

## Bioforsk Rapport

Vol. 8 Nr. 170 2013

# Effektive dyrkingssystemer for miljø og klima

## Biogass av restavlinger

Arne Grønlund

Bioforsk Jord og miljø, Ås







**Hovedkontor**  
Frederik A. Dahls vei 20,  
1432 Ås  
Tlf: 03 246  
Fax: 63 00 92 10  
post@bioforsk.no

**Bioforsk Jord og miljø**  
Frederik A. Dahls vei 20  
1432 Ås  
Tlf: 03 246  
Faks: 63 00 94 10  
jord@bioforsk.no

**Tittel/Title:**  
Effektive dyrkingssystemer for miljø og klima. Biogass av restavlinger.

**Forfatter(e)/Autor(s):**  
Arne Grønlund

<b>Dato/Date:</b> 12.12.2013	<b>Tilgjengelighet/Availability:</b> Åpen	<b>Prosjekt nr./Project No.:</b> 8540	<b>Arkiv nr./Archive No.:</b>
<b>Rapport nr./Report No.:</b> 170/2013	<b>ISBN-nr.:</b> 978-82-17-01182-8	<b>Antall sider/Number of pages:</b> 10	<b>Antall vedlegg/Number of appendix:</b>

<b>Stikkord/Keywords:</b> Restvlinger, potet, grønnsaker klimagasser, biogass	<b>Fagområde/Field of work:</b> Jord og miljø
--	--

**Sammendrag**

Restavlinger av potet og grønnsaker representerer en kilde til lystgassutslipp som er beregnet til ca 2700 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Potensialet for utslippsreduksjon som følge av innsamling av restavlingene for produksjon av biogass er beregnet til ca 2420 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, som utgjør 0,03 % av jordbrukets totalutslipp av klimagasser.

Biogasspotensialet av restavlinger av potet og grønnsaker er beregnet til ca 85 000 tonn metan. Substitusjonseffekten ved bruk som biodrivstoff er beregnet til å være ca 32 000 tonn CO<sub>2</sub> som er ca 0,5 prosent av jordbrukets totale klimagassutslipp, og ca 14 ganger større enn den direkte utslippsreduksjonen.

50 prosent av potensialet kan oppnås ved å samle inn restavlingene fra de største produsentene som utgjør mindre enn 10 prosent av totalt antall, eller alle restavlingene fra de kommunene med størst produksjon av potet og grønnsaker, som utgjør mindre enn 5 prosent av kommunene hvor disse vekstene dyrkes.

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader

Daniel Rasse

Marianne Bechmann

## Innhold

---

Sammendrag .....	3
1. Innledning.....	4
2. Beregningsmetoder .....	5
2.1 Arealer og avlinger .....	5
2.2 Klimagassutslipp .....	5
2.3 Biogasspotensial og substitusjonseffekt .....	5
3. Resultater og diskusjon.....	6
3.1 Arealer og avlinger .....	6
3.2 N <sub>2</sub> O-utslipp fra restavlinger .....	6
3.3 Biogasspotensial og substitusjonseffekt .....	6
3.4 Total klimagasseffekt .....	7
4. Konklusjoner .....	9
5. Referanser .....	10

## Sammendrag

---

I denne rapporten er det presentert en beregning av utslippsreduksjon av klimagasser, biogasspotensial og substitusjonseffekt av å produsere biogass av restavlinger fra potet og grønnsaker.

Utslipp av lystgass antas å utgjøre 0,0125 kg N<sub>2</sub>O-N per kg N i restavlinger. Andel N i restavlinger kan bergenes på grunnlag av avlingsmengde og standard koeffisienter for andel restavling, andel tørrstoff og andel N av tørrstoff. Biogasspotensialet av restavlinger av potet og grønnsaker er antatt å være 350 m<sup>3</sup> metan per tonn tørrstoff. Ved bruk som biodrivstoff i sted for diesel forutsettes biogass å gi kunne en substitusjonseffekt på 3,77 kg CO<sub>2</sub> per kg metan.

Den totale mengden restavling av potet og grønnsaker er beregnet til ca 203 000 tonn, mens tørrstoffinnholdet og N-innholdet er beregnet til henholdsvis ca 40 000 og 442 tonn. Utslipper fra disse vekstene er beregnet til ca 2700 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, mens potensialet for utslippsreduksjon som følge av innsamling av restavlingene til produksjon av biogass er beregnet til ca 2420 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, som utgjør 0,03 % av jordbrukets totalutslipp av klimagasser.

