

5. Anlæg til gårde og institutioner

Den nuværende anvendelse af halmfyring i landbruget begyndte i større omfang på grund af energikrisen i 1970'erne med deraf følgende tilskudsordninger og lempelige afskrivningsregler for halmfyr. I midten af 1980'erne var der skønmæssigt installeret 14.000 halmfyr. I 1997 skønnes der at være ca. 10.000 halmfyr i landbruget. Årsagen til faldet skyldes, at de tidligt opstillede anlæg var små primitive kedler beregnet til portionsfyring, som ikke alle bliver erstattet med et halmfyr ved udskiftning.

Man skelner mellem portionsfyrede kedler og kedler med automatisk indfyring. De portionsfyrede kedler installeres altid sammen med en akkumuleringstank, som kan optage varmeenergien fra én indfyring (1-4 baller). Derved udnyttes halmens energiindhold bedre, fordi kedlen kan køre på fuld last. Ved de automatiske anlæg fylder man et transportbånd (halmbane) med halm én gang i døgn. Herfra indfyres halmballerne automatisk i takt med varmeforbruget.

For begge anlægstyper er der sket en stor produktudvikling i de seneste 10-15 år med henblik på at opnå en højere virkningsgrad og mindre røggenerne. Den største udvikling er sket indenfor de portionsfyrede kedler, hvor virkningsgraden er steget fra 35-40% i 1980 til 77-82% i 1997. Dette kan især tilskrives en bedre styring af lufttilførslen til forbrændingen. Røggenerne formindskes ganske betydeligt, når forbrændingskvaliteten stiger.

Portionsfyrede kedler

Mens de små halmballer tidligere var dominerende på markedet, er langt de fleste portionsfyrede kedler i dag beregnet for store halmballer (rundballer, ministorballer eller storballer). Kedlerne leveres ofte sammenbygget med en akkumuleringstank i en færdig unit til udendørs placering. Den udendørs placering mindsker i høj grad risikoen for brand.



foto: maskinfabrikken faust

Der traktorfyres med en rundballe i en portionsfyret kedel. Kedlen er placeret i huset, så der er nem adgang for traktoren både for fyring og askefjernelse.

De portionsfyrede kedler fremstilles i mange forskellige størrelser, som kan rumme fra en ministorballe til tre storballer i brændkammeret. Den mest udbredte størrelse er kedler til en ministorballe, som alternativt kan rumme 8-10 småballer.

Når man undtager fyring med småballer, benyttes der som regel en

traktor med frontlæsser ved indfyring af halm og udtagning af aske.

Styring af lufttilførsel til forbrændingen

Alle portionsfyrede kedler er i dag forsynet med en forbrændingsluftblæser, hvor luftmængden og luftfordelingen mellem primær- og sekundærluft styres af en elektronisk styreenhed. Som styringsparameter benyttes røgens temperatur og iltindhold. Desuden er kedlernes fyrrum beklædt med isolerende og ildfast murværk i den øverste halvdel for at sikre en høj forbrændingstemperatur.

Måling af røgtemperaturen benyttes til at sikre, at kedlens ydelse ligger inden for visse fastlagte grænser, idet f.eks. en høj røgtemperatur er et udtryk for, at kedlen er overbelastet, d.v.s. at forbrændingen afgiver mere varme, end kedelvandet kan aftage. Tilsvarende er en for lav røgtemperatur udtryk for, at kedelydelsen er for lav.

Iltmålingen i røgen benyttes til at finjustere forbrændingens luftoverskud ved at åbne og lukke for primær- og sekundærluft. Der tilstræbes en iltprocent i røgen på 6-7%, svarende til et luftoverskudstal lambda på ca. 1,5.



foto: maskinfabrikken faust

Portionsfyret kedel til rund- eller storballer placeret i eget hus så brandfaren for gårdens bygninger er elimineret.

Iltindholdet måles kontinuerligt ved hjælp af en iltsonde af næsten samme type, som benyttes til at styre benzinmængden i moderne bilmotorer. Signalerne fra sonden omsættes af den elektroniske styreenhed til åbne- og lukkeimpulser til motordrevne luftspjæld. Hvis iltprocenten er for høj, åbnes lidt for primærluft, mens der lukkes lidt for sekundærluft. Tilsvarende lukkes der lidt for primærluft og åbnes lidt for sekundærluft, hvis iltprocenten bliver for lav.

