

Perspektiver på kildesortering
av plastemballasje fra
husholdninger i Trondheim

Hanne Lerche Raadal,
Cecilia Askham Nyland,
Ole Jørgen Hanssen

OR 29.02
Fredrikstad februar 2003

RAPPORTFORSIDE

Rapportnr: OR 29.02	ISBN nr: 82-7520-467-4 ISSN nr: 0803-6659	Rapporttype: Oppdragsrapport
Rapporttittel: Perspektiver på kildesortering av plastemballasje fra husholdninger i Trondheim.		Forfatter(e): Hanne Lerche Raadal, Cecilia Askham Nyland, Ole Jørgen Hanssen
Prosjektnummer: 223380	Prosjekttittel: Vurdering av plastinnsamling i Trondheim.	
Oppdragsgiver(e):	Trondheim kommune, Miljøavdelingen	
Oppdragsgivers referanse:	Trygve Oslandsbotten og Knut Jørgen Bakkejord	
<p>Sammendrag:</p> <p>Målet for studien er å bidra til å danne beslutningsgrunnlag for om Trondheim kommune i framtiden skal fortsette å kildesortere og materialgjenvinne plastemballasjeavfall fra husholdninger. Det er gjennomført grovvurderinger av miljønytte og samfunnsøkonomi for tre alternative scenarier for behandling av plastemballasjeavfall i Trondheim: forbrenning med energiutnyttelse og materialgjenvinning med henholdsvis hente- og bringesystem som kildesorteringsordning.</p> <p>Med bakgrunn i resultatene fra denne studien, anbefales Trondheim kommune å satse på å materialgjenvinne plastemballasjeavfall fra husholdningene i framtiden, og at det benyttes hentesystem som innsamlingsløsning. Hovedargumentene for dette er følgende:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Plastemballasjeavfall er en avfallsfraksjon som øker i mengde, og som det derfor er viktig å legge til rette gode avfallsbehandlingsløsninger for. ◦ Kildesortering for materialgjenvinning av plast gir klart større miljønytte enn forbrenning av plast med energiutnyttelse, som er alternativet for Trondheim. ◦ Kildesortering for materialgjenvinning er samfunnsøkonomisk mer kostbart enn forbrenning med energiutnyttelse, men dette gjelder under dagens forutsetninger. Økt effektivitet i systemet, bruk av ny teknologi for både materialgjenvinning og sortering, kan raskt endre dette bildet. ◦ Kildesortering for materialgjenvinning medfører reduserte interne kostnader for Trondheim kommune, som følge av redusert mengde avfall til forbrenning og driftsstøtte fra Plastretur. Dette samsvarer med resultater fra bl.a. Hamar-regionen, samt studier fra Stavanger, som viser at innføring av kildesorteringsløsninger for plast kan medføre lavere kostnader for kommunen enn tidligere system. ◦ Trondheims befolkning har allerede vendt seg til å kildesortere plast. Det vil være uheldig å trekke tilbudet tilbake, spesielt når det er miljønyttig å kildesortere og materialgjenvinne plast. Det bør heller satses på en offensiv informasjon om hvorfor og hvordan systemet endres. 		
Emneord:	Tilgjengelighet:	Antall sider inkl. bilag:
<ul style="list-style-type: none"> • Plast • Miljøvurdering • Nytte-kostnadsvurdering 	<p>Denne side: Åpen</p> <p>Denne rapport: Åpen</p>	32
Godkjent dato: 05.02.03		
Prosjektleder	Instituttleder	
Hanne Lerche Raadal (sign)	Mie Vold (sign)	

Innholdsfortegnelse

<u>ORDLISTE</u>	4
<u>1 SAMMENDRAG</u>	6
<u>2 BAKGRUNN FOR STUDIEN</u>	9
<u>3 MÅL</u>	9
<u>4 PLASTEMBALLASJE – ET VOKSENDE AVFALLSPROBLEM?</u>	9
4.1 <u>MENGDEN PLASTEMBALLASJE ØKER</u>	9
4.2 <u>PLAST ER RESSURSBELASTENDE Å FREMSTILLE</u>	11
4.3 <u>AVFALLSPOLITIKK</u>	12
4.4 <u>KLIMAPOLITIKK</u>	13
<u>5 KRITISKE PARAMETERER FOR MILJØNYTTE OG ØKONOMI</u>	14
5.1 <u>MENGDEN PLAST I HUSHOLDNINGENE</u>	15
5.2 <u>POTENSIAL FOR MENGDEN PLASTEMBALLASJE SOM ER EGNET FOR MATERIALGJENVINNING</u> ..	16
<u>6 EKSEMPLER PÅ GODE INNSAMLINGSLØSNINGER</u>	17
<u>7 GROVVURDERING MILJØ OG SAMFUNNSØKONOMI</u>	18
7.1 <u>FORUTSETNINGER</u>	19
7.2 <u>MILJØNYTTE</u>	21
7.2.1 <u>Drivhuseffekt</u>	22
7.2.2 <u>Energiforbruk</u>	23
7.2.3 <u>Forsuring</u>	24
7.2.4 <u>Overgjødning</u>	24
7.2.5 <u>Konklusjoner miljønytte</u>	25
7.3 <u>SAMFUNNSØKONOMI</u>	25
7.3.1 <u>Forutsetninger</u>	26
7.3.2 <u>Resultater</u>	27
7.3.3 <u>Konklusjoner nytte-kostnadsvurdering</u>	28
<u>8 KONKLUSJONER</u>	28
<u>9 DISKUSJON</u>	29
<u>10 ANBEFALING</u>	31
<u>11 REFERANSER</u>	32

Ordliste

Brutto materialforbruk	Totalt materialforbruk (kg) per enhet som går med for å produsere en materialtype til for eksempel emballasjeformål.
Drivhuseffekt	Se Global klimaendring.
Energigjenvinning	Forbrenning av et materiale for å utnytte/bruke energien som er bundet i materialet.
Eutrofiering	Eutrofiering vil si økt planteproduksjon i vann som følge av økt tilførsel av næringssalter som nitrogen- og fosforforbindelser. Dette medfører at vannet blir overgjødslet. De viktigste kildene til utslipp av slike næringsstoffer i vann er landbruk, avløpsvann fra befolkning, industri, fiskeoppdrettsanlegg og nitrøse gasser fra luftforurensning. I ferskvann betyr fosfor mest for eutrofieringen mens nitrogen har størst betydning som plantenæringskilde i havvann. Synlige virkninger av eutrofiering er uklart, misfarget vann, overgrodd bunn og strand og rask gjengroing. For stor algeproduksjon i vannet fører til forråtnelse uten tilgang på oksygen. Fiskedød, ødelagte gyteområder, slamlag på bunnen og giftig, svovelholdig bunnvann kan bli resultatet. Eutrofiering uttrykkes som gram O ₂ -ekvivalenter (fra Lindfors et al. 1995).
Funksjonell enhet	Benyttes i livsløpsvurderinger og skal være et relevant og presist definert mål for den funksjonen et system leverer. Den bør så vidt mulig ikke gi rom for subjektive fortolkninger og bør representere nytteverdien systemet skal ha. Et system kan godt ha flere mulige funksjoner, og den funksjonelle enheten skal da gjenspeile den funksjonen eller de funksjonene en har bestemt seg for å undersøke. Alle inn- og utgangsfaktorer i undersøkelsen skal relateres til den funksjonelle enheten. Eksempel: funksjonell enhet for drikkevareemballasje kan være den mengde emballasje som trengs for å frakte 1000 liter drikke ut til forbruker.
Global klimaendring	Den kjemiske sammensetningen av atmosfæren er en av de viktigste faktorene som styrer klimaet på jorda. Atmosfæren består for det meste av nitrogen og oksygen, men inneholder også såkalte drivhusgasser. Disse gassene slipper gjennom det meste av energien fra sola, som kommer i form av kortbølget stråling, samtidig som de bremser tilbakestrålingen fra jorda i form av infrarød langbølget varmestråling. Økte konsentrasjoner av drivhusgasser fører derfor til en stigning i temperaturen i den nedre delen av atmosfæren, kalt troposfæren. De viktigste naturlige drivhusgassene er vanndamp, karbondioksid (CO ₂) og metan (CH ₄). Disse

	<p>gassene har sine naturlige kretsløp innen atmosfæren, eller mellom atmosfæren og havet, jordsmonnet eller biosfæren. Menneskeskapte utslipp bidrar til at konsentrasjonen av disse gassene er økende og resultatet er økende global oppvarming. Til sammen utgjør drivhusgassene under 1 prosent av atmosfæren, men uten drivhusgassene ville gjennomsnittstemperaturen på jorda vært -18 °C og verdenshavene ville ha vært dekket av is. Drivhuseffekt eller global klimaendring uttrykkes som gram CO₂-ekvivalenter (Goedkoop, M. 2000).</p>
Innsamlingsgrad	Andel kildesortert og innsamlet plastemballasje i forhold til totalt potensial plastemballasje.
Kjemisk gjenvinning	Reprosessering av et avfallsmateriale (plast) ved å endre kjemisk struktur i materialet, slik at det kan benyttes til samme type eller andre typer råstoff.
LCA	Life Cycle Assessment, Livsløpsvurdering.
Material-gjenvinning	Reprosessering av et avfallsmateriale (plast,) uten å endre kjemisk struktur i materialet, til samme type råstoff som det opprinnelig har vært (= mekanisk gjenvinning).
Material-gjenvinningsgrad	Andel plastemballasje som blir materialgjenvunnet i forhold til totalt potensial plastemballasje.
Mekanisk gjenvinning	Se materialgjenvinning
Miljønytte	Summen av totale miljøbelastninger og total miljøgevinst i et definert (gjenvinnings-) system.
Netto materialforbruk	Brutto materialforbruk minus den andel (gjennomsnittlige norske tall) som forutsettes å bli materialgjenvunnet etter bruk.
Overgjødning	Se eutrofiering.
Totalt potensial for plastemballasjeavfall i husholdningene	Gjennomsnittlig total mengde plastemballasjeavfall som forutsettes å bli generert i norske husholdninger.

1 Sammendrag

Trondheim kommune er usikker på hvordan de skal videreføre sin innsamling av plastemballasjeavfall fra husholdninger. Stiftelsen Østfoldforskning (STØ) har derfor gjennomført en studie for å belyse miljømessige og økonomiske effekter ved ulike innsamlingsordninger for plastemballasje i Trondheim.

Målet for studien er å bidra til å danne beslutningsgrunnlag for om Trondheim kommune i framtiden skal fortsette å kildesortere og gjenvinne plastemballasjeavfall fra husholdninger.

I studien blir plastemballasjeavfall generelt diskutert i forhold til følgende tema:

- Plastmengdene øker
- Plast er ressursbelastende å produsere
- Plast sett i forhold til avfalls- og klimapolitikk

Det er gjennomført grovvurderinger av miljønytte og samfunnsøkonomi for følgende tre alternative scenarier for behandling av plastemballasjeavfall i Trondheim:

Forbrenning	Ingen kildesortering av plastemballasje. All plast samles inn sammen med restavfallet og forbrennes med energiutnyttelse på Heimdal Varmesentral (HVS).
Bringe-system	Materialgjenvinning av plast med bringesystem (returpunkter) som kildesorteringsordning.
Hente-system	Materialgjenvinning av plast med hentesystem (plastsekk/holder) som kildesorteringsordning.

