

## Kunskap Direkt Skogsbränsle – utskrifter



Här följer utskrifter från samtliga sidor i Kunskap Direkt Skogsbränsle, juni 2016. Sammanställningen innehåller de utskriftsbara sidversionerna i kunskapssystemet, där det ibland ingår material som bara visas efter att länkar öppnats.

Layout avviker av naturliga skäl från webbversionen, och interaktiviteten följer heller inte med. Syftet med utskrifterna är att dokumentera och tillgängliggöra den stora kunskapsmassan som den såg ut före den påbörjade revisionen. Under hösten 2016 kommer materialet stegvis att ersättas av Skogskunskap.se.

[www.kunskapdirekt.se/skogsbransle](http://www.kunskapdirekt.se/skogsbransle)

## Innehåll

Startsida.....	4
Filmer om skogsbränsle.....	4
Energi från skogen - en växande resurs för Sverige.....	5
Förnybar energi.....	7
Skogsbränsle är en av många bioenergikällor.....	8
Så här används bioenergin.....	10
Trädets biomassa och energi.....	12
Fördelningen av trädets biomassa varierar med storleken.....	12
Hur mycket energi finns det i skogsbestånd på ett hektar?.....	13
Grotutfall i praktiken.....	14
Skogsbränsleresurser i Sverige - med potential att öka.....	15
Skogsbränsle - tillgångar och utnyttjande i Sverige 1. Tillgångar.....	16
Skogsbränsle - tillgångar och utnyttjande i Sverige 2. Uttag av grot.....	17
Skogsbränsle - tillgångar och utnyttjande i Sverige 3. Förbrukning i fjärrvärmeverk.....	18
Kostnader för skogsbränsle.....	19
Grenar och toppar - grot.....	20
Ta ut GROT eller inte?.....	21
Planering för grotuttag - skogsägaren.....	22
Planering för grotuttag - entreprenören.....	23
Planera grotuttaget - en översikt.....	24
Vilka bestånd passar för grotuttag?.....	26
Hur mycket grot? - från trädvolym till energi.....	28
Förutsättningar för transport och lagring.....	29
Underväxt och förröjning.....	30
Vändplaner och lagringsmöjlighet.....	30
Skotning och skotningsavstånd.....	31
Metoder för grotuttag - i beståndet.....	32
Metoder för uttag av grot - en översikt.....	33
Grotanpassad avverkning.....	38
Grotskotning.....	39
Buntning till grotstockar.....	40
Flisning på hygge.....	41
Lagring av grot.....	42
Täckning av vältorna.....	43
Lagring av grot - lämpliga platser.....	44
Lagring av grot - hur länge?.....	45
Sönderdelning och transport av skogsbränsle.....	46
De olika systemen för sönderdelning och transport ställer olika krav... ..	47
Flisning på hygge.....	49
Flisning vid avlägg.....	50
Flisning vid terminal.....	52
Transport av skogsbränsle med containerbil.....	52
Transport av skogsbränsle med flisbil.....	53
Huggbil.....	54
Transport av skogsbränsle med lösgrotbil.....	55
Grotens kvalitet.....	55
Skogsbränslets energinnehåll är beroende av hur torrt det är.....	56
Att sälja grot.....	58

Vem köper bränslet? .....	58
Kostnads kalkyler för skogsbränsle .....	59
Efter grotuttaget.....	60
Hänsyn vid grottag.....	61
Stubbar .....	62
Ta ut stubbar eller inte?.....	62
Stubbskörd för energi är nytt men stubbrytning har gamla anor.....	64
Vilka bestånd passar för stubbskörd? .....	65
Tekniker för stubbskörd .....	66
Stubbskörd och skogsvård .....	67
Stubbskörd och miljö .....	68
Hänsyn vid stubbskörd .....	69
Klenträäd .....	70
Ta ut klenträäd eller inte? .....	71
Metoder för klenträdsuttag .....	72
Tekniker för uttag av skogsbränsle i klena bestånd .....	73
Uttag av skogsbränsle eller vanlig röjning? .....	75
Stamved.....	76
Skogsbränsle - klimat, miljö och tillväxteffekter.....	78
Klimat, miljö och tillväxteffekter av skogsbränsleuttag - en översikt.....	79
Effekter på den biologiska mångfalden av skogsbränsleuttag .....	80
Grothögar och insekter .....	82
Markskador vid skogsbränsleuttag.....	82
Skogsbränsle och klimatet .....	83
Skogsbränsleuttagets effekter på näringsförrådet .....	84
Effekter på tillväxt .....	85
Åtgärder - askåterföring .....	86
Askåterföring - så här gör du.....	87
Åtgärder - kompensationsgödsling .....	88
Räkna med skogsbränsle .....	88
Mer information om skogsbränsle - webbplatser.....	89
Mer information om skogsbränsle - broschyrer och handledningar .....	90
Mer information om skogsbränsle - rapporter och dokument.....	90
Byt erfarenheter med andra .....	91
Om Skogsbränsle.....	92

# Startsida

## Kunskap Direkt om Skogsbränsle

Hur mycket energi finns det i skogen? Vilka metoder finns det för grotuttag?  
Påverkas miljön?

Bläddra i vänstermenyn för att hitta råd, checklistor, bakgrundskunskap,  
instruktionsfilmer och övningar om skogsbränsleuttag.



**Kunskap Direkt Skogsbränsle** vänder sig i första hand till dig som är skogsägare och funderar på att sälja skogsbränsle. Här finns också information för dig som är entreprenör eller planeringsansvarig i skogsbruket eller på energiföretag, och som vill veta mer om skörd, transport, ekonomi och miljöeffekter.

## Filmer om skogsbränsle

Skogsstyrelsen har tagit fram filmen Skogsbränsle - från grotuttag till askåterföring. Här kan du titta på kortare klipp ur filmen.

**Klicka på filmrutorna.**



Skogsbränsleuttag vid slutavverkning



Bränsleuttag vid röjning och gallring



Bränsleuttag i ängs- och hagmarker



Varför askåterföring?



Behandling av aska



Spridning av aska

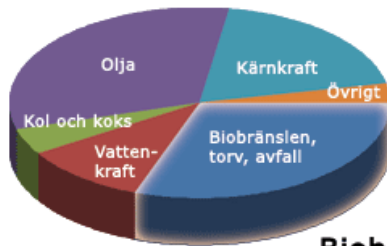
## Energi från skogen - en växande resurs för Sverige

Biobränslen blir en allt viktigare energikälla i Sverige. Genom att använda biobränslen minskar vi utsläppen av växthusgaser, och närmar oss målet att göra Sverige oberoende av fossila bränslen som olja och kol. Sedan 1970 har tillförseln av biobränslen ökat med ungefär 2 TWh per år, och hela 3 TWh per år under den senaste 10-årsperioden.

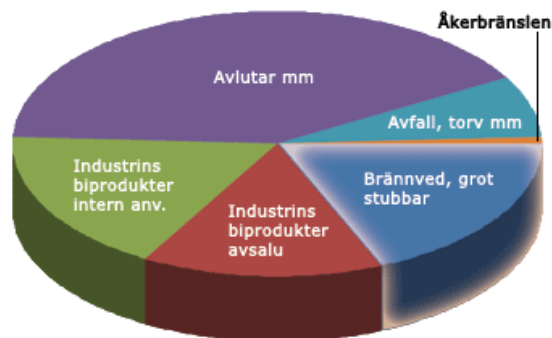
**Skogen är Sveriges störst bioenergiressurs.** Närmare 85 procent av de biobränslen som tillförs i det svenska energisystemet (totalt cirka 120 TWh) har sitt ursprung i skogen. Avfall, torv och åkerbränslen står för resten. Biobränslen utgör i sin tur en dryg femtedel av hela energitillförseln som omfattade 625 TWh (inräknat kärnkraftens spillvärmeförluster).

**Så här såg Sveriges energitillförsel ut 2007.**

## Använd energi i Sverige



## Biobränslen - sortiment



Källa: Energimyndigheten (data från 2007)

**Vattenkraft:** 66 TWh.

**Kol och koks:** 28 TWh.

**Råolja och andra oljeprodukter:** 199 TWh.

**Kärnkraft:** 191 TWh, varav 124 TWh är omvandlingsförluster (uppvärmning av spillvatten).

**Övrigt:** Naturgas 11 TWh, Värmepumpar 6 TWh, Vindkraft 1 TWh, Import av el 1 TWh.

**Biobränslen, torv och avfall:** 120 TWh. 85 % av biobränslena kommer från skogen, där avlutar från massaindustrin står för den största delen. De primära skogsbränslena (brännved, grot och stubbar) bidrar med 20 TWh. Åkerbränslen står för cirka 1 TWh. Avfall och torv för cirka 8 TWh.

**Industrins biprodukter avsalu:** En stor del av vedråvaran till sågverk och massaindustri (bark, sågspill m.m.) utnyttjas till energi. Den del som är till avsalu uppskattades av oljekommissionen till 16 TWh/år.

**Industrins biprodukter intern anv.:** En stor del av vedråvaran till sågverk och massaindustri (bark, sågspill m.m.) utnyttjas till energi. Den del som används internt i industrin uppskattades av oljekommissionen till 19 TWh/år

**Avlutar mm:** Avlutar (returlutar och svartlutar) är den största energikällan från skogen (totalt 44 TWh/år enligt oljekommissionen). Avlutarna är restprodukter från tillverkningen av pappersmassa, och de används huvudsakligen internt inom industrin. Avlutarna har potential att förädlas till drivmedel.



**Avfall, torv mm:** Avfall, torv, rivningsvirke och tallbeck står för 8 TWh/år enligt oljekommissionen.

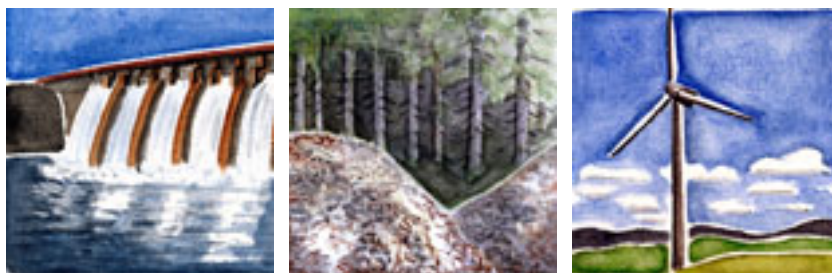
**Åkerbränslen:** Åkerbränslen (energigräs, energiskog) bidrar enligt oljekommissionen med 1 TWh/år, men har potential att öka till över 30 TWh.

**Brännved, grot, stubbar:** Brännved och grot står enligt oljekommissionen för cirka 20 TWh/år. Brännved är det viktigaste sortimentet i småhus medan groten används i värmeverk.

## Förnybar energi

Skogsbränsle, liksom annat biobränsle, är en **förnybar resurs**. Samma sak gäller sol, vind, vatten och jordens inre värme (geotermisk energi). Förnybara energikällor ger förstås förnybar energi.

I Sverige räknas ibland också torv som ett förnybart bränsle, trots att torven växer till med bara någon millimeter per år. Torvbranschen anser att torv bör betraktas som biobränsle så länge den mängd torv som bryts varje år inte är större än den årliga tillväxten. I Finland klassas torv som långsamt förnybart, medan EU menar att det är ett fossilt bränsle.



Vattenkraft, biobränslen, vindkraft, sol och geotermisk energi är förnybar energi. Torv räknas ibland som förnybar. Teckningar: Rose-Marie Rytter.

Fossila bränslen som olja, kol och naturgas förnyas visserligen, men det tar miljontals år. Fossil energi är alltså inte förnybar, och det är inte heller kärnkraft eftersom även den baseras på **ändliga resurser**.



Kärnkraft, kolkraft, olja och gas räknas som icke förnybara energikällor.

**Varför förnybar energi?**

Tillgången på icke-förnybar energi är begränsad. Varken kärnbränsle, naturgas, kol eller olja lär ta helt slut, men när det gäller olja menar de flesta att vi inom ett 20-tal år når peak-oil, den globala oljeförsörjningstoppen. Det blir därefter svårare att utvinna oljereserverna, och priset kommer förmodligen att stiga.

En ännu viktigare orsak för att satsa på förnybara energikällor är klimatet. Förbränningen av fossila bränslen ökar mängden koldioxid i atmosfären. Detta kol har ju tidigare varit hårt bundet under marken. Biobränslen släpper också ut koldioxid vid förbränningen, men de anses ändå vara **koldioxidneutrala**. Detta av två skäl:

Den koldioxid som släpps ut i atmosfären vid förbränning tas upp igen av nya växter.

Om biomassan inte bränns upp kommer växterna ändå förr eller senare att dö. När de bryts ner frigörs lika mycket koldioxid som vid förbränning.

### **Men riktigt så enkelt är det inte**

Produktion, transport och användning av biobränslen innebär aktivitet som släpper ut växthusgaser. Det behövs maskiner i skogen, det går åt energi vid förädling av spån till pellets etc. Vid förbränningen frigörs koldioxid i atmosfären som inte används direkt av växterna.

Med livscykel- eller systemanalyser kan man beräkna hur stora mängder växthusgaser ett visst bränsle ger upphov till. Sådana analyser visar att de flesta biobränslekedjor ger ett nettoutsläpp av växthusgaser, men biobränslen ger ändå väsentligt mycket mindre utsläpp än fossila bränslen.

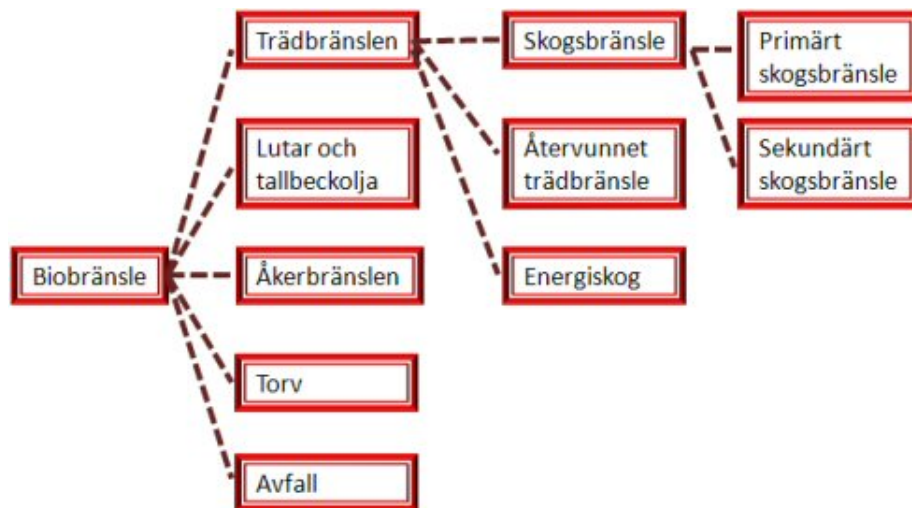
## **Skogsbränsle är en av många bioenergikällor**

Skogsbränsle är bränsle som kommer direkt från skogen. Hit räknas avverkningsrester som grenar och toppar, brännved och stubbar, men även biprodukter från skogs- och trävaruindustrin som bark, spån och flis.

Men skogen ger betydligt mer energi än så. Skogsbränsle ingår i en större grupp - **trädbränslen** - där även återvunnet bränsle (returflis) och energiskog ingår. Drygt hälften av de biobränslen som används i Sverige är trädbränslen.

Det finns flera sätt att dela in biobränslesortimenten.





## Biobränsle

Bioenergi är förnybar energi som kommer från biobränslen. Och biobränslen, det är biologiskt material som kan brännas: ved, skogsflis, sågspån och halm till exempel. Det finns också förädlade biobränslen som etanol, biogas och pellets. Biobränslen anses vara koldioxidneutrala. Vid förbränning av biobränslen frigörs visserligen koldioxid som kan bidra till växthuseffekten. Utsläppen kompenseras dock om återväxten av ny växtlighet är lika stor som uttaget av bränsle. Den koldioxid som bildas vid förbränningen tar växande träd och grödor nämligen upp igen.

## Trädbränslen

Bränslen av träd, eller delar av träd, som inte genomgått någon kemisk process. Oförädlade trädbränslen kan delas in i:- Rå och torr sågverksflis - Spån- Kutterspån - Bark - Avverkningsrester (obearbetade, flisade eller krossade) - Träddelar (obearbetade, flisade eller krossade) - Nedklassad massaved - Återvinningsvirke - Energiskog

Trädbränslena kan också vara förädlade till exempelvis pellets, briketter eller träpulver.

## Returlutar, svartlutar och tallbeckolja

Biprodukter från massaindustrin. I den lut som används vid framställning av pappersmassa finns det efter processen kvar kemikalier och lignin. Genom att indunsta luten får man ett bränsle som bränns i en sodapanna. Energin används sedan internt inom industrin. Returlutar från sulfitmassafabriker kan också jäsas för framställning av etanol. Fler forskningsprojekt pågår där man genom förgasning av returlutar kan få ut andra typer av drivmedel.

## Åkerbränslen

Till exempel halm, spannmål, oljeväxter och restprodukter från jordbruket. Används till förbränning, men även för framställning av drivmedel (etanol, biodiesel) och biogas.

## Torv

Torv består av mer eller mindre nedbrutet organiskt material och bildas i syrefattig miljö. I Sverige anses torv vara ett mellanting mellan förnybart och fossilt bränsle. Torv förnyas visserligen, men det tar ett par tusen år. Torvbranschen anser att torv ska räknas som biobränsle så länge uttaget inte är större än återväxten. Enligt EU är torv ett fossilt bränsle, medan Finland klassar det som långsamt förnybart.

### **Avfall**

Organiska restprodukter som sorterat hushållsavfall och restprodukter från livsmedelsindustrin räknas ofta som biobränsle. Mer än hälften av avfallet bränns i fjärr- eller kraftvärmeverk. En del rötas för produktion av biogas.

### **Skogsbränsle**

Utgör den övervägande delen av gruppen trädbränslen. Hit räknas råvara som kommer direkt från skogen, till exempel grot (grenar och toppar) och brännved, men även biprodukter från industrin. Biprodukterna får inte ha behandlats kemiskt. Ibland används begreppet primärt skogsbränsle för att beskriva bränsle som tas direkt från skogen.

### **Återvunnet trädbränsle**

Trädbränsle som tidigare använts till annat, till exempel rivningsvirke, emballagevirke, formvirke och spill från byggnationer. Säljs till bränslesektorn som returflis.

### **Energiskogsbränsle**

Bränsle från snabbväxande träd och buskar som odlas specifikt för framställning av energi. I Sverige odlas främst olika arter av salix, men även hybridasp och poppel förekommer.

### **Primärt skogsbränsle**

Avverkningsrester i form av grenar och toppar (grot), avverkningsstubbar, och virke som inte kan användas av industrin (ex röt- och stormskadat virke) benämns ibland primärt skogsbränsle. Som primärt skogsbränsle räknas också kläna stammar som skördats som energi vid röjning och gallring.

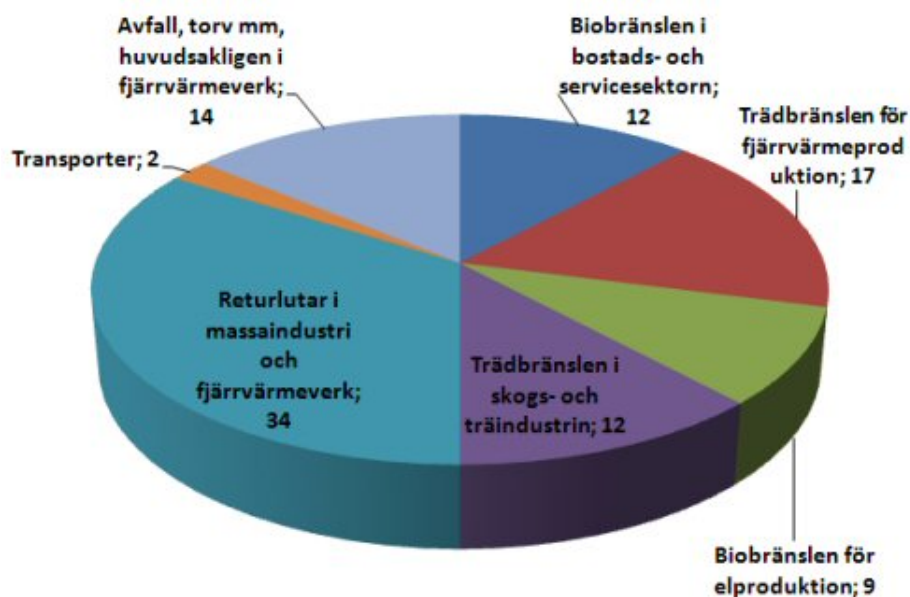
### **Sekundärt skogsbränsle**

Olika biprodukter från skogsindustrin som inte processats kemiskt kallas ibland sekundärt skogsbränsle. Hit räknas bark, såg- och kutterspån och flisat spillvirke. Stora delar av barken och spånet används som bränsle inom industrin. Överskottet säljs till tillverkare av förädlade biobränslen (pellets och briketter), direkt till värmeanläggningar eller till skivindustrin. Spillvirket flisas. Den fuktiga flisen används vid massatillverkning. Torrflis säljs till bränslesektorn.

## ***Så här används bioenergin***

Huvuddelen av den svenska bioenergin har sitt ursprung i skogen, och skogsindustrin är också den största användaren. I tårtdiagrammet nedan visas

den sammanlagda användningen av biobränslen i Sverige. Det primära skogsbränslet (grot, stubbar och ved) utgör en del av det biobränsle som används för uppvärmning av bostäder, till fjärrvärme- och elproduktion.



Användning av biobränslen i Sverige, procent. Total användning 2007 var ca 120 TWh. Källa Energimyndigheten och SCB.

### Det primära skogsbränslet används för uppvärmning och el

45 procent av årsavverkningen i den svenska skogen används redan idag till energi. Biobränsle direkt från skogen (primärt skogsbränsle) används i första hand för värmeproduktion. En tiondel används också för att producera el - antingen inom industrin eller i kraftvärmeverk.

### Industrin slukar mest

Allra mest biobränslen nyttjas i massaindustrin. I fabrikernas sodapannor bränns returlutar/svartlutar (en restprodukt från framställning av kemisk massa) som ger både processånga och el för industrins behov. Både massa- och träindustrin använder dessutom egna biprodukter som bark och spån som bränsle.

### Sågverkens restprodukter förädlas ofta

Mer än hälften av sågverkens överskott av spån används numera för tillverkning av förädlade biobränslen som pellets och briketter. I privata villor är ved fortfarande det vanligaste biobränslet, men efterfrågan på pellets stiger stadigt. Förädlade bränslen som pellets och pulver används även vid fjärrvärmeverk, men verken är också storkunder av oförädlade trädbränslen som flis och spån. Sedan 1990-talet har användningen av trädbränslen femdubblats inom fjärrvärmesektorn, och efterfrågan växer fortfarande.

