

Fornybarandel i avfall til norske forbrenningsanlegg

Jarle Marthinsen, Mepex Consult AS

2
2011



OPPDRAGSRAPPORT A

Fornybarandel i avfall til norske forbrenningsanlegg

Oppdragsrapport nr 2/2011

Fornybarandel i avfall til norske forbrenningsanlegg

Oppdragsgiver: NVE, AvfallNorge

Forfatter: Jarle Marthinsen, Mepex Consult AS

Medforfatter: Kennet Sannberg, Magnus Johansen; Mepex Consult AS

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag: 30

Forside:

ISSN: 1503-0318

Sammendrag: Det er i dette prosjektet gjennomført en beregning av fornybarandelen i avfallet som ble levert til norske forbrenningsanlegg i 2009. Prosjektet er en oppdatering av prosjektet som ble gjennomført i 2006. Beregningsmetodikken som er benyttet i dette prosjektet tilsvarer metodikken som ble benyttet i 2006, med visse endringer. Bl.a. er det foretatt en nærmere vurdering av den fornybar, fossile og inerte andelen i hver enkelt avfallsfraksjon.

Fornybarandelen er i dette prosjektet beregnet både på vektbasis og energibasis. Grunnlaget for beregningene er til dels foreliggende avfallsstatistikk, plukkanalyser av husholdnings- og næringsavfall og litteraturdata. Som en del av prosjektet er det gjennomført nye plukkanalyser for ulike kategorier næringsavfall som går til norske forbrenningsanlegg. For beregningen av fornybarandelen på energibasis er det benyttet en beregningsmodell utviklet av PROFU som også har bidratt til å kvalitetssikre beregningene.

Resultatet av beregningene viser en fornybarandel på:

- 60 % regnet på vektbasis
- 52 % regnet på energibasis

Emneord: Avfallsforbrenning, fossil, fornybar, inert

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Januar 2011

Forord

På oppdrag for NVE og AvfallNorge har Mepex Consult AS gjennomført en analyse av avfallet som leveres til norske forbrenningsanlegg med sikte på å beregne hvor stor del av energiinnholdet som har en fornybar opprinnelse.

Bakgrunnen for prosjektet er et pågående arbeid NVE har med å forberede innføring av EUs fornybardirektiv. Direktivet åpner for å godkjenne avfall som fornybar energikilde, men bare for den fornybare andelen av avfallet. Anlegg som gjenvinner energien i avfallet, men som ikke har anledning til å gjennomføre egne analyser av avfallets innhold, kan da fastsette en fornybarandel med utgangspunkt i foreliggende analyse.

Rapporten er en oppdatering av en tilsvarende rapport som ble utarbeidet i 2006. Siden den tid har det skjedd en endring av avfallets sammensetning, bl.a. som følge av kravet til økt kildesortering. Foreløpig har dette fått små konsekvenser på fornybarandelen av avfallet. Likevel er det tilrådelig at en ny undersøkelse gjennomføres om noen år for å sikre at grunnlaget for å fastsette en fornybarandel i avfallet er basert på mest mulig oppdaterte data.

Arbeidet med denne rapporten ble utført i perioden august til desember 2010.

Oslo, januar 2011



Marit Lundteigen Fossdal
avdelingsdirektør



Torodd Jensen
seksjonssjef

Innhold

Forord	3
Sammendrag	6
1 Innledning	11
1.1 Bakgrunn og formål.....	11
1.2 Begreper.....	11
1.3 Gjennomføringen av prosjektet.....	11
1.4 Metodikk og leseveiledning.....	11
1.5 Endringer sammenlignet analysen i 2006.....	12
1.5.1 Husholdningsavfall.....	12
1.5.2 Næringsavfall.....	13
1.5.3 Tekstilavfall.....	13
1.5.4 Fraksjonenes innhold.....	13
1.6 Andre analyser av fornybarandel.....	13
2 Avfall til forbrenning i Norge	14
2.1 Norske avfallsforbrenningsanlegg.....	14
2.2 Avfall til forbrenning.....	14
3 Resultater fra nye plukkanalyser	17
3.1 Gjennomføring.....	17
3.2 Plukksortiment.....	17
3.3 Rådata og korrigeringer.....	18
3.4 Sortert næringsavfall – N1.....	19
3.5 Usortert næringsavfall – N2.....	21
3.6 Gjenvinningsstasjon – N3.....	23
3.7 Sammensetning av annet næringsavfall.....	24
3.8 Sammenstilling av plukkanalyser fra husholdninger.....	25
4 Materialstrømsanalyse og modellberegning – hushold.avfall 28	28
4.1 Datagrunnlaget.....	28
4.2 Hovedfraksjoner.....	28
4.3 Papiravfall.....	29
4.4 Våtorganisk avfall.....	29
4.5 Plastemballasje.....	29
4.6 Modellberegning.....	30
5 Fornybarandel på vektbasis	32
5.1 Fordeling.....	32
5.2 Fornybarandel på vektbasis.....	33
5.2.1 Samlet for hele avfallsmengden.....	33
5.2.2 Sammenligning med resultatene i 2006.....	33
6 Fornybarandel på energibasis	35
6.1 Innledning.....	35
6.2 Metodikk og beregningsmodell.....	35
6.3 Resultat.....	36
7 Diskusjon og usikkerhet	38

7.1	Følsomhet.....	38
7.1.1	Sammensetning av husholdningsavfallet	38
7.1.2	Inertandelen i sortert næringsavfall	38
7.1.3	Beregning med bruk av plukkanalyse med høy fornybarandel	38
7.1.4	Beregning med bruk av plukkanalysedata med høy fossilandel	38
7.2	Sammenfatning.....	39
8	Referanser	39

Sammendrag

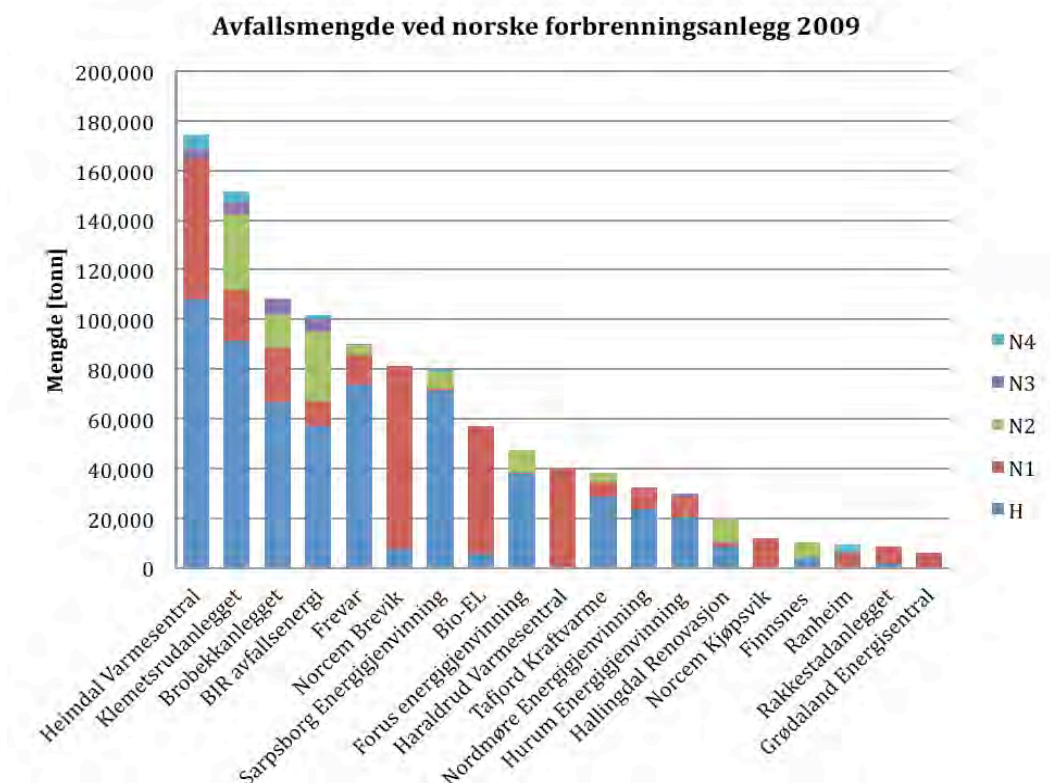
Beregningsmetodikk

For beregning av fornybarandelen i avfallet som går til norske forbrenningsanlegg er følgende aktiviteter gjennomført:

- En kartlegging av mengdedata fra norske forbrenningsanlegg i 2009.
- En sammenstilling av foreliggende plukkanalyser for husholdningsavfall.
- Nye plukkanalyser av ulike næringsavfallskategorier.
- En materialstrømsanalyse av mengdene våtorganisk avfall, papiravfall og plastemballasje i restavfallet fra husholdninger.
- En modellberegning basert på data fra Statistisk sentralbyrå (SSB) for å finne fram til mengde og sammensetning av husholdningsavfallet som går til norske anlegg.
- En beregning av fornybarandel på vektbasis basert på avfallets mengde, sammensetning og anslag over fornybart innhold i hver enkelt avfallsfraksjon.
- En beregning av fornybarandel på energibasis, som kombinerer ovennevnte beregninger med litteraturdata om fraksjonenes kjemiske sammensetning samt innholdet av energi, fukt og aske.

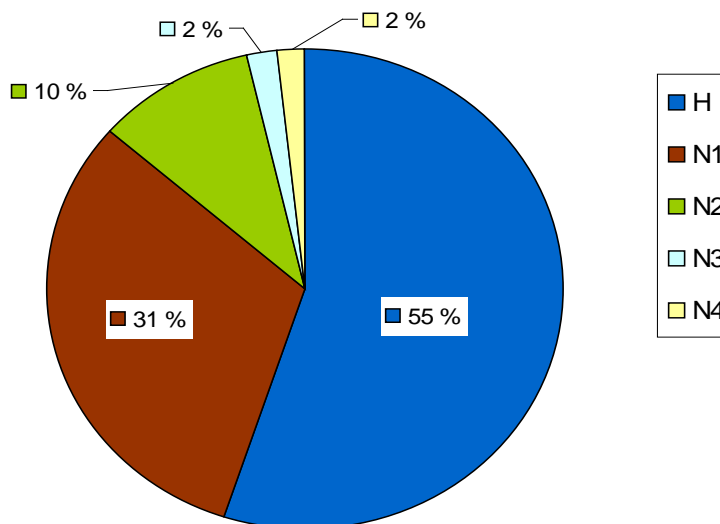
Avfall til norske forbrenningsanlegg i 2009

Det er innhentet opplysninger om avfallsmengder lever til norske anleggene fordelt på følgende avfallskategorier. H - husholdningsavfall, N1 – Sortert næringsavfall, N2 – Usortert næringsavfall, N3 – Brennbart restavfall fra gjenvinningsstasjoner, N4 – Annet næringsavfall.



Datagrunnlaget viser at det totalt ble levert ca. 1,1 million tonn avfall til de 19 forbrenningsanleggene som var i drift i Norge i 2009. Den største avfallsmengden kommer fra husholdningene som leverer ca. 610 000 tonn avfall til anleggene (55%), fulgt av sortert næringsavfall med ca. 340 000 tonn (31%), jf. kakediagram.