Det totale biogasspotensialet av restavlinger av potet og grønnsaker er beregnet til ca 12,6 millioner m<sup>3</sup> og ca 85 000 tonn metan. Substitusjonseffekten ved bruk som biodrivstoff er beregnet til å være ca 32 000 tonn CO<sub>2</sub> som er ca 0,5 prosent av jordbrukets totale klimagassutslipp, og ca 14 ganger større enn den direkte utslippsreduksjonen. De reelle effektene er avhengig av hvor stor andel av de totale restavlingene som kan bli brukt til biogassproduksjon. En kan samle inn en stor del av restavlingene ved å prioritere de største produsentene av potet og grønnsaker. For å oppnå 50 prosent av potensialet er det tilstrekkelig å samle inn restavlingene fra de største produsentene som utgjør mindre enn 10 prosent av totalt antall, eller alle restavlingene fra de kommunene med størst produksjon av potet og grønnsaker, som utgjør mindre enn 5 prosent av kommunene hvor disse vekstene dyrkes.

# 1. Innledning

---

Restavlinger er kilde til utslipp av lystgass. I 2011 var utslippet beregnet til 234 tonn N<sub>2</sub>O (Snellingen Bye et al. 2012) som tilsvarer ca 73 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter og 1,3 % av jordbrukets totale klimagassutslipp. For enkelte vekster kan restavlinger utgjøre et viktig råstoff for biogassproduksjon. Innsamling av restavlinger og produksjon av biogass vil både redusere lystgassutslippene og produsere CO<sub>2</sub>-nøytral energi som kan erstatte fossilt drivstoff.

I Norge antas innsamling av restavlinger for biogassproduksjon å være mest aktuelt for poteter og grønnsaker. I denne rapporten er det beregnet utslippsreduksjon, biogasspotensial og substitusjonseffekt av å produsere biogass av restavlinger fra disse vekstene.

## 2. Beregningsmetoder

### 2.1 Arealer og avlinger

Opplysninger om antall produsenter, arealer av poteter og grønnsaker er skaffet fra søknad om produksjonstilskudd. Avlinger per dekar er skaffet fra SSBs statistikkbank og beregnet som gjennomsnittsavling for årene 2008-2012. Grønnsakavling er beregnet som veid gjennomsnittsavling (total avling dividert med totalt areal) for de 20 viktigste grønnsakslagene som dyrkes på friland i Norge. Restavlinger fra totalt og agurk produsert i veksthus representerer en avling på 18 % av frilandsgrønnsakene. De er derfor et aktuelt råstoff for biogassproduksjon, men inngår ikke i beregningene som er gjort i denne rapporten.

### 2.2 Klimagassutslipp

Utslipp av lystgass antas å utgjøre 0,0125 kg N<sub>2</sub>O-N per kg N i restavlinger. Andel N i restavlinger kan beregnes på grunnlag av mengde restavling, andel tørrstoff og andel N av tørrstoff (tabell 1).

Tabell 1. Koeffisienter for beregning av N i restavlinger (Sandmo 2012).

	Restavling/ avling	Andel TS av restavling	Andel N av TS
Poteter	0,4	0,20	0,011
Rotvekster <sup>1)</sup>	0,3	0,20	0,0228
Grønnsaker <sup>2)</sup>	0,8	0,20	0,005

1) Kålrot, gulrot, løk, knollsellerei, reddik og nepe

2) Kål, kinakål, brokkoli, puarre, stilkselleri, salat, sylteagurk og sukkermais

Arealer av vekstene er skaffet fra søknad om produksjonstilskudd. Avlinger er skaffet fra SSBs statistikkbank.

### 2.3 Biogasspotensial og substitusjonseffekt

Biogasspotensialet for vegetabilsk avfall er oppgitt til mellom 299 og 666 m<sup>3</sup> metan per tonn tørrstoff (Ohr et al. 2012). En har på dette grunnlaget antatt at restavlinger av potet og grønnsaker kan ha et potensial på 350 m<sup>3</sup> metan per tonn tørrstoff. Substitusjonseffekten er avhengig av hvordan biogassen blir utnyttet og er størst når den oppgraderes til drivstoff som erstatter fossilt drivstoff.

