


 JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik
 

Sönderdelningstekniker för fastgödsel

Skövde den 20-21 november 2013





 The project is partly financed by the European Union
 European Regional Development Fund
 
 Ingår i SP-koncernen



Begränsningar kopplat till teknik

- CSTR samrötning av flyt och fastgödsel.
- Tekniken skall vara applicerbar för små- och mellanskaliga storlekar på röttningsanläggningar.


=>

Mekanisk sönderdelning är i fokus

Generella förutsättningar för lönsam biogas produktion

- Biogasproduktionen must vara över 35 m³ biogas/ton substrat när flytgödsel är huvuds substrat (Hjort-Gregersen, 1998).
 - Nötflytgödsel ofta 10-20 m³ biogas/ton
 - Svinflytgödsel ofta 12-24 m³ biogas/ton

=> Energirikt samrötningssubstrat nödvändigt för att nå 35 m³ biogas/ton!



 The project is partly financed by the European Union
 European Regional Development Fund
 


Baltic Manure: Projektinformation




- Projektledare MTT Finland
- 18 partners från alla EU-länder (8 länder) runt Östersjön, projekttid år 2011-2013
- JTI deltar i tre olika arbetspaket:

(Östersjöprojekt Baltic Manure: Baltic forum for innovative technologies for sustainable manure management)



 The project is partly financed by the European Union
 European Regional Development Fund
 

Sveriges biogaspotential vid gödselrötning



Beräknad brutto-gödselmängd: 22 miljoner ton/år

- kan generera 3,4 – 7,0 TWh biogas/år.




Beräknad TEP-gödselmängd: 8 miljoner ton/år

- kan generera 1,3 – 2,8 TWh biogas/år, dvs 38% av brutto.

Jämförelse

- Idag rötas 0,3 - 0,4 miljoner ton gödsel/år i Sverige (totalt i BSR över 4 miljoner ton gödsel/år)

Källa: Luostarinen et. al, 2013.



 The project is partly financed by the European Union
 European Regional Development Fund
 

Stor variation på stallgödelsens sammansättning



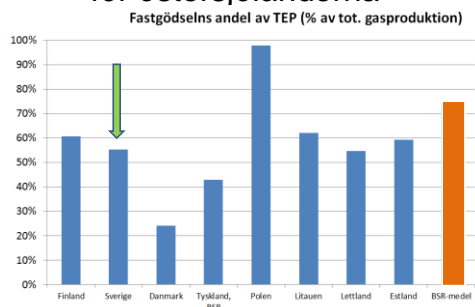
	Flytgödsel, mjölkprod.	Kycklinggödsel	Djupströgödsel	Häst-gödsel	
TS	9	66	28	50 (30-60)	% av våtvikt
N-tot	3	30	Ca 7	4,6	Kg/ton
P	0,6	10	Ca 2	0,8	Kg/ton
Metan	Ca 12	Ca 127	Ca 44	25-50	Nm ³ /ton
Kommentar	CSTR	CSTR	CSTR	CSTR	

CSTR: Metanproduktionen gäller vid kontinuerlig våt rötning

Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund



Fastgödelsens andel i TEP för östersjöländerna



Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund

BSR: Länder som ingår i östersjöregionen
Källa: Luostarinen et al, 2013.



Lignocellulosa



- Innehåller cellulosa, hemicellulosa, lignin.
- Växtfibers kärna består av cellulosa.
- Hemicellulosa fäster ihop paket av cellulosafibrer.
- På ytan är cellulosafibrerna täckta med lignin och detta motverkar nedbrytning (Taherzadeh & Karimi, 2008).
- För att öka nedbrytningstakten vid rötning måste substrat med hög halt av lignocellulosa sönderdelas (sönderdelning höjer enzymernas effektivitet). (Taherzadeh & Karimi, 2008; Bochman et al., 2013)
- För att möjliggöra effektiv hydrolys måste partikelstorleken reduceras väsentligt ner till 1-2 mm (Kratky & Jirout, 2013)

Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund



Mekanisk sönderdelning, fasta substrat

Sönderdelning kan ske i

- Ett steg
- Två/ flera steg

Sönderdelning baserad på våt teknik

- Skärande gödselpump
- En/tvåaxlade kvarnar
- Macerator
- Rotordisk (ex pulper)
-


Sönderdelning baserad på torr teknik

- Kedjekvarn
- Hammerkvarn
- Knivkvarn
- Extruder
-


Baltic Sea Region


Exempel på tekniker för torr sönderdelning

Kedjekvarn



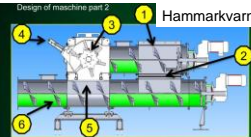
Extruder





Investment: From 30 000 - 200 000 Euro


Hammarkvarn



Sectional view

- 01 Spiral intake conveyor
- 02 By-pass slide feed
- 03 Rotor with floating knives and/or beaters equipment
- 04 Counter knives pendular mounted
- 05 Outlet

Knivkvarn



Sönderdelning med kedjekvarn, sida 1

Hästgödsel (Source: Bio-QZ)









Grasklipp, ångar/parker (Source: Bio-QZ)





Sönderdelning med kedjekvarn, sida 2

Före sönderdelning



Efter sönderdelning





Abbildung 23: Grassilage vor und nach Zerkleinerung mit Querstromzspaner (0 sec Zerkleinerungszeit)

Gränsilage ("Abbildung 23")



helsädsensilage ("Abbildung 24")






Abbildung 24: Grünroggensilage vor und nach Zerkleinerung mit Querstromzspaner (3 sec Zerkleinerungszeit)

Gränsilage ("Abbildung 23") and helsädsensilage ("Abbildung 24") före och efter sönderdelning med kedjekvarn (Brückner & Sawatzki, 2011)

Sönderdelning med extruder

Blandning av gränsilage and djupströgödsel efter extrudering (Lyngsø et al., 2012)



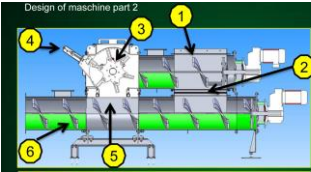





Klöverensilage före och efter sönderdelning med extruder (Lyngsø et al., 2012).




Sönderdelning med hammarkvarn, sida 1



Design of machine part 2

- 01 Spiral intake conveyor
- 02 By-pass slide feed
- 03 Rotor with floating knives and/or beaters equipment
- 04 Counter knives pendular mounted
- 05 Outlet

Hammarkvarn (Källa: Huning)

Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund

Sönderdelning med hammarkvarn, sida 2

Före sönderdelning



Abbildung 19: Rindensilage vor und nach Zerkleinern mit Hammermühle

Efter sönderdelning





Abbildung 20: Maissilage vor und nach Zerkleinern mit Hammermühle



Djupströgödsel från nöt ("Abbildung 19") och maissilage ("Abbildung 20") före och efter sönderdelning med hammarkvarn (Brückner & Sawatzki, 2011)

Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund

Sönderdelning med knivkvarn/köttkvarn

Före sönderdelning



Efter sönderdelning




Vallensilage (exakthack) (Källa: Nordberg et al., 1997)

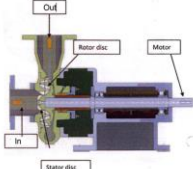


Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund


Exempel på tekniker för våt sönderdelning



Macerator
Källa: Vogelsang




Rotordisk, Källa: DANETV, J.no. 1003




Enkelaxlig kvarn,
Källa: Planet E

Investering: Från 10 000 - 60 000 Euro



Dubbelaxlig kvarn,
Källa: Franklin Miller



Skärande gödselpump, Bild: Edström

Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund

Fiberstorlek, konventionell flytgödsel från mjölkkor



Fiberstorlek hos flytgödsel uppdelad i 3 olika storlekar.



Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund



Fiberstorlek efter konvertering av djupströgödsel till en slurry



Frilagda fibrer efter konvertering av djupströgödsel i två steg med skärande pump följt av dubbelaxlig kvarn



Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund

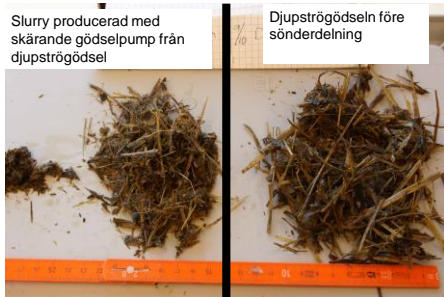


Fibre size after conversion of deep litter into slurry



Slurry producerad med skärande gödselpump från djupströgödsel

Djupströgödseln före sönderdelning



Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund



Litteraturstudie, sönderdelning, elbehov & ökad biogasproduktion i satsvisa försök, del 1

Teknik	Substrat	Sönderdeln.			Tid	Referens	
		TS	+matning	Ökad			
		%	kWh/kg TS	%	Dagar		
HK	F Djupströg., suggor	33%	0,018	n. a.	6%	39	Huning
HK	F Djupströg., nöt	33%	n. a.	n. a.	68%	28	Brückner et al., 2011
HK	F Vallensilage	44%	0,014	n. a.	30%	39	Huning
HK	F Vallensilage	26%	0,023	n. a.	19%	39	Huning
KK	F Vallensilage	n. a.	n. a.	n. a.	-10%	25	Brückner et al., 2011
KK	F Helsädsensilage	n. a.	n. a.	n. a.	-6%	25	Brückner et al., 2011
KK	F Hästg.	≈ 30	0,033	n. a.	14%	35	Oechsner et al., 2012

HK= HammarKvarn; KK = KedjeKvarn
F = Fast sönderdelningsteknik; V = Våt sönderdelningsteknik



Litteraturstudie, sönderdelning, elbehov & ökad biogasproduktion i satsvisa försök, del 2

Teknik	Substrat	Sönderdeln.				Tid Satsvis test Dagar	Referens
		Sönderdeln. TS %	El-behov kWh/kg TS	+matning El-behov kWh/kg TS	Ökad Biogas %		
E	F Djupströg.	45%	0,024	0,049	30%	20-30 d	Lyngsø et al., 2012
E	F Djupströg.	28-40%	n. a.	n. a.	37%	28	Hjort et al., 2011
E	F Djupströg.	28-40%	n. a.	n. a.	28%	90	Hjort et al., 2011
E	F Våtmarksgräs	77%	0,114	0,160	30%	20-30 d	Lyngsø et al., 2012
E	F Vågrensgräs	17%	0,087	n. a.	-7%	33	Bolduan et al., 2011
E	F Hellsädsensilage	36%	0,035	n. a.	7%	42	Menardo et al., 2013
KKV	F Vallensilage	37%	0,065	n. a.	0%	70	Nordberg et al., 1997
KKV	F Vallensilage	37%	0,030	n. a.	0%	70	Nordberg et al., 1997
DIS	V Vallensilage	35%	0,173	n. a.	56%	36	Lindmark et al., 2012
DEF	V Vallensilage	35%	0,023	n. a.	69%	36	Lindmark et al., 2012
DEF	V Nötgödsel	15%	0,0002	n. a.	0%	30	DANETV, J.no. 1003

KKV= KnivKvarn; E = Extruder, DEF= DEFflaker (Rotordisk), DIS = DISpenser; F = Fast sönderdelningsteknik; V = Våt sönderdelningsteknik



Litteraturstudie, sönderdelning, elbehov & ökad biogasproduktion i försök med CSTR

