

RAPPORT  
6  
1997

# EFFEKTER AV SKOGSBRÄNSLEUTTAG OCH ASKÅTERFÖRING

– en litteraturstudie



Skogsstyrelsen

# EFFEKTER AV SKOGSBRÄNSLEUTTAG OCH ASKÅTERFÖRING

– en litteraturstudie



© Skogsstyrelsen IV 97

Författare  
Hans Samuelsson, Skogsstyrelsen  
Jan-Olov Bäcke, Skogsstyrelsen

Omslagsbild  
Michael Ekstrand, Skogsstyrelsen

Papper  
Wifsta Office Classic 304 016

Tryck  
SJV, Jönköping

Upplaga  
300 ex

ISSN 1100-0295  
BEST NR 1664

Skogsstyrelsens förlag  
551 83 Jönköping

# Innehållsförteckning

	<u>sid</u>
<b>Sammanfattning</b>	3
<b>Inledning</b>	
Bakgrund	4
Biomassans och växtnäringens fördelning hos gran och tall	4
Att beakta vid bedömning av effekter av skogsbränsleuttag	5
<b>Effekter av skogsbränsleuttag</b>	
Växtnäringstillgång och risken för långsiktig nedsättning av markens produktionsförmåga	7
Inverkan på organiskt material, markbiologi, flora och fauna	7
Avverkningsresternas inverkan på marktemperatur och markfuktighet	8
Utlakning	8
Plantetablering och skogsproduktion	8
<b>Effekter av återföring av biobränsleaska till skogsmark</b>	
Askans egenskaper	10
Effekter på mark- och vattenkemi	11
Effekter på träd och skogsproduktion	13
Effekter på markorganismer	13
Effekter på floran	13
Blandaskor	14
Erfarenheter av kalk och andra medel	15
<b>Naturvårdsverkets och Skogsstyrelsens syn på askåterföring till skogsmark</b>	16
<b>Regelverk</b>	18
Skogsvårdslagen	18
Naturvårdslagen	19
<b>Diskussion</b>	
Teknisk utveckling	20
Intensivare markanvändning	20
<b>Referenser</b>	22

## Sammanfattning

Uttag av skogsbränslen leder till en väsentligt ökad bortförsel av näringsämnen från skogsmarken jämfört med stamvedsuttag. På många marker förmår vittring och deposition inte att kompensera dessa förluster. Risken för att helträdsutnyttjande ska leda till en signifikant minskning av mängden organiskt material i marken tycks dock vara liten eller obefintlig på de flesta marker.

Ristäkt påverkar både flora och fauna. För de flesta arterna sker dock den avgörande förändringen genom avverkningen. Kunskapen om riståktens effekter är förhållandevis god för triviala arter, men betydligt sämre för ovanliga arter och arter med speciella livsvillkor.

För tall tycks riståkt inte ha någon negativ inverkan när det gäller plantetablering och tillväxt. Gran däremot tycks ha en tendens att reagera negativt. Uppmäta tillväxt-nedsättningar verkar vara övergående.

Skogsbränsleaska innehåller de näringsämnen träden behöver, förutom kväve. Obehandlad lös aska i höga doser kan ge kraftiga pH- och salteffekter och därmed oönskade effekter. Askan kan dock genom särskild behandling göras mer långsamverkande och därmed mindre reaktiv.

Tillförsel av träaska har på de flesta fastmarker inga kortsiktiga positiva effekter på skogstillväxten, utan ska ses som en markvårdsåtgärd. Barrens näringshalt kan öka under några år efter behandling när dosen varit  $> 1$  ton/ha. Tillförsel av träaska till mark där träddeklar tagits ut minskar risken för framtida tillväxtminskningar och andra kalamiteter. Genom återföring av aska från förbränning av skogsbränslen skapas ett kretslopp av näringsämnen som motverkar att marken utarmas. På dikad torvmark ger asktillförsel i regel upphov till ökad produktion.

Träaska har en kalkverkan motsvarande 250 - 340 kg CaO/ton aska. Tillförsel av aska till skogsmark gör att pH och basmättnad stiger. Det går inte att bortse från att asktillförsel kan leda till ökad nitrifikation, men troligtvis är den mycket begränsad på de flesta skogsmarker, mindre än t.ex. efter kalhuggning och markberedning.

Asktillförsel kan på olika sätt påverka markens tungmetallinnehåll samt rörligheten hos dessa ämnen. Effekten beror på tillförd mängd aska, tungmetallinnehåll och markförhållanden.

Tillförsel av måttliga mängder stabiliserad träaska ger upphov till små eller inga förändringar hos marklevande organismer och flora. Vissa arter, exempelvis vissa lavar, kan dock minska.

Blandaskor kan innehålla höga tungmetallhalter. Askor med höga tungmetallhalter bör inte spridas i skogen.

Samhället har ställt upp vissa regler och mål för nyttjande av skog och skogsmark. I Skogsvårdslagen och Naturvårdslagen finns delar som kan vara tillämpliga vid uttag och hantering av skogsbränslen samt vid eventuella kompensationsåtgärder. Även andra lagar kan vara tillämpliga, exempelvis Miljöskyddslagen.

# Inledning

## Bakgrund

Under senare år har skogsbränslen fått en ökad betydelse i den svenska energiförsörjningen. Denna utveckling kommer sannolikt att fortsätta. Skogsstyrelsens nuvarande allmänna råd om uttag av trädelar utfärdades 1986. Mycket ny kunskap och nya erfarenheter har tillkommit sedan de skrevs. Skogsstyrelsen har därför påbörjat en översyn av SKSFS 1986:1 "Skogsstyrelsens allmänna råd av begränsning vid uttag av träddelar utöver stamvirke på skogsmark".

Redan för drygt 5 år sedan påbörjades en revidering av de nuvarande allmänna råden. På grund av regeringsbeslut om tillsättande av en parlamentarisk utredning, med uppgift att se över svensk skogspolitik, uppsköts översynsarbetet i avvaktan på att skogspolitiska kommittén skulle framlägga sitt betänkande. Då hade Kaj Rosén, SLU på uppdrag av Skogsstyrelsen, Naturvårdsverket, NUTEK och Vattenfall, redan påbörjat en faktasammanställning om effekterna på skogsekosystemet av ett storskaligt trädelsuttag och kompenserande åtgärder som askåterföring och gödsling. Detta arbete presenterades i Meddelande 5/1991, Skogsstyrelsen och utgör ett viktigt underlag för denna sammanställning.