Netto miljønytte i de ulike avfallssystemer er beregnet som summen av de faktorer som er miljøbelastende i systemet (transport, utslipp ved prosessene) og de faktorer som gir miljøgevinst i systemet (unngåtte/sparte utslipp ved at gjenvunnet materiale/energi erstatter nytt materiale/alternativ energi).

Dette kan oppsummeres som følger:

Miljøbelastning	Miljøgevinst
<ul style="list-style-type: none">◦ Innsamling og transport av avfall til behandlingsanlegg◦ Miljøbelastning ved materialgjenvinningsanlegg◦ Miljøbelastning ved forbrenning av avfall.	<ul style="list-style-type: none">◦ Materialgjenvinning: erstatning av jomfruelige råvarer medfører at man unngår miljøbelastninger ved uttak/fremstilling av disse.◦ Energigjenvinning: erstatning av energi medfører at man unngår miljøbelastning ved fremstilling og bruk av for eksempel fossil energi◦ Redusert miljøbelastning ved at mindre mengde avfall blir deponert.

Summen av de totale miljøbelastningene og den totale miljøgevinsten defineres som *netto miljønytte*. Dersom denne summen er negativ, betyr det at systemet medfører en besparelse av utslipp/miljøbelastning (nytte, gevinst).

Det samfunnsøkonomiske regnskapet er gjennomført som en overslagsmessig nytte-kostnadsvurdering. Resultatene viser det totale kostnadsbildet for de ulike alternative behandlingssystemene, inndelt i interne og eksterne (miljø-) kostnader.

Konklusjoner vurdering av miljønytte

Desto mer plast som samles inn til materialgjenvinning, desto større miljønytte får man. Det betyr at innsamling med hentesystem, som er det innsamlingsssystemet som gir størst plastemballasjemengde, medfører størst miljønytte. Forbrenning av plast for energiutnyttelse sammen med restavfallet gir klart dårligst miljønytte.

Til tross for at kildesortering gir økte miljøbelastninger fra transport, er dette ubetydelig i forhold til nytten ved materialgjenvinning av den innsamlede platen.

Konklusjoner nytte-kostnadsvurdering

Resultatet for samfunnsøkonomi er motsatt enn for miljønytte: Forbrenning med energiutnyttelse gir lavest total kostnader og kildesortering for materialgjenvinning gir høyest total kostnader. Forskjellen mellom laveste og høyeste kostnad er 26%. Det er først og fremst økte kostnader for sortering og transport som gjør kildesorteringsalternativene mer kostbare enn forbrenning.

Til tross for høyere total kostnader, vil kildesorteringsløsningene gi lavere kostnader for Trondheim kommune enn forbrenning. Det skyldes redusert mengde avfall til forbrenning og støtte fra Plastretur til drift av kildesorteringssystemene. Dette samsvarer med resultater fra bl.a. Hamar-regionen, samt studier fra Stavanger, som viser at kildesorteringsløsninger for plast kan medføre lavere kostnader for kommunen enn tidligere system. Kostnadsbildet for de enkelte kommuner ved innføring/videreføring av kildesorteringsløsninger avhenger i første rekke av god logistikk og effektivitet i innsamlingsystemene.

Dersom miljøkostnadene (eksterne kostnader) vurderes separat, gir kildesorteringssystemene lavest kostnad.

Diskusjon

Den samfunnsøkonomiske vurderingen er basert på en grovvurdering for å få frem det overordnede kostnadsbildet for de ulike alternativene. Resultatene viser at de høyeste kostnadene i kildesorteringsalternativene utgjøres av sortering og materialgjenvinning. Potensialet for effektivisering av disse aktivitetene er stort, og er noe Plastretur jobber kontinuerlig med.

Anbefaling

Med bakgrunn i resultatene fra denne studien, anbefales Trondheim kommune å satse på å kildesortere og gjenvinne plastemballasjeavfall fra husholdningene i framtiden.

Hovedargumentene for dette er følgende:

- Plastemballasjeavfall er en avfallsfraksjon som øker i mengde og som det derfor er viktig å legge til rette gode avfallsbehandlingsløsninger for.
- Kildesortering for materialgjenvinning av plast gir klart større miljønytte enn forbrenning av plast, som er alternativet for Trondheim.
- Kildesortering for materialgjenvinning er en samfunnsøkonomisk mer kostbar løsning enn forbrenning, men dette gjelder under dagens forutsetninger. Økt effektivitet i systemet, bruk av ny teknologi for både materialgjenvinning og sortering, kan raskt endre dette bildet.
- Til tross for høyere total kostnader, vil kildesorteringsløsningene gi lavere kostnader for Trondheim kommune enn forbrenning, som følge av redusert mengde avfall til forbrenning og støtte fra Plastretur. Dette samsvarer med resultater fra bl.a. Hamar-regionen, samt studier fra Stavanger, som viser at kildesorteringsløsninger for plast kan medføre lavere kostnader for kommunen enn tidligere system.
- Trondheims befolkning har allerede vendt seg til å kildesortere plast. Det vil være uheldig å trekke tilbudet tilbake, spesielt når det er dokumentert at det er miljønyttig å drive med plastinnsamling. Det bør heller satses på en offensiv informasjon om hvorfor og hvordan systemet endres.

Det anbefales at det videreføres en innsamlingsordning for plast basert på et hentesystem, enten ved bruk av eksisterende dunk eller i separat plastsekk. Årsaken til dette er at denne type system erfaringsmessig vil medføre størst mengde innsamlet plast og dermed også størst miljønytte. I tillegg er det denne type system (og service-nivå) Trondheims befolkning har hatt til nå. Type hentesystem bør vurderes ut i fra en helhetlig situasjon i forhold til kostnader, logistikk, biltyper, tømmefrekvens, m.m og bør utredes nærmere.

2 Bakgrunn for studien

Trondheim kommune har i dag et hentesystem for avfall som består av tre beholdere; en for restavfall, en for papp/papir/drikkekartong og en for miljøavfall. Beholderen for miljøavfall skal benyttes for avfall som enten kan materialgjenvinnes eller ikke bør brennes. Eksempel på avfall som skal legges i miljøbeholderen er plastemballasje, metall, skinn, lær, sko, gummi og impregnert trevirke.

Det har vært en del kritikk av miljøbeholderen som bl.a. går ut på følgende:

- Det er vanskelig å forstå hva som skal i miljøbeholderen, samt skjønne logikken i hvorfor så mye ulikt avfall skal samles i samme dunk
- Det påstås at det meste av avfallet i miljødunken likevel går til forbrenning, og at ordningen derfor representerer et kostbart sorterings- og transportledd til liten nytte.

Plast er den dominerende fraksjonen i miljøavfallet. Før man bestemmer seg for hva man vil gjøre med miljøavfallet, er det derfor viktig å ha avklart hvordan man vil fortsette kildesortering og innsamling av plast. For å teste ut om den tredje dunken kan brukes til en ren plastinnsamlingsdunk, er det i løpet av 2002 gjennomført en prøveordning i et boligområde på Heimdal.

Med bakgrunn i dette har Stiftelsen Østfoldforskning (STØ) gjennomført en studie for å belyse miljømessige og økonomiske effekter ved ulike innsamlingsordninger for plastemballasje i Trondheim.

3 Mål

Målet for studien er å bidra til å danne beslutningsgrunnlag for om Trondheim kommune i fremtiden skal fortsette å kildesortere og gjenvinne plastemballasjeavfall fra husholdninger.

4 Plastemballasje – et voksende avfallsproblem?

I dette kapitlet blir plastemballasje diskutert i forhold til følgende tema:

- Plastmengdene øker
- Plast er ressursbelastende å produsere
- Plast sett i forhold til avfalls- og klimapolitikk

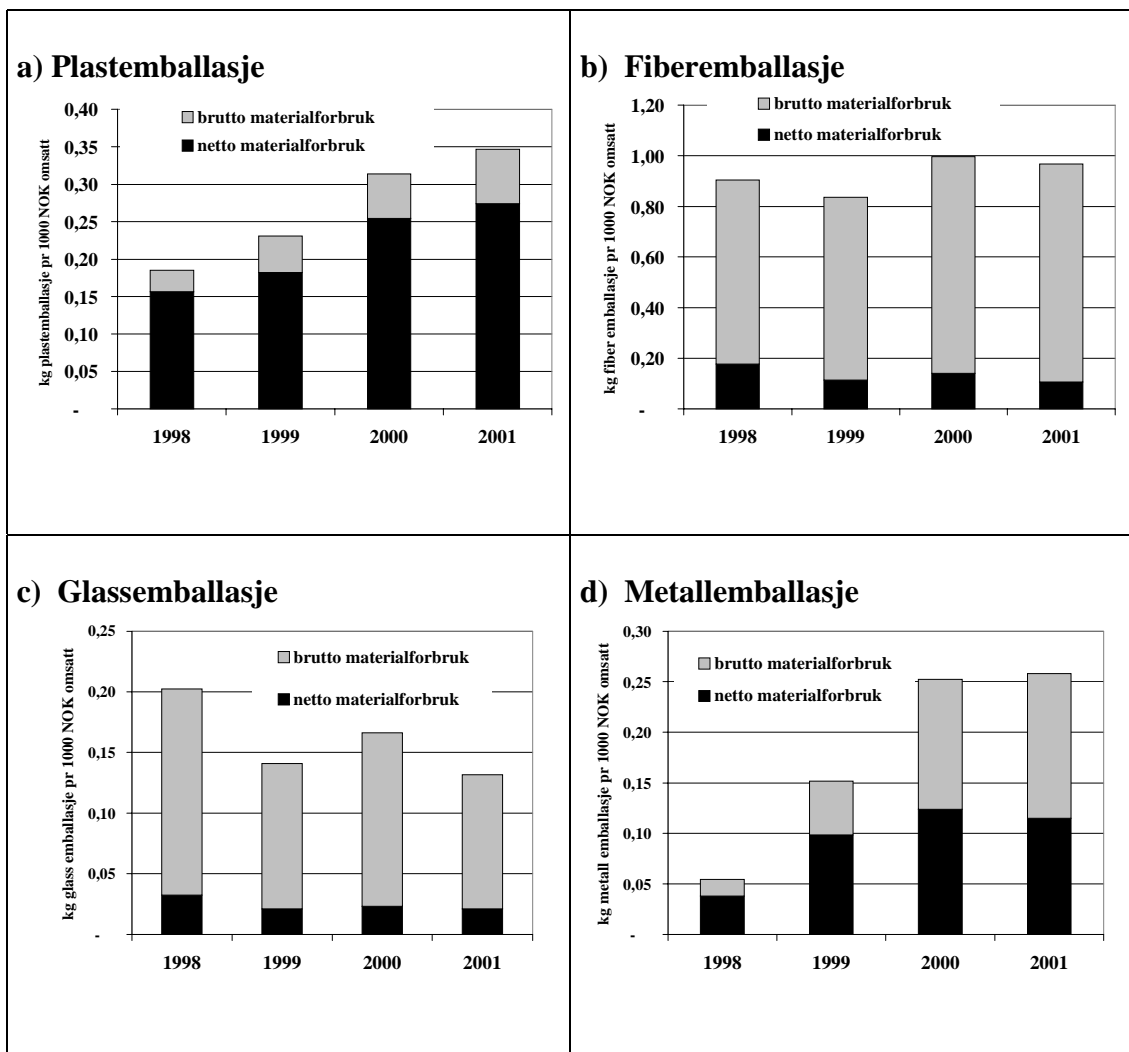
4.1 Mengde plastemballasje øker

En trend i samfunnet er at plast som materiale stadig øker i omfang. Dette underbygges av studier gjennomført i EU som beskriver at bruken av plastemballasje

øker årlig med 4-5% (Argus, 2001). Det antas at denne økningen vil fortsette eller øke ytterligere.

