

Info-sheet

SECURE-BIO-SUPPLY

Nr 3: April 2025

Energiinnehåll och densitet för skogsbiomassa – del 1

Det här är del 1 av 2 infosheet. Här i del 1 förevisar vi beräkningar för energiinnehåll och densitet för skogsbiomassa.

Data och beräkningsformler

När man räknar energiinnehållet i ett bränsle, mängden energi per vikt eller volym, är **fukthalten** och **densiteten** centrala parametrar.

Fukthalt

Fukthalten är vattnets andel av den totala massan i ett fuktigt material uttryckt i procent.

$$M = \frac{m_f - m_t}{m_f}$$

där

M = materialets fukthalt [%]

m_f = det fuktiga materialets massa

m_t = det torra materialets massa

Rådensitet för fastkubikmeter (kg/m³):

Rådensiteten är förhållandet mellan massa och volym i färskt trä. Rådensiteten uttrycks i fastkubik t.ex. vid beräkning av transportkostnader. Trämaterialets rådensitet påverkas av och kan fås ut av träets torr-rådensitet och fukthalt.

$$r_g = \frac{100 \cdot r_{0,g}}{100 - M}$$

där

r_g = materialets rådensitet [kg/m³]

$r_{0,g}$ = materialets torr-rådensitet [kg torrs substans (TS) /m³] (**Tabell 1**)

Torr-rådensitet (kg TS/m³) är kvoten av torr massa och rå volym. I praktiken krymper ett trästycke lite när det torkar, men i dessa beräkningar antas krympningen vara försumbar.

Löskubikmeter (lös-m³):

Träets volym kan uttryckas som fastkubik (m³) eller löskubik (lös-m³).

$$1 \text{ lös} - m^3 = \frac{1 m^3}{F}$$

där

F är den allmänt använda omvandlingsfaktorn mellan lös (stjälpt), trav eller annan verklig kubikmeter till fastkubikmeter. För flis används oftast omvandlingsfaktorn 2,5 [lös-m³/ m³]

Bulkdensitet (kg/lös-m³)

Den färskas vedens eller flisens bulkdensitet, dvs. massan per volym som den levereras (lös-m³) kan beräknas med följande ekvation:



Medfinansieras av
Europeiska unionen

ÖSTERBOTTENS FÖRBUND
POHJANMAAN LIITTO

YRKESHÖGSKOLAN
NOVIA

Åbo Akademi

Skogscentralen

$$D_{ved, färsk} = \frac{r_{0,g}}{F} \cdot \frac{100}{100 - M}$$

Energiinnehåll

Energiinnehållet i torrsustans, det effektiva värmevärdet $q_{net\ TS}$ (MJ/kg_{TS}) är det lägre värmevärdet. Det är mängden energi som frigörs vid förbränning när energin som går åt till att förångas vattnet i bränslet går förlorad. Mängden vatten som förångas beror på vätehalten i bränslet, som är ca 6% i trädbränslen. $q_{net\ TS}$ är relativt konstant för ett visst träslag och behöver därför sällan analyseras för att få godtagbara uppskattningar av energiinnehållet i skogsbiomassa vid fukthalten den innehåller vid leverans. I **Tabell 1** visas förslag till värmevärden.

Effektivt värmevärde, $q_{net\ ar}$ (MJ/kg)

Det effektiva värmevärdet för ett fuktigt bränsle vid leverans eller användning, $q_{net\ ar}$, beräknas med hjälp av värmevärdet i torrsustans och fukthalten i bränslet.

$$q_{net\ ar} = q_{net\ TS} \cdot \left(\frac{100 - M_{ar}}{100} \right) - 0,02443 \cdot M_{ar}$$

där

$q_{net\ ar}$ = effektivt värmevärde vid leverans, fuktigt bränsle (MJ/kg)

$q_{net\ TS}$ = effektivt värmevärde i torrsustans (MJ/kg)

M_{ar} = fukthalt vid leverans (vikt-%, av fuktigt bränsle)

0.02443 = korrigeringsfaktor för vattnets ångbildningsvärme (för konstant tryck vid 25 °C, MJ/kg per 1 vikt-% av fuktinnehåll)

Omvandlingen av det effektiva värmevärdet vid leverans angett i enheten MJ/kg till enheten kWh/kg (eller MWh/t) sker genom att dividera $q_{net\ ar}$ med 3,6.

Tabell 1. Torr-rådensitet och motsvarande värmevärde i torrsustans hos potentiellt energivirke ((Hakkila, 1978; Virkola, 1983), omarbetad).

Typ av energivirke	Träslag	$r_{0,g}$ Torr-rådensitet kg TS/m ³	$q_{net\ TS}$ Värmevärde i TS MJ/kg
Stamved med bark	tall	390	19,26
	gran	380	19,12
	björk	490	19,50
Gallrings-virke (helträdsflis)	tall	385	19,59
	gran	400	19,19
	björk	475	19,04
Avverkning-srester (GROT) utan barr	tall	405	20,36
	gran	465	19,70
	björk	500	19,70
Avverkning-srester (GROT) med barr	tall	395	20,54
	gran	425	19,82
Bark	tall	305	19,40
	gran	375	19,80
	björk	515	22,30
Stubbar och rötter	tall	475	19,53
	gran	435	19,07

Se del 2 för grafer som man kan få ut av dessa beräkningar.

Läs mera:

Hakkila, P., 1978. Pienpuun korjuu polttoaineeksi. Folia Forestalia 342.

Virkola, N.-E., 1983. Puumassan valmistus, 2nd ed. Teknillisten tieteiden akademia.

Författare:

Margareta Björklund-Sönkiaho

Professor i energiteknik och projektledare vid Åbo Akademi

Sami Lieskoski

Doktorand och projektingenjör vid Åbo Akademi

Utveckling av långtidsupplagring av fasta biobränslen (**SECURE-BIO-SUPPLY**) för att möjliggöra en hållbar energiomställning



Kontakta oss:

abo.fi/secure-bio-supply

Projektinformation:

Tid: 1.3.2024–28.2.2026

Projektägare: Åbo Akademi

Samarbetsparter: Yrkehögskolan Novia, Finlands skogscentral

Finansiär: EU-FRO Fonden för rättvis omställning (Österbottens förbunds FRO (JTF)-utlysning 2/2023.) Österbottens förbund.

Målet med projektet **SECURE-BIO-SUPPLY** är att analysera vilka utmaningar och möjligheter förändringen av långtidslagring av bränslen kan skapa i Österbotten.



Medfinansieras av
Europeiska unionen