En annan viktig rapport från vilken uppgifter hämtats är "Effekter av askspridning till skogen" skriven 1995 av Anna Lundborg, Vattenfall och Hans-Örjan Nohrstedt, Skogforsk på uppdrag av Naturvårdsverket, NUTEK och Skogsstyrelsen.

## Biomassans och växtnäringens fördelning hos gran och tall

Biomassans och växtnäringens fördelning hos barrträd varierar beroende på bonitet, skötsel, träslag och trädålder. Barr och grenar innehåller i förhållande till sin vikt betydligt mer näringsämnen än stammen, räknat per viktsenhet torr biomassa.

På yngre träd utgör barr, grenar och topp ungefär 50% av biomassan ovan stubbe. För äldre träd är motsvarande siffra ca 20-30%. En relativt stor del av trädens näring ovan stubbe återfinns i barr, grenar och topp. Näringskoncentrationen är störst i barren. Växtnäringsämnenas fördelning varierar inom träden. En viss del av trädet kan exempelvis innehålla förhållandevis mycket av ett visst näringsämne, medan en annan del innehåller mer av ett annat. Helträdsuttag ökar näringsbortförsel med 1,5-5 gånger jämfört med normalt stamvedsuttag för de vanligaste näringsämnena.

Konsekvent helträdsuttag under en omloppstid istället för uttag av enbart stamvirke ökar biomassauttaget från ca 20 till 30% av den totala mängd organiskt material som produceras under omloppstiden (Eriksson, 1991). I bördig granskog med tre, fyra gallringar ökar uttaget något mer (från ca 30 till 45%) och något mindre på en tallhed (från ca 15 till 20%).

På fastmark är kväve i allmänhet det näringsämne som begränsar tillväxten. Av markens kväveförråd återfinns den dominerande delen i mineraljorden medan humusen enbart innehåller en mindre del. Inom områden med liten kvävedeposition leder upprepade uttag av barr, grenar och toppar på lång sikt till en utarmning av markens kväveförråd om inte kompensation sker.

På många torvmarker är förråden i marken av fosfor och kalium förhållandevis små och en stor del av beståndens totala förråd av dessa näringsämnen är bundna i barr och grenar.

## Att beakta vid bedömning av effekter av skogsbränsleuttag

Skogsbränsle är en förnybar energiresurs som på sikt är koldioxidneutral och därigenom inte bidrar till växthuseffekten på lång sikt. För skörd och transport används visserligen maskiner och bilar, som idag drivs med fossila bränslen. Bränsleåtgången för skörd, flisning och 10 mils transport med bil motsvarar ca 3% av flisens energiinnehåll (Lundborg, 1995).

Inom vissa delar av landet har luftföroreningarna gjort att markernas förråd av bas-kationer kraftigt minskat. Detta kan på sikt orsaka näringsobalans i träden som resulterar i tillväxtstörningar och ökande skador. Bränsleuttag utan askåterföring eller andra kompensationsåtgärder från sådana marker skulle ytterligare förvärra närings-situationen.

Kvävednedfallet i sydvästra Sverige ger eller kommer att ge upphov till oönskade effekter som exempelvis förändrad vegetationssammansättning, skador på träd orsakad av näringsobalans samt läckage av kväve och aluminium till grund- och ytvatten. Uttag av helträd med återföring av aska gör det möjligt att kväveavlasta marker.

Uttag av skogsbränslen kan ske på olika sätt. Ibland tas träddeklar ut färska, vilket medför att alla barr med dess näring förs bort. Det är naturligtvis möjligt att utveckla teknik som avskiljer och sprider ut näringsrika finfraktioner så att de blir kvar i skogen.

Skogsbränslet kan också lämnas kvar i högar på hyggena för att torka. Uttransporten underlättas genom att riset koncentreras men för att torkningen ska bli effektiv begränsas högarnas storlek. Tillräckligt lång lagring under sommaren (minst 2 månader) medför att flertalet barr trillar av. Därmed förblir en stor del av näringen kvar, dock ojämnt fördelad.

Drivningssystem, prestationskrav och arbetsteknik påverkar hur stor del av den teoretiskt tillgängliga kvantiteten biobränslen på ett objekt som kan tas tillvara. I praktiken kan man räkna med att i storleksordningen 60-90 % av den tillgängliga kvantiteten tas ut.

Vid uttag av skogsbränsle förs mer näring bort från skogen än vid konventionell avverkning. När man avverkar konventionellt med upparbetningsmaskiner koncentreras å andra sidan grenar och ris i högar eller strängar. Det senare leder, dels till en omfördelning av växtnäringen inom objekten, dels till att näringsutlakningen ökar p.g.a. att miljöbetingelserna under rishögarna ger upphov till en komposteffekt.

Markens förråd av växttillgänglig näring har successivt byggts upp genom vittring, deposition och kvävefixering efter den senaste istiden. Under alla tider har emellertid skogarna mer eller mindre regelbundet drabbats av störningar, exempelvis bränder, som gjort att delar av näringsförrådet gått förlorat. Merparten av de svenska skogarna har brunnit - vissa ofta, andra mera sällan. Dessa bränder har lett till näringsförluster, framförallt av kväve.

Effekterna på gran och tall efter uttag av grenar, toppar och barr är inte lika. Detta beror på att trädslagen har skilda krav på ståndortsförhållandena.