Økningen underbygges også av studier om emballasjeoptimering som STØ årlig gjennomfører for NOK (Næringslivets emballasjeoptimeringskomite, tidligere SfA: Styringskomiteen for reduksjon av emballasjeavfall). Disse studiene gir et bilde av utviklingen i materialforbruk i emballasjesektoren i Norge i perioden 1998-2001, med utgangspunkt i 14 næringshovedgrupper og 40 bedrifter. Bedriftene som deltar representerer en samlet omsetning på over 50 mrd. kroner i året, og forbruker over 70.000 tonn emballasje. Resultatene gjelder to hovedtyper emballasje, nemlig forbrukeremballasje og distribusjonsemballasje (butikkemballasje og transportemballasje), og fire hovedtyper av emballasjematerialer (plast, metall, glass og fiber).

Resultatene fra studiene om emballasjeoptimering viser at plastemballasjeforbruket (uttrykt som kg/1000 NOK omsatt) har økt jevnt i perioden 1998 – 2001, fra 0,18 kg/NOK omsatt til 0,34 kg/NOK omsatt (Møller et.al., 2002). Dette er presentert som brutto materialforbruk i figur 1. Figuren viser utviklingen i brutto og netto materialforbruk for materialtypene plast, metall, glass og fiber for perioden 1998 – 2001.



Figur 4.1: Utvikling i brutto og netto materialforbruk for fire materialtyper 1998-2001.

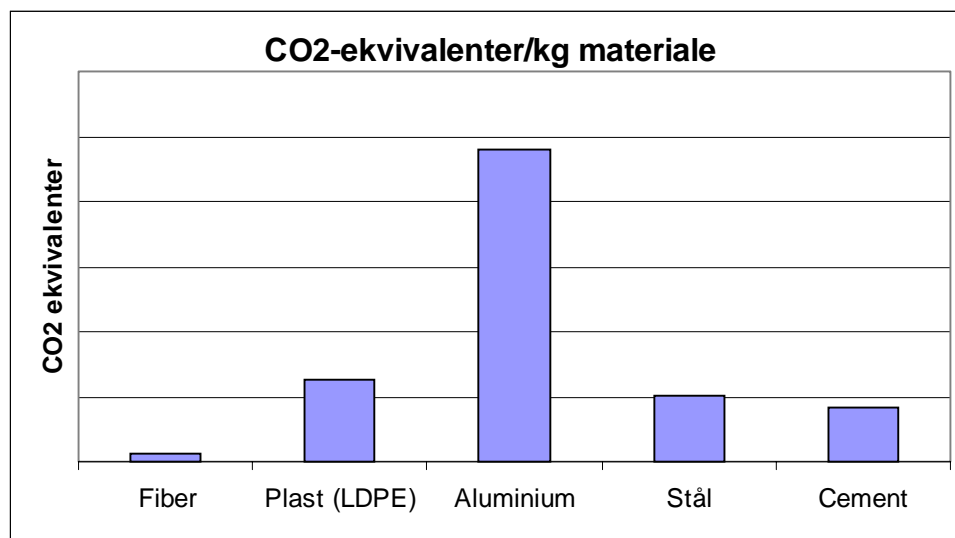
Figur 4.1 viser at brutto materialforbruk har gått jevnt opp for plast og metall, mens det er en synkende trend for glass og en liten økning for fiber. Økningen for plast kommer av en generell økning i bruk av plastemballasje både til transportemballasje og til forbrukeremballasje for ferskvarer. Netto materialforbruk har økt i omfang for plast gjennom hele perioden, mens det har gått ned i perioden for de andre materialtypene som følge av økt materialgjenvinning. Klarest er dette for metall, der det har skjedd en stor økning fra 1999 til 2001, men hvor netto materialforbruk har vært relativt stabilt fra 1998 til 2001 som følge av økt grad av materialgjenvinning.

For plastemballasje betyr dette at til tross for at materialgjenvinningsgraden øker, er økningen ikke like stor som økningen i plastemballasjeforbruket (vises ved at netto materialforbruk også øker). Markedets behov for plastemballasje er altså stadig økende. Resultatet av dette er at det genereres mer og mer plastemballasjeavfall som må avfallshåndteres på en eller annen måte. Det presiseres at plastemballasjeforbruket vist i figur 1, representerer alle typer plastemballasje i Norge, det vil si at også drikkevareemballasje som inngår i 'pantesystemet' er inkludert.

4.2 Plast er ressursbelastende å fremstille

Den største miljønyttan ved å materialgjenvinne avfall er at avfallet kan inngå som råvare i nye produkter og dermed erstatte 'jomfruelig' produsert råvare. Dette kommer av at utvinning og fremstilling av råvarer er svært energikrevende og miljøbelastende prosesser for mange materialer.

Figur 4.2 under viser forholdet mellom utslipp av CO₂-ekvivalenter for produksjon av 1 kg av de ulike materialtypene, fiber, plast, aluminium, stål og sement.



Figur 4.2: Relative utslipp av CO₂-ekvivalenter for produksjon av 1 kg fiber, plast, aluminium, stål og sement.

Figuren viser at aluminium er det materialet som er mest miljøbelastende i forhold til drivhuseffekt å fremstille. Deretter kommer plast, stål, sement og fiber. Årsaken til at kartong og brun fiber kommer langt ned på listen, er at disse materialene er produsert fra biologiske ressurser, og utnytter energien i disse i stor grad i foredlingsprosessen.

Dette betyr at i forhold til klimagassutslipp er det viktigst å gjenvinne aluminium, dernest plast (PET og polyetylen), stål, kartong i drikkekartong og brun fiber i esker.

4.3 Avfallspolitikk

Det brukes årlig ca. 107.000 tonn plastemballasje i Norge (Plastretur). Med bakgrunn i EØS-avtalen har næringslivet i en avtale med Miljøverndepartementet forpliktet seg til å gjenvinne 80 % av plastemballasjen som kommer ut på det norske markedet. Herav skal 30 % materialgjenvinnes og 50 % energigjenvinnes. Plastretur AS, materialselskapet for plast, er ansvarlig for å utvikle og organisere innsamling og gjenvinning for å nå målene i avtalen. Returordningene finansieres gjennom et vederlag som betales av bedrifter som bruker plastemballasje.

I EU's forslag til nytt emballasjedirektiv (EU Packaging and Packaging Waste Directive 94/62/EC) er det foreslått at kravet til materialgjenvinning for plastemballasje skal økes fra 15% til 22,5%. Det er en klar holdning i EU-parlamentet at man ønsker en sterkere fokus på avfallsminimering og materialgjenvinning gjennom implementering av EU-direktivet nasjonalt.

Nasjonalt ligger de sterkeste føringene i Stortingsmelding nr. 24 (2000-01) som ble fremlagt av Regjeringen Stoltenberg i januar 2001. Her ble avfallsreduksjon gjennom forebyggende tiltak videreført som et overordnet mål for avfallspolitikken. Dette ble konkretisert ved at generert mengde avfall skal frikobles fra den økonomiske utviklingen i samfunnet, målt i brutto nasjonalprodukt. Videre fremgår det av St.melding 24 at maksimum 25% av avfallsmengden i 2010 skal deponeres, og at avfallet skal behandles på den miljømessig og samfunnsøkonomisk mest forsvarlige måte. Dersom materialgjenvinning er likeverdig med energigjenvinning samfunnsøkonomisk, skal materialgjenvinning prioriteres i følge St.meldingen.

I Sem-erklæringen fra de tre samarbeidspartiene som står bak Regjeringen Bondevik har man gått et langt skritt videre i forhold til å tydeliggjøre et avfallshierarki med avfallsreduksjon på topp, etterfulgt av materialgjenvinning, energiutnyttelse og deponering. Dette har bl.a. fått føringer for arbeidet med reforhandling av avtalene med materialselskapene i 2002.

Regjeringen har også arbeidet med forslag til endringer i Sluttbehandlingsavgiften for avfall, basert på høringsnotat fra Finansdepartementet fra juni 2002. Endringene omfatter både avfall til deponi og til forbrenning. Forslagene til endring i sluttbehandlingsavgift for forbrenningsanlegg foreslås lagt om til en utslippsavgift og støtte per produsert kWh for avfall som stammer fra fornybart materiale. Det totale avgiftsnivået skal ikke øke, men det legges opp til en dreining av kostnader over mot anlegg med dårlig utslippsprofil. Forslaget skal behandles i forbindelse med

statsbudsjettet for 2003, men har fått mye kritikk fra både industri, renholdsverksforeningen og miljøorganisasjonene.

4.4 Klimapolitikk

Klimakonvensjonen fra 1992 og Kyotoprotokollen fra 1997 er de internasjonale avtalene som skal begrense de globale utslippene av klimagasser (St. melding nr. 54 - 2001). Iverksetting av Kyoto-avtalen vil innebære at norske industribedrifter eller virksomheter som i dag er fritatt for CO₂-avgift, vil bli pålagt å gå inn i et nasjonalt system for omsetning av CO₂-kvoter i perioden 2005-2008. CO₂-kvoter vil trolig bli tildelt disse bedriftene uten kostnad for en mengde CO₂ tilsvarende 80% av den mengden som bedriften slapp ut til atmosfæren i 1990. Overskytende behov for kvoter vil en kunne hente inn ved kjøp gjennom det nasjonale kvotesystemet, eller en kan effektivisere driften i virksomheten med 20% gjennom endrete prosesser, energisparing eller overgang til CO₂-nøytrale energibærere.

Industribedrifter som i dag betaler CO₂ avgift vil bli pålagt å fortsette med dette gjennom den samme perioden. Fra 2008 vil begge kategorier bedrifter bli pålagt å gå inn i et internasjonalt system for omsetning av CO₂-kvoter.

Regjeringen legger samtidig opp til en reduksjon av bruk av mineraloljer til oppvarming på 25% i perioden 2008-2012, sett i forhold til gjennomsnittsforbruket i perioden 1996-2000. Dette skal gjøres ved en konvertering fra oljefyring til fornybar energi, bl. a. ved stimulering av økt bruk av biomasse og metangass fra landbruket. Det legges også opp til at avfall i langt større grad enn i dag skal erstatte fossile brensler, noe som i sin tur fører til mindre behov for deponering av nedbrytbart avfall (St. melding nr. 15 – 2002).

Materialgjenvinning av plast medfører sparte klimagassutslipp (se kap. 7) og bør derfor også bli inkludert i mekanismene i Kyoto-avtalen, på samme måte som energigjenvinning er foreslått å bli det. Da kan bedrifter som kan dokumentere at de erstatter jomfruelige materialer med resirkulerte materialer, få mulighet til å selge den sparte CO₂-mengden i form av klimakvoter. Dette kan best skje hos bedrifter som bruker resirkulert materiale, fordi det her kan dokumenteres hvilke typer råvarer som erstattes. Effekten bør bli at kostnaden knyttet til å bruke resirkulert materiale går ned som følge av salg av kvoter. Et system med miljøvaredeklarasjoner for resirkulert materiale vil kunne gi nødvendig dokumentasjon på innsparing i CO₂-utslipp i forhold til bruk av jomfruelig materiale. Det er viktig at disse forhold blir inkludert i kvotesystemet både nasjonalt og internasjonalt på samme måte som for forbrenning, for å sikre en ressurseffektiv og samordnet klima- og avfallspolitikk.