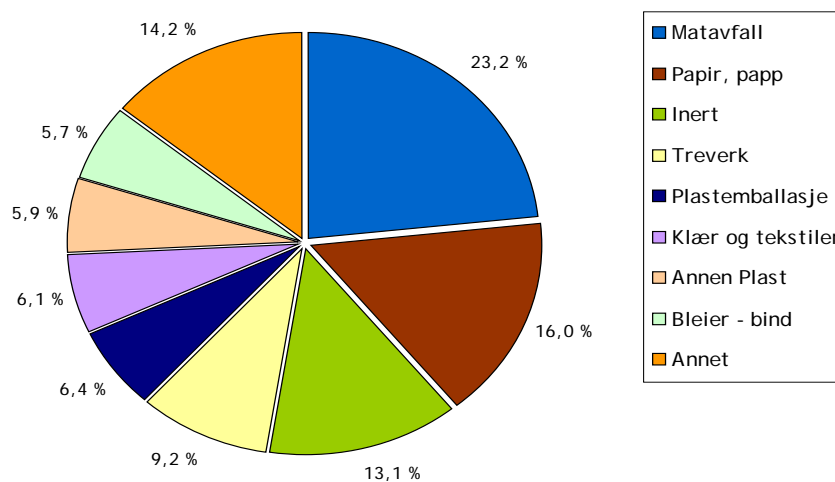
Avfall til norske forbrenningsanlegg - fordelt på avfallskategorier



Avfallsets sammensetning

Basert på plukkanalyser, materialstrømsanalyse og modellberegning er det beregnet en gjennomsnittlig vektet materialsammensetning av alle kategorier avfall til norske anlegg.

Sammensetning av avfall til norske forbrenningsanlegg - største fraksjoner



Beregningene viser at matavfall utgjør den største fraksjonen med over 23 %, fulgt av papirfraksjonene med 16 % og inert avfall med 13 %.

Faktorer for fornybar, fossilt og inert innhold

Andeler fornybart, fossilt og inert materiale er anslått for hver enkelt materialfraksjon med bakgrunn i tilgjengelig litteratordata.

Tabell 1 Fossilt, fornybart og inert innhold i materialfraksjonene

Materiale	Fossilt innhold	Fornybart innhold	Inert innhold	Merknad
Plastemballasje	99,3 %	0,0 %	0,7 %	
Annen Plast	88,1 %	0,0 %	11,9 %	Snitt av all undergrupper
Klær og tekstiler	48,8 %	48,8 %	2,4 %	Snitt av all undergrupper
Lær og gummi	26,5 %	26,5 %	47,0 %	Snitt av all undergrupper
Bleier - bind	22,3 %	77,5 %	0,2 %	
EE - Avfall	36,6 %	38,9 %	24,5 %	Snitt av all undergrupper
Farlig avfall	61,8 %	0,0 %	38,3 %	Snitt av all undergrupper
Inert	0,0 %	0,0 %	100,0 %	
Treverk	5,0 %	91,9 %	3,2 %	Snitt av all undergrupper
Papiravfall	4,4 %	83,9 %	11,7 %	Snitt av all undergrupper
Våtorganisk	0,0 %	88,3 %	11,7 %	Snitt av all undergrupper
Finstoff	25 %	50 %	25 %	Snitt av all undergrupper

Fornybarandel på vektbasis

Den fornybare andelen på vektbasis er beregnet for hele avfallsmengden som ble levert til norske anlegg i 2009. Beregningen angir både fornybarandel for hver avfallskategori og som et vektet gjennomsnitt.

Tabell 2 Fornybar-, fossil- og inertandel på vektbasis

	H	N1	N2	N3	N4	Vektet gjennomsnitt
Fornybarandel	64,3 %	51,0 %	66,1 %	60,3 %	68 %	60 %
Fossilandel	17,7 %	22,9 %	18,1 %	22,2 %	21 %	20 %
Inertandel	18,0 %	26,1 %	15,7 %	17,5 %	11 %	20 %
	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100 %

Som et vektet gjennomsnitt er den fornybare andelen på vektbasis beregnet til ca. 60 %. Den fossile andelen er ca. 20 % og inerte andelen er ca. 20 %.

Fornybarandel på energibasis

Det er videre foretatt en beregning av den fornybare andelen på energibasis. Fornybarandel på energibasis vil ikke være det samme som fornybarandel på vektbasis. Materialer med høy fossilandel og materialer med høy fornybarandel har forskjellige egenskaper. Bl.a. har de fossile materialfraksjonene høyere brennverdi og lavere fuktinnhold. Beregningen er gjennomført med bruk av en beregningsmodell utarbeidet av PROFU.

Varme verdi - hele avfallsmengden	11,5 MJ/kg
Fossil energiandel	48 %
Fornybar energiandel	52 %

Resultatet av beregningen viser en fornybarandel, basert på nedre effektiv brennverdi (LHV), på 52 % regnet på hele avfallsmengden til norske anlegg. Beregningene viser derfor en liten økning i forhold til beregningene i 2006 som ga en fornybarandel på 50 %.

Totalt energiinnhold i avfallet er beregnet til 3,5 TWh. Resultatet spesifisert på de 5 avfallskategoriene gir følgende:

Tabell 1: Energiinnhold og fornybarandel beregnet for hver avfallskategori

		H	N1	N2	N3	N4
Varme verdi (LHV)	MJ/kg	10,4	13	10,6	13,9	16,6
Totalt energiinnhold	TWh	1,8	1,2	0,34	0,08	0,08
Fornybarandel	%	53 %	51 %	49 %	59 %	58 %
Fossilandel	%	47 %	49 %	51 %	41 %	42 %

Følsomhet og usikkerhet

Det er foretatt følsomhetsberegninger ved å benytte ulike data fra plukkanalysene. Bl.a. er det gjennomført beregninger med plukkanalysedata for næringer som hhv har høyest og lavest fornybarandel på vektbasis.

Beregningene viser for de fleste forhold at resultatene er relativt robuste. Beregninger basert på data fra det enkelte anlegg viser fornybarandel på energibasis som ligger i området 52 % +/- 2 %.

Enkeltanlegg som har sterkt avvikende sammensetning sammenlignet med gjennomsnittstallene, kan derimot ha høyere eller lavere fornybarandel enn dette. Basert på følsomhetsberegningene kan fornybarandel for enkeltanlegg variere i området 45 – 55 %.

Det er registrert økende innhold av inert avfall i brensel fra sorteringsanlegg. Dette påvirker fornybarandelen på vektbasis, men i mindre grad fornybarandelen på energibasis.

Dersom det for husholdningsavfallet bare legges til grunn kommuner som sorterer matavfall viser resultatene lavere fornybarandel. Sammen med en økende andel inert avfall i brensel fra sorteringsanlegg indikerer det at fornybarandel i avfallet til forbrenning vil kunne bli redusert over tid.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Norges Vassdrags og energidirektorat (NVE) arbeider med forslag om å innføre elsertifikater for produksjon av elektrisitet fra fornybare energikilder. Avfall er foreslått godkjent som fornybar energikilde, men bare for den fornybare andelen av avfallet.

NVE samarbeider med AvfallNorge om å framskaffe data om fornybarandelen av avfallet som anvendes til energiproduksjon i Norge.

Det ble gjennomført et tilsvarende prosjekt i 2006 som i stor grad legger rammer for foreliggende utredning.

1.2 Begreper

Fossilt avfall er i dette prosjektet ansett å være avfall av materialer med opphav i olje, naturgass eller kull, mens fornybart avfall er avfall med opphav i biomasse. Det vil også være avfall uten eller med helt neglisjerbar brennverdi som metaller, gips, betong, stein osv. Andelen av slike materialer er i dette prosjektet samlet under begrepet som inert avfall. Alle materialslag vil dessuten inneholde større eller mindre andeler ikke brennbart materiale som også er betegnet som inert.

1.3 Gjennomføringen av prosjektet

Foreliggende analyse innebærer en oppdatering av beregningene foretatt i 2006. Beregningsmetodikken som er benyttet er derfor den samme som i 2006-analysen med enkelte endringer som er nærmere beskrevet nedenfor. Det innebærer at fornybarandelen er beregnet til dels på bakgrunn av en materialstrømsanalyse, dels på bakgrunn av sammensetningen av avfallet fra nye plukkanalyser. Det er gjort anslag over avfallets innhold av fossilt, fornybart og inert materiale. Fornybarandelen er beregnet på vektbasis og på energibasis.

Det er gjennomført nye plukkanalyser på næringsavfall i prosjektet, mens sammensetningen av husholdningsavfall er basert på data fra plukkanalyser gjennomført de siste årene. Data til materialstrømsanalysen er hentet fra SSB, statistikk fra material- og returselskap og annen litteratur.

1.4 Metodikk og leseveiledning

For å bestemme andelen fornybart avfall på vektbasis er følgende metodikk benyttet:

- A. Mengdedata er samlet inn for 2009.
- B. Avfallsmengdene til norske forbrenningsanlegg er kartlagt gjennom en spørreundersøkelse. Resultatene av undersøkelsen gir total mengde avfall tilført anleggene fordelt på de ulike avfallskategoriene (H, N1-N4). Mengdedata fra undersøkelsen er sammenstilt i kapittel 2. Spørreundersøkelsen angir også i stor

grad hvilke kommuner som leverer restavfall til norske anlegg, noe som er benyttet i modellberegningen, jf. pkt F nedenfor.

- C. Det er gjennomført plukkanalyser av næringsavfallskategoriene N1, N2 og N3. Det er ikke gjennomført plukkanalyse på N4 annet næringsavfall ettersom denne kategorien utgjør svært varierende typer avfall. Sammensetningen her er derfor anslått på bakgrunn av anleggenes rapportering, jf. pkt. B ovenfor. Plukkanalysene gir den totale sammensetningen av næringsavfallet som går til forbrenning i norske anlegg. Sammenstilling av data fra disse plukkanalysene er vist i kapittel 3.1 – 3.7.
- D. Det er gjennomført en sammenstilling av foreliggende plukkanalyser på husholdningsavfall gjennomført ulike steder i landet. Dette, sammen med materialstrømsanalysen, gir sammensetningen av husholdningsavfallet. Resultatene av sammenstillingen er vist i kapittel 3.8.
- E. Det er gjennomført en materialstrømsanalyse for de store fraksjonene i husholdningsavfallet, våtorganisk avfall, papiravfall og plastemballasje. Resultatene av materialstrømsanalysen er beskrevet i kapittel 4 **Feil! Fant ikke referanse-kilden..**
- F. Det er deretter gjennomført en modellberegning for hele avfallstrømmen fra husholdningene basert på avfallsstatistikk fra SSB. Denne modellberegningen benyttes til å finne fram til nøkkeltall for de store fraksjonene, samt øvrig avfall i restavfallet til norske forbrenningsanlegg. På bakgrunn av modellberegningen kan det settes opp en gjennomsnittelig sammensetning for alt avfall som går til norske forbrenningsanlegg. Dette er vist i kapittel 4.6.
- G. Det er deretter foretatt en vurdering av de enkelte fraksjonenes innhold av fornybart, fossilt og inert materiale. Det er benyttet tilgjengelig litteraturdata bl.a. fra PROFU i denne vurderingen. Avfallets fornybarandel på vektbasis er beregnet og vist i kapittel 5.
- H. På bakgrunn av avfallets sammensetning og anslag over fornybart, fossilt og inert innhold på vektbasis er det gjennomført en beregning av avfallets fornybarandel på energibasis. Dette er gjennomført i en beregningsmodell utviklet av PROFU til prosjektet i 2006. Modellen tar hensyn til den kjemiske sammensetningen av den enkelte avfallsfraksjon, fuktinnhold, brennverdig osv. Avfallets fornybarandel på energi basis er vist i kapittel 6 **Feil! Fant ikke referanse-kilden..**

Det vises for øvrig til vedlegg 2-4 i ref [1].

