

# A4. Bränslet

När man hör ordet trädbränsle tänker nog de flesta på det huggna vedträet, men även det har olika egenskaper och kvaliteter beroende på träslag, fukthalt utseende med mera. För villaägaren finns också alternativen flis, pellet och briketter.

Flis är en färskvara som kan produceras från stamved eller från grenar och toppar, så kallad grot. Pellet och briketter produceras främst ur torra restprodukter från sågverk och träindustri.

## Trädbränsle

### Trädets fysikaliska egenskaper

Träden är som annat levande uppbyggda av celler som bildar olika vävnader.

Stammens och grenarnas viktigaste uppgifter är att transportera vatten och näringsämnen mellan trädets krona och rot-system, samt att hålla uppe de gröna växtdelarna mot solljuset.

Talrikast bland de olika vedcellerna är vedfibern och olika kärlelement. I trädet förekommer en mängd olika varianter av ved, såsom kärnved, splintved, sommarved och ungdomsved.

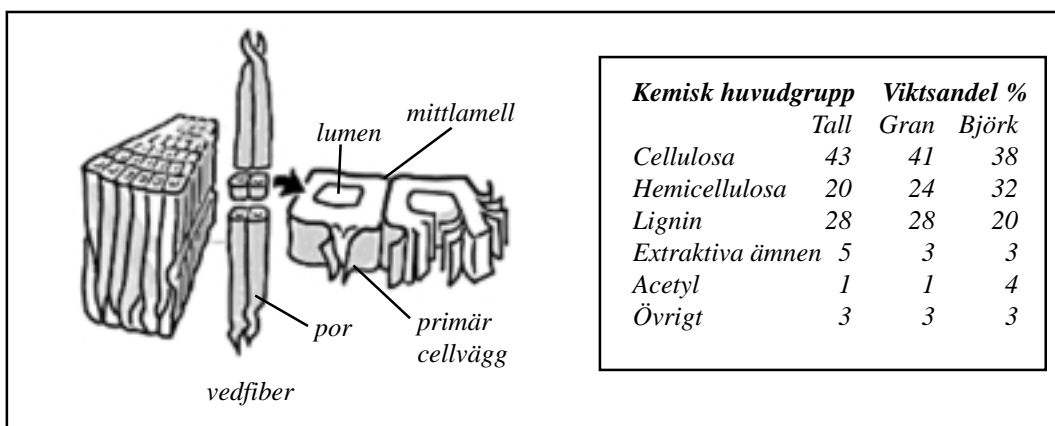
Ved, eller det vi kallar trä, är kemiskt uppbyggt av cellulosa, hemicellulosa, lignin, små mängder av så kallade extraktiva ämnen samt mineralämnen.

De fysikaliska egenskaperna hos veden karakteriseras av densitet (täthet), fuktighet, vikt, krympning och hur benäget virket är att "arbeta", det vill säga hur snabbt virket sväller och krymper beroende på fuktighetsförändringar i omgivningen.

Väte 6 %	1 %	Kväve mm
Syre 43 %		
Kol 50 %		

Grundämnen i trä.

Vedens byggnad.



**Fukthalt**

Färsk ved består till hälften av vatten. Vattnet inne i veden transporterar alla näringsämnen från roten till bladen eller barren där fotosyntesen sker. Vattnet är i sig självt, vid sidan av solljus och koldioxid, den viktigaste beståndsdelen i fotosyntesen. Det är alltså inte konstigt att veden är full med vatten. En del av vattnet cirkulerar fritt mellan fibrerna, en del är bundet till cellerna.

När veden torkar, dunstar först allt fritt vatten och då har vedens fukthalt sjunkit från 50 procent till runt 20–25 procent. Så länge det fria vattnet finns kvar trivs rötsvampar och andra små organismer som bryter ner veden. Blöt ved förlorar alltså hela tiden substans, och även om en rutten vedbit torkas i efterhand finns inte mycket energi kvar.

När man eldar med färsk ved kokar man vatten i onödan. Ett kilo färsk ved innehåller alltså ungefär en halv liter vatten som ska värmas och förångas. Det säger sig självt att en del av vedens energiinnehåll går till spillo för att koka bort vattnet. En vedbit ger ungefär 20 procent mer energi i pannan efter en sommars torkning, jämfört med om den eldas färsk. Skillnaden beror dels på den direkta energiförbrukningen för att koka vatten, dels på att förbränningstemperaturen och verkningsgraden i pannan blir lägre om veden är fuktig.