## Effekter av skogsbränsleuttag

### Växtnäringstillgång och risken för långsiktig nedsättning av markens produktionsförmåga

I jämförelse med konventionell stamavverkning leder ett konsekvent helträdsutnyttjande till ökad export från ståndorten av de vanligaste näringsämnena med 1.5 till 5 gånger. (Rosén, 1991)

Sett till markens totalinnehåll av växtnäring är förlusterna små. Avgörande är i stället om deposition, vittring och mineralisering snabbt nog kan ersätta de omedelbara förlusterna från det växttillgängliga förrådet. (Rosén, 1991)

Vid konventionell stamavverkning kan vittringen ensam ersätta växtnäringsförlusterna av Mg och K, men inte av Ca. (Rosén, 1991)

Om helträdsavverkning genomförs konsekvent kommer kalciumbalansen att bli än mer negativ i hela landet. För magnesium och kalium kommer balanserna att bli negativa på många ståndorter i stora delar av landet, särskilt i söder. (Rosén, 1991)

Slutsatserna ovan skall betraktas i ljuset av att de växttillgängliga förråden av baskationer redan i dag minskar i södra Sverige, framför allt som ett resultat av den antropogent betingade försurningen av skogsmarken. (Rosén, 1991)

### Inverkan på organiskt material, markbiologi, flora och fauna

Om toppar och grenar skördas konsekvent under en hel omloppstid, motsvarar uttaget av organiskt material ca 10 - 20 års fallförna. Till detta kommer rotförna. (Rosén, 1991)

Farhågorna för en signifikant minskning av mängden organiskt material i marken efter helträdsutnyttjande är hittills obekräftade. (Rosén, 1991)

Med avseende på mängden organiskt material i marken är det viktigare att upprätthålla en hög produktion och därmed ett stort förnafall, än att undvika skörd av toppar och grenar. (Rosén, 1991)

Risken för reducerat förnafall och därmed en långsiktig minskning av mängden humus i marken är störst vid låga boniteter. (Rosén, 1991)

Mineraliseringen av växtnäring (N, P, K, Mg) i förna och humus, liksom t.ex. nitrifikationen, stimuleras av avverkningsrester, dvs. minskar efter helträdsavverkning. (Rosén, 1991)

De få populationsekologiska studier som finns indikerar att individantalen minskar efter helträdsavverkning. Det gäller såväl markmikroorganismer som markdjur. (Rosén, 1991)

Kunskapen om riståktens inverkan på triviala arter är förhållandevis god, medan kunskapen om effekter på ovanliga arter och arter med speciella ståndortskrav är dålig. (Rosén, 1991)

För de flesta arter sker den avgörande förändringen av livsvillkoren som ett resultat av avverkningen som sådan. Ytterligare effekter orsakade av riståkt har dock noterats. (Rosén, 1991)

Risken att helträdsavverkning skall ha en avgörande betydelse för fortlevnaden av de flesta mossor och lavar är liten. (Rosén, 1991)

Kalhuggningens negativa effekter på mykorrhiza, förstärks sannolikt av ett ökat biomassauttag. (Rosén, 1991)

Kunskapen om helträdsavverkningens inverkan på ovanliga arter och arter med speciella livsvillkor, t.ex. arter som är beroende av död ved måste förbättras. (Rosén, 1991)

### **Avverkningsresternas inverkan på marktemperatur och markfuktighet**

Skörd av avverkningsrester leder på kort sikt till större temperaturvariationer i markytan. (Rosén, 1991)

Skörd av avverkningsrester spelar sannolikt en liten roll för fuktighetsförhållandena i skogsmark. (Rosén, 1991)

### **Utlakning**

Helträdsavverkning har försumbar inverkan på utlakningen av växtnäring under förutsättning att jämförelsen görs med avverkningsresterna jämnt utspridda på markytan. (Rosén, 1991)

Utlakningen under högar/strängar av avverkningsrester kan vara betydande. Avverkningssystem som leder till koncentration av avverkningsrester bör således undvikas. (Rosén, 1991)

### **Plantetablering och skogsproduktion**

I de studerade försöken är avverkningsresternas inverkan på överlevnaden liten. (Rosén, 1991)

Försöksytor är sannolikt inte ideala när det gäller att studera plantors överlevnad eftersom planteringen av naturliga skäl då utförs med särskild noggrannhet. Studier av helträdsutnyttjande i praktiken ger en antydning om att planteringsresultatet blir bättre om hygget planteras med tall, men sämre om det planteras med gran. (Rosén, 1991)

Under etablerings- och den tidiga tillväxtfasen skiljer sig reaktionerna mellan tall och gran åt. Medan tallens tidiga tillväxt i stort sett inte alls påverkas, reagerar granen ofta negativt. (Rosén, 1991)



Uppmätta tillväxtnedsättningar efter helträdsavverkning verkar vara av övergående natur. Varaktigheten av granens tillväxtnedsättning varierar dessutom med bonitet, ca 10 år på goda och ca 25 år på svaga boniteter. (Rosén, 1991)

Om tillväxtnedsättningens varaktighet blir utdragen (dvs. på mycket låga boniteter) finns en risk för bestående, nedsatt förnäproduktion, vilket kan ses som en bestående bonitetssänkning. (Rosén, 1991)

Riskerna för eventuella bestående bonitetssänkningar verkar vara större för gran än för tall. (Rosén, 1991)

Generellt kan sägas att hittills uppmätta tillväxtförändringar är små. Enstaka försök med upprepat helträdsutnyttjande visar vanligtvis inga dramatiska effekter på tillväxten. I något enstaka fall finns kraftiga tillväxtminskningar uppmätta (minus 50 m<sup>3</sup>sk under en 25-årsperiod). Detta måste ses som en varningssignal och orsakerna utredas. (Rosén, 1991)

Vi vet fortfarande för lite om effekter av upprepat helträdsutnyttjande under lång tid. Detta gäller såväl skogsproduktion som växtnäringförhållanden och markbiologi. (Rosén, 1991)

