



Maskiner og planteavl | nr. 94 | 2008

FarmTest

Logistik ved flisfyring



Logistik ved flisfyring

Af Jørgen Pedersen, AgroTech

Titel: Logistik ved flisfyring
Forfatter: Cand.agro og ingeniør Jørgen Pedersen, AgroTech
Review: Landskonsulent Kjeld Vodder Nielsen, AgroTech
Layout: Lone E. Haargaard, AgroTech
Illustrationer: Thomas Krogh Hansen og Jørgen Pedersen, AgroTech
Tryk: Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret
Udgave: 1. udgave 2008
Oplag: 15 stk.
Udgiver: Dansk Landbrugsrådgivning
Landscentret
Udkærvej 15, Skejby
8200 Århus N
Telefon 87 40 50 00 | Fax 87 40 50 10
E-mail: farmtest@landscentret.dk
www.farmtest.dk
iSSN: 1601-6777

Forord

Logistik, det vil sige planlagt og organiseret arbejde, er ofte et overset element i mange sammenhænge. Vejforhold, placering af bygninger, transportudstyr, styring mv. har stor indflydelse på de ressourcer et givent stykke arbejde kræver. Arbejdet kan med andre ord udføres mere eller mindre hensigtsmæssigt eller "smart". Eksempelvis har virksomheder med store varestrømme normalt godt styr på de logistiske forhold. Under projekteringen har man lagt mange kræfter i at sikre, at arbejdsprocedurene bliver rationelle og effektive.

Håndtering af flis på ejendomsniveau vil ofte skulle tilpasses en række givne forhold såsom fyrrum, stuehus, ældre driftsbygninger, interne veje mv. Ikke to ejendomme er ens, og hvert sted er der individuelle forhold, der skal tages hensyn til. Det kan derfor være vanskeligt at overføre erfaringerne fra et sted til et andet, men der er næppe nogen anden måde at gøre tingene på. Med denne erkendelse i bagagen har det været formålet med FarmTesten, på grundlag af netop erfaringer fra praksis, at anvise metoder til rationel lagring og håndtering af flis til fyring på ejendomsniveau.

AgroTech takker forsøgsværterne for velvilligt at have deltaget i undersøgelsen. Deres hjælp, indsigt og engagement har været afgørende for at opnå ny viden og brugbare resultater.

Denne FarmTest og mange andre kan læses på www.farmtest.dk.

FarmTesten er støttet af EU's landdistriktsprogram.

Afdelingsleder
Kjeld Vodder Nielsen
AgroTech, Jordbrugsteknologi
Skejby
April 2008

FarmTest er orienterende undersøgelser af ny teknologi og nye metoder til dansk landbrug. Undersøgelserne foregår under praktiske forhold. De bliver gennemført i tæt samarbejde mellem AgroTech, Dansk Landbrugsrådgivning, maskinfabrikanter, forsknings- og forsøgsinstitutioner og sidst, men ikke mindst, landmænd.

Indhold

Forord	4
1. Sammendrag	6
2. Indledning	7
3. Formål	9
4. Materiale og metode.....	10
5. Resultater og diskussion	11
5.1 Case 1 – skovflis	11
5.2 Case 2 – skovflis	15
5.3 Case 3 – pileflis.....	18
5.4 Case 4 – pileflis.....	22
6. Konklusioner	26
7. Anvendte kilder.....	27

1. Sammendrag

Intern logistik i forbindelse med fyring med flis er undersøgt på fire ejendomme. To af ejendommene fyrede med skovflis, og de to andre med pileflis. Alle fire ejendomme fremstiller flis fra eget produceret træ/pil.

På tre af ejendommene anvendes der teleskoplæsser, når flisen flyttes fra lagerplads til flissilo. En teleskoplæsser er praktisk at flytte flis med, da den kan nå op i stor højde og kræver mindre plads end en traktor med transportvogn.

Over kortere afstande er tidsforbruget pr. rummeter ca. det samme, hvad enten flisen flyttes med teleskoplæsser eller med transportvogn. Ved flytning over større afstande, er det mest hensigtsmæssigt at anvende vogn.

Ved flytning af flis, lagret på jorden, er der risiko for at forurene flisen med jord eller sten ved udtagningen. Sten kan give driftsstop.

Håndtering af flis i en lukket lagerhal giver større risiko for eksponering for sundhedsskadelige svampesporer, end hvis flisen flyttes fra en udendørs lagerplads. Sporeproblematikken blev ikke tillagt stor vægt på nogen af ejendommene, selv om den var kendt. Brugerne vurderede, at førerhuset på traktoren/teleskoplæsseren ydede tilstrækkelig beskyttelse. Med lukkede vinduer og døre og med egnede filtre i førerhusets ventilationssystem er denne vurdering sandsynligvis velbegrunderet.

Prøver af flisen viste, at vandindholdet varierede meget – fra ca. 22 % til 51 %. Forbruget af flis varierede fra ca. 200 rummeter til 1.500 rummeter om året. Flisen blev flyttet fra lagerplads til flissilo med traktor eller teleskoplæsser. Pladsen i flissiloen rækkede fra ca. 1 uges til 1 måneds forbrug i vintersæsonen.

De fire ejendommers lagerforhold og håndteringsrutiner i forbindelse med flisfyring beskrives her i rapporten i fire cases. Beskrivelserne er illustrerede med billeder af lagerfaciliteterne.