1.5 Endringer sammenlignet analysen i 2006

1.5.1 Husholdningsavfall

Det er i denne oppdateringen ikke gjennomført nye plukkanalyser på husholdningsavfall. I stedet er det brukt tilgjengelige plukkanalyser som er gjennomført de siste 4 – 5 årene. En svakhet med dette er at disse analysene ikke er gjennomført med det formål å skille mellom fornybart og fossilt avfall. For sammensatte fraksjoner, som for eksempel tekstiler og annet brennbart materiale, innebærer det at fordelingen mellom fossilt og

fornybart må gjennomføres på grunnlag av skjønn. Det innebærer en noe større usikkerhet i resultatene for husholdninger, uten at dette vil være avgjørende for resultatet.

1.5.2 Næringsavfall

Det er gjennomført nye plukkanalyser på avfall fra næringer. Sammenlignet med analysene som ble gjennomført i 2006 er utvalget noe mindre ettersom det var vanskelig, innenfor rammen av prosjektet, å få fram delprøver som var basert på flere anlegg.

1.5.3 Tekstilavfall

Nøkkeltall for tekstilavfall (klær og andre tekstiler) i husholdningsavfallet er bestemt på bakgrunn av plukkanalysene. I 2006 ble nøkkeltall for klær bestemt gjennom materialstrømsanalysen. Bakgrunnen for denne endringen er at fraksjonen er relativt liten og grunnlaget for materialstrømsanalyse nå er dårligere ettersom avfallsregnskapet ikke lenger skiller på ulike typer tekstiler.

1.5.4 Fraksjonenes innhold

Det er foretatt en grundigere analyse i forkant av fordelingen av fossilt og fornybart materiale på bakgrunn av litteratordata og mer oppsplittet plukkanalyse på næringsavfall. Det er tatt større hensyn til at avfallsfraksjonene også inneholder inert materiale som verken er fossilt eller fornybart.

1.6 Andre analyser av fornybarandel

Renova har gjennomført en utredning om fossilandel i avfallet som mottas og forbrennes på Gøteborganlegget. Det benyttes her en metode basert på C14 datering av avfallet og i røykgassen. Resultatene viser et fossilt innhold på 1 – 12 % på energibasis. Dette er vesentlig lavere enn det som er funnet i denne studien. Det er etablert et større forskningsprosjekt på dette i Sverige.

Det har ikke vært mulig innenfor rammen av dette prosjektet å se nærmere på denne metoden for norske anlegg.

2 Avfall til forbrenning i Norge

2.1 Norske avfallsforbrenningsanlegg

Totalt var det 19 forbrenningsanlegg i Norge med full drift i 2009. Nye anlegg ble satt i drift mot slutten av året, men disse er ikke inkludert her. Alle anleggene mottok husholdnings- og/eller næringsavfall til forbrenning med energiproduksjon. I motsetning til i 2006 er det denne gangen valgt også å ta med anlegg i industrien og ikke bare kommunale anlegg. Dette er fordi anleggene i stor grad konkurrerer i det samme markedet for brensel og mottar både husholdning og næringsavfall. Det antas at alle anleggene mottar avfall fra AvfallNorges medlemmer.

Kommunale og private avfallsforbrenningsanlegg som inngår i dette prosjektet er oppgitt i tabellen nedenfor.

Tabell 2.1.1.1: Norske forbrenningsanlegg i drift i 2009

Forbrenningsanlegg	Eier	Lokalisering
Heimdal Varmesentral	Trondheim Energiverk (TEV) AS	Trondheim
Klemetsrudanlegget	Oslo kommune	Oslo
Haraldrudanlegget	Oslo kommune	Oslo
BIR avfallsenergi	BIR AS	Bergen
Frevar	Fredrikstad kommune	Fredrikstad
Norcem Brevik	Heidelberg Cement	Brevik
Sarpsborg Energigjenvinning	Østfold energi AS	Sarpsborg
Bio-EL	Hafslund miljøenergi AS	Fredrikstad
Forus energigjenvinning	Lyse energi AS	Forus
Haraldrud Varmesentral	Hafslund miljøenergi AS	Oslo
Tafjord Kraftvarme	Tafjord kraft AS	Ålesund
Nordmøre Energigjenvinning	EnerG/NIR	Averøy
Hurum Energigjenvinning	Daimyo AS	Tofte
Hallingdal Renovasjon	Hallingdal renovasjon IKS	Ål
Norcem Kjøpsvik	Heidelberg Cement	Kjøpsvik
Finnsnes	Senja avfallsselskap IKS	Senja
Ranheim	Petterson Ranheim AS	Trondheim
Rakkestadanlegget	Østfold energi AS	Rakkestad
Grødaland Energisentral	Norsk varme og energiproduksjon AS	Hå

2.2 Avfall til forbrenning

Avfallsmengder til forbrenning er innhentet fra de enkelte forbrenningsanleggene, jf. spørreskjema i ref[1], vedlegg 5. Det er brukt samme inndelingen av avfallet i 5 ulike avfallskategorier som i 2006.:

H	Husholdningsavfall	Restavfall fra husholdninger samlet inn gjennom den kommunale renovasjonsordningen.
N1	Sortert næringsavfall	Restavfall fra næringer normalt uten eller med lite våtorganisk avfall som gjennomgår en forbehandling i sorteringsanlegg eller enklere forbehandling før det leveres som brensel. Bygg- og anleggsavfall (BA) inngår i denne kategorien.
N2	Usortert næringsavfall	Restavfall fra næringer som normalt er samlet inn via beholder eller containerrenovasjon i forretninger, kontor, privat og offentlig tjenesteytende virksomheter m.v. Kategorien inneholder normalt mye våtorganisk avfall på nivå med husholdningsavfallet. Avfallet blir normalt levert direkte til forbrenning med energiutteltelse uten forbehandling eller bare med kverning som forbehandling.
N3	Brennbart restavfall fra gjenvinningsstasjon	Omfatter egentlig både husholdnings- og næringsavfall som leveres på gjenvinningsstasjon og sorteres som brennbart restavfall.
N4	Annet næringsavfall	Næringsavfall som ikke kan fordeles på de 3 øvrige kategoriene.

Tabell 2.2.1: Avfallsmengder til norske forbrenningsanlegg 2009 fordelt på kategori.

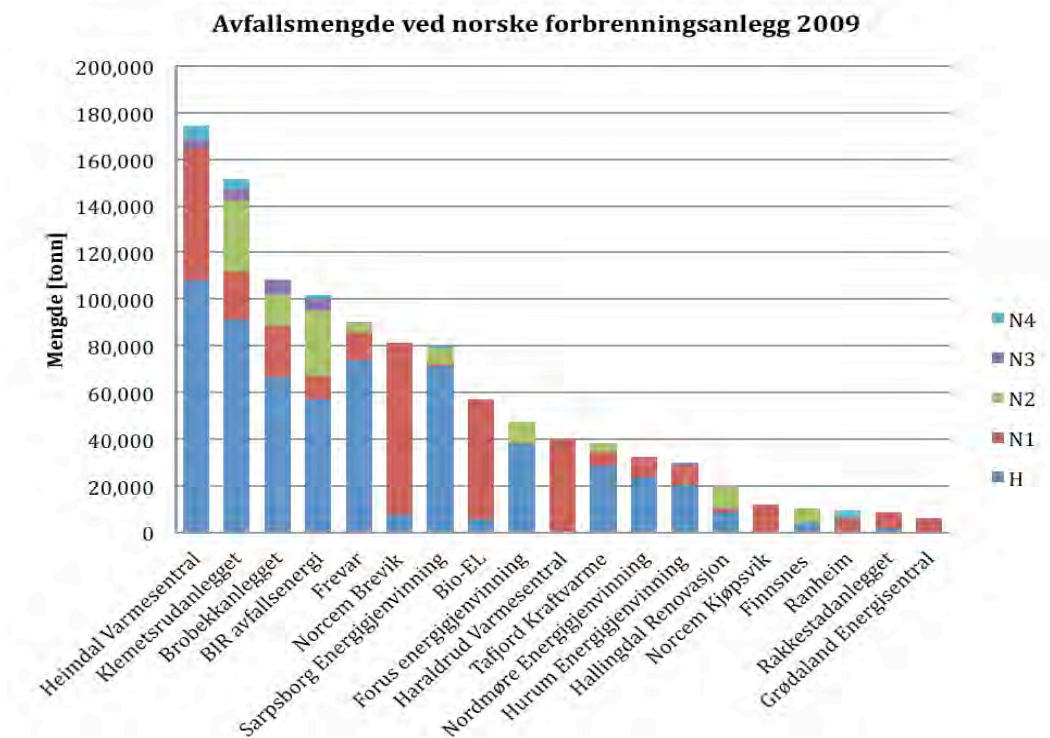
Avfallskategori	tonn	Andel
H - Husholdningsavfall	606 500	55 %
N1 - Sortert næringsavfall	343 000	31 %
N2 - Usortert næringsavfall	112 000	10 %
N3 - Brennbar rest fra gjenvinningsstasjon	21 500	2 %
N4 - Annet næringsavfall	17 000	2 %
Sum avfall	1 100 000	100 %

Som tabell 2.2.1 ovenfor viser, ble det levert totalt ca. 1 100 000 tonn avfall til norske forbrenningsanlegg i 2009. 55 % av avfallet er kategorisert som husholdningsavfall (H), mens 31 % er sortert næringsavfall (N1) og 10 % usortert næringsavfall (N2).

Kategori N3 og N4 utgjør bare små andeler. Det er mye som tyder på at andel avfall som leveres via gjenvinningsstasjoner har vært økende, men i kartleggingen er denne mengden redusert i forhold til kartleggingen i 2006. Dette kan skyldes mangelfull registrering eller også at mye av restavfallet fra gjenvinningsstasjonene fortsatt ble levert på deponi i 2009. Forbudet mot deponering av nedbrytbart avfall trådte i kraft 1. juli 2009, men mange deponieiere fikk dispensasjon ut året. Det kan også skyldes at denne fraksjonen forbehandles sammen med næringsavfall i sorteringsanlegg og at man ikke klarer å trekke denne mengden ut spesifikt.

