

3. Produktion af træbrændsler

Udnyttelse af skovflis til brændsel er af stor betydning for skovbruget, da produktion og afsætning af skovflis muliggør nødvendig bevoksningspleje og konvertering af bevoksninger fra en træart til en anden. For varme- og kraftvarmeværker er træ et nemt brændsel.

Produktion af skovflis

Produktionen af skovflis foregår typisk i forbindelse med tre forskellige arbejdsopgaver:

- Tynding i unge nåletræbevoksninger
- Konvertering af bevoksninger
- Rydning af hugstaffald

Mængdemæssigt er den førstnævnte arbejdsopgave helt dominerende, men mængden af hugstaffald er stigende. Konvertering af bjergfyr og contortafyr til andre mere produktive træarter er langsomt ved at blive afsluttet.

Tynding i unge nåletræbevoksninger

Ved tynding i unge bevoksninger opnås en øget værditilvækst på de tilbageværende træer. Der fås en bedre generel sundhedstilstand i bevoksningen, og der frembringes et skovbillede, som har større rekreativ værdi for skovens gæster.

Ved etablering af en granbevoksning plantes 3.500-5.000 træer per ha. Første tynding foretages normalt, når træerne er ca. 8 meter høje. Der fjernes 25-50% af træerne, hvorved stamtallet reduceres til 2.000-2.500 træer per ha. Når bevoksningen er ca. 10 meter høj, tyndes den anden gang, ofte selektiv tynding, hvorved stamtallet reduceres til ca. 1.000-1.500 træer per ha.

Træerne fra den første tynding er så små, at de vanskelig kan afsættes som gavntre, og det er derfor blevet en udbredt praksis at flishugge dem. I perioder med lav pris på cellulosetræ hugges også flis af træ fra anden tynding.

Af en opgørelse udarbejdet af Forskningscentret for Skov & Landskab for Energistyrelsen /ref. 10/ fremgår det, at der kan fremstilles mellem 400.000 og 720.000 m³ fastmasse træ til energiformål ud over den mængde på 553.000 m³ fastmasse, som blev brugt allerede i 1994.

Afsætningen af skovflis er en forudsætning for, at de tidlige tyndinger kan gennemføres billigt eller uden omkostninger for skovejeren. Uden afsætning vil tyndingerne oftest blive udsat, indtil træerne har en størrelse, hvor der kan opnås balance mellem tyndingsomkostning og indtægt fra effekterne. Rettidige tyndinger er en forudsætning for produktionen af gavntre af høj kvalitet. Med andre ord er det ikke muligt at opretholde en produktion af gavntre af høj kvalitet, uden at der også produceres (og afsættes) træbrændsel.

Konvertering af bevoksninger

I dag sker konverteringen af fyrrebevoksninger (bjergfyr og contortafyr) primært for at skabe plads til nye, mere produktive bevoksninger typisk af gran, skovfyr eller løvtræ (overvejende eg). En del ældre fyrrebevoksninger ryddes desuden med det formål at genskabe hede- eller klitlandskaber.

Afsætningen af skovflis er en absolut forudsætning for, at konverteringen kan gennemføres på en økonomisk forsvarlig måde. Kan flisen ikke afsættes, vil skovejeren have omkostninger til såvel rydning af

arealet som gentilplantning, og dermed er omkostningerne over, hvad der kan forventes tjent på den nye bevoksning i fremtiden. Salg af skovflis fra en konvertering kan normalt godt og vel betale for rydningen af arealet, hvorved skovejeren kun skal bekoste gentilplantningen.

Rydning af hugstaffald

Efter renafdrift af bevoksninger ligger store mængder hugstaffald tilbage på arealet. Det drejer sig primært om toppe fra de fældede træer, men også om grene og rodstykker, der er fraskåret f.eks. på grund af råd.

Det er normalt nødvendigt at rydde arealerne for hugstaffald af hensyn til gentilplantningen og fremkommeligheden. Ofte skubbes hugstaffaldet sammen i lange rækker. Rækkerne kan bruges som kørespor senere i bevoksningens liv, men det tager mindst 5-10 år, før rækkerne er sunket så meget sammen, at man kan køre på dem.

Forsøg har vist, at toppene fra renafdrifter med fordel kan flishugges og anvendes til brændsel. Herved får skoven et positivt dækningsbidrag på flishugningen, og ofte kan rydningen af arealet spares, da en stor del af hugstaffaldet er fjernet ved flishugningen /ref. 32/.