Energiinnholdet i ulike typer drivstoff er oppgitt til 50,2 MJ/kg for metan, 43,9 MJ for bensin og 43,1 MJ for dieselolje (<http://www.energifakta.no/documents/Fakta/Omregning/Brensler.htm>). Forutsatt samme utnyttelsesgrad kan 1 kg metan brukt som drivstoff erstatte 1,19 kg dieselolje. 1 kg dieselolje kan antas å gi et utslipp på 3,17 kg CO<sub>2</sub>. Under disse forutsetningene kan 1 kg metan kunne antas å erstatte et utslipp på 3,77 kg CO<sub>2</sub> fra dieselolje.

## 3. Resultater og diskusjon

### 3.1 Arealer og avlinger

Potet og grønnsaker utgjorde til sammen et areal på ca 190 000 dekar i 2012 (tabell 2). Avling per dekar er beregnet som gjennomsnittsavling for potet og 20 grønnsakslag for årene 2008-2012. Total mengde restavling av potet og grønnsaker er beregnet til ca 210 000 tonn totalt. Tørrstoffinnholdet og N-innholdet er beregnet til henholdsvis ca 42 000 og 360 tonn.

Tabell 2. Arealer, avling, beregnet restavling og innhold i restavling av potet og grønnsaker.

	Areal	Avling, kg/dekar	Avling, tonn	Restavling Tonn	Innhold i restavling, tonn	
					Tørrstoff	Nitrogen
Potet	126 531	2 473	312 911	125 164	25 033	275
Grønnsaker	62 592	2 359	147 645	75 548	15 110	166
Sum	189 123		460 556	200 712	40 142	442

### 3.2 N<sub>2</sub>O-utslipp fra restavlinger

Beregnet N<sub>2</sub>O-utslipp fra restavlinger fra potet og grønnsaker er vist i tabell 3. Utslippet fra restavlingene fra disse vekstene er beregnet til 8,7 tonn N<sub>2</sub>O som tilsvarer ca 2700 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Forutsatt at høstbar andel av restavlingene er 0,9, kan potensialet for utslippsreduksjon som følge av innsamling av restavlingene beregnes til ca 7,8 tonn N<sub>2</sub>O som tilsvarer ca 2420 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter og som utgjør ca 3,3 prosent av totalutslippene fra restavlingene og ca 0,038 prosent av jordbrukets totalutslipp av klimagasser.

Tabell 3. Beregnet N<sub>2</sub>O-utslipp og potensial for utslippsreduksjon ved innsamling av restavlinger fra potet og grønnsaker.

	Nåværende utslipp		Potensial for utslippsreduksjon			
			Tonn		Prosent	
	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> -ekv	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub> -ekv.	Av rest-avling totalt	Av landbrukets utslipp
Potet	5,4	1 677	4,9	1 509	2,08	0,024
Grønnsaker	3,3	1 014	2,9	912	1,26	0,014
Sum	8,7	2 690	7,8	2 421	3,34	0,038

### 3.3 Biogasspotensial og substitusjonseffekt

Beregnet biogasspotensial og substitusjonseffekt av biogass fra restavlinger av potet og grønnsaker er vist i tabell 4. I beregningene er det forutsatt en høstbar andel av restavlingene på 0,9. Det totale biogasspotensialet er beregnet til ca 12,6 millioner m<sup>3</sup> og ca 8 500 tonn metan. Substitusjonseffekten ved bruk som biodrivstoff er beregnet til ca 32 000 tonn CO<sub>2</sub> om er ca 44 prosent av de totale N<sub>2</sub>O-utslippene fra restavlinger og ca 0,5 prosent av landbrukets totale klimagassutslipp.



Tabell 4. Biogasspotensial og substitusjonseffekt av biogass fra restavlinger av potet og grønnsaker.

	Høstbar andel	Biogasspotensial		Substitusjonseffekt		
		1000 m <sup>3</sup>	Tonn	Tonn CO <sub>2</sub>	Prosent	
					Av rest-avling totalt	Av landbrukets utslipp
Potet	0,9	7 885	5 283	19 913	27,5	0,31
Grønnsaker	0,9	4 759	3 189	12 019	16,6	0,19
Sum		12 645	8 472	31 932	44,0	0,50