Sammenlignet med analysen fra 2006 er mengden sortert næringsavfall økt med nesten 280 %. Det er en klar indikasjon på at mer næringsavfall nå går via sorteringsanlegg for brenselproduksjon.

Figur 2.2.1: Avfall levert til norske forbrenningsanlegg i 2009 – fordelt på 5 avfallskategorier



3 Resultater fra nye plukkanalyser

3.1 Gjennomføring

Det er gjennomført 7 nye plukkanalyser på avfallskategorier som leveres til norske forbrenningsanlegg. Analysene ble gjennomført på avfall som er representativt for 3 av kategoriene nevnt i forrige kapittel (N1, N2, N3).

Det har ikke vært meningen å gjennomføre nye plukkanalyser for husholdningsavfall denne gangen. Det foreligger allerede en del analyser fra de siste årene som er sammenstilt og benyttet inn i prosjektet, jf. kapittel 3.8.

Tabell 3.1.1: Plukkanalyser gjennomført i prosjektet.

Avfallskategori	Antall analyser	Lokalitet for plukkanalyse
Sortert næring (N1)	3	Haraldrudanlegget(HA), TRV/ Heggstadmoen(TRV), Veolia Tønsberg(VT).
Usortert næring (N2)	2	Haraldrudanlegget(HA) (2 prøver)
Gjenvinningsstasjon (N3)	2	Veolia Tønsberg(VT), TRV/Heggstadmoen(TRV)

3.2 Plukksortiment

Ved gjennomføringen av analysene er det tatt hensyn til at avfallet skal fordeles på fossilt, fornybart og inert materiale. Plukksortimentet er derfor utvidet for å kunne ta hensyn til denne fordelingen allerede ved gjennomføringen av plukkanalysen.

Følgende plukksortiment der derfor benyttet:

Tabell 3.2.1: Plukksortiment

Nr	Hovedgrupper	Undergrupper
1 A	Plastemballasje	
1 B - F	Annen Plast	(B) Hagemøbler, (C) Kjøkkenutstyr, leker, (D) Bøtter, spann, (E) Rør, annen PVC, (F) Andre plastprodukter
2 A - B	Klær	(A) Klær > 50 % syntetisk, (B) Klær < 50 % syntetisk.
2 C - D	Andre Tekstiler	(A) Andre tekstiler > 50 % syntetisk, (B) Andre tekstiler < 50 % syntetisk.
3 A - B	Lær og gummi	(A) Lær og gummi > 50 % syntetisk, (B) Lær og gummi < 50 % syntetisk
4	Bleier - bind	

Nr	Hovedgrupper	Undergrupper
5 A - E	EE - Avfall	(A) Plastmateriale, (B) Treverk, (C) Inert, (D) Annet > 50 % syntetisk, (E) Annet < 50 % syntetisk.
6 A - C	Farlig avfall	(A) Farlig avfall, (B) Plastemballasje, (C) Metallemballasje
7	Inert	
8 A - B	Treavfall	(A) Rent treverk, (B) Bygningsplater, kryssfiner, spon og lignende
8 C - D	Papiravfall	(C) Papp, papir, lett kartong, bølge, (D) drikkekartong
9 A - C	Våtorganisk avfall	(A) Matavfall, (B) Hageavfall, (C) Tørkepapir, servietter
10 A-C	Annet og finstoff	Fordeles på øvrige grupper

Gjennomføringen av plukkanalysene er nærmere beskrevet i ref [1] (vedlegg 1 og 2).

3.3 Rådata og korrigeringer

I utgangspunktet ville det vært ønskelig å gjennomføre plukkanalysene på avfallsbrensløst som går inn i ovnene. Ettersom mye av næringsavfallet blir kvernet og forbehandlet er det praktisk vanskelig å gjennomføre analysene direkte på brensløst. Det er derfor gjennomført analyser på avfallet før det går til brenselproduksjonen (før kverning) og deretter er data korrigert for metall og eventuelt andre fraksjoner som tas ut i sorteringsanlegget. Denne korrigeringen er til dels gjennomført ved å benytte gjennomsnittsdata fra sorteringsanlegget (Haraldrud) og til dels ved å gjennomføre en separat brenselbehandling av prøven som det ble analysert på og deretter korrigert for det avfallet som ble tatt ut (Veolia, TRV).

Også denne gangen er data korrigert for smitte av fukt og matavfall på andre fraksjoner med basis i data fra RVF¹ og Mepex². Dette gjelder bare de prøvene som i utgangspunktet inneholdt mye matavfall, dvs de to prøvene usortert næring (N2). Innholdet av matavfall i disse prøvene ble innledningsvis vurdert å ligge på nivå med restavfall fra husholdninger uten utsortering av matavfall.

¹ RVF Utveiling – Manual för plockanalys av hushållsavfall i kärl och säckar (RVF 2005:19).

² Asker og Bærum kommune – Sorteringsanalyse restavfall husholdninger (Mepex 2005).

Følgende korrigeringer av rådata er foretatt:

Tabell 3.3.1: Korrigering av rådata

Lokalitet	Analyse	Korrigering for brenselproduksjon	Korrigering for fukt og mat
Haraldrudanlegget	N1	X	
	N2 (1)		X
	N2 (2)		X
TRV	N1	X	
	N3	X	
Veolia	N1	X	
	N3	X	

Korreksjonsfaktor for de to prøvene som er korrigert for fukt og mat har vært:

Tabell 3.3.2: Korrigeringsfaktor for fukt og mat i prøver med mye matavfall

Fraksjon	Korrigere med	Som overføres til
Plastemballasje	20 - 25 %	Matavfall
Papir	15 - 20 %	Matavfall
Matavfall	1 %	Plastemballasje
Matavfall	1 %	Papir

3.4 Sortert næringsavfall – N1

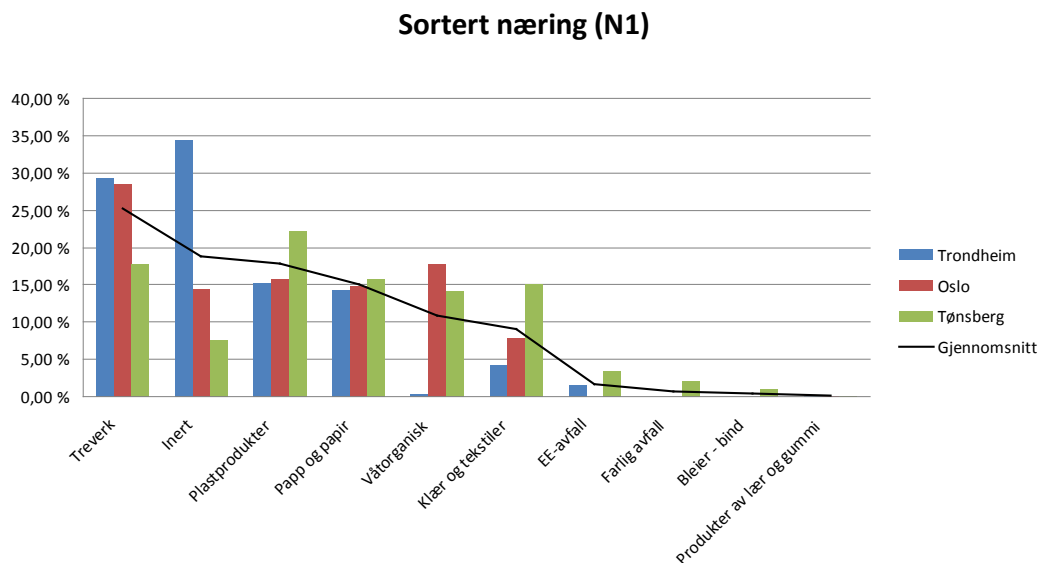
Det ble gjennomført 3 analyser av avfallskategorien N1 - sortert næringsavfall. Prøvene ble framskaffet av:

- Trondheim Renholdsverk (TRV), Trondheim
- Miljøtransport AS, Oslo

Veolia AS, Tønsberg

Resultatene er vist i figuren nedenfor.

Figur 3.4.1: Resultat av plukkanalyser for N1 – Sortert næring



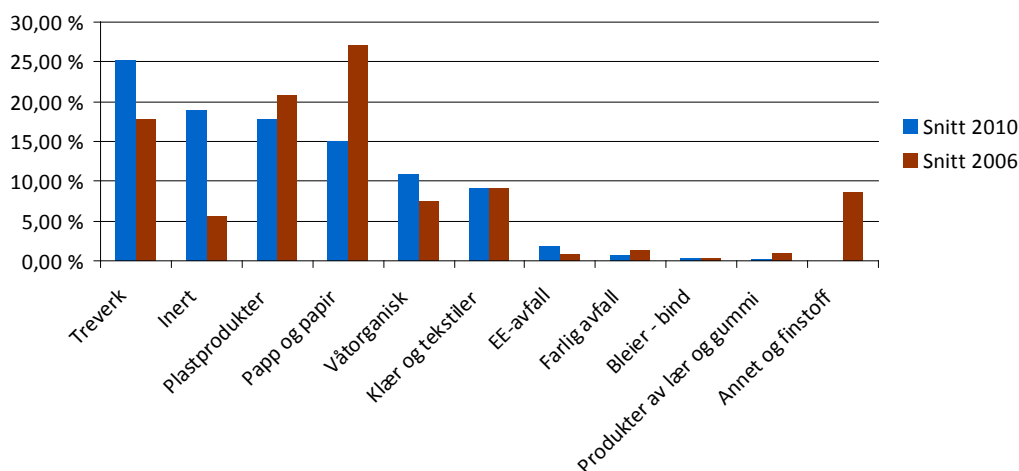
Det er stor forskjell på forbehandlingsløsningen ved de tre anleggene. Ved to av anleggene, Veolia og Miljøtransport behandles avfallet gjennom sorteringsanlegg med utsortering av inert i flere trinn. Særlig ved Miljøtransport sitt anlegg gis avfallet en omfattende forbehandling. Ved det tredje anlegg er det kun kverning og overbåndsmagnet for utsortering av metallisk avfall.

Resultatene viser også at det er betydelig forskjell på sammensetningen av de 3 prøvene. Særlig skiller prøven fra TRV seg kraftig ut med nær 35 % inert avfall. Dette er også i samsvar med det visuelle inntrykk prøven ga under plukkanalysen. Inert materiale i denne prøven besto i stor grad av betong og annet tungt inert materiale.

Dersom vi sammenligner resultatene fra nye plukkanalyser med plukkanalysene på sortert næringsavfall i 2006, ser vi betydelig forskjeller i sammensetningen. Dette gjelder særlig mengden inert materiale som er betydelig høyere i 2010, men mengdene papp og papir var vesentlig høyere i 2006. En del av denne forskjellen ville trolig vært utlignet dersom annet og inert hadde vært fordelt på den enkelte fraksjon i analysen fra 2006.

Figur 3.4.2: Sortert næringsavfall – gjennomsnitt av alle analyser 2006 og 2010

Sortert næringsavfall (N1) 2006 og 2010



Årsakene til disse endringene kan være flere. For det første er det ulike avfallsleverandører til avfallet i de to analysene, for det andre kan brenselproduksjonen ved ulike anlegg være forskjellig og for det tredje kan det ha skjedd en endring i sammensetningen av næringsavfallet etter innføringen av deponiforbudet. Årsaken til den økte mengden inert avfall skyldes innholdet i den ene prøven. Dette resultatet kan være representativt for anlegg som mottar mye BA avfall og som ikke skiller ut ikke-metalliske tunge fraksjoner i brenselproduksjonen.