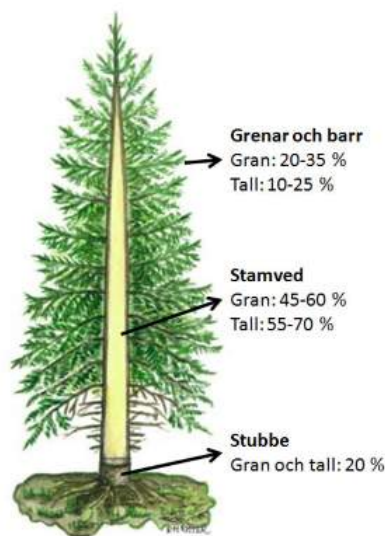
### Mycket lite till drivmedel

En mycket liten andel bioenergi från skogen används idag för att producera förnybara drivmedel. En del av returlutarna från sulfittmassafabriken i Örnsköldsvik nyttjas idag av Sekab som producerar drygt 10.000 ton etanol varje år.

För att producera större mängder drivmedel från skogsråvara krävs dock andra tekniker. Intresset för detta är stort och forskningen har kommit långt. I Sverige finns ett par pilotanläggningar. Om teknikerna blir kommersiellt gångbara kommer efterfrågan på skogsbränslen att öka ännu mer.

## Trädets biomassa och energi

Stammen utgör ofta bara drygt hälften av hela biomassan på ett träd. Vid en avverkning utan bränsleuttag lämnas därför mycket biomassa kvar i skogen. Stubben utgör drygt 20 % av biomassan. Andelen grenar är större på ett litet träd, och större på gran än på tall. Intervallet i figuren visar skillnaden mellan träd med 10 och 50 centimeter i brösthöjdsdiameter. Biomassan uttrycks ofta som kg eller ton torrsubstans.



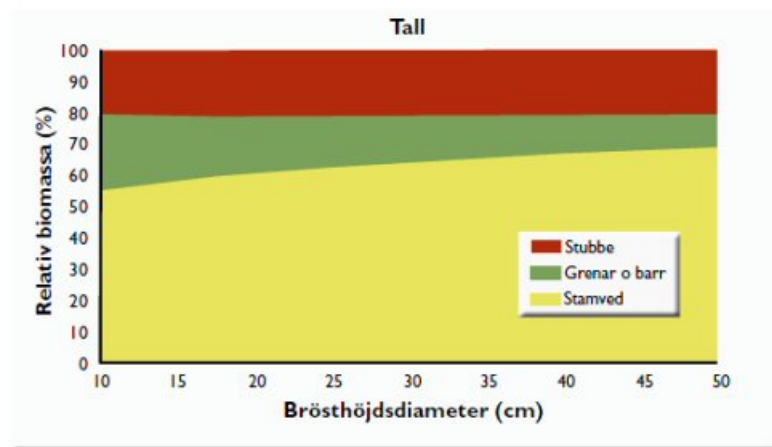
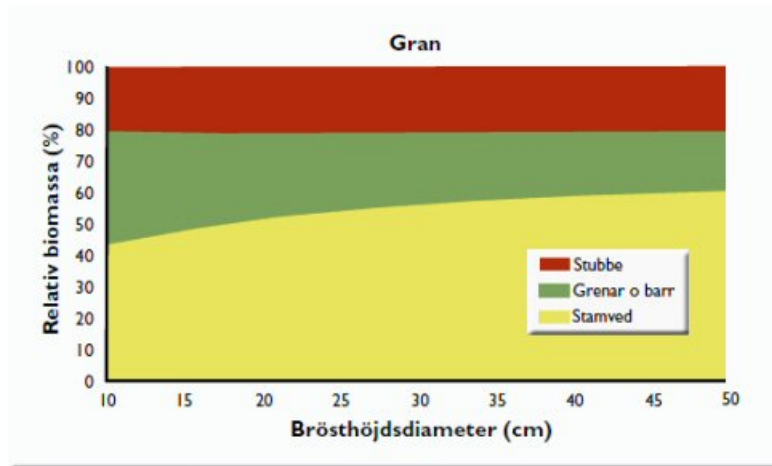
### Hur mycket energi finns i trädet?

Antag att en gran är 1 m<sup>3</sup>sk (ungefär ett träd med 30-35 cm brösthöjdsdiameter). Torrådensiteten är i snitt 400 kg/m<sup>3</sup>. Med 60 % i stam, 20 % i grenar/barr och 20 % i stubbe är den totala biomassan (torrvikt) cirka 670 kg, fördelat på 400 kg stam, 133 kg grenar och 133 kg stubbe. Energivärdet för flis med en fukthalt på 30 % är ungefär 4,9 kWh per kilo torrsubstans. Hela träden kan därför leverera 3300 kWh.

Det räcker då med 4-5 stora granar för att klara uppvärmningen av en normal villa under ett år (med en årsförbrukning på 16.000 kWh)!

## Fördelningen av trädets biomassa varierar med storleken

Stubbens andel av biomassan är ungefär 20 % och ganska konstant över trädstorlek. Andelen grot (grenar och toppar) minskar dock med ökad diameter. Figuren visar också att andelen grot är större hos gran än hos tall.



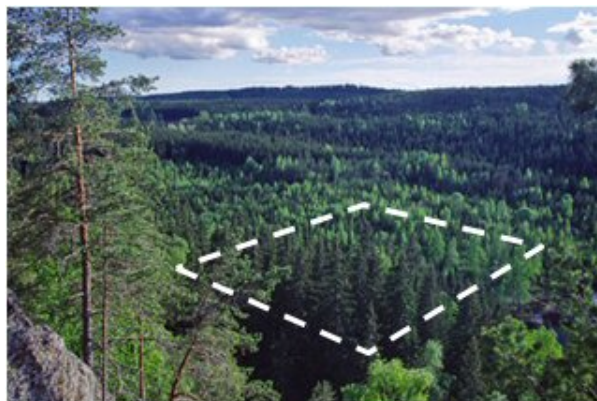
Figur från Gustaf Egnell, Skogsskötselserien nr 17.

## Hur mycket energi finns det i skogsbestånd på ett hektar?

Hur mycket energi finns det i ett hektar skog som gallras eller slutavverkas? Här ser du exempel från några bestånd.

Energivärdet är beräknat för torrt skogsbränsle. När bränslet är rått är energivärdet lägre.

Siffrorna bygger också på att allt bränsle tas ut. I praktiken lämnas alltid en del kvar i skogen, [här kan du se exempel på grotutfall](#).



Bestånd

Svealand, blandskog på mellanbonitet

	ton torr./ha	MWh/ha
Stamdelar	121	593
GROT	31	152
Stubbe	29	142
Summa	181	887
Så många villor kan värmas under ett år.		55

**Svealand, blandskog på mellanbonitet:**

Ålder: 105 år  
 Volym: 245 m³sk  
 TGB: 451  
 Grundyta: 28 m²  
 Dgv: 25 cm  
 Stammar/ha: 650  
 Ståndortsindex: G24

[Stäng](#)

1 hektar är 100 x 100 meter, eller 2 fotbollsplaner. Värdena är ungefärliga, beräknade för några typbestånd med data från Riksskogstaxeringen. Biomassavolymerna har beräknats med verktyget ProdMod och översättningen till energi med WEcalc.

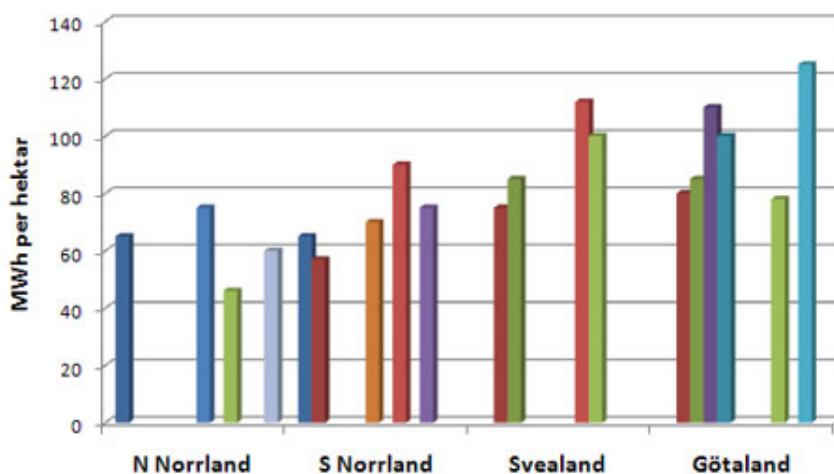
I ett kommande verktyg i Kunskap Direkt ("Flis av flis") kommer det att vara möjligt att räkna biomassa och energivärden i egna bestånd.

## Grotutfall i praktiken

Grotmängden varierar stort med beståndets volym, trädslagsblandning och trädkronornas form. Det finns oftast mer grot i gran än i tall, och mer i en slutavverkning än en gallring.

I praktiken kan och ska man inte ta ut all grot i beståndet. Det blir alltid kvar ris som lämnas i körspåren, i kanterna och i fuktiga partier. Dessutom avverkas inte alla träd i det naturvårdsanpassade skogsbruket. Skogsstyrelsen rekommenderar att 20 % av groten lämnas kvar.

I tabellen visas exempel på grotutfall i olika regioner. Siffrorna är lägre än de [teoretiskt framräknade mängderna](#), bland annat för att inte all grot tas ut, men också för att energivärdet räknas på den fukthalt flisen hade vid inmätningen.

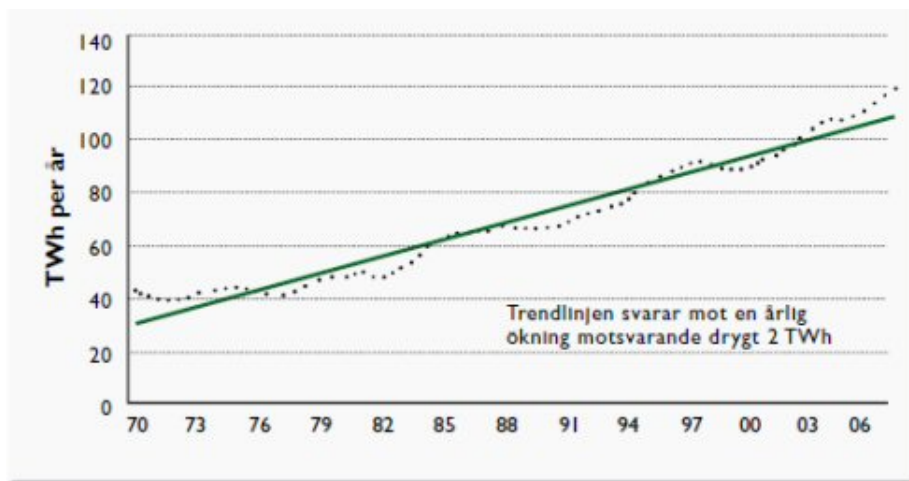


Grotutfall i praktiken. Exempel insamlade av Tomas Johannesson, 2009.



## Skogsbränsleresurser i Sverige - med potential att öka

Sedan 1970 har bibränsletillförseln ökat med i genomsnitt 2 TWh per år, och under de senaste åren med 3 TWh per år.



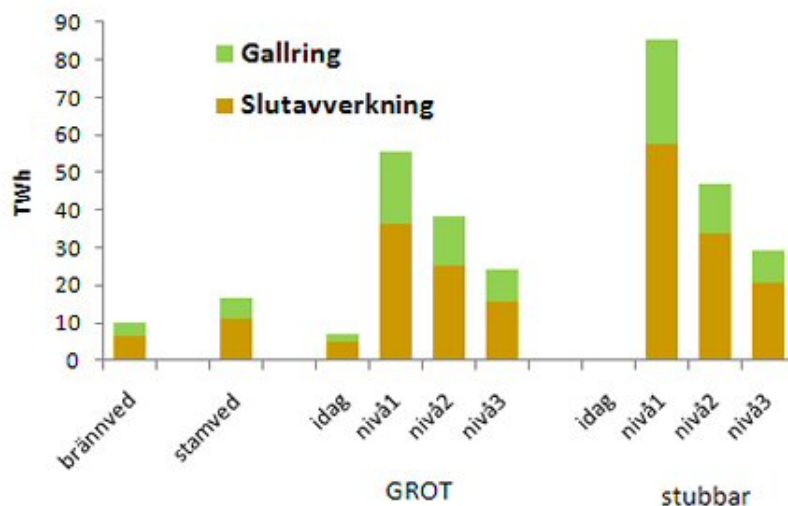
Tillförsel av bioenergi 1970-2009, figur från Gustaf Egnell, Skogsskötselserien

### Stor potential för primära skogsbränslen

År 2007 togs 7,3 TWh ut som GROT och 16,5 TWh som rundved. Stubbrytningen är knappt mätbar. De primära skogsbränslena har dock en stor potential att öka. Om GROT och stubbar skördas från alla avverkningar idag skulle 140 TWh kunna tas ut (utöver det som skördas som stamved och brännved). Med ekologiska restriktioner är potentialen 85 TWh, och med hänsyn till tekniska svårigheter på vissa marker är potentialen 53 TWh.

Figuren bygger på data från SKA 08 (Skogliga konsekvensanalyser) från SLU och Skogsstyrelsen.

I analysen har tre nivåer på begränsningar använts. [Läs mer.](#)



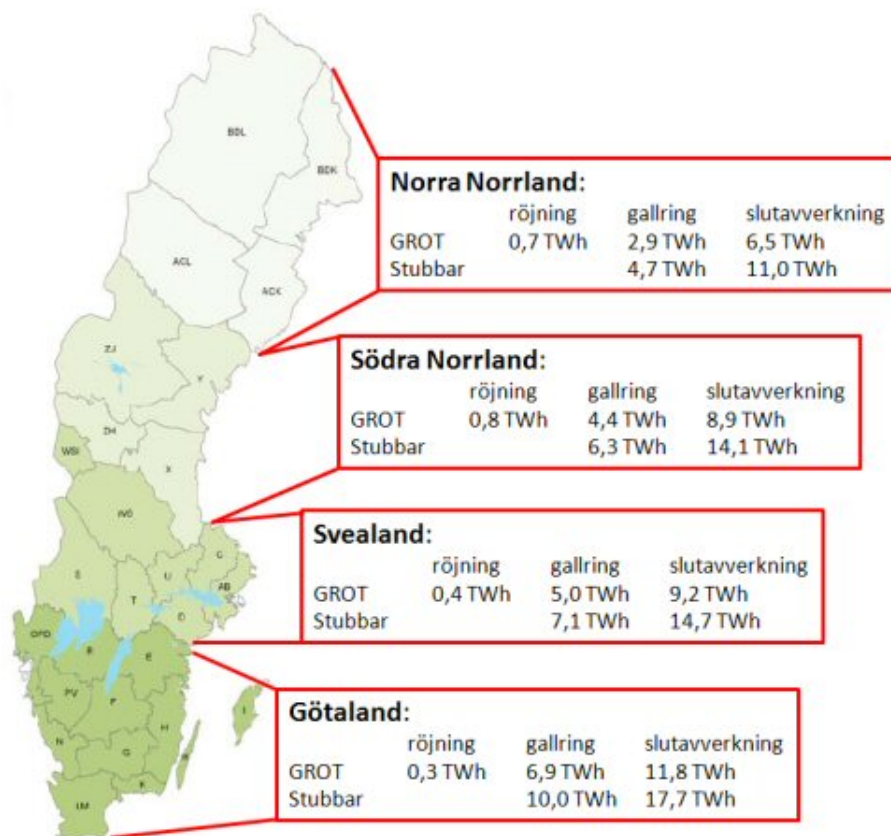
Figuren visar uttaget av grot och stubbar 2007 (=”idag”) och den potential som finns att öka uttaget under perioden 2010-2019. År 2007 togs 7,3 TWh ut som grot (motsvarande 3,9 miljoner m<sup>3</sup>). Det möjliga grotuttaget i slutavverkning är 36 TWh (nivå 1), 25 TWh (nivå 2) och 16 TWh (nivå 3). I gallring är grotuttaget 19 TWh (nivå 1), 13 TWh (nivå 2) och 8 TWh (nivå 3). Stubbtaget var praktiskt taget noll år 2007. Potentialen i slutavverkning är 57 TWh (nivå 1), 34 TWh (nivå 2), 21 TWh (nivå 3), och i gallring 28 TWh (nivå 1), 13 TWh (nivå 2) och 9 TWh (nivå 3). Detaljer finns att läsa i rapporten från SKA 08 (se länk till höger).

## **Skogsbränsle - tillgångar och utnyttjande i Sverige 1. Tillgångar**

### **Största tillgångarna finns i södra Sverige**

Skogarna i södra Sverige har högre tillväxt och en högre andel gran än i norra Sverige. Tillgångarna till skogsenergi är därför högst i Götaland och lägst i Norrland.

I SKA 08 (se länk) beräknades potentialen för skogsbränsle. Kartan visar bruttopotentialen i TWh utan ekologiska eller tekniska restriktioner.



Figuren bygger på data från SKA 08, potential för skogsenergi år 2010-2019 enligt referensscenariot (inga ekologiska eller tekniska restriktioner).

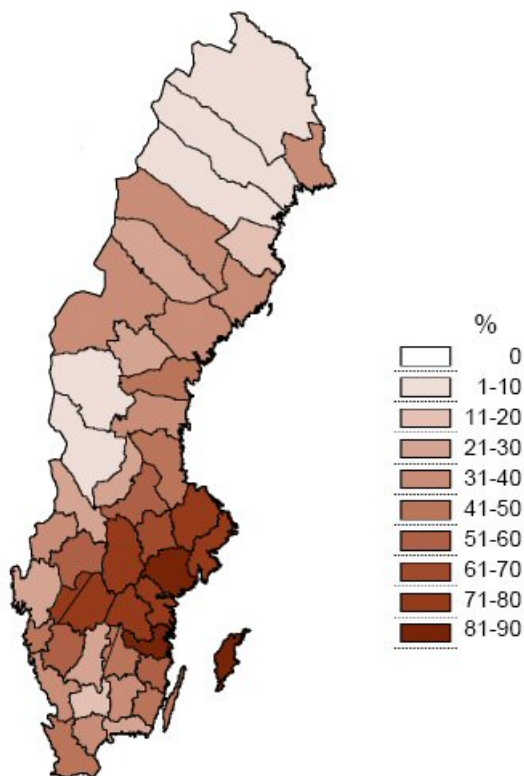
## Skogsbränsle - tillgångar och utnyttjande i Sverige

### 2. Uttag av grot

**Största uttagen av skogsbränsle görs i östra Svealand och nordöstra Götaland**

Statistiken över skogsbränsleuttagen i landet är långt ifrån fullständig. I avverkningsanmälningarna kan skogsägarna ange om skogsbränsle kommer att tas ut eller ej. Under 2008 anmäldes uttag på 85.000 hektar. Den totala arealen som var anmäld för slutavverkning var 209.000 hektar. **Grotuttag anmäldes alltså på 41 % av arealen.**

Uttagen varierar över landet. En sammanställning för Skogsstyrelsens olika distrikt visade att högst andel uttag gjordes på Gotland (86 % av arealen) och lägst i Pite älvdal (6 %). Figuren visar andelen anmäld slutavverkningsareal 2008 där grotuttag planerades.



Kartan visar andel anmäld slutavverkningsareal 2008 där grotuttag planerades. Källa: Bo Leijon, Skogsstyrelsen.

## Skogsbränsle - tillgångar och utnyttjande i Sverige

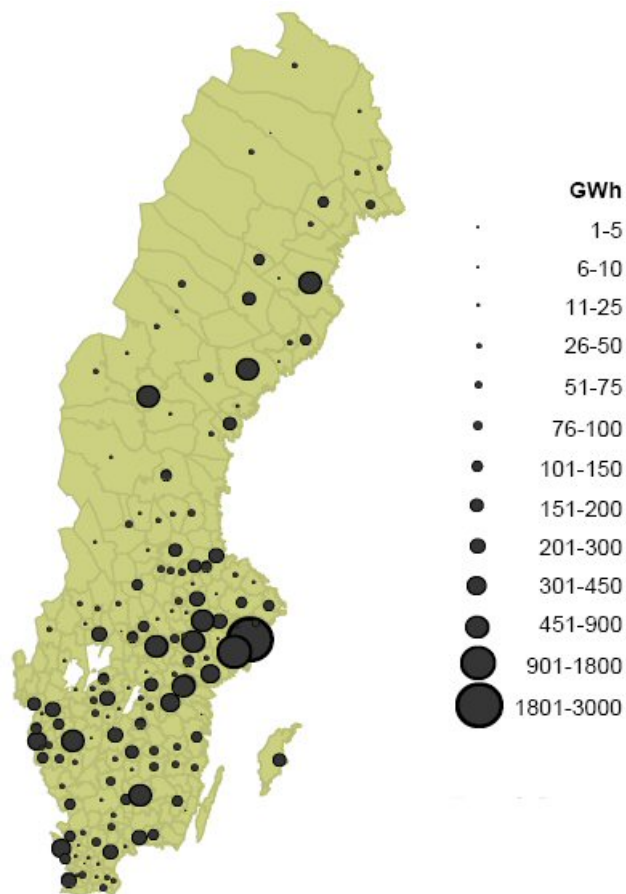
### 3. Förbrukning i fjärrvärmeverk

Nära hälften av biobränslet i Sverige både produceras och används direkt av skogsindustrin. Det primära skogsbränslet (grot, stubbar och stamved som tas ut direkt som energisortiment) används dock ofta i fjärrvärmeverk eller för elproduktion i kraftvärmeverk.

#### Mälardalen förbrukar mest skogsbränsle

De största fjärrvärmeverken som använder biobränsle finns i Mälardalsregionen, men det finns också Norrlandskommuner (Östersund, Örnsköldsvik och Skellefteå) som konsumerar mycket bioenergi.

Kartan bygger på siffror från Svensk Fjärrvärme AB och gäller för 2005.



Kartan visar tillförseln av bibränslen till värmeverk och kraftvärmeverk år 2005. Data från Svensk Fjärrvärme AB, sammanställda av Bo Leijon, Skogsstyrelsen.

## Kostnader för skogsbränsle

Bränsleproducenternas genomsnittliga kostnader för olika sortiment visas i tabellen. Siffrorna är insamlade i en enkät från Skogforsk till de större producenterna av skogsbränsle i landet.

Observera att ersättningen till markägare tagits upp som en kostnad.