2. Indledning

Flis til energi anvendes til kraftvarme- eller varmeproduktion. En mindre del af varmeproduktionen finder sted på relativt små anlæg, der forsyner en enkelt eller nogle få boliger eller mindre erhvervsbygninger.

Energiindholdet i den mængde skovflis, der blev anvendt i Danmark i 2006 er af Energistyrelsen opgjort til 8.251 TJ (tera joule = 10¹² joule). Heraf stammede de 825 TJ fra importeret flis. Langt hovedparten blev anvendt i centrale el- og varmeproducerende anlæg (2.876 TJ), decentrale kraftvarmeanlæg (948 TJ) og fjernvarmeværker (4.174 TJ). Kun omkring 1 %, svarende til 81 TJ, blev anvendt i ovennævnte små anlæg, der kun forsyner en enkelt eller nogle få boliger – i Energistyrelsens terminologi "eenfamiliehuse".

Forbruget af brænde og træpiller i eenfamiliehuse var henholdsvis 19.630 TJ og 8.214 TJ, svarende til henholdsvis 100 % og 53 % af det nationale forbrug af disse brændsler.

Der skelnes normalt mellem skovflis og flis fra pil:

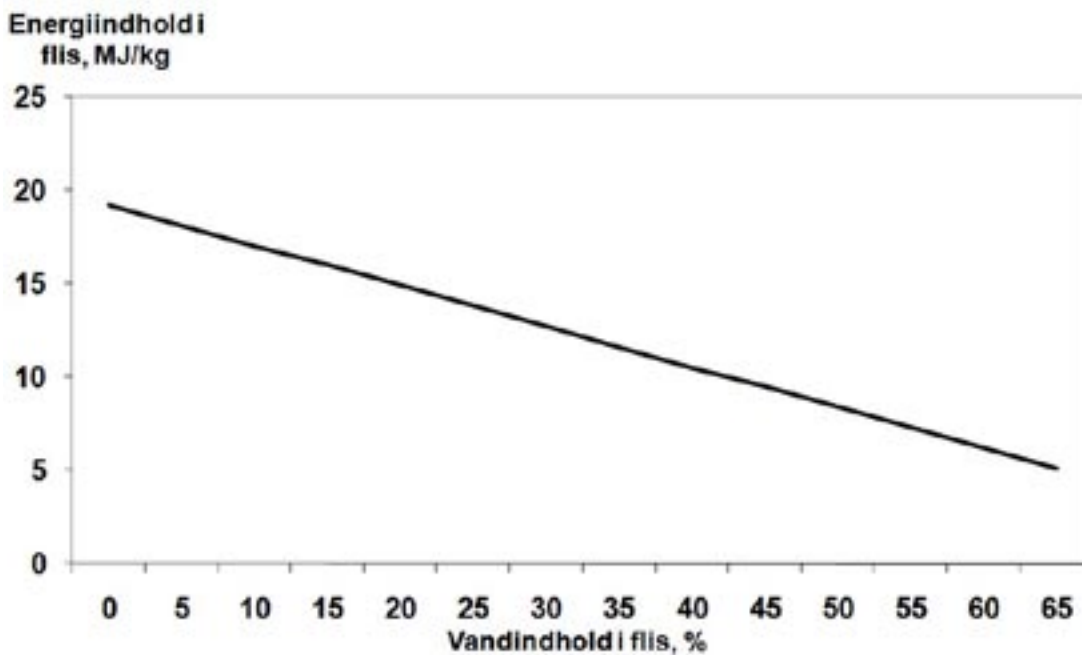
- Skovflis fremstilles af udtyndingstræ, toppe fra gavntræ, udgåede træer, hugst af ammetræer mv.
- Pileflis, der laves af 3-6 meter lange pileskud, spiller kun en mindre rolle i det store billede.

Energistyrelsen opererer ikke med termen pileflis. I kategorien skovflis indgår den anvendte mængde af pileflis.

Forbruget af flis er stigende i Danmark, og som anført importeres der en del. Antallet af gårdbaserede flisfyrede anlæg kendes ikke, men sandsynligvis kunne der etableres mange anlæg på gårde og større ejendomme. Ifølge Energistatistik 2006 er forbruget af brænde og træpiller langt større end forbruget af flis som biobrændsel til husstandsfyr.

Potentielt set er der altså store muligheder for at øge antallet af flisfyr på gårdniveau i Danmark.

Lagring og håndtering af flis stiller særlige krav, fordi flis har en relativ lav rummetervægt og desuden kan indeholde store mængder af sundhedsskadelige skimmelsvampesporer. Af hensyn til at begrænse vandindholdet er det bedst at lagre flis indendørs eller i det mindste afskærmet mod regn. Vandindholdet i flis fra friskskovet træ er 50-55 %. Men typisk skoves træerne i vinterperioden, hvorefter det får lov at ligge og tørre indtil sidst på sommeren, hvor de flises. Ved denne fremgangsmåde kommer vandindholdet ned på omkring 35-40 %. Flis med 35 % vand har næsten 40 % højere brændværdi end flis med 50 % vand, se figur 2.1.



Figur 2.1. Energiindholdet i flis (nåletræ) som funktion af vandindholdet. Kilde: Videncenter for Halm- og Flisfyring.

Det relativt lave energiindhold pr. kg kombineret med en lav rummetervægt gør, at flis fylder relativt meget pr. energienhed.