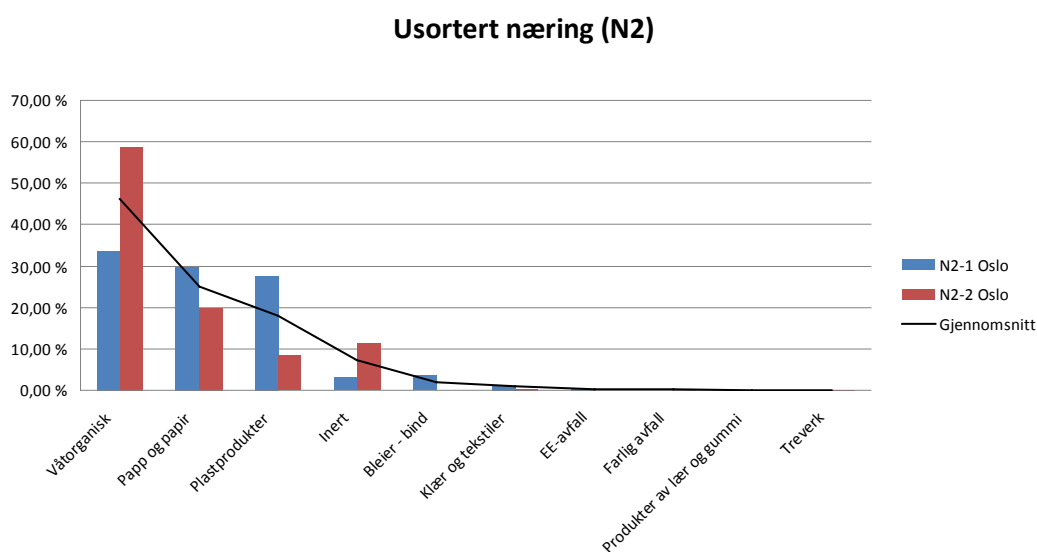
3.5 Usortert næringsavfall – N2

Det ble gjennomført to plukkanalyser på avfallskategorien usortert næring. Prøvene ble framskaffet av:

- Miljøtransport AS, Oslo (N2-1)
- Oslo kommune, Renovasjonsetaten (REN) (N2-2)

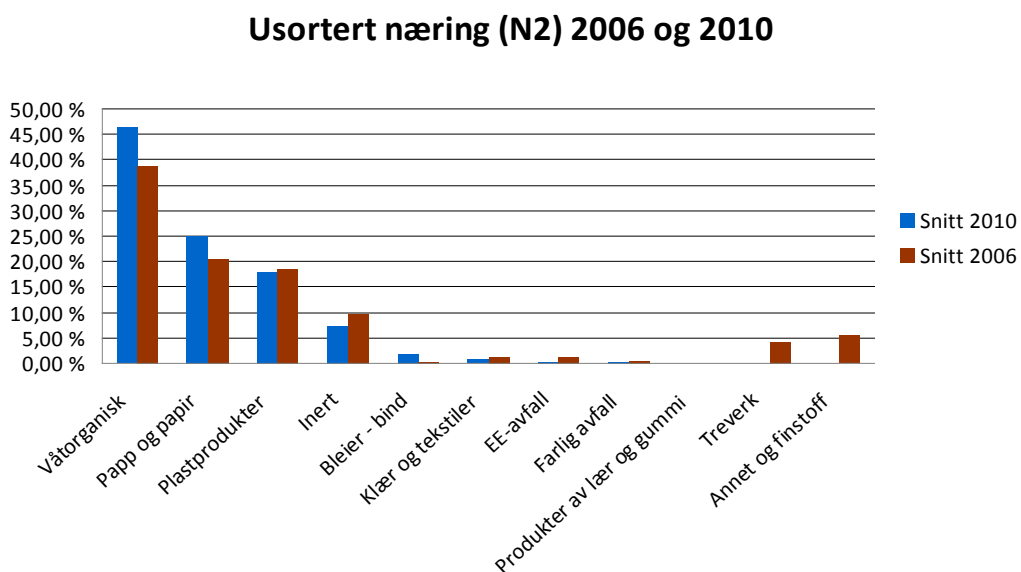
Denne avfallskategorien inneholder normalt mye matavfall, papir og plast og ligner i sammensetning en del om husholdningsavfall. Prøven fra REN ble innhentet fra næringskunder i Oslo sentrum som også omfattet en del mindre storkjøkken. Prøven hadde et meget høyt innhold av mat.

Figur 3.5.1: Resultat av plukkanalyser for N2 - usortert næring



Dersom resultatene fra 2010 sammenlignes med resultatene fra tilsvarende plukkanalyser i 2006, ser vi at resultatene er relativt like. Det er noe høyere innhold av våtorganisk avfall i prøvene fra 2010 som primært skyldes prøven fra REN.

Figur 3.5.2: Usortert næringsavfall – gjennomsnitt av alle analyser 2006 og 2010

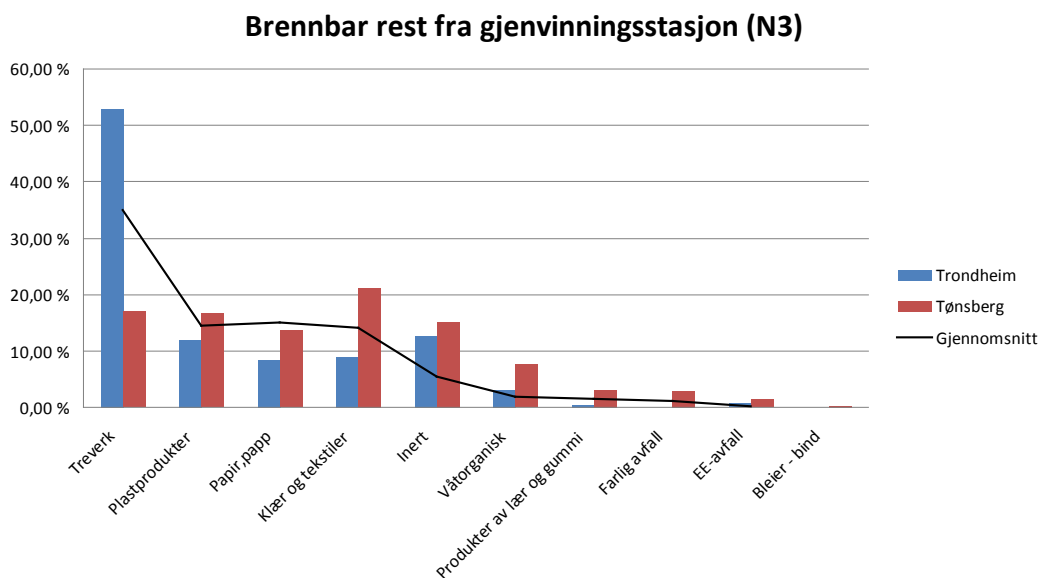


3.6 Gjenvinningsstasjon – N3

Det ble gjennomført 2 plukkanalyser på avfallskategorien brennbar rest fra gjenvinningsstasjon. Prøvene ble framskaffet fra:

- Trondheim renholdsverk (TRV)
- VESAR, Tønsberg

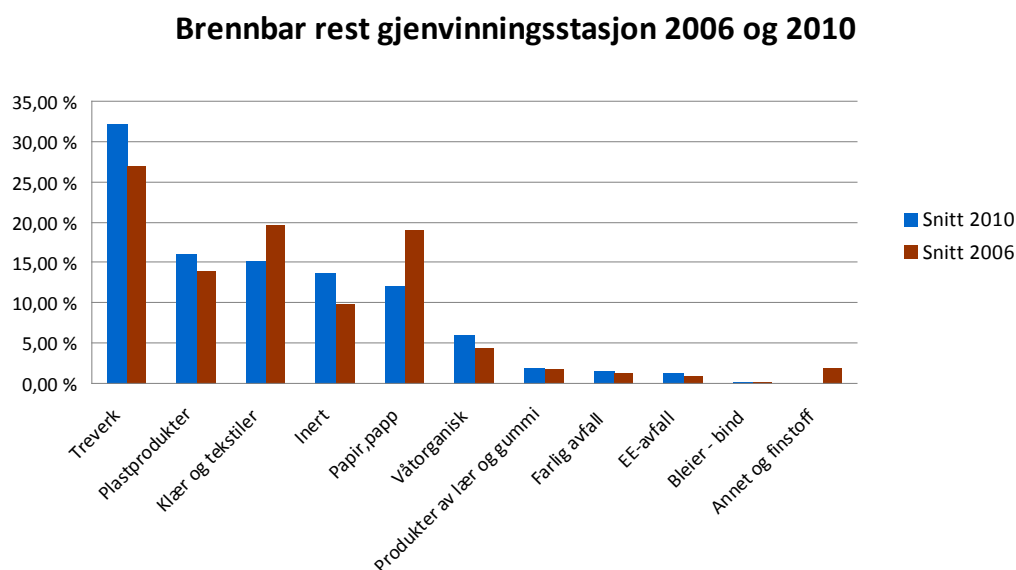
Figur 3.6.1: Resultat av plukkanalyser for N3 – brennbar rest gjenvinningsstasjon



Ikke uventet er det stor forskjell på de to prøvene noe som reflekterer at restavfallet fra gjenvinningsstasjonene kan være ganske forskjellige avhengig av kundegrunnlag, hvilke sorteringsregime som er etablert og hvordan sorteringen kontrolleres. Denne betydelige forskjellen i sammensetning ble også registrert i 2006. Resultatene indikerer også at det er vanskelig å få en representativ prøve fra denne fraksjonen ved et begrenset utvalg som denne analysen representerer.

Dersom vi sammenligner gjennomsnittsdata fra 2006 med data fra nye plukkanalyser er ikke forskjellene veldig store og innenfor de variasjoner som må forventes. Den største forskjellen fra 2006 er noe mer treverk og noe mindre papp og papir. Dette antas å være tilfeldig.

Figur 3.6.2: Brennbar rest fra gjenvinningsstasjon – gjennomsnitt av alle analyser 2006 og 2010



3.7 Sammensetning av annet næringsavfall

Annet næringsavfall utgjør bare 2 % av avfallet som går til norske forbrenningsanlegg. 6 av anleggene rapporterer om mengder annet næringsavfall av betydning. Rapporteringen fra anleggene er vist i Tabell 3.7.1 nedenfor. På bakgrunn av rapporteringen fra anleggene er mengden fordelt på fossilt, fornybart og inert.