### Kostnader för skogsbränsle, 2013

	Grot från slutavverkningar	Klentråd från gallringar	Energived	Stubbar från slutavverkningar
			kr/m <sup>3</sup> s	
Ersättning till markägaren	31	8	48	1
Avverkning/upptagning	0	43	30	52
Terrängtransport	37	29	18	32
Omkostnad	8	9	7	6
<b>Summa fritt bilväg 2013</b>	<b>76</b>	<b>89</b>	<b>103</b>	<b>91</b>
<i>Summa fritt bilväg 2012</i>	<i>76</i>	<i>92</i>	<i>117</i>	<i>87</i>
Sönderdelning	48	41	18	49
Terminalkostnader	3	2	10	6
Vidaretransport	41	41	27	42
Administration	10	9	8	9
<b>Summa fritt slutkund 2013</b>	<b>178</b>	<b>182</b>	<b>166</b>	<b>197</b>
<i>Summa fritt slutkund 2012</i>	<i>172</i>	<i>180</i>	<i>181</i>	<i>193</i>
<i>Summa fritt slutkund 2011</i>	<i>186</i>	<i>185</i>	<i>182</i>	<i>182</i>
<i>Summa fritt slutkund 2010</i>	<i>177</i>	<i>175</i>	<i>165</i>	<i>161</i>
<i>Summa fritt slutkund 2009</i>	<i>172</i>	<i>165</i>	<i>167</i>	<i>174</i>

m<sup>3</sup>s = kubikmeter stjälpått. Det är ett mått som ofta används för flis och spån.

## Grenar och toppar - grot



**Grot** är en förkortning för **grenar och toppar**, och är den del av biomassan ovan stubbe som lämnas kvar i skogen vid en traditionell avverkning utan bränsleuttag.

Grot används i första hand som bränsle i värmeverk. Med dagens skördenivå ger groten cirka 7-8 TWh energi per år. Enligt SKA 08 skulle uttaget kunna öka till 24 TWh om man tar hänsyn till miljön och dagens tekniska begränsningar. Om tekniken förbättras kan uttaget öka till 34 TWh. Det skulle i så fall utgöra 9 % av Sveriges årliga nettoförbrukning av energi (cirka 400 TWh).



Detta avsnitt hjälper dig att planera och utföra skörd av grot:

- Vilka bestånd passar?
- Hur mycket grot får jag ut?
- Hur grotan passar jag avverkningen?
- Hur lagrar och torkar jag groten?
- Hur planerar jag grotuttaget?
- Hur säljer jag groten?
- Vilka blir miljöeffekterna?

## ***Ta ut GROT eller inte?***

Ska du som skogsägare ta ut GROT i ditt bestånd eller inte? Det här är de viktigaste argumenten för och emot. Läs mer på andra sidor i kapitlet vad du kan göra för att öka fördelarna och minska nackdelarna.

### **Fördelar**



#### **GROT-uttaget ger en inkomst**

Intäkterna varierar dock beroende på beståndets egenskaper, avverkningsmöjligheter och marknad. Ibland ger grotuttaget inget extra netto.

#### **Enklare och billigare förnygring**

Ett risrensats hygge är lättare att markbereda och plantera och förnygringen kan göras så snart som groten är borttransporterat. När riset är borta minskar uppslagen av hallon och andra kvävegynnade växter. Kostnaden för förnygring och skogsvård minskar, och kalmarkstiden kan förkortas.

#### **Bra för klimatet**

Skogsbränslet ersätter fossila bränslen och bidrar till att koldioxidutsläppen minskar.

### **Nackdelar**



#### **Risk för markskador**

Terrängkörningen ökar när också grot tas ut. Dessutom tas det ris bort som skyddar marken mot skador.

#### **Tillväxtförluster**

Med groten tas också näringsämnen ut. Vid slutavverkning är det normalt inget problem, då frigörs ändå mycket näring från marken. Bränsleuttag i röjning och gallring kan dock ge tillväxtförluster som kan behöva kompenseras med askåterföring och gödsling.

#### **Förlust för naturvården**

Med ökat uttag minskar också mängden död ved i skogen. Den klena veden i gran- och tallkvistar har dock inte lika högt naturvårdsvärde som den grova veden. För lövved kan även den klena

## Bra för friluftslivet

Risrensning ökar framkomligheten och brukar oftast betraktas som positivt för friluftslivet.

veden vara viktig. Grothögar med löv kan fungera som "fällor" för insekter som sedan följer med till värmeverken.

## Planering för grotuttag - skogsägaren

En god planering är en förutsättning för att grotuttaget ska kunna göras effektivt, ge bästa lönsamhet och minimera effekterna på miljön.

Här är några hållpunkter för skogsägaren. Läs mer genom att klicka på länkarna. Är du [entreprenör läs du här](#).



### Passar beståndet för grotuttag?

Här får du ta hänsyn till hur mycket grot det finns i beståndet, hur förutsättningarna för avverkning ser ut, den lokala marknaden och hur miljön påverkas.

### Lämplig tidpunkt?

Det är bättre för miljön att köra på tjälad mark men det är besvärligare att ta ut grot i snö. På sommaren är torkmöjligheterna större. En torr mark kan också klara sig från markskador. Normalt lämnas högarna en säsong på hygget för att torka.

### Hur påverkas miljön?

Finns känsliga områden? Är marken tillräckligt bördig eller är det risk för tillväxtförluster, hur stor är risken för markskador?

### Lönar det sig?

Här får du ta hänsyn till hela avverkningens nettointäkt. En rationell, samordnad grotavverkning kan vara effektivare än om du säljer grotten separat. Vem betalar bäst? Det kan löna sig att jämföra olika köpare.

Ett risfritt hygge är lättare att markbereda och plantera. Föryngringen kan också göras tidigare. Denna vinst med grotuttaget kan vara ett tillräckligt motiv för skogsägaren.

### Hur mycket kan du förbereda själv?

Du ska anmäla grotuttag i samband med avverkningsanmälan senast 6 veckor före avverkningen. Kan du snitsla av känsliga områden, eller förbereda platser för upplag och transporter? Har du tid att röja bort underväxt? Det sänker avverkningskostnaden och höjer grotens kvalitet.

## 4. Uttag av skogsbränsle

Uttag av GROT (grenar och toppar), ha 2,3

Uttag av stubbar, ha 1,2

I avverkningsanmälan till Skogsstyrelsen ska uttag av skogsbränsle anges.

## Planering för grotuttag - entreprenören

Här är några hållpunkter för dig som entreprenör. De sammanfaller delvis med skogsägarens hållpunkter (läs mer om [skogsägarens planering](#)). En dialog är viktig.

### Vad vill skogsägaren?

Har skogsägaren några särskilda tankar kring miljö och tillväxtförluster? Vill han eller hon göra något arbete själv eller leja ut allt, inklusive planeringen? Är ekonomin det viktigaste skälet för skogsägaren, eller finns andra motiv för att ta ut grotten?



### Passar beståndet?

Finns tillräckligt med grot av bra kvalitet? Hur är avverkningsmöjligheterna? Finns risk för skador på miljön?

### Tänk igenom hela kedjan

Hela kedjan från avverkningsplanering till slutprodukten hos köparen måste fungera för att avverkningen ska bli rationell, ge största lönsamhet för markägare och köpare, och för att slutprodukten ska ha hög kvalitet. Läs mer om metoder för grotanpassad avverkning.

### Hur ser de fysiska förutsättningarna ut på platsen?

Finns vägar? Är avläggsplatser och vändplaner tillräckligt stora? Finns känsliga områden? Hur är terrängen och bärigheten? Finns det hinder som luftledning och vattendrag? Behöver underväxt röjas i förväg?

### Vad kostar det att skörda grotten?

En entreprenör kan ha tillgång till flera olika maskiner. Kostnaden för grotuttaget kan variera stort beroende på vilket system som används.

### Torka eller skörda grön grot?

Grotens kvalitet påverkas av torrhalten och mängden föroreningar. Grotens energivärde ökar om den får torka. Torkningen kan ske på hygget eller i täckt valta vid väg. Ibland kan det dock löna sig att ta ut grön (fuktig) grot. Det kan sänka kostnaden för uttaget, men måste vägas mot sämre betalning hos köparen.

## Planera grotuttaget - en översikt



### 1. Undvik skugga och fukt

Undvik att placera grotvältorna i skuggigt läge på fuktig mark, då riskerar de att torka för dåligt. På ett fuktigt och smutsigt underlag finns också risk för att föroreningar följer med grotten. Den kan också återfuktas underifrån. Läs mer om [grotens kvalitet](#).



### 2. Se till att grotvältan kan torka

På en torr mark i söderläge har grotvältan bättre torkningsmöjligheter. Placera vältan med långsidan mot den dominerande vindriktningen. Torrhalten har stor betydelse för energivärdet. Läs mer om [grotens kvalitet](#).



### 3. Undvik grotvältor på fuktiga marker





På ett fuktigt underlag finns stor risk att groten återfuktas underifrån.

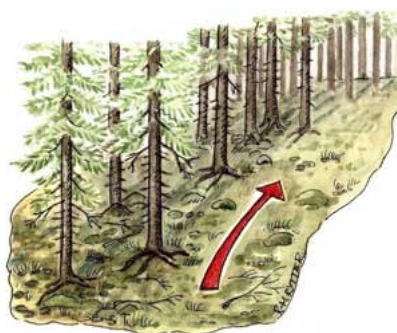
#### 4. Förebygg markskador

Planera avverkningen för att minimera markskadorna. Använd markskonare eller kavelbro för att undvika markskador i våta partier. Skörda helst på torr eller tjälad mark. På fuktig mark med risk för markskador är det bättre att avstå från grotuttag, eller att ta ut en mindre andel.



#### 5. Planera efter lutningen

Lägg i första hand körstråken nerifrån och upp i lutande partier så minskar kraftbehovet och slitaget på aggregat och maskin under kvistningsarbetet.



#### 6. Förrensa innan avverkningen

Underväxt i beståndet fördyrar både avverkningen och skogsbränsleuttaget. Grotskotningen blir dyrare och utfallet mindre. Kvarstående småträd och buskar kan lätt rotryckas så att jord och stenar följer med.



#### 7. Använd riset i basvägarna vid behov

Efter en grotanpassad avverkning är körvägarna fria från ris. Om marken har dålig bärighet eller är mycket stenig kan riset behöva läggas tillbaks i basvägen. Planera basvägarna noga så att de sämsta terrängavsnitten undviks. Glöm inte bort att vägarna måste vara tillräckligt breda. Risskotaren är normalt bredare än en virkesskotare.



#### 8. Tillräckliga vändplaner



En flisbil behöver mer utrymme än en timmerbil. Radien på vändplanen ska inte understiga 13 meter. Grotlagring vid väggkanten kräver extra utrymme.

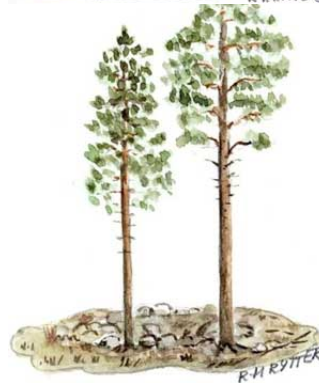
### 9. Välj rätt bestånd - gran

Mängden grot varierar stort beroende på kronotyp och krongräns hos träden. Utfallet beror också på hur mycket som måste sparas i basvägarna.



### 10. Välj rätt bestånd - tall

Mängden grot varierar stort beroende på kronotyp och krongräns hos träden. Utfallet beror också på hur mycket som måste sparas i basvägarna. Tall ger normalt mindre grot än gran, men ibland kan en tät kronig tall ge mer grot än en gran med upphissad krona.



### 11. Bygga ny väg?

Vid bränsleuttag skördas större volymer än vid en vanlig avverkning. En väg kanske blir lönsam att bygga när man väger in skogsbränslet.

### 12. Inga lavmarker

Undvik att ta ut grot från magra, lavrika marker.

### 13. Undvik steniga marker

Det är dyrt och besvärligt att ta ut grot från områden med mycket sten som försvårar framkomligheten.

## Vilka bestånd passar för grotuttag?



Det är många faktorer som avgör om det är lämpligt att ta ut grot vid en avverkning.

### Finns tillräckligt med grot?

- Grotmängden varierar stort med beståndets volym, trädslagsblandning och trädkronornas form. Det finns oftast mer grot



i gran än i tall, och mer i en slutavverkning än en gallring. [Läs mer](#) om hur mycket skogsbränsle det finns i beståndet.

### **Ståndorten**

- Ta i första hand ut grot på friska marker med blåbärstyp eller bättre.
- Undvik svaga marker, och ta aldrig ut grot på lavtyper. Näringen i groten behövs i beståndet.
- Undvik fuktiga och blöta marker. Där är risken för körskador stor.
- Undvik steniga marker eller annan terräng med dåliga framkomlighet. Där blir grotskörden för dyr.
- Undvik marker som ska hyggesbrännas (där behövs groten som bränsle).

### **Ekonomi**

- Närheten till marknaden (värmeverk) avgör ofta hur mycket betalt du får för groten.
- Undvik att ta ut grot i små bestånd. De fasta kostnaderna för att ta dit många maskiner kan bara betala sig om man får större volymer. Samordna i så fall med andra markägare.

### **Avverkningsområdets förutsättningar**

- Hur långt är det till väg? Det är dyrt att skota grot i terrängen.
- Finns avläggs- och containerplatser? Grothögar och lastbilar kräver större utrymme än vid virkeshantering.
- Finns det vändplaner för risbilar och containerekipage?
- Har vägen tillräcklig bärighet?
- Finns det hinder, till exempel luftledning?

### **Miljön**

- Undvik att ta ut grot i nyckelbiotoper, hänsynsytor eller skyddszoner mot reservat, vattendrag och våtmarker.
- Undvik blöta och fuktiga marker där risken är stor för markskador.

### **Gallring/slutavverkning**

- Grot tas i första hand ut i slutavverkningar. I gallringar är grotmängderna små och skörden är sällan lönsam.

### **Skogsvården**

- Ett hygge som är risrensat är betydligt lättare att markbereda och plantera. Om du har mycket ris i beståndet kan en grotskörd vara nödvändig för ett bra resultat.

## Hur mycket grot? - från trädvolym till energi

### Några tumregler

#### Volymen i beståndet



Stamvolymen i ett skogsbestånd anges oftast som  $m^3sk$  (skogskubikmeter) i ett bestånd. Den uppgiften finns ofta i en skogsbruksplan, men tänk på att den kanske inte är aktuell. Om volymuppgift saknas kan du mäta [grundyta](#) och [övre höjd](#). Ett grovt överslag är att volymen är grundytan x övre höjden x 0,4 (0,35-0,4). Bättre skattning får du genom att gå in i en tabell. Använd [verktyget i Kunskap Direkt](#). Där kan du också räkna ut [volymen av ett enskilt träd](#).

I en avverkning anges oftast stamvolymen som  $m^3fub$  (fastkubikmeter under bark).  $1 m^3sk$  är cirka  $0,85 m^3fub$ . Använd verktyget i Kunskap direkt för [översättning mellan olika  \$m^3\$ -mått](#).

#### Mängden grot

Mängden grenar och toppar i förhållande till stamvolymen är större i gran- och mindre i tall- och lövskog. En grov tumregel är att grangroten utgör 20-30 % av biomassan och stammen 50-60 %. Det betyder att den maximala grotmängden mätt som volym ( $m^3f$ ) för  $1 m^3$  stamvirke grovt räknat är cirka  $0,5 m^3f$ .

I praktiken kan dock bara en del av detta tas ut - erfarenheter från mellansverige pekar på cirka  $0,5 m^3s$  grot per  $m^3f$  rundvirke. Hur mycket grot som kan tas ut beror på beståndets trädslagsblandning och bonitet, samt av hur mycket av hygget som grotanpassas och hur mycket man behöver risa stickvägarna för att undvika körskador.

Groten kan också anges i vikt. En fastkubikmeter grot väger cirka 0,45 ton (torrvikt). Färsk grot har cirka 50 % fukthalt. Vikten på den råa groten är då cirka 0,9 ton per  $m^3f$ .

#### Volymen efter flisning

En fastkubikmeter färsk grot blir ungefär  $2,5 m^3s$  (kubikmeter stjälp mått) efter flisning ( $2,7 m^3s$  per  $m^3fub$  är en mer exakt siffra).

#### Volymen av en grotvälta

Antag att en grotvälta är 4 meter bred och 3 meter hög. Den kan bli mer eller mindre tätpackad, men huvuddelen av vältans volym är faktiskt luft (över 80 %). Om vi antar att fastmasseprocenten i vältan är 20 % blir den totala volymen av 100 fastkubikmeter grot 500 kubikmeter. Det betyder att vältan blir cirka 40 meter lång.

#### Energivärdet

En  $m^3f$  färsk grot ger drygt 2 MWh energi.  $1 m^3s$  flisad barrgrot ger ungefär 0.8 MWh. Värdet för löv är högre.

### Överslagsvärden

Ungefärligt medeltal	(Variation)
1 m <sup>3</sup> f = 2,5 m <sup>3</sup> s	(2,5-3)
1 m <sup>3</sup> s = 0,4 m <sup>3</sup> f	(0,3-0,4)
1 m <sup>3</sup> f = 0,45 tTS	(0,4-0,6)
1 tTS = 5,6 m <sup>3</sup> s	(5,3-6,3)
1 m <sup>3</sup> s = 0,8 MWh	(0,7-1,0)
1 m <sup>3</sup> f = 2,0 MWh	(1,7-3,15)

## Förutsättningar för transport och lagring

För att nå ett bra resultat måste groten torka. Detta sker främst genom att lämna högarna på hygget under en sommar. Därefter skotas groten till vältor på hygget eller vägkant. Man kan även göra grotbuntar eller flisa groten direkt på hygget.

Vältorna ska placeras öppet och luftigt för att gynna torkningen. De får heller inte placeras på fuktigt underlag. Då finns risk att de återfuktas. Täckning med armerat papper skyddar från återfuktning genom nederbörd.

Avverkningen måste planeras så att det finns bra platser för grotvältorna, med bra transportmöjligheter. Om vältan placeras vid bilväg sparas mycket tid vid lastning eller flisning. Hur vältorna placeras beror på vilket flisningssystem som används, läs mer om [sönderdelning och transport av skogsbränsle](#).



Grotvålta med täckpapp för att underlätta torkning. Foto: Gustaf Egnell.

## Underväxt och förröjning

Underväxten i ett bestånd kan vara en värdefull föryngring som kan utnyttjas av nästa skogsgeneration. Ibland måste man dock förröja bort en del underväxt före avverkningen för att skördarens arbete ska underlättas.

Småträäd och buskar som står kvar kan även bli ett problem vid grothanteringen. Det är stor risk att de rycks upp med rötter och jord när groten skördas. Föroreningarna kan följa med i grotvältorna och försämra grotens kvalitet.

En underväxtröjning betalar sig oftast i form av billigare avverkning och grothantering.



Granskog med mycket underväxt. Foto: Mats Hannerz

## Vändplaner och lagringsmöjlighet

Det maskinsystem du använder påverkar hur mycket utrymme som krävs. Om du ska lagra och flisa vid vägen krävs stora ytor. Tänk också på att en flisbil med container kräver mer utrymme än en timmerbil. Radien på vändplanen ska inte understiga 13 meter.

Om lagringen ska göras vid vägkanten måste du väga in torkningsmöjligheterna. Är platsen solig och vindexponerad? Är underlaget torrt och fritt från föroreningar?





En vändplan för en flisbil behöver vara ännu större än för en timmerbil. Dessutom kan det krävas extra utrymme för flisare och grotvältor. Illustration: Rose-Marie Rytter.

## Skotning och skotningsavstånd

Det är dyrt att frakta virke och grot i terrängen jämfört med på bilväg. Grot är ett skrymmande material som ger extra höga transportkostnader. Det gäller därför att planera så att körningen blir så effektiv som möjligt. Vid små volymer kan man överväga att skota virke och grot i samma lass. Vid större volymer transporteras dock oftast rundvirket och groten separat.

Grotskotaren har oftast bredare lass än virkesskotare. Planera därför för bredare vägar vid passager genom andra bestånd.

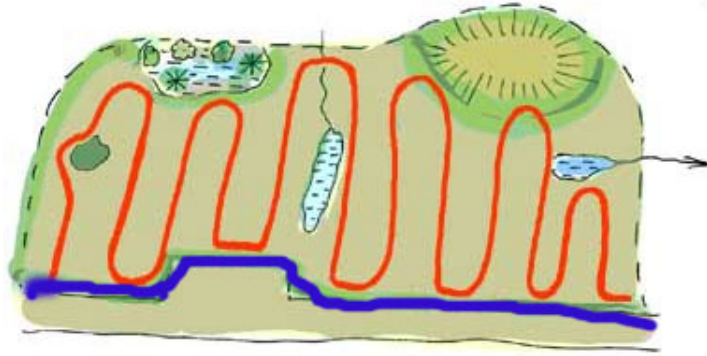
### Vårda vatten och mark

Förebygg skador på mark och vatten genom att planera skotningen. Se till att skotaren inte behöver köra i blöta och fuktiga områden eller nära bäckar. Spara tillräckligt med ris i basvägarna. Använd hjälpmedel om det behövs. I modulen Skogsbruk och vatten kan du läsa mer om hur terrängkörningen kan planeras så att marken inte skadas.

### Bygga ny väg?

Det finns inga enkla tumregler som säger när det är olönsamt att skota groten eller när det är värt att bygga ny väg. Med en grotanpassad avverkning kan dock vägen bli mer lönsam än vid en traditionell avverkning, eftersom större volymer transporteras. Om man dessutom kan ordna vändplaner och ytor för att torka bränslet kan en väginvestering bli ännu mer intressant.

Forskarna håller på att ta fram planeringsverktyg för att optimera terrängkörningen, men ännu finns inga praktiskt färdiga lösningar.



Stickvägar (röda) och basväg (blå) för skotning av virke och grot.

## **Metoder för grotuttag - i beståndet**

Till skillnad från rundvirkeshanteringen så finns flera olika metoder att välja mellan. Val av metoder styrs ofta av lokala förutsättningar och kundkrav. Alla delmomenten i avverkningen kan utföras och kombineras på olika sätt. På nästa sida kan du se en [översikt av de vanligaste systemen för grotuttag](#).

### **Skördaren**

- Maskinen avverkar och upparbetar rundvirket och lägger samtidigt grenar och toppar i en separat hög.
- Maskinen kapar stamdelar med grenarna kvar, och kvistningen görs vid avlägg (ovanlig metod).

### **Skotningen**

- En rundvirkeskotare tar hand om rundvirket, och en risskotare (en vanlig, något förlängd skotare) samlar in grothögarna.
- Virke och grot skotas med samma maskin direkt vid avverkning (används ofta vid små volymer).
- En variant är att skotaren samlar in hela stamdelar med grenarna kvar (ovanlig metod).

### **Buntningen**

- Den lösa groten kan buntas till "grotstockar", antingen direkt på hygget eller vid avlägget.
- Om buntningen utförs på hygget skotas sedan buntarna med en vanlig skotare.
- Om groten ska buntas är det en fördel om en del grövre toppar finns med.

### **Lagringen**



- Grothögarna torkar på hygget innan de samlas ihop till större vältor. Grothögarna kan också skotas direkt ut till välta.
- Vältorna kan lagras och torka på hygge eller avlägg eller skotas direkt till terminal för lagring eller flisning.

### **Täckningen**

- Vältor som ska levereras efter augusti bör täckas med täckpapp.
- Täckpappen skyddar mot återfuktning och att snö och is blandas in i materialet.