# Effekter av återföring av biobränsleaska till skogsmark

## Askans egenskaper

Obehandlad lös aska i höga doser kan ge kraftiga pH- och salteffekter. Man kan dock göra aska mer långsamverkande. Askor med låg kolhalt kan självhärda vid kontakt med vatten. Processen nyttjas för stabilisering av aska, t.ex. vid granulering. Granuler kan bli mer eller mindre hårda, bl.a. beroende på kolhalten. Aska kan också bindas med olika medel, t.ex. cement. Låg löslighet hos granulerad aska ger mindre abrupt pH-höjning i marken, med längre varaktighet. Detta är skonsammare för barrskogens organismer, som är anpassade till en relativt sur miljö. Alternativt kan askan självhärda på deponi, och sedan krossas, s.k. "krossaska". Denna blir billigare än granuler, men har ännu inte prövats lika länge i fält. Ekologiskt väntas den likna granulerad aska, eventuellt lite mer snabbverkande, delvis beroende på partikelstorlek. 6 ton/ha svårlösliga granuler har tillförts granskog i Halland utan negativa effekter. Det är möjligt (ännu ej visat) att samma dos krossaska är lika skonsam. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Kalcium är det dominerande näringsämnet i askan. Innehållet av K, Mg och P är lägre. Kalcium är också den baskatjon vars balans i skogsmarken, "vittring minus skörd", uppvisar mest underskott, främst vid bränsleuttag men även vid konventionellt skogsbruk (Ståndortskarteringens data, enligt Lundborg, 1994). Askan innehåller också ett stort antal spårelement. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Askans består av salter som löser sig snabbt, basiska föreningar som löser sig i sur miljö, och en svåröslig rest som med tiden kan bli tillgänglig genom vittring. Granulerad aska löses upp långsammare än lös aska. Neutralsalter och K frigörs relativt snabbt. Upplösningen går fortare i fuktig miljö. Mårhumus tycks stimulera upplösningen. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Askans upplösningshastighet beror till stor del av hur stora aggregaten är. Fina fraktioner av krossaska löses upp snabbare än grövre, och kan väntas ge relativt snabb effekt. Sannolikt får *grov* krossaska egenskaper som liknar granulerad aska. Det går att utforma granuler med hänsyn till vilken upplösningshastighet som bedöms lämplig för olika skogsekosystem. "Krossaskans" upplösningshastighet kan varieras genom olika partikelstorlek, och en mix av olika fraktioner bör ge en lämplig kombination av snabb och långsam verkan av askan. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Hydroxider, oxider, silikater och karbonater ger askan ett pH runt 11-13. Obefuktad aska har egenskaper som liknar osläckt kalk, och verkar frätande. Vedflygaskor har i medeltal en kalkverkan på ca 25 % CaO, och bottenaskor ca 18 % CaO. Omräknat till 5 % kolhalt blir flygaskans kalkverkan 37%, och bottenaskans 19 % CaO. Väl förbränd flygaska har kalkverkan motsvarande drygt 70 % av den i kalksten (Eriksson, 1993).

## Effekter på mark- och vattenkemi

Träaska har en kalkverkan motsvarande 250 - 340 kg CaO/ton aska och ger bevisligen önskade effekter på markkemin, pH och basmättnad stiger, först i ytliga horisonter, senare i djupare lager. (Rosén, 1991)

Viktiga baskatjoner i askan är Ca, K och Mg. K löses ut snabbt, men en väsentlig del kan fastläggas i rostjorden, och utlakningsförlusterna blir då små (Rosén et al. 1993). Snabb upplösning av askan skulle kunna öka salthalten i markvätskan så att oönskade effekter erhålls. Härdning minskar saltutlösningen. Svårlösliga askgranuler ger inga drastiska salteffekter. Eventuella förändringar i markvattenkemi kan dels orsakas direkt av ämnen från askan, men lika gärna av utbytesreaktioner, eller att mineraliseringen påverkas (Rosén et al. 1993, Eriksson 1993). Utbytesreaktioner gör att markvattnet kan bli surare, medan markpartiklarna "laddas" med baskatjoner. Basmättnadsgraden ökar. Finfördelad aska höjer markens pH en till två enheter. En lägre, uthållig pH-höjning vore önskvärd. Hårt granulerad aska har liten effekt på mark-pH, medan lösa granuler ger viss pH-höjning. Fin krossaska ger kraftigare pH-effekt än grov. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Om asktillförsel höjer pH och ammonium finns tillgängligt, finns risk att nitrat bildas, och, om växtligheten tar upp mindre oorganiskt kväve än vad som finns i marken, att kväveutlakningen ökar. En sådan situation finns på hyggen, eller i skog med högt kvävenedfall. Nitratbildningen är försurande, nitratutlakning medför både mineralförluster, markförsurning och påfrestning på omgivande ekosystem. Bildning av växthusgasen N<sub>2</sub>O kan inte heller uteslutas. Det är viktigt att veta hur aska ska kunna tillföras kväverik mark med minimal risk för nitratbildning. Spridning i uppvuxen skog bedöms som "säkrare" än spridning på hyggen. Det är främst höga doser lättlöslig aska som kan ge risk för nitratbildning. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Risken för att asktillförsel skall leda till ökad nitrifikation går inte att bortse från. Troligtvis är den liten på de flesta skogsmarker, mindre än efter t.ex. kalhuggning och markberedning. Med nuvarande kunskaper bör askgödning begränsas på bördiga marker. (Rosén, 1991)

Risken för nitratbildning efter askspridning bör uppmärksammas i följande fall:

- På hyggen och i plantskog, där tillgången på mineralkväve överstiger växters och mikroorganismers behov.
- Där kvävenedfallet är mycket högt och avsevärt högre än kritiska belastningsgränsen för kväve.
- När kol/kväve-kvoten i humusskiktet är lägre än 25-30.
- När humusformen är mull eller moder.
- På nyligen kvävegödslad mark.
- När ståndortsindex är över G28.
- Då markvegetationstypen är örttyp eller då fältskikt saknas. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Lös aska har ibland orsakat höjda nitrathalter. Däremot har härdad, långsamlöslig aska (upp till 6 ton granulerad aska per ha) inte orsakat oönskade kväveflöden (exempelvis förhöjd nitratutlakning) ens där kvävenedfallet är högt. Möjligen tar bestånden upp eventuellt extra nitrat. Forskning om krossaska till hyggen/plantskogar i södra Sverige påbörjades 1992/93. En måttlig dos ser (enligt preliminära resultat) ut att kunna ges till några år "gamla" helträdsavverkade och planterade hyggen med uppvuxen vegetation, utan att öka nitratutlakningen. Askans verkar långsamt, och växterna binder kvävet. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Aska innehåller ca 1 % P. I granulerad aska tycks P förbli bundet mycket länge. På lång sikt bör askans P bli tillgängligt genom vittring och mikrobiell inverkan, men det är ännu inte känt hur lång tid detta tar. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Förbränning av biomassa leder till en anrikning av tungmetaller i askan. Askgödsling i rekommenderade mängder (2 - 5 ton/ha) leder till en måttlig ökning av markens innehåll av extraherbara tungmetaller (10 - 100 %). De halter som då uppträder i marken ligger långt under "kritiska halter". Den mängd tungmetaller som tillförs marken med askan skulle, om inte biomassan använts för förbränning, ändå tillförts marken vid förmultning av avverkningsrester. (Rosén, 1991)