Tabell 3.7.1: Annet næringsavfall (N4) levert til forbrenning i 2009

Anlegg	Avfallstyper
Heimdal Varmesentral	Treverk (flis)
Klemetsrudanlegget	80 % sykehusavfall og medisinrester
Haraldrudanlegget	75 % tekstiler
BIR avfallsenergi	90 % sykehus- og institusjonsavfall
Sarpsborg Energigjenvinning	Avfall fra fritidseiendommer
Ranheim	Rejekt fra papirfabrikk

3.8 Sammenstilling av plukkanalyser fra husholdninger

Det er ikke gjennomført egne plukkanalyser for husholdningsavfall i prosjektet, men foreliggende plukkanalyser fra husholdninger gjennomført de siste årene er sammenstilt. analysene er korrigert for mat og fukt i plastemballasje og papir i samsvar med Tabell 3.3.2.

Følgende analyser inngår i denne vurderingen:

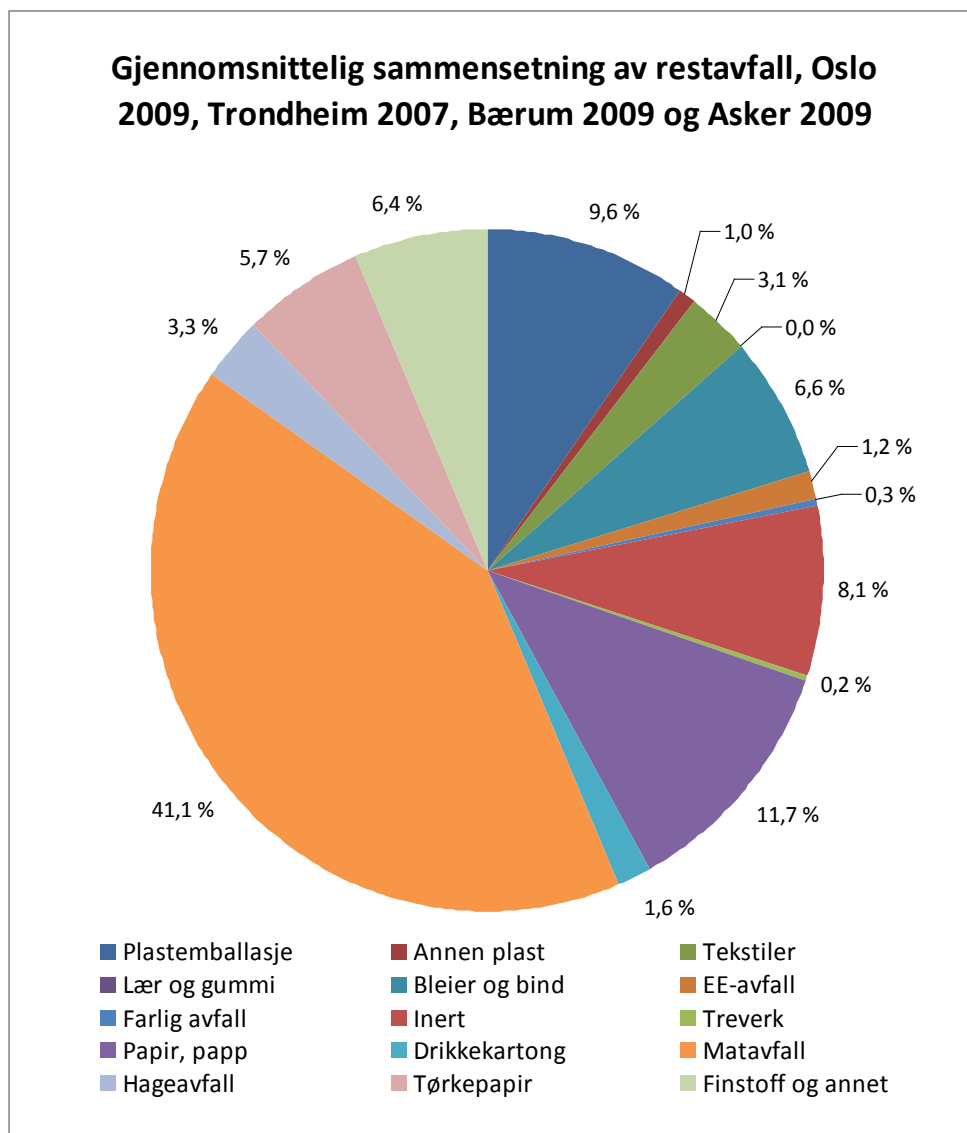
Tabell 3.8.1 Plukkanalyser for husholdninger

Kommune/IKS	År	Antall innbyggere	Sorterer mat	Merknad
Oslo	2009	575 500		
Trondheim kommune	2007	161 700		
Asker kommune	2009	109 700		
Bærum kommune	2009	53 800		
VESAR	2007 - 2009	209 600	X	Årlige analyser fra samme område. Vektet snitt for 3 år er lagt til grunn for videre beregninger
Renovasjons- for Drammensreg. (RfD)	2007 - 2009	176 700	X	Årlige analyser fra samme område. Vektet snitt for 3 år er lagt til grunn for videre beregninger
Avfall SØR	2006	104 700	X	Alle analyser gjennomført av Avfall Sør
Agder Renovasjon	2006	63 800	X	
LiBir	2006	13 400	X	
Maren	2006	22 300	X	
Setesdal Renovasjon	2008	8 000	X	
SUM		1 499 200		

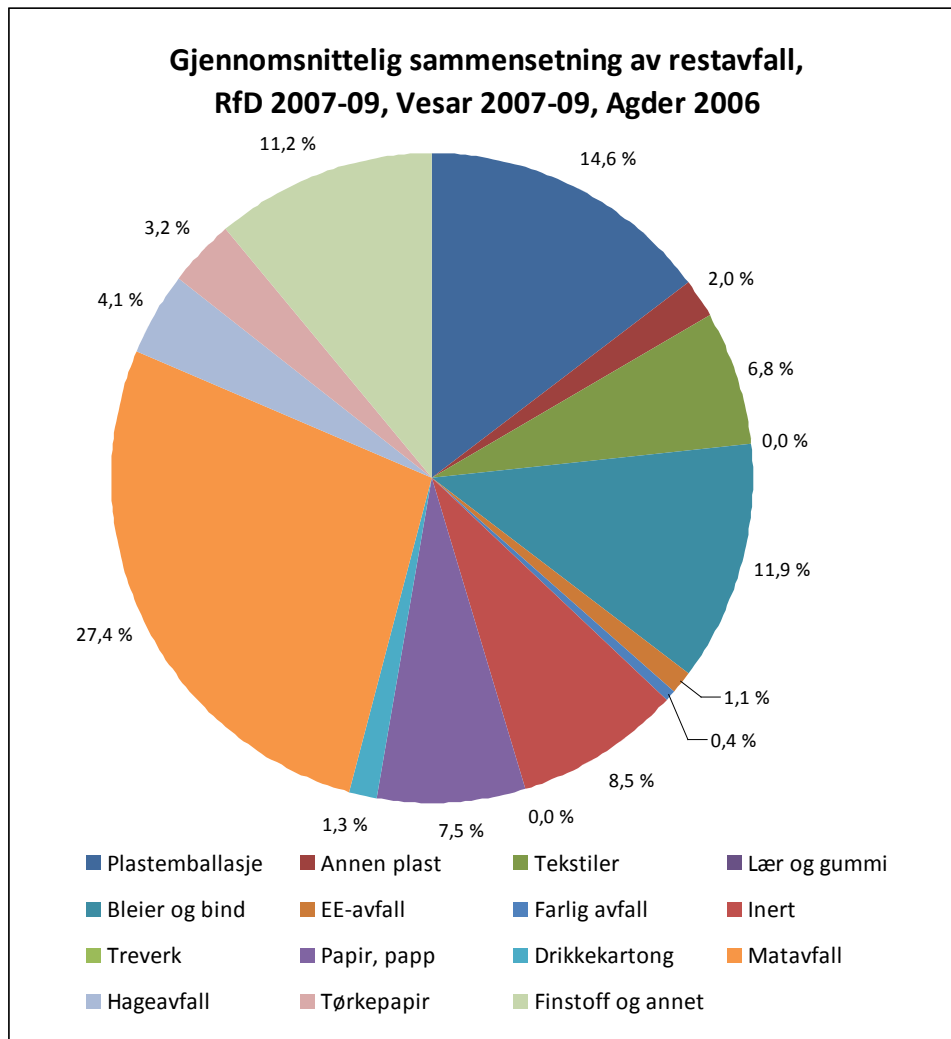
Disse plukkanalysene representerer nær 1, 5 mill. innbyggere og representerer derfor mer enn 30 % av avfallsgrunnet på landsbasis. De fleste analysene er gjennomført i Østlandsområdet og på Sørlandet. Eventuelle geografiske forskjeller vil derfor i mindre grad fanges opp i analysene.

Resultatene fra analysene er sammenstilt nedenfor og vises som gjennomsnittstall for kommuner som hhv sorterer og som ikke sorterer matavfall. Jf. for øvrig ref [1] (vedlegg 4).

Figur 3.8.1: Gjennomsnittlig sammensetning av restavfall i kommuner som ikke sorterer matavfall



Figur 3.8.2: Gjennomsnittlig sammensetning av restavfall i kommuner som ikke sorterer matavfall



4 Materialstrømsanalyse og modellberegning – hushold.avfall

4.1 Datagrunnlaget

Det er gjennomført en materialstrømsanalyse for de store fraksjonene husholdningsavfall i hovedsak basert på data fra Statistisk sentralbyrå (SSB). Det er benyttet data både fra kommunestatistikken som oppsummerer kommunenes rapportering på avfallsområdet via KOSTRA og avfallsregnskapet som er SSBs beregning av de totale avfallsmengdene som oppstår fordelt på bransjer og avfallsfraksjoner, jf. www.ssb.no. I tillegg er det innhentet data fra materialselskap og tilgjengelig litteratur.

Ettersom det foreligger mye statistikk over husholdningsavfallet gir det en mulighet for å kombinere materialstrømanalyser, foreliggende statistikk og plukkanalyser. Etter vår vurdering gir dette et bedre grunnlag for beregningene og dermed også sikrere resultater, enn om man bare skulle basere beregningene på resultater fra et begrenset antall plukkanalyser. Analysen her bygger utelukkende på foreliggende data.

Hensikten med analysen og modellberegningen er å finne fram til total mengde restavfall fra husholdninger tilgjengelig for energiutnyttelse samt total generering av de viktige fraksjonene i husholdningsavfallet. Datagrunnlaget som er lagt til grunn er først og fremst SSBs avfallsstatistikk. For enkelte fraksjoner er det innhentet data fra materialselskapene.