5 Kritiske parametere for miljønytte og økonomi

Netto miljønytte i et gjenvinningsystem beregnes som summen av de faktorer som er miljøbelastende i systemet (transport, utslipp ved prosessene) og de faktorer som gir miljøgevinst i systemet (unngåtte/sparte utslipp ved at gjenvunnet materiale/energi erstatter nytt materiale/alternativ energi).

Dette kan oppsummeres som følger:

Miljøbelastning	Miljøgevinst
<ul style="list-style-type: none"> ◦ Innsamling og transport av avfall til behandlingsanlegg ◦ Miljøbelastning ved materialgjenvinningsanlegg ◦ Miljøbelastning ved forbrenning av avfall 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Materialgjenvinning: erstatning av jomfruelige råvarer medfører at man unngår miljøbelastninger ved uttak/fremstilling av disse. ◦ Energigjenvinning: erstatning av energi medfører at man unngår miljøbelastning ved fremstilling og bruk av for eksempel fossil energi ◦ Redusert miljøbelastning ved at mindre mengde avfall blir deponert.

Summen av de totale miljøbelastningene og den totale miljøgevinsten defineres som *netto miljønytte*. Dersom denne summen er negativ, betyr det at systemet medfører en besparelse av utslipp/miljøbelastning (nytte, gevinst).

Med bakgrunn i tidligere studier gjennomført i Norge og andre land, er de viktigste parametrene for miljønytte og samfunnsøkonomi i et gjenvinningsystem for plastemballasje listet opp under.

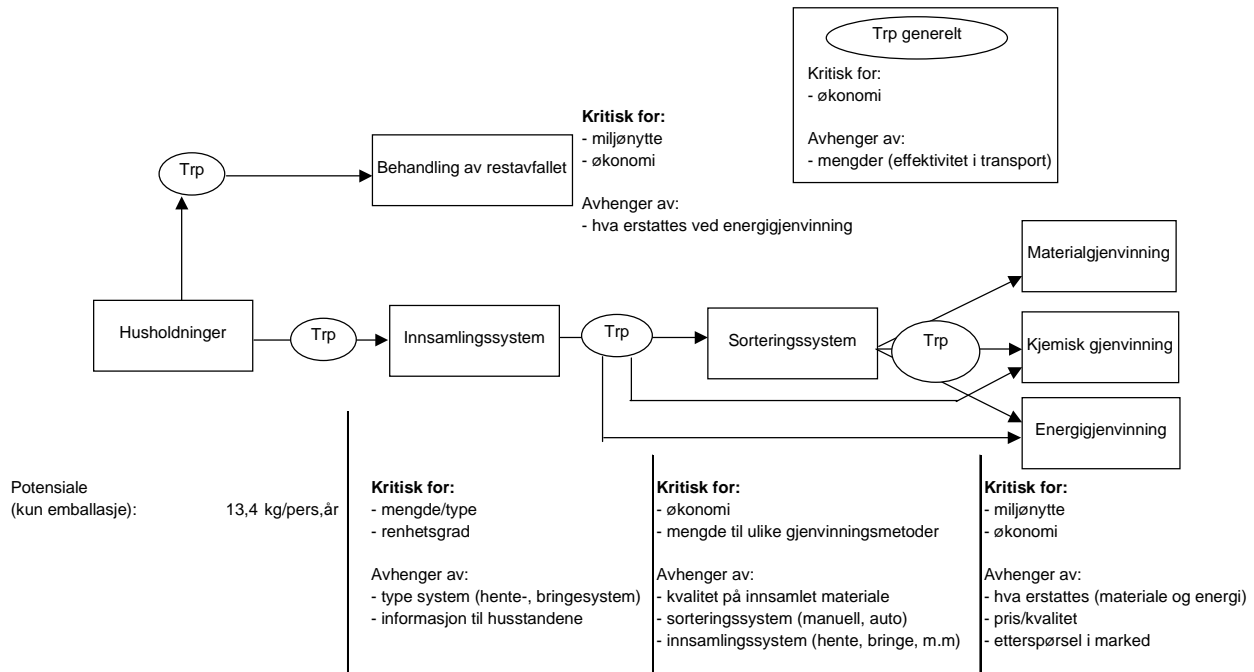
Kritiske faktorer i forhold til *miljønytte* i et gjenvinningsystem for plastemballasje (ingen prioritert rekkefølge):

- Type materiale som erstattes ved materialgjenvinning
- Type energibærer som erstattes ved energigjenvinning
- Energiutnyttelsesgrad ved energigjenvinning
- Mengde kildesortert materiale inn i systemet og mengde gjenvunnet materiale (innsamlingsgrad og gjenvinningsgrad)
- Type behandling av restavfallet (energigjenvinning, deponi)

Kritiske faktorer i forhold til *samfunnsøkonomi/økonomi* i et gjenvinningsystem for plastemballasje (ingen prioritert rekkefølge):

- Kostnader/effektivitet i transport
- Kostnader/effektivitet i sortering
- Kostnader for gjenvinningsprosessene
- Kostnader for behandling av restavfallet (energigjenvinning, deponi)

Figur 5.1 under viser hvordan de ulike aktiviteter henger sammen og påvirker hverandre gjennom plastens verdikjede (gjenvinningsystem).



Figur 5.1: Sammenheng mellom ulike kritiske parametere i et gjenvinningsystem.

Systemet er komplekst og sluttresultatet avhenger sterkt av alle de forestående ledd i verdikjeden. Mengde innsamlet materiale er avhengig av 'hvor gode' husstandene er til å sortere plasten, noe som igjen avhenger av type innsamlingsystem, samt informasjon til og motivasjon hos husstandene. Mengde gjenvunnet materiale avhenger videre av sorteringseffektivitet (svinn, riktig sortering, sorteringsteknologi) og 'renhet' på innsamlet materiale. Type materiale som erstattes ved materialgjenvinning avhenger av teknologi, samt pris/kvalitet på og etterspørsel av regranulat i markedet.

Et miljøeffektivt gjenvinningsystem er først og fremst avhengig av mengde materialgjenvunnet materiale og hvilken type materiale dette materialet erstatter. Disse faktorene bør derfor stå i fokus ved tilrettelegging av et miljømessig godt gjenvinningsystem.

5.1 Mengde plast i husholdningene

Totalt potensial for plastemballasje i husholdninger er noe usikkert. Plastretur opererer med at totalt potensial for norske husholdninger er 60 200 tonn per år (basis 1998, Plastretur, 2001). Nye vurderinger viser at potensialet kan synes å være større. Det er i tråd med analyser i Trondheimsregionen (Heie et al., 1997 og Hall, K., 2002) der potensialet er beregnet til henholdsvis 69 000 tonn per år og 82 400 tonn per år. Dersom de totale mengdene fordeles på Norges befolkning (ca 4,58 mill, SSB, 2002), vil de spesifikke plastemballasjemengdene per person bli som vist i tabell 5.1 under. Det presiseres at tallene i kolonnen representerer kun emballasjeplast.

Kg plastemballasje per person og år	Kilde	Kommentarer
13,4	Plastretur, 2001	
15,4	Heie et al., 1997	Dersom all plast i avfallet inkluderes, vil tallet være 23 kg/person, år
18,4	Hall, K. 2001	Dersom all plast i avfallet inkluderes, vil tallet være 25 kg/person, år

Tabell 5.1: Spesifikke mengder for plastemballasjeavfall i husholdninger med bruk av ulike kilder.

Forskjellen mellom høyeste og laveste anslag er ca 36%. Usikkerheten her gjenspeiler diskusjonen i kap. 4.1 vedrørende at de totale plastemballasjemengdene årlig øker.

I Stavanger er mengde plastemballasje i husholdninger beregnet på bakgrunn av gjennomførte plukkanalyser (Bakkevold, 2002). Resultatene tyder på at det genereres ca 23 kg plastemballasje/person og år, men det er noe usikkert hvorvidt alt dette er emballasjeplast.

Til sammenligning er total produksjon av plastemballasje i EU-området anslått til å være ca 9,5 millioner tonn, noe som tilsvarer ca 25,3 kg/person og år. Videre antas at ca 73% av den totale plastemballasjemengden ender opp i husholdningene, tilsvarer 18,5 kg/person, år (Argus 2001). Denne mengden inkluderer all drikkevareemballasje. I Norge holdes panteemballasje utenom Plastretur-systemet fordi det går i eget system.

I det videre benyttes tallene fra Plastretur for beregning av gjenvinningspotensial, innsamlings- og gjenvinningsgrader fordi dette er det offisielle tall som foreligger.

5.2 Potensial for mengde plastemballasje som er egnet for materialgjenvinning

Den største utfordringen for materialgjenvinning av plastemballasje fra husholdninger er at plastemballasjeavfallet er svært variert og består av ulike typer plast. Som beskrevet over, er mengde plast som sorteres i husholdningene svært avgjørende for miljønyttene i systemet. Med bakgrunn i dette er det gjennomført en vurdering av teoretisk og praktisk mulig materialgjenvinningspotensial for plastemballasje i husholdningene. For fordeling av de ulike plasttyper, er det tatt utgangspunkt i plukkanalyser utført i Trondheim (Heie, 2002 og Hall, 2002), samt erfaringer fra Plastretur (Scheffe, 2002).

Plasttype	Total mengde plastemballasje		Teoretisk potensial m-gjv		Praktisk potensial m-gjv	
	%	kg/person, år	%	kg/person, år	%	kg/person, år
Folie	63 %	8,4	70 %	5,9	50 %	4,2
Hard	37 %	4,9	80 %	3,9	60 %	2,9
Drikkev.emb	1 %	0,1	100 %	0,1	100 %	0,1
Totalt	100 %	13,4	74 %	9,9	54 %	7,3

Tabell 5.2: Teoretisk og praktisk potensial for mengde plastemballasje egnet til materialgjenvinning med dagens teknologi.

Med teoretisk potensial menes all folieplast som per i dag teknisk sett kan materialgjenvinnes (inkluderer stort sett bæreposer, søppelsekker og folie for annet enn mat). Emballasje for mat holdes utenom fordi denne type emballasje stort sett inneholder ulike typer laminater som gjør at emballasjen ikke er egnet til materialgjenvinning.

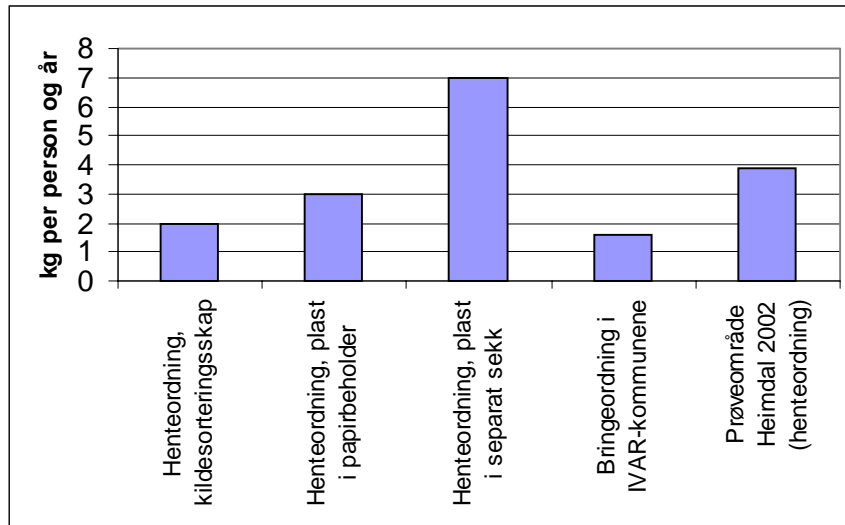
Med praktisk potensial menes den mengde som forutsettes å være mulig å sortere ut til materialgjenvinning. Differansen mellom teoretisk og praktisk potensial ligger hovedsakelig i teknologiske og økonomiske begrensninger i sorteringsleddet.

