

GROT som biobrensel – og behandling av aske fra skogsflis

Simen Gjølsvåg
Norsk institutt for skog og landskap

Bioamass in forest and for trees outside forest

Area type	Biomass	
	(mill. tons dry weight)	% of total
Productive forest	783.716	90.04
Non-productive forest	70.139	8.06
Other wooded land	6.492	0.75
Cottage areas	1.568	0.18
Power lines	0.390	0.04
Road and railway sides	1.254	0.14
Urban areas	2.453	0.28
Adjacent to agricultural land	4.423	0.51
Total	870.435	100.00

7

Trees outside forest



Area type	Area (ha)	Biomasse (mill. tons dry weight)	Biomass density (t/ha)	Annual potential energy production (TWh)
Cottage areas	47129	1,568	33,26	0,17
Power lines	63574	0,390	6,13	0,21
Road sides	198292	1,254	6,33	0,66
Urban areas	388700	2,453	6,31	0,26
Adjacent to agricultural land	1167631	4,423	3,79	0,47
Total	1865325	10,089	5,41	1,77

- ▶ Assumptions: 5.3 kWh/kg dry weight, "rotation ages" of 50 years for cottage areas, urban areas and agric. land and 10 years for power lines and road sides
- ▶ Reductions according to environmental restrictions, harvesting conditions, costs, etc.

→ annual production of 1 TWh?

Energi potentialet —

17

- ▶ Goal 2020: increase of 14 TWh
- ▶ Trees outside forest 1 TWh
- ▶ Branches and tops 4-6 TWh
- ▶ Branches and tops from thinnings?
- ▶ Roots and stumps?
- ▶ Other sources?

- ▶ This probably means: Increased harvesting in general is needed



Viktige standarder TC335

- > EN14588 *Solid Biofuels - Terminology, definitions and descriptions*
- > EN14961 *Solid biofuels - Fuel specifications and classes*

Klassifisering

CEN standard:

EN14961-1 Solid biofuels _ Fuel specifications and classes _ Part 1: General Requirements

This standard describes in general terms the quality parameters of all biofuels



Classification 2

- > Table 1 of this standard gives a classification of the origin of the biofuel in four steps, narrowing the origin down.



Classification, step 1

1. Woody biomass
2. Herbaceous biomass
3. Fruit biomass
4. Blends and mixtures

Classification, step 2

1. Woody biomass	1.1 Forest, plantation wood and other virgin wood
	1.2 By-products and residues from wood processing industry
	1.3 Used wood
	1.4 Blends and mixtures

Classification, step 3

1.1 Forest and plantation wood	1.1.1 Whole trees without roots
	1.1.2 Whole trees with roots
	1.1.3 Stemwood
	1.1.4 Logging residues
	1.1.5 Stumps/roots
	1.1.6 Bark from forest operations
	1.1.7 Segregated wood from gardens, parks, roadside maintenance, vineyards and fruit orchards
	1.1.8 Blends and mixtures

Classification, step 4



1.1.4. Logging residues	1.1.4.1 Fresh Green, Deciduous wood (incl leaves)
	1.1.4.2 Fresh Green, Coniferous wood (incl leaves)
	1.1.4.3 Stored, Deciduous
	1.1.4.4 Stored, Coniferous
	1.1.4.5 Blends and mixtures