4.2 Hovedfraksjoner

Restavfallet til forbrenning skal fordeles på hovedfraksjoner etter følgende oppsett:

Papiravfall	Store fraksjoner bestemmes ut fra en materialstrømsanalyse og modellberegning.
Våtorganisk avfall	
Plastemballasje	
Annen Plast	Sum øvrig avfall framkommer i modellberegningen. Øvrig avfall fordeles deretter etter sammensetningen i plukkanalysene.
Klær og tekstiler	
Lær og gummi	
Bleier - bind	
EE - Avfall	
Farlig avfall	
Inert	
Treverk	
Finstoff	

4.3 Papiravfall

I forhold til data benyttet i 2006 har SSBs avfallsregnskap nedjustert papirmengden fra husholdninger fra 545 000 tonn (2004) til 475 000 (2009). Sammensetningen er også endret ettersom verken toalettpapir i avløp eller papir i bleier og bind er med i papirtallene. Derimot er det regnet inn papir som brennes hjemme som er anslått av SSB til 15 000 tonn/år. Tørkepapir inngår også i papirfraksjonen i avfallsregnskapet, mens denne fraksjonen her er langt inn som våtorganisk avfall. Mengden tørkepapir er veldig usikker ettersom fraksjonen også er tilgriset med mat og fukt. Dersom vi korrigerer for dette kan vi grovt anta en total mengde tørkepapir på 20 000 tonn. Total mengde papiravfall fra husholdninger korrigert for brenning hjemme og tørkepapir utgjør da 440 000 tonn pr år.

Avfallsstatistikk og plukkanalyser gjennomført på innsamlet papir og papir i restavfallet viser betydelig variasjoner i papirmengde. Oslo-området ligger på over 105 kg/innbygger og år, mens mer landlige områder kan ligge helt ned mot 55 kg/innbygger og år. 440 000 tonn tilvarer omtrent 92 kg/innbygger og år som benyttes som nøkkeltall for papir fra husholdninger.

4.4 Våtorganisk avfall

Våtorganisk avfall fra husholdninger omfatter normalt matavfall, tørkepapir og noe hageavfall som potteplanter, snittblomster m.v. I avfallsregnskapet angir SSB total mengde våtorganisk avfall til 550 000 tonn. Avfallsregnskapet legges til grunn i flere analyser som er foretatt på dette området. SFTs utredning om energipotensialet i avfall angir en mengde matavfall fra husholdninger og storhusholdninger til 500 000 tonn/år.³ Det er gjennomført en del plukkanalyser i kommuner som ikke sorterer matavfall og plukkanalyser der man parallelt gjennomfører analyse av våtorganisk avfall i alle fraksjoner som samles inn. Resultatet av disse analysene angir en samlet mengde våtorganisk avfall i området ca. 95 - 105 kg/innbygger. Mange av analysene omfatter kommuner på Østlandet hvor den gjennomsnittlige avfallsgenereringen fra husholdninger er høy.

Vi har her valg å benytte en gjennomsnittlig generering av våtorganisk avfall på 98 kg/innbygger og år eller ca. 470 000 tonn/år istedenfor avfallsregnskapets anslag som synes å være litt høyt. Tilsvarende tall i 2006 var 440 000 tonn/år.

4.5 Plastemballasje

Grønt Punkt Norge (GPN) har beregnet nevneren for plastemballasje fra husholdninger for 2009 til 76 800 tonn eller ca. 16 kg/innbygger. Mengde innsamlet til materialgjenvinning er av GPN registrert til ca. 18 200 tonn, mens SSB her opererer med noe tusen tonn mer plastemballasje totalt sett. Dersom data fra GPN legges til grunn er mengde plastemballasje i restavfallet til avfall som går til norske forbrenningsanlegg ca. 12,2 kg/innbygger og år. Plukkanalyser for restavfall fra husholdninger angir en betydelig

³ KLIF: Energipotensialet av nedbrytbart avfall (Mepex 2008).

høyere plastmengde med en gjennomsnittelig mengde på nesten 21 kg/innbygger og år. Det kan være flere grunner til dette. Bl.a. kan mengden mat og fukt på plastemballasjen være høyere enn det er korrigert med her. Det kan også være feil i gjennomføringen av plukkanalysene der mer annen plast blir klassifisert som plastemballasje. Sist kan nevnerberegningen til GPN underestimere plastemballasjemengden som oppstår. Vi har her valgt å legge størst vekt på anslagene til GPN, men allikevel ta hensyn til at plastemballasjemengden i restavfallet kan være noe høyere enn disse anslagene og benytter 14 kg/innbygger og år som et nøkkeltall for plastemballasje i restavfallet til norske forbrenningsanlegg.

4.6 Modellberegning

For å beregne avfallsmengdene av de ulike fraksjonene er SSBs avfallsstatistikk (kommunestatistikken) gjennomgått for alle landets kommuner. Data om hvilke kommuner som lever til norske anlegg er lagt inn i beregningsmodellen sammen med nøkkeltall fra materialstrømsanalysen. Dette gir en oversikt over:

- Antall innbyggere i kommuner som leverer avfall til norske forbrenningsanlegg
- Total mengde restavfall fra kommuner som leveres til norske forbrenningsanlegg samt nøkkeltall for mengde restavfall pr innbygger
- Utsortert mengde papir, våtorganisk, plastemballasje.
- Mengde av de 3 store fraksjonene samt summen av øvrige fraksjoner i restavfallet (dvs. alle andre relevante fraksjoner bortsett fra våtorganisk, papir og plastemballasje).

Summen av øvrige fraksjoner er deretter fordelt etter vektet gjennomsnittlig sammensetningen i plukkanalysene.

Totalt viser beregningen at ca. 3, 4 millioner innbyggere leverer restavfall til norske forbrenningsanlegg. Total mengde restavfall er beregnet til 610 000 tonn som er godt i overensstemmelse med data innrapportert fra anleggene, jf. tabell 2.2.1. Resultatet av modellberegningen gir følgende fordeling i restavfallet som leveres til norske forbrenningsanlegg.

Tabell 4.6.1: Husholdningsavfall til forbrenning - mengde, sammensetning og nøkkeltall

Fraksjon	Mengde i restavfallet			Beregningsgrunnlag
	Tonn	Kg/inb	%	
Våtorganisk avfall	242 700	71,4	39,8 %	Materialstrøm/modellberegning
Papiravfall	94 100	27,7	15,4 %	Materialstrøm/modellberegning
Plastemballasje	47 500	14,0	7,8 %	Materialstrøm/modellberegning
Øvrige avfall	225 700	66,4	37,0 %	Modellberegning/plukkanalyser korrigert
SUM	610 000	179,5	100 %	

Ut fra modellberegningen og plukkanalysene er det beregnet følgende sammensetning av husholdningsavfallet til norske forbrenningsanlegg med tilhørende mengder og nøkkeltall.

Tabell 4.6.2: Husholdningsavfall til forbrenning - mengde, sammensetning og nøkkeltall for alle fraksjoner

Fraksjon	Sammensetning	Mengde	
	%	tonn	Kg/innb
Våtorganisk avfall	39,8 %	242 750	71,4
Papiravfall	15,4 %	94 100	27,7
Plastemballasje	7,8 %	47 500	14,0
Annen plast	1,6 %	9 600	2,8
Tekstiler	5,3 %	32 400	9,5
Bleier og bind	9,7 %	59 300	17,4
EE-avfall	1,3 %	8 200	2,4
Farlig avfall	0,4 %	2 400	0,7
Inert	9,2 %	56 200	16,5
Treverk	0,2 %	950	0,3
Finstoff og annet	9,3 %	56 600	16,7
SUM	100,0 %	610 000	179,5

5 Fornybarandel på vektbasis

5.1 Fordeling

Basert på tilgjengelig litteraturdata er andelen fornybart, fossilt og inert materiale fordelt i alle avfallsfraksjoner. Tabellen nedenfor viser denne fordelingen for hovedfraksjonene. For sammensatte fraksjoner er fordelingen også gjennomført på undergrupper. Jf. Ref [1] (vedlegg 4).

Tabell 5.1.1: Fordeling av fossilt, fornybart og inert innhold i avfallsfraksjoner

Materiale	Fossilt innhold	Fornybart innhold	Inert innhold	Merknad
Plastemballasje	99,3 %	0,0 %	0,7 %	
Annen Plast	88,1 %	0,0 %	11,9 %	Snitt av all undergrupper
Klær og tekstiler	48,8 %	48,8 %	2,4 %	Snitt av all undergrupper
Lær og gummi	26,5 %	26,5 %	47,0 %	Snitt av all undergrupper
Bleier - bind	22,3 %	77,5 %	0,2 %	
EE - Avfall	36,6 %	38,9 %	24,5 %	Snitt av all undergrupper
Farlig avfall	61,8 %	0,0 %	38,3 %	Snitt av all undergrupper
Inert	0,0 %	0,0 %	100,0 %	
Treverk	5,0 %	91,9 %	3,2 %	Snitt av all undergrupper
Papiravfall	4,4 %	83,9 %	11,7 %	Snitt av all undergrupper
Våtorganisk	0,0 %	88,3 %	11,7 %	Snitt av all undergrupper
Finstoff	25 %	50 %	25 %	Snitt av all undergrupper

I plukkanalysene er sammensatte grupper fordelt etter det faktiske innholdet som kan avvike noe fra oppsettet ovenfor.

5.2 Fornybarandel på vektbasis

5.2.1 Samlet for hele avfallsmengden

Fornybar, fossil og inert andel på vektbasis er først beregnet for hver avfallsfraksjon i hver avfallskategori. Deretter er fraksjonenes bidrag til hhv fornybar, fossilt og inert summert innenfor avfallskategorien. Beregningene er til slutt gjennomført på den totale mengde avfall til forbrenning i norske anlegg i 2009, ved å vekte andel fornybart, fossilt og inert mot mengdene avfall i hver avfallskategori.

Resultatene fra beregningene er vist i tabellen nedenfor:

Tabell 5.2.1. Fornybar, fossil og inertandel fordelt på avfallskategorier

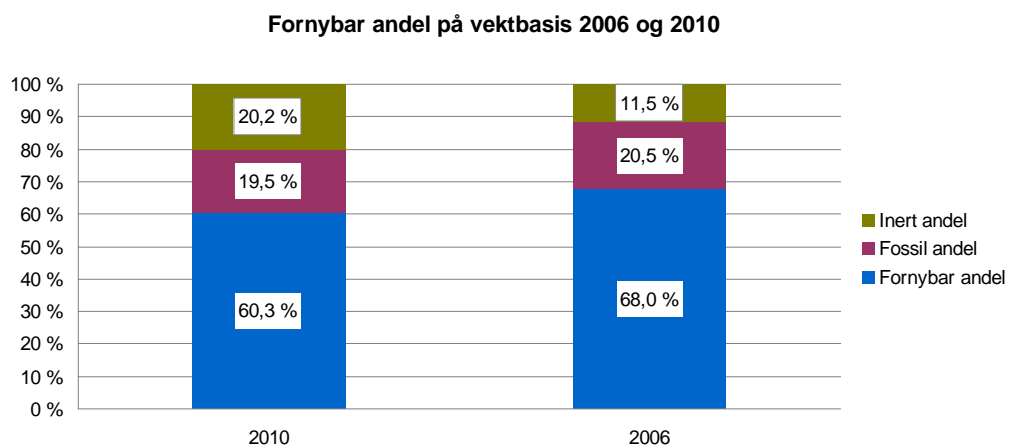
	H	N1	N2	N3	N4	Vektet gjennomsnitt
Fornybarandel	17,7 %	22,9 %	18,1 %	22,2 %	21 %	20 %
Fossilandel	64,3 %	51,0 %	66,1 %	60,3 %	68 %	60 %
Inertandel	18,0 %	26,1 %	15,7 %	17,5 %	11 %	20 %
	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Fornybarandel er beregnet til ca. 60 % på vektbasis. Den fossile andelen er beregnet til ca. 20 % og inertandel til ca. 20 %. Dersom man ser bort fra den inerte andelen og bare regner på brennbare delen av avfallet er fornybarandel ca. 75 % av det brennbare avfallet. 25 % er fossilt.