**Densitet**

Olika träslag har olika densitet. Ved med hög densitet har mindre utrymme för luft och vatten mellan fibrerna än vad ved med låg densitet har. Ved med hög densitet har följaktligen ett högre energiinnehåll per volymenhet. Densiteten brukar anges som kilo torrsubbstans per fastkubikmeter (kg ts/m<sup>3f</sup>).

Bok och ek är de mest massiva av de svenska träslagerna med 525 kg ts/m<sup>3f</sup>. Bland de vanligare träslagerna för vedeldning följer björk med 500 kg ts/m<sup>3f</sup>. Tall, al, gran och asp har respektive 410, 400, 395 och 375 kg ts/m<sup>3</sup>. Ju högre densitet desto mer ved finns att tillgå, det vill säga desto högre är energivärdet. Talesättet ”att värma med björkved” äger alltså sin riktighet.

**Ved****Volym**

En kubikmeter ved kan bli två kubikmeter ved, utan trollkonster. Vedens volym kan beräknas på åtminstone åtta olika sätt. En kubikmeter fast mått under bark (m<sup>3f</sup> ub) blir ungefär två kubikmeter kapad, kluven och travad ved i vedboden. Köpare och säljare av ved bör alltså reda ut vilken slags kubikmeter de pratar om när de gör affärer.

Fast mått under bark är den mest kompakta kubikmetern i skogen. Den beskriver verklig volym hos en stam eller virkesbit oräknat barken. Fast mått på bark (m<sup>3f</sup> pb) inkluderar även



Färskt trä innehåller till hälften brännbara föreningar uppbyggda av kol, väte och syre samt vatten och spårämnen. Spårämnen som blir kvar i askan innehåller bland annat Calcium, Kalium, Magnesium och Kisel

*TS-halt = Mängden torrsubbstans dividerad med total mängd bränsle uttryckt i procent.*

*Fukthalt = Mängden vatten dividerad med total mängd bränsle, inklusive vatten, uttryckt i procent. Summan av fukt- och TS-halt blir således 100 procent.*

*Fuktkvot = Mängd vatten dividerad med mängd torrsubbstans. Begreppet fuktkvot används sällan.*

*Askhalt = Mängden aska både naturlig och tillförda föroreningar dividerad med TS-mängden uttryckt i procent.*

barken. Omräkningstalet är 1,14 om barken räknas med.

Ett annat vanligt mått är skogskubikmeter ( $m^3$  sk). En skogskubikmeter är trädstammens volym ovanför stubbskåret, oräknat grenarna. En  $m^3$ f ub motsvarar 1,20  $m^3$  sk. När man sedan börjar lägga veden i travar ökar volymen på grund av luften mellan bitarna. En obarkad massavedstrave med volymen en kubikmeter ( $m^3$ t ob) innehåller 0,56  $m^3$ f ub. Omvänt får man 1,78  $m^3$ t ob ur en  $m^3$ f ub.

Vedtraven som kapas och klyvs till färdig brännved blir sedan ännu mer volymkrävande. Hur stor volym den färdiga

Trädslag/ Träddel	Värmevärde $W_a$ (MJ/kg TS)	Torr- rådensitet $S_{TS}$ (kg TS/ $m^3$ f)
Tall:		
Ved	18,71–19,29	410
Bark	18,38–20,72	300
Grenar	19,39–20,50	370
Barr	21,05–21,07	300
Toppar	18,84	–
Hela träd	19,60–20,40	385
Stubbar	19,20–19,60	450
Gran:		
Ved	17,96–19,02	400
Bark	17,83–19,83	340
Grenar	19,80–20,00	300
Topppar	18,63–19,80	–
Hela träd	19,20–19,60	400
Stubbar	18,95–19,05	410
Björk:		
Ved	17,41–19,13	490
Innerbark	17,12–18,42	550
Ytterbark (näver)	28,38–29,30	550
Grenar	18,84–19,80	530
Hela träd	19,10–19,60	475
Stubbar	–	510
Sälg:		
Ved	–	460–520
Bark	–	320–530
Asp:		
Ved	18,50	350–500
Al:		
Ved	18,70	390–430
Grenar	–	405–440
Bok:		
Ved	18,40	575–625
Ek:		
Ved	18,40	550–600