Property class /Analysis method	Unit	A1	A2	B
Origin and source		1.1.3 Stemwood 1.2.1 Chemically untreated wood residues	1.1.1 Whole trees without roots 1.1.3 Stemwood 1.1.4 Logging residues 1.1.6 Bark 1.2.1 Chemically untreated wood residues	1.1 Forest, plantation and other virgin wood 1.2 By-products and residues from wood processing industry 1.3 Used wood
Diameter, D ^a and Length L ^b , ENXXXX	mm	D06, 6 ± 1; 3,15 ≤ L ≤ 40 D08, 8 ± 1	D06, 6 ± 1; 3,15 ≤ L ≤ 40 D08, 8 ± 1; 3,15 ≤ L ≤ 40	D06 6 ± 1; 3,15 ≤ L ≤ 40 D08 8 ± 1; 3,15 ≤ L ≤ 40
Accordinging Figure 1		3,15 ≤ L ≤ 40	3,15 ≤ L ≤ 40	3,15 ≤ L ≤ 40
Moisture, M, EN 14774-1, EN 14774-2	as received, w-% wet basis	M10 ≤ 10	M10 ≤ 10	M10 ≤ 10
Ash, A, EN14775	w-% dry	A0.7 ≤ 0,7	A1.5 ≤ 1,5	A3.0 ≤ 3,0
Mechanical durability, DU, EN 15210-1	as received, w-%	DU97.5 ≥ 97,5	DU97.5 ≥ 97,5	DU96.5 ≥ 96,5
Fines at factory gate in bulk transport (at the time of loading) and in small (up to 20 kg) and large sacks (at time of packing or when delivering to end-user), F, prEN 15149-1	w-% as received	F1.0 ≤ 1,0	F1.0 ≤ 1,0	F1.0 ≤ 1,0
Additives ^c	w-% dry	≤ 2 w-% Type and amount to be stated	≤ 2 w-% Type and amount to be stated	≤ 2 w-% Type and amount to be stated
Net calorific value, Q, EN 14918	as received, MJ/kg or kWh/kg	Q16.5, 16,5 ≤ Q ≤ 19 or Q4.6, 4,6 ≤ Q ≤ 5,3	Q16.3, 16,3 ≤ Q ≤ 19 or Q4.5, 4,5 ≤ Q ≤ 5,3	Q16.0, 16,0 ≤ Q ≤ 19 or Q4.4, 4,4 ≤ Q ≤ 5,3
Bulk density, BD, EN 15103	kg/m ³	BD600 ≥ 600	BD600 ≥ 600	BD600 ≥ 600
Nitrogen, N, prEN 15104	w-% dry	N0.3 ≤ 0,3	N0.5 ≤ 0,5	N1.0 ≤ 1,0
Sulphur, S, prEN 15289	w-% dry	S0.03 ≤ 0,03	S0.03 ≤ 0,03	S0.04 ≤ 0,04
Chlorine, Cl prEN 15289	w-% dry	Cl0.02 < 0.02	Cl0.02 < 0.02	Cl0.03 < 0.03

Eksempel på fliskvalitet til liten kjele

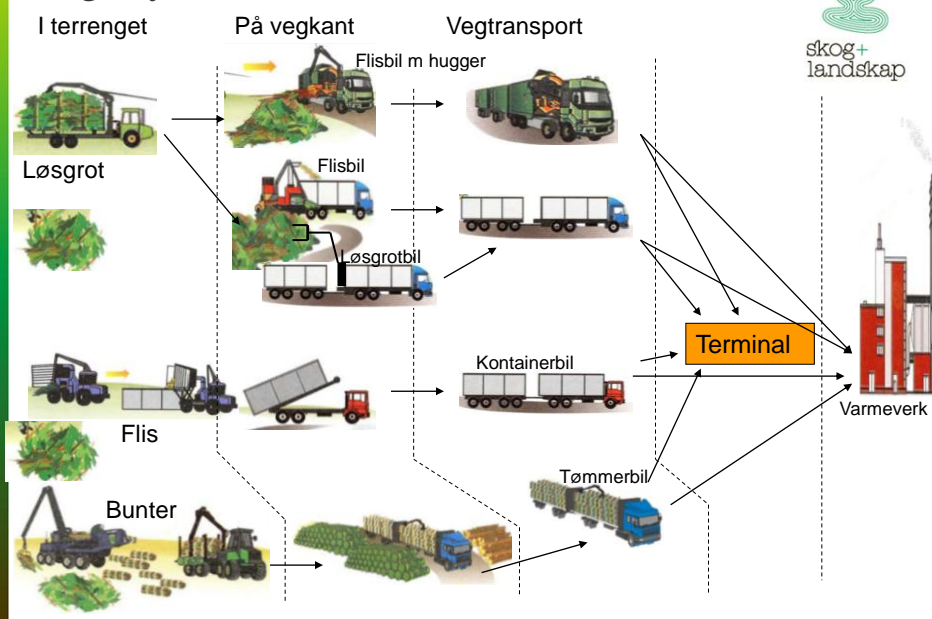


Table 4. Example of quality requirements for wood chips for a small boiler.