Substrat	TS %	Sönderdeln.			Digester vol. m ³	HRT days	Organic load kg VS/m ³ &d	Digest. temp. °C	Reference
		Sönderdeln. El-behov kWh/kg TS	+matning El-behov kWh/kg TS	Ökad Biogas %					
M V Flytg.	5%	0,002 - 0,026	n.a.	(-5) - (+24)	> 1000	n.a.	n.a.	n.a.	Hartmann et al., 2000
M V Vallens.	25%	0,016	0,036	n.a.	500	n.a.	n.a.	37	Edström et al., 2005
M Hästg & Vallens.	30%	0,032	0,063	n.a.	500	47	2,6	37	Edström et al., 2005
DAG V Hästg, gröda & flytg.	28%	0,022 - 0,048	0,11 - 0,16	n.a.	260	33	3,1	38	Edström et al., 2013
KK F flytg.	n.a.	n.a.	n.a.	40%	923	76	2,5	n.a.	Mönsch-Tegeder et al., 2012
KKV F Vallens.	37%	0,030-0,065	0,080-0,11	n.a.	23	40	4,5-5,0	37	Nordberg et al., 1997

M = Macerator; DAG = DubbelAxlig Kvarn;
KK = KedjeKvarn; KKV= KnivKvarn;
F = Fast sönderdelningsteknik; V = Våt sönderdelningsteknik

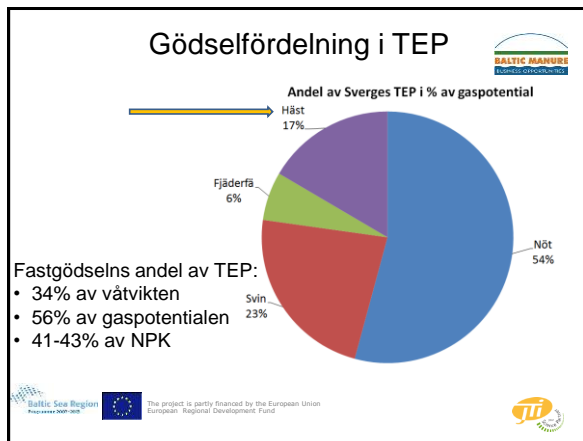
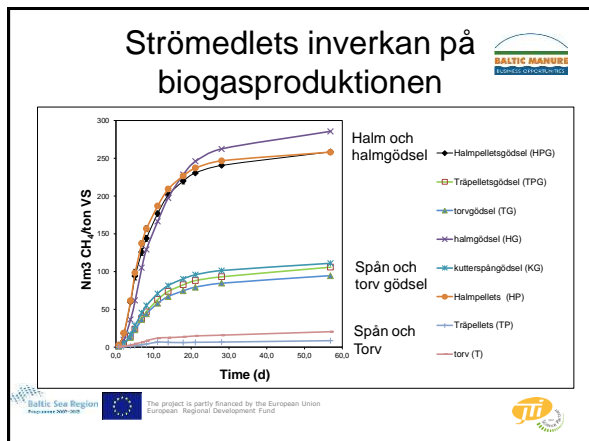


Kort om litteraturstudien

- Tveksamt om någon av teknikerna sönderdelar till partikelstorlek på 1-2 mm.
- Ofta redovisas att sönderdelning ger ökad gasproduktion.
- Ibland öka specifika gasproduktionen väldigt mycket, ibland negativa värden...
- Störst spridning på effekten av sönderdelning för gräs.
- Även stor spridning på effekten med samma teknik....
- När sönderdelningen ger en positiv effekt är skillnaden som störst i början av satsvisa försöket för att minska vid slutet.
- Elbehovet för våt sönderdelningsteknik oftast större
- Elbehovet för matning av finsönderdelningssteg oftast större än själva sönderdelningen
- Sällsynt, studier av a) omrörarfunktion och sönderdelningsgrad, b) ökad inblandning av energirik fast material, c) slitage