I fugtig flis (med mere end 35 % vand) dannes der skimmelsvampesporer, som kan være sundhedsskadelige, primært ved indånding. Svampesporerne kan blandt andet give hovedpine, træthed, hoste, ømme led, dårlig mave, og hvis man er genetisk disponeret for det, udløse astma og allergi.

Håndtering og flytning af flis fra lager til flissilo kræver således opmærksomhed omkring sporeproblematikken og evt. at særlige forholdsregler følges. Døre og vinduer i traktoren eller teleskoplæsseren skal være lukkede, og filteret i ventilationsanlægget bør mindst være af såkaldt F7-kvalitet (Skov, 2005). Under ophold eller ved manuelt arbejde i rum med flis skal der anvendes en eller anden form for værnemiddel, eksempelvis tætsluttende åndedrætsværn med filter i klasse P3 (Serup et al. 1999). Under visse forhold skal der anvendes åndedrætsværn med friskluftsforsyning.

Hvis der er god ventilation i lagerhallen, eksempelvis en staklade, eller fordi der kan skabes gennemtræk ved at åbne flere porte, er problemet med svampesporer næppe så stort.

I sammenligning med biobrændslerne træpiller og korn stilles der større krav til lagerplads og håndteringsudstyr, når der fyres med flis. Selv om flis normalt er billigere pr. MJ, er de to nævnte forhold sandsynligvis medvirkende eller hovedårsag til, at flis ofte fravælges som brændsel.

3. Formål

Det er formålet at anvise metoder til rationel lagring og sikker håndtering af flis til fyring på ejendomsniveau.

4. Materiale og metode

Den interne logistik ved fyring med flis er undersøgt på fire ejendomme. Flisens "vej" fra skov eller mark til fyret er kortlagt ved interview af anlægsejerne. Ejendommene er besøgt i november-december 2007.

Der er udtaget prøver af flisen på ejendommene, og prøverne er tørret i varmeskab og vandindholdet bestemt.

Forholdene på ejendommene er beskrevet i fire cases og illustreret med billeder og skitsetegninger.

5. Resultater og diskussion

5.1 Case 1 – skovflis

På denne ejendom fyres der med skovflis. Flisen laves fortrinsvis af træ fra udtynding af nåletræsbeplantninger. Udtyndingen finder sted om sommeren. Stammerne afkvistes og lægges på strøer til tørning i 12-14 måneder.

Træet hugges til flis efter en tør periode i august eller september. Der lejes et firma til opgaven. Flishuggeren, der er en tromlehugger, opstilles ved lagerpladsen for flisen. Træet er enten kørt til pladsen i forvejen eller flyttes samme dag som flishuggeren hugger flisen. Skovfogeden fremhæver, at det er vigtigt, at logistikken omkring tilførslen af træet fungerer optimalt, så flishuggeren ikke skal holde stille, fordi der mangler træ. Kapaciteten er op til 80 rummeter i timen, og flisen blæses direkte fra flishuggeren over i lageret. I alt laves det 600 rummeter flis på én gang, hvilket er årsforbruget på ejendommen.

En bestemmelse af vandindholdet viste, at flisen indeholdt 33 % vand.



Figur 5.1. Flis lavet af vejrede nåletræsstammer.

Flisen lagres i en såkaldt "halmkumme". Det er en silo med tre sider lavet af ca. 60 bigballe af halm. Bigballerne er sat i to lag oven på hinanden. Halmkummen er placeret omkring 200 meter fra fyret, og ved flytning af flisen til brændselssiloen passeres en mindre, offentlig vej.



Figur 5.2. Sådaldt halmkumme med skovflis. Flisen er overdækket med plastdug, hvori der er lavet enkelte huller til ventilation. I alt ligger der ca. 600 rummeter flis i halmkummen.

Flisen er overdækket med en plastdug, hvori der er huller til ventilation. Desuden er der lagt et drænrør under plastikken på toppen af flisdynge for at fremme ventilationen.

Bigballerne overdækkes ikke med plastik, og de holder kun tre år. Alle skiftes på engang – de gamle skubbes sammen og brændes af.

Selvom det fordyrer fremstillingen af flis at afkviste stammerne først, har det den fordel, at de såkaldte stikkere, der er 10-15 cm lange stykker af grene og kviste næsten helt kan undgås. Erfaringen er, at stikkere kan give driftsstop i fyret, primært fordi de kiler sig fast i celleslusen.

Der laves også en del flis til varmegærker – træerne til denne flis afkvistes ikke. Kvistene bidrager dog ikke nævneværdigt til flismængden.

Flisen flyttes fra lageret til flissiloen ved fyret med en aflæsservogn, der kan rumme 8 rummeter. Vognen læsses med traktor og frontlæsser, der kan tage 1,3 m³ ad gangen. Læsning og aflæsning af vognen tager hver 5-6 minutter. I alt flyttes der 80 m³ pr. gang og det tager 4-5 timer.

Da der ikke er fast bund i halmkummen, er det vigtigt, at frontskovlen ikke går i jorden ved udtagningen. Sker det alligevel, læsses flisen ikke men lægges til side i en bunke for sig.

Der er en mand om flytteopgaven.



Figur 5.3. Aflæsservogn, der bruges til at flytte flisen fra halmkummen til flissiloen ved flisfyret.



Figur 5.4. Vognen læsses med denne frontlæsser.

