

Klimanytte av **GJENVINNING**



Klimanytte av **GJENVINNING**



Dato: 10/2007. Sted: Oslo.
Utgitt av: Bergfald & Co as.
Forfattere: Einar Wilhelmsen, Kristina
Skoog og Øystein Solevåg.
Grafisk utforming: Gaute Hauglid-Formo.
Print: GAN Grafisk. Papir: Rapporten er
trykket på resirkulert papir. Utgitt på opp-
drag fra: Norsk Industri, Norsk Returmetall-
forening og Norsk Returpapirforbund.

Bergfald & Co as

FORORD

Denne rapporten er skrevet av Bergfald & Co på oppdrag av Norsk Industri, Norsk Returmetallforening og Norsk Returpapirforbund. Formålet med rapporten er å synliggjøre klimanytten av dagens material- og energigjenvinning og av økt gjenvinning. Rapporten skisserer også hvordan økt gjenvinning kan fungere som et tiltak for å redusere de nasjonale og globale klimagassutslippene. Økt gjenvinning av avfall som i dag blir deponert blir også belyst.

Gjenvinning betyr at man bruker produkter i seg selv, materialene eller energien i produkter på nytt. Ved materialgjenvinning kan materialer brukes som råstoff i ny produksjon samtidig som energiforbruket ofte reduseres i forhold til produksjon fra nytt råstoff. Vi bruker altså mindre av nye ressurser, noe som innebærer mindre forurensning enn å skaffe gjenvunnede ressurser til veie. Organisk materiale (som for eksempel matavfall og avløps slam) kan også komposteres til jordforbedringsmidler. Materialer som ikke egner seg til materialgjenvinning eller kompostering kan utnyttes som energikilde og på den måten erstatte fossilt brensel.

Råvaremarkedene er globale, også for gjenvunnet materiale, og økt gjenvinning i Norge reduserer behovet for å ta i bruk nye råvarer

andre steder i verden, dermed reduseres energibruken og utslippene av klimagasser globalt.

Rapporten viser at klimanytten av dagens gjenvinning er meget stor. Særlig stor er klimanytten av materialgjenvinning, men også energigjenvinning er i mange tilfeller et godt klimatiltak. Undersøkelsen viser også at det er mye å hente på å bedre eksisterende ordninger for materialgjenvinning, slik at flere av ressursene i avfallet kan utnyttes. Det er derfor viktig å få til økt gjenvinning, både av husholdningsavfall og næringsavfall i Norge. Her kan både bedrifter, kommuner og den enkelte innbygger gjennomføre tiltak som gir klimanytte. Rapporten foreslår noen konkrete tiltak.

I denne rapporten forenkles beskrivelsen av utslipp av klimagasser i CO₂-ekvivalenter til å oppgis i tonn CO₂. Ofte vil det skje utslipp av flere ulike klimagasser, altså gasser som bidrar til klimaendringer. Drivhuseffekten av disse blir da regnet om til CO₂-ekvivalenter. En CO₂-ekvivalent er den mengde av en klimagass uttrykt som den mengde CO₂ som gir den samme klimaeffekten. For eksempel har utslipp av 1 tonn metan den samme klimaeffekten som 23 tonn CO₂.

Rapporten er en sammenstilling av gjennomførte studier i inn- og utland. Statistikk og oversikt over mengder av avfall og ressurser som gjenvinnes er hovedsakelig hentet fra Statistisk Sentralbyrå, men en rekke andre kilder er brukt der data har manglet eller vært mangelfulle. Arbeidet med rapporten har synliggjort at datagrunnlaget om gjenvinning fortsatt er mangelfullt for mange materialfraksjoner.

I DENNE RAPPORTEN BESKRIVES de positive effektene på verdens klimagassutslipp som klimanytte. I begrepet "klimanytte" ligger både klimagassreduksjoner som skjer i Norge og reduksjoner som vil skje internasjonalt.

SAMMENDRAG

Dagens gjenvinning av de materialfraksjonene som er gjennomgått i denne rapporten er anslått til å gi reduserte globale utslipp av klimagasser, eller klimanytte, på 3,9 millioner tonn CO₂. Dette tilsvarer ca. 7 % av de totale norske klimagassutslippene. Med å gjennomføre de tiltakene som er anbefalt i denne rapporten kan klimanytten av gjenvinning øke til 5,1 millioner tonn CO₂, dette tilsvarer 9,5 % av de norske klimagassutslippene. Når denne klimanytten har fått liten oppmerksomhet i offisielle utredninger og i norsk politikk, kan nok dette skyldes at nytten av gjenvinning er global, ikke bare nasjonal. Økt gjenvinning i Norge reduserer behovet for å ta i bruk nye råvarer et sted i verden, dermed reduseres energibruken og utslippene av klimagasser globalt.

Klimautfordringene er globale, økt gjenvinning er derfor et viktig klimatiltak. Gjennom ytterligere satsing på råvarestrømmer basert på gjenvinning er det mulig å spare klimagassutslipp tilsvarende 1,1 millioner tonn CO₂. Dette tilsvarer klimanytten av å skifte ut nesten halvparten av oljefyrene i Norge med mer klimavennlige oppvarmingsmåter. Basert på en gjennomgang av de ulike fraksjonene viser tabell 1 en oversikt over dagens og framtidig klimanytte. Tallene gjelder årlige utslipp.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har i 2007 gjennomført en analyse av aktuelle klimatiltak i avfallssektoren. De tiltakene SFT gjennomgikk hadde en samlet klimanytte på 400 000 tonn CO₂. Denne rapporten viser at det er mulig å gjennomføre en rekke tiltak ut over de som tidligere har vært drøftet, og at disse vil ha stor klimanytte. De tiltakene som kan settes i verk på kort sikt og som gir størst klimanytte i form av økt material- og energigjenvinning er forbudet mot deponering av organisk avfall, pålegg om avfallsplaner i alle byggesaker og økt gjenvinning av papir, papp, trevirke og plast. For å få økt effekt av energigjenvinning er det også nødvendig med en omfattende

utbygging av fjernvarmenett for mer bruk av varme til erstatning for elektrisitet fra vannkraft og fossile brensler. Det er imidlertid flere tiltak som bør vurderes, som vist i tabell 2 på side 26.

Gjenvinning	Klimanytten i dag	Potensial - økt klimanytte
Papp og papir	1 374 000	450 000
Trevirke	928 000	340 000
Glass	40 000	20 000
Jern og stål	920 000	110 000
Aluminium	250 000	25 000
Kobber	280 000	80 000
Spillolje	140 000	24 000
Plast	60 000	150 000
SUM	3 892 000	1 199 000

Tabell 1: Dagens og framtidig klimanytte av gjenvinning. (Tonn CO₂).

INNHold

FORORD • 4

SAMMENDRAG • 5

INNLEDNING • 7

1. MILJØUTFORDRINGENE • 8

2. NOEN SENTRALE GJENVINNINGSORDNINGER • 10

3. PAPP OG PAPIR • 12

3.1 Klimanytte ved gjenvinning av papp og papir 12

3.2 Dagens gjenvinning av papp og papir 12

3.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av papp og papir 12

4. TREVRIRKE • 13

4.1 Klimanytte ved gjenvinning av trevirke 13

4.2 Dagens gjenvinning av trevirke 13

4.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av trevirke 13

5. GLASS • 14

5.1 Klimanytte ved gjenvinning av glass 14

5.2 Dagens gjenvinning av glass 14

5.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av glass 14

6. JERN OG STÅL • 15

6.1 Klimanytte ved gjenvinning av jern og stål 15

6.2 Dagens gjenvinning av jern og stål 15

6.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av jern og stål 15

7. ALUMINIUM • 17

7.1 Klimanytte ved gjenvinning av aluminium 17

7.2 Dagens gjenvinning av aluminium 17

7.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av aluminium 17

8. KOBBER • 19

8.1 Klimanytte ved gjenvinning av kobber 19

8.2 Dagens gjenvinning av kobber 19

8.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av kobber 19

9. SPILLOLJE • 20

9.1 Klimanytte ved gjenvinning av spillolje 20

9.2 Dagens gjenvinning av spillolje 20

9.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av spillolje 20

10. PLAST • 21

10.1 Klimanytte ved gjenvinning av plast 21

10.2 Dagens plastgjenvinning 21

10.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av plast 21

11. SAMSPILLET MELLOM

MATERIALGJENVINNING OG ENERGIGJENVINNING • 23

11.1 Energigjenvinning av ulike materialer 23

11.2 Utfordringer for å få til økt energigjenvinning 24

12. MULIGE TILTAK FOR Å FREMME ØKT GJENVINNING • 25

12.1 Tiltak mot deponering 25

12.2 Øke oppslutningen om eksisterende gjenvinningsordninger 26

12.3 Nye ordninger for nye produkter 27

12.4 Støtte etablering av regenerering av spillolje 27

12.5 Pålegg om metallutvinning ved energigjenvinning 27

12.6 Utvinning av ressurser fra deponier 28

12.7 Bedre statistikk 28

13. ØKT KLIMANYTTE AV

ENERGI- OG MATERIALGJENVINNING • 29

13.1 Papp og papir 29

13.2 Trevirke 29

13.3 Glass 29

13.4 Jern og stål 29

13.5 Aluminium 29

13.6 Kobber 29

13.7 Spillolje 29

13.8 Plast 29

13.9 Oppsummering 30

REFERANSER • 31

INNLEDNING

Avfallshåndtering har tradisjonelt fokusert på avhendingen av avfallet, det å få det bort. Resultatet har vært at mye av avfallet havner i deponier. Nesten alt avfall er imidlertid råstoff for produksjon av nye varer eller energi. Det gamle slagordet om at ”avfall er ressurser på avveie” er fortsatt like treffende. Felles for de fleste materialfraksjonene er også at det å gjenvinne gir mye lavere klimagassutslipp enn å produsere fra jomfruelige råvarer¹. Ressurser som tidligere endte som avfall på deponier benyttes nå som råvarer i ny produksjon eller bidrar til produksjon av energi. Over halvparten av avfallet som oppstår i Norge gjenvinnes nå og gjenvinning blir stadig viktigere, også for å redusere utslippene av klimagasser.

