-19 %	20-39 %	40-59 %	60-79 %	80-100 %	Spesifikke data	EE-avfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Resterende avfallstyper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	0-19 %	20-39 %	40-59 %	60-79 %	80-100 %	Spesifikke data																
EE-avfall	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																	
Resterende avfallstyper	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																	

13	Hva slags drivstoff bruker avfallsbilen? F. eks diesel eller biogass
<i>Svar på de(n) transportdelen som dere utfører</i>	
	Type drivstoff
	Fra husholdningene til avfallsmottak
	Fra avfallsmottak til behandlingsanlegg

14	Hvilke Euroklasse har avfallsbilen? F. eks EURO 4
<i>Svar på de(n) transportdelen som dere utfører</i>	
	Euroklasse
	Fra husholdningene til avfallsmottak
	Fra avfallsmottak til behandlingsanlegg

15	Hvilke selskaper har kommunene inngått avtale med om henting av EE-avfall?
<i>Skriv navn på selskap under</i>	