Property	Class	Explanation
Origin	1.1.1.1	Woody biomass, from forest or plantation wood, from whole trees without roots, from deciduous trees
Traded form	Wood chips	Cut with sharp instruments
Dimensions	P16	Chip particles of which 75% will fall through a screen of 16 mm round holes, with maximum 12% fines (less than 3.15 mm in size) and $\leq 3\% > 45$ mm and all < 120 mm. The cross sectional area of the oversized particles < 1 cm ²
Moisture content	M35	Fuel with a moisture content of less than 35% of total weight
Ash content	A1.0	Fuel with an ash content of less than 1% on dry basis
Bulk density	BD200	Bulk density of the loose chips to be larger than 200 kg/m ³ loose volume at the moisture content as received
Net calorific value	NCV	Can be calculated from the moisture content
Nitrogen content	N	Does not have to be specified since the fuel comes from a virgin source
Sulphur content	S	Does not have to be specified since the fuel comes from a virgin source
Chlorine content	Cl	Does not have to be specified since the fuel comes from a virgin source
Ash melting behaviour	DT	Does not have to be specified since the fuel comes from a virgin source

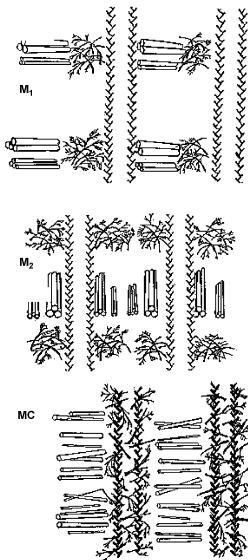
Kofman, 2009

Driftsteknikk – skogsbrensel fra sluttavvirking mange systemer





Avvirkningsmetoder



- 22 m² lasteareal på lassbæreren
- Gjennomsnittlig lassstørrelse var 9 tonn – 300 m transport
- Metode MC: 11,4 tonn/E₀-t
- Metode MC: 12,0 - 13,3 tonn/E₀-t

- Uttak av grot var 66,8 % for M1
- Uttak av grot var 78,7 % for M2
- Uttak av grot var 58,4 % for MC



Recovery of logging residues for energy from spruce dominated stands, Biomass & Bioenergy, J. Nurmi, 2007

Bränsleanpassad slutavverkning

– studier av avverkning, rundvirkeskotning och skotning av trädrestor hos SCA Skog AB

Magnus Thor & Berndt Nordén



Ved grottilpasset hogst synker hogstprestasjonen 7,5 % sammenlignet med konvensjonelle metoder

Lassbærerens prestasjon var ca 2,5 % høyere ved etter grottilpasset hogst

Effektiviteten ved utkjøringen av grot var 33 % høyere etter grottilpasset hogst

Ulike systemer



- > **FliSSHogging på velteplass med lassbærermonterte fliSSHoggere**
 - > Skjer mest med lassbærermonterte hoggere som blåser direkte i container eller haug
 - > Minus er at kostnaden for flytting mellom objekter er høy
 - > Mest konkurranse kraftig på større velter og/eller lengre transportavstand
 - > En stor fordel med lassbærermonterte fliSSHoggere er at de ikke er avhengig av at velta ligger inntil vei
- > **Løsgrot**
 - > Pga. lavere hoggekostnader hos mottakeren samt at kostnaden med å flytte lassbærermontert fliSSHogger mellom velter er stor er løsgrotsystemet konkurransekraftig på korte og mellomlangtransportavstander
 - > Men har de høyeste transportkostnadene (lønnsomt opp til 10 km Sverige)
 - > En fordel er at grotbilene kan transportere flere ulike produkter