Jobben med å få råvarene samlet inn, foredlet og gjort tilgjengelig for øvrig industri, fylles av gjenvinningsindustrien. Råvaremarkedene er globale, dette gjelder også for råvarer basert på avfall, som skrapjern og returpapir. Den private delen av gjenvinningsindustrien i Norge omsetter for over 11 mrd kr årlig og sysselsetter over 9 000 ansatte², og den er i rask vekst. I tillegg er det slik at gjenvinning er viktig for mange andre industrisektorer i forhold til å holde produksjonen i gang på et akseptabelt prisnivå.

Den økte gjenvinningen er også et viktig klimatiltak. Dagens materialgjenvinning er anslått til å gi en klimagassbesparelse på 3,9 millioner tonn CO₂. Gjennom ytterligere satsing på å forbedre råvarestrømmene basert på gjenvinning er det mulig å spare klimagassutslipp tilsvarende 1,2 millioner tonn CO₂.

I denne rapporten har vi gått gjennom noen viktige materialer. Dette gjelder papp og papir, trevirke, glass, jern og stål, aluminium, kobber, spillolje og plast. Dette er materialer som gjenvinningsindustrien i stor grad gjør tilgjengelig for ny produksjon i dag, og som det følgelig finnes både innsamling, foredling og gjenvinningsløsninger for. Sam-

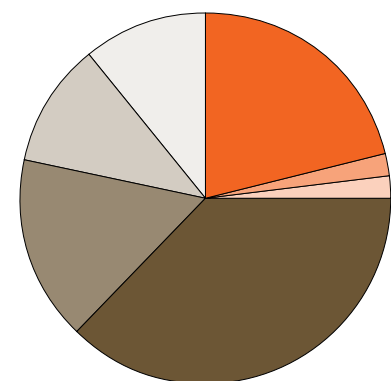
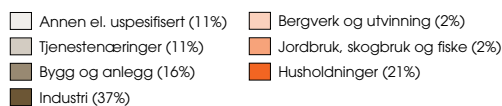
tidig er det materialer det med enkelte tiltak bør være mulig å øke gjenvinningen av. Disse tiltakene er tatt opp i et eget kapittel.

Rapporten drøfter ikke gjenvinning av mat- og næringsmiddelavfall eller avløpsslam. Deponering av slike materialer gir høye klimagassutslipp, samtidig som materialene er godt egnet som grunnlag for produksjon av jordforbedringsmidler, energi eller drivstoff. Rapporten drøfter heller ikke andre metaller enn jern, aluminium og kobber, men det er klart at de tiltakene som gir økt gjenvinning av disse metallene også vil gi økt innsamling av metaller som bly, sink osv.

1. MILJØUTFORDRINGENE

Utslipp av klimagasser fører til at gjennomsnittstemperaturen ved jordoverflaten øker. De menneskeskapte klimaendringene endrer nedbørsmønstre og vindsystemer, forflytter klimasoner og hever havnivået. Dette har store og alvorlige effekter på naturens økosystemer og på samfunnet.

Den generelle velstandsveksten har hittil ført til en økning i det antallet produkter hver enkelt skaffer seg. Sammen med befolkningsveksten fører dette til en økning i antallet produkter som kasseres og skiftes ut. Det å produsere nye varer krever energi og råvarer. Forbruksveksten medfører en økende etterspørsel etter stadig mer energi og råvarer. Utvinning av råvarer og produksjon av energi gir mer forurensning og økende klimagassutslipp. Produksjon av råvarer basert på jomfruelige råvarer krever ofte betydelig høyere energiforbruk enn når råvarene kan gjenvinnes.



Figur 1: Kilder til avfall (SSBs avfallsregnskap for 2005). Den største enkeltkilden til avfall er industrien, men også husholdninger, bygg og anlegg og tjenesteytende næringer er viktige.

vinningsindustrien og all annen produksjon står overfor. Imidlertid gir materialgjenvinning ofte mindre utslipp i forbindelse med bearbeiding sammenlignet med utslippene ved produksjon basert på jomfruelige råvarer.

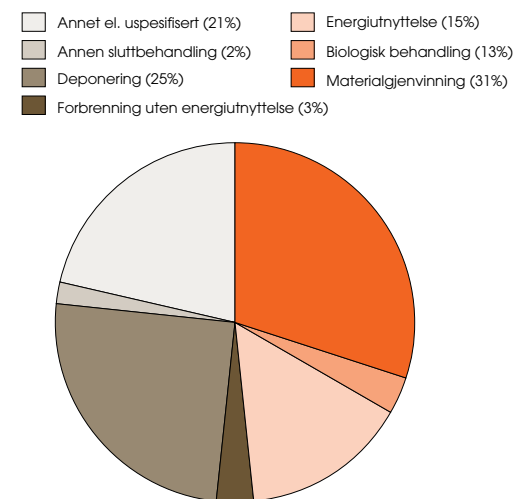
Avfall som ikke gjenvinnes, må som oftest deponeres. Deponering fører bl.a. til utslipp av klimagassen metan og til ulike forurensninger til vann. Det er beregnet at omtrent to prosent av de samlede norske klimagassutslippene er metan fra deponier. Disse utslippene fortsetter i svært lang tid etter at avfallet er deponert. I tillegg til at deponering av avfall medfører store utslipp av klimagasser, representerer det også en formidabel sløsing av ressurser. I stedet for at avfallsmengdene blir 'gravd ned', bør de utnyttes til energi og som råvarer i nye produkter.

Gjenvinning betyr at man bruker produktet i seg selv, materialene eller energien i produktet på nytt. Ved materialgjenvinning kan materialer brukes som råstoff i ny produksjon samtidig som energiforbruket ofte reduseres i forhold til produksjon fra nytt råstoff. Vi bruker altså mindre av nye ressurser, noe som innebærer mindre forurensning med å skaffe disse ressursene til veie. Noen typer avfall kan også komposteres til jordforbedringsmidler, andre kan utnyttes som energikilde og på den måten erstatte fossilt brensel.

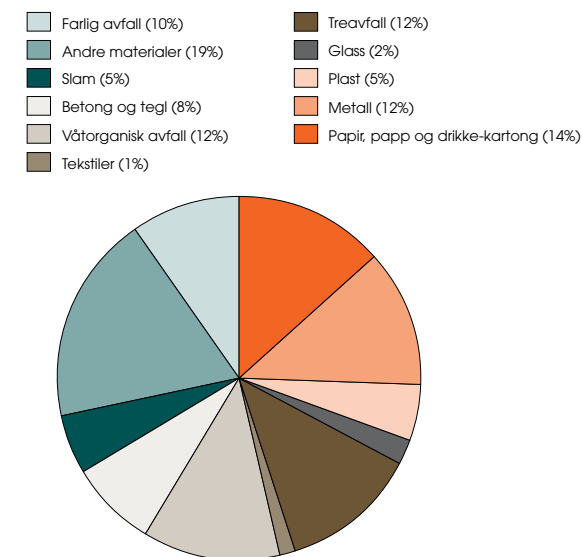
Noen materialer vil ha en kvalitet som gjør det vanskelig å materialgjenvinne dem. Slikt avfall er egnet til energigjenvinning gjennom forbrenning. Energigjenvinning genererer overskudd av energi som kan nyttes til oppvarmingsformål eller som prosessdamp i industrien og slik erstatte for eksempel olje og kull. Både materialgjenvinning av avfall og forbrenning gir tradisjonelle forurensninger knyttet til utslipp. Dette er en del av de miljømessige utfordringer både gjen-

I Norge er avfallsmengdene, altså de materialene som håndteres av gjenvinningsindustrien og som enten gjenvinnes eller sluttbehandles, doblet siden tidlig på 1970-tallet. Dette henger sammen med økt forbruk og befolkningsvekst. Økt forbruk innebærer stadig større bruk av naturressurser, og energi. Dessuten fører dette til stadig mer utslipp av farlige stoffer og drivhusgasser. I 2006 ble det generert over 9 millioner tonn avfall³. Statistisk Sentralbyrå har beskrevet hvordan dette avfallet oppstår, hvilke fraksjoner det omfatter og hvordan det har blitt behandlet.

Figur 2: Behandling av avfall i Norge (SSBs avfallsregnskap for 2005). En firedel av alt avfallet blir deponert. Det tilsvarer over to millioner tonn årlig, altså mer enn den samlede mengden avfall fra husholdningene.



Figur 3: Materialsammensetningen i avfallet (SSBs avfallsregnskap for 2006). Denne rapporten tar for seg omtrent halvparten av de materialene som genereres.



2. NOEN SENTRALE GJENVINNINGSORDNINGER

En forutsetning for økt gjenvinning er at aktuelle avfallsfraksjoner er tilgjengelige, altså at råvaren har riktig kvalitet for den industrien som skal foredle den. Økt gjenvinning krever også rammevilkår som legger til rette for det. Det har foregått gjenvinning av plast, trevirke, metaller, papp og papir i årtier. I Norge er det store bedrifter som Glomma Papp, Jøtul, Fundia, Norfolier og Norcem som benytter råvarer som er gjenvunnet.

De siste ti-femten årene har såkalt produsentansvar blitt innført på stadig nye områder. Produsentansvar innebærer at produsenter, importører og distributører av varer skal ta ansvaret for produktene gjennom hele produktets levetid, også når produktet tas ut av bruk og gjenvinnes. Produsentansvaret er organisert litt ulikt for de ulike materialfraksjonene.

Når det gjelder emballasje, både papir, papp, plast, metall og glass, er dette omfattet av forhandlede avtaler mellom Miljøverndepartementet og virksomheter som produserer, importerer, bruker eller omsetter emballasje. Disse avtalene er parallelle til EUs direktiv om gjenvinning av emballasje. I avtalene forpliktet næringslivet seg til å nå minimumsmål for gjenvinning av emballasjeavfall. Det ble samlet inn over 400 000 tonn emballasje i 2006⁴. Det meste materialgjenvinnes. Innsamlingen foregår både i næringslivet og i husholdningene. Materialene selges som råvarer for norsk industri eller eksporteres; markedet for resirkulerte materialer er internasjonalt.