### **Flisningen**

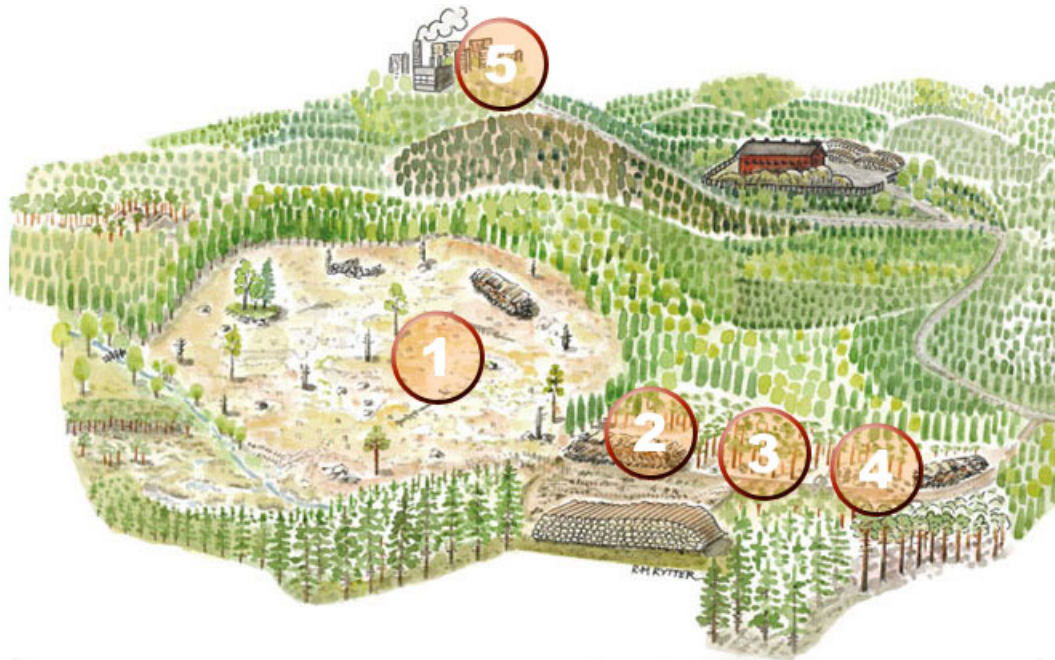
- Flisningen kan göras direkt från grothögarna på hygget och transporteras med flisaren eller en skyttel till omlastning eller flisstack vid väg.
- Vanligast är att flisning sker från välta vid avlägg och transporteras med flisbil eller containerbil.
- Flisningen kan även ske med s.k. huggbilar som både flisar och transporterar flis från vältor vid avlägg.
- Flisningen kan också göras vid industrin (värmeverket) eller på terminal.

## **Metoder för uttag av grot - en översikt**

Det finns fyra principiellt olika metoder för uttag, torkning, sönderdelning och transport av grot till slutförbrukaren. För alla metoder finns flera i varianter i olika delsteg.

Samtliga av dessa metoder börjar med en bränsleanpassad avverkning där groten läggs upp i högar på hygget. Andra möjligheter finns dock också, som uttag av hela stammar eller toppar med grenarna kvar.

**Grotskotning - lagring i välta - flisning från vältan - transport med flisbil eller huggbil till terminal.**



1. Efter att grothögarna torkat en säsong transporteras groten ut av en grotskotare till avlägg.



2. Groten samlas i vältor och kan få torka ytterligare en tid innan den flisas.



3. Flisning görs vid avlägg med mobil flisare, huggbil eller hugglink.

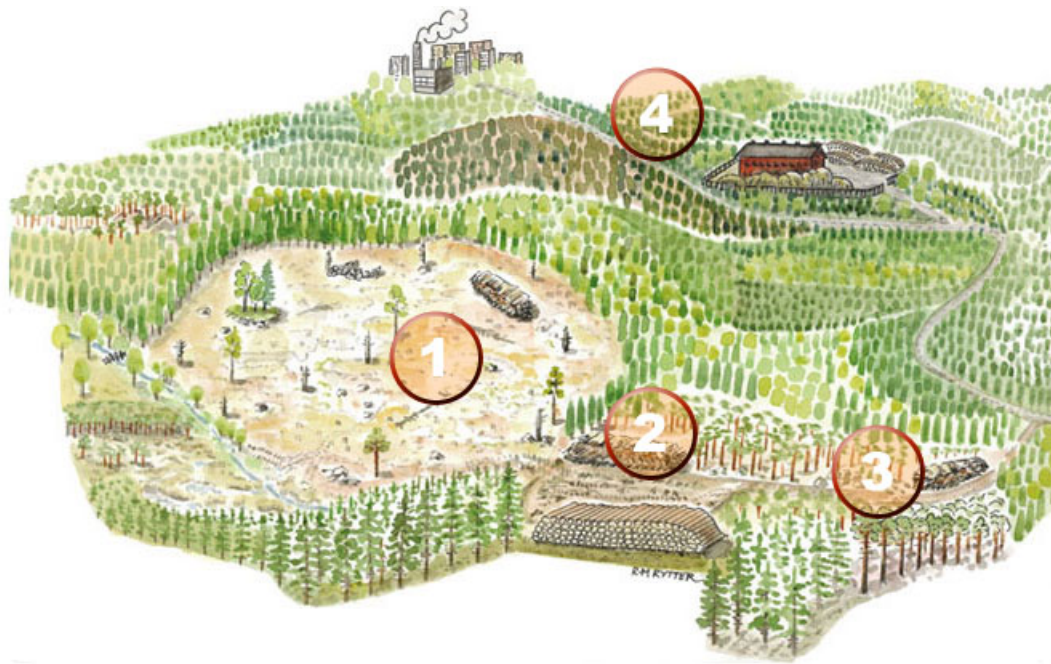


4. Flisen transporteras med flisbil, containerbil eller huggbil.



5. Flisen transporteras till terminal eller direkt till slutkund.

**Grotskotning - lagring i vältor - grottransport till terminal - flisning vid terminal.**



1. Efter att grothögarna torkat en säsong transporteras groten ut av en grotskotare till avlägg.



2. Groten samlas i vältor innan vidaretransport med grotbil till terminal.



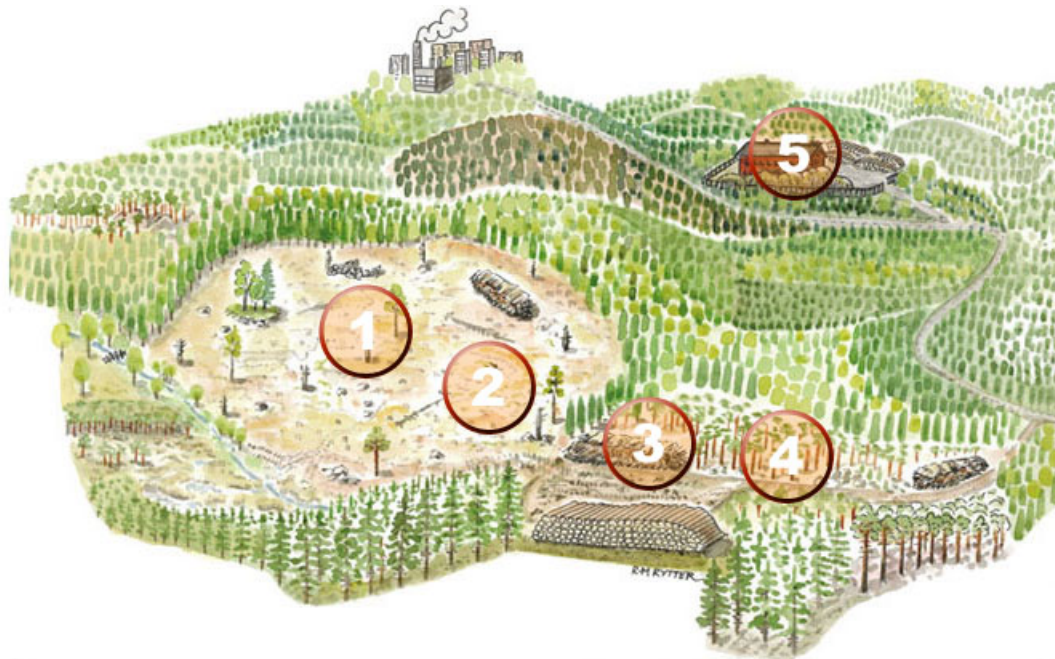


3. Lösgröten lastas på grotbil för transport till terminal eller slutkund.



4. Groten flisas vid terminal.

**Buntning på hygge (kan också göras vid bilväg) - skotning av buntar - vägtransport med buntbil - flisning vid terminal.**



1. Groten buntas på hygget till grostockar. Buntningen kan också göras vid avlägg.



2. Grotbuntarna skotas till avlägg med skotare. De kan nu hanteras nästan som rundvirke.



3. Grotbuntarna samlas i vältor vid avlägget. Buntningen kan också göras vid avlägget från en grotvältor.

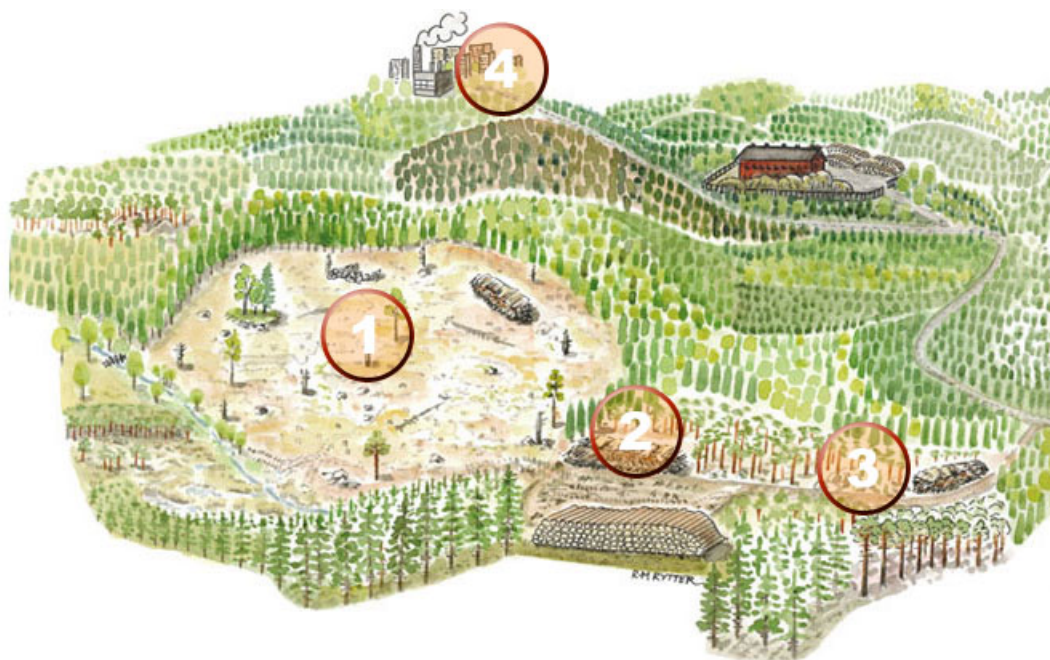


4. Grotbuntarna transporteras med buntbil till terminal eller värmeverk.



5. Grotten flisas vid terminal.

**Flisning på hygge - transport med flisskotare eller skyttel till bilväg - mellanlagring av flis vid avlägg eller lastning direkt på bil - transport med flisbil till terminal.**







1. Flisningen görs med skotarburen flishugg direkt från grothögarna på hygget och transporteras med flisskotaren eller med en skyttel till avlägg.



2. Flisen samlas vid avlägg eller bilväg, gärna med en duk under.



3. Flisen transporteras med containerbil till terminal eller värmeverk.



4. Flisen transporteras till terminal eller direkt till slutkund.

## Grotanpassad avverkning

En rationell grothantering kräver en anpassad avverkning där skördaren redan från början planerar för att både rundvirke och flis ska samlas in. Ett bra skördararbete höjer energivärdet och sänker produktionskostnaden för grotskörden. Tänk på att:

- Upparbeta virket vid sidan av maskinen ([här kan du se hur det går till](#) »)
- Använd framåtriktad fällning för att placera virke och ris parallellt med körstråket
- Lägg virke och grot i separata högar
- Placera topparna linjärt i högen. Undvik "plocke-pinn"
- Sträva efter stora, väl samlade högar med liten markkontakt
- Undvik föroreningar som kan skada flistuggen och värme pannorna. se till att inte sten och jord finns i högarna. Lägg inte rottryckta småträdd i högarna och placera inte högarna på underväxt som riskerar att följa med vid risskotningen



- Placera högarna så att de torkar bra. Det ska vara ljust, varmt och luftigt, och underlaget ska vara torrt.
- Kör inte i rishögarna. Ris i körstråken lämnas kvar på hygget



En avverkning anpassad för skogsbränslehantering. Skördaren lägger upp virke och ris i separata högar. Separata skotare följer efter och samlar in rundvirke och grot. Illustration: Rose-Marie Rytter.

## Grotkotning

Groten skotas ut av en risskotare, om den inte flisas direkt på hygget. Tänk på följande vid risskotningen:

- Använd bärande band för att minska risken för markskador.
- Lastutrymmet på risskotaren bör vara breddat/förlängt för att medge acceptabla lastvikter.
- Alla stöttor och tillbyggnader på skotaren ska vara säkrade eller svetsade för att undvika att de hamnar i grotvältan. Måla dem i skarpa färger så de syns om de trots allt skulle lossna.
- Använd risgrip för att minska risken för föroreningar och effektivisera lastningsarbetet
- Lastning och lossning av grot ska göras så att efterföljande moment underlättas. Topparna ska ligga linjärt i vältorna och vältorna ska placeras där torkförutsättningarna är som bäst. Om det är möjligt, använd ett underlag som bryter markkontakten.
- Skota i första hand på sommarhalvåret för riset ska vara så torrt som möjligt.



En risskotare i arbete. Lastutrymmet är normalt bredare än på en rundvirkeskotare. Foto: Tomas Johannesson



Ett väl utfört arbete av skördaren underlättar för skotningen. Det samlade knippet till vänster har mindre volym och ger en effektivare last. Undvik de spretiga knippena till höger. Foto: Tomas Johannesson

## Buntning till grotstockar

Syftet med buntning av grot är att sänka transportkostnaderna och rationalisera efterkommande hantering. En buntad "grotstock" kan i princip hanteras som en stamvedsstock. Lagringsmöjligheterna för buntat material är bättre än för lösgrot och flisat material. Buntarna går dessutom att transportera med traditionella rundvirkesbilar med täcksidor.

Två metoder används för buntning:

- Lösgroten buntas på hygget och körs ut till bilväg med skotare.
- Lösgroten skotas till bilväg där den buntas med en mobil buntare.

Oavsett buntningsmetod bör en del grövre toppar finnas med i groten. Dessa fungerar som ryggrad i buntarna och gör att buntarna bättre klarar den senare hanteringen.



Lösgroten kan buntas till grotstockar som kan hanteras som rundved. Foto: Gustaf Egnell.



Buntning vid avlägg (Robigo). Foto: Tomas Johannesson

## Flisning på hygge

Vid bra terräng och korta transportavstånd kan man i vissa fall flisa direkt ur högarna på hygget.

Detta sänker till viss del kapaciteten hos flisaren men samtidigt kan skotningskostnaden minska eftersom man slipper en extra risskotning då flisning och terrängtransport utförs av samma maskin. Fliset kan också transporteras ut till avlägg med en skyttel (se nedan).



Flistugg på skotare med flisbehållare. Foto: Tomas Johannesson

## Skyttel

En skyttel används ibland när flisning görs ur högar eller vältor på hygget. Fliset töms i en balja som tippas över i skytteln, som sedan transporterar ut fliset till vägen eller till en flisbil.

Skyttel kan användas för uttransport på dåliga vägar.



Skytteln transporterar fliset från hygget till väg. Foto: Tomas Johannesson.

## Lagring av grot

Grothögarna kan lagras på hygget för att hinna torka något och dessutom släppa en del av barren. De kan också skotas ut när riset är färskt ("gröngrot"). Erfarenheten är dock att de flesta barr följer med groten ut även efter torkning i högarna. Efter grotskotningen kan grotvältorna lagras på hygge eller vid avlägg/väg.

Lagringen är nödvändig för att groten ska torka. För varje procent minskad fukthalt ökar energivärdet med två procent. Normalt lagras vältorna över en



säsong. Genom lagringen kan utbudet också matchas mot efterfrågan på bränsle. Behovet är betydligt större under vintern än under sommaren.

Vilken lagringsmetod som passar beror på förutsättningarna. Du bör beakta:

- platsen - underlag, sol- och vindexponering
- avstånd till väg eller avlägg, och förutsättningar för skotning och flisning
- hur länge groten ska lagras
- ska groten täckas med papp?



Grotvälda med täckning av armerad papp. Foto: Gustaf Egnell.

## Täckning av vältorna

Med täckning av armerad papp förhindrar man att grotvältorna återfuktas eller fryser ihop. Täckpappen är tillverkad av ett biologiskt nedbrytbart material som följer med i förbränningen. Täckningen underlättar logistiken eftersom friheten blir större då man kan sönderdela och/eller köra in materialet vid lämplig tid. Förankra täckpapperet med risknippen så att det inte blåser bort eller blåser sönder. Ett riktmärke är att pappen ska täckas så mycket att den inte syns under riset.

Täckpappen rullas ut med en bygel som hanteras av skotarens kran. Täckta vältor håller i genomsnitt 10 % lägre fukthalt än otäckta vältor. Dessutom är fukthalten jämnare i vältan.



Täckning med papp för att förhindra återfuktning och sammanfrysning av grotvältan. Illustration: Martin Holmer.

## Lagring av grot - lämpliga platser

Grotvältorna kan lagras på hygge eller vid avlägg/väg. Vilken lagringsplats som passar beror på förutsättningarna.

- Lagring av grot på låglänta, skuggiga och vindskyddade hyggen är olämpligt. Då kan det löna sig att skota groten till ett avlägg om det är bättre torkmöjligheter där.
- Höglänta, solexponerade hyggen på torr mark ger goda torkmöjligheter.
- Fuktiga marker är olämpliga. Där är risken stor att groten återfuktas underifrån.
- Maskinsystemen påverkar också hur lagringen planeras. Ska groten flisas i fält eller transporteras till avlägg? Hur ska groten eller flisen skotas ut till väg? Hänsyn måste tas till den första grotskotningen, transportera av flisare, och skotning av grot eller flis till avlägg.
- Finns samordningsvinster med andra hyggen? Det kanske går att hitta effektivare rutter för flismaskinen.
- Miljöaspekter kan också påverka grotvältornas placering. I tätortsnära områden kan grotvältor upplevas störande om de ligger länge. Skyddszoner till vattendrag eller andra känsliga områden måste också beaktas.
- Naturligtvis ska grotvältorna inte placeras på platser med fasta fornlämningar eller andra kulturhistoriska lämningar.





Tummen ner för grotvältor i skugga, fuktiga lägen.



Tummen upp för grotvältor med sol, vindexponering och på torrt underlag.

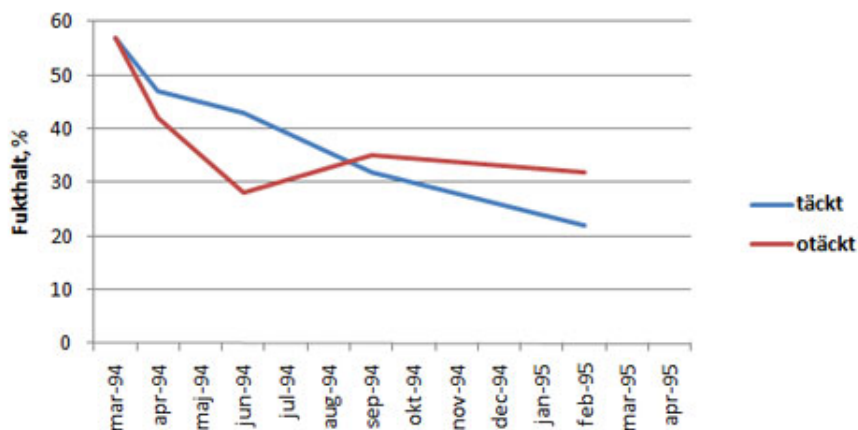
## Lagring av grot - hur länge?

Vid lagringen torkar groten och torrhalten har stor betydelse för grotens kvalitet vid förbränning. Det färska riset har en fukthalt på cirka 50 %. För varje procent som fukthalten minskar ökar energivärdet med två procent.

Normalt lagras grotvältorna i fält över en säsong. Torkmöjligheterna är naturligtvis störst under sommaren. Om groten skördas på hösten kan den behöva lagras även över nästa sommar.

Torkningen beror på många faktorer:

- Var är vältan placerad?
- Hur stor är den (tjocka vältor torkar långsammare)?
- Är den täckt med papp?



Figuren visar ett exempel på hur fukthalten ändrades i vältor som var täckta och otäckta. Vältan lades upp i mars och revs ett år senare. Från Skogforsk, Redogörelse nr 6, 1998.

## Vad händer om groten lagras för länge?

Den biologiska nedbrytningen börjar snabbt i grotvältan. I takt med att cellulosan förbrukas av mikroorganismer minskar energivärdet. Dessutom finns risk för mögel, vilket ger ett arbetsmiljöproblem.

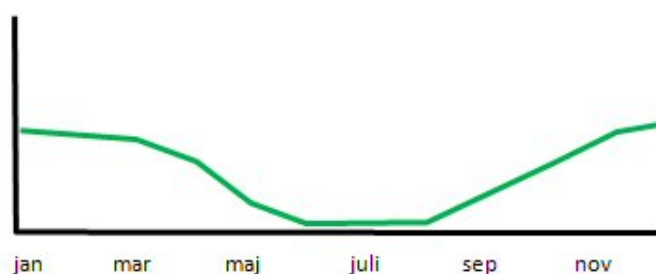
### Grön eller brun grot?

En annan möjlighet är att inte torka grotet alls på hygget utan i stället transportera grön grot direkt till terminal eller värmeverk. Grotens kvalitet och värde är mindre, men kostnaderna för hanteringen kan sänkas genom att hela lagrings- och flisningssteget undviks.

### Passa till efterfrågan?

Behovet av skogsbränsle är som störst under den kalla årstiden, en tid när också grotten i skogen är som mest fuktig och har sämst energivärde.

Figuren visar användningen av avverkningsrester för energi



Användningen av skogsenergi från avverkningsrester varierar under året. Från Lagringshandboken, Päivi Lehtikangas.

## Sönderdelning och transport av skogsbränsle

Sönderdelning, eller mer populärt kallat flisning, kan göras på hygge, vid väggkant eller vid terminal av olika typer av flisare, och dessutom kan bränslet transporteras på många olika sätt. Metoderna kan kombineras till olika system. De vanligaste beskrivs på de följande sidorna.

Det förekommer olika typer av sönderdelning beroende på vilken slutprodukt som ska levereras. Man skiljer mellan krossat och hugget material. Det finns maskiner med stora variationer i kapacitet, från mobila eller traktorburna flishuggar till mobila eller stationära krossverk. Känsligheten för föroreningar varierar mellan metoderna. Krossverken är mindre känsliga än flishuggarna.