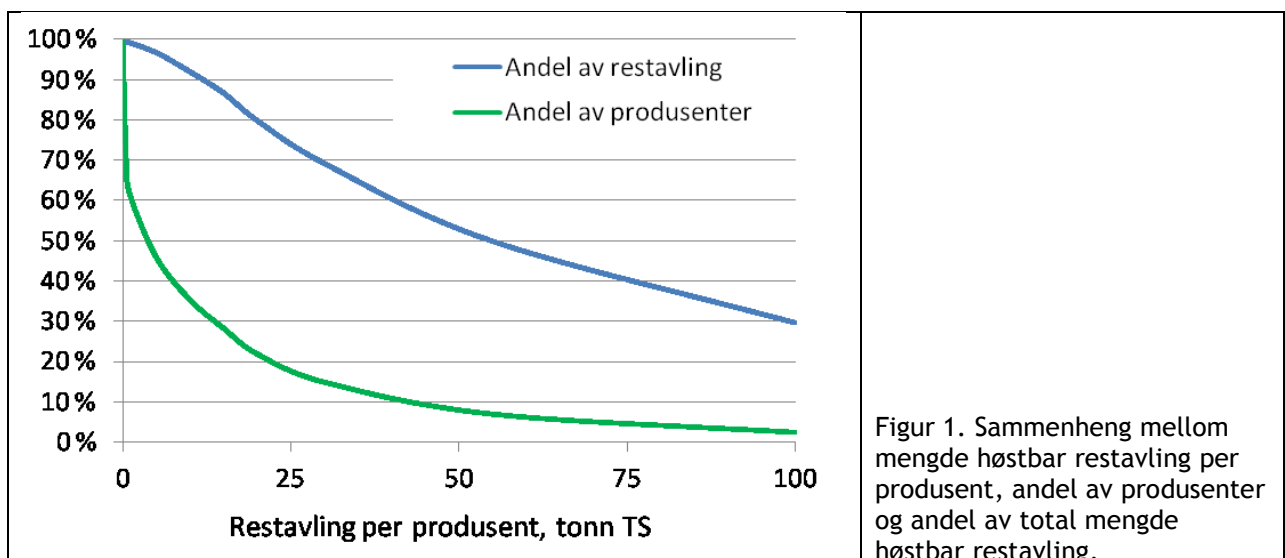
### 3.4 Total klimagasseffekt

Totalt potensial for utslippsreduksjon og substitusjonseffekt ved bruk av restavlinger til biogassproduksjon er til sammen beregnet til ca 33 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (tabell 5). Den beregnede substitusjonseffekten er ca 14 ganger så mye som utslippsreduksjonen av N<sub>2</sub>O som følge av fjerning av restavlingene. Det er ikke tatt hensyn til eventuelle utslipp av lystgass eller metan i prosessen for biogassproduksjon.

Tabell 5. Potensiell utslippsreduksjon og substitusjonseffekt.

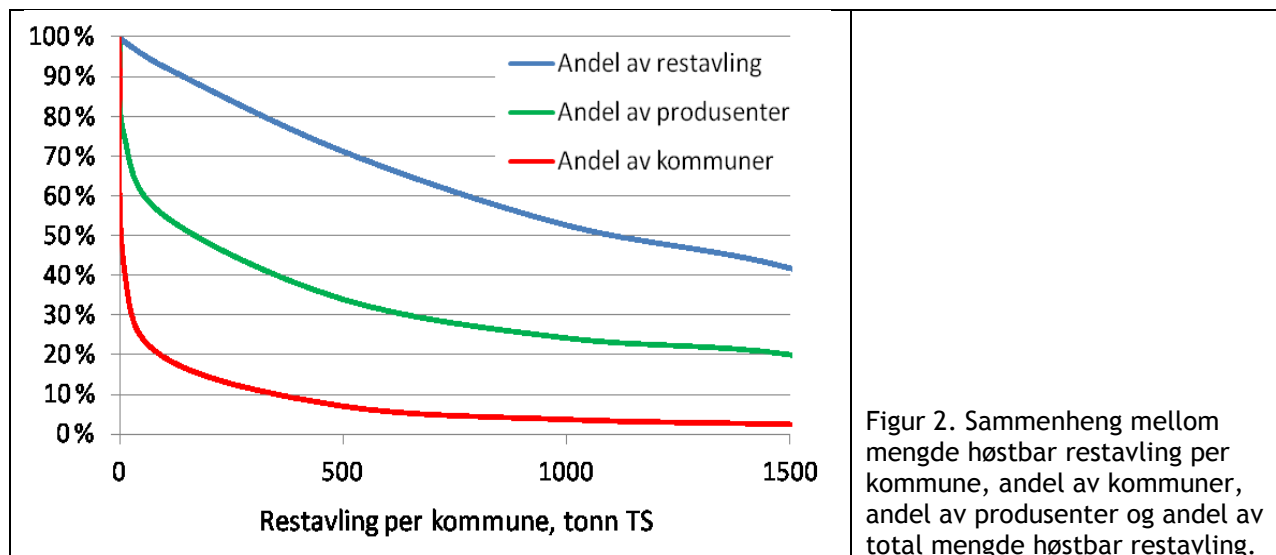
	CO <sub>2</sub> -ekvivalenter, tonn			Prosent	
	Redusert N <sub>2</sub> O-utslipp	Substitusjons-effekt	Totalt	Av restavling totalt	Av landbrukets utslipp
Potet	1 509	19 913	21 422	29,5	0,34
Grønnsaker	912	12 019	12 932	17,8	0,20
Sum	2 421	31 932	33 354	47,4	0,54