Produsentansvaret for elektriske og elektroniske produkter er ivare tatt ved at Norge har innført regler om gjenvinning i en egen forskrift. Importører og produsenter av elektroniske og elektriske produkter er pålagt å knytte seg til et godkjent returselskap, dette finansierer innsamling, sortering, ombruk og gjenvinning. Kostnaden som finansierer systemet er bakt inn i prisen på nye produkter. Forbrukerne kan der-

for uten synlige ekstrakostnader levere EE-avfall til forhandlere, til kommunen eller til andre godkjente mottak. Elektriske og elektroniske produkter består av store mengder metaller som jern og stål, aluminium, kobber og messing, men også mange farlige stoffer som kvikksølv eller bromerte flammehemmere. I tillegg gjenvinnes blant annet mange plasttyper og glass fra lysrør. Det ble samlet inn 132 000 tonn EE-avfall i 2006, langt det meste av dette ble materialgjenvunnet.

For bilvrak har innføring av produsentansvaret gitt to systemer for innsamling, i praksis er nå Bilretur en del av Autoreturs nettverk. Innsamlingsgraden av bilvrak er meget høy, over 90 prosent. Den høye innsamlingsgraden skyldes i stor grad at det gis vrakpant for bilvrak.

Ruteretur er et returselskap som er etablert av vindusprodusentene for å håndtere innsamling og forsvarlig gjenvinning av PCB-holdige isolerglassvinduer. Norsk Dekkretur er etablert for å håndtere innsamling og gjenvinning av brukte dekk. Om lag 80 prosent av all spillolje gjenvinnes, det er en produsentansvarsordning med innsamling. Bare halvparten av spilloljen er omfattet av en ordning med refusjon av avgift.

De produsentansvarsordningene som er etablert er:

- Batterier: www.batteriretur.no og www.rebatt.no
- Bilvrak: www.autoretur.no og www.bilretur.org
- Bølgepapp: www.resy.no
- Dekk: www.dekkretur.no
- Plastemballasje, drikke- og emballasjekartong: www.emballasjeretur.no
- Elektriske og elektroniske produkter (EE): www.elretur.no, www.ragnsells.no, www.euroenvironment.no og www.renas.no
- Flasker og bokser: www.resirk.no
- Glass- og metallemballasje: www.glassmetall.no
- Kuldemedier (fra kuldeanlegg, kjøleskap, frysedisker osv.): www.returgass.no
- Metall- og plastsmalingspann: www.tomtogtort.no
- PCB-holdige isolerglassvinduer: www.ruteretur.no
- Spillolje: www.norsas.no

I tillegg til dette er det en rekke private ordninger for materialgjenvinning. Det er omfattende gjenvinning av metaller i Norge. Det er anslått at om lag 800 000 av totalt 1,1 millioner tonn jernskrap gjenvinnes årlig. Det er også et fungerende marked for innsamlet returpapir, ut over emballasjefraksjonene. Det er også mindre ordninger for gjenvinning av tekstiler, enkelte typer plast, treavfall, våtorganisk avfall og flere typer farlig avfall.





3. PAPP OG PAPIR

3.1 Klimanytte ved gjenvinning av papp og papir

Det er mye energi å spare på å gjenvinne papir og papp. Hvor stor klimanytten blir, er avhengig av hvilken produksjonsprosess man benytter seg av, og hva som er energikilden. I snitt kan det tas utgangspunkt i at klimagassutslippene reduseres med 1,5 tonn CO₂ per tonn gjenvunnet papir⁵.

Produksjon basert på returpapir reduserer bruken av energi med nesten to tredeler. I tillegg brukes det 90 prosent mindre vann enn det som kreves til produksjon av treholdig papir. Utslippene av organiske stoffer fra fabrikker som produserer resirkulert papir blir også minimale.⁶ Halvparten av papirproduksjonen i Europa er basert på returpapir.⁷

En omfattende studie gjort på oppdrag av The Waste & Resources Action Programme – WRAP⁸ har vurdert 9 livssyklusanalyser (LCAer) med 63 scenarier for papp og papir i et titalls europeiske land, USA og Australia. Rapporten viser at materialgjenvinning er betydelig bedre enn deponering i et miljø- og klimaperspektiv. Materialgjenvinning er også en bedre løsning enn den fordelingen som er mest vanlig i dag i de landene som er undersøkt, 20-30 prosent avfallsforbrenning med energigjenvinning og 70-80 prosent deponering.

3.2 Dagens gjenvinning av papp og papir

Trefibre kan gjenbrukes 5–7 ganger. Etter at de har vært brukt som mykpapir kan de forbrennes med energiutnyttelse eller komposteres. Årlig oppstår om lag 1,3 millioner tonn papp- og papiravfall, halvparten blir materialgjenvunnet, en femdel går til forbrenning og nesten en firedel til deponi. Den fraksjonen som materialgjenvinnes i dag⁹ tilsvarer en klimanytte på 984 000 tonn CO₂, mens den delen som energigjenvinnes har en klimanytte på 390 000 tonn CO₂.

Papp og papir består av en rekke ulike kvaliteter. Offisiell statistikk fanger stort sett ikke opp hvilke papirkvaliteter som gjenvinnes. Basert på ulike kilder vil Bergfald & Co anslå materialgjenvinningen av returpapir eller de-ink¹⁰ å være 397 000 tonn (dette omfatter kvaliteter som avispapir, tidsskrifter og kopipapir), mens det gjenvinnes 229 000 tonn bølgepapp¹¹, 20 000 tonn emballasjekartong¹² og 10 000 tonn drikkekartong¹³.

3.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av papp og papir

Det er fortsatt et potensial for økt gjenvinning av papir og papp fra husholdninger og næringsliv. I dag havner omtrent 300 000 tonn papp og papir på deponi. Denne mengden bør gjenvinnes. I tillegg kan en del av det som i dag benyttes i energigjenvinning materialgjenvinnes i stedet. En økning på 200 000 tonn materialgjenvunnet papp og papir burde etter vår mening være oppnåelig, dette tilsvarer en klimanytte på 300 000 tonn CO₂. I tillegg bør det være mulig å energigjenvinne 100 000 tonn papp og papir mer enn i dag. Dette tilsvarer en klimanytte på 150 000 tonn CO₂.

Materialgjenvinning papp og papir

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	1,5
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	984 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	200 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	300 000

Energigjenvinning papp og papir

Klimanytte ved energigjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale.	1,5
Klimanytte av dagens energigjenvinning i tonn CO ₂	390 000
Potensial for økt energigjenvinning i tonn råvare pr år	100 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	150 000

4. TREVIRKE

4.1 Klimanytte ved gjenvinning av trevirke

Det er stor klimanytte knyttet til å gjenvinne eller gjenbruke treverk. Treverk som legges på deponi vil danne metan, som er en kraftig klimagass. Energigjenvinning av treverk i egne biobrenselanlegg eller i avfallsforbrenningsanlegg erstatter andre brensler, vanligvis olje. Direkte gjenbruk av treverk har også positiv effekt. Klimanytten vil avhenge av bruksområdet. Det kan tas utgangspunkt i at utsortert trevirke blir energigjenvunnet, og kommer til erstatning for olje eller gass. I dag slippes det ut om opp mot 2 millioner tonn CO₂ fra oljefyring i private og kommunale bygg.

Omregnet til energi tilsvarer et tonn olje 43,1 MJ/kg, mens tørt trevirke har et energiinnhold på 16,8 MJ/kg¹⁴. Det vil si at et tonn trevirke kan erstatte 0,4 tonn fyringsolje og dermed spare 1,2 tonn CO₂¹⁵. I tillegg kommer klimanytten ved at treverket ikke blir deponert, denne beregnes til 0,7 tonn CO₂ per tonn treverk¹⁶. Produksjon av olje er energikrevende. De totale utslippene fra utvinning, transport og raffinering beregnes til ca. 0,35 tonn CO₂ per tonn olje. For trevirket er de tilsvarende utslippene helt minimale.

Dette vil si at energiproduksjon fra 1 tonn trevirke gir en klimanytte på 2 tonn CO₂.

4.2 Dagens gjenvinning av trevirke

I 2004 ble det generert 1,2 millioner tonn treavfall. Av dette kom 749 000 tonn fra industrien, mens 216 000 tonn oppstod i bygg- og anleggsbransjen og 146 000 tonn kom fra husholdningene. Treavfall utnyttes i stor grad som energikilde i industrielle og kommunale forbrenningsanlegg, 38 prosent eller 464 000 tonn trevirke ble energigjenvunnet.

Dagens energigjenvinning av trevirke gir en klimanytte på 928 000 tonn CO₂ sammenlignet med deponering.

4.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av trevirke

Mengdene trevirke som deponeres utgjør 173 000 tonn. Et forbud mot å deponere organisk avfall fra 2009 vil innebære et forbud mot deponering av trevirke. Dette vil frigjøre opp mot 170 000 tonn treverk årlig som bør energigjenvinnes eller gjenbrukes. Ved energigjenvinning ville dette utgjøre en klimanytte på 340 000 tonn CO₂ i forhold til dagens situasjon.

Dette regnestykket gjelder ved bruk av trevirket som biobrensel. Regnskapet ved annen bruk (ombruk, produksjon av biodrivstoff) vil gi andre resultater, men også dette vil være positivt for miljøet.

Energigjenvinning trevirke

Klimanytte ved energigjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale.	2
Klimanytte av dagens energigjenvinning i tonn CO ₂	928 000
Potensial for økt energigjenvinning i tonn råvare pr år	170 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	340 000





5. GLASS

5.1 Klimanytte ved gjenvinning av glass

Glass framstilles vanligvis ved å utsette silika (kvarts) for høye temperaturer. Produksjonen av glass er energiintensiv, men ved gjenvinning kan man smelte glasset ved lavere temperaturer. Gjenvinning av glass er dermed et godt klimatiltak; et tonn gjenvunnet glass gir i snitt en klimagassbesparelse på om lag 0,6 tonn CO₂. Mye glass benyttes som råstoff ved produksjongjenbrukes som glassvatt. Glassvatt produseres ved 200–300 graders lavere temperatur enn steinull, og kan erstatte steinull i bruk. Klimanytten ved produksjon av glassvatt er noe lavere enn klimanytten ved produksjon av nytt glass, om lag 0,3 tonn CO₂ per tonn glass. Noe glass brukes også som råvare i produksjon av skumglass og byggematerialer. Klimanytten av dette er ikke kvantifisert.

5.2 Dagens gjenvinning av glass

Norge er på verdenstoppen i gjenvinning av emballasjeglasse fra husholdningene. En del glass gjenvinnes som glass, mye brukes som råstoff til produksjon av isolasjonsmateriale, byggematerialer eller som skumglass som blant annet brukes som stabiliserende masse. Over tid går om lag en tredel av det innsamlede glasset til nytt glass, en tredel blir glassvatt og en tredel blir skumglass og andre byggematerialer.