Aflæsning sker ved at aflæsservognen bakkes ind i flissiloen. Skovfogeden bemærker, at taget over siloen har lav højde, og at traktoren kun netop kan komme ind. Efter aflæsning skubbes flisen normalt lidt op med frontlæsseren.



Figur 5.5. Flissiloen på ejendommen.

Der er lagt dræn ned omkring en del af flissiloen.

I bunden af siloen er der monteret et skrubesystem. Det består af tre hydraulisk stempeltrukne stænger, som trækker flisen hen til en sneglerende, der fører flisen ind til stokeren til fyret. Stængerne er U-jern, som styres af en skinne i gulvet.



Figur 5.6. De tre hydraulikstempler, som trækker flisen hen til indfødningsneglen til fyret.

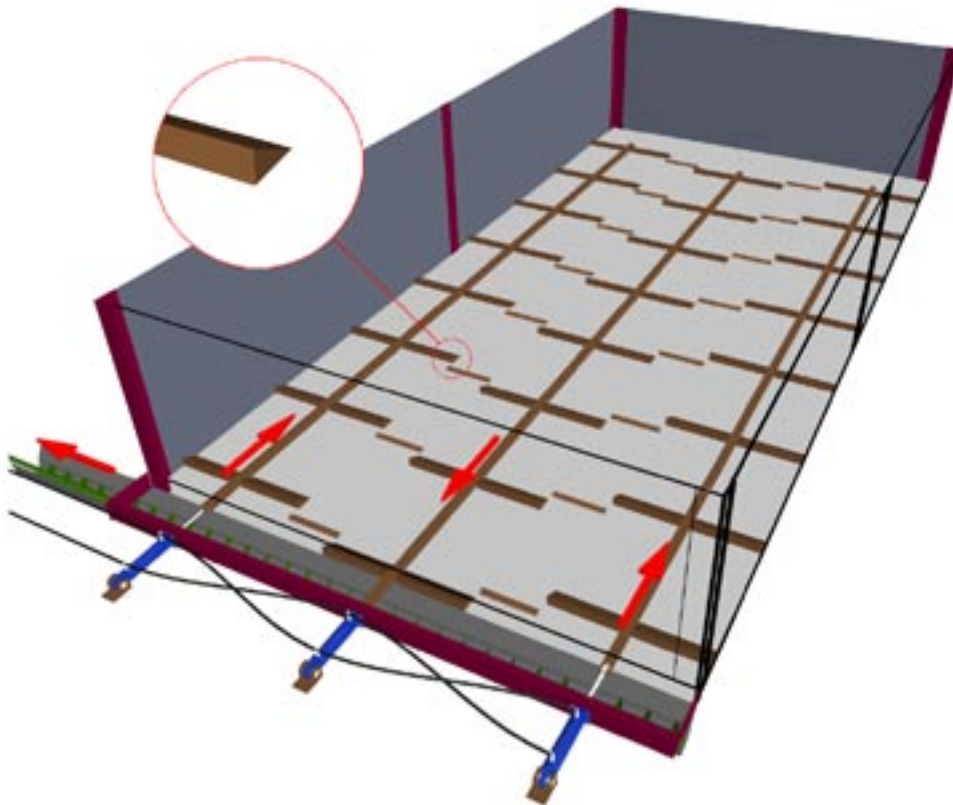


Figur 5.7. Udtagne, defekte lister til modhold i bunden af flissiloen, se teksten.

På stængerne er der svejset tværstillede lister. Listerne har lav stigning på den side, der vender væk fra sneglerenden og stor stigning den modsatte vej. Når stemplerne skubbes ud, skubbes der stort set ikke til flisen, men når de trækkes ind igen, trækkes flisen med tilbage og ned i sneglerenden. Stemplerne drives af en fælles oliepumpe, og slangeforbindelserne krydser, således at to "nabostempler" bevæger sig i hver sin retning – frem henholdsvis tilbage.

I gulvet mellem listerne på stængerne er der monteret andre lister. Disse fungerer som en slags modhold, så flisen ikke skubbes væk fra sneglerenden, når stemplerne trykkes ud. Afstanden mellem "gulv-listerne" er lidt større end stemplernes vandring.

Det er niveauet af flis i sneglerenden, der styrer driften af skraberne i flissiloen. En fotocelle registrerer niveauet. Stikkere kan forstyrre fotocellen og medføre, at sneglerenden ikke tilføres flis, selv om der er behov for brændsel til fyret. Figur 5.8 viser en skitse af skrabesystemet i bunden af siloen – som beskrevet i teksten.



Figur 5.8. Skrabesystem i bunden af silo til flis.

Flisfyret på ejendommen er på 250 kW og af fabrikatet Linka. Det opvarmer omkring 2000 boligkvadratmeter fordelt på flere bygninger. Der er planer om at koble det til et korntøringsanlæg.



Figur 5.9. 250 kW flisfyre med flisnegl og cellesluse i baggrunden, og askesnegl med askespad i forgrunden.



Figur 5.10. De to ventiler (midt i billedet) til automatisk tryklufrensning af kedelflader og konvektionsrør monteret i kedellågen.

Skovfogeden bemærker, at med en større diameter på stokersneglen og med en større cellesluse, ville fyret sandsynligvis kunne håndtere flis med et vist indhold af stikkere.

I lågen på fyret er der monteret to ventiler til automatisk tryklufrensning af kedelflader og konvektionsrør i fyret.