Var i produktionskedjan man väljer att sönderdela grotten varierar och styrs av de lokala förutsättningarna och kundkraven. I vissa fall sänker man transportkostnaden genom att köra ett sönderdelat material från hygget. I andra fall kör man lösgrot eller buntar till industri eller terminal för billigare sönderdelning med en större maskin.

De olika metoderna kan delas in i några huvudprinciper, med den vanligaste metoden först:

- Flisning görs på avlägget av en huggbil eller en mobil flishugg.
- Groten skotas direkt som lösgröt till terminal där den flisas.
- Groten buntas till grotstockar och transporteras till terminal.
- Flisning görs i beståndet och transporteras med skyttel eller flisskotare till avlägg.

## De olika systemen för sönderdelning och transport ställer olika krav



### "Heta" och "kalla" system

För vägtransport av skogsbränsle finns flera olika alternativ. Samtliga har fördelar och nackdelar som går att läsa mer om under respektive rubrik. Generellt skiljer man på ”heta” och ”kalla” modeller.

Exempelvis kallas containersystemen ”heta” då synkroniseringen mellan flisaren och lastbil är känslig så att flisaren får rätt antal containers till respektive objekt. Fördelarna är dock att man kan komma in på lite sämre vägar och vändplaner och sedan lasta om containrarna längre ut. Detta går inte göra med en flisbil som är beroende av att köra in med hela ekipaget till objektet för att lasta fullt.

Mottagarnas flödesbehov, antalet mottagare och deras förutsättningar är ofta avgörande för vilket system man väljer.

Energiinnehållet per lass begränsas av fyllnadsgrad (kompaktering) och viktförhållande (torrhalt) i materialet. [Läs mer.](#)

	Containerbil <sup>1</sup>	Flisbil <sup>1</sup>	Huggbil <sup>1</sup>	Lösgrotbil <sup>2</sup>	Buntbil <sup>2</sup>
Hett / Kallt	H	H/K	H/K	K	K
Lastvolym m <sup>3</sup> , ca	120	140	90	140	-
Självlastning	N	J/N	J	J	J
Lastvikt ton, max	31-33	36-38	25-28	28-32	38-41
Tara vikt, ca	27-29	22-26	32-35	28-32	19-22
MWh lass 50% TH <sup>3</sup>	75-80	85-90	60-65	47	79
Lastvolym 50% TH, m <sup>3</sup>	98-106	116-120	76-85	140	-
MWh/lass 65% TH	96	112	73	63	94
Lastvolym 65% TH	(max)	(max)	(max)	140	-
Vändradie	13/26	26	26	26	13/26
Omlastning/rangering	J	N	J/N	J/N	J
Egen sönderdelning	N	N	J	N	N

<sup>1</sup> Teoretiska data baserade på WECalc (torrdensitet 400 kg grot/flisad/lagrad, standard fastmasseprocent)

<sup>2</sup> Källa: Vägtransport av lös och buntad grot. Näslund M, 2006

<sup>3</sup> TH=torrhalt

## Lastutnyttjande

[Undersida till Olika krav på olika system]

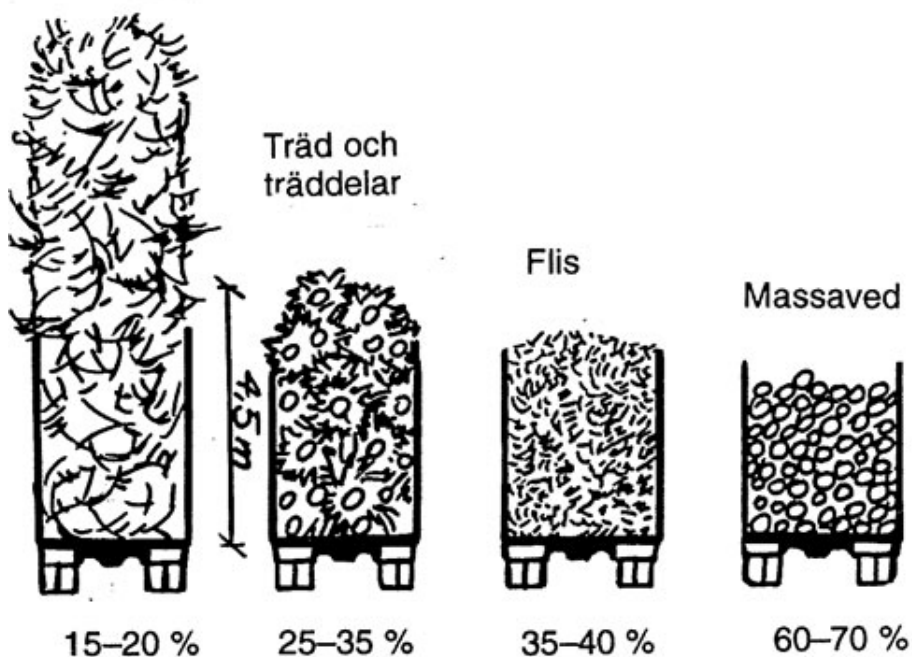
[» Tillbaka](#)

Energiinnehållet per lass begränsas av fyllnadsgrad (kompaktering) och viktförhållande (torrhalt) i materialet. Ett fuktigt material gör att den fulla lastvolymen inte utnyttjas då maximal totalvikt (60 ton) passeras innan lastutrymmet är fullt. I tabellen på föregående sida har standardvärden använts, men man bör beakta att energiinnehållet per volymenhet och viktenhet varierar kraftigt mellan olika material.

Ett torrt material medger att lastvolymen utnyttjas maximalt men utan att man når maximal lastvikt.

Bilden visar hur olika kompakterade olika sortiment är. Siffrorna anger fastmasseprocenten i lasten.

## Obearbetade hyggesrester



## Flisning på hygge

Vid bra terräng och korta transportavstånd kan man i vissa fall flisa direkt ur högarna på hygget.

Detta sänker till viss del kapaciteten hos flisaren men samtidigt kan skotningskostnaden minska eftersom man slipper en extra risskotning då flisning och terrängtransport utförs av samma maskin. Fliset kan också transporteras ut till avlägg med en skyttel (se nedan).



Flistugg på skotare med flisbehållare. Foto: Tomas Johannesson

## Skyttel

En skyttel används ibland när flisning görs ur högar eller vältor på hygget. Fliset töms i en balja som tippas över i skytteln, som sedan transporterar ut fliset till vägen eller till en flisbil.

Skyttel kan användas för uttransport på dåliga vägar.



Skytteln transporterar fliset från hygget till väg. Foto: Tomas Johannesson.

## Flisning vid avlägg

Ibland väljer man att lagra groten vid avlägg för senare sönderdelning och transport.

Det finns flera modeller att välja bland för flisning ur välta. Här beskrivs de övergripande.

### Traktorburen flishugg och containerbil

Det vanligaste är att man använder en traktorburen flishugg och containerbilar. Detta är ett flexibelt system men ställer stora krav på samarbete mellan flisare och åkare. Systemet är ett "hett" system som är känsligt för eventuella driftstopp som kan orsaka väntetider. Det är också lite svårt att synkronisera flisarens och lastbilens produktion då det beror mycket på transportavståndet. Fördelarna med systemet är att man kan välja var man vill placera vältorna innan flisning eftersom flisaren är terränggående. En annan fördel är att man kan klara sig med mindre vändplaner om lastbilen kör in en container i taget. Detta medför dock en del extra omlastningskostnader.



### Traktorburen flishugg och flisbil, med eller utan skopa

Detta är också ett vanligt system. Skillnaden mot det förra systemet är att man här kan välja att tippa flisen direkt i limpor eller stackar vid vägkanter eller vägdiken. Man använder då oftast någon form av underlagsduk för att



undvika spill och föroreningar i materialet. En fördel med systemet är att det ställer lägre krav på samarbete mellan flisare och lastbil. En lastbil kan på detta sätt köra från flera objekt samtidigt och sprida leveranserna mot flera mottagare. En annan fördel är att lastvikterna blir höga och därigenom medges relativt långa transporter. En nackdel är att ekipagen behöver bra vägar och vändplaner där man kan vända med både bil och släp.

### Huggbil

Vid korta transportavstånd kan lastbilar med en påmonterad huggenhet användas. Med denna fyller man upp en mindre container monterad på lastbilen samt ett flissläp. Vissa huggbilar har möjlighet att lasta från den mindre containern till andra lastbilar eller containrar.



Detta system kräver att vältorna är placerade nära vägen inom räckhåll för huggbilens kran. En stor fördel med systemet är att det blir flexibelt och "klarar sig själv" på ett bättre sätt än de som beskrivs ovan. Till nackdelarna hör att lastvikterna blir något sämre än för renodlade flisbilar och att det tekniska utnyttjandet av huggenheten blir lågt om transportavstånden ökar.

### Hugglink

Detta är en variant som kombinerar styrkorna hos huggbilar och flisbilar. Ekipaget består av en dragbil med en link och ett släp. På linken finns en egen huggenhet monterad. Den har dessutom egen kran och drivkälla så den kan arbeta helt fristående från lastbilen. Huggenheten kan dessutom förflytta sig själv kortare sträckor. Metoden bygger på att huggenheten ställs av vid vältan och att lastbilen kopplar om flissläpet och sedan fyller det med hjälp av huggenheten. Systemet bygger på att flera flisbilar kan servas av en huggenhet. Detta innebär att det tekniska utnyttjandet av både bilar och huggenhet ökar.



### Semimobil flisare

Om man hanterar stora volymer på en trakt eller inom ett närområde så kan man ibland nyttja s.k. tillfälliga terminaler. Det innebär vanligtvis att man kör in skogsbränsle från en mängd olika trakter till en lämplig plats där flisningen sedan sker. Detta används vanligen i närhet till järnväg eller när man önskar lagra större mängder flis innan leverans.

### Lösgrotbil

Lösgrotbilar kan liknas vid flisbilar med egen kran. Den stora skillnaden är att dessa ekipage är förstärkta och därigenom tyngre. De används enbart i de fall skogsbränslet ska



sönderdelas vid terminal (permanent eller tillfällig) eller hos slutkund.

## Flisning vid terminal

Stora stationära eller mobila flishuggar eller krossverk sänker sönderdelningskostnaden jämfört med mindre flishuggar.

Vid korta transportavstånd kan det vara motiverat att transportera groten till terminal för flisning eller krossning. Vid långa transportavstånd, eller stora volymer på en trakt, kan det vara mer lönsamt att använda en flishugg i fält.



Större flishugg vid terminal. CBI Magnum Force med huggtrumma, presenterad vid Elmia. Foto: Rolf Björheden.

## Transport av skogsbränsle med containerbil

Containerbilarna är standardlastbilar med flakväxlersystem. De transporterar normalt tre containrar med en volym på 35 – 40 m<sup>3</sup> vardera. Oftast arbetar containerbilarna tillsammans med flisaren som tippar det flisade materialet direkt i containers på marken. Lastbilen backar till och krokas på containern. Detta innebär att det blir ett system som är känsligt för störningar. Viktigt är också att det finns bra volymmuppgifter innan flisningen påbörjas så att erforderligt antal containers finns på plats.



**Systemets fördelar:** Containersystemet är flexibelt och relativt smidigt då det går att snabbt lasta och flytta enskilda containrar. Om vägar och

vändplaner inte tillåter transport med både lastbil och släp kan i stället en container i taget köras ut. En annan fördel är att lastbilarna kan användas till annat när de inte används för skogsflis.



**Systemets nackdelar:** Det är svårt att samordna produktionen mellan flisaren och lastbilen då körsträckan till mottagarna varierar. Detta kan innebära stora väntetider för lastbilen eller flisaren. Om man har dåliga volymuppgifter innan flisning så finns även en stor risk att man missbedömer behovet av containrar, man riskerar således tomkörningar.

## Transport av skogsbränsle med flisbil

Flisbilarna bör kategoriseras i två grupper – självlastande och icke självlastande. De självlastande har likt en timmerbil en egen kran med skopa istället för grip. Detta innebär att man får ett mindre ”hett” system, lastbilen och flisaren blir mindre kopplade till varandra och avståndet till förbrukarna får mindre betydelse. Flisaren kan tippa bränslet i stora stackar eller limpor på marken och lastbilen lastar själv vid tillfälle. Detta ger möjlighet att köra från flera trakter samma dag eller ”kampanj-köra” med flera bilar samtidigt för att snabbt avsluta ett objekt. Detsamma gäller för icke självlastande ekipage men där finns behovet av att någon annan maskin, vanligtvis hjullastare, finns på plats för att lasta. Dessa kan också i vissa fall lastas direkt från en flisare eller kross.



**Systemets fördelar, skopbilar:** Skopbilarna kan anses som flexibla. Man kan arbeta på flera objekt samtidigt i och med att man inte är kopplade till andra maskiner. Man har dessutom en stor lastvolym vilket medger ganska långa transport avstånd. Lastningen går också relativt fort.



**Systemets nackdelar, skopbilar:** Genom att det flisade materialet ligger på backen ökar risken för föroreningar och återfuktning. För att motverka föroreningsrisken används normalt en underlagsduk. Trots dukarna så får man räkna med ett visst spill och det är svårt att städa noggrant utan att riskera grus och sten i bränslet. Vanligtvis används uttjänta viradukar från massaindustrin. Logistiken kring dessa dukar kräver en del engagemang. En annan nackdel är att det kan vara svårt att hitta sysselsättning för dessa bilar vissa delar av året.



**Systemets fördelar, icke självlastande:** Dessa bilar väger något mindre och kan därigenom lasta något mer. Det underlättar dessutom transporter av andra lättare material. Det ger bättre möjligheter till returfrakter och därigenom så klarar man normalt av något längre transporter.



**Systemets nackdelar, icke självlastande:** Dessa bilar är beroende av andra maskiner för att lasta och lämpar sig därför endast till relativt

stora objekt. Dessa bilar har inte heller möjlighet att lasta om från bil till släp utan måste alltid åka både in och ut med hela ekipaget.

## Huggbil

Huggbilsystemet är ett system som utvecklats snabbt och fungerar bra på många ställen. En flishugg och kran sitter monterad lastilen tillsammans med en mindre container. Släpet är motsvarande som på flisbilarna. Total lastvolym är ca 90 m<sup>3</sup> och taraviktarna varierar mellan 32 – 35 ton. Även detta system kan delas in i två olika kategorier. Man skiljer på



bilar med lågtippande containerer och bilar med högtippande containerer. Detta är också förklaringen till viktskillnaderna i taravikt. En högtippande bil har mer hydraulikkomponenter och ett något kraftigare ramverk.

Gemensamt för båda systemen är de kräver ganska bra förutsättningar och blir därigenom relativt planeringsintensiva. Metoden går ut på att man riktar flishuggens utmatning mot antingen bilens container eller släpet och direktlastar således allt bränsle direkt vid sönderdelningen och undviker ytterligare markkontakt. Huggbilen utan släp är smidig och kan med fördel användas på små objekt i tätorter och samhällen. Huggbilen med släp har bra lastvolym och fungerar bra inom rimliga transportavstånd. En huggbil med högtippande container kan dessutom ställa av släpet om vägarna eller utrymmet inte tillåter att hela ekipaget används. Då finns trots allt möjlighet att skyttla ut bränslet och tippa över till släpet.



**Systemets fördelar:** Snabbt och effektivt. Inget behov av andra maskiner vilket ger ett kallt system. Man kan således arbeta på flera objekt samtidigt och styra flöden mot flera olika mottagare. Detta system fungerar ypperligt på mindre objekt genom att man undviker extra framkörningskostnader av en separat flishugg. Högtippande huggbilar kan dessutom samköras med vanliga flisbilar som lastas av huggbilen. Detta ger en bättre ekonomi på längre transportavstånd men kräver goda kommunikationer mellan huggbilen och flisbilen.



**Systemets nackdelar:** Bilarna har en relativt hög investeringskostnad. Dessutom blir den tekniska utnyttjandegraden på flishuggen låg då den står ”arbetslös” under tiden då materialet transporteras. Det är även svårt att hålla en jämn arbetsbelastning under hela året och svårt att hitta användningsområden den tid som efterfrågan på skogsbränsle är låg. En ytterligare faktor att beakta är att det sätts särskilda krav på var vältorna ligger. Huggarna matas på bilens högra sida och därför måste vältorna placeras på högern sida i bilens utkörsriktning. Detta kan göra att vissa trakter faller bort som lämpliga för detta system.



## Transport av skogsbränsle med lösgrötbil

Det är inte särskilt effektivt att frakta lös grot på lastbil eftersom materialet är skrymmande. Vid korta transportavstånd kan det dock vara motiverat. Den dyrare transporten kan till viss del uppvägas av att det är billigare att flisa groten på terminal än ute i fält.



Lösgrötsmodellen är ett ”kallt” system och fungerar bra på rimliga transportavstånd.

De ekipage som används kan vara specialbyggda med fasta baljor på lastbilen och ett förstärkt flissläp med skjutbord i botten. Det är också vanligt med lösa baljor eller täckta sidor på de befintliga bankarna på en timmerbil.

I normala fall komprimeras lasten med kranen av föraren vid lastningen. Komprimeringsresultatet beror mycket på förarens skicklighet och materialets karaktär. Ren barrgrot komprimeras lättare än ett blandat material med inslag av grova lövtoppar. Olika försök av komprimeringsutrustning studeras för närvarande. Grotbilarna väger ca 28 – 32 ton och lastvolymen är upp till 140 m<sup>3</sup>.



**Systemets fördelar:** Snabbt och effektivt. Inget behov av andra maskiner vilket ger ett kallt system. Man kan således arbeta på flera objekt samtidigt och styra flöden mot flera olika mottagare. Detta system fungerar ypperligt på mindre objekt genom att man sparar in den extra framkörningskostnaden för en separat flishugg. Det finns även möjlighet att lasta om från bil till släp även om detta ska undvikas. Den okrossade groten kan också lagras vid terminal/mottagare. Okrossat material klarar lagring bättre än sönderdelat material.



**Systemets nackdelar:** Till nackdelarna hör framförallt problemet med den låga lastviken. Systemet är känsligt för trädslagsblandningar och grotens karaktär. Detta begränsar transportavståndet jämfört med övriga system.

## Grotens kvalitet

Biobränslets kvalitet har stor betydelse för vilket värde det har hos värmeverken. Torrhalt, askinnehåll, föroreningar och nedbrytning är de viktigaste faktorerna. Om den flisade groten är av låg kvalitet minskar energivärdet, och värmepannorna riskerar beläggningar och slitage.

### Torrhalten

Fuktigt bränsle har betydligt lägre energiinnehåll i förhållande till vikten eller volymen. Rå grot har ofta en torrhalt på 50 %. Efter torkning kan flisen komma upp till 60-75 %. För varje procent som fukthalten minskar, ökar energivärdet med två procent.



## Föroreningar

Skogsbränsle ska vara så fritt från föroreningar som möjligt, men det följer alltid med en del sten och jord från hanteringen. Så långt som möjligt ska det undvikas genom att grothögarna hanteras varsamt. Undvik rottryckta småträd som följer med grothögarna. Föremål (sågkedjor och liknande) ställer till med stora problem för flistuggar och värme pannor, och ökar askhalten.

## Askhalten

Ju lägre askhalt, desto högre värde. Askhalten är den rest av bränslet som blir kvar efter förbränning. I ren stamved är askhalten mindre än 1 procent, men i gröndelar kan den ligga mellan 2-6 %. Skillnaden beror på träslag och egenskaper hos träden, men också på föroreningar. Jord och sten, landsvägsdamm eller metallföremål som hamnat i grothögarna bidrar till höga askhalter.

## Nedbrytning

Om grot- eller flishögar lagras fel kommer svampar och mikroorganismer att bryta ner cellulosan och sänka energivärdet. Det finns också risk för mögel, som ger ett arbetsmiljöproblem.



Flis. Foto: Tomas Johannesson

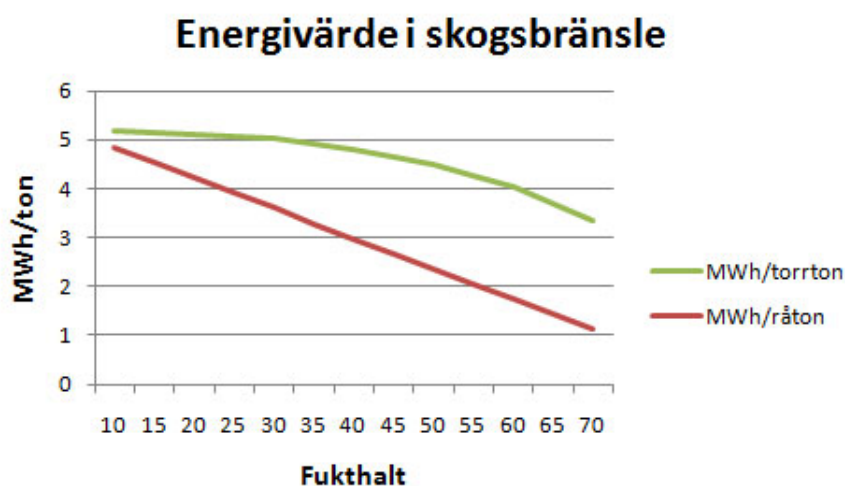
## Skogsbränslets energiinnehåll är beroende av hur torrt det är

Alla som har provat att elda färsk ved vet att rått skogsbränsle ger mindre värme än torrt, eftersom det åtgår mycket energi för att förånga vattnet i

material (ångbildningsvärme). Energivärdet hos skogsbränsle sjunker snabbt med ökad fukthalt.

Normalt ligger [fukthalten](#) hos stamved av tall och gran på 45-60 %. Lövträden har normalt cirka 10 % lägre fukthalt, och grenar har ofta lägre fukthalt än stamved. Grenar och barr har därför högre energivärde än stammen.

Olika värmearläggningar har olika krav på fukthalt. En värmepanna med rökgaskondensering vill gärna ha bränsle med 50 % fukthalt, medan mindre anläggningar föredrar ett torrare bränsle.



Energivärdet är beräknat med verktyget WEcalc

Tabellen visar värmevärden för några andra energibärare. Där framgår också att värdet för just skogsbränslen varierar stort, beroende på bland annat fukthalten.

Bränsle	Mängd	MWh	GJ
Skogsflis	1 ton	2,00-4,00	7,2-14,4
Torv	1 ton	2,50-3,00	9,00-11,0
Pellets, briketter	1 ton	4,50-5,00	16,0-18,0
Kol	1 ton	7,56	27,2
Koks	1 ton	7,79	28,1
Råolja	1 m <sup>3</sup>	10,1	36,3
Diesel och eldningsolja 1	1 m <sup>3</sup>	9,96	35,9
Tjocka eldningsoljer 2-5	1 m <sup>3</sup>	10,6	38,1
Naturgas	1000 m <sup>3</sup>	11	39,7

Från Gustaf Egnell, Skogsskötselserien, med uppgifter från Energimyndigheten.