I følge avfallsregnskapet til SSB oppstod det i 2005 nesten 200 000 tonn glassavfall. Glasset kom hovedsakelig fra bygg og anlegg (63 000 tonn) og husholdninger (58 000 tonn). Totalt ble ca. 75 000 tonn glass materialgjenvunnet, av dette var 50 000 tonn emballasjeglasse fra husholdningene og 8 000 tonn ruteglass. Resten var fordelt på flere aktører og glassfraksjoner, blant annet ble 5 000 tonn industriglass og lyspærer gjenvunnet.

Dagens glassgjenvinning antas å gi en klimanytte på om lag 40 000 tonn CO₂ per år.

5.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av glass

Det kan gjenvinnes langt mer glass enn i dag. Innføring av krav om avfallsplan ved rehabilitering eller riving i alle landets kommuner vil trolig øke mengdene glass som sorteres ut for gjenvinning. Det importeres glass til skumglass- og isolasjonsproduksjon i dag.

Om lag 90 prosent av emballasjeglasse fra husholdninger gjenvinnes i dag. Det er lite realistisk å øke denne mengden vesentlig. I Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall¹⁷ er det satt som mål at 80 prosent av glasset fra byggebransjen skal gjenvinnes innen 2012. Dette vil innebære en økning på 35 000 tonn årlig, noe som tilsvarer en klimanytte på om lag 20 000 tonn CO₂.

Materialgjenvinning glass

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	0–0,6
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	40 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	35 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	20 000

6. JERN OG STÅL

6.1 Klimanytte ved gjenvinning av jern og stål

Återvinningsindustrierna i Sverige beregner klimanytten ved gjenvinning av stål til mellom 1 og 1,3 tonn CO₂ per tonn.

6.2 Dagens gjenvinning av jern og stål

Statistisk Sentralbyrå har beregnet at det årlig oppstår 1,1 millioner tonn metallskrap og at om lag 800 000 tonn gjenvinnes. Av dette er 700 000 tonn jern og stål. Mange norske aktører utnytter gjenvunnet metall, i tillegg til at handelen med metaller i verdensmarkedet er omfattende.

Det alt vesentlige av metallet stammer fra produksjonsutstyr i industrien og fra bygg. Om lag 12 prosent av metallet som gjenvinnes stammer fra bilvrak. Årlig leveres det inn omtrent 110 000 bilvrak¹⁸ og innsamlingsgraden har vært anslått til over 90 prosent. For øvrig kommer det inn noe jern og stål gjennom returordninger for EE-avfall. Det foregår også kildesortering av metall i mange virksomheter. Gjenvinning av 800 000 tonn jern og stål tilsvarer en klimanytte på 920 000 tonn CO₂.

6.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av jern og stål

Når det gjelder biler, oppgir SFT at innsamlingsgraden ligger på over 90 prosent, eller 110 000 bilvrak. I følge Autoretur er gjenvinningsgraden 95 prosent¹⁹. Muligheten for økt gjenvinning er derfor begrenset. En økning på bare et prosentpoeng vil likevel ha stor effekt, ettersom det vil tilsvare over tusen vrak. Et bilvrak inneholder i snitt over 800 kg stål. Det betyr at et prosentpoengs økning i innsamlingsgraden utgjør en besparelse på over 1 000 tonn CO₂ per år. Det er derfor verdt å se på tiltak som kan øke innsamlingsgraden ytterligere. Det ligger også godt til rette for å øke innsamlingen av EE-avfall og emballasjemetall fra husholdningene gjennom bedre innsamlings-

ordninger og mer informasjon, men sammenlignet med totalmengden metall blir denne andelen liten. Når det gjelder skrap fra bygg- og anleggsbransjen er gjenvinningsgraden av metall også høy, og kan heller ikke forventes å øke vesentlig. Krav om avfallsplan i alle landets kommuner vil nok likevel øke innsamlingsgraden.

Det Norske Veritas har på oppdrag av Oljeindustriens landsforening anslått mengder av stål i offshoreinstallasjoner. I 2001 anslo de at det vil komme i land om lag 510 000 tonn stål og 17 000 tonn rustfritt stål fra overbygninger, og 390 000 tonn stål fra understell og bunnrammer innen 2020. Til sammen utgjør dette en engangsgevinst på vel en million tonn CO₂, dersom alternativet er å senke plattformene (kunstige rev) framfor å gjenvinne stålet. Fordelt over 12 år tilsvarer dette en årlig klimanytte på 85 000 tonn CO₂.

En del metallskrap havner i restavfallet. Erfaringer fra Sverige tilsier at det for hvert tonn avfall som forbrennes kan tas ut 15 kg jern av bunnasken som jernskrap. Det forbrennes 815 000 tonn husholdnings- og næringsavfall i Norge årlig, dermed er det trolig opptil 12 000 tonn jern per år i bunnasken. Enkelte avfallsforbrenningsanlegg tar imidlertid ut magnetisk metall. Likevel



Materialgjenvinning jern og stål

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	1-1,3
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	920 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	96 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	110 000

legger vi til grunn at det årlig deponeres store mengder jern og stål som bunnaske eller farlig avfall. Klimagassgevinsten kan beregnes til om lag 15 000 tonn CO₂ per år. Mengdene kan øke når forbudet om deponering av organisk avfall kommer, dersom dette medfører økt forbrenning uten andre tiltak.

Samlet vurderes klimanytten ved økt gjenvinning av jern til å være på minst 110 000 tonn CO₂.

7. ALUMINIUM

7.1 Klimanytte ved gjenvinning av aluminium

Aluminium er svært energikrevende å produsere. EU-kommisjonen anslår at man kan spare 95 prosent av energien ved gjenvinning. Gjenvinning av et tonn aluminium vil spare utslipp av 10 tonn CO₂, mens gjenbruk vil spare hele 13 tonn CO₂²⁰. Utslippene fra aluminiumsproduksjon er knyttet både til bruken av store mengder energi, som i noen tilfeller er basert på fossile energikilder, og til bruk av fossilt karbon i selve produksjonsprosessen.²¹

7.2 Dagens gjenvinning av aluminium

I 2006 ble det produsert 1,7 millioner tonn aluminium i Norge, men mye av dette ble eksportert. Det mangler gode tall for totalforbruket her i landet. I Sverige er det anslått at om lag 100 000 tonn aluminium gjenvinnes årlig, det gir klimagassbesparelser tilsvarende en million tonn CO₂. På europeisk basis er gjenvinningsgraden svært høy fra transportsektoren, høy (85 prosent) fra bygg og anleggsbransjen, men relativt lav for husholdningsemballasje²². Dette minner som situasjonen i Norge, selv om vi gjenvinner mer aluminium fra husholdningene. Gjennom panteordningen for drikkevareemballasje gjenbrukes 3 000 tonn aluminium. Det gjenvinnes årlig om lag 1 000 tonn aluminium gjennom Elretur-systemet. De øvrige returselskapene innen EE-avfall bidrar til gjenvinning av ytterligere 1 000 tonn. Husholdninger er også en vesentlig kilde til aluminium, det samles også inn ca. 6 000 tonn metallemballasje årlig hvorav en del er aluminium, resten stål. Dessuten inneholder biler i snitt 120 kg aluminium. Dette gir en gjenvinning av 13 000 tonn aluminium fra bilvrak.

Disse kjente kildene gir en samlet klimanytte på om lag 250 000 tonn CO₂.

7.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av aluminium

Både husholdningene og bygg- og anleggsbransjen har strømmer av aluminium som ikke blir gjenvunnet. Dette skyldes at hos den enkelte som genererer skrap utgjør aluminium små mengder, at materialet er tilsølt med mat og lignende eller at motivasjonen til sortering er for svak. I bygg kan aluminium typisk finnes i beslag, dørhåndtak, lister, persienner etc. En rapport fra European Aluminium Association²³ viser at slike småmengder med aluminium gjerne følger med annet avfall og havner på deponi eller til forbrenning.

Med økende avfallsforbrenning vil mer aluminium finnes igjen i bunnasken. Ingen av de store norske forbrenningsanleggene (Oslo, Bergen, Trondheim) tar i dag ut aluminium av bunnasken. Enkelte av anleggene tar heller ikke ut jern, men deponerer all bunnaske. Her finnes et stort potensial for å ta ut mer metall. I 2005 ble 815 000 tonn avfall fra husholdninger og næringer energigjenvunnet. I følge svenske erfaringer²⁴ kan det gjenvinnes omlag 1 kg aluminium per tonn husholdningsavfall som brennes. Overført til Norge vil det si at 815 tonn aluminium går gjennom forbrenningsanlegg hvert år. Forbudet mot deponering av organisk avfall vil når det trer i kraft omfatte en million tonn avfall.



Materialgjenvinning aluminium

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	10
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	250 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	2 500
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	25 000

Dersom dette avfallet har samme innhold av metaller som vanlig husholdningsavfall vil dette avfallet inneholde ytterligere 1000 tonn aluminium, samlet kan utvinning av aluminium fra forbrenningsanlegg og / eller forbedret utsortering av aluminium i husholdnings- og næringsavfall gi en klimanytte på 18 150 tonn CO₂.

I følge en rapport fra EU²⁵ inneholder bilparken i 2005 opp mot 120 kg aluminium per bil. I Norge skrotes det hvert år om lag

110 000 biler. Gjenvinning av aluminiumsfraksjonen alene vil gi en klimanytte på 132 000 tonn CO₂. Innsamlingsgraden er allerede høy, men en økning på ett prosentpoeng vil utgjøre hele 1 320 tonn CO₂ per år. Mengden aluminium i offshoreinstallasjoner er begrenset, Veritas har beregnet at det innen 2020 vil komme inn om lag 900 tonn, tilsvarende 9 000 tonn CO₂.

Samlet vurderes klimanytten ved økt gjenvinning av aluminium til å være på minst 25 000 tonn CO₂.

8. KOBBER

8.1 Klimanytte ved gjenvinning av kobber

Rapporten fra Återvinningsindustrierna viser at klimanytten ved å gjenvinne kobber er meget stor. Et tonn gjenvunnet kobber sparer hele 20 tonn CO₂.