Tabellen viser at teoretisk og praktisk potensial for materialgjenvinning er beregnet til henholdsvis 74% (9,9 kg/person, år) og 54% (7,3 kg/person, år).

6 Eksempler på gode innsamlingsløsninger

Plastretur fører en '10 på topp' - statistikk som viser hvilke kommuner som samler inn de største mengdene plastemballasje, fordelt på antall innbyggere. Statistikken for første halvår 2002 viser at alle de ni beste kommunene har hentesystem. Aukra kommune i Romsdal ligger på topp med en årsprognose på 9,4 kg per person og år. Kommunen har hentesystem med 120 l sekk som hentes annenhver måned, i tillegg til containere for plast på miljøstasjoner.

Figur 6.1 under viser erfaringstall for innsamlingsnivå ved ulike typer innsamlingssystemer (Bakkevold, 2002 og Bakkejord, 2002).



Figur 6.1: Erfaringstall for innsamlingsnivå ved ulike innsamlingsløsninger (Bakkevold, 2002, Bakkejord, 2002).

Figuren viser at henteordning med plast i separat sekk gir klart høyest innsamlingsnivå med ca 7 kg/person og år. Erfaringstall fra Plastretur viser at hentesystem kan få inn mellom 7 og 9 kg/person og år (Schefte, 2002).

For Trondheim var gjennomsnittlig innsamlingsgrad i prøveområdet med plastdunk ca 29% i juni 2002 (Bakkejord, 2002, Heie, 2002). Dette tilsvarer ca 4 kg/person, år.

Erfaringer fra områder som har innført hentesystemer viser at volumet i restavfallsdunken kan bli redusert med opp til 50% (Schefte, 2002). I Hamar-regionen var en konsekvens av innføring av kildesortering av plast at restavfallet ble hentet sjeldnere. Til tross for dette har flere abonnenter ønsket en mindre dunk til restavfallet, mens kun et fåtall har bedt om større dunk til restavfallet. Dette viser at volummengdene i restavfallet kan reduseres betydelig ved å kildesortere plast.

Erfaringsmessig er kostnadene ved plastinnsamling i dunk ca 3 ganger dyrere enn ved bruk av plastsekk (Schefte, 2002). Dette kommer først og fremst av at selve tømmingen av dunk på bil er mer ressurskrevende enn hva tilfellet er med sekk.

7 Grovvurdering miljø og samfunnsøkonomi

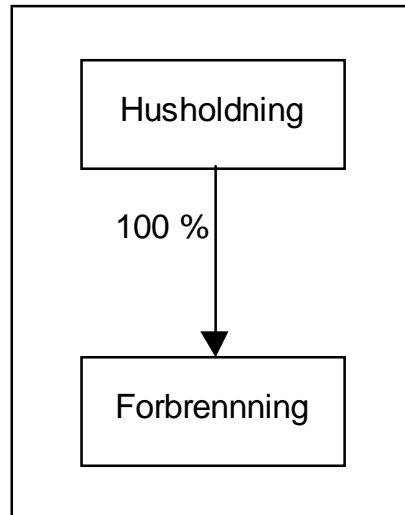
Det er gjennomført grovanalyser av miljønytte og samfunnsøkonomi for ulike scenarier for plastinnsamling i Trondheim. Det presiseres at analysene er overslagsmessige og at datagrunnlaget er basert delvis på erfaringstall og delvis på spesifikke data for Trondheim.

7.1 Forutsetninger

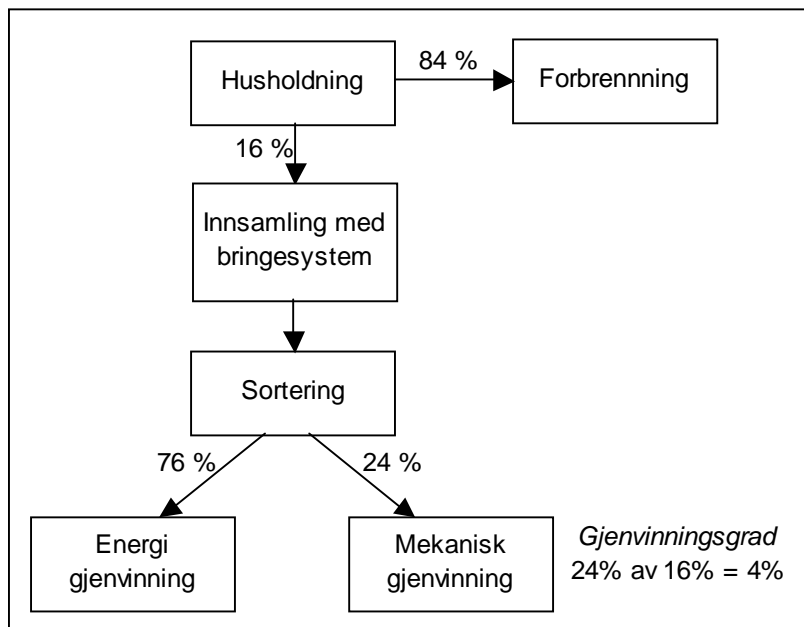
Analysene er gjennomført for tre ulike scenarier:

1. Forbrenning (ingen kildesortering)
2. Kildesortering med bringesystem
3. Kildesortering med hentesystem

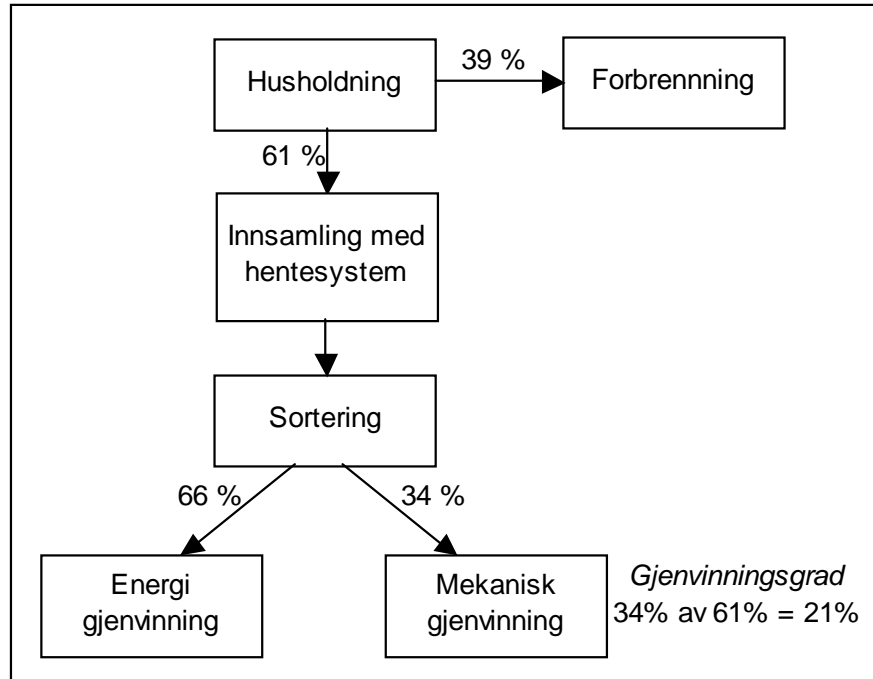
De ulike scenariene er nærmere beskrevet med flytskjema i det følgende:



Figur 7.1: 'Forbrenning': all plast følger restavfallet til forbrenningsanlegg på Heimdal (HVS) for energiutnyttelse.



Figur 7.2: 'Bringesystem': kildesortering med 16% innsamlingsgrad og 4% materialgjenvinningsgrad.



Figur 7.3: 'Hentesystem': kildesortering med 61% innsamlingsgrad og 21% materialgjenvinningsgrad.

Tabell 7.1 gir en nærmere beskrivelse av de ulike scenariene.

Forbrenning	Ingen kildesortering av plastemballasje. All plast samles inn sammen med restavfallet og forbrennes på Heimdal Varmesentral (HVS).
Bringesystem	Kildesortering av plast med bringesystem (returpunkter). Med bakgrunn i erfaringsdata fra Drammensregionen antas en innsamlingsgrad på 16% (ca 2 kg/person, år). Av innsamlet materiale sorteres 24% til materialgjenvinning og 76% til energigjenvinning. Dette gir en total materialgjenvinningsgrad på 4%. Den mengde plastemballasje som ikke kildesorteres (84%), samles inn med restavfallet og forbrennes på HVS.
Hentesystem	Kildesortering av plast med hentesystem (plastsekk). Med bakgrunn i erfaringsdata fra Hamar- og Moldere-regionen antas en innsamlingsgrad på 61% (ca 8,2 kg/person, år). Av innsamlet materiale sorteres 34% til materialgjenvinning og 66% til energigjenvinning. Dette gir en total materialgjenvinningsgrad på 21%. Den mengde plastemballasje som ikke kildesorteres (39%), samles inn med restavfallet og forbrennes på HVS.

Tabell 7.1: Beskrivelse av ulike scenarier for behandling av plastemballasje i Trondheim.

I tillegg gjelder følgende hovedforutsetninger:

Hente- og bringesystem

Innsamlings- og gjenvinningsgrader er benyttet er med basis i årsprognosene for Drammens-regionen (bringesystem) og Hamar- og Moldere-regionen (hentesystem) for

2002. Data for transport, sortering, materialgjenvinning m.m er hentet fra Raadal et. al. (2001).

Forbrenning av avfall på Heimdal Varmesentral

Avfallet forbrennes og energien utnyttes som fjernvarme. Det forutsettes 75% energiutnyttelse (lite oppvarmingsbehov i sommerhalvåret), samt at energien som erstattes av avfallsenergien er 75% olje og 25% elektrisitet (Storeng, 2002).

Energigjenvinning av sortert plast

Det er ikke all plastemballasje som egner seg til materialgjenvinning med dagens teknologi. Det kan være ulike årsaker til dette, blant annet: at plastemballasjen består av laminater og/eller at det er ulike plasttyper i samme produkt, at den er tilgriset av matrester, eller at det er store kostnader med høyere utsorteringsgrad ved bruk av dagens manuelle sorteringsteknologi. Derfor sorteres i dag en større andel av platen ut for å bli benyttet som brensel til ulike industriformål (energigjenvinning). Forbrenning av den sorterte platen forutsettes å foregå i industrielle prosesser som har kontinuerlig behov for energi (sementproduksjon). Dette medfører høyere energiutnyttelsesgrad (100%) og erstatning av kull, noe som totalt sett gir betydelig større miljøgevinst enn energiutnyttelse på avfallsforbrenningsanlegg.