Der renafdrives årligt ca. 2.500 ha gammel gran i Danmark. Med et skønsvise udbytte fra toppene på ca. 40 rm per ha kan der således årligt produceres ca. 100.000 rm flis ved flishugning af hugstaffald efter gammel gran.



foto: hedeselskabet/dorte thomsen

Fældebunkelæggeren, der er en smal og terrængående maskine med et kranmonteret fældehoved, fælder tyndingstræerne og lægger dem i rækker, så flishuggeren kan flise dem efter nogle måneders tørring.



foto: søren fodgaard

Flishugger i arbejde på renafdrift i gammel rødgran på Gludsted Plantage. Hugstaffald bestående af topender hugges til flis. Det sikrer bl.a. en større fremkommelighed på arealet, når den næste kultur skal plantes.

Høst af skovflis

Produktionen af skovflis kan inddeles i flere trin /ref. 33/:

- Fældning til flishugning
- Flishugning
- Terræntransport
- Lagring i skoven
- Landevejstransport

Fældning til flishugning

Fældning til flishugning foretages på en måde, der sikrer, at den producerede flis er så tør som muligt. Træerne har det laveste vandindhold fra januar til marts, og fældning af træer til flishugning bør derfor foretages i årets første tre måneder. Dermed minimeres samtidig risikoen for stødinfektion af rodfordærver (*Heterobasidion annosum*), som efterfølgende via træernes rodnet kan brede sig til de tilbageværende træer. De fældede træer bliver liggende på arealet sommeren over. Det sker for at opnå en udtørring af træerne, og for at lade nåle og små grene falde af inden flishugning. Vandindholdet i flisen reduceres således fra 50-55% til ca. 35-45%, og hovedparten af træernes næringsstoffer, som netop er bundet i nåle og små grene, bibeholdes på arealet.

Ved fældning tidligt på året af træer, der skal flishugges efter som-

meren, er der en vis risiko for insektangreb, særligt på nåletræ. I et risiko-område, bør man overvåge træerne nøje. Hvis insektangrebet bliver alvorligt, kan man med relativ kort varsel rekvirere flishuggeren til at fjerne det angrebne træ. Der er ikke set alvorlige insektangreb endnu på fældede træer i Danmark, fordi disse normalt ligger i skyggen af de stående træer, og det giver dårlige livsbetingelser for insekterne.

Fældningen foretages med motorsav eller med en fældebunkelægger. Fældebunkelæggeren er en specialmaskine udstyret med et kranmonteret fældehoved. Ved tynding skal fældebunkelæggeren bruge et spor for at kunne køre rundt i bevoksningen. Etablering af spor sker normalt ved, at træerne i sporet fældes med motorsav, sommertørres og flishugges én sæson før den selektive tynding.

Ved etablering af spor og fældning skal tages hensyn til, at flishuggere har begrænset fremkommelighed på blødbundsarealer, ved passage af grøfter og ved skrappe stigninger. Ligeledes har de stor vendradius og kræver meget plads ved indkørsel i spor og rækker.

Fældebunkelæggeren lægger træerne i rækker med rodenden samme vej, så flishuggeren let kan få

fat med kranen og made dem ind i flishuggeren samtidig med, at den kører langsomt frem. Rækkerne fældes og lægges, så flishuggeren kan køre frem og tilbage på arealet.

Ved renafdrift af gammel gran foretages skovningen normalt med motorsav eller med skovningsmaskine. Ved skovning med skovningsmaskine kan toppene efter oparbejdning af gavntræet placeres i rækker med toppene vendende samme vej, hvilket letter flishugningen meget. Skovningen bør også planlægges, så der kommer flest mulige toppe i hver række /ref. 32/. Det er vigtigt, at man ikke kører i toppene under udkørsel af gavntræeffekterne, da det vil påvirke en øget andel knækket materiale og en stigning i sandindholdet.

Flishugning

En flishugningsmaskine består af en basismaskine med motor og styrehus. I fronten er monteret en flishugger og en kran til at made træerne ind i flishuggeren med. Bag på basismaskinen er monteret en container med højtipp. Der findes egentlige specialmaskiner, som alene kan bruges til flishugning, og sammenbyggede maskiner opbygget omkring en stor landbrugstraktor med højtippvogn.

Flishuggeren har et indmadningssystem med en tragt til at lette indmadningen og hydraulisk drevne valser, der trækker træerne ind i flishuggeren. Flishugningsmaskinerne har gennemløbet en hastig udvikling de sidste 20 år. Således er produktiviteten steget fra ca. 80 rm flis per dag i 1980 til ca. 300-400 rm per dag i 1998.

Flishuggere findes i tre forskellige typer: skivehuggere, tromlehuggere og skruehuggere. Forskellen ligger alene i måden at skære flisen på. Alle flishuggere er forsynet med en blæser, der blæser flisen gennem et rør ud i containeren. Skruehuggeren bruges ikke herhjemme.