8.2 Dagens gjenvinning av kobber

Det finnes ikke god statistikk over hvor mye kobberavfall som blir tilgjengelig for gjenvinning hvert år, og tallene for omsmelting er gamle. Generelt er gjenvinningsgraden for metaller høy. Kobberkilder som spoler, gamle rør, takbelegg etc. blir i stor grad gjenvunnet. Gjenvinningsgraden på metaller fra byggebransjen er på nesten 90 prosent. Ordningen med retursystem for EE-avfall har også ført til at store mengder kobber blir gjenvunnet. Returselskapene rapporterer om gjenvinning av til sammen 12 000–14 000 tonn kobber årlig. Gjenvinning av kobber fra EE-avfall tilsvarer altså alene en klimanytte på 240 000–280 000 tonn CO₂.

8.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av kobber

Gjenvinningsgraden av metall direkte fra bygg- og anleggsbransjen er høy og kan neppe forventes å øke vesentlig. I følge Elretur og Renas som forvalter hoveddelen av innsamling av elektroartikler fra næring og private husholdninger er innsamlingsgraden høy i forhold til den totale mengden EE-avfall. Mengden innsamlet EE-avfall har imidlertid vokst jevnt de seneste årene. Innføring av krav om avfallsplan i samtlige norske kommuner vil trolig føre til at mer kobber blir tilgjengelig for gjenvinning.

En rapport fra Veritas fastslår at det finnes store mengder metall i offshoreinstallasjoner²⁶. Rapporten fra 2001 legger til grunn at det i løpet av en 20 års periode vil komme inn om lag 23 000 tonn kobber fra overbygninger. Dette tilsvarer en samlet klimanytte på 460 000

tonn CO₂. Gjenvinning av gamle installasjoner er derfor et betydelig miljøtiltak.

En svensk undersøkelse har vist at det ligger betydelige kobberressurser i gamle nedgravde kabler som er ute av drift. Undersøkelsen anslår mengden til 620 000 tonn kobber i Sverige. Gjenvinning av 620 000 tonn kobber innebærer en klimanytte på 12,4 millioner tonn CO₂, noe som tilsvarer det årlige CO₂-utslippet fra den norske olje og gass-sektoren. Det er vanskelig å anslå norske tall uten en kartlegging, men det er likevel klart at det ligger betydelig ressurser her. Trolig har kabling av telefon- og elektrisitetsledninger vært mindre utbredt i Norge enn i Sverige, men til gjengjeld brukes det gjennomgående grovere dimensjoner i elektrisitetsforsyningen i Norge.

Det samlede potensialet for økt gjenvinning av kobber vurderes til å ha en årlig klimanytte på 80 000 tonn CO₂.

Materialgjenvinning kobber

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	20
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	280 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	4 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	80 000





9. SPILLOLJE

9.1 Klimanytte ved gjenvinning av spillolje

Livssyklusanalyser av spillolje²⁷ viser at klimanytten ved gjenvinning av spillolje avhenger av om oljen brukes i energiproduksjon eller som base for nye oljer. Klimanytten vil også avhenge av hva spilloljen erstatter. Det brukes mellom 50 og 25 prosent mindre energi ved å lage smøreoljer fra spillolje enn fra ordinær fossil olje²⁸. På den annen side krever innsamling av spillolje noe mer transport. I Norge brukes spillolje til energiproduksjon i prosessindustrien. I følge den europeiske bransjeforeningen for spilloljeinnsamling (GEIR) er forbrenning i sementovner mer klimavennlig enn regenerering dersom spilloljen erstatter kull eller koks. Dersom det benyttes andre energikilder (biobrensel, gass) vil regnskapet for regenerering komme bedre ut. I Norge erstatter spillolje hovedsakelig tung fyringsolje²⁹. I følge en rapport fra IFEU³⁰ er klimanytten ved å erstatte tung fyringsolje med spillolje 544 kilo CO₂ per tonn spillolje.

9.2 Dagens gjenvinning av spillolje

Om lag 80 prosent av all spillolje gjenvinnes i Norge. I Norge er det flere aktører som samler inn oljen, og den renses og selges som brensel, noe eksporteres også³¹. Spillolje kan regenereres eller energigjenvinnes. Ved regenerering kan 50 prosent bli ny smøreolje. Spillolje er regulert som farlig avfall, og det samles derfor inn uansett gjenvinningsform. Årlig gjenvinnes 40 000 tonn spillolje. Dette gir en direkte klimanytte på 117 600 tonn CO₂. I tillegg kommer en klimanytte på 22 000 tonn CO₂ ved at spilloljen erstatter tung fyringsolje. Klimanytten ved å samle inn spillolje framfor ulovlige utslipp til miljøet eller forbrenning uten energigjenvinning er åpenbar. Det er også en vesentlig klimanytte av å lage ny smøreolje av spillolje (regenerering).

9.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av spillolje

I følge SFT har om lag 20 prosent av spilloljen ”ukjent” skjebne.

SFT antar at to tredjedeler av den tapte spilloljen stammer fra marin sektor³². Det er ikke tilgjengelig dokumentasjon på hvordan denne spilloljen disponeres i dag, men det er naturlig å gå ut fra at energiinnholdet i spilloljen ikke utnyttes. Det betyr at innsamling og forbrenning av denne oljen vil ha dobbel klimaeffekt. For det første vil det bety at det totalt må produseres mindre olje. Dette utgjør en klimabesparelse på 3 tonn CO₂ per tonn spillolje som samles inn. I tillegg kommer klimaeffekten av at innsamling og rensing av spillolje har lavere klimagassutslipp enn produksjon av ny tung fyringsolje. Til sammen utgjør dette et potensial på hele 24 000 tonn CO₂ hvert år, ut fra at 8 000 tonn spillolje årlig er på avveie.

Det finnes i dag ikke noe regenereringsanlegg for spillolje i Norge, men et slikt anlegg er planlagt. En tysk studie har anslått effekten av regenerering til rundt 0,5 -0,7 tonn CO₂ per tonn spillolje, det vil si om lag det samme som om spillolje erstatter tung fyringsolje. Om lag halvparten av den innsamlede spilloljen lar seg regenerere. Regenerering av 20 000 tonn spillolje vil bety en besparelse på om lag 10 000 ton CO₂ per år.

Samlet kan økt gjenvinning av spillolje gi en årlig klimanytte på om lag 24 000 tonn.

Material- eller energigjenvinning spillolje

Klimanytte, material- eller energigjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	0,5–3
Klimanytte av dagens material- og energigjenvinning i tonn CO ₂	140 000
Potensial for økt material- eller energigjenvinning i tonn råvare pr år	8 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	24 000

10. PLAST

10.1 Klimanytte ved gjenvinning av plast

Mye plast lages i all hovedsak av fossil olje eller naturgass. For å produsere 1 kg plast brukes om lag 1 kg olje eller gass som råstoff, i tillegg går det med 1 kg olje som energikilde. Plast egner seg godt til materialgjenvinning. Det som tidligere ble sett på som avfall er nå en verdifull resurs, som råstoff i produksjon av nye plastprodukter. Andelen som går til material- eller energigjenvinning er økende³³.

Plast har et høyt energiinnhold, men forbrenning av 1 tonn plast gir 2 tonn CO₂. Ved forbrenning med energigjenvinning har det imidlertid stor betydning hva plasten erstatter. Ved deponering av plast går det lang tid før det frigjøres noen større mengder klimagasser (plast er tungt nedbrytbart). I et avgrenset tidsrom gir derfor forbrenning av plast større klimagassutslipp enn deponering av den samme mengden.³⁴

Materialgjenvinning av plast gir høy klimanytte.³⁵ Klimanytten ved gjenvinning av plast er i følge Återvinningsindustriernas rapport på 1,5-2 tonn CO₂ per tonn. For enkelte typer plast, som konstruksjonsplaster, er klimanytten enda større, opp til 4 tonn CO₂ per tonn plast.

10.2 Dagens plastgjenvinning

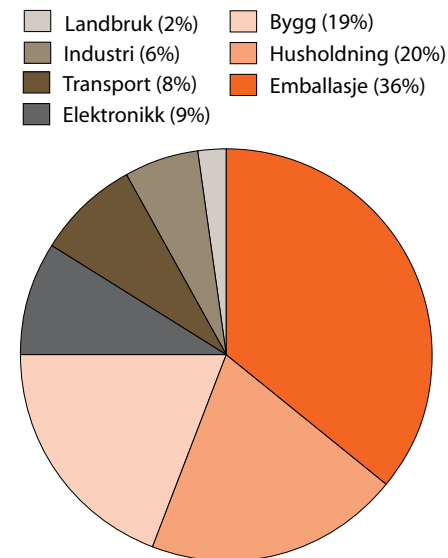
I følge SSB ble det i 2005 generert 478 000 tonn plastavfall i Norge, dvs. litt over 100 kg per innbygger. Figur 4 viser hvordan bruken av plast fordeler seg i Europa.³⁶

Om lag 30 prosent av plastavfallet i Norge blir materialgjenvunnet eller energiutnyttet, resten blir deponert. Når det gjelder plastemballasje, som utgjør ca. 170 000 tonn årlig, synker mengdene som brukes i næringslivet på grunn av emballasjeoptimering, mens mengdene plastemballasje i husholdningsavfallet øker.³⁷ Av plastemballasjen blir 29 prosent materialgjenvunnet, og 48 prosent går til energigjen-

vinning, delvis sammen med annet avfall.³⁸ Materialgjenvinningen av plast i dag tilsvarer en klimanytte på ca. 60 000 tonn CO₂.

10.3 Potensialet for klimanytte ved økt gjenvinning av plast

Materialgjenvinning av all plast som i dag ikke gjenvinnes ville gi en klimanytte på nesten 670 000 tonn, dette er om lag halvparten av det gasskraftverket på Kårstø planlegger å slippe ut i løpet av et år.³⁹ Hvis man skulle klare å øke materialgjenvinningen av plast med bare en firedel vil det derfor være et betydelig klimatiltak.



Figur 4: Bruken av plast i samfunnet fordelt på bruksområder og sektorer (Plastindustriforbundet, 2006).