Materialgjenvinning flere ganger

Det er ikke utført beregninger som tar høyde for ekstra nytte ved at plast kan materialgjenvinnes flere ganger for til slutt å bli energigjenvunnet, men dette vil sannsynligvis medføre ytterligere forbedret resultat for både miljø og økonomiregnskapet.

7.2 Miljønytte

Miljønytte er beregnet for følgende miljøpåvirkninger:

- Drivhuseffekt
- Forbruk av energi
- Forsuring
- Overgjødsling (eutrofiering)

Tabell 7.2 under viser eksempler på hvilke utslipp som bidrar til de ulike miljøpåvirkningene og de potensielle miljøeffekter disse kan gi.

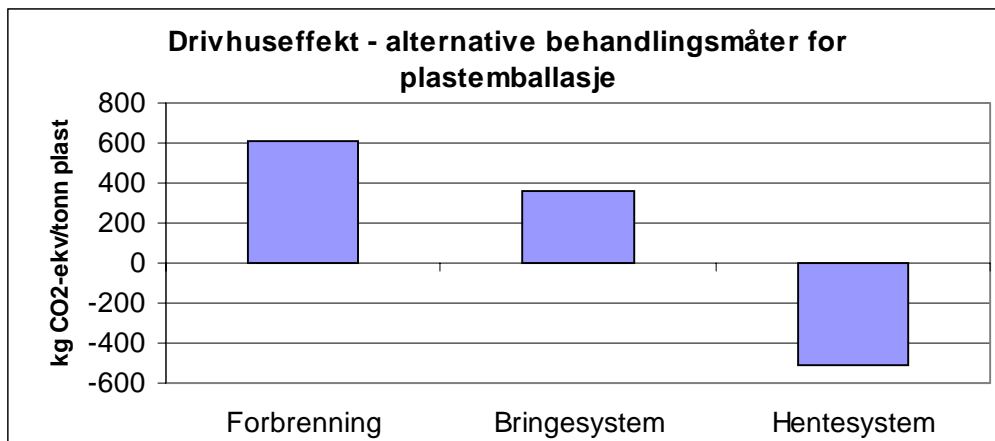
Miljøpåvirknings-kategori	Eksempel på utslipp	Potensielle miljøeffekter dette kan føre til:
Global klimaendring/ drivhuseffekt	CO ₂ N ₂ O CH ₄ CF ₄ /C ₂ F ₆	Temperaturøkning i nedre delen av atmosfæren (drivhuseffekt og klimaendring). Dette vil sannsynligvis føre til alvorlige konsekvenser for hele jorda, i form av endret/mer ekstremt klima, økt ørken dannelse, hevet vannstand pga isbresmelting, osv.
Forsuring	SO ₂ HCl NO _x	Fiskedød, skogsdød, korrosjonsskader, skader på bygninger, utløsning av tungmetaller med virkning på dyr, vegetasjon og helse.
Overgjødsling (eutrofiering)	Tot N, vann Tot P, vann	Økt algevekst som følge av tilførsel av næringsstoffer kan medføre oksygenmangel og dermed lokale gjengroingseffekter i innsjøer og hav.

Tabell 7.2: Sammenheng mellom miljøpåvirkningskategori, utslipp og potensielle miljøeffekter.

I det følgende vises miljønytte for de tre ulike scenarier for behandling av plastemballasjeavfall fra husholdninger i Trondheim.

7.2.1 Drivhuseffekt

Figur 7.4 viser bidrag til drivhuseffekt for de tre alternative behandlingsmåtene for plastemballasjeavfall i Trondheim.



Figur 7.4: Bidrag til drivhuseffekt ved alternative behandlingsmåter for plast.

Figuren viser at hentesystemet gir klart best miljønytte med sparte CO₂-utslipp på ca 500 kg per tonn. Dette tilsvarer ca halvparten av årlig CO₂-utslipp fra personbiltrafikk fra en 'gjennomsnittsnordmann' (SSB, 2002).

Forbrenning av plast sammen med restavfall på Heimdal Varmesentral kommer klart dårligst ut med et netto bidrag på 600 kg CO₂-ekvivalenter per tonn plast i husholdningene. Dette kommer av at utslippene av CO₂ ved forbrenning av plast (som

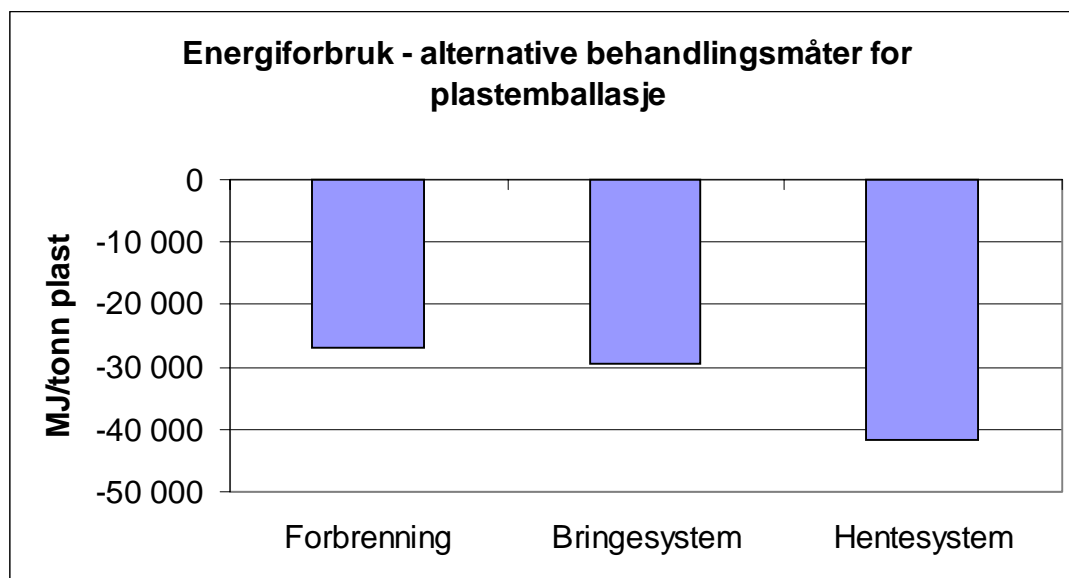
er en fossil energibærer) er høyere enn sparte CO₂-utslipp fra forbrenning av olje (ved 75% utnyttelsesgrad i forbrenningsanlegget).

Bringesystemet gir bedre resultat enn forbrenning til tross for at dette systemet kildesorterer kun 16% av den potensielle plastmengden.

Hentesystemet kommer mye bedre ut enn bringesystemet fordi det gir økt mengde plastemballasje inn i systemet (61% innsamlingsgrad kontra 16%). Dette betyr at jo mer plast som sorteres ut til gjenvinning, jo bedre blir miljøregnskapet i forhold til forbrenning. Miljøgevinsten gjelder også den plasten som sorteres ut til energiformål fordi dette er en form for 'foredlet brensel' som inngår som energibærer i industrielle prosesser (sementproduksjon som erstatning for kull), noe som gir betydelig større miljøgevinst enn forbrenning på HVS.

7.2.2 Energiforbruk

Figur 7.5 viser totalt energiforbruk for de tre alternative behandlingsmåtene for plastemballasjeavfall i Trondheim.



Figur 7.5: Netto energiforbruk ved alternative behandlingsmåter for plast.

Fra figuren sees at alle systemene gir negativt netto energiforbruk, det vil si at systemene tilfører energi. Dette kommer av at alle systemene enten energiutnytter plasten og dermed sparer utvinning og bruk av alternativ energi, og/eller materialgjenvinner plast og dermed sparer energi for uttak og produksjon av ny plast.

Hentesystemet gir klart best miljønytte med en energibesparelse på ca 42 000 MJ per tonn plast eller ca 11 500 kWh. Dette tilsvarer ca halvparten av årlig elektrisitetsforbruk for en gjennomsnittsbolig i Norge (Bøeng, 1999).

Bringesystemet kommer noe bedre ut enn forbrenning, begge med energibesparelser på henholdsvis ca 27 000 og 29 000 MJ/tonn eller ca 8 000 kWh/tonn plast. Denne

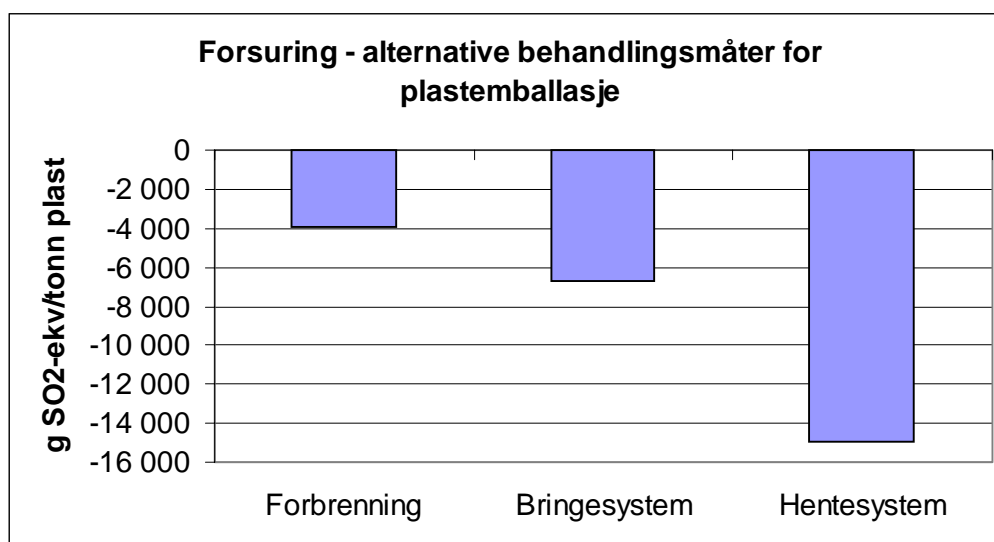
besparelsen utgjør i underkant av 70% av energibesparelsen som oppstår med hentesystemet.

Hentesystemet kommer best ut fordi det gir økt mengde plastemballasje inn i systemet (61% innsamlingsgrad kontra 16%). Dette gir mer plast til materialgjenvinning og mer plast til energigjenvinning med bedre energiutnyttelse enn forbrenning på HVS.

Dette betyr at også for energiforbruk blir miljøregnskapet bedre jo mer plast som sorteres ut til materialgjenvinning.

7.2.3 Forsuring

Figur 7.6 viser bidrag til forsuring for de tre alternative behandlingsmåtene for plastemballasjeavfall i Trondheim.