Skivehuggeren består af en tung roterende skive, hvor der i rektangulære huller er monteret radially sidende knive. En skivehugger til brændselsflis har normalt 2-4 knive på skiven.

Under skivens rotation passerer knivene tæt forbi et fast modstål. Fli-

sens størrelse kan reguleres ved at variere på modstålet og knivens stilling fra 12-35 mm i fiberlængde.

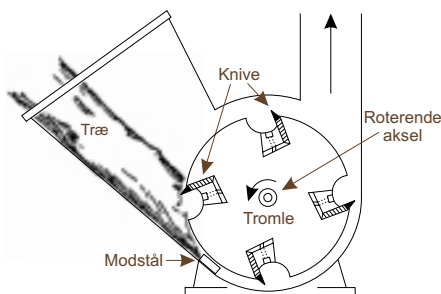
Skivehuggeren er den mest anvendte type af flishugger i Danmark. Den fremstiller en ensartet kvalitet af flis og bruger mindre energi end en tilsvarende størrelse tromlehugger. Maskinen er velegnet til hugning af heltræer og rundtræ, men mindre god til sønderdeling af hugstaffald.

Tromlehuggeren består af en roterende cylinder, hvor der i den krumme flade er 2-4 langsgående huller, hvori der er monteret knive. Knivene på en tromlehugger passerer også forbi et fast modstål. Flisstørrelsen kan reguleres på samme måde som beskrevet under skivehuggeren fra 10-50 mm i fiberlængde.

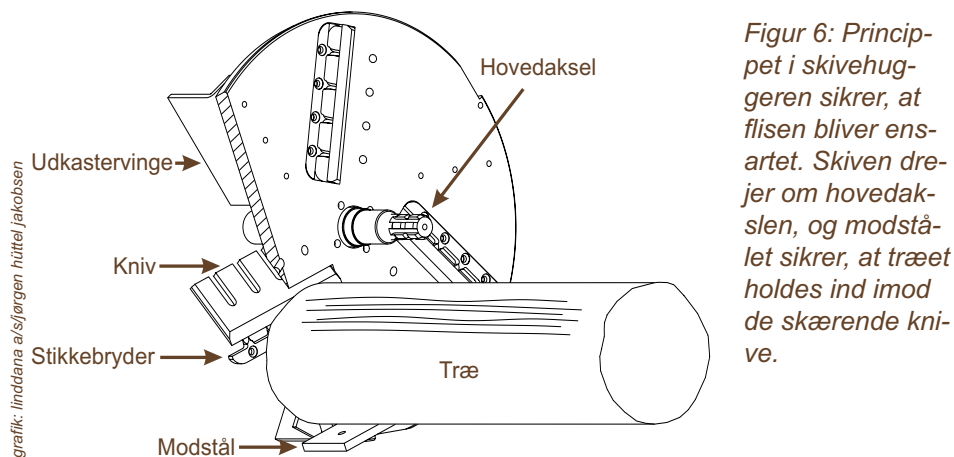
Der findes få tromlehuggere i Danmark. Disse maskiner er egnet til sønderdeling af heltræer, rundtræ og hugstaffald. En tromlehugger skærer over hele bredden af kniven, og er derfor lidt mindre følsom overfor sand og andre forureninger end skivehuggeren.

Terræntransport

Da flishugningsmaskinen er en meget dyr maskine, må arbejdet i høj grad indrettes på dennes præmisser. Ofte lader man en traktor med højtipvogn eller en specialiseret frakørselsmaskine ledsage flishugningsmaskinen, så denne kan forsætte med at hugge flis, mens frakørselsmaskinen fragter flisen til vejsiden.



Figur 7: Tromlehuggerens cirkelformede bevægelse bevirker, at knivens angrebsvinkel i forhold til træets fiberforløb ændres med træets diameter. Flisen bliver derfor noget mere uensartet end flis fra en skivehugger /ref. 34/.



Figur 6: Principet i skivehuggeren sikrer, at flisen bliver ensartet. Skiven drejer om hovedakslen, og modstålet sikrer, at træet holdes ind imod de skærende knive.

Lagring i skoven

Lagring af flis er et vigtigt led i kæden fra skov til varmeværk. Det er nødvendigt at lagre flis af flere årsager:

- Forbruget af flis varierer stærkt med årstiden.
- Der er perioder, hvor det ikke er muligt at høste flis.
- Om sommeren produceres mere flis, end der forbruges.