Med aska återförs en del av biomassans tungmetaller till skogen. Några av metallerna, t.ex. Cu och Zn är viktiga näringsämnen men blir giftiga i hög koncentration. Kadmium och koppar är värda speciell uppmärksamhet. Kadmium är en betydande hälsorisk, halterna i jordbruksmark är höga och säkerhetsmarginalen innan skadliga Cd-halter i livsmedel nås är liten (Anonym 1993b). Hg, Cd och Cu är de metaller som skogsmarken bedöms tåla lägst tillförsel av med hänsyn till markorganismer och processer (Tyler, 1992). Askans Hg-halter är dock låga. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Om pH ökar i skogsmark bör rörligheten hos flera tungmetaller (Cd, Hg, Pb, Zn) minska (Rosén et al 1993). Så länge pH i askgranulen är högt frigörs tungmetaller sakta eller inte alls (Börjesson 1992, Eriksson 1993). Aska kan binda lösta humusämnen. Flera tungmetaller binds hårt till humus. Det är alltså tänkbart att askan orsakar en fastläggning av tungmetaller under några år (Eriksson 1993).

Kadmium- och zinkhalterna i markvattnet kan höjas någon/några månader efter asktillförsel, för att sedan sjunka igen. Effekten är inte långvarig, och uppmätta halter ligger inom bakgrundsvärdena för södra Sverige. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Skogsmarken innehåller stora mängder Hg, bundet till markens organiska material. Om tillförsel av aska eller kalk ökar nedbrytning eller rörlighet av detta material skulle flödena av Hg till vattendragen kunna öka, vilket vore en olycklig, storskalig effekt. En teoretisk bedömning samt uppföljning i fält tyder dock inte på någon sådan effekt. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Askgödslingens effekter på yt- och grundvatten är på lång sikt sannolikt liten. På kort sikt har noterats förhöjd halt av t.ex. kadmium i markvatten. Förvånansvärt långvariga pH-sänkningar har noterats i mark- och ytvatten efter applicering av låga doser (< 1 ton) aska och kalk. Preliminärt tolkas detta som utbytesaciditet, men mekanismen måste klargöras bättre innan orsakssammanhangen kan förklaras. (Rosén, 1991)

## Effekter på träd och skogsproduktion

På fastmark är det vanligen kvävetillgången som begränsar tillväxten. Tillförsel av lös eller granulerad aska i givor  $\leq 6$  ton/ha har inte haft vare sig positiv eller negativ effekt kortsiktigt ( $\leq 10$  år) på produktionen i medelålders bestånd av gran och tall. Försöken bör följas längre tid för att säkerställa eventuella effekter. Barrens halt av med aska tillförda ämnen kan öka under några år efter behandling för givor  $> 1$  ton/ha. Varaktigheten synes begränsad till 3-4 år. Inga resultat finns redovisade från fältförsök i yngre barrskog eller lövskog på fastmark. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Tillförsel av träaska har på de flesta fastmarker inga kortsiktiga positiva effekter på skogstillväxten, utan skall ses som en markvårdsåtgärd. Detta innebär att spridning av träaska på mark som utsätts för helträdsutnyttjande minskar risken för framtida tillväxtminskningar och andra kalamiteter. (Rosén, 1991)

På dikad torvmark ger lös aska i regel en kraftig och uthållig (30-40 år) ökning av produktionen hos tall, gran och björk i olika åldrar. De bästa tillväxteffekterna erhålls på de lite mer kväverika torvmarkstyperna och vid givor om 4-8 ton/ha. Askan ger en snabb och uthållig ökning av trädens halt av ämnen som finns i askan. Granulerad eller på annat sätt förädlad aska har ej prövats på torvmark. Lös aska har också givit goda tillväxteffekter vid beskogning av torvtäkt och vid energiskogsodling på torvmark. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

## Effekter på markorganismer

Tillförsel av lös aska med snabba pH-höjningar som följd kan ibland ge förändringar hos marklevande organismer. Men med måttliga doser granulerad aska blir effekterna små eller inga. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Den pH-höjning som askgödslingen medför i marken förbättrar förutsättningarna för dagmaskar. Som helhet är kunskapen dålig om askans inverkan på markfaunan. Vissa förskjutningar i artsammansättning har noterats (t.ex. småringmaskar). Betydelsen av sådana förskjutningar är oklar. (Rosén, 1991)

Hg, Cd och Cu är de metaller som skogsmarken bedöms tåla lägst tillförsel av med hänsyn till markorganismer och processer (Tyler 1992). Askans Hg-halter är låga. Normalt finns det utrymme för viss asktillförsel utan att markprocesserna störs. Nära stora utsläpsskällor kan skogen dock vara högt belastad med tungmetaller. Där kan man välja att ta ut bränsle (avlastning) men kanske kompensera med kalk, vitaliseringsmedel eller aska med mycket låg tungmetallhalt. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

## Effekter på floran

Effekten på floran är liten vid användning av granulerad aska, mindre än efter t.ex. kalhuggning, markberedning och kvävegödsling. Minst kunskap har vi om effekterna på markorganismer, t.ex. mykorrhiza. Askgödsling bör undvikas på lavrika marker. (Rosén, 1991)

Spridning av aska bör bli en självklar åtgärd efter uttag av skogsbränsle. Det är viktigt att veta hur spridningen ska ske för att inte växter och djur ska störas. Snabb pH-höjning stör bl.a. småringmaskar, mykorrhiza och finrötter, och stimulerar nitrifikationen (Eriksson och Börjesson 1991). Få kärlväxter reagerar negativt på måttliga doser aska eller kalk ( $< 2$  ton/ha, om askan är lös). Näringskrävande arter gynnas. Om pH höjs kraftigt missgynnas arter som föredrar lågt pH. Om askan ökar nitratbildningen gynnas kväveälskande, triviala växtarter. Mossor och lavar "bränns" lätt av lös aska och kalk. Mykorrhizasvampar tycks dock tåla måttliga pH-höjningar (Kruuse 1992).