5.2.2 Sammenligning med resultatene i 2006

Fornybarandelen på vektbasis ble i 2006 beregnet til 68 %, og er dermed 8 % poeng lavere i denne beregningen. Fossilandel ble i 2006 beregnet til 20,5 % på vektbasis og er nå 1 % poeng lavere. Inertandel derimot som var 11,5 % i 2006 er nå 8,5 % poeng høyere.

Figur 5.2.1 : Fornybarandel på vektbasis i 2006 og 2010



Bakgrunnen for denne endringen er til dels at det er tatt mer hensyn til det faktiske innholdet av fossilt, fornybart og inert materiale, men det skyldes også endringer i avfallssammensetningen, spesielt sammensetningen av sortert næringsavfall. Jf. kapittel 7 Diskusjon og usikkerhet.

6 Fornybarandel på energibasis

6.1 Innledning

Det er til slutt foretatt en beregning av fornybarandelen på energibasis. Beregningen er foretatt i en bergningsmodell som er utviklet av PROFU og som ble benyttet i beregningen som ble gjennomført i 2006. PROFU har kvalitetssikret beregningene og gått gjennom dette kapitlet i sluttrapporten.

Det er grunn til å understreke at en fornybarandel på vektbasis og energibasis ikke vil være det samme ettersom disse fraksjonene har ulike egenskaper. Det viktigste er her at de fossile fraksjonene har høyere brennverdi og lavere fuktinnhold enn fornybart avfall.

6.2 Metodikk og beregningsmodell

For å beregne hhv den fornybare og fossile andelen på energibasis er det benyttet data fra PROFUs database (SEA) som angir egenskaper til de ulike avfallfraksjonene, i kombinasjon med mengdedata og beregnet fornybarandel på vektbasis.

Energiandelen av det fornybare og det fossile avfallet er beregnet på hele avfallsmengden som går til forbrenning i norske anlegg. Beregningene er først gjennomført for hver avfallskategori H, N1, N2, N3 og N4.

For hver avfallsfraksjon i hver enkelt avfallskategori er det vha databasen funnet fram til relevante data over kjemisk hovedsammensetning. Modellen beskriver derfor hver fraksjon (plast, papir, tekstiler osv) med innhold av hovedbestanddelene:

- Karbon (C)
- Hydrogen (H)
- Oksygen (O)
- Nitrogen (S)
- Svovel (S)
- Aske
- Fukt

Deretter summeres alle de fossile og de fornybare bidragene til hovedbestanddelene (C, H, O osv) hver for seg for hver avfallskategori. Inert i den enkelte fraksjon er fordelt på hhv fossilt og fornybart avfall etter andelen fossilt og fornybart i fraksjonen. Inertfraksjonen er likt fordelt på fossilt og fornybart.

De fossile og fornybare bidragene til hver bestanddel i hver avfallskategori summeres deretter proporsjonalt i forhold til den mengden av hver kategori som forbrennes i norske forbrenningsanlegg. Deretter summeres dette for hele avfallsmengden. Resultatet av dette er at man har beregnet den kjemiske sammensetningen av hhv det fossile og det fornybare avfallet som går til norske forbrenningsanlegg. Disse resultatene er nødvendig for å beregne energiinnholdet i hhv det fossile og det fornybare avfallet.

For beregning av varmeverdi for hele avfallsmengden er det benyttet to formellsett hentet fra ECN⁴ databasen:

$$\text{HHV}_{\text{Milne}} = 0,341\text{C} + 1,322\text{H} - 0,12\text{O} - 0,12\text{N} + 0,0686\text{S} - 0,0153\text{Ash}$$

$$\text{HHV}_{\text{Chan}} = 0,3491\text{C} + 1,17853\text{H} - 0,134\text{O} - 0,0211\text{Ash} + 0,1005\text{S} - 0,0151\text{N}$$

Der:

HHV = Øvre eller kalorimetrisk varmeverdi (MJ/kg)

C = karboninnhold i % av TS

H = hydrogeninnhold i % av TS

O = oksygeninnhold i % av TS

N = nitrogeninnhold i % av TS

S = svovelinnhold i % av TS

Ash = askeinnhold i % av TS

Formel for beregning av kalorimetrisk varmeverdi for hele avfallsmengde (inkludert fukt) er:

$$\text{HHV}_{\text{hele avfallet}} = \text{HHV} \times (1 - w/100) \text{ der } w = \text{fuktinnhold i \%}$$

Nedre effektiv brennverdi (LVH) kan da beregnes for hele avfallsmengden og for hhv den fossile andelen og den fornybare andelen etter følgende formel:

$$\text{LHV} = (\text{HHV} - 2,442 \times 8,936 \times \text{H}/100) \times (1 - w/100) - 2,442 \times w/100 \text{ (MJ/kg)}$$

Forholdet mellom varmeverdien for fornybart avfall og varmeverdien for den totale avfallsmengden angir den fornybare andelen på energibasis.

6.3 Resultat

Resultatet av beregningen viser en fornybarandel, basert på nedre effektiv brennverdi, på 52 % av avfallet. Beregningene viser liten endring i forhold til beregningene i 2006 som ga en fornybarandel på 50 %.

Varmeverdi - hele avfallsmengden	11,5 MJ/kg
Fossil energiandel	48 %
Fornybar energiandel	52 %

⁴ ECN = Energy research center of the Netherlands (www.ecn.nl/phyllis)

Dersom resultatet fordeles på de 5 avfallskategoriene gir det følgende resultat:

Tabell 6.3.1: Energiinnhold og fornybarandel beregnet for hver avfallskategori

		H	N1	N2	N3	N4
Varmeverdi (LHV)	MJ/kg	10,4	13	10,6	13,9	16,6
Totalt energiinnhold	TWh	1,8	1,2	0,34	0,08	0,08
Fornybarandel	%	53 %	51 %	49 %	59 %	58 %
Fossilandel	%	47 %	49 %	51 %	41 %	42 %

Total energiinnhold i avfall til norske forbrenningsanlegg er beregnet til ca. 3,5 TWh pr år. Tabellen over viser gjennomsnittelig varmeverdi og energiinnhold i hver avfallskategori, samt den fornybare og fossile energiandelen som % - andel.

7 Diskusjon og usikkerhet

7.1 Følsomhet

Usikkerheten som antas å ha størst betydning i prosjektet er at beregnet sammensetning av avfallet ikke er representativt for avfallet som går til norske anlegg. Dette kan reflektere usikkerheter i plukkanalysene for næringsavfall som vi vet er store, og at sammensetningen av husholdningsavfallet i 2 – 3 år gamle plukkanalyser ikke representerer dagens avfallssammensetning.

7.1.1 Sammensetning av husholdningsavfallet

Sammensetningen av husholdningsavfall framkommer her dels som resultat av en materialstrømsanalyse og modellberegning, dels på bakgrunn av plukkanalyser.

Det er foretatt alternative beregninger der resultatet av plukkanalysene legges til grunn for all sammensetning av husholdningsavfall. Regnet på hele avfallsmengden gir ikke dette noe vesentlig endring i resultatet. Fornybarandelen er regnet til 61 % på vektbasis og 50 % på energibasis.

7.1.2 Inertandelen i sortert næringsavfall

Inertandelen i avfallet er beregnet til ca. 20 % på vektbasis. Normalt regnes den totale askeandelen fra ”massburn”- anlegg å ligge i størrelsesorden 19 – 21 %, mens anlegg som benytter mer forbehandlet brensel vil ha en noe lavere askeandel. I asken vil det også være noe uforbrent avfall, så andel inert funnet i prosjektet er derfor noe høyere enn den vi ville forvente. Det er først og fremst inert i næringsavfall som er høy, noe som primært skyldes mye inert i den ene plukkanalysen. Dersom denne analysen ikke tas med reduseres inertandelen totalt sett til ca. 18 %. Regnet på hele avfallsmengden gir ikke dette noen vesentlig endring i resultatet. Fornybarandelen er regnet til 62 % på vektbasis og 51 % på energibasis.

7.1.3 Beregning med bruk av plukkanalyse med høy fornybarandel

Det er benyttet data fra plukkanalysene for husholdning og næringer (N1) som har høyest fornybart innhold på vektbasis. Det er plukkanalyser fra kommuner som ikke sorterer mat og plukkanalysen fra Oslo (N1). Dersom denne sammensetningen legges til grunn for hele avfallsmengden gir det en fornybarandel på vektbasis på 65 % og på energibasis på 54 %.

7.1.4 Beregning med bruk av plukkanalysedata med høy fossilandel

Det er også benyttet datasett fra plukkanalyser for husholdning og næring N1 som har høyest fossilt innhold på vektbasis. Det er plukkanalyser fra kommuner som sorterer matavfall i dag og plukkanalysen fra Tønsberg (N1). Dersom dette legges til grunn for hele avfallsmengden gir det ganske store utslag med en fornybarandel på vektbasis på 56 % og på energibasis på 42 %.

Denne beregningen viser også at en utvikling der flere kommuner sorterer ut våtorganisk avfall vil øke den fossile andelen i avfallet.

7.2 Sammenfatning

I tillegg til vurderingene som er omtalt ovenfor viste beregninger foretatt i 2006 at hverken fordeling av fukt eller usikkerhet i litteraturdata vil påvirke resultatet vesentlig.

Følsomhetsvurderingene viser at resultatet som er beregnet er relativt robust. Samtidig viser resultatene at økt utsortering av matavfall i kommuner som leverer restavfall til norske anlegg vil føre til redusert fornybarandel i restavfallet. Resultatene viser også økende andel inert i brensel som produseres i sorteringsanleggene. Dette påvirker også fornybarandelen, om enn i mindre grad regnet på energibasis.

Basert på gjennomsnittsbetraktninger for fornybart og fossilt innhold i de 5 avfallskategoriene, og de avfallsmenger som er innrapportert fra anleggene vil fornybarandelen på energibasis ligge i området 52 % +/- 2 % for det enkelte anlegg. Anlegg med en sammensetning som avviker mye fra gjennomsnittet kan ha en høyere eller lavere fornybarandel enn dette. Basert på følsomhetsberegningene ovenfor kan fornybarandelen for det enkelte anlegg ligge i området 45 – 55 % på energibasis.

8 Referanser

- [1] Jarle Martinsen: Fornybar adel i avfall til norske forbrenningsanlegg – oppdatering. AvfallNorge rapport nr 4/2010.

Denne serien utgis av Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

Utgitt i Oppdragsrapportserie A i 2011

Nr. 1 Dam Break Analysis for Aparan Reservoir, Armenia. Per Ludvig Bjerke (23 s.)

Nr. 2 Fornybarandel i avfall til norske forbrenningsanlegg. Jarle Marthinsen, Mepex Consult AS (39 s.)



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

N V E

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen,
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Internett: www.nve.no