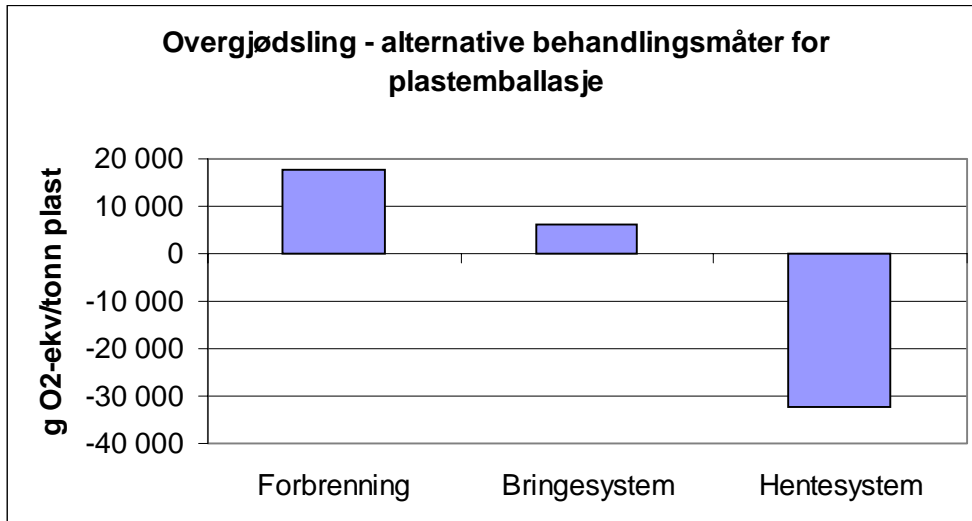
Figur 7.6: Bidrag til forsuring ved alternative behandlingsmåter for plast.

Fra figuren sees at resultatene viser samme trend som drivhuseffekt og energiforbruk: Hentesystemet gir klart best miljønytte med sparte SO₂-utslipp på ca 15 kg per tonn plast. Deretter kommer bringesystemet, mens forbrenning kommer dårligst ut.

Dette betyr at også for forsuring blir miljøregnskapet bedre jo mer plast som sorteres ut til materialgjenvinning.

7.2.4 Overgjødning

Figur 7.7 viser bidrag til overgjødning for de tre alternative behandlingsmåtene for plastemballasjeavfall i Trondheim.



Figur 7.7: Bidrag til overgjødning ved alternative behandlingsmåter for plast.

Fra figuren sees at resultatene viser samme trend som drivhuseffekt, energiforbruk og forsuring: Hentesystemet gir klart best miljønytte med sparte utslipp på ca 30 kg O₂-ekvivalenter per tonn plast. Deretter kommer bringesystemet, mens forbrenning gir dårligst resultat.

Det betyr at også for overgjødning blir miljøregnskapet bedre jo mer plast som sorteres ut til materialgjenvinning.

7.2.5 Konklusjoner miljønytte

For alle de vurderte miljøpåvirkningskategoriene drivhuseffekt, energiforbruk, forsuring og overgjødning, gir kildesortering av plast med hentesystem klart størst miljønytte.

Dette kommer av at denne type innsamlingssystem medfører at størst mengde plastemballasje blir kildesortert og samlet inn til materialgjenvinning. Desto mer jomfruelig plast og kull man får erstattet, desto større blir miljønyttan i systemet.

Til tross for at kildesortering gir økte miljøbelastninger fra transport, er dette ubetydelig i forhold til nytten ved gjenvinning av den innsamlede plasten.

7.3 Samfunnsøkonomi

Det presiseres at dette er en grovvurdering av de samfunnsøkonomiske kostnadene for de ulike systemene, gjennomført som en nytte-kostnadsvurdering, og at det er gjort visse forenklinger ved beregning av de interne kostnadene.

7.3.1 Forutsetninger

Interne kostnader omfatter drifts- og investeringskostnader for Trondheim kommune, Plastretur m.fl. som er nødvendig for å drive systemene i de ulike scenariene. Eksterne kostnader omfatter miljøkostnadene tilknyttet de ulike scenariene.

Resultatene viser det totale kostnadsbildet for de ulike alternative behandlingsmåtene, inndelt i interne og eksterne kostnader. De interne kostnadene er videre inndelt i interne kostnader for Trondheim kommune og andre aktører for å synliggjøre hvilke kostnader som er direkte knyttet opp mot Trondheim kommune.

Det forutsettes at støtten fra Plastretur dekker netto kostnad for aktivitetene innsamling, sortering og gjenvinning av kildesortert plast.

Følgende kostnader er ikke inkludert:

- Investeringskostnader for returpunkter ved et bringesystem / diverse materiell ved hentesystem
- Eventuelle forskjeller i transportkostnad for bringe- og hentesystem (fordi det er kun støtten fra Plastretur som inngår)
- Eventuell reduksjon i transportkostnad for restavfall som følge av redusert mengde avfall (og muligens redusert frekvens)
- Informasjonskostnader ved innføring av nytt kildesorteringssystem
- Tidskostnader i husholdningene

Tabell 7.3 under viser de viktigste forutsetninger og forenklinger som er gjort.

Aktivitet	Kommentarer
Forbrenning HVS	Netto driftskostnad HVS, ekskl sluttbehandlingsavgift (Econ 79/02)
Erstattet energi fjernvarme	Differansen mellom pris for alternativ energi og 'avfallsenergi' (5% lavere enn alternativ energi, Storeng, 2002)
Innsamling restavfall	Gjennomsnittlig kostnad for restavfall i Trondheim (Econ 79/02)
Innsamling, transport og sortering av kildesortert plast	Støtte Plastretur
Materialgjenvinning	Støtte Plastretur
Erstattet materiale	Differansen mellom pris for jomfruelig og gjenvunnet plast (forutsetter at pris for regranulat er halvparten av pris for ny plast).
Energigjenvinning av sortert plast	Støtte Plastretur (for kverning)
Erstattet energi sortert plast	Pris for alternativ energi (olje som eksempel) for industri som bruker plast som energikilde.
Diverse	Diverse administrasjon for Plastretur

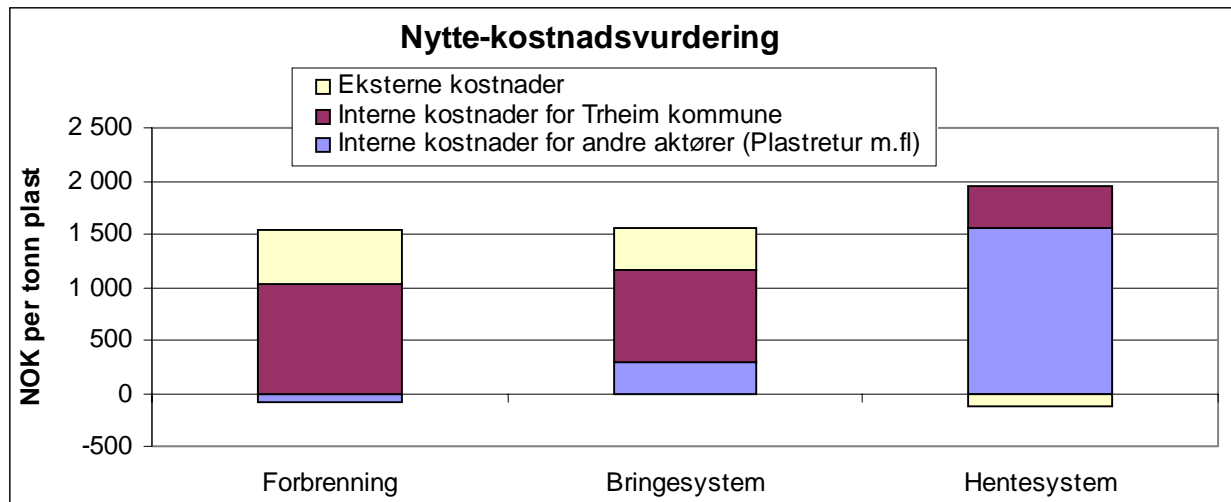
Tabell 7.3: Forutsetninger og forenklinger for beregning av interne kostnader i de ulike alternativene for avfallsbehandling.

7.3.2 Resultater

Tabell 7.4 og figur 7.8 under viser de totale samfunnsøkonomiske kostnadene for de tre ulike alternativene fordelt på interne og eksterne kostnader.

Kostnader	Forbrenning	Bringesystem	Hentesystem
Interne kostnader for andre aktører (Plastretur m.fl)	-90	294	1 550
Interne kostnader for Trheim kommune	1 022	858	399
Eksterne kostnader	513	397	-127
Total	1 445	1 550	1 822

Tabell 7.4: Totale kostnader (NOK) for de ulike alternative oppdelt i interne og eksterne kostnader.



Figur 7.8: Totale kostnader for de ulike alternativene oppdelt i interne og eksterne kostnader.

Resultatene viser at forbrenning medfører lavest samfunnsøkonomisk kostnad (1445 kr/tonn), men høyest miljøkostnad (513 kr/tonn).

Bringesystemet kommer ut som nummer to, ca. 7% høyere enn forbrenning med totale samfunnsøkonomiske kostnader på 1550 kr/tonn. Dette systemet medfører høyere interne kostnader, men lavere eksterne kostnader enn forbrenning.

Hentesystemet medfører høyest samfunnsøkonomiske kostnader med 1822 kr/tonn, ca 26% høyere enn forbrenning. Dette alternativet gir en netto miljøgevinst på -127 kr/tonn i motsetning til de andre alternativene som medfører en netto miljøkostnad.

Det er først og fremst økte kostnader for sortering og transport som gjør kildesorteringsalternativene mer kostbare enn forbrenning

Videre sees at kostnadene for Trondheim kommune reduseres ved innføring av kildesorteringssystem. Dette kommer av redusert mengde plast til forbrenning og Plastreturs generelle støtte til drift av kildesorteringssystemer.

7.3.3 Konklusjoner nytte-kostnadsvurdering

Følgende konklusjoner kan trekkes fra nytte-kostnadsvurderingen:

- Forbrenning gir de laveste og kildesorteringssystemene de høyeste totalkostnadene ut fra forutsetningene som er lagt til grunn i analysen. Forskjellen mellom laveste og høyeste kostnad er 26%.
- Økte interne kostnader (til transport, sortering og gjenvinning) i kildesorteringssystemene gjør at disse kommer ut med de høyeste totalkostnadene.
- De interne kostnadene for Trondheim kommune reduseres ved innføring av kildesortering som følge av redusert mengde avfall til forbrenning og støtte fra Plastretur til drift av kildesorteringssystemene. Dette samsvarer med resultater fra bl.a. Hamar-regionen, samt studier fra Stavanger, som viser at kildesorteringssystemer for plast kan medføre lavere kostnader for kommunen enn tidligere system.
- Kildesorteringssystemene gir lavest og forbrenning høyest miljøkostnader (eksternes kostnader).

Høy grad av kildesortering medfører lavere kostnad for miljøet, men høyere driftskostnader. Det er viktig å presisere at dette gjelder kildesorteringssystemer som er i etableringsfasen. Kostnadene vil sannsynligvis synke etter hvert som man får økte mengder avfall inn i systemet som følge av økt effektivitet (stordriftsfordeler, ny teknologi, lært av feil, osv), og støtten fra Plastretur kan dermed reduseres over tid. Dersom systemet ikke effektiviseres kostnadmessig, vil et bortfall av støtten fra Plastretur medføre høyere kostnader for kommunen. Effektivisering av sorterings- og gjenvinningsaktivitetene er noe Plastretur jobber kontinuerlig med (se kapittel 9).

Det er viktig å være klar over de forutsetninger som gjelder for gjennomføring av nytte-kostnadsvurderingen (se kap. 7.3.1).

8 Konklusjoner

Miljønytte

Desto mer plast som samles inn til materialgjenvinning, desto større miljønytte får man. Det betyr at innsamling med hentesystem, som er det innsamlingssystemet som gir størst plastemballasjemengde, medfører størst miljønytte. Forbrenning av plast sammen med restavfall for energiutnyttelse gir klart dårligst miljønytte.

Til tross for at kildesortering gir økte miljøbelastninger fra transport, er dette ubetydelig i forhold til nytten ved gjenvinning av den innsamlede plasten.