Man har selv eftermonteret en studs i bunden af fyret, så det er muligt at støvsuge under ristene til primærluften i fyret.

Inden etableringen af flisfyret, blev der fyret med brænde; forbruget var da 300-350 rummeter om året.

Følgende er oplyst om omkostningerne ved flisfremstillingen:

- Fældning og udkørsel: 31.000 kr.
- Transport: 7.000 kr.
- Flishugning: 20.000 kr.
- I alt 58.000 kr.

(alle beløb er ekskl. moms.)

For 600 rummeter flis giver det en pris på 96-97 kr. pr. rummeter.

Hertil kommer omkostningen i forbindelse med flytning fra lagerplads til magasin. Omkostningen er ikke udspecificeret, da flyttearbejdet udføres af fastansat mandskab.

Der var ikke synlig svampevækst på flisen – hverken i lageret eller i siloen.

Kontakt med svampesporer søges undgået/minimeret ved at holde vinduerne i læssetraktoren lukkede. Ellers er der ikke nogen forholdsregler.

5.2 Case 2 – skovflis

Ejendommen anvender ca. 1.500 rummeter skovflis om året. Flisen laves af nåletræ fra udtynding i egen skov. Træerne fældes om efteråret eller i løbet af vinteren og lægges direkte på jorden. Stammerne afkvises ikke. I august-september hugges træet til flis. Nålene er da faldet af træerne.

Ved skovning lægges træerne i bæltter, hvorfra flishuggeren selv tager stammerne med indmadningskranen. Flisen blæses over i en efterspændt vogn. Når vognen er fuld, tippes læsset over i en traktor-

trukket vogn med hvilken flisen køres hjem til en lagerhal på ejendommen. I lagerhallen, hvori der er fast bund, skovles flisen op i en dyngde på 6-7 meters højde med teleskoplæsser.



Figur 5.11. Et lille udsnit af den store bunke flis i lagerhallen.



Figur 5.12. Lagerhallen.

Vandindholdet i flisen er målt til 51 %.

Man er gerne forud med flisproduktionen, således at der lige efter flishugningen (om efteråret) er til to års forbrug i lagerhallen.

Flishugningen udføres af en entreprenør.

Flissiloen er placeret i den ene ende af lagerhallen. Det er opbygget på samme måde som beskrevet i case 1, se figur 5.8. Flisen læsses op i siloen med en teleskoplæsser, der tager flisen direkte fra flisdynge i lagerhallen.

Håndtering af fugtig, lagret flis i en lukket lagerhal indebærer en betydelig risiko for eksponering for høje koncentrationer af skimmelsvampesporer.



Figur 5.13. Flissiloen.



Figur 5.14. Stempler, som trækker flisen i siloen hen til sneglerenden.

Via en sneglerende føres flisen fra siloen over til fyret, som står i et separat hus nogle få skridt fra gavlenden af lagerhallen. Låget på renden er i niveau med jordoverfladen.

Fyret er et Dantrim fyr fra 1992. Det er på 500 kW.



Figur 5.15. Flisfyret på 500 kW. Den røde kasse er selve brændkammeret. Til højre for brændkammeret ses den cylinderformede rørkedel, hvori røggasserne afkøles.



figur 5.16. Fyrhuset.

Fyret opvarmer ca. 2.500 boligkvadratmeter på ejendommen, fordelt på flere bygninger. Desuden er et korttørningsanlæg tilkøbet. Der fyres med flis hele året.

I fyrrummet er der et oliefyr på 240 kW. Det kan kobles ind, hvis flisfyret sætter ud eller skal stoppes i forbindelse med rengøring.



Figur 5.17. Oliefyr på 240 kW. Starter, hvis flisfyret svigter eller stoppes.

Ejeren fortæller, at der har været problemer med tæring i fyret. Endvidere at fyret har svært ved at håndtere relativt våd flis. Dog hjælper det at øge lufttilførslen.

Brændkammerdelen af fyret rengøres ca. én gang pr. måned. Én gang om året rengøres konvektionsrørene i rørkedlen.

Askeudtagningssystemet fører asken ud til en container uden for fyrhuset.



Figur 5.18. En mindre container til opsamling af aske er placeret udendørs. Bemærk, at containeren er koblet til en studs i soklen. Gennem studsen føres asken fra fyret ud til containeren.

Der er røgsuger på skorstenen, og røgen renses for støvpartikler.

En måling af fyrets elforbrug over 9 dage i december måned viste et gennemsnitligt forbrug på ca. 24 kWh pr. døgn.

På spørgsmålet om, hvad man i lyset af de mange års erfaringer med flisfyring og flisfyret ville have gjort anderledes i dag, hvis man skulle starte forfra, svarer ejeren:

- Man ville vælge et andet fyr end det eksisterende
- Man ville sørge for at have kort over, hvor varmerørene ligger i jorden

(Man fik på et tidspunkt behov for grave rørene op, da der opstod utætheder i systemet, men da vidste man ikke præcist, hvor rørene lå.)

Desuden betones det, at det er vigtigt at have et ordentligt alarmanlæg på fyret.

Omkostninger ved at lave flisen angives til 60-65 kr. pr. rummeter. Træets værdi er sat til nul.

En eventuel indtægt fra salg af udtyndingstræet vil ikke kunne dække køb af fyringsolie eller træpiller som erstatning for flis-brændslet.