Det er vigtigt, at den elektroniske styreenhed formår at holde iltprocenten konstant, idet svingninger i iltprocenten resulterer i for høje CO-værdier og for lav kedelvirkningsgrad. Derfor arbejdes der i øjeblikket på at forbedre halmkedlerne ved at udvikle et meget præcist og pålideligt iltstyringssystem. Derudover er det også vigtigt, at luftdyserne er udformet og placeret rigtigt, så der opstår en passende turbulens i forbrændingszonen.

For at opnå en god forbrænding med et lavt CO-indhold i røgen er det desuden af afgørende betydning, at den benyttede halm er af en god kvalitet. Det vil først og fremmest sige, at halmen skal være tør inden presningen og være lagret tørt. Men derudover bør halmen væ-



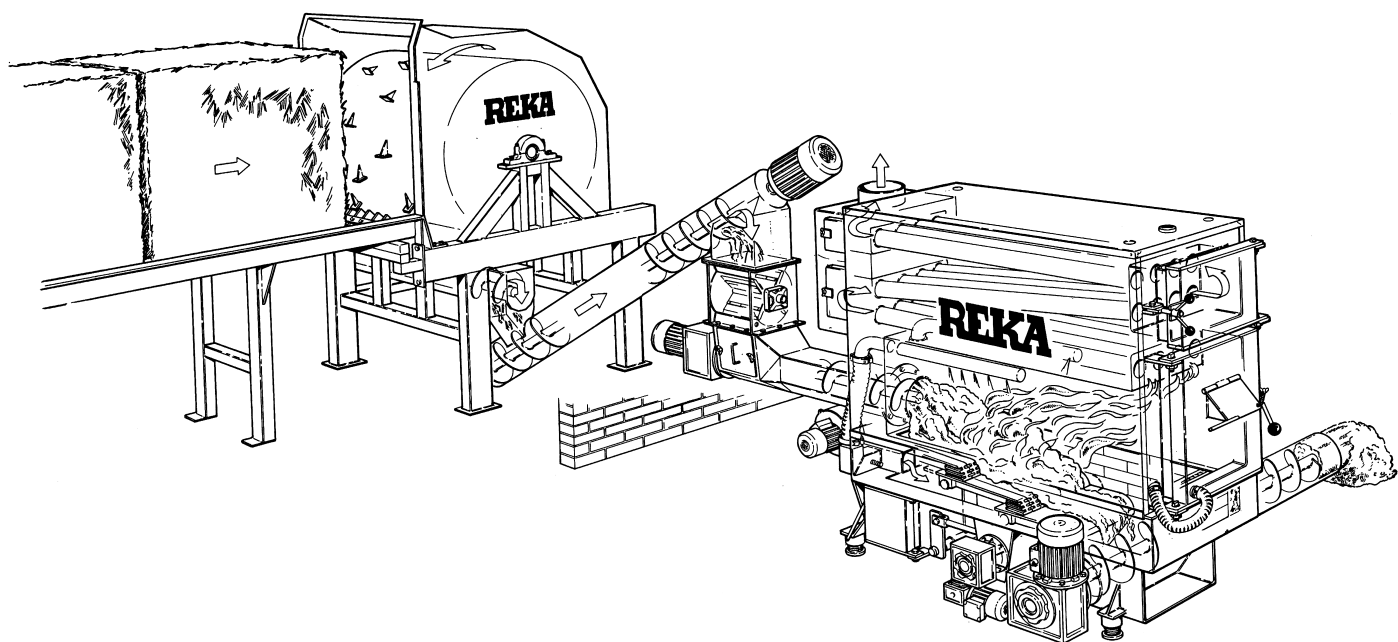
foto: maskinfabrikken reka

Lågen til fyrrummet er åbnet til en automatisk fyret kedel vist på figur 14. Halmen indfyres med snegl bag flammerne og røgen trækker gennem de 4 rør og videre gennem kedlen. Nederst til højre ses gearmotoren til askesneglen.

re godt vejret (d.v.s. har fået regn og er blevet grå) på marken inden presningen, idet tidligt bjærget "gul" halm som regel har dårlige forbrændingsgenskaber (se kapitel 2).