## Att sälja grot

Skogsbränsle är ett sortiment som slutänden ersätts för sitt energiinnehåll och inte för sin volym. Däremot betalas ibland markägare och olika aktörer i produktionskedjan för hanterade volymer eller vikter. Det finns därför många affärsmodeller och prissättningar för skogsbränsle.



De vanligaste handelsmått mot en privat markägare är:

- **MWh**, det effektiva energivärdet med en reduktion för askhalten.
- **m<sup>3</sup>s**, kubikmeter stjälp mått.
- **m<sup>3</sup>fub bio**, kubikmeter fast under bark. Detta räknas ut med en formel utifrån vikt och torrhalt.
- **m<sup>3</sup>fub**, kubikmeter fast under bark. Ibland ersätts skogsbränslet med ett procentuellt påslag på inmätt rundvirkesvolym. Detta används enbart i de fall den som köper rundvirkesavverkningen även köper skogsbränslet.
- **Ton**, vikt efter inmätning.
- **Areal**, den som köper en avverkningsrätt ersätter bränslevolymen med ett arealpris.

Det som i slutänden är betalningsgrundande är alltid det effektiva energiinnehållet.

Att avgöra vilket som är det bästa handelsmättet är svårt då fukthalten förändras över tiden. Under sommarhalvåret sjunker normalt fukthalten och därigenom ökar bränslets värde, men under hösten återfuktas materialet, och då kan det minska.

Det innebär att samma parti kan ge olika pris beroende på om affären gjorts upp i MWh (energi), m<sup>3</sup>s (volym) eller ton (vikt).

Även volymmättet m<sup>3</sup>s är lite osäkert då densiteten per m<sup>3</sup>s kan variera kraftigt beroende på olika hanteringsformer.

## Vem köper bränslet?

Det finns många aktörer på den svenska bränslemarknaden. När skogsägaren ska sälja bränslet är det många faktorer som ska vägas ihop.

- Finns det en långsiktig relation med en köpare som kan ta ett helhetsansvar?
- Vem betalar bäst?
- Hur utförs arbetet? Det handlar om att ta ut bränslet kostnadseffektivt, men också om att ta hänsyn till miljön, kvarvarande bestånd och att städa upp efter sig.

Köparen kan vara t.ex.:

- Skogsägarföreningarnas energibolag
- Skogsbolagens energibolag
- Energiföretag
- Enskilda värmeverk
- En enskild person som köper bränsle till sin egen fastighet

## **Kostnadskalkyler för skogsbränsle**

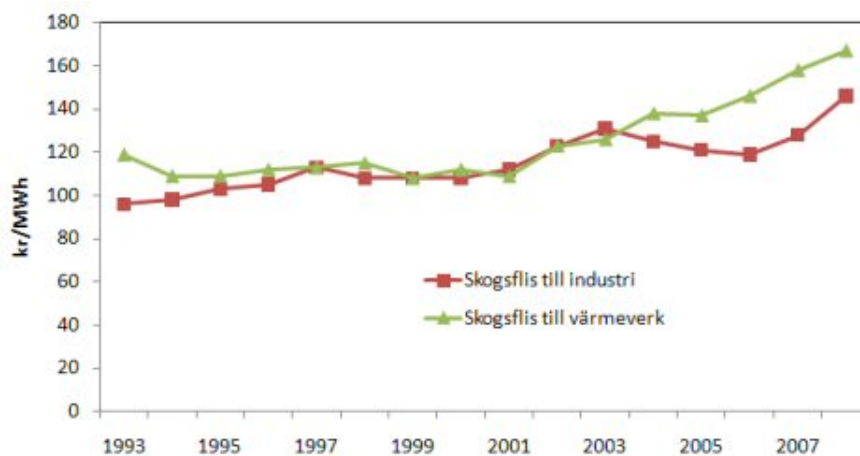
Det kostar att skörda grot, och länge har grot tagits ut i samband med avverkning utan att skogsägaren har fått något extra. I takt med att bränslepriserna ökar, ökar också chansen att uttaget ger ett ekonomiskt netto för markägaren. I en kalkyl måste man också väga in andra kostnader och intäkter. Tillväxten kan påverkas när näringen tas ut, men samtidigt blir skogsvården billigare efter risskörd.

### **Bränslepriser**

Priserna varierar stort över landet beroende på avsättningsläget. Nära ett större värmeverk kan groten betala sig bra. Med längre transportavstånd till förbrukarna minskar värdet, och ibland ger uttaget inget netto alls.

Priset beror också på grotens kvalitet. Den splittrade prisbilden gör därför att det inte finns samlade prislister på skogsbränsle på samma sätt som för rundvirke.

Medelpriset för skogsflis vid industrin var (kvartal 1 2009) 161 kr per MWh för industri och 172 kr per MWh för värmeverk.



Genomsnittliga priser för skogsflis fritt värmeverk och industri. Källa Skogsstyrelsen

### Förlorad tillväxt kostar pengar

Efter ett grotuttag kan tillväxten långsiktigt minska, åtminstone vid uttag i gallringar. Risken för tillväxtförluster är större i gran än i tall. Detta är en kostnad för skogsägare. Hur stor den kommer du att kunna räkna ut med verktyget "Flis av flis" som lanseras 2010.

### Billigare skogsvård

Ett risrensats hygge är billigare att markbereda och plantera. På ett risrensats hygge får man mindre uppslag av hallon och andra kvävegynnade växter, vilket gynnar plantornas etablering.

Efter risrensning går det att markbereda och föryngra direkt, vilket är en vinst då väntetiden på en föryngring också är en kostnad.

## Efter grotuttaget

När groten är skördad och bränslet är bortkört från avverkningsplatsen är det dags att följa upp arbetet. Det är viktigt att ha klara papper i avtalet om det skulle uppstå tvister.

### Kontrollera betalningen

Stämmer betalningen med kontraktet? Har samma handelsmått använts, och är översättningarna mellan volymer och energiinnehåll rimliga?

### Skador

Har det uppstått några skador i beståndet? Är tillräcklig hänsyn till natur- och kulturmiljön tagna?

### Städat?

Är avverkningsplatsen städat från redskap, oljedunkar och liknande? Är grotrester och massavedstravar bortplockade från vattendrag och stigar?



## Vägen?

Har vägen hållt för belastningen? Behöver den i så fall lagas?

## Askåterföring

Beroende på uttagets storlek, marktyp och var i landet beståndet ligger kan askåterföring behövas för att kompensera för näringsuttaget. [Läs mer om kompensationsåtgärder](#) efter grotuttag.

## Hänsyn vid grotuttag

Skogsvårdslagens hänsynsregler gäller vid grotavverkning precis som vid en traditionell avverkning. Grotuttag innebär dock en del extra påfrestningar på miljön.

### Körskador

Grotuttaget innebär att fler maskiner kör i beståndet. Bärigheten minskar när riset är borta, och risken är större för markskador. Se till att riset ligger kvar i basvägarna. Undvik att köra på fuktig mark eller under tjällossningen. Planera alla överfarter (läs mer om Hänsyn vid vatten).



### Naturhänsyn

Levande och döda träd som lämnats vid avverkningen ska också lämnas orörda vid grothanteringen. Jakten på bränsle får inte innebära att hygget städas efteråt.



### Grotvältorna

När riset samlas upp i grotvältor kan det locka till sig många insekter som sen hamnar i brännugnen. En del kan vara sällsynta. Grothögar med ädellöv är särskilt känsliga. Ta helst ut lövgroten före lövsprickningen (då hinner inte insekterna lägga ägg i groten). Om grothögen legat kvar över sommaren kan det översta skiktet plockas av och lämnas på marken.

### Kantzoner

Se till att spara kantzoner mot våtmarker, vattendrag och andra känsliga områden.

### Kulturmiljö och friluftsliv

Var alltid försiktig i anslutning till fornminnen och kulturhistoriska lämningar. Rensa stigarna. Läs mer om hänsyn till skogens kulturarv.



### Ta inte ut allt grot

Skogsstyrelsen rekommenderar att minst 20 % lämnas kvar. Lämna i första hand grot från lövträd.

## Stubbar



Idag lämnas nästan alla stubbar kvar efter avverkningen. Den sammanlagda stubbskörden år 2008 uppgick till endast 1400 hektar i landet. Samtidigt är stubbar en stor energiresurs.

Stubben utgör ungefär 20 % av trädets samlade biomassa. Stubbarna har ett högt energivärde då de utgörs av ved.

Skogsstyrelsens avverkningsanalys SKA08 räknade med att stubbar har en stor potential som energisortiment. Med dagens ekologiska och tekniska begränsningar skulle stubbar kunna tas ut för motsvarande 21 TWh, och med en teknisk utveckling kan nivån höjas till 34 TWh. Det ska jämföras med att man idag tar ut drygt 7 TWh grot från skogen.

Tekniken finns för att bryta stubbar, men fortfarande återstår utveckling för att göra den mer rationell.

Stubbskörd är ett nytt ingrepp i miljön, och kunskapen om effekterna av en storskalig stubbtäkt är därför begränsad. Skogsstyrelsen gör dock bedömningen att en stubbskörd med en rimlig omfattning (5-10 % av den avverkade arealen) bör kunna utföras förutsatt att hänsyn tas till naturmiljön, kulturmiljön och friluftslivet.

På de följande sidorna beskrivs tekniker för stubbskörd och konsekvenser för miljön.

### ***Ta ut stubbar eller inte?***

Ska du som skogsägare ta ut stubbar i ditt bestånd eller inte? Det här är de viktigaste argumenten för och emot. Läs mer på andra sidor i kapitlet vad du kan göra för att öka fördelarna och minska nackdelarna.

#### **Fördelar**



**Stubbuttaget ger en inkomst**

#### **Nackdelar**



**Risk för markskador**

Ännu är dock teknik och metoder under utveckling, och det går inte att säga om stubbuttaget alltid ger ett netto för skogsägaren.

### **Enklare och billigare föryngring**

En lyckad stubbskörd kan lämna en jämn yta efter sig som är lätt att markbereda och plantera. Stubbskörden kan i vissa fall ersätta markberedningen, eller i alla fall minska omfattningen på den.

### **Bra för klimatet**

Bränslet från stubbarna ersätter fossila bränslen och bidrar till att koldioxidutsläppen minskar.

### **Bra mot rotröta**

Stubbar som tas ut i en rötskadad granskog minskar risken för att rotröta sprids vidare till det nya beståndet.

### **Minskar snytbaggen?**

Det är osäkert om snytbaggeskadorna blir mindre efter stubbskörd, men yngelplatserna minskar i alla fall.

### **Bra för friluftslivet**

Stubbskörd, om den gjorts på ett bra sätt, ökar framkomligheten och brukar oftast betraktas som positivt för friluftslivet efter ett par år.

### **Kulturmiljön**

Stubbskörd kan synas som ett radikalt ingrepp, men spåren kan vara mindre än efter en vanlig markberedning. En stubbrytare har större chans att upptäcka fornlämningar och undvika dem än en markberedningsförare.

Stubbskörd innebär ökad terrängkörning och ingrepp i marken, vilket ökar risken för markskador. När stubbarna är borta minskar också bärigheten i marken, vilket ökar risken för markskador.

### **Kulturmiljön**

Stubbskörd innebär ingrepp i marken som kan skada kulturlämningar. Stubbskörd ska därför inte göras på platser med fornlämningar.

### **Förlust för naturvården**

Det finns gott om stubbar i ett modernt skogsbruk, och med ett måttligt uttag är påverkan på vedlevande insekter inte så stor. Det finns dock en del arter som främst lever i stubbar. Stubbarna är också ett "refugium" där skogens växter och djur kan överleva hyggesfasen och sedan sprida sig när skogen växer upp.

### **Dåligt för friluftslivet**

En stubbskörd som lämnar gropar och djupa spår i terrängen är inte acceptabel. Omedelbart efter brytningen ligger stubbarna kvar i högar, och det kan uppfattas negativt. Stubbskörden kan eventuellt minska mängden bär i skogen.

## **Stubbskörd för energi är nytt men stubbrytning har gamla anor**

Stubbar har utnyttjats länge av människan, men ändamålet har växlat över tiden.

### **Till slutet av 1800-talet: Tallstubbar för tjärframställning**

Tallstubbar har utnyttjats för framställning av trätjära under lång tid, och hade sin kulmen under andra halvan av 1800-talet. Tjärframställningen hade sitt centrum i Västerbotten. Det viktigaste råmaterialet vid tjärbränningen var stubbar från timmeravverkningarna, som började i stor skala omkring 1850 i området. Det uppskattas att 20-25 miljoner tallstubbar skördades under perioden 1831-1905. En beräkning visar att stubbar skördades från 40.000 hektar under den 70-åriga perioden. Det motsvarar 600 hektar per år. Eftersom stubbarna skördades nära byarna rensades sannolikt byarnas närområden på brytvärda tallstubbar.

### **1980-talet: Stubbflis för massaindustrin**

Under 1970- och 1980-talen talades det om kommande råvarubrist, och där kunde stubbarna bidra med råvara till massaindustrin. I regionen kring Mackmyra i Valbo, väster om Gävle, tillämpades en storskalig brytning av stubbar. Under perioden 1981-1988 bröts stubbar på cirka 1000 hektar per år. Verksamheten stängde dock ner i slutet av 1980-talet då det blev svårt med lönsamheten. Man hade bland annat problem med föroreningar och massaindustrin krävde ren råvara. Vid den tiden var flis från stubbar för dyr för att användas som bränsle.

### **Från 2005: Stubbar som skogsbränsle**

I samband med uppröjningen efter stormen Gudrun 2005 vaknade intresset för att utnyttja stubbarna för energi. Under de senaste åren har stubbskörd bedrivits i både norra och södra delarna av landet. Stubbskörd bedrivs också i Finland. Teknik och metoder är under utveckling, och strävan är att hitta metoder som både minimerar kostnader, ger en ren råvara och ger minsta möjliga miljöpåverkan.

Omfattningen av stubbskörd är ännu blygsam. Siffrorna i tabellen är förutom det uttag som gjordes i uppröjningen efter stormen Gudrun:

<b>År</b>	<b>hektar</b>
2005	10
2006	500
2007	1100
2008	1400

Informationen på denna sida bygger på Meddelande nr 4/2009 från Skogsstyrelsen (Stubbskörd - kunskapssammanställning och Skogsstyrelsens rekommendationer).

## ***Vilka bestånd passar för stubbskörd?***



Möjligheterna att ta ut stubbar beror bland annat på brytningsmöjligheterna (vilken typ av bestånd och mark), miljöriskerna och marknaden i närområdet. Här är några tips för val av lämpliga och olämpliga bestånd.

### **Finns tillräckligt mycket stubbar?**

Mängden brytbara stubbar kan variera mycket beroende på beståndets volym, trädslag och stammarnas grovlek. Stubbarna i en småländsk, högproduktiv granskog som slutavverkas kan väga 45 ton (torrvikt) per hektar, medan en tredjedel så mycket kan tas ut i en lågproduktiv tallskog i norra Norrland.

Stubbarna kan vara mer brytvärda i en grov skog än i en klenare, även om de skulle ha samma volym per hektar.

En slutavverkning ger betydligt fler brytvärda stubbar än en gallring, där det troligen aldrig är lönsamt att bryta stubbar.

### **Trädslag**

Både hos tallen och granen utgör stubben och rötterna (ner till 5 cm diameter) drygt 20 % av biomassan. Granstubbar bör dock alltid prioriteras då de är lättare att bryta och få rena, samtidigt som de oftast har lägre naturvärde än tallstubbar. Lövstubbar bör undvikas eftersom de är viktiga för många arter.

### **Bestånd med rotröta**

Om beståndet är drabbat av rotröta minskar risken för rötspridning till nästa generation om de infekterade stubbarna tas bort.

### **Natur- och kulturvärden**

Undvik att skörda stubbar i bestånd med höga naturvärden eller värdefulla kulturmiljöer. Undvik också stubbskörd i områden som är viktiga för friluftslivet.

### **Åkermarksgran**

Granskog på åkermark är lämpligt för stubbskörd. Dels är miljövärdena låga, dels är brytningen enklare.

### **Närhet till marknad**

Stubbar är skrymmande och dyra att frakta, åtminstone om de inte flisas direkt vid hygget. Betalningsförmågan är störst nära förbrukare och där det finns etablerade företag som utför stubbskörd.



### **Undvik fuktiga marker**

På fuktiga och blöta marker är risken stor för markskador, både i samband med stubbskörden och vid kommande terrängkörning när stubbarnas armering av marken är borta.

### **Undvik finkorniga marker**

På finmo/mo och finkornigare marker är risken stor för markkompaktering och erosionsskador.

### **Undvik branta eller steniga bestånd**

Om terrängförhållandena är besvärliga ökar kostnaden för stubbskörd. I sluttningar ökar också risken för erosionsskador.

## ***Tekniker för stubbskörd***

Trots att stubbskörd bedrevs på försöksskala under 1970- och 80-talen är dagens teknik under utveckling. Tekniken bygger dock på de metoder som togs fram framför allt i Finland under den tidigare eran för stubbtäkt.

Dagens stubbaggregat kan delas in i tre grupper. Gemensamt för dem är att de oftast sitter på en bandgående grävmaskin. Maskinen ställer sig på en plats där många stubbar kan nås inom ca 75 % av kranlängden. Stubbarna tas upp, delas sönder, skakas av och läggs upp på hög för torkning och vidaretransport.

### **Grep**

Grepen är en skopa med 3-5 långa fingrar. Grepens längsta finger spräcker stubben, varefter delarna kan tas upp, skakas och läggas på hög. Grepen är billig och enkel att montera på ett vanligt grävskopefäste. En nackdel är att stubben är svår att spräcka om den lossnar från marken innan den delats.



### **Klipp**

Klippen tar ett tag över stubben och delar den i bitar som tas upp bit för bit. Om den sitter löst kan hela stubben lyftas och klippas sönder över högen. Klippen har ett kraftigt stativ med två grävtänder som sätts under stubben och en rörlig och vass "tumme" som klipper sönder stubben. Tummen kan också användas för att gripa och plocka rotben. Klipparna är tunga och kräver



mer hydraulik och extra infästning på grävmaskinen.

### **Rotskärande aggregat**

Dessa aggregat skär eller klipper av sidorötterna i stället för att slita av dem. Rotskärande aggregat finns framför allt på idéstadiet, men en prototyp ("Fräsen") har provats i drift. Med rotskärande aggregat krävs det mindre kraft för att ta upp stubben. Dessutom blir markpåverkan mindre.



Samtliga foton på denna sida: Henrik von Hofsten

## **Stubbskörd och skogsvård**

### **Plantornas tillväxt och överlevnad**

De studier som finns av föryngringar efter stubbskörd tyder på att tillväxten hos plantorna inte påverkas, eller i vissa fall blir något högre än utan stubbtäkt. Överlevnaden tenderar att vara något högre efter stubbuttag.



På sikt, och på vissa marker, skulle näringsuttaget med stubbskörden och kompakteringen av marken kunna sänka produktionsförmågan. Forskning pågår.

### **Självföryngring**

En stubbskörd innebär en ökad omrörning och blottläggning av markytan, vilket kan öka självföryngringen.

### **Markberedning och plantering**

Stubbskörden innebär samtidigt en markberedning. Om den är tillräckligt omfattande och lämpligt spridd i området kan den ersätta markberedning, annars kan en kompletterande markberedning behövas. Planteringen underlättas av att stubbarna är borta. Däremot kan plantörerna behöva mer tid för att leta planteringspunkter jämfört med när de följer ett markberedningsspår.

### **Snytbagge**

Färre stubbar minskar mängden yngelsubstrat för snytbaggar, vilket skulle kunna minska risken för snytbaggeskador. Det saknas dock studier som belägger ett sådant samband. Stubbskörden skulle också kunna få



motsatt effekt när doften från nyskördade stubbar lockar fler snytbaggare till området.

### **Rotröta**

Infekterade stubbar är spridningskällor för rotröta. Om dessa tas ut vid stubbtäkten minskar risken att rötan sprids vidare till nästa generation. Effekten på rotröta är kanske stubbskördens mest positiva effekt på skogsproduktionen.



## **Stubbskörd och miljö**

Stubbtäkten kan påverka miljön på ett flertal sätt. Du kan läsa mer under avsnittet Skogsbränsle - klimat, miljö och tillväxteffekter.

### **Klimatet**

Energin från stubbar kan ersätta fossila bränslen. Potentialen om alla stubbar skördas i slutavverkningar är 26 TWh per år. Med en realistisk nivå på 5-10 % stubbskörd är energibidraget 1,3-2,6 TWh per år, vilket kan jämföras med Sveriges nettoenergiproduktion på drygt 400 TWh. Stubbskörden är energieffektiv: 20 gånger så mycket energi fås ut i jämförelse med förbrukningen av diesel med mera vid stubbskörden.

Effekterna på kolbalansen i skogen är inte helt klarlagda. Stubbarna lagrar kol i skogen, men bryts också ner (efter 20 år är 60 % av en granstubble nedbruten). Skogsstyrelsen bedömer dock att det är en stor klimatvinst att elda stubbarna. Kolbalansen kan också påverkas av den ökade omrörningen i marken, som i sin tur frigör koldioxid.

### **Mark och vatten**

Stubbtäkten rör om i marken, och tillsammans med den ökade terrängkörningen ökar risken för spårbildning och erosion. Stubbarnas rötter hjälper till att armera marken, och utan stubbar ökar risken för markskador vid kommande terrängkörning. Risken för markskador och kompaktering är störst på finjordsrika marker och på våta och fuktiga ståndorter. Stubbtäktens påverkan på försurningen är inte helt känd.

### **Biologisk mångfald**

Död ved är en bristvara i den brukade skogen. För vissa arter fungerar stubbarna som ett "reservsubstrat" när det råder brist på annan död ved. Lågstubbar har betydelse som yngelsubstrat för en del insekter, och som miljö för svampar och vissa lavar. Solberoende insekter kan drabbas särskilt hårt om stubbar tas ut i större omfattning. Stubbarna kan ha betydelse som spridningsvägar för arter med dålig spridningsförmåga i landskapet. Ett storskaligt uttag av stubbar skulle kunna drabba dessa arter.

### **Fornlämningar och kulturmiljöer**

Stubbrytning riskerar att skada fornlämningar när de bryts och transporteras. I bestånd med fasta fornlämningar krävs alltid tillstånd från länsstyrelsen för stubbtäkt.

## **Hänsyn vid stubbskörd**

Skogsvårdslagens hänsynsregler gäller vid stubbskörd precis som vid en traditionell avverkning. Stubbtäkt innebär dock en del extra påfrestningar på miljön.

### **Körskador**

Stubbrytningen i sig ger en markstörning och tåkten innebär att fler maskiner kör i beståndet. Risken ökar för markskador och erosion. De borttagna stubbarna ökar också risken för markskador vid kommande terrängkörning. Se därför till att minimera markskadorna, att undvika körning när det är blött i terrängen och att helt undvika fuktiga och blöta områden. Undvik också finkorniga marker där risken är stor för erosion och markkompaktering.