Härdad, långsamlöslig aska i måttlig dos ger dock varken stor pH-höjning eller ökade nitrathalter. Risken för direkta skador på vegetationen blir liten om upplösningen är långsam. Aggregerad aska fördelas också glest, och får kontakt endast med en bråkdel av mark och vegetation. Påverkan på floran blir ingen eller mycket liten, men en del lavar kan gå tillbaka. Mykorrhizan tycks inte störas. På sikt kan konkurrensförhållanden komma att ändras. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Träaska bör appliceras i granulerad form för att undvika de "chockeffekter" som kan bli ett resultat av askans extremt höga pH-värde (pH 11 - 13) och koncentration av lättlösliga salter. Det är i första hand vegetationen i bottenkiktet och ett flertal markorganismer som är känsliga. (Rosén, 1991)

Hur tillförsel av aska påverkar tungmetallhalter i växter är av intresse att känna till. En möjlighet är att upptaget av vissa tungmetaller minskar vid höjt pH, om inte totala mängderna i marken ökar starkt. Högre växter kan reglera och begränsa transporten av tungmetaller till de ovanjordiska delarna (Tyler et al. 1989). Tungmetallhalterna i barr liksom i lingon, blåbär och svamp påverkas inte nämnvärt efter askspridning. Mycket höga givor kan ge förhöjda halter i Salixblad. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

## **Blandaskor**

Ett visst tungmetallinnehåll i aska kan accepteras när ren biobränsleaska återförs. Nettotillförseln av oönskade ämnen blir i princip noll. Vid spridning av askor från fossila bränslen däremot, blir tungmetallerna ett rent nytillskott till biosfären. Detta är den viktigaste principiella skillnaden mellan biobränsleaskor och andra askor. Uttaget av skogsråvara skapar dock ett nettoflöde av tungmetaller från skogen som (där depositionen av tungmetaller är måttlig) ger visst utrymme för spridning av blandaskor utan att resultera i nettotillförsel av metaller. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Halterna av tungmetaller behöver inte vara högre i kolaska än i vedaska. Men halten viktiga växtnäringsämnen är ofta lägre i kolaskan, som i stället innehåller mycket inerta ämnen. I biobränsleaska är Cd värt att uppmärksammas, medan kolaska innehåller mycket As. Oljeaska har ofta mycket hög halt av Ni och V (Ericson, muntl.).

Ibland sameldas flis med kol. Kol innehåller betydligt mer aska än biobränsle. I en mix där 20% av energiinnehållet kom från kol och 80% från flis beräknades blandaskan bestå av 45 % kolaska (Stridsberg 1993).

## **Erfarenheter av kalk och andra medel**

Aska innehåller dels viktiga makro- och mikronäringsämnen, dels neutraliserande substanser. När askans potential ur skogsproduktionssynpunkt diskuteras kan det därför vara av intresse att betrakta dels gödslingsförsök med olika näringsämnen, dels kalkningsförsök. Ovan redovisade effekter av aska på skogsproduktion överensstämmer med vad som kan väntas utifrån erfarenheter från försök med kalk och handelsgödsel. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Vissa slutsatser om miljöeffekter av askgödsling bör kunna dras av försök med kalk och s.k. vitaliseringsgödsling. Kalk ger liksom aska en pH-höjning i marken. Behandlad aska har liksom kalkkross en långsam upplösning. Många kalkförsök har gjorts med större givor (5-10 ton/ha) än vad som planeras för askgödsling (2-3 ton/ha). Det är endast rimligt att dra slutsatser från kalkförsök med givor i nivå med planerade askgivor, och vid jämförbara upplösningshastigheter. Aska har dock mer allsidig sammansättning än kalk. Vid s.k. vitaliseringsgödsling tillförs i regel mer lösliga gödselmedel, ofta främst P och K. En viss likhet finns här med askan vad gäller lösligheten av K. K verkar laka ut snabbt från aska. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

Följande slutsatser skulle kunna dras: Askgödsling och kalkning med låg giva påverkar utbytesaciditeten i markvatten, men inte i bäckvatten när hela avrinningsområden behandlas. I fall då kalk inte påverkar nitratläckaget är det inte troligt att aska gör det. Aska i rimliga doser bör inte påverka mykorrhizans biomassa och antal typer. Effekten på markvattnets kvalitet bör bli ringa. Nitratutlakningen väntas inte öka på lokaler som inte har tydligt kväveöverskott. Ett visst läckage av lösliga ämnen i askan kan dock väntas. Askans K skulle kunna reducera svampars upptag av  $^{137}\text{Cs}$ , eventuellt mer långvarigt än KCl. Blåbär kan vara känslig för hög tillförsel av KCl. (Lundborg och Nohrstedt, 1995)

# Naturvårdsverkets och Skogsstyrelsens syn på askåterföring

Naturvårdsverket och Skogsstyrelsen har redovisat sin gemensamma syn på att återföra aska från förbränning av skogsbränslen till skogsmark för att upprätthålla skogens produktionsförmåga i skriften "Biobränsleaska i kretslopp". (Naturvårdsverket informerar. Mark och grundvatten. Juni 1994. Naturvårdsverket/Skogsstyrelsen, Solna/Jönköping.) I avsnittet nedan redovisas huvuddragen i denna skrift.

Aska från förbränning av skogsbränslen bör återföras till skogsmarken för att skapa ett kretslopp av näringsämnen och motverka att marken utarmas.

I första hand bör aska användas på skogsmark som förlorat näringsämnen genom avverkning och/eller utlakning till följd av surt nedfall.

Aska som sprids på skogsmark skall ge en balanserad näringstillförsel och ha låg halt av föroreningar.

Generella gränsvärden för metallhalter i aska kan inte sättas. Därför bör försiktighetsprincipen tillämpas. Aska som skall spridas i skogen bör inte ha nämnvärt högre halter av tungmetaller än normalt för skogsbränsleaska i den aktuella regionen.

Askans skall vara härdad och ha sådan kornstorlek och form att den löses upp långsamt.

Askans innehåll av tungmetaller innebär begränsningar för om den kan användas, hur mycket aska som kan återföras och på vilka marker. Två villkor bör vara uppfyllda:

1. Askans bör bara spridas på marker där skog avverkas. Askgivan får högst motsvara skördeuttaget (ingen nettotillförsel av metaller på lång sikt).
2. Tillförseln av metaller får inte vara så stor att markbiologiska processer skadas (kortsiktigt villkor).