> Hoggerbil

- > Integriert system for flishogging blir vanligere
- > Bakdel er at den tunge flishoggeren hele tiden må transporteres
- > Hoggerbil er konkurransekraftig på korte og mellom langetransportavstander
- > Utviklet «hoggerlink»

> Buntning

- > Buntsystemet er utviklet for å kunne øke nyttelasten samt at uten endring kunne bruke regulære transportmidler i terreng og på vei.
- > Grot i bunter har bedre lagringsegenskaper enn flis.
- > Buntning enten på hogstflata eller på velteplass
- > Kostnadene er akseptable forutsatt at buntmaskinen kan utnyttes fullt ut.
- > Transport av bunter foregår i Sverige med dekte sider.

> Flising i terrenget

- > Flisshogging i terrenget er ikke konkurransekraftig.

SKOGEN – En Våxande Energikälla, Rapprt fra Effektivare Skogsbränslesystem 2007-2008

Bunter av hogstavfall



- Typisk 500 kg rå biomasse/bunt, ca 1 MWh
- Ca 3 m lengde, 0,6 m diameter
- Produktivitet buntmaskin ca 20 bunter / time

Rogbico

Bunter på 4,5 m lengde, Ø = 0,6 m,
ca 1 tonn biomasse / bunt



Fordeler og ulemper med uttak av GROT



- > Bedre kvalitet på markberedningen
- > Lettere å plante
- > Bedre gjenvekst ved planting med gran
- > Mindre utlekking av næringsstoffer
- > Lettere å gå over hogstflata
- > Uttak av næringsstoffer spesielt fersk GROT, kan gi tilvekstreduksjoner
- > Mengde død ved blir redusert noe som reduserer levekårene for organismer som er avhengig av død ved.
- > Ettersom det blir mer avvirkning på barkmark, kan det medføre med kjøreskader
- > Utfordring med GROT i skråstanlegg – for mye finstoff

- > Uttak av grot etter sluttavvirkning vurderes til ikke å ha signifikante effekter for biodiversitet sammenlignet med tradisjonelt stammeveduttak (ESS, 2010)

Noen anbefalinger fra Finland



- > For å motvirke de negative effektene er det å anbefale avvirkning på visse typer skogsmark, la en del av GROTen bli liggende igjen og at GROTen tørker på hogstflata før den kjøres vekk
- > I mai og juni skal GROTen tørke minst to uker og på sensommeren minst 4 uker før den blir kjørt bort.
- > Brenning av grønt bar forårsaker korrosjon i kjelene.
- > Ved uttak av fersk GROT bør 30 % av GROTen bli liggende igjen og fordeles så jevnt som mulig på hogstflata.
- > Kvister og toppe av osp bør bli liggende igjen da de er viktige for arter som er avhengig av død ved.



skog+
landskap

Effektiv transport og flising av GROT

- > Samle GROT-en på en tørr, jevn og åpen plass på hogstflata for å fremskynde tørkingen
- > Plasser ikke GROT-haugene på løse steiner, etc. Fremmede ting medfører problemer for flishoggingen og i kjelene.
- > Gjør haugene store nok
- > Ikke kjør over haugene
- > Ikke bruk GROT som brukes til bæring
- > Ikke tømm GROT haugene så mye at jord og steiner følger med.



Figure 40. Pika Loch 2000 terrain chipper (S.Pinomäki Ky).



Figure 42. Sisu chipper-truck (Biowatti).