Gödselrötningsprojekt 1 vid JTI Hästgödsel





Biogasanläggningen på Sötåsen

Mjölproduktion

- Ca 50-60 kor
- Flytgödsel 2,5-10 ton/dag
- Rötchammare 2x260 m³

Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund

Omrörning och pumpning

- Hög TS-halt i reaktor
- Dålig utrötning av spångödseln
- Stopp i breddavlopp
- Svämtäcke i både efterrötkammaren och lager

Dessa problem beror delvis på att försöken genomfördes på sommaren då det fanns mindre mängd flytgödsel att tillgå. Samt att anläggningen inte var optimerad för dessa TS-halter.

Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund

Sönderdelning och inmatning

- Lite långhalm i gödseln
- Bestod främst av spån och halmpallets
- Få driftstopp förorsakade av gödseln jämfört med djupströbbädd



Baltic Sea Region
Program 2007-2013



The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund



Föroreningar i gödseln



Baltic Sea Region
Program 2007-2013



The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund



Transport

- Det har aldrig varit något problem att fylla containrarna till max vikt (ca 10-13 ton)
- Densiteten varierar en aning 3-6 ton fick plats i rivaren beroende på om det var torr eller blöt gödsel

Baltic Sea Region
Program 2007-2013



The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund



Hygien

- Max 3 gårdar kan samröta utan hygienisering begränsar mängden hästgödsel som kan rötas
- Viktigt att placera anläggningen så att gödsel kan tas in utan att behöva korsa foder och djurtransportsvägar

Baltic Sea Region
Program 2007-2013



The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund



Gödselrötningsprojekt 2 vid JTI



- Samrötning av kycklinggödsel och nötflytgödsel i lab-skala.
- 3 år tillsammans med SLU.
- 70% av biogasen från kycklinggödsel. Höga ammoniumhalter i röt-kammaren! Ca 3 ggr mer $\text{NH}_4\text{-N}$ efter rötning!



Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund



Gödselrötningsprojekt 3 vid JTI



- Samrötning av kycklinggödsel/djupströgödsel/hästgödsel och nötflytgödsel på gårdsanläggning.
- 2,5 år tillsammans med Sötåsens naturbruksgymnasium, Hushållningssällskapet, Götene Gårdsgas, AB G. Alexandersson.
- 60% av biogasen från fastgödseln. Ca 2 ggr mer $\text{NH}_4\text{-N}$ efter rötning!



Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund



Diskussion & slutsatser

- Konverteringen kan ske utan tillsats av vatten vid anläggningar som samrötter fast- och flytgödsel.
- Hur påverkas specifika metanproduktionen av sönderdelning?
- 35 m³ biogas/ton gödselblandning kan uppnås om:
 - a. 1/3-del av blandning utgörs av djupströgödseln
 - b. 2/3-delar av blandning utgörs av flytgödsel
- Sötåsenprojektet med samrötning mellan fast- & flytgödsel har visat att:
 - a. Går att nå 35 m³ biogas/ton substrat enbart med gödsel
 - b. Hela Sveriges tekno-ekonomiska biogaspotentialen går att utvinna med CSTR. Fastgödseln bidrar med 56% av gasen.

Framtida utmaningar



- Teknikutveckling för robust kostnadseffektiv sönderdelningsteknik av djupströgödsel.
- Källsortera stallgödsel och anpassa stallen så att de genererar bästa möjliga gödselråvara för rötning.
- Effektiv och energisnål omrörning av röt-kammare när andelen djupströgödsel är hög
- Utvinna mer gas från substrat med högt innehåll av lignocellulosa

Baltic Sea Region
The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund





Tack för er uppmärksamhet!

Mats Edström

Tfn:010-516 69 87

E-post: mats.edstrom@jti.se

www.jti.se

&

www.balticmanure.eu



The project is partly financed by the European Union
European Regional Development Fund