For at kedlen kan opretholde en stabil forbrændingshastighed ved maksimal last uden afbrydelser i hele forbrændingsperioden er alle porti-

onsfyrede halmkedler forsynet med en akkumuleringstank. Den indeholder normalt 60-80 liter vand pr. kg halm, som fyrrummet kan indeholde. Det svarer til, at temperaturen i tanken stiger 30-40 °C ved en indfrysning, såfremt der ikke samtidig bruges varme fra tanken. Akkumuleringstanken er oftest en særskilt tank, som place-



grafik: maskinfabrikken reka

Figur 14: Automatisk anlæg. Halmen oprives i en langsomtgående tromleoprøver og føres via snegle ind på risten hvor forbrændingen sker. Ristens frem- og tilbagegående bevægelser fører asken mod askefaldet og videre ud med askesneglen. Røggasserne køles ved at passere flere røgræk hvor røgrørene er omgivet af kedelvand.



foto: linka maskinfabrik

Et automatisk anlæg. Det snittede halm suges i det underste blanke rør ind i cyklonen. Det øverste rør er afkastluften fra cyklonen. Halmen separeres fra transportluften i cyklonen og doseres via en celleduse under cyklonen ned i stokersneglen der fører halmen ind i kedlen. På bagsiden af kedlen ses røgsuger.

res oven på kedlen, men kedlen kan også være indbygget i akkumuleringsstanken. Princippet med særskilt tank er vist på figur 15.

Automatisk fyrede kedler

De første kedler med automatisk indfyning blev primært udviklet for at lette fyringsarbejdet ved fyring med småballer, idet de oprindelige, simple portionsfyrede kedler oftest kun rummede 2-4 småballer.

Ved automatisk indfyning fyldes en halmbane på f.eks. 10-20 meters længde op med halmballer en gang i døgnet. Herfra trækkes ballerne langsomt frem mod kedlen. Før indfyningen blive halmen sønderdelt ved hjælp af en roterende opriver/snitte. Transportsystemet mellem opriveren og kedlen kan enten være en snegl eller et blæsersystem. Det mest udbredte er blæsersystemet, fordi det giver den største fleksibilitet ved placeringen af opriveren i forhold til kedlen og desuden giver god sikring mod tilbagebrand fra kedlen til opriveren. Blæsersystemet er dog mere energikrævende end snegletransportsystemet. Halmen indfyres i kedlen med en snegl, ofte kaldet stokersneglen.

Den kontinuerlige indfyning medfører, at forbrændingen i kedlen bli-

ver mere stabil, hvilket resulterer i en højere virkningsgrad og færre røggenner end ved portionsfyrede kedler. Varmeafgivelsen fra kedlen reguleres ved on/off-drift, styret af en termostat, der reagerer på temperaturen på kedelvandet.