Stubbar bör lämnas längs basvägarna för att behålla bärigheten på marken.

### **Bara barrträdsstubbar**

Skörda endast stubbar av barrträd. Lövträdsstubbar är ovanligare och hem för fler hotade arter.

### **Ta inte ut allt**

Skogsstyrelsen rekommenderar att man lämnar 15-25 % av volymen av både gran- och tallstubbar.

### **Lämna skyddszoner**

Ta inte ut stubbar intill kantzoner mot vatten och trädbevuxna hänsynsytor. Om stubbarna tas bort minskar stabiliteten på de kvarvarande träden.



### **Återför aska**

Om stubbtäkten görs samtidigt som grot tas ut behöver ofta aska återföras till beståndet. Skogsstyrelsen rekommenderar askåterföring om askuttaget överstiger 0,5 ton aska/hektar (se [tabell](#)).

### **Undvik miljöer som är värdefulla för kulturmiljö och friluftsliv**

I områden med mycket kulturlämningar finns risk att tidigare okända lämningar förstörs av stubbrytningen. Skörda inte heller stubbar i områden som är viktiga för friluftslivet, eller nära stigar och vandringsleder.



## Försiktighet i renbetesområden

Var försiktig med brytning av tallstubbar på lavhävdade marker i renbetesområden. Brytning av granstubbar ger dock mindre påverkan.



## Stubbhögarna

När stubbarna samlas i högar kan de locka till sig insekter som riskerar att följa med till värmeverken. Om det finns lövträstubbar är risken större att ovanliga arter kan råka illa ut.

## Klenträäd



## En dåligt utnyttjad energiresurs

Mindre träd ("klenträäd") i röjningar, gallringar och längs vägar, åkerkanter och kraftledningsgator är en stor, men lite utnyttjad, energiresurs. Idag tas ungefär 1 TWh ut årligen som klenträäd. Med dagens teknik är det svårt att få full kostnadstäckning för klenträdsuttaget, men utvecklingen av både metoder och maskiner går snabbt framåt. Skogsägaren måste vara beredd att i första hand se klenträdsuttaget som en skogsvårdsåtgärd och en investering i det framtida beståndet. Ett bränsleuttag kan dock sänka den totala kostnaden för röjningen och gallringen, och ibland till och med ge ett överskott.

I det här avsnittet beskrivs vilka bränslepotentialer som finns i de klena bestånden, vilka för- och nackdelar uttaget för med sig, och vilken teknik som används idag och kan användas i framtiden.

## Här finns potentialerna:

### "Konfliktbestånd"

Det finns ca en miljon hektar skog med eftersatt röjning i Sverige, det så kallade "röjningsberget". När ungskogen lämnats orörd eller röjts för svagt blir bestånden täta och klena. När de har nått tidig gallringsålder brukar de kallas "konfliktbestånd". I dessa är bränsleuttag ett alternativ som kan sänka kostnaden för den nödvändiga röjningen.

Det är inte alla eftersatta röjningar som är lämpliga för bränsleuttag. De bestånd som är aktuella är 5-10 meter höga, har en diameter klenare än 10 cm i brösthöjd och cirka 4.500-10.000 stammar per hektar. Dessa bestånd utgör ungefär hälften av den totala arealen eftersatt röjning. Totalt bedöms denna uppdämda potential kunna ge 64 TWh.



## Ungskogsröjning

När "röjningsberget" är kapat bedöms att 5 TWh kan tas ut årligen i vanliga röjningar med dagens teknik och priser. Med en förbättrad teknik och ökade bränslepriser kan uttaget öka till cirka 10 TWh. Det är ungefär lika mycket som tas ut som grot idag.

Den årliga röjningen i landet är ungefär 200.000-250.000 hektar. Bränsleuttag bedöms med dagens teknik och ekonomi vara aktuellt på cirka 100.000 hektar om året.

## Vägkanter, kraftledningar och åkerkanter

Längs vägkanter, åkerkanter och i kraftledningsgator fällt varje år stora mängder klena träd som skulle kunna utnyttjas som en energiresurs. Röjningar längs vägkanter bedöms kunna ge cirka 2-4 TWh per år.

## Ta ut klenträäd eller inte?

Ska du som skogsägare ta ut klenträäd som skogsbränsle i din gallring och röjning eller inte? Det här är de viktigaste argumenten för och emot. Läs mer på andra sidor i kapitlet vad du kan göra för att öka fördelarna och minska nackdelarna.

### Fördelar



#### Klenträdsuttaget ger en inkomst

Ännu är dock teknik och metoder under utveckling, och det går inte att säga om bränsleuttaget alltid ger ett netto för skogsägaren.

#### Bra för klimatet

Bränslet från klenträden ersätter fossila bränslen och bidrar till att koldioxidutsläppen minskar.

#### Minskar risken för insektsskador

Klena träd som bara fällt och lämnas i skogen kan vara en yngelplats för t.ex. sextandad barkborre och andra skadegörande insekter. Å andra sidan finns risk att dessa förökar sig i

### Nackdelar



#### Risk för tillväxtförluster

Det är framför allt uttag i röjning och gallring som kan ge tillväxtförluster. Ett uttag av grenar och barr i en ung skog kan ge 10-15 % tillväxtminskning som kan hålla i sig åtminstone en 20-årsperiod.

#### Risk för stamskador

Flerträds hantering och uttag av alla fällda stammar ökar risken för stamsår och röta i de kvarvarande träden.

#### Naturvården

Det är troligen inga stora förluster för naturvården med bränsleuttag i klena gallringar och röjningar av barr. En del

travarna om dessa inte tas ut i tid.

### **Bra för friluftslivet**

En rensning av klena träd, som annars bara hade lämnats på marken, ökar framkomligheten och brukar oftast betraktas som positivt för friluftslivet.

av det klena virket behövs dock för vedlevande svampar och en del insekter. De fällda stammarna är också föda för viltet. Klen ved av lövträd är dock viktigt för många insekter och andra organismer.

### **Ökar risken för insektsskador**

Travar med klena träd kan locka till sig sextandad barkborre och andra skadegörande insekter som kan föröka sig i dem och senare skada den stående skogen. Om virkestravarna tas ut i tid minskar dock risken för insektsskador jämfört med om allt virke hade lämnats i beståndet.

## **Metoder för klenträdsuttag**

Skogsbränsle i klen skog kan avverkas och hanteras på många olika sätt. Här presenteras några av de vanligaste metoderna. Avverkningen av träden kan sedan göras med [olika tekniker, läs mer](#).

### **Helträdsuttag**

Flerträdshanterande fällning av hela småträd för energi. De okvistade träden läggs i knippen i stickvägskant.



### **Delkvistning/Knäckkvistning**

Flerträdshanterande fällning av hela småträd som delvis kvistas vid hantering och kapning till lämpliga längder för transport.

Knäckkvistningen sker genom att arbeta med pulserande anläggstryck på kvistknivarna, man kan dessutom slöa knivarna rent mekaniskt. Klenare kvistar och barr faller av medan grövre kvistar och grenar knäcks till, och materialet kompakteras.



### **Kombinerad gallring och bränsleuttag**

Flerträdshanterade fällning där massaved och skogsbränsle läggs i separata högar och skotas ut var för sig.



### **Traditionell gallring**

Vid den traditionella massavedsgallringen tas inte bränsle ut. Klena träd som inte håller massavedsdimension lämnas i stället kvar i skogen.



## **Tekniker för uttag av skogsbränsle i klena bestånd**

För att avverka och hantera klena träd med maskin krävs en effektiv avverkningssteknik. På marknaden finns det i dag tre huvudsakliga tekniska

lösningar. Alla aggregaten har möjlighet att samla flera träd i knippen som sedan läggs i stickvägskanten.

Kapningen kan ske med en hydraulisk klipp, en sågklinga eller ett sågsvärd. Varje teknik har sina för- och nackdelar. Klippar är t.ex. robusta, klingor snabba och sågsvärd, som är vanliga i traditionell avverkning, flexibla – man kan byta från skogsbränsle till massaved.

### **Klippar (Kniv/giljotin)**

- + Relativt enkel och billig
- Ganska långsam avskiljning
- Kräver stor kraft - slitage
- Många gripar ej lämpliga för lastning/lossning



Naarva Gripen, ett fälldon med gilotin för skördare, kombimaskiner och grävmaskiner. Foto: Mia Iwarsson Wide

### **Klingor**

- + Snabb avskiljning av stammen
- + Kan även användas för röjning
- + Kan avverka klana stammar under körning
- Problem i kuperad eller stenig terräng
- Lämnar ofta lite högre stubbar



Bracke C16, ett fällhuvud med en sågkedja monterad på en cirkulär klinga. Foto: Mia Iwarsson Wide.



## Svärd

- + Snabb avskiljning av stammen
- + Hög tillgänglighet
- + Flexibelt – kan avverka både massaved och energived
- Kräver relativt stor effekt
- Risk för kedjeavkast/krängning



Log Max 4000B, ett fälldon med svärd. Foto: Mia Iwarsson Wide.

## Uttag av skogsbränsle eller vanlig röjning?

Ska jag vänta med min röjning för att senare kunna ta ut skogsbränsle i en tidig bränslegallring? I en kortsiktig kalkyl kan det verka lockande. En ungskogsröjning kan kosta 3000 kronor, men om man väntar 10 år kan i stället få en 100-lapp i intäkt.

Många produktionsforskare varnar dock för ett sådant alternativ. Den oröjda skogen tappar flera års tillväxt. Den blir också mindre stabil mot storm- och snöskador. Den första riktiga gallringen också dyr, stickvägsträden är ju redan uttagna i bränslegallringen. Kvar är bara den dyrare gallringen mellan stickvägarna.

Fortfarande gäller det gamla rådet - röj hårt och tidigt. Sedan kan energigallring vara ett bra sätt att rädda gamla, oröjda ”synder”.



Hoppa inte över röjningen, råder forskarna. Illustration: Nils Forshed.

## En kompromiss



Ett alternativ till den vanliga röjningen är att göra en tidig plantröjning men lämna fler stammar än normalt. Ett tätt bestånd med 5.000-7.000 stammar som står jämnt utspridda skulle kunna utnyttjas för bränsleuttag i stället för massaved i första gallringen.

## Stamved



Det är lätt att glömma att det viktigaste sortimentet för primärt skogsbränsle idag inte är grenar och toppar eller stubbar utan stamved. Idag används ungefär 10 TWh stamved till skogsbränsle (utöver den stora energimängd som kommer som "spill" i skogsindustrin). Det handlar i första hand om rötskadat virke eller annat virke som ratas av massa- och sågverksindustrin. I takt med att bränslepriserna stiger och närmar sig massavedspriserna kan det ibland bli intressant med bränsleuttag även av friska stammar.

Rötad ved kan ha både sämre och bättre energivärde än frisk ved. Brunröta bryter i första hand ned cellulosa och hemicellulosa, men lämnar ligninet orört. Ligninet har högre energivärde, och därför kan den rötade massabiten till och med ha högre energivärde per viktenhet än den orötade.

Vid lagring av massaved är det dock oftare vitröta som angriper stockarna. Denna bryter ned ligninet, och ger ett lägre energivärde.

### Skogsbränsleanpassad skogsskötsel

/eri-no-index



Bilden visar hybridasp och gran, planterade sida vid sida 17 år tidigare. Hybrid Aspen är 18 meter hög och håller 250 m<sup>3</sup>, medan granen har nått 6 meters höjd. Foto från Rölunda, Mats Hannerz.

Dagens skogsskötselsystem är anpassade för produktion av stamved, men i takt med att skogsbränslets betydelse ökar finns anledning att se över skötselformerna. Det är framför allt vid föryngringen som möjligheten finns att skapa ny, mer snabbväxande skog. I röjnings- och gallringsskogen kan uttag av skogsbränsle öka nettot, där tidigare åtgärder kanske har gått med förlust.

### **Trädslag**

Snabbväxande trädslag som hybridasp, poppelarter och contortatall kan ge en bra arealproduktion på kort tid. Vid föryngring med tall och gran finns mycket att vinna på snabbväxande, förädlade sorter. För gran kan sticklingar vara ett alternativ. Läs mer om trädslag.

### **Beståndsanläggning**

Plantering ger generellt bättre föryngringsresultat och en högre produktion, men om målet är skogsbränsle kan också täta sådder eller lyckade självföryngringar vara alternativ. Upp till en viss gräns ökar biomassaproduktionen med ökad stamtäthet (men tänk på att klena stammar betalar sig sämre).

### **Senare röjning**

I Sverige finns ett "röjningsberg" med eftersatta röjningar som nu närmar sig gallringsstadiet. Dessa skogar kan vara en resurs för skogsbränsle. Teoretiskt skulle senarelagd röjning med bränsleuttag kunna löna sig, förutsatt att avverknings- och insamlingstekniken. Nackdelen med en senare röjning är att träden blir gängligare, mindre stormfasta och ger sämre stamvedsutbyte än en tidig, konventionell röjning. Lönsamheten i tidig och sen röjning kommer att handla mycket om det framtida prisförhållandet mellan sortimenten massaved, sågtimmer och skogsbränsle.

En bränsleanpassad röjningsmodell kan vara att göra en tidig röjning till cirka 4-5000 stammar som står jämnt fördelade. Vid en sen röjning/tidig gallring tas då bränsle ut med de metoder som förhoppningsvis har utvecklats inom en snar framtid.

## Skogsbränsle - klimat, miljö och tillväxteffekter

Skogsbränsle är en förnybar resurs som kan ersätta en del av den fossila energianvändningen. Ett hållbart utnyttjande av skogsbränslen förutsätter att de negativa miljöeffekterna minimeras, att klimatnyttan säkerställs och att bränsleuttaget inte leder till sänkt tillväxt i den framtida skogen.

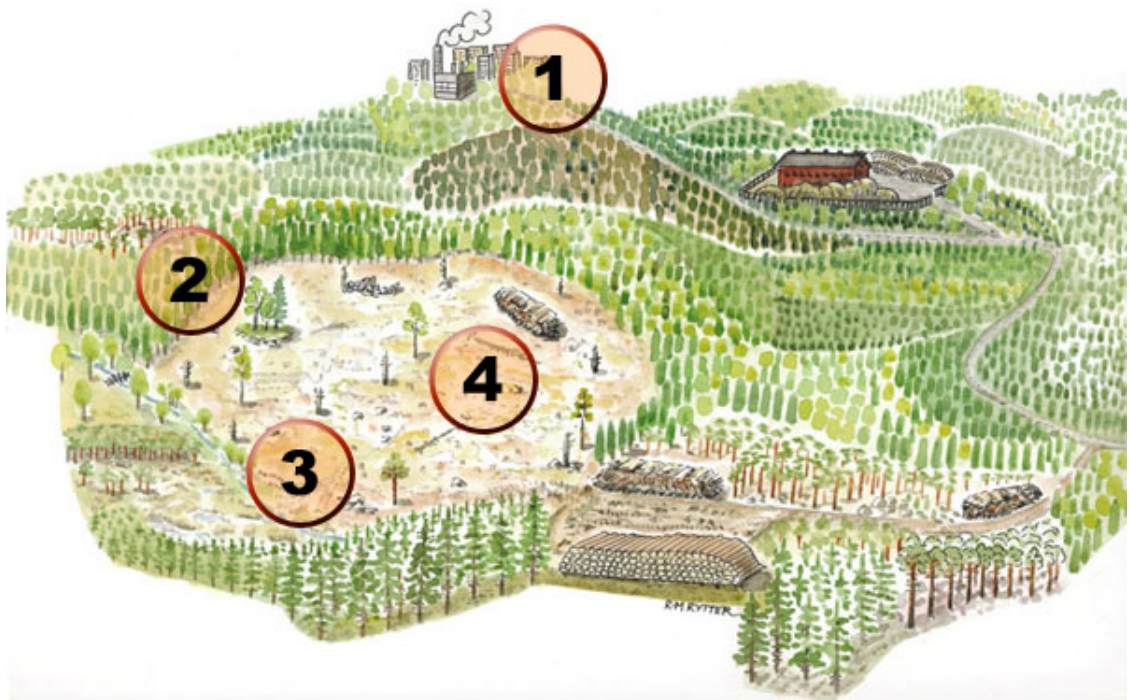
Efterfrågan på skogsbränslen ökar. Idag utgörs största delen av skogsbränsleuttaget av grot (grenar, ris och toppar), men stubbar är ett nytt sortiment som skördas i ökande grad. Potentialen är hög för att öka uttaget. Det finns dock begränsningar som gör att bara en del av det möjliga bränsleuttaget kan utnyttjas. Hit hör transportavstånd, objektstorlek, trädslagsblandning, naturhänsyn och hänsyn till mark och vatten. Till skogsbränslets miljöpåverkan ska man även väga in de positiva effekterna på klimatet av att fossila bränslen kan ersättas.

I detta kapitel görs en genomgång av miljöeffekterna med förslag till hur effekterna kan mildras vid uttag av skogsbränslen.

*Klicka på bilden för att öppna en sida som beskriver de viktigaste effekterna.*



# Klimat, miljö och tillväxteffekter av skogsbränsleuttag - en översikt



## 1. Klimatet

Skogsbränsle anses vara miljövänligt ur klimatperspektiv om upptaget av koldioxid i den växande skogen är större än utsläppet av koldioxid vid förbränningen. Skogens

koldioxidbalans visar om skogen är en kolsänka eller kolkälla. Upptaget av koldioxid i den växande skogen och utsläppen av växthusgaser från skogsmarken påverkas av hur skogen sköts. Andra faktorer som påverkar skogens koldioxidbalans är skogsprodukternas livslängd, energianvändning vid skogsskötsel, skogsbränsleuttag och transport samt vilket tidsperspektiv man använder för att beräkna balansen.



## 2. Skogens näring och tillväxt

När avverkningsresterna skördas i stället för att ligga kvar i skogen försvinner också en del av skogens näringskapital. I granskog har man sett en tillväxtminskning, åtminstone tillfällig, i både gallringar och efter





slutavverkning. I tallskog har man bara sett tillväxtminskningar i gallring, men inte efter slutavverkning. Näringsförlusterna skulle minska om riset fick ligga kvar och barra av, men det har visat sig svårt i praktiken. Näringsförlusterna kan kompenseras med askåterföring och gödning.

### 3. Mark och vatten

Risken ökar för markskador genom att maskintransporterna ökar vid insamlingen av skogsbränsle. Dessutom sker den efterföljande transporten på risfri mark eller mark där rotmattan förstörts genom stubbskörd. För att minska markpåverkan bör



transporterna minimeras och transportvägarna skyddas med ris och oskördade stubbar. Näringsuttaget bidrar till markförsurning och minskade halter av basjoner. Askåterföring kan kompensera för detta. Skogsbränsleuttag vid slutavverkning kan leda till minskad utlakning av kväve från hygget, vilket är positivt för vattenmiljön.

### 4. Biologisk mångfald

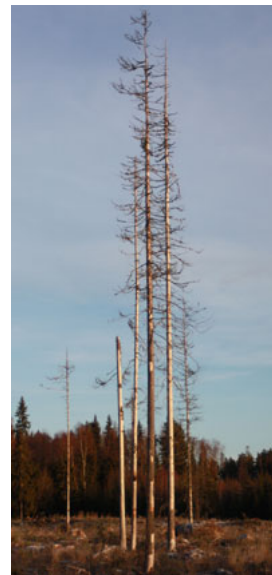
Död ved är en bristvara i svensk skog. Omkring en fjärdedel av alla skogslevande organismer är beroende av död ved. Vid storskalig utvinning av skogsbränsle tas en allt större del av veden ut. Grov död ved är oftast viktigare, men klen död ved har också betydelse för många arter. Skogsbränslehögar kan fungera som fångstfallor för insekter som riskerar att utarmas om högarna förs bort innan insekterna lämnat materialet. Skördas stubbar försvinner ett refugium för arter som annars överlever hyggesfasen i skydd av stubbarna.



## **Effekter på den biologiska mångfalden av skogsbränsleuttag**

### **Död ved är en bristvara i skogen**

Död ved är livsmiljö för många arter, som utnyttjar olika trädslag och olika stadier av nedbrytning.





Ungefär en fjärdedel av alla skogslevande arter i Norden är beroende av döda träd i någon form. Veden används som växtplats, föda, skydd och boplats av allt från däggdjur och fåglar till mossor och svampar.

I det brukade skogslandskapet finns i genomsnitt 7,3 kubikmeter död ved per hektar. I de nordiska naturskogarna kan det finnas så mycket som 20-90 kubikmeter per hektar. Miljö kvalitetsmålet Levande skogar hade som mål att mängden hård, död ved skulle öka med 40 % från 1998 till 2010. Målet har nåtts med råge; ökningen var så mycket som 60-80 %. Men den döda veden är fortfarande en bristvara i skogen.

### **Med skogsbränslet tas mer död ved ut**

Uttag av skogsbränsle betyder att ved som tidigare lämnats i skogen i stället plockas ut.

Klen död ved i form av grenar, toppar och klena stammar anses vara mindre viktiga för många vedlevande arter. Men när avverkningsrester från lövträd tas ut kan många rödlistade arter drabbas även om veden är klen. Sett till de stora volymerna klena avverkningsrester som skapas vid en slutavverkning kan den klena veden totalt sett hysa många arter, trots att den enskilda, klena pinnen hyser färre individer än en grov, död stam. Uttag av grövre stammar och stubbar påverkar både rödlistade och vanliga arter.

Avverkningsrester och stubbar har även indirekta effekter på skogslevande arter genom att erbjuda skugga och skydd för marklevande arter mot den extrema miljöförändringen en avverkning innebär.

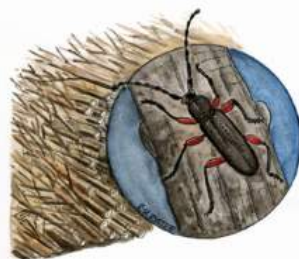
Vedlevande insekter lockas till stora samlingar död ved för att lägga ägg. Det finns en risk att grot- och stubbhögar lockar till sig insekter som lägger ägg i veden, och att den sedan transporteras till förbränning innan äggen kläckts.

#### **Åtgärder**

- Lämna kvar äldre, död ved och träd som lämnats som naturhänsyn vid avverkningen.
- Ta bara ut skogsbränslen från de vanligaste trädslagen i landskapet
- Lämna kvar 20 % av avverkningsresterna av hänsyn till den biologiska mångfalden.

## Grothögar och insekter

Rödbent ögonbock, en sällsynt långhorning som utvecklas i solexponerat klenvirke av hassel, ek och andra lövträd. Den drar sig till grothögar, och riskerar därför att drabbas när de flisas.



Grothögar som står soligt och varmt är attraktiva för många insekter som kan söka föda och lägga ägg i dem. Om groten transporteras bort när insekterna fortfarande är kvar i dem fungerar högarna som fångstfallor. Både vanliga och ovanliga arter kan drabbas på det sättet.