5.3 Case 3 – pileflis

På ejendommen dyrkes der pil, og en del heraf anvendes til flis. Årsforbruget af pileflis er 250-300 rummeter. Der fyres hele året, og døgnforbruget varierer normalt fra 0,2-1,5 rummeter.

I perioden ca. 1. april til 1. juni opvarmes et kogekar med 24.000 liter vand; hertil bruges der en del pileflis.

Pileskuddene høstes som helskud i perioden januar til marts. Der høstes med en specialkonstrueret høstmaskine, der tager to rækker ad gangen. Tidsforbruget er opgivet til at være ca. 4 timer pr. ha. Udbyttet er ca. 60 tons (friskmasse) hvert tredje år.



Figur 5.19. Pileskudshøstmaskinen i aktion.



Figur 5.20. Pileskud lagt på strøer til tørring.

Når ladet på høstmaskinen er fuldt, læsses skuddene over på en transportvogn med aflæsserladet. Transportvognen er så lang, at pileskuddene kan ligge der i to længder.

Hjemme på ejendommen læsses pileskuddene af vognen med en teleskoplæsser og lægges på strøer. Strøerne er hævet ca. 40 cm over jorden for at fremme ventilationen i stakken.



Figur 5.21. Ladvognen, som pileskuddene køres hjem på.



Figur 5.22. Klo på teleskoplæsseren – bruges til at håndtere pileskuddene med.

Skuddene ligger sommeren over og hugges til flis i september-oktober efter en tør periode.

Flishugningen finder sted ved at flishuggeren opstilles ved den staklade, hvori flis til eget forbrug lagres. Pileskuddene køres til flishuggeren med en teleskoplæsser, som er udstyret med en klo til at gribe omkring en stak pileskud. Afstanden mellem lagerpladsen til pileskuddene og stakladen er ca. 200 meter.



Figur 5.23. Stakladen hvori pileflisen lagres. Bemærk den opkørte jordvej hen til stakladen.



Figur 5.24. Pileflis.

Stakladen tillader god ventilation omkring flisdynge og afskærmer mod regnen. Andelen af stikkere i flisen var meget lav. En prøve viste, at vandindholdet var 24-25 %. Der var ikke synlige svampesporer på flisen, og ejeren anførte at det normalt ikke var noget problem – sandsynligvis fordi flisen laves af relativt tørre pilestokke.

Ejendommen råder over egen flishugger.

En del af vejen hen til stakladen er en jordvej, som kan være vanskeligt farbar i perioder med megen nedbør. I sådanne tilfælde kan der tages flis fra en lade med fast bund.

Der flyttes flis fra stakladen til flissiloen ved fyret:

- ca. hver 14. dag om vinteren
- ca. en gang hver måned om sommeren (i "kogekarsperioden" dog noget hyppigere).

Der flyttes 18-20 rummeter ad gangen. Flytningen sker med en teleskoplæsser, der er udstyret med en skovl, som kan rumme 3,5 m³. Afstanden mellem staklade og flismagasin er ca. 150 meter.

Flismagasinet består af et loft ca. 3 meter over gulv. I loftsgulvet er der en kegle, som kan rumme ca. 2 m³. Keglen er udstyret med en omrører, som får flisen til at skride ned. Keglen fyldes manuelt med en greb.



Figur 5.25. Flismagasin på loft. Flisen flyttes op på loftet med teleskoplæsser.

Figur 5.26. Kegle til flis. Den vandrette snegl fører gennem muren ind til fyrrummet.



Fra bunden af keglen, ca. 1 meter over gulv, fører en snegl gennem en mur hen til en cellesluse, som føder stokersneglen til flisfyret.

Fyret er fra 1996 og af fabrikatet Reka. Kedeleffekten er på 60 kW. Der er trapperist i fyret til indføring af flisen. Fremløbstemperaturen er 70 °C. I "kogekarsperioden" hæves kedeltemperaturen til 110 °C. En varmeveksler sikrer, at temperaturen til centralvarmeanlægget ikke kommer over 70 °C. Shunt på kedlen er først eftermonteret i 2005. Der er skiftet kedelsten og gavl i fyret.



Figur 5.27. Frasorterede stikkere fra flisen på loftet.

Hedeflader og konvektionsrør børstes ca. hver 14. dag om vinteren og ca. en gang om måneden om sommeren.

Der opvarmes ca. 700 boligkvadratmeter på ejendommen, fordelt på flere bygninger.

Ejendommen producerer og sælger årligt ca. 2000 rummeter pileflis til fjernvarmeværk. Flis til varmeværk produceres og lægges i stak i marken. En prøve af vandindholdet viste 29-30 %.



Figur 5.28. Pileflis i stak på marken.

Følgende interne omkostninger ved flisproduktionen er oplyst:

- Høst ca. 20 kr. pr. rummeter
- Flisning ca. 20 kr. pr. rummeter
- Flytning ca. 20 kr. pr. rummeter, der køres til varmeværk.

5.4 Case 4 – pileflis

Virksomheden dyrker pil og producerer relativt meget pileflis. Hovedparten sælges til fjernvarmeværk, mens en mindre del anvendes til opvarmning på virksomhedens to ejendomme i to separate flisfyr.



Figur 5.29. Mark med pil.



Figur 5.30. 1 år gamle pileskud.