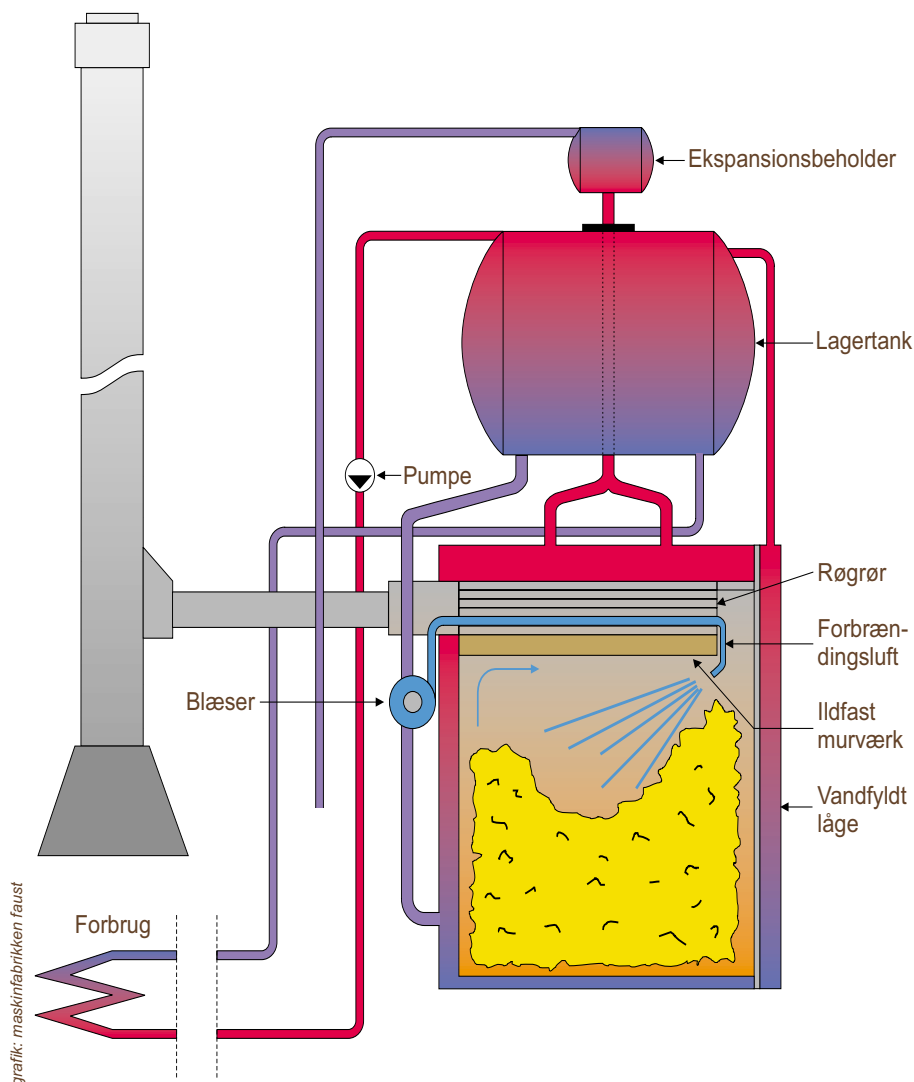
Styring af indfyning

For at opnå en god forbrænding skal den indfyrede halmmængde afpasses til mængden af forbrændingsluft, der tilføres med en blæser. For at sikre en konstant halmdosering er de nyeste automatiske anlæg derfor forsynet med iltstyret halmdosering, hvilket vil sige, at den indfyrede halmmængde automatisk afpasses i forhold til iltindholdet i røgen fra kedlen. Iltindholdet i røgen registreres ved hjælp af samme type iltsonde,

som beskrevet under portionsfyrede anlæg, og halmdoseringen afpasses herefter ved at starte og stoppe stokersneglen med korte intervaller.

Der styres normalt efter et iltindhold i røgen på ca. 7%. Hvis iltindholdet stiger meget over denne værdi, kører stokersneglen uafbrudt, indtil iltindholdet falder ned i nærheden af 7%. Derefter vil den automatiske stepfunktion søge at opretholde denne iltprocent ved at stoppe stokersneglen i korte intervaller. Hvis iltindholdet falder til langt under 7%, stopper stokersneglen helt, indtil iltindholdet igen begynder at stige.

Ved at benytte iltstyring på et automatisk anlæg forbedres kedlens virkningsgrad skønsomt med 5-10 %-point, fordi forbrændingsbetingelserne er bedre. Samtidig reduce-



Figur 15: Princippet i en portionsfyret kedel. Lagertanken (akkumuleringsstanken) er stor nok til at indeholde energien fra afbrændingen af det halm, der kan være i fyrrummet.

res røgens CO-indhold, og røggene fra kedlen mindskes.

Typeprøvning af mindre biobrændselskedler

Der har i Danmark ikke været tradition for systematisk typeprøvning af fyringsanlæg til fastbrændsel - bortset fra halmkedler, som i forbindelse med tidligere tilskudsordninger har været typeprøvet på Forskningscenter Bygholm i Horsens. Markedet for små fyringsanlæg har været ureguleret, forstået således, at der aldrig har været lovmæssige krav, som fordrer typeprøvning af energi-, miljø- eller sikkerhedsmæssige egenskaber. De eneste myndighedskrav er sikkerhedsmæssige og er anført i Arbejdstilsynets publikation nr. 42, der omhandler sikkerhedssystemer til fyrede varmtvandanlæg, herunder krav om trykprøvning.