Grot av ek har visat sig särskilt attraktiv för rödlistade skalbaggar, och lövgrot har generellt fler rödlistade arter än grangrot. Skalbaggarna utnyttjar i första hand det översta lagret i grothögarna.

Samma risker finns även när det gäller stubbhögar, som dessutom utgör grövre död ved. Forskare håller för närvarande på att studera skogsbränslehögars påverkan som fångstfallor.

### Åtgärder för att minska påverkan på insekterna:

- Forsla bort groten tidigt, innan insekterna börjar flyga. Helst före slutet av april.
- Täck grothögarna från ovanligare (löv)trädslag med grangrot.
- Om groten måste transporteras bort när insekterna är kvar kan det översta lagret plockas av och lämnas på marken.

## Markskador vid skogsbränsleuttag

När skogsbränsle tas ut ökar risken för markskador. Det beror på att:

- Skörd och skotning av skogsbränsle innebär mer terrängkörning
- Avverkningsrester, stubbar och grövre rötter skyddar marken och ökar bärigheten. När dessa avlägsnas försämras bärigheten.

Vid stubbskörd avlägsnas stubbar och grövre rötter, vilket försämrar markens bärighet och leder till erosion och kompaktering. Skogsstyrelsen bedömer att risken för skador är särskilt hög på finjordsrika marker och fuktiga marker. Ju blötare marken är, desto större risk att markskadorna efter stubbskörd blir permanenta.

Läs mer om åtgärder mot markskador under avsnittet om vattenvård.

### De viktigaste åtgärderna mot markskador vid bränsleuttag

- Lämna tillräckligt med ris i körvägarna och skörda inte stubbar längs med körvägarna
- Planera körningen för att undvika fuktiga partier
- Planera körningen för att minska transportererna.

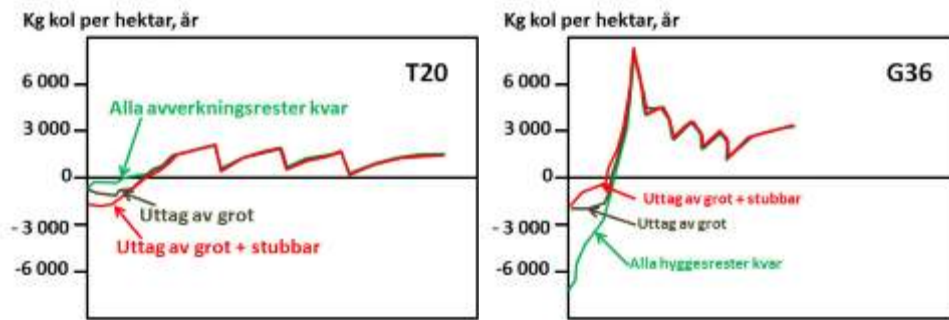


Markskador efter avverkning i området Lunsen söder om Uppsala, foto Mats Hannerz.

## **Skogsbränsle och klimatet**

### **Skogens koldioxidbalans**

Kolflödet i skogen kan enkelt förklaras som trädens och vegetationens upptag och lagring av luftens koldioxid genom fotosyntes under tillväxten och utsläpp av koldioxid under andning (respiration) och nedbrytning. Skillnaden utgör **koldioxidbalansen**. Är koldioxidbalansen positiv är skogen en **kolsänka** (binder mer koldioxid än den släpper ut). Är koldioxidbalansen negativ är skogen en **kolkälla** (släpper ut mer koldioxid än den binder in). Kolet försvinner från skogssystemet när träddelar skördas, och till viss del vid urlakning med markvattnet. Koldioxidbalansen varierar under omloppstiden. Under hyggesfasen är skogen en kolkälla. Då är utsläppen från marken större än upptaget av kol, särskilt efter markberedning. Inbindningen av kol tilltar under ungskogsfasen, men det kan dröja 20-30 år innan skogen blir en kolsänka. Gallringar i den växande skogen ökar sedan utsläppen av kol igen under några år.



Figuren visar om skogen är en kolkälla under hyggesfasen, men en kolfälla när ungskogen har vuxit upp. Både utsläppen under hyggesfasen och inbindningen under "skogsfasen" är högst på en bördig mark. (förenklad från Egnell m.fl. 1997)

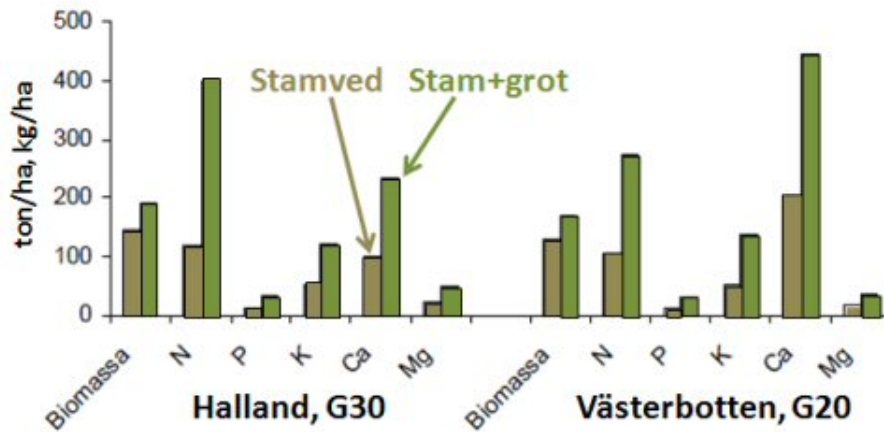
Om man tar ut skogsbränslen plockas kol bort från systemet och utsläppen av kol minskar under hyggesfasen. Den markomrörning som stubbskörd innebär kan däremot ge ökade koldioxidutsläpp, vilket skulle jämna ut skillnader mellan olika nivåer av skogsbränsleuttag. Forskare gör idag bedömningen att om skogsbränsleuttag inte leder till en produktionsminskning på längre sikt liknar koldioxidbalansen vid skogsbränsleuttag den utan skogsbränsleuttag.

## **Skogsbränsleuttagets effekter på näringsförrådet**

Allt uttag av biomassa från skogen innebär även ett uttag av näringsämnen, med olika följder för ekosystemet. Skogsbränsleuttag minskar förrådet av baskatjoner (kalcium, magnesium, kalium och natrium) och fosfor. Marken utarmas och får sämre buffringsförmåga mot försurning. även kväveförrådet minskar vid skogsbränsleuttag. Det leder till ökad risk för kvävebrist i kvävefattiga områden. I kväverika områden kan det dock ge minskad risk för kväveutlakning.

Uttag av grot innebär att två till tre gånger så mycket fosfor och kväve, och mer än dubbelt så mycket kalcium och magnesium tas ut från skogen jämfört med enbart stamvedsuttag.

Figuren visar biomassauttag (ton/ha) och näringsuttag (kg/ha) vid stamvedsuttag jämfört med uttag av stammar och grot i två granförsök i Halland och Västerbotten.



Figuren är hämtad från Gustaf Egnell, Skogsskötselserien och bygger på en studie av Björkroth och Rosén.

En modellberäkning från IVL visar att den minskade basmättnadsgraden (se ordlistan) kvarstod ända fram till nästa avverkning, och att skogsbränsleuttagets effekter på näringsförrådet inte är kortsiktiga. Studien visar även att grotuttag och stubbskörd ger en viss kvävelättnad i södra Sverige, där kvävebelastningen är hög. I övriga delar av landet kan uttaget ge en kvävebrist. Beräkningarna visade också att näringsförlusterna var mindre i tallskog än i granskog.

Barr, grenar och rötter har större halter av näringsämnen jämfört med veden från stammar och stubbar. Beräkningar visar att skillnaden i näringsförluster mellan stamvedsuttag och stam+grotuttag är större än mellan stam+grotuttag och stam+grotuttag med stubbskörd. Men näringspåverkan vid stubbskörd är ändå betydelsefull.

#### Åtgärder för att minska effekterna på näringen

- Om riset får barra av innan det samlas in sparas en stor del av näringen i beståndet. I praktiken är det dock svårt att få en effektiv avbarrning eftersom avverkningsavfallet måste vara jämnt utspritt.
- Gödsling eller askåterföring kan kompensera förlusterna av näringsämnen.

### Effekter på tillväxt

Eftersom mer näring tas ut vid bränsleuttag än vid vanlig stamvedsavverkning finns farhågor om att tillväxten kan påverkas negativt.

Ett flertal långliggande försök har anlagts för att ge svar på hur stora tillväxteffekterna är. Dessa försök visar att:

- Tillväxteffekterna är större i gran än i tall.





- En slutavverkning innebär att markens näringsförråd frigörs, och kväveförrådet räcker gott till för den unga skogens tillväxt. En viss tillväxtminskning har visats i granskog som planterats efter grotuttag.
- Vid grotuttag i röjning och gallring har man påvisat en tillväxtminskning på 10-15 % som håller i sig 15-20 år.

### **Små effekter av stubbskörd**

Effekterna av stubbtäkt kan liknas vid de som uppnås efter markberedning. Stubbtäkten kan leda till ökad självföryngring, framför allt av björk. Ju mer markstörning, desto mer självföryngrad björk. Stubbtäkten verkar inte påverka tillväxten i samma grad som grotuttag, åtminstone på kort sikt. Idag vet man inte hur stubbskörd påverkar tillväxten på längre sikt. Näringsförlusterna är relativt låga så länge inte de klenare rötterna (<5 cm) tas med. Stubbtäkt kan leda till markkompaktering, vilket skulle kunna minska tillväxten på sikt. Det saknas dock kunskap om hur stor effekten kan bli.

### **Kompensera uttaget**

Tillväxteffekterna av grotuttag kan kompenseras med gödsling och askåterföring. Effekterna på tillväxt av askåterföring är inte helt klarlagda och det finns till och med exempel på där askåterföring har minskat tillväxten. Kvävegödsling däremot, ger positiva effekter på nästan all mark i landet, möjligen med undantag för de mest kvävebelastade områdena i sydvästra Sverige.

Med verktyget Flis av flis, som publiceras våren 2010, kan du räkna på tillväxtförlusterna av grotuttag.

## ***Åtgärder - askåterföring***

Skogsbränsleuttag innebär också ett uttag av näringsämnen. Askåterföring är ett sätt att sluta kretsloppet för de baskatjoner som tas ut. Askan sprids då i det växande skogsbeståndet efter uttaget. Askan utgörs av förbränningsaskan från det skördade skogsbränslet.



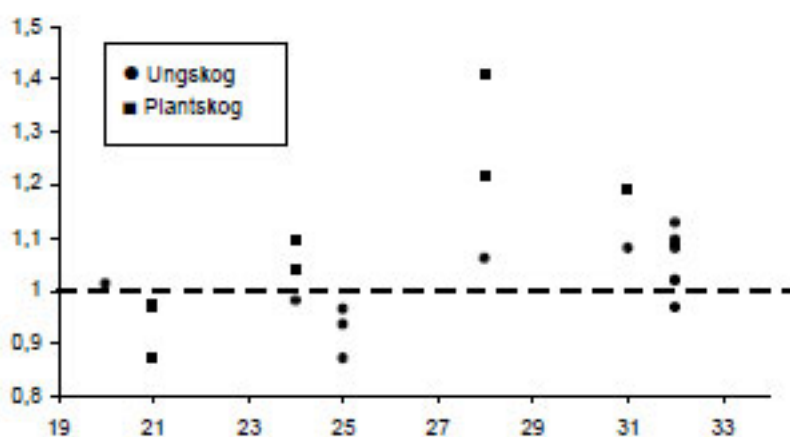
### **Askåterföring och försurning**

Det främsta motivet för att återföra aska efter skogsbränsleuttag är att motverka försurning av marken, sjöar och vattendrag. Askan bör i första hand spridas där den har störst effekt på försurningen. Ett exempel är bördiga marker med stora skogsbränsleuttag på försurade marker i södra Sverige. Behovet är minst i delar av norra Sveriges inland där uttaget av skogsbränsle är lågt, markerna har god mineralogi och skogarna inte påverkats av luftföroreningar i någon hög grad.

### **Askåterföring och skogsproduktion**

Askåterföring har även kortsiktiga effekter på skogsproduktionen. Det har visat sig att marker med hög andel kväve i förhållande till kol (låg kol-kväveknot) får en produktionsökning efter askåterföring. Marker med hög kol-kväveknot får däremot en produktionsminskning efter askåterföring. Gränsvärdet ligger kring en kol-kväveknot på 30. Produktionsökningen eller –minskningen är mer kopplad till hur askan påverkar kvävetillgängligheten än askans näringsinnehåll i sig. Eftersom man inte använder information om kol-kväveknoter i skogsbruket kan man i stället använda ståndortsindex som ett ungefärligt mått på gränsvärdet. Ett möjligt gränsvärde kan ligga kring ett ståndortsindex på 24-25.

På längre sikt (flera omloppstider) kan förlusten av andra ämnen än kväve ha en direkt påverkan på skogsproduktionen. Därmed skulle det även finnas skäl att återföra aska på skogsmarken ur produktionssynpunkt.



Figuren visar relativ tillväxt efter askåterföring på fastmark. Den streckade linjen är tillväxten på referensytor utan askåterföring. X-axeln visar markens bördighet. Askåterföring har haft en mer positiv effekt på bördiga marker. Från Egnell m.fl. 2006, Miljöeffekter av skogsbränsleuttag och askåterföring i Sverige.

Utförandet beskrivs på nästa sida.

## Askåterföring - så här gör du

Askåterföring sker med traktor eller helikopter försedd med befintlig teknik för spridning av fastgödsel. Traktorspridning är vanligast då korta terrängtransportavstånd ofta är en förutsättning för skogsbränsleuttag överhuvudtaget.



**Återför om uttaget  
överskrider 500 kg aska**

Enligt Skogsstyrelsen ska man askåterföra om det samlade träduttaget utöver stamdelar under omloppstiden motsvarar mer än 0,5 ton aska per hektar samt om merparten barr inte lämnats kvar någorlunda jämnt spridda.

### **Sprid inte för mycket**

Tillför högst 3 ton aska per hektar och tioårsperiod och högst 6 ton per hektar per omloppstid

### **Undvik askåterföring**

- ...i känsliga biotoper samt under perioder när växt- och djurliv kan ta skada
- ... i en askfri zon om 25 m mot känsliga områden.

## **Åtgärder - kompensationsgödsling**

I de delar av landet där skogsmarken utsätts för hög kvävetillförsel (mestadels kustnära områden i sydvästra Sverige) kan uttag av skogsbränslen lätta något på kvävebelastningen. I områden där kvävebelastningen är låg samtidigt som uttaget av skogsbränslen är högt kan man däremot behöva återföra kvävegödselmedel med askåterföringen.



Kvävegödsling av skogsmark bör ståndortsanpassas och ej utföras på marker där den får negativa följder för områden med höga natur- och kulturvärden.

- Lämna ogödslade frizoner mot bland annat sjöar och vattendrag, formellt skyddad mark och nyckelbiotoper
- Gödsla inte på tjälad eller snötäckt mark samt vid snösmältning.

## **Räkna med skogsbränsle**

Här har vi samlat några verktyg som hjälper dig att göra beräkningar för skogsbränsle. I Kunskap Direkt finns flera andra verktyg för skattning av volymer, produktion, ekonomi med mera i skogen. Klicka på länken till höger.



Under denna rubrik hittar du:

### [Skogsbränsle från beståndet](#)

Exempel på torrsvikt och energi för olika sortiment i några olika bestånd

### [Värmevärde och sortomvandlare för skogsbränsle](#)

Verktøget WECalc räknar fram torrsvikter, energi och volymer för olika sortiment med olika egenskaper.

### [Energiomvandlaren](#)

Översätt mellan GJ, MWh, toe och Mcal

### [Ingvar](#) och [ProdMod](#)

Två program för beräkning av tillväxt, volymer och biomassa i bestånd efter olika skötselåtgärder. Ingvar har tagits fram av Skogforsk och ProdMod förvaltas av SLU.

### **Flis av flis**

År 2010 kommer ett nytt verktyg att publiceras där det är möjligt att beräkna kostnader och intäkter av bränsleuttag när hänsyn tas till både bränslets värde och uttagets effekter på miljö och tillväxt. Vill du veta mer om programmet, kontakta [Staffan Jacobson](#).

## **Mer information om skogsbränsle - webbplatser**

Här hittar du webbplatser som har mer information om biobränslen och energi. På undersidorna i vänstermenyn kan du ladda ner enskilda rapporter och broschyrer.



### **Biobränsle:**

- [Bioenergiportalen](#) - samlingsplats för bioenergifrågor inom framför allt jordbruket.
- [Svenska trädbränsleförbundet](#) - branschförening för producenter för brännved, flis och skogsindustriella biprodukter.
- [Svenska bioenergiförbundet \(Svebio\)](#) - branschförening för användare och producenter av bioenergiprodukter, tillverkare, leverantörer, forskare, utbildare, entreprenörer och myndigheter.
- [Skogssverige](#) - fakta om bioenergi, länkar och omvandlingstabeller.
- [Skogforsk](#) - ESS-programmet, forskning kring effektivare system för skogsbränslehantering.

- [Skogsstyrelsen](#) - skogsskötselråd kring skogsbränsle.
- Skogsskötselserien - [Skogsbränsle](#)

#### Allmän information om energi:

- [Energimyndigheten](#) - här finns massor med energifakta och statistik.
- [Energikunskap](#) - Energimyndighetens webbplats med information till lärare och elever.
- [Energikalkyl](#) - interaktiv energikalkyl för hushåll från Konsumentverket.

#### Andra webbplatser om skogsbränsle

- [Vedpraktika](#) - vedhuggningsinformation från Säker Skog.
- [Vedenergi](#) - övning om vedenergi från Skogen i Skolan

## Mer information om skogsbränsle - broschyrer och handledningar

Här kan du ladda ner pdf-filer med broschyrer om skogsbränsle från några olika aktörer inom skogsbränsleområdet:

- [Skogsbränslehandledning \(Holmen skog\)](#)
- [Ökad produktion av bibränsleråvara \(rapport från bl.a. Norra Skogsägarna\)](#)
- [GROT \(handledning från bl.a. Norra Skogsägarna\)](#)
- [Stubbrytning \(handledning från bl.a. Norra Skogsägarna\)](#)



## Mer information om skogsbränsle - rapporter och dokument

Här kan du hitta dokument om skogsbränsle som kan laddas ned som pdf-filer

#### Allmänt om skogsbränsle

- [Skogsbränsle \(del 17 i Skogsskötselserien, 2009\)](#)

#### Hur mycket skogsbränsle finns det i Sverige?

- [SKA 08, skogliga konsekvensanalyser \(SLU och Skogsstyrelsen, 2008\)](#)





- [På väg mot ett oljefritt Sverige \(Oljekommissionens rapport, 2006\)](#)
- [Biobränslemarknaden i Sverige - en nulägesanalys \(SLU, 2008\)](#)

### Skogsbränsletillgångar i Norden

- [Bioenergi i Norge - potentialer, markeder och virkemidler \(Østlandsforskning, 2006\)](#)
- Status and potentials of bioenergy in the Nordic countries (Econ Pöyry, 2008) - [Sammanfattning](#)
- [Bioenergi - a hot product from the Nordic forests \(News and Views, kort sammanfattning, sid 480\)](#)

### Lagring

- [Lagringshandboken](#) - En bibel om lagring av träbränslen från SLU.

### Miljökonsekvenser av skogsbränsleuttag

- [Effekter av skogsbränsleuttag på markförsurning, näringsbalanser och tillväxt \(IVL rapport, 2008\)](#)
- [Stubbskörd och miljökonsekvenser \(SLU, 2010\)](#)
- [Konsekvenser av ett ökat uttag av skogsbränsle \(SLU och Energimyndigheten, 2013\)](#)
- [Bioenergitiltak og effekter på biomangfold \(NINA, 2007\)](#)
- [Påverkan på lavar av grot och stubbuttag \(Fakta Skog, 2008\)](#)
- [Stubbars betydelse för bevarandet av vedlevande insekter \(Energimyndigheten, 2008\)](#)

### Skogsstyrelsens rekommendationer

- [Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring \(Skogsstyrelsen Meddelande, 2008\)](#)
- [Rekommendationer vid stubbskörd \(Skogsstyrelsen Meddelande, 2009\)](#)

## Byt erfarenheter med andra

På webben finns flera platser (forum) där entreprenörer, skogsägare och köpare diskuterar bland annat skogsbränsle, och utbyter tankar kring priser, erfarenhetstal med mera.



På [Skogsforum.se](http://Skogsforum.se) pågår flera diskussioner om grot och stubbar. Skogsforum är den idag mest livaktiga diskussionsplatsen om skog.

Till [Skogssveriges frågelåda](#) ställs mängder med frågor om skog som besvaras av olika experter. I frågelådan finns en stor bank med både frågor och svar, varav många har med bioenergi att göra.

## Om Skogsbränsle

Avsnittet om skogsbränsle är en del av rådgivningsportalen Kunskap Direkt, det webbanpassade verktyget för kunskap och råd om skötsel och hänsyn i skogsbruket. Kunskap Direkt vänder sig till skogsägare och deras rådgivare. Avsnittet om skogsbränsle ska också ge matnyttig information till entreprenörer, köpare av skogsbränsle och en bränsleintresserad allmänhet.

Kunskap Direkt - Skogsbränsle har producerats av Skogforsk på uppdrag från Formas. Finansieringen är en del av regeringens uppdrag om "Ökat uttag av grot".

Innehållet har tagits fram under 2009 i samarbete med forskare och experter vid Skogforsk, SLU och skogsbranschen. Det utgår till största delen från publicerade rapporter om skogsbränsle.

Redaktör har varit [Mats Hannerz](#) (ordinarie redaktör för Kunskap Direkt). Vissa webbapplikationer (bl.a. räkneverktygen) har producerats av Underhuset på uppdrag av redaktören.

En referensgrupp har bidragit med kunskap och idéer under arbetets gång och granskning av innehållet innan publiceringen. Referensgruppen har bestått av:

- Gustaf Egnell, SLU
- Staffan Persson, Mellanskog
- Oriana Pfister, StoraEnso Bioenergi
- Karin Fällman, Sveaskog
- Elisabet Åfors, Skogsstyrelsen
- Carina Johansson, Bioenergiportalen
- Sofia Bureborn, Bioenergiportalen
- Rolf Björheden, Skogforsk
- Tomas Johannesson, Skogforsk

Produktion och granskning av texter och beräkningsverktyg har, förutom av redaktören och referensgruppen, gjorts av forskare i ESS-programmet

(Effektivare SkogsbränsleSystem) vid Skogforsk: [Rolf Björheden](#), [Tomas Johannesson](#), [Mia Iwarsson-Wide](#), [Henrik von Hofsten](#), [Staffan Jacobson](#) och [Lars Eliasson](#). Sofia Bureborn på Bioenergiportalen har bidragit med texter till det övergripande avsnittet om energi från skogen.

Ett av verktyget har tagits fram vid SLU (Frans Larsson och Mats Nylinder) inom ramen för ESS-programmet.