*TS = torrsubstans, det vill säga utan vatten.*

*$m^3$ f = kubikmeter fast; den exakta volymen av en hög flis eller ved utan yttre mellanrum, jfr. Archimedes princip.*

*$m^3$ s = kubikmeter stjälp mått; den yttre volymen inklusive hålrum.*

*$m^3$ t = kubikmeter travat mått; den yttre volymen av en vedtrave.*

*$m^3$ f ub = kubikmeter fast under bark.*

*$m^3$ f pb = kubikmeter fast mått på bark.*

*$m^3$  sk = skogskubikmeter (betecknas även  $m^3$ f).*

*$m^3$ t ob = kubikmeter travad obarkad ved.*

Sortiment	vikt %
Bark	60
Färskt barrvirke	50
Färskt lövvirke	40
Syrtorkad tall	30
Syrtorkade lövträd	30
Väl syrtorkad gran	20
Barkad tall	20

*Fukthalter, ungefärliga värden.*

*Värmevärden och torr- rådensiteter för olika delar av tall, gran, björk, asp, al, bok och ek.*

veden tar beror förstås på hur noga man travar. Men i runda tal har alltså den fasta kubikmetern fördubblats på sin väg mellan skogen och vedboden.

## Förädlat bränsle

### Träpulver

Pulver är ett finkornigt bränsle i olika kvaliteter som levereras med bulkbil till värmeverk och industri. Hanteringen har till det yttre stora likheter med eldningsolja.

Bränslepulver av trä är ett, genom malning, mycket finfördelat bränsle som via ett munstycke blåses in i pannan. Före finmalningen torkas träet till under 10 procents fukthalt. Under malningen försvinner ytterligare några procent vatten. Partikelstorleken är i regel under 1 mm och en viss del av mängden bör vara under 0,2 mm för att man vid förbränningen skall erhålla en stabil flamma.

Trädbränslepulver har en densitet på cirka 200 kilogram per kubikmeter. Pulver är lämpligt bränsle vid konvertering av stora eller mycket stora pannor från fossilt bränsle till biobränsle. En kubikmeter olja motsvaras av cirka två ton, det vill säga åtta kubikmeter, pulver.

*Träpulver används främst i stora anläggningar till exempel värmeverk.*

### Pellet

Pelletter är pressade cylindriska stavar av komprimerat spån. Diametern är 6–12 mm och längden 10–20 mm. För att framställa en kubikmeter pellet krävs cirka 10 kubikmeter spån. Under processen avges vattenånga vilket sänker fukthalten från cirka 15 procent vid intag till cirka 8 procent vid utlastning. Vattenavgivning sker huvudsakligen vid pressning, sönderdelning och kylning.

*Pellet används i stora och små anläggningar.*

*Värmevärdena för olika bränslen.*

Bränsle	Fukthalt procent	Skrymdensitet ton/m <sup>3</sup> s	Effektivt värmevärde		Askhalt procent
			MWh/ton	MWh/m <sup>3</sup>	
Briketter	12–15	0,5–0,7	4,5–5,0	2,2–3,5	0,5– 5,0
Pelletter	12–15	0,5–0,7	4,5–5,0	2,2–3,5	0,5– 5,0
Pulver	4– 6	0,2–0,3	4,8–5,2	1,0–1,3	0,5– 0,2
Flis	30–50	0,2–0,4	2,0–4,0	0,4–1,6	0,5– 2,0
Halm (pressad)	15–20	0,1–0,2	3,5–4,5	0,4–1,0	3,0– 8,0
Bark	40–60	0,3–0,4	1,5–2,0	0,5–0,8	2,0– 4,0
Stycketorv	30–40	0,3–0,4	3,0–3,5	0,9–1,4	2,0– 8,0
Stenkol	5–15	0,7–0,9	7,0–9,0	5,0–8,0	7,0–15,0
Eldningsolja 1	–	0,83	11,9	9,9	<0,1
Eldningsolja 5	–	0,95	11,4	10,8	0,1
Naturgas	–	0,7 kg/m <sub>3</sub> norm	10 kWh/m <sup>3</sup> norm		

Råvaran består inte av färsk ved vilket innebär att vedens naturliga bindemedel, hartserna, torkat. För att pelletens beståndsdelar ska hålla samman tillsätter man ibland bindemedel, till exempel i form av lignosulfat med 1 procent inblandning.