Det må foretrækkes at producere flisen, efterhånden som der bliver brug for den på varmeværket. Lagring kan dog ikke undgås, da skoven skal kunne imødekomme et større behov for flis i kolde perioder og kunne levere flis, også selvom det ikke er muligt at arbejde i bevoksningerne. Almindeligvis fremgår det af leveringskontrakten, hvor store mængder flis skoven har forpligtet sig til at have på lager i fyringssæsonen (som regel 10-20% af værkets årsforbrug).

Lagerpladsen skal vælges med omhu /ref. 35/. Flisstakken skal først og fremmest ligge tæt ved en vej, som kan bære lastvogne hele året. Vejen skal være tør, da stakken ellers oversprøjtes, når køretøjer passerer. Stakken skal ligge højere end vejen, da vand ellers vil løbe fra vejen ned i flisstakken. Jorden under stakken skal være plan, og der må ikke være stød, store sten eller hugstaffald. Flisstakke bør gøres så store som muligt, da det minimerer tabet i bunden af stakken. Flisen bør dog ikke stakkes højere end 7-8 meter, da der i højere stakke er risiko for selvantændelse.

Flis, der lægges på lager, bør være så tør og af så god kvalitet som

overhovedet muligt. Skal flisen lagres længere end 14 dage, bør den overdækkes med presenninger. Der sker en vis udtørring i den midterste del af en flisstak, der er overdækket med presenninger. Det fordampede vand kondenserer i det yderste lag flis, hvorved det bliver tilsvarende mere vådt.

Lagres flisen med henblik på en reduktion af vandindholdet, bør den lagres under tag. Forsøg har vist, at lagring under tag i 4-6 måneder kan medføre reduktion af vandindholdet fra ca. 45% til 25-30% /ref. 36/. Ved lagring i det fri uden overdækning bliver flisen mere våd end før lagring, og ved lagring med overdækning af



foto: biopress/torben skott

Her lagres flis i skoven. Flisstakken damper pga. den naturlige nedbrydning ved svampe og bakterier. Nedbrydningen omsætter træet til kul-dioxid, vand og varme.

presninger forbliver vandindholdet i flisen konstant.

Landevejstransport

Landevejstransport af skovflis foregår normalt med containerlastvogne, der med en container på forvognen og en på anhængerens kan transportere ca. 80 m³ ad gangen. Ved levering samtidig med flishugningen bør der opstilles mindst to containere i skoven og gerne flere. Containerne fyldes efterhånden, som flisen produceres, og lastvognen kører løbende flisen til varmeværket eller lagerpladsen. Ved læsning fra lager anvendes normalt en gummiged til opfyldning af containerne. Med en præstation på 30-50 m³ per time kan en flishugger fylde to containere på 2-3 timer /ref. 37/.

Produktion af træpiller

Træpiller produceres normalt af tørt industrielt træaffald i form af kutter-spåner, savsmuld og pudsestøv. Under højt tryk presses det findelte materiale ud igennem en matrice. Hulstørrelsen i matricen bestemmer diameteren af pillerne og ligger almindeligvis mellem 8 og 12 mm. Det er ikke nødvendigt at tilsætte bindemidler for at få pillerne til at hænge sammen, men hvis det sker alligevel, skal det oplyses ved levering.

Efter presning nedkøles pillerne. Derefter bliver de sigtet for at fjerne smuld, og endelig oplagres de i løs vægt eller i solide plasticsække. Pillerne leveres med tipvogn eller med en foderstofbil, som bruger en blæ-



foto: biopress/torben skott

Container læsses med flis fra en traktor med højtipvogn. Lastvognen henter derefter containeren for at transportere flisen til varmeværket.

ser til at læsse pillerne i en silo hos brugeren.

Afbrændes pillerne som et rent træbrændsel, skal de overholde bekendtgørelsen vedr. biomasseaffald /ref. 31/. Denne bekendtgørelse beskriver, at træpiller kun må indeholde maksimalt 1% lim og ingen maling eller andre produkter til overfladebehandling. Hvis pillerne alligevel indeholder disse ting, skal der svares affaldsavgift (1999: 350 kr/ton), og pillerne må ikke afbrændes på anlæg, som ikke er godkendt til affaldsforbrænding.

Produktion af affaldstræ

Store mængder affaldstræ anvendes til energifremstilling (se kapitel 2.1). Affaldstræet kan være genbrugstræ som f.eks. nedrivningstræ, der har været i anden anvendelse, inden det afbrændes, eller det kan være resttræ fra træindustrien i form af fraskær og lign. Træet, der ofte varierer meget i størrelse, sønderdeles inden afbrænding. Affaldstræ kommer ligesom træpiller ind under bestemmelserne i bekendtgørelsen om biomasseaffald.