Materialgjenvinning plast

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	1,5-2
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	60 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	85 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	150 000

Det forventes at mengden plastemballasjeavfall vil øke med fire prosent per år.⁴⁰ Miljøverndepartementet har gjort avtaler med emballasjebransjen, målet i avtalene var gjenvinning av 80 prosent av plastemballasjen i Norge innen 2008. Av dette skal minst 30 prosent materialgjenvinnes.⁴¹ Dersom en større andel av emballasjeplasten materialgjenvinnes i stedet for å energigjenvinnes vil dette gi en økt klimanytte. For eksempel ville en økning til 50 prosent materialgjenvinning gi en klimanytte på om lag 120 000 tonn CO₂. Hvert år "bygges det inn" ca. 250 000 tonn plast i norske bygninger⁴² i form av byggevarer. Materialgjenvinning av dette tilsvarer en klimanytte på om lag 0,5 millioner tonn CO₂.

En økning i materialgjenvinningen på 85 000 tonn plast bør være realistisk med et utvalg virkemidler. Dette vil gi en klimanytte på om lag 150 000 tonn CO₂.

11. SAMSPILLET MELLOM MATERIALGJENVINNING OG ENERGIGJENVINNING

Avfallspolitikken i Norge har tre hovedmål. Dette er å redusere veksten i avfallsmengdene, redusere mengdene som går til sluttbehandling og redusere skadevirkningene av farlig avfall. Som sluttbehandling regnes deponering og forbrenning uten energigjenvinning. Både materialgjenvinning og energigjenvinning har fordeler sett fra en økonomisk, miljømessig og praktisk synsvinkel. Begge gjenvinningsformer er nødvendige for å ta hånd om de stadig økende avfallsmengdene og sikre en helhetlig gjenvinningspolitikk. Økt energiutnyttelse av avfall sparer ressurser og bedrer miljøet ved at det reduserer utslipp av klimagassene og metan når fossile brenslere erstattes og mindre avfall havner på fyllinger og ved at det frigjør høyverdig vannkraft som kan utnyttes til andre energiformål enn oppvarming.

Fra 1990 til 2005 ble 50 prosent mer avfall energigjenvunnet. Dette førte til en 17 prosent reduksjon i norske metanutslipp fra deponier.⁴³

11.1 Energigjenvinning av ulike materialer

Det er ikke alle materialer som kommer inn i gjenvinningsindustrien som har kvaliteter som gjør de egnet for materialgjenvinning. Da vil energigjenvinning være et godt alternativ. Eksempler på slike materialer er mykpapir, tilsølt plastemballasje, malt trevirke og komposittmaterialer. For trevirke og flere andre fraksjoner er energigjenvinning uansett den viktigste formen for gjenvinning, men i dag foregår deponering av trevirke i stor skala.

Omfattende investeringer i anlegg for energigjenvinning av avfall kan ha den effekten at ”konkurransforholdet” mellom energigjenvinning og materialgjenvinning av enkelte fraksjoner forrykkes ved at det etterspørres mer avfallsbasert brensel og dette går på bekostning av råvaretilgangen til industrien. Konkurransen mellom materialgjenvinning og energigjenvinning er mest framtrædende når det gjelder spillolje, papir og plast, siden det for de andre materialene i denne

rapporten stort sett bare er en form for gjenvinning som har noen betydning.

Energigjenvinning av plast vil gi en økning i klimagassutslippene i forhold til deponering. Dette gjelder også i de tilfellene der energien fra avfallsforbrenning direkte erstatter olje eller gass. Dette skyldes at plast i liten grad brytes ned og danner metan i deponiene. Dessuten er det svært mye energi å spare på å materialgjenvinne plast. Samtidig er plast svært energirik. I dag deponeres rundt 300 000 tonn plast årlig. Det er beregnet at et deponiforbud kan innebære om lag 1 TWh i økt energiproduksjon fra forbrenning av avfall.

Når det gjelder energigjenvinning av papir, slår en svensk rapport⁴⁴ fast at det kan gi større klimanytte å energigjenvinne papir enn å materialgjenvinne det dersom energien erstatter rene fossile energikilder som olje og kull. Vanligvis vil imidlertid den energien som erstattes ved energigjenvinning være sammensatt av flere energikilder, og materialgjenvinning gir da høyere klimanytte. I praksis vil det være enkelte kvaliteter både av papir- og plastmaterialer som miljømessig, teknisk og økonomisk egner seg bedre for energigjenvinning, andre bør i større grad materialgjenvinnes. I dag deponeres 300 000 tonn papir. Det er sannsynlig at

minst 100 000 tonn i framtiden vil gå til energigjenvinning. Dette vil gi en klimanytte på 150 000 tonn CO₂.

11.2 utfordringer for å få til økt energigjenvinning

For forbrenningsanlegg stilles det konsesjonskrav knyttet til energiutnyttelsesgrad. Det er vanlig å stille et minimumskrav på 50 prosent. Energiutnyttelsesgraden er i dag på om lag 70 prosent ved flere av de anleggene som brenner ”vanlig” husholdningsavfall og næringsavfall. En energiutnyttelsesgrad opp mot ca. 30 prosent kan oppnås ved å omdanne varmen fra anleggene til elektrisk kraft og benytte den eksisterende infrastrukturen for el-forsyning. Skal man oppnå en energiutnyttelsesgrad på 50 prosent eller høyere er man nødt til å utnytte en større andel av varmen fra forbrenningsanleggene i form av varmtvann eller damp, og til det trengs det infrastruktur for utnyttelse av varme (fjernvarmenett).

I Norge er det i liten grad utbygd infrastruktur som kan nyttiggjøre varmen fra forbrenningsanleggene. Noen forbrenningsanlegg har derfor lokalisert seg sammen med industrianlegg som kan utnytte varmen. Det er imidlertid begrenset hvor mange slike lokaliteter det er mulig å knytte seg til, samtidig som avfall som brensel også må konkurrere med andre energikilder. Varmeenergi produsert av avfall er generelt ikke konkurransekraftig i forhold til energi fra vann, olje og kull.

For at avfall i større grad skal kunne nyttes til energi, er det behov for endringer i rammevilkårene:

- Bevilgninger til utbygging av infrastruktur (fjernvarmenett) for mer bruk av varme-energi til erstatning for elektrisitet fra vannkraft og fossile brensler.
- Økonomisk støtte til produksjonsanlegg for brensel og til investeringer i flere fastbrenselsover i industri og annet næringsliv.

12. MULIGE TILTAK FOR Å FREMME ØKT GJENVINNING

Gjenvinning er miljøvern i praksis. Norsk gjenvinningsindustri er en viktig bidragsyter i arbeidet med å holde de norske utslippene av klimagasser nede. Denne rapporten viser at det er en betydelig klimanytte ved å gjenvinne brukte materialer. Klimanytten ligger fra noen hundre kilo CO₂ per tonn glass og oppover til 20 tonn CO₂ per tonn kobber. Gjennomgangen av de ulike avfallsfraksjonene har vist at det er mulig å øke gjenvinningsgraden. Dette kan være et kostnads-effektivt og viktig virkemiddel for å få ned utslippene av farlige klimagasser.

Miljøkrav til avfallsbehandling, sluttbehandlingsavgift og produsentansvarsordninger er de viktigste virkemidlene for økt gjenvinning i dag. Regjeringen foreslår i Klimameldingen⁴⁵ i tillegg et forbud mot deponering av nedbrytbart avfall fra 2009 og økt uttak av metangass fra eksisterende deponier. Dessuten vil regjeringen vurdere tiltak for å øke energiutnyttelsen av organisk avfall, herunder produksjon av biogass, el, biodrivstoff, og utbygging av tilhørende infrastruktur for industrivarmer og / eller fjernvarme til bolig.

Det er gode gjenvinningsordninger for mange materialfraksjoner. Dette er særlig på de områdene ulike økonomiske virkemidler er tatt i bruk for å legge til rette for gjenvinning. Aktuelle virkemidler har vært panteordninger eller modeller der produsenter er ansvarlige for gjenvinning, ofte kombinert med avgifter gradert etter gjenvinningsgraden. Raskest effekt har en kombinasjon av normative virkemidler, som foreksempel påbud om deltagelse i retursystem kombinert med bruk av økonomiske virkemidler hatt. Effekten og behovet for god og gjentatt informasjon skal heller ikke undervurderes i denne sammenheng.

Markedet i seg selv utløser også gjenvinning av materialer, særlig der fraksjonene er enkle å ta ut, og der prisen på materialene er høy.

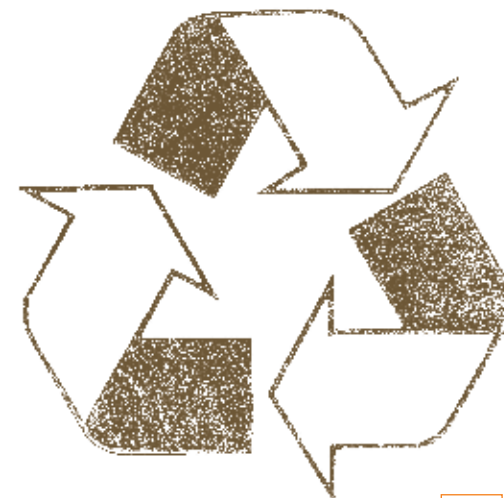
Gode eksempler på dette er kobber eller stål. Selv på disse områdene har imidlertid ikke markedsincentiver vært nok alene, bruk av aktiv prising i gjenvinningsindustrien (for eksempel for å få et skille mellom håndteringen av betong og armering) har vært brukt for å få av økt gjenvinning.

Eksempler på vellykkede systemer er innsamling og gjenvinning av batterier, EE-avfall og glass- og metallemballasje. For EE-avfall er innsamlingsgraden over 90 prosent, til tross for at dette er en fraksjon som består av mange forskjellige typer produkter. Ordningen med pant på bilvrak har også vært svært effektiv. Panten har sikret at innsamlingsgraden i dag er på opptil 95 prosent.

Det er fortsatt rom for å bli bedre. Noen tiltak som effektivt kan øke gjenvinningen og samtidig bidrar til reduserte utslipp av CO₂ er beskrevet i tabell 2.