Råvaran, i form av kutterspån, lagras direkt vid intaget och en doseringsskruv svarar för ett jämnt flöde till kvarnen. Där mals spånets ned till finare och mer homogena fraktioner. Spånen blåses vidare till cyklonerna. Luften avskiljs och spånen samlas i botten på cyklonerna där de av cellmatarna portioneras vidare i lämpliga mängder. Doserarna utjämnar flödet och förser pressarna efter behov. I doserarna sker eventuell tillsats av bindemedel.

Pellet produceras i plan- eller ringmatriser. I pressarna kompakteras spånen till pelletter med 6–15 mm diameter och en längd av 12–20 mm. Kompakteringen sker med en matris som består av en perforerad stålring med två roterande valsar på insidan vilka pressar spånen genom hålen på ringen. Friktionen i samband med detta skapar hög temperatur i pelleterna. Efter pressen kyls de varma pelleterna. Kapaciteten i en pelletpress varierar vanligen mellan ett och fyra ton i timmen. En fabrik har vanligen två till fyra pressar arbetande parallellt.

Man kan köpa pellet i lösvikt för cirka 25 öre/kWh eller i 20 kilos förpackningar för cirka 35 öre/kWh.

### Briketter

Briketter är ett komprimerat biobränsle med en diameter större än 20 mm. Vanligast är att snittytan är cirkelformad men det förekommer även briketter med kvadratisk snittyta. Normaldiameter för svenska träbriketter är 50–75 mm. Längden kan variera från någon cm till omkring 2 dm.

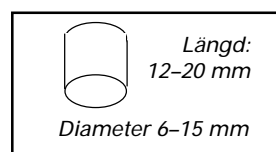
Träbriketter tillverkas vanligen genom att grovt sönderdelat material, sågspån och flis, torkas till en fukthalt av cirka 15–20 procent för att därefter, i en brikettpress med kolv, under högt tryck pressas genom en avsmalnande cylinder och därigenom komprimeras till en densitet på cirka 1,2 kilogram per liter. Något bindemedel tillsätts ej då träets eget lignin räcker för att hålla ihop briketten.

Briketten har vanligtvis lägre hållfasthet än pellet. Det visar sig vid förbränningen då briketten snabbt vidgar sig medan pelleten behåller sin komprimerade form. Briketten förgasas snabbare eftersom den reaktiva ytan som kommer i kontakt med luften blir mycket större.

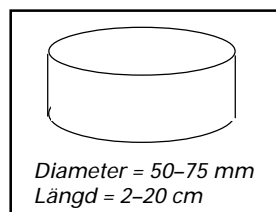
### Fördelar och nackdelar med briketter och pelletter

Med förädling av rätt bränsle till briketter och pelletter vinner man bland följande fördelar i jämförelse med oförädlat biobränsle.

- Högt energiinnehåll per viktsenhet ger färre transporter och



Pellet.



Brikett.

lägre transportkostnader.

- Högt och jämt energiinnehåll från gång till annan ger enklare styrning av pannan, vilket i sin tur kan ge mindre passning och tillsyn.
- Lagringsbarhet och inga substansförluster vid lagring.
- Betydligt mindre lagringsvolym.
- Möjliggör konvertering av fossileldade pannor utan större effektförlust och till rimlig kostnad.
- Mindre slitage på eldningsutrustningen.
- Färre störningar i driften.
- Högre verkningsgrad och effekt.
- Större reglerområde och längre driftstid, det vill säga mer fossilt bränsle kan bytas ut.
- Mindre mängd aska per producerad energimängd.
- Jämnare kvalitet.
- Ringa mögelbildning.
- Ingen frysrisk i lager.
- Lägre rökgasflöde på grund av mindre vatteninnehåll.

#### **Nackdelar**

- Högre bränslepris.
- Begränsad tillgång för konsumenten, beroende av närhet till försäljningsställe.
- Dåligt utbyggt distributionsnät.
- Fuktkänsligt.
- Sönderfallsrisk.