Pilen flises direkte på roden. Det vil sige, at pileskuddene høstes og snittes med en finsnitter i én arbejdsgang. Finsnitteren har en højtipvogn på 20 m³ efterspændt. Flisen tippes af ved enden af marken op til fast vej. Her ligger flisen i stak indtil den køres hjem eller bliver hentet til fjernvarmeværk.

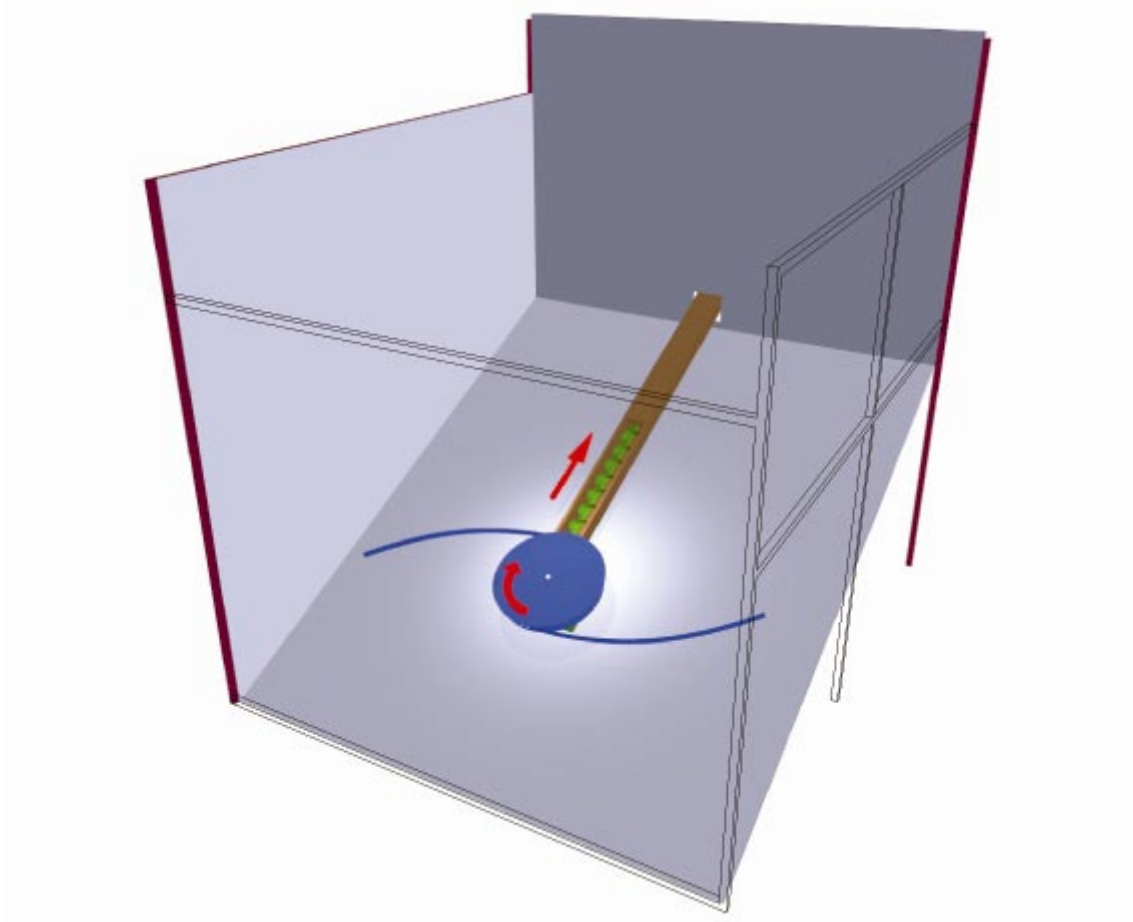
Ejeren fremhæver, at når flisen laves med finsnitter, er der ingen stikkere i flisen. Der høstes normalt hvert andet år på flismarken. Udbyttet er 20-25 tons tørstof i en sund og veletableret kultur, siger ejeren. Høsten finder normalt sted i perioden december til februar. På bløde lavbundsarealer kan det være nødvendigt at udskyde høsten til først på sommeren.



Figur 5.31. Teleskoplæsser som bruges til håndtering af flisen.

Flis til eget brug køres hjem fra marken med teleskoplæsser med en skovl, der kan rumme 4 m³. Teleskoplæsseren benyttes også til fyldning af flissiloerne og til flytning af flisen mellem de to ejendomme; afstanden mellem ejendommene er ca. 1 km.

Flis til eget brug lagres i en hal på den ene af ejendommene. Her er fyret på 150 kW og opstillet i et rum for enden af hallen. Flissiloen til fyret er placeret i hallen og opbygget i stil med en plansilo. Rumindholdet er vurderet til at være omkring 75 m³. Flisen mades ind til stokersneglen med en såkaldt fjederindmader – eller springfeeder som den også kaldes. Figur 5.32 er en skitse over flissiloen med fjederindmaderen.



Figur 5.32. Flissilo med fjederindmader – eller springfeeder som den også kaldes.



Figur 5.33. 50 kW flisfyr.



Figur 5.34. Flissiloen til 50 kW fyret.



Figur 5.35. 150 kW flisfyr.



Figur 5.36. Flisiloen til 150 kW fyret.

På den anden ejendom er fyret på 50 kW, og her opvarmes der ca. 200 boligkvadratmeter. Flisiloen er opbygget som en høj kasse, så flisen selv kan skride ned til stokersneglen. Der er varmerør i siloen for at kunne holde den frostfri om vinteren.