12.1 Tiltak mot deponering

Det viktigste enkelttiltaket er trolig innføring av et deponiforbud for organisk avfall. I følge SSB og SFT deponeres i dag om lag 2,5 millioner tonn avfall årlig, av dette utgjør trolig ca. 900 000 tonn såkalt nedbrytbart avfall, det vil si papp og papir, trevirke, slam og våtorganisk avfall. I tillegg deponeres nærmere 300 000 tonn plast, 100 000 tonn



Fraksjon	Potensial, økt klimanytte	Eksempel på tiltak som kan utløse klimanytten
Papp og papir	450 000	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre kildesortering i husholdninger og næringsliv, dette forutsetter bedre informasjon og økt tilrettelegging. - Forbud mot deponering av organisk avfall.
Trevirke	340 000	<ul style="list-style-type: none"> - Forbud mot deponering av organisk avfall. - Økte krav om sortering av bygge- og rivingsavfall.
Glass	20 000	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre kildesortering i husholdninger og næringsliv, dette forutsetter bedre informasjon og økt tilrettelegging.
Jern og stål	110 000	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre kildesortering i husholdninger og næringsliv, dette forutsetter bedre informasjon og økt tilrettelegging. - Økte krav om sortering av bygge- og rivingsavfall. - Innføring av produsentansvar for flere produkter. - Utsortering av metaller i avfallsforbrenningsanlegg. - Økt innsamling av bilvrak.
Aluminium	25 000	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre kildesortering i husholdninger og næringsliv, dette forutsetter bedre informasjon og økt tilrettelegging. - Økte krav om sortering av bygge- og rivingsavfall. - Innføring av produsentansvar for flere produkter. - Utsortering av metaller i avfallsforbrenningsanlegg. - Økt innsamling av bilvrak.
Kobber	80 000	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre kildesortering i husholdninger og næringsliv, med særlig vekt på EE-avfall, dette forutsetter bedre informasjon og økt tilrettelegging. - Økte krav om sortering av bygge- og rivingsavfall. - Innføring av produsentansvar for flere produkter. - Opptaking av nedgravde kabler, for eksempel i forbindelse med legging av nye.
Spillolje	24 000	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre spilloljehåndtering i marin sektor. - Få på plass et regenereringsanlegg for spillolje.
Plast	150 000	<ul style="list-style-type: none"> - Bedre kildesortering i husholdninger og næringsliv, dette forutsetter bedre informasjon og økt tilrettelegging. - Økte krav om sortering av bygge- og rivingsavfall. - Innføring av produsentansvar for flere produkter.

Tabell 2: Potensial for økt klimanytte med eksempler på tiltak. (Tonn CO₂).

metall og 50 000 tonn glass. Etter SFTs mening vil deponiforbudet føre til at mengden nedbrytbart avfall til deponi går ned med 620 000 tonn årlig.⁴⁶

12.2 Øke oppslutningen om eksisterende gjenvinningsordninger
 Krav om avfallsplaner for flere bygg- og anleggsprosjekter er et annet viktig tiltak. Dette vil trolig gi store endringer i materialstrømmene, ikke minst for trevirke, men også for plast.⁴⁷ Oslo kommune har praktisert et slikt regelverk i ti år. Her er gjenvinningsgraden for bygge- og rivingsvirke 80 %. Der som denne gjenvinningsgraden ble nådd for hele landet, ville det medføre en reduksjon i mengder til deponi på nesten 300 000 tonn. Her inngår en god del plast, glass og metall.

Økt gjenvinningsgrad i eksisterende ordninger er et kostnadseffektivt tiltak som har stor klimaeffekt. Et prosentpoengs økt gjenvinning av bilvrak vil for eksempel bety en årlig klimanytte på over 2000 tonn CO₂. Tilsvarende gjelder for de fleste gjenvinnings-systemene som er etablert. Ulike tiltak må vurderes, både gjenvinningsbedrifter, transportører og kommunene bør gå sammen om å se på lokale løsninger der det blir enklere for virksomheter og innbyggerne å levere materialer til gjenvinning. En forbedring i gjenvinningen på bare et par prosentpoeng kan bety stor klimanytte for mange fraksjoner.

Det er fortsatt et stort behov for informasjon og opplæring, ikke minst i husholdningene og i bygge- og anleggsbransjen. For en del av de etablerte gjenvinningssystemene (emballasje og EE-avfall) bør det informeres mer om ordningene. For andre ordninger (som spillolje) bør det analyseres hvorfor innsamlingsgraden er såpass lav, og tiltak bør settes i verk.

Det å fremme bruk av miljøstyringssystemer som ISO 14001, EMAS, Miljøfyrtårn eller Svanemerket i private og offentlige virksomheter er også et tiltak som vil øke fokus på gjenvinning. Dette kan også øke fokus på økt bruk av gjenvunnet materiale i innkjøp og produktutforming.

12.3 Nye ordninger for nye produkter

Det er mange produkter som faller utenfor dagens ordninger med produsentansvar. Dette gjelder både fra husholdninger og fra bygg- og anleggsbransjen. Eksempler er plastavfall som ikke er emballasje (ødelagte leker, byggeprodukter), større metallartikler fra husholdningene eller glass fra vindusruter. Noen ruter fanges i dag opp av Ruteretur på grunn av PCB-håndtering. Gjenvinning av glass er et godt miljøtiltak men potensialet er langt større enn de få tusen tonnene som i dag gjenvinnes fra denne kilden. Ordningen med ruteretur bør derfor endres til å omfatte samtlige ruter. Det er viktig at alle slike materialfraksjoner fanges opp og gjenvinnes, og

ikke forsvinner inn i forbrenningsanlegg eller havner på deponi.

Det er mulig å tenke seg et system der produsentansvar innføres for flere eller alle produkter. Alle typer aluminiumsprodukter (engangsgriller, telys, påleggsemballasje, matposer) bør for eksempel omfattes av ordninger med metallgjenvinning. Det selges en million engangsgriller i Norge hvert år, hver enkelt inneholder ca. 100 gram aluminium, gjenvinning bare av disse utgjør en klimanytte på opptil 1000 tonn CO₂. Tilsvarende bør det også rettes mer fokus mot husholdninger og hvordan EE-avfall håndteres. Det er grunn til å tro at ganske store kobberressurser havner i restavfallet.

En undersøkelse fra Sverige har vist at det ligger store mengder nedgravde kabler som ikke er i drift. Om samtlige gjenvinnes vil det bety reduserte utslipp tilsvarende hele den norske oljesektoren i et helt år. En norsk kartlegging av omfang, lokalisering og kostnader ved oppgraving bør gjennomføres.

12.4 Støtte etablering av regenerering av spillolje

Spillolje kan med fordel benyttes til å erstatte tung fyringsolje. Mange av brukerne av spillolje til forbrenning vurderer imidlertid andre energikilder (som gass) som er et bedre alternativ med hensyn på utslipp av CO₂. Klimanytten ved å gjenvinne smøreolje fra spillolje i Norge er i størrelsesorden 10 000–14 000 tonn CO₂. Dette er et betydelig klimatiltak. Samtidig bør det vurderes tiltak for å bedre innsamlingsgraden, det mangler sikker informasjon om de faktiske mengdene spillolje som genereres og hvor disse oppstår.

12.5 Pålegg om metallutvinning ved energigjenvinning

En overfladisk kartlegging av landets større avfallsforbrenningsanlegg har vist at få tar ut metaller før forbrenning eller av bunnasken. En del anlegg deponerer all bunnaske, andre tar ut noen fraksjoner. Klimanytten ved å ta ut metaller er betydelig er derfor en hensiktsmessig måte å gjenvinne metall som ellers er vanskelig å få sortert ut.

12.6 Utvinning av ressurser fra deponier

Det har vært gjennomført et prøveprosjekt med oppgraving og sortering av materialer i et gammelt avfallsdeponi. Klimanytten av et slikt tiltak er utvetydig positiv; metanproduksjonen stanses og ressursene i deponiet kan gjenvinnes. Dessuten vil det i mange tilfeller være mulig å stanse utlekking av helse- og miljøfarlige stoffer til jord og vann.

Deponier er områder som i tillegg til metanutslipp også kan være årsak til andre miljølemper. I områder med press på arealbruken og dermed høye tomteverdier, og i områder med høye miljøkostnader ved eksisterende situasjon, kan oppgraving og sortering være et aktuelt alternativ til tildekking eller andre tiltak.

12.7 Bedre statistikk

Statistikken over avfallsmengder og typer av avfall er til dels utdatert. På områder der det finnes nyere tall er det også grunn til å tro at statistikken kan være mangelfull eller misvisende. God statistikk er en forutsetning for å sette i verk de rette tiltakene og for at tiltakene treffer. Bedre og mer oppdatert statistikk over avfallsmengder og materialfraksjoner er derfor nødvendig for å måle effekten av klimapolitikken.

13. ØKT KLIMANYTTE AV ENERGI- OG MATERIALGJENVINNING

Denne rapporten viser hvordan økt material- og energigjenvinning av mange typer materialer gir betydelig klimanytte, forutsatt at det iverksettes flere tiltak for å fremme gjenvinning. Framskrivninger av materialstrømmer og spådommer om framtidig avfallshåndtering er alltid en krevende og usikker øvelse. I og med at det også er stor usikkerhet knyttet til mye av dagens oversikt over materialstrømmer, er det vanskelig å angi eksakte tall. Bergfald & Co har likevel gjort et forsøk på en kvantifisering av framtidige materialstrømmer ved gjennomføring av de tiltakene som er skissert i denne rapporten.

13.1 Papp og papir

Årlig oppstår om lag 1,3 millioner tonn papp- og papiravfall, halvparten blir materialgjenvunnet, en femdel går til forbrenning og nesten en firedel til deponi.

13.2 Trevirke

I 2005 ble det generert 1,4 millioner tonn treavfall. Av dette ble over 170 000 tonn deponert.

13.3 Glass

Minst 40 000 tonn glass blir i dag trolig deponert. Det er også store mengder glass som har ukjent behandling.

13.4 Jern og stål

Noe jern og stål deponeres i dag, dessuten havner en del i forbrenningsanleggene, men det aller meste materialgjenvinnes.

13.5 Aluminium

Ved tiltak på avfallsforbrenningsanlegg og ved økt gjenvinning av bilvrak vil det være mulig å gjenvinne mer aluminium.

13.6 Kobber

Selv om kobber har høy gjenvinning er det fortsatt mulig å få tak i mer.

13.7 Spillolje

Spillolje på avveie bør samles inn. Om denne blir energi- og materialgjenvunnet er avhengig av hvilke løsninger som blir tilgjengelige.