## **Trädets olika komponenter och aktuella termer**

### **Bark**

Är trädens hud, det vill säga ett skyddande lager mot uttorkning, eld och mekanisk åverkan på den känsliga tillväxtvävnaden (kambium) Barken tillväxer med årsringar varje år inifrån, men nöts samtidigt bort på utsidan. Olika träarter har olika form av bark. Björk har näver och skorpbark, tall har glans- och skorpbark etcetra.

### **Cellulosa**

Cellulosa består av långa, oförgrenade kedjor (molekyler) av glykosenheter (cirka 15 000 stycken) och förekommer i fibrerna i form av så kallade mikrofibrier, som ligger inbäddade i en blandning av hemicellulosa och lignin. Andelen cellulosa är ungefär lika stor i barr och lövved (38–45 procent).

### **Hemicellulosa**

Hemicellulosa är förgrenade kedjor av olika sockerarter men med

avsevärt färre enheter än cellulosa (150 stycken). Lövvved innehåller mer hemicellulosa än barrved.

### Lignin

Lignin består av hartser och andra ämnen. Det tjänar som bindemedel i träet. Massaframställning syftar till att avlägsna lignin ur veden och på så sätt frigöra cellulosan. Ligninhaltigt papper har lättare att gulna än rena cellulosakvaliteter.

### Grot

Grot är en förkortning för flis från grenar och toppar, en ofta utnyttjad skogsprodukt till bränsletillverkning.

### Densitet, RÅ ( $R_u$ )

anger vedens vikt per volymenhet rå ved:

$$R_u = M_u/V_u \text{ (kg/m}^3\text{f)}$$

$M_u$  är vedens vikt vid avverkningstillfället (fuktkvoten  $u$ ).

$V_u$  är volymen i rätt tillstånd (fuktkvoten  $u$ ).

### Densitet, TORR-RÅ ( $R$ )

uttrycker den kvantitet absolut torrt virke som finns per volymenhet rå ved:

$$R = M_o/V_u \text{ (kg/m}^3\text{f)}$$

$M_o$  är vedens vikt i absolut torrt tillstånd.

$V_u$  är vedens volym i rätt, okrympt tillstånd (fuktkvoten  $u$ ).

### Densitet, TORR- ( $R_o$ )

är ett uttryck för den mängd torrs substans som finns per volymenhet torr ved. Några vanliga värden är 500 kg/m<sup>3</sup> för furu och 450 kg/m<sup>3</sup> för gran:

$$R_o = M_o/V_o \text{ (kg/m}^3\text{f)}$$

$M_o$  är vedens vikt i absolut torrt tillstånd,  $V_o$  är volymen i absolut torrt tillstånd.

### Fiberlängden

varierar starkt mellan trädslag.

Barrvedsfibern är cirka 3–5 mm lång och lövvvedsfibern 0,6–2 mm lång.

### Fuktkvot ( $u$ )

är ett uttryck för vikten av vedens fukt i procent av vedens vikt i absolut torrt tillstånd:

$$u = [(M_u - M_o)/M_o] * 100 \text{ (\%)}$$

### Fukthalt ( $U$ )

Fuktigheten kan också uttryckas som vedens fuktighet i procent av vedens vikt i rätt tillstånd:

$$U = [(M_u - M_o)/M_u] * 100 \text{ (\%)}$$

Mellan fuktkvot och fukthalt råder då sambandet

$$u = U / (1 - U/100) \text{ eller } U = u / (1 + u/100)$$

## Referenslitteratur

- Att välja vedpanna och ackumulatortank.** B-E. Löfgren, ÅFAB, 1995.  
**Distribution av pellets.** J-E. Dahlström, Länsstyrelsen Värmland, 1993:6.  
**Energiläget 1994.** Nutek, 1994.  
**Faktablad om pellets.** G. Forsberg, Länsstyrelsen Värmland, 1994.  
**Fördomar och fakta om förädlade bränslen.** Svensk Brikett-Energi, 1995.  
**Praktisk skogshandbok.** Sveriges Skogsvårdsförbund, 1992.  
**Vedboken.** L. Krögerström, 1994.  
**Vedeldning.** Egruppen, Teknikinformation, 1987.