Samfunnsøkonomi

Resultatet for samfunnsøkonomi er motsatt enn for miljønytte: Forbrenning gir lavest og kildesorteringsalternativene høyest total kostnader. Forskjellen mellom laveste og høyeste kostnad er 26%. Det er først og fremst økte kostnader for sortering og transport som gjør kildesorteringsalternativene mer kostbare enn forbrenning, og effektivisering av dette er noe Plastretur jobber kontinuerlig med.

Til tross for høyere total kostnader, vil kildesorteringsløsningene gi lavere kostnader for Trondheim kommune enn forbrenning. Det skyldes redusert mengde avfall til forbrenning og støtte fra Plastretur til drift av kildesorteringsssystemene. Dette samsvarer med resultater fra bl.a. Hamar-regionen, samt studier fra Stavanger, som viser at kildesorteringsløsninger for plast kan medføre lavere kostnader for kommunen enn tidligere system. Kostnadsbildet for de enkelte kommuner ved innføring/videreføring av kildesorteringsløsninger avhenger i første rekke av god logistikk og effektivitet i innsamlingsystemene.

Dersom miljøkostnadene (eksterne kostnader) vurderes separat, gir kildesorteringsystemene lavest og forbrenning høyest kostnad.

9 Diskusjon

Den samfunnsøkonomiske vurderingen er basert på en grovvurdering får å få frem det overordnede kostnadsbildet for de ulike alternativene. Resultatene viser at de høyeste kostnadene i kildesorteringsalternativene utgjøres av sortering og materialgjenvinning. Potensialet for effektivisering av disse aktivitetene er stort, og dette diskuteres nærmere i det følgende:

1. Effektivisering av sorteringsaktiviteten

Plastretur jobber kontinuerlig med å finne bedre løsninger for sortering av plasten slik at økte plastmengder kan tas ut til materialgjenvinning uten for høye kostnader, og fra 2004 vil det sannsynligvis bli startet opp et samarbeid med Sverige vedrørende mer industrielle løsninger for sortering. Dette vil gi reduserte sorteringskostnader og økt miljønytte som følge av mer effektiv og riktig sortering.

2. Kjemisk gjenvinning

Plastretur er i ferd med å avslutte en studie for å vurdere miljønytte ved kjemisk gjenvinning sammenlignet med andre gjenvinningsformer. I tillegg er det gjennomført en test av kjemisk gjenvinning av husholdningsplast i Tyskland, og Plastretur jobber med å få i stand en avtale om kjemisk gjenvinning av 1000 tonn husholdningsplast i 2003. Disse tonnene skal tas delvis fra den plasten som sorteres ut til energigjenvinning og delvis direkte fra kommuner som kildesorterer plast (uten at plasten må sorteres i etterkant, noe som vil gi kunne betydelig kostnadsreduksjon). Avhengig av resultatene fra testene, samt fra miljøanalysene, vurderer Plastretur å benytte kjemisk gjenvinning av husholdningsplast som en del av totalløsningen fra 2004.

I EU's forslag til nytt emballasjedirektiv (EU Packaging and Packaging Waste Directive 94/62/EC), der det er foreslått at kravet til materialgjenvinning for plastemballasje skal økes fra 15% til 22,5%, ligger det foreløpig inne at kjemisk gjenvinning ikke skal defineres som materialgjenvinning. Dersom Plastretur skal satse på kjemisk gjenvinning, kreves det derfor en godkjenning fra Miljøverndepartementet (MD) om at kjemisk gjenvinning kan defineres som materialgjenvinning.

3. Kombinasjon av økt sorteringsgrad og kjemisk gjenvinning

Avhengig av marked, kvalitet, teknologiutvikling m.m, kan aktuell fremtidig løsning for behandling av plastemballasjeavfall være en kombinasjon av følgende behandlingsløsninger: materialgjenvinning, kjemisk gjenvinning og industriell energigjenvinning.

4. Avfallsreduksjon/gjenvinnbarhet

De siste årene har det både i Norge og Europa vært mye fokus på avfallsreduksjon og avfallsminimering. Dette har bl.a. medført at plastemballasjen blir tynnere og tynnere, noe som videre har ført til at den inneholder laminaer for bl.a. å opprettholde barrierekravene. Slike laminatsjikt medfører at plastemballasjen blir vanskeligere å materialgjenvinne, og det kan derfor stilles spørsmål om denne type avfallsreduksjon går på bekostning av gjenvinnbarhet.

De store polymerselskapene i Europa bekrefter at barriere-egenskaper prioriteres ved produktutvikling av emballasje, men at det å gjøre plasten mer gjenvinnbar (bla. ved å unngå laminatløsninger, gjøre laminaer mer homogene og ved utvikling av metallocener som kan designes for spesielle egenskaper) også har høy prioritet (Bjørve, K. 2002).

5. Trenden i Europa

Målene for plastgjenvinning i Europa forventes å øke i årene fremover, og over tid nærme seg samme nivå som gjenvinningsmålene for papir og glass. Dette vil føre til økte kostnader knyttet til teknologiutvikling, utvikling av innsamlings- og sorteringssystemer, og gjenvinningsprosesser. Disse kostnadene vil bli reflektert i økte vederlag, som i neste omgang blir ført tilbake som bidrag til å drive innsamlings- og gjenvinningssystemene. Flere land i Europa er allerede i ferd med å innføre økte vederlag for plastemballasje (von Krogh et al. 2002).

6. Annen plast (leker, husholdningsartikler, m.m)

Emballasje utgjør en begrenset andel av de totale avfallsstrømmer i samfunnet. Det antas at det vil være ressurseffektivt om innsamling og materialgjenvinning av særlig plast ikke bare ble konsentrert om brukt emballasje. Dersom også andre plastartikler kan leveres i felles systemer med emballasjeavfall, vil dette trolig føre til økte mengder og økt effektivitet. Utfordringen blir selvfølgelig å finne gode tekniske løsninger for separering av ulike plasttyper, og særlig hvis disse er i kombinasjon med andre materialer (metaller). Det kan derfor være aktuelt at Plastretur i fremtiden også kommer til å ta hånd om plastavfall utover emballasje. Dette kan gjøre innsamlingen enklere, men det ligger foreløpig langt frem i tid.

10 Anbefaling

Med bakgrunn i resultatene fra denne studien, anbefales Trondheim kommune å satse på å kildesortere og gjenvinne plastemballasjeavfall fra husholdningene i framtiden.

Hovedargumentene for dette er følgende:

- Plastemballasjeavfall er en avfallsfraksjon som øker i mengde og som det derfor er viktig å legge til rette gode avfallsbehandlingsløsninger for.
- Kildesortering for materialgjenvinning av plast gir klart større miljønytte enn forbrenning av plast, som er alternativet for Trondheim.
- Kildesortering for materialgjenvinning er samfunnsøkonomisk mer kostbar enn forbrenning med energiutnyttelse, men dette gjelder under dagens forutsetninger. Økt effektivitet i systemet, bruk av ny teknologi for både materialgjenvinning og sortering, kan raskt endre dette bildet.
- Kildesorteringsløsningen medfører reduserte interne kostnadene for Trondheim kommune som følge av redusert mengde avfall til forbrenning og støtte fra Plastretur til drift av kildesorteringssystemene. Dette samsvarer med resultater fra bl.a. Hamar-regionen, samt studier fra Stavanger, som viser at kildesorteringsløsninger for plast kan medføre lavere kostnader for kommunen enn tidligere system. Kostnadsbildet for de enkelte kommuner ved innføring/videreføring av kildesorteringsløsninger avhenger i første rekke av god logistikk og effektivitet i innsamlingsystemene.
- Trondheims befolkning har allerede vendt seg til å kildesortere plast. Det vil være uheldig å trekke tilbudet tilbake, spesielt når det er dokumentert at det er miljønyttig å drive med plastinnsamling. Det bør heller satses på en offensiv informasjon om hvorfor og hvordan systemet endres.

Det anbefales derfor at innsamling av kildesortert plastemballasje videreføres i Trondheim kommune. Det anbefales også at innsamlingen baseres på et hentesystem, enten ved bruk av eksisterende dunk eller i separat plastsekk. Årsaken til dette er at denne type system erfaringsmessig vil medføre størst mengde innsamlet plast og dermed også størst miljønytte. I tillegg er det denne type system (og service-nivå) Trondheims befolkning har hatt til nå. Type hentesystem bør vurderes ut i fra en helhetlig situasjon i forhold til kostnader, logistikk, biltyper, tømmefrekvens, m.m og bør utredes nærmere.

Dersom Trondheim ønsker å satse på kildesortering av plastemballasje i fremtiden, er det svært viktig med informasjon til husholdningene vedrørende hvilken type avfall som skal samles inn hvor, samt hvorfor denne type system er innført (miljø og økonomi). I tillegg er det viktig å informere om hva husholdningene skal gjøre med den type avfall som til nå har blitt lagt i miljødunken.

11 Referanser

- ARGUS, 2002: European Packaging Waste Management Systems, ARGUS in association with ACR and Carl Bro a/s,
<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/epwms.pdf>
- Bakkejord, K. J. 2002: Innsamlingsgrad fra prøveområdet med plastinnsamling på Heimdal våren 2002, pers. medd. November 2002.
- Bakkevold, O.J. 2002: 'Alternative innsamlingsmodeller for husholdningsplast', utredning av NOAS kompetansesenter, August 2002.
- Bjørve, Ketil: Borealis; Emballasjeforsk-seminar 10.10 2002.
- Bøeng, A. C., Nesbakken, R., 1999: *Energiforbruk til stasjonære og mobile formål per husholdning 1993, 1994, 1995*. Gjennomsnittstall basert på forbruksundersøkelse. SSB-rapport 99/22.
- Heie, Aa., 2002: 'Analyse av avfall i Trondheim 2002', Interconsult ASA, oppdragsnummer 109412, rapportdato: 04.09.02.
- Hall, K., 2002: 'Innsamling og behandling av plastavfall', Hovedoppgave for stud. Tech. Kristian Hall, NTNU Institutt for maskinkonstruksjon og materialteknikk, juni 2002.
- Lindfors, L.G., Christiansen, K., Hoffman, L., Virtanen, Y., Juntilla, V., Hanssen, O.J., Rønning, A., Ekvall, T., Finnveden, G. (1995): *Nordic Guidelines on Life Cycle Assessment*, Nordisk Ministerråd, Nord 1995:20
- Goedkoop, M. 2000: *Eco-Indicator 1999*, Pré Consultants, The Netherlands, April 2000.
- Møller, H., Olsen, A., Hanssen, O. J. 2002: *Utviklingen i materialeffektivitet i norsk emballasjesektor 1995-2001*. Stiftelsen Østfoldforskning, OR.06.02.
- Plastretur, 2001: Årsrapport 2001
- Raadal, H. L. 2001: 'Miljø- og samfunnsøkonomisk vurdering av plastemballasjeavfall fra husholdninger i Hamar- og Drammensregionen.', Stiftelsen Østfoldforskning, OR 24.01.
- Scheffe, G., Plastretur: Pers. med., november 2002.
- SSB, 2002: Årlig statistikk veitrafikk, personbiler.
Statistikk befolkning i Norge
- von Krogh, L., Hanssen, O. J. 2002: 'Kartlegging av rammevilkår/markedskrav for emballering av norsk sjømat'. Stiftelsen Østfoldforskning, AR 06.02.