Med indførelsen af generelle tilskudsmuligheder til mindre biobrændselskedler i 1995 blev typeprøvning højaktuel for fabrikanterne. Det skyldtes, at Energistyrelsen som betingelse for tilskudsberettigelse stillede som krav, at fyringsanlægget blev typegodkendt og dermed opfyldte en række krav til emission og energiudnyttelse. Typeprøvningen udføres af Prøvestationen for mindre Biobrændselskedler i henhold til en prøvningsforskrift, som angiver detaljerede retningslinier for prøvningen og de krav, der stilles for at opnå typegodkendelse. Forskriften er udarbejdet på baggrund af forslag til fælles europæisk standard for fastbrændselsanlæg. Dog er kravene til virkningsgrad og emissioner skærpet og opdelt efter fyringsteknologi (portions eller automatisk) og brændselstype (halm eller træ). Kravene er fastlagt i fællesskab mellem fabrikanterne af biobrændselskedler, Prøvestationen for mindre Biobrændselskedler, Energistyrelsen og Miljøstyrelsen.

Typeprøvningen kan gennemføres med forskellige brændsler: skovbrænde, halm, træpiller, flis, korn eller savsmuld/spåner. Typegodkendelsen er kun gældende for det brændsel, som blev anvendt under prøvningen. Ordningen gælder for

Brændsel	Indfyring	CO-emission ved 10% O ₂ , 30% last	CO-emission ved 10% O ₂ nominel ydelse	Støvemission ved 10% O ₂
Skovbrænde, træpiller, spåner/smuld, skovflis, korn	Portions (Manuel)	0,50%	0,50%	300 mg/Nm ³
Skovbrænde, træpiller, spåner/smuld, skovflis, korn	Automatisk	0,15%	0,10%	300 mg/Nm ³
Halm	Portions	0,80%	0,80%	600 mg/Nm ³
Halm	Automatisk	0,40%	0,30%	600 mg/Nm ³

Tabel 3: Maksimal tilladelig CO-emission og støvemission ved nominel ydelse og lavlast ved typeprøvning.

automatiske kedler op til 200 kW og for portionsfyrede kedler op til 400 kW. Ved at sætte grænsen til 400 kW fås en fornuftig afbrændingstid for storballer. Listen over typegodkendte anlæg findes i /ref. 39/.

Prøvningskrav

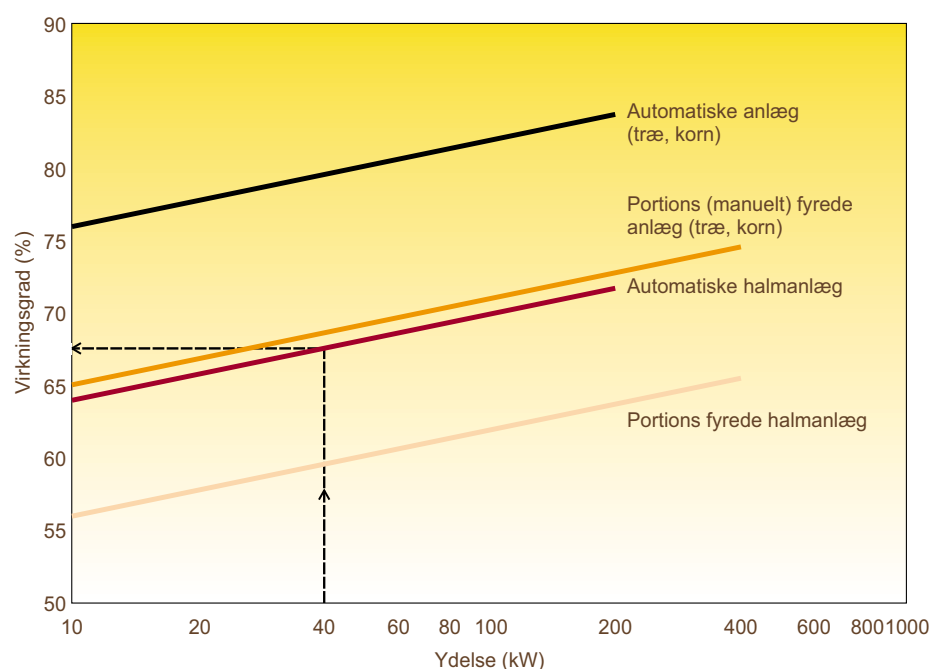
Værdierne for CO-emission, støvemission og virkningsgrad bestemmes ved typeprøvning som middelværdien over 2 x 6 timer ved nominel last. Den nominelle last angives ofte af fabrikanten og er et udtryk for ked-