På begge ejendomme fyres der kun med flis i vintersæsonen. Resten af året fyres der med træpiller.

Begge fyr er udstyret med automatisk askeudtagning. Ved det ene fyr kan askebeholderen håndteres med en palleløfter.



Figur 5.37. Askecontainer flyttes med palleløfter.

Forbruget af flis til opvarmning på de to ejendomme kendes ikke.

Ejeren mener ikke, der er flaskehalse i logistikken omkring snitning og hjemtransport af flis. Den relativt våde flis volder ikke problemer i fyrene.



Figur 5.38. Flisen, der skal leveres til varmekværk, ligger udendørs. Bemærk de hvidskimlede områder med svampevækst.

En prøve viste, at vandindholdet i den lagrede flis i laden var 40-41 %. Ejeren var bevidst omkring risiciene ved svampesporer i forbindelse med den regelmæssige flytning af flisen fra lagret i laden til de to siloer. Umiddelbart kunne der ikke ses nogen svampevækst i flisdynge i laden.

Ejeren konstaterer, at flexsnegle ikke duer til askeudtagning – i stedet skal der anvendes fast snegl.

6. Konklusioner

- Flisen på de fire undersøgte ejendomme flyttedes fra lager til flissilo med teleskoplæsser (de tre ejendomme) eller med aflæsservogn (én ejendom).
- En teleskoplæsser er praktisk at flytte flis med, da den kan nå op i stor højde og kræver mindre plads end traktor med transportvogn.
- Over kortere afstande er tidsforbruget pr. rummeter ca. det samme, hvad enten flisen flyttes med teleskoplæsser eller med transportvogn. Ved flytning over større afstande, er det mest hensigtsmæssigt at anvende vogn.
- På tre af de fire ejendomme fyres der med flis hele året.
- Ét sted blev flisen lagret udendørs i en såkaldt halmkumme; en halmkumme er en silo med tre sider bygget af bigballer i to lag i højden. Der er intet tag over og ingen fast bund i halmkummen.
- For at lette den naturlige afdampning af vand fra flisen i halmkummen, var der lavet huller i plastdugen, og øverst på flisdyngen var der lagt et drænrør under plastdugen.
- Flis kan også lagres udendørs i en staklade – dvs. en lade med tag men uden sider og fast bund.
- Når flisen flyttes fra et udendørs lager til en flissilo med en traktor+vogn eller en teleskoplæsser bør der være en ordentlig vej mellem de to steder. Ellers kan vejen blive opkørt og måske ufarbar i fugtige perioder af året.
- Det er en fordel med fast cementbund i flislageret. Så undgås det, at der kommer jord og sten i flisen. Jord slider på de mekaniske dele i fyret og forøger mængden af aske; sten kan blokere stokeren og stoppe fyret.
- Flissiloen kan være opbygget som en høj, smal kasse, hvori flisen selv kan skride ned til stokeren.
- Flissiloen kan være et loftgulv, hvori der er placeret en tragt; i bunden af tragten fører en sneghen til celleslusen og stokeren til flisfyret.
- Flissiloen kan være opbygget i stil med en plansilo. På gulvet i siloen er der monteret skraber, som trækker flisen hen til en snegherende, som så fører flisen ind til cellesluse og stoker.
- En flissilo kan kun indeholde en begrænset mængde flis og skal fyldes af og til – om vinteren hyppigere end om sommeren.
- Den ene af de to ejendomme, der lavede skovflis, anvendte kun afkvistede stammer; dette for at undgå stikkere (grene og kviste) i flisen. Stikkerne kan give driftsforstyrrelser/blokere celleslusen på stokeren til flisfyret.
- Flere af forsøgsværterne udtrykker, at de på baggrund af deres erfaringer kan anbefale at man vælger en cellesluse, der er stor nok til at håndtere stikkere (afkvistning af træerne øger nemlig produktionsomkostningerne). Desuden bør diameteren på stokersneglen være stor.
- Vandindholdet i flisprøver (fra flis produceret i sensommer/efterår 2007) udtaget hos testværterne varierede mellem 24 % - 51 %; tørrest var pileflis lavet af vejrede pileskud; vådest var skovflis lavet af stammer, der havde ligget direkte på jorden i et halvt års tid (en prøve af skovflis lavet i 2006 havde et vandindhold på 22 %).
- Flis lavet ved direkte snitning af pil på roden (i vinteren 2006-07) havde et vandindhold på omkring 40 %.
- Der er opmærksomhed på sundhedsrisiciene (skimmelsvampesporer) ved håndteringen af flis.
- Forsøgsværterne anså generelt førerhuset på traktor/teleskoplæsser som tilstrækkelig beskyttelse mod eventuelle skimmelsvampesporer.

7. Anvendte kilder

- Energistatistik 2006. Energistyrelsen. 52 sider.
- Serup et al. 1999: "Træ til energiformål. Teknik – Miljø – Økonomi." Videncenter for Halm- og Flisfyring, 1999. 72 sider.
- Skov, 2005: Simon Skov "Flisflugning og skimmelsvampe." Skoven 10 2005, pp. 469-472.
- Videncenter for Halm- og Flisfyring: Videnblad nr. 125.2, "Brændværdi for brændselsflis til handelsafregning". 1999.