13.8 Plast

Om lag 300 000 tonn plast deponeres i dag. I tillegg energigjenvinnes litt over 100 000 tonn, noe mindre gjenvinnes. Selv om materialgjenvinningen av plast mer enn dobles, det er realistisk med de tiltakene som er skissert her, vil det fortsatt være 350 000 tonn plast som må håndteres på andre måter.

Materialgjenvinning papp og papir

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	1,5
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	984 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	200 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	300 000

Energigjenvinning papp og papir

Klimanytte ved energigjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale.	1,5
Klimanytte av dagens energigjenvinning i tonn CO ₂	390 000
Potensial for økt energigjenvinning i tonn råvare pr år	100 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	150 000

Energigjenvinning trevirke

Klimanytte ved energigjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale.	2
Klimanytte av dagens energigjenvinning i tonn CO ₂	928 000
Potensial for økt energigjenvinning i tonn råvare pr år	170 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	340 000

Materialgjenvinning glass

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	0-0,6
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	40 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	35 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	20 000

Materialgjenvinning jern og stål

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	1-1,3
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	920 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	96 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	110 000

Materialgjenvinning aluminium

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	10
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	250 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	2 500
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	25 000

Materialgjenvinning kobber

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	20
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	280 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	4 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	80 000

Material- eller energigjenvinning spillolje

Klimanytte, material- eller energigjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	0,5-3
Klimanytte av dagens material- og energigjenvinning i tonn CO ₂	140 000
Potensial for økt material- eller energigjenvinning i tonn råvare pr år	8 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	24 000

Materialgjenvinning plast

Klimanytte ved materialgjenvinning i tonn CO ₂ /tonn materiale	1,5-2
Klimanytte av dagens materialgjenvinning i tonn CO ₂	60 000
Potensial for økt materialgjenvinning i tonn råvare pr år	85 000
Potensial for økt klimanytte i tonn CO ₂	150 000

13.9 Oppsummering

Dagens klimanytte av gjenvinning av disse utvalgte materialene er beregnet å være om lag 3,9 millioner tonn CO₂. Potensialet for økt klimanytte vurderes til om lag 1,2 millioner tonn CO₂. Statens forurensnings-tilsyn har i sin tiltaksanalyse⁴⁸ anslått det tekniske potensialet for utslippsreduksjoner i avfallssektoren i 2020 til 0,4 millioner tonn CO₂-ekvivalenter, men her er ikke økt gjenvinning drøftet som tiltak. SFTs tall er også utelukkende knyttet til utslippsreduksjoner innenlands. I begrepet ”klimanytte” i denne rapporten ligger også reduksjoner som vil skje internasjonalt. Råvaremarkedene er globale. Økt gjenvinning i Norge reduserer behovet for å ta i bruk nye råvarer et sted i verden, dermed reduseres energibruken og utslippene av klimagasser globalt.

REFERANSER

1. Finnveden, Göran, Jessica Johansson, Per Lind og Åsa Moberg: *Återvinning mest energieffektivt. Avfallshierarkin giltig som tumregel*. [Online] Forskningsgruppen for miljøstrategiska studier, Kungliga Tekniska högskolan. Tilgjengelig fra URL: <<http://www.infra.kth.se/fms/pdf/RVFnytthemsidan.pdf>>. [Nedlastet 26. august 2007].
2. Norsk industri: *Gjenvinningsindustrien – et miljølokomotiv*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <<http://www.norskindustri.no/getfile.php/Dokumenter/PDF/GjenvinningslokomotivNY.pdf>>. [Nedlastet 26. september 2007].
3. Statistisk Sentralbyrås avfallsstatistikk. [Online] Tilgjengelig fra URL: <www.ssb.no/avfall>. [Nedlastet 24. oktober 2007].
4. Grønt Punkt Norge: *Årsrapport 2006*.
5. Henryson, Jessica og Mattias Goldman: *Återvunnen råvara – en god affär för klimatet*. Återvinningsindustrierna, 2007.
6. Hippo: *Om resirkulert papir*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <http://www.hippo.no/site/innhold/om_resirkulert_papir>. [Nedlastet 26. september 2007].
7. Thorsen, Thoralf H.: *Returpapir, tilgang og forbruk*. Foredrag på Treforedlingsforum 2006.
8. WRAP: *Environmental benefits of recycling – An international review of life cycle comparisons for key materials in the UK recycling sector*. 2006.
9. Stiftelsen Østfoldforskning: *Beregning av sparte klimagassutslipp ved innføring av deponiforbud for nedbrytbart avfall*. Notat 1. juni 2007.
10. Norsk Industri, Treforedling: *Returpapir. Tall for 2006*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <<http://www.norskindustri.no/article1690.html>>. [Nedlastet 26. september 2007].
11. Norske Bølgepappfabrikkers Forening. *Bølgepapp, emballasje. Tall fra 2005*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <<http://www.bolgepapp.no/PDF/bolgepappskolen.pdf>>. [Nedlastet 26. september 2007].
12. Syversen, Frode: *Analyse av papirmengder i Norge*. Mepex, 2004.
13. Emballasjeretur: *Årsrapport 2006*.
14. Norges vassdrags- og energidirektorat: *Energi i Norge. Produksjon og forbruk av elektrisk kraft i 2005*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <<http://www.nve.no/FileArchive/154/Energifolderen2006.pdf>>. [Nedlastet 26. september 2007].
15. Enova SF: Energiproduksjon. *Utnyttelse av olje til varme*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <<http://www.enova.no/?itemid=117>>. [Nedlastet 26. september 2007].
16. Pers. medd. Håkon Skullerud SSB. August 2007.
17. Byggenæringens landsforening: *Nasjonal handlingsplan for bygg- og anleggsavfall. 2007 – 2012*. Oslo, 2007.
18. Miljøstatus i Norge: *Bilurak*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <http://www.miljostatus.no/templates/PageWithRightListing____3271.aspx>. [Nedlastet 26. september 2007].
19. Pers. medd. Erik Andresen, Autoretur. August 2007.
20. Commission of the European Communities: *Report from the Commission to the Council and the European Parliament on the Targets Contained in Article 7(2)(b) of Directive 2000/53/EC on End-of-life Vehicle Impact Assessment*. Brussel, 2007.
21. Lindunger, Ulrica og Eric Stark: *Stål och Aluminium - En jämförelse av materialgenskaper, LCI och återvinning*. Jernkontorets forskning, 2004.
22. European Aluminium Association og Organisation of European Aluminium Refiners and Remelters Aluminium Recycling in Europe: *The Road to High Quality Products*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <<http://www.world-aluminium.org/cache/fl0000154.pdf>>. [Nedlastet 26. september 2007].
23. Delft University of Technology. *Collection of Aluminium from Buildings in Europe*. Delft, 1999
24. Pers. medd. Tommy Nystrøm.
25. Duncan, Bill: *Stakeholder consultation on the review of the 2015 targets on reuse, recovery and recycling of end-of-life vehicles*. Brussel, 2005.
26. Det norske Veritas og Oljeindustriens landsforening: *Mottak og opphogging av utrangerte offshoreinstallasjoner*. Rapport nr. 01-4063.
27. Taylor Nelson Sofres S.A.: *Critical review of existing studies, and life cycle analysis on the regeneration and incineration of waste oils*. Final Report, December 2001.
28. OECD: *Improving Recycling Markets*. 2006
29. Pers. medd. Torbjørn Skarbø, NSO. 1. august 2007.

30. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (IEFU): *Ecological and energetic assessment of re-refining used oils to base oils*. 2005.
31. Rostock, Christian og Einar Wilhelmsen, Bergfald & Co: *The European Waste Oil Market*. Oslo, 2005.
32. Statens forurensningstilsyn: *Refusjonsordningen for spillolje 1994–2004*. Tiårsrapport. TA 2022/2005.
33. Miljøstatus i Norge: *Plast*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <http://www.miljostatus.no/templates/PageWithRightListing___3263.aspx>. [Nedlastet 26. september 2007].
34. Lindholt, L.: *Rammevilkår for energigjenvinning av plastavfall*. Statistisk Sentralbyrå: Økonomiske analyser 3/99.
35. Öhlund, G. og Eriksson, E.: *Återvinna, förbränna eller deponera? Miljöanalys av producentansvaret för plastförpackningar. Sammanfattning av rapporten "Reshanteringsalternativ för plastförpackningar – en miljöpåverkansbedömning"*. CIT Ekologik Chalmers Industriteknik.Göteborg, 1998.
36. Strøm, Ellen og Gørild Forbord. *En kartlegging av norsk plastindustri (versjon 2)*, oppdatert 2006. Plastindustriforbundet.
37. Pers. medd. Eirik Oland, Emballasjeretur. 13. august 2007.
38. Emballasjeretur: *Årsrapport 2006*.
39. Statens forurensningstilsyn: *CO₂-kvoter for perioden 2005-2007*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <http://www.sft.no/seksjonsartikkel___39629.aspx>. [Nedlastet 24. august 2007].
40. Grønli, Kristin Straumsheim: *Triksing med tall for energigjenvinning*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <<http://www.forskning.no/Artikler/2003/september/1062083349.14>>. [Nedlastet 24. august 2007].
41. Miljøverndepartementet: *Avtale om innsamling og gjenvinning av plastemballasjeavfall samt optimering av plastemballasje*. [Online] Tilgjengelig fra URL: <<http://www.sft.no/arbeidsomr/avfall/emballasje/plastavtale210303.pdf>>. [Nedlastet 24. august 2007].
42. Berge, Bjørn: *Farvel til plasten*. Arkitektnytt, 2007.
43. St.meld. nr. 21 (2004-2005): *Regjeringens miljøvernpolitikk og rikets miljøtilstand*.
44. Björklund, A. og Göran Finnveden: *Recycling revisited – life cycle comparisons of global warming impact and total energy use of waste management strategies*. *Forskningsgruppen for miljøstrategiske studier, KTH2005*. Fra Resources, Conservation and Recycling, 44, 309-317.
45. St. meld. nr. 34 (2006-2007) *Norsk klimapolitikk*.
46. Statens forurensningstilsyn: *Forbud mot deponering av nedbrytbart avfall*. Konsekvensvurdering. Juli 2007.
47. Statens forurensningstilsyn: *Innføring av obligatoriske avfallsplaner i byggesaker*. Konsekvensvurdering. Mars 2006.
48. Statens forurensningstilsyn: *Reduksjon av klimagasser i Norge*. En tiltaksanalyse for 2020. TA-2254/2007.