lens optimale driftspunkt, hvor virkningsgraden er høj og emissionerne lave.

Ud over prøvning ved nominel ydelse omfatter typeprøvningen også prøvning ved lavlast, som er 30% af den nominelle ydelse. Kravene til støvemission og CO-emission er anført i tabel 3, mens virkningsgraden mindst skal være som anført i figur 16.

Andre vigtige krav er:

- Sikring mod tilbagebrænding i magasin (f.eks. mekanisk spjæld eller ved overrisling med vand)



Figur 16: Minimumsværdier for virkningsgrad afhængig af anlægstype. Et automatisk halm anlæg på 40 kW skal mindst have en virkningsgrad på 67% for at blive typegodkendt.

- Maksimalt tilladelige overfladetemperaturer
- Lækagetæthed mod at røggas kan trænge ud i rummet
- Dokumentation, f.eks. teknisk information, driftsinstruktion, installationsvejledning m.v

Tilskudsordningen gælder for bio-brændselskedler, herunder halmkedler, der installeres i områder uden kollektiv varmforsyning. Tilskudsprocenten beregnes på grundlag af prøvningsresultatet, og beløbet udregnes i forhold til forbrugerens omkostning til kedelanlæg og installationer. Tilskudsordningen administreres af Energistyrelsen.

Erfaringer og fremtidige udviklingsbehov

Siden den systematiske gennemførelse af typeprøvninger blev påbegyndt i 1995 er der gjort en lang række erfaringer med de mindre fyringsanlæg. I begyndelsen var det tydeligt, at mange fabrikanter udbød fyringsanlæg, hvis ydelse langt oversteg behovet i typiske installationer. Det betød, at der var et klart misforhold mellem udbudet af fyringsanlæg med en ydelse mindre end 20 kW og det behov som forbrugerne reelt efterspurgte. Dette har siden ændret sig markant og de fleste fabrikanter tilbyder i dag anlæg med en ydelse i området 10-20 kW eller arbejder med at udvikle nye anlæg. De små anlæg er dog ofte træpilleanlæg, evt. anlæg til korn.

Der er stadig behov for at forbedre halmkedlernes virkningsgrad.



foto: m. g. larsen

Den prøvningsansvarlige klargør en kedel til typeprøvning på Prøvestationen for mindre Biobrændselskedler på Dansk Teknologisk Institut i Århus.

Der er flere muligheder, f.eks.:

- Forbedring af kedlens konvektionsdel, således at røgtemperaturen kan nedsættes fra de nuværende 250-300 °C til 150-200 °C.
- Forbedret udmuring og udformning af luftdyser, hvorved luftoverskud og CO-indhold i røggassen kan holdes konstant, og som tillige kan bidrage til at nedsætte støvemissionen. Det skal dog bemærkes, at støvemissionen ikke altid afhænger af forbrændingen. Svingende halmkvalitet kan betyde varierende emission.
- Forbedringer af anordninger til rensning af røgrør og til udtagning af aske.
- Forbedring af kedlernes reguleringsudrustning, så de sikrer en

miljø- og energimæssig optimal drift og samtidig har en høj brugerkomfort, hvor tidsforbruget til den ugentlige pasning er minimalt. Det skal anføres, at flere anlæg har avancerede styringer, med flere ydelsestrin og i enkelte tilfælde iltstyring, som i høj grad tilgodeser forbrugsvariationene i en typisk centralvarmeinstallation. Energistyrelsen finansierer af samme årsag et udviklingsprojekt, som har til formål at udvikle en prisbillig universal iltstyringsenhed, som kan tilpasses de fleste af markedets mindre fyringsanlæg.