De reelle effektene er avhengig av hvor stor andel av de totale restavlingene av potet og grønnsaker som blir brukt til biogassproduksjon. Muligheten for innsamling av restavling er avhengig av flere faktorer, bl. a. mengde produsert per produsent og kommune. Ifølge søknad om produksjonstilskudd ble det i 2012 produsert potet eller grønnsaker på 2701 gårdsbruk fordelt på 325 kommuner. Sammenhengen mellom mengde høstbar restavling per produsent, andel av produsenter og andel av mengde restavling totalt er vist i figur 1. Figuren viser at dersom restavlingen samles inn fra alle produsenter med mer enn 50 tonn tørrstoff, utgjør dette i underkant av 10 prosent av produsentene og i overkant av 50 prosent av total mengde høstbar restavling av potet og grønnsaker.



Figur 1. Sammenheng mellom mengde høstbar restavling per produsent, andel av produsenter og andel av total mengde høstbar restavling.

Sammenheng mellom mengde høstbar restavling per kommune, andel av kommuner, andel av produsenter og andel av total mengde høstbar restavling er vist i figur 2. Figuren viser at dersom restavlingen samles inn fra alle kommuner med mer enn 1000 tonn tørrstoff, utgjør dette mindre enn fem prosent av alle kommunene med potet og grønnsakproduksjon, ca 25 prosent av produsentene og i overkant av 50 prosent av total mengde høstbar restavling av potet og grønnsaker.



Restavlinger av poteter og grønnsaker har et relativt høyt biogasspotensial og kan sammenlignes med vegetabilsk matavfall. De egner seg godt til produksjon av biogass i kombinasjon med husdyrgjødsel. I de områder hvor det etableres biogassanlegg for husdyrgjødsel eller matavfall må biogassproduksjon av restavlinger antas å være et kostnadseffektivt tiltak for reduksjon av klimagasser.

## 4. Konklusjoner

---

Innsamling av restavlinger av potet og grønnsaker vil føre til en liten reduksjon av utslippene av klimagasser fra jordbruket. Men produksjon av biogass brukt til drivstoff kan gi en substitusjonseffekt som er 14 ganger større enn utslippsreduksjonen. Det totale potensialet for klimagassutslipp og substitusjonseffekt av restavling av potet og grønnsaker er beregnet til ca 34 000 tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter som utgjør ca 47 prosent av nåværende totale utslipp fra restavlinger og ca 0,54 prosent av jordbrukets totale klimagassutslipp. For å oppnå 50 prosent av potensialet er det tilstrekkelig å samle inn restavlingene fra de største produsentene som utgjør mindre enn 10 prosent av totalt antall, eller fra alle restavlingene fra de kommunene med størst produksjon av potet og grønnsaker, som utgjør mindre enn 5 prosent av kommunene med potet og grønnsaker.

## 5. Referanser

---

Ohr, P. B., Stakland Svela, R. & Grini, P. 2012. Biogass I Aust-Agder. Aust-Agder fylkeskommune, Asplan Viak AS. 56 s.

Sandmo (ed) 2012. The Norwegian Emission Inventory 2012. Documentation of methodologies for estimating emissions of greenhouse gases and long-range transboundary air pollutants. Statistisk sentralbyrå Oslo-Kongsvinger. Documents 43/2012. 273 s.

Snellingen Bye, A., Aarstad, P. A., Løvberget, A. I. & Høye, H. 2012. Jordbruk og Miljø. Tilstand og utvikling 2012. SSB. ISBN 978-82-537-8549-3 (trykt), ISBN 978-82-537-8550-9 (elektronisk), 130 s.