Kraven på askprodukternas kvalitet bör preciseras.

Kunskaperna om askåterföringens effekter är delvis otillräckliga. Fortsatt forskning och utveckling behövs.

Miljökonsekvenserna av att återföra aska bör utvärderas innan askåterföring övergår från försöksverksamhet till gängse bruk. Försöksverksamheten bör läggas upp så att erforderligt underlag erhålls för en miljökonsekvensbeskrivning.

För förbränningsanläggningar med tillstånd enligt miljöskyddslagen regleras askhanteringen ofta i ett särskilt deponeringsvillkor. Om det finns ett sådant villkor krävs en ändring av detta koncessionsvillkor för att askan skall kunna spridas.

Vid användning av aska som gödselmedel i skogsmark skall hänsyn tas till naturvårdens och kulturmiljövårdens intressen (30 § Skogsvårdslagen, 1979:429). Även lagen om kemiska produkter och miljöskyddslagen är tillämpliga. För att sprida aska i skogen krävs dock inget tillstånd enligt miljöskyddslagen. Hur mycket aska som sprids i försöksskedet och var den sprids bör dokumenteras.



## Regelverk

Samhället har ställt upp regler och mål för nyttjande av skog och skogsmark. Ett ökat nyttjande av skogen måste ske inom de ramar samhället angivit. I Skogsvårdslagen och Naturvårdslagen finns delar som kan vara tillämpliga vid uttag och hantering av skogsbränslen samt vid eventuella kompensationsåtgärder. Dessa delar redovisas nedan. Även andra lagar kan i vissa fall vara tillämpliga, exempelvis Miljöskyddslagen.

### Skogsvårdslagen

I skogsvårdslagens §1 fastslås att "Skogen är en nationell tillgång som skall skötas så att den uthålligt ger en god avkastning samtidigt som den biologiska mångfalden be- hålls. Vid skötseln skall hänsyn tas till andra allmänna intressen".

Av föreskrifterna till § 29 framgår beträffande virkeslagring bland annat att obarkat rått virke som är lämpligt som yngelmaterial för märgborrar, sextandade barkborrar eller åttatandade barkborrar inte får lagras så att någon ny insektsgeneration kan lämna virket i skogen.

I föreskrifterna till § 30 står det bl. a. att:

- "På skogliga impediment som är större än 0,1 hektar gäller förbud mot avverkning, skogsvårdsåtgärder, och gödsling."
- "Skador till följd av skogsbruksåtgärder skall undvikas eller begränsas i eller invid hänsynskrävande biotoper och värdefulla kulturmiljöer i skogen."
- "Skador till följd av skogsbruksåtgärder skall undvikas eller begränsas för växt- och djurarter som enligt Statens naturvårdsverk är akut hotade, sårbara, sällsynta eller hänsynskrävande. Detsamma gäller för växt- och djurarter som är ovanliga inom regionen."
- "Skador till följd av skogsbruksåtgärder skall undvikas eller begränsas på mark och vatten. Vid avverkning skall näringsläckage till sjöar och vattendrag begränsas. När skogsgödsling, skogsmarkskalkning och vitaliseringsgödsling utförs, skall det ske så att skador på miljön undviks eller begränsas. När träddelar utöver stamvirke tas ut ur skogen, skall det ske så att skador inte uppstår på skogsmarkens långsiktiga näringsbalans."

I SVL § 32 fastslås att "Regeringen eller den myndighet som regeringen bestämmer får föreskriva att det i ärenden enligt denna lag skall finnas miljökonsekvensbeskrivningar som gör det möjligt att bedöma vilken inverkan nya metoder för skogens skötsel och nya skogsodlingsmaterial har på miljön. Föreskrifterna får innebära att en sådan beskrivning skall upprättas av den som avser att använda en ny metod eller ett nytt skogsodlingsmaterial."

För att minimera risken för att skogsbränsleuttag ska ge upphov till oönskade effekter har Skogsstyrelsen utfärdat allmänna råd om begränsning vid uttag av träddelar utöver stamvirke på skogsmark. Dessa är enbart rekommendationer och alltså ej bindande.

## **Naturvårdslagen**

I § 20 i Naturvårdslagen anges att samråd ska ske innan arbetsföretag utförs som kan "komma att väsentligt ändra naturmiljön". I Naturvårdsförordningen räknas åtgärder upp som kan vara aktuella bl.a. bortförande av avverkningsrester.

# Diskussion

## Teknisk utveckling

För närvarande är trädrester från slutavverkning det vanligaste skogsbränslesortimentet. Under 1990-talet har det skett en kontinuerlig teknikutveckling både vad avser avverkningsmetoder som transport och lagring. Denna utveckling gäller såväl tillvaratagande av trädrester som avverkning av klena träd i samband med första gallring och, i samband med slutavverkning, överföring av en del massaved till skogsbränsletoppar.

Skogforsk sammanfattar i sin redogörelse nr 5 1994 läget sålunda: "Slutsatsen är att skogsbruket kan skapa system som ger ett förbättrat ekonomiskt resultat för såväl markägare som avverkningsföretag och bränsleleverantör. Samtidigt kan förbrukarnas krav på kvalitet och leveranssäkerhet tillgodoses. Systemen bör i huvudsak bygga på att beståndsvalet sker med hänsyn till ekologiska krav, att avverkningsmetoderna anpassas till bränsleuttaget och att trädresterna på de flesta markerna lagras på hygget tills de torkat och släppt barren" (Brunberg et al, 1994).

Metoder för att behandla aska som ska spridas i skog så att den inte blir alltför reaktiv håller på att utvecklas. Teknik för att sprida aska i skogen finns att tillgå och askspridning i försöksskala har genomförts med gott resultat.

Den tekniska utvecklingen kommer att fortgå. Faktorer som kommer att styra utvecklingen är av ekonomisk, ekologisk och teknisk art samt givetvis också de regler och önskemål som samhället ställer upp.