Naturlig torkning av skogsbrensel

Forsøk på GROT i Finland

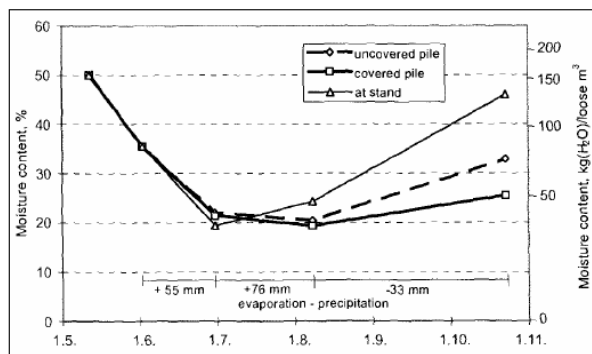
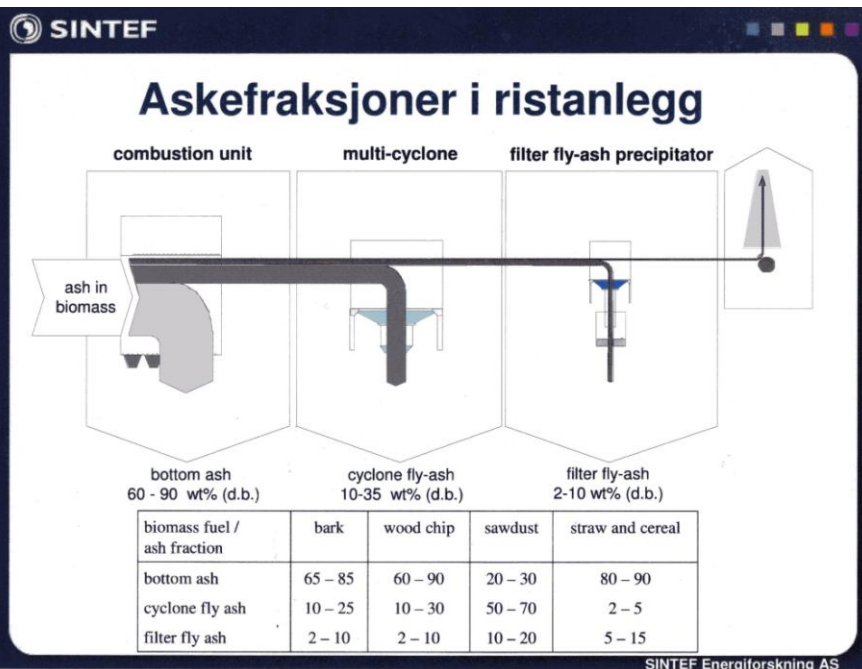


Figure 18. A graph of forest residues drying at a stand and in covered and uncovered stockpile (Hillebrand & Nurmi 2001).

Kvalitetssikring av brenselet



Aske



Askas sammensetning

Samme kjemiske innhold som opprinnelig biobrensel med følgende unntak/endringer:

- Nitrogen mangler
- Lite karboninnhold (minst mulig)
- Variasjon i kjemisk innhold ut fra ulik type aske (bunnaske – flygeaske)
- Konsentrasjon av tungmetaller i flygeaska
- Aske fra RT-flis har mer tungmetaller
- Noe variasjon i innhold i forhold til voksested, geologi m.m.
- Oppvarming kan redusere kadmiuminnholdet
- retur av aska til ny forbrenning kan redusere/ta bort kull (karboninnhold)

Herding/behandling av aske

- Uherdet - meget flyktig med stort volum
- Riktig vanntilsetting – herdingstid 2 uker- 3mnd. Tiden er temperaturavhengig
- Legges opp i rygger, pakking (komprimering)
- Omlegging av ryggene etter behov (minst 1 gang)
- Kontroll med fuktighet ev. tildekking/under tak
- Etter riktig herding videre behandling knusing sikting til riktig fraksjonsstørrelse

Ferdig produkt: **Riktig kornstørrelse, riktig kjemisk innhold ("dødt materiale")**

Uansett anvendelse er behandling og ev. herding nødvendig



Utsprekningskostnader

Transport til terminal	kr 35-110,-/tonn
Bearbeiding herding	kr 20-30,-/tonn
Opplasting	kr 7,- /tonn
Transport veg	kr 60-130,-/tonn
Omlasting til spreder (inngår i utspr.)	
Utsprekning	kr 50- 200,-/tonn
Diverse	kr 40,-/tonn
Sum kostn:	kr 300-520,-/tonn

Kostnadene er uten adm./planlegging og terminalleie

SFT



- > Forskrift om gjødselvarer mv. av organisk opphav
 - > Forbrenningsprodukter er en del av virkeområdet til forskriften