## Intensivare markanvändning

Ett storskaligt skogsbränsleuttag med efterföljande kompensation/askåterföring kommer att leda till ett intensifierat utnyttjande av skogen, med de störningar detta kan medföra. Om normal naturhänsyn tas vid skörd av biobränslen och kompensationsåtgärder så torde dessa åtgärder inte leda till något påtagligt ökat hot mot den biologiska mångfalden. Om behovet av skogsbränslen leder till att träd, som inte är ekonomiskt intressanta för skogsbruket idag får ett värde, så kan detta innebära ett hot mot exempelvis träd i kantzoner mot sjöar, myrar, block- och hållmarker och andra ägoslag och därmed också mot den biologiska mångfalden. Det föreligger givetvis också risk för att enstaka kvarlämnade träd eller grupper av träd kan komma att tas bort. Sådana avarter måste motverkas genom breda informations- och rådgivningsinsatser.

Då biobränsleuttag från skogsmark emellertid kommer att ske i samband med annan avverkning under överskådlig tid, kommer inte ett ökat uttag av biobränsle i och för sig att föranleda någon betydande förändrad markanvändning för skogsbruket.

För att inte förorena skogsbränslet undviker man att köra i riset. Detta tillsammans med ökad körning, som uttransporten av riset medför, ökar risken för skador på mark och eventuellt kvarstående träd.

Grundtanken inom svenskt skogsbruk när det gäller skogsproduktion är emellertid att denna baseras på skogsmarkens naturgivna, långsiktiga produktionsförmåga. Val av trädslag, skogsskötsel och skogsbruksmetoder utgår ifrån att intensiteten i brukandet inte får bli högre än att näringsbortfallet vid skörd av stamvirke ersätts genom vittring och atmosfäriskt nedfall. Ett ökat biomassa-uttag som leder till att näringsämnen måste återföras till skogsmarken för att bibehålla dennas långsiktiga produktionsförmåga, kan möjligen ses som en förändrad markanvändning då skogsbruket alltmer, i detta avseende, kommer drivas under mer jordbruksliknande former.

Ur näringssynvinkel är det bra om bränsleuttag sker så att barren förblir kvar på objekten någorlunda jämnt fördelade.

En del skogsbränsleaska kommer av olika skäl inte att kunna återföras till skogsmark för att kompensera för uttag av skogsbränsle. Dessutom går en del kalium förlorad vid förbränningen. Det innebär att det totala uttaget av näring inte helt kan kompenseras genom återföring av aska. Många markers buffrande förmåga kommer därmed sannolikt att förbli låg p.g.a. av de näringsförluster markerna drabbats av såväl genom luftföroreningar som uttag av biomassa. Om inte kompensation sker med andra medel medför detta att återhämtningsförloppet i försurade vatten kommer att ta mycket lång tid även om det försurande nedfallet från atmosfären förhoppningsvis når acceptabla nivåer om några 10-tal år. Vittring och deposition förmår nämligen endast nått och jämnt balansera de näringsämnesförluster som stamvedsskörd och normal utlakning orsakar.

En besvärliga frågor som måste finna en acceptabel praktisk lösning är ansvars- och kostnadsfördelningen för kompensationsåtgärder samt hur dessa åtgärder rent praktiskt ska administreras.

## Referenser

- Anonym. 1993. Metallerna och miljön. Miljön i Sverige - tillstånd och trender (MIST). Naturvårdsverket rapport 4135.
- Brunberg, B., Frohm, S., Nordén, B., Persson, J. och Wigren, C. 1994. Projekt Skogsbränsleteknik - slutrapport. Redogörelse nr 5, 1994, Skogforsk.
- Börjesson, P. 1992. Granulerade askors upplösning i skogsmark. Vattenfall FUD-rapport U(B) 1992/17. ISSN 1100-5130.
- Eriksson, H. 1991. Sources and sinks of carbon dioxide in Sweden. AMBIO vol. 20 No 3-4: 146-150.
- Eriksson, J. 1993. Karakterisering av vedaska med avseende på innehåll av och löslighet hos växtnäringsämnen och tungmetaller. Vattenfall FUD-rapport U(B) 1993/48. ISSN 1100-5130.
- Eriksson, J. och Börjesson, P. 1991. Vedaska i skogen - En litteraturstudie. Vattenfall FUD-rapport U(B) 1991/46. ISSN 1100-5130.
- Kruuse, A. 1992. Skogsenergins konsekvenser på floran. Vattenfall FUD-rapport U(B) 1992/29. ISSN 1100-5130.
- Lundborg, A. 1994. Skogsbränsle, aska och ekologi. Projekt Skogskraft Rapport nr 21. Vattenfall FUD-rapport 1994/6. ISSN 1100-5130.
- Lundborg, A. 1995. Skogsbränsle.....och miljön. Vattenfall.
- Lundborg, A. och Nohrstedt, H.-Ö. 1995. Effekter av askspredning i skogen. Underlagsrapport till regeringsuppdrag i fråga om askåterföring till skogsmark. 1995-09-15.
- Rosén, K. 1991. Skörd av skogsbränslen i slutavverkning och gallring - ekologiska effekter. Meddelande nr 5 - 1991, Skogsstyrelsen.
- Rosén, K., Eriksson, H., Clarholm, M., Lundqvist, H., och Rudebeck, A. 1993. Granulerad aska till skog på fastmark - ekologiska effekter. Ramprogram askåterföring, NUTEK R 1993:26. ISSN 1102-2574.
- Stridsberg, S., 1993. Projekt blandaska. Undersökning av analyser på spårämnen och andra grundämnen i provaska från Örebro Energi AB, tillförd skogs- och åkerförsöken hösten 1991. ISSAB Engineering, Lund. Stencil.
- Tyler, G. 1992. Critical concentrations of heavy metals in mor horizon of Swedish forests. Swedish Environmental Protection Agency, report 4078.

Under senare år har skogsbränslen fått en ökad betydelse i den svenska energiförsörjningen. Denna utveckling kommer sannolikt att fortsätta. Konsekvent tillvaratagande av skogsbränslen ger upphov till effekter på skog och mark och den flora och fauna som lever där. Jämfört med stamvedsuttag leder exempelvis skogsbränsleuttag till en väsentligt ökad bortförsel av näringsämnen från marken, något som man kanske behöver kompensera för. Kompensation med aska är en åtgärd som ofta diskuteras i sådana sammanhang. Askåterföring ger också upphov till vissa effekter i skogen. I denna rapport vill vi kortfattat men allsidigt belysa vilka effekter som kan förväntas efter skogsbränsleuttag och askåterföring.