Konsentrasjoner av tungmetaller i aske mg/kg TS



Stoff	Bunnaske	Flyveaske	Klasse I	Klasse II	Klasse III
Bly	34	38	60	80	200
Kadmium	0,26	64	0,8	2	5
Sink	279	3590	400	800	1500
Kobber	34	101	150	650	1000
Krom	47	100	60	100	150
Nikkel	26	30	30	50	80
Kvikksølv	<0,1	<0,1	0,6	3	5

Trond Haraldsen, Bioforsk

Tillatt bruk i forhold til klasse



- > For bruk i jordbruk: Minst klasse II
- > For bruk i grønntanlegg: Minst klasse III
- > Mengdebegrensning (klasse I: 4 t/daa/10 år, klasse II: 2 t/daa/10 år, klasse III: inntil 5 cm lag blandet inn på bruksstedet) satt ut fra tungmetallinnhold i forskriften
- > Mengdebegrensningene er laget ut fra egenskapene til organiske jordforbedringsmidler
- > Aktuell bruk av aske ut fra kalkingsvirkning og innhold av næringsstoffer

Trond Haraldsen, Bioforsk

Gjødselvirkning av KBM og kalium



Ledd	Beskrivelse	Mengde kg per dekar			Avling g TS/potte	
		N	P	K	Bygg	Hvete
1	Ingen gjødsel	0	0	0	3,00d	1,93c
2	KBM	12	2,4	0,8	7,36c	10,04a
3	KBM + kalimagnesia	12	2,4	6,4	7,88c	7,83ab
4	KBM (pellets) + kalimagnesia	12	2,4	6,2	8,78abc	5,2b
5	KBM + Altagro	12	2,4	6,2	7,70c	7,27ab
6	KBM + Altagro + Olivin	12	2,4	6,2	9,20abc	6,62b
7	KBM + Oxaal	12	2,4	6,2	7,33c	7,35ab
8	KBM + Oxaal + Olivin	12	2,4	6,2	8,07abc	7,89ab
9	KBM + aske	12	2,4	6,0	11,46a	7,67ab
10	KBM + Røyneberg	12	2,4	6,1	10,07abc	7,56ab
11	KBM + Røyneberg + Olivin	12	2,4	6,1	10,94ab	7,80ab
12	Fullgjødsel 21-4-10	12	2,1	5,6	10,19ab	7,97ab

Trond Haraldsen, Bioforsk

Utvikling av miljøvennlig blomsterjord



skog+
landskap



>Mål: utvikle blomsterjord basert på avfallsprodukter som er bedre og mer miljøvennlig enn de produktene som er på markedet i dag.

>Kompost brukes i stedet for torv

>Bioaske (bunnaske fra biobrenselanlegg) brukes i stedet for kalk

>Brukt filterleca brukes i stedet for sand (hygieniske forhold undersøkes parallelt)

>Hønsegjødsel brukes i stedet for fullgjødsel

>Forsøk gjennomføres med bare basisgjødsling og med ukentlig gjødselvanning

Trond Haraldsen, Bioforsk

Konklusjoner



skog+
landskap

- > Bunnaske fra biobrenselanlegg har ofte tilstrekkelig lav tungmetallinnhold til å kunne nyttes i jordbruket (klasse II). Blandaske (klasse III) kan brukes i grøntanlegg
- > Konsentrasjonen av næringsstoffer og kalkingsvirkning avgjør om produktet har egenskaper som gjødsel, kalkingsmiddel eller er egnet som råstoff i anleggsjord
- > Bunnaske fra ulike anlegg har forskjellig sammensetning avhengig av brensel og forbrenningsteknologi
- > Blandinger av kjøttbeinmel og bunnaske har i forsøk vist lovende effekt
- > Begrenset tilgang på bunnaske av riktig kvalitet har til nå hindret kommersiell utvikling av askebaserte gjødsel- og jordforbedringsprodukter

Trond Haraldsen, Bioforsk