

7. Fjernvarmeværker



foto: biopressforbren skøtt

Sabro Halmvarmeværk vest for Århus. Værket er bygget i 1991 og er på 3,2 MW. Til højre på billedet ses halmlageret. Til venstre ses kedelhus, kontrolrum, værksted og rum til askecontainer. Det årlige halmforbrug er ca. 4.000 tons.

Halmfyrede fjernvarmeværker er blevet opført siden 1980, og der er i alt 58 værker i drift. Der har været 61 værker, men 3 er i de senere år ændret til andet brændsel (træflis) eller lukket i forbindelse med omlægning til naturgas og affaldsfyret kraftvarme.

Med "fjernvarmeværker" menes der altid værker med varmeproduktion, men uden el-produktion. Den maksimale kedeltemperatur er 120 °C og det maksimale tryk er 6 bar. Gennemsnitsstørrelsen er 3,7 MW. Det største anlæg har en effekt på 9 MW, det mindste på 0,6 MW. Alle anlæg benytter storballer med målene 2,4 x 1,2 x 1,3 meter. Gennemsnitsvægten af en balle er 520 kg.

Kedelstørrelse

Kedeldimensioneringen fastsættes ud fra den maksimale varmemængde, der skal leveres til fjernvarmenettet den koldeste dag i året. Varmemængden kan opdeles i boligernes nettovarmebehov (rumvarme og

varmt vand) samt ledningstabet i nettet. Summen af disse to tal giver varmeproduktionen af værk. Som eksempel kan der beregnes en maksimal fjernvarmebelastning for en by, hvor varmeproduktionen af værk er 40,7 TJ/år eller 11.200 MWh/år. Dette svarer til opvarmningsbehovet i 400-450 enfamiliehuse.

Ledningstabet er 30% af varmeproduktionen og forbruget af varmt vand er 10%. Disse tal kan bruges som vejledende tal for et normalår med 3.112 ELO-graddage (ELO står for EnergiLedelsesOrdningen) og med et ledningsnet svarende til de mindre bysamfund, hvor halmværkerne er etablerede. I Danske Fjernvarmeværkers Forenings statistik fra 1995/96 er der oplysning om nettab for 37 halmvarmeværker. Det gennemsnitlige nettab var 28% med hø-

jeste nettab på 42% og laveste på 16%. Der var ca. 3.300 graddage i 1995/96, og det gennemsnitlige nettab bliver ca. 30%, når der korrigeres til et normalår. Den maksimale kedel-effekt kan beregnes ud fra /ref. 40/.

Faktoren 3,2 er et erfaringstal for det maksimale rumopvarmningsbehov den koldeste dag i året. De 8760 timer er årets antal timer. Et fjernvarmeværks belastning over året kan vises på en varighedskurve, se figur 17.

Der installeres normalt en oliefyret kedel, der kan dække hele effektbehovet på 3 MW til brug ved spidslast, reparation eller havari på halmkedlen.

Halmkedlen vælges normalt til 60-70% af maksimal last (her 66% svarende til 2 MW). Med denne kedelstørrelse vil sommerlasten på 0,5

$$\text{Maks. effekt} = \frac{3,2 \times 6.720 \text{ MWh} + 4.480 \text{ MWh}}{8.760 \text{ timer}} = 3 \text{ MW}$$

Varmeandelen til rumopvarmning er 60% = 6.720 MWh.
Varmeandelen til ledningstab og varmt vand er 40% = 4.480 MWh

MW være ca. 25% af 2 MW, hvilket kan give en forbrændingsmæssig rimelig sommerdrift. Når kedlen vælges til 2 MW, vil den kunne køre maksimal last i godt 1.000 timer om året.

Varighedskurven fremkommer ved at belastningen i MW hver time i året (i alt 8.760 timer) afsættes med den største belastning i venstre side og derefter de øvrige efter faldende værdi.

Følgende oplysninger kan læses af varighedskurven:

- Det samlede areal under kurven svarer til årsproduktionen på 11.200 MWh.
- Det gule areal svarer til halmkedlens produktion. Det udgør 93% af arealet under kurven svarende til 10.400 MWh eller 37.400 GJ. Med en årsvirkningsgrad på kedlen på 84% og en brændværdi for halmen på 14,5 GJ/tons vil behovet være ca. 3.000 tons halm pr. år.
- Varmeproduktionen på olie er ca. 800 MWh fordelt med 550 MWh på spidslast og 250 MWh på 3 ugers sommerstop for service. Det er det brune areal. Energiforbruget er 87.000 liter olie pr. år.

- Sommerforbrug er kun nettab og varmt vand. Effektbehovet er 0,5 MW. Det er den nederste højre del af kurven, og sommerlasten varer i $8.760 - 6.500 = 2.260$ timer. 3 ugers sommerstop for service er vist. Her fyres med olie.

Statistik for værkerne viser, at halmmandelen i den samlede varmeproduktion ligger mellem 85 og 93% /ref. 9/.

Anlægstyper

Anlæggene har forskellige indfyringsprincipper, som kræver varierende udrustninger til transport og håndtering af halm fra lager til kedel.

De 58 anlæg kan opdeles i 5 typer /ref. 9/:

- Anlæg for snittet halm: 7 stk.
- Anlæg for oprevet halm: 24 stk.
- Anlæg for skivede baller: 3 stk.
- Anlæg for cigarfyring: 11 stk.
- Anlæg for hele baller: 13 stk.

Der er 2-3 leverandører på markedet, der leverer totalanlæg (se kapitel 14). Dels producerer de selv hovedkomponenter, dels køber de underle-

verancer i form af filter, skorsten, kran, eludrustning m.v.

Alle anlæg er opbygget af samme hovedkomponenter:

- Halmlager og halmvægt
- Halmkran og transportbånd (halm-bane)
- Snitter/opriver/opskiver (ved de 3 førstnævnte typer)
- Indfyringssystem og kedel
- Forbrændingsluftblæsere
- Røgrensning og aske/slaggetransport
- Skorsten og røggassuger
- Styrings- og reguleringsudrustning

Anlæg for snittet og oprevet halm

I dette afsnit beskrives også de dele af anlægget, der er fælles for de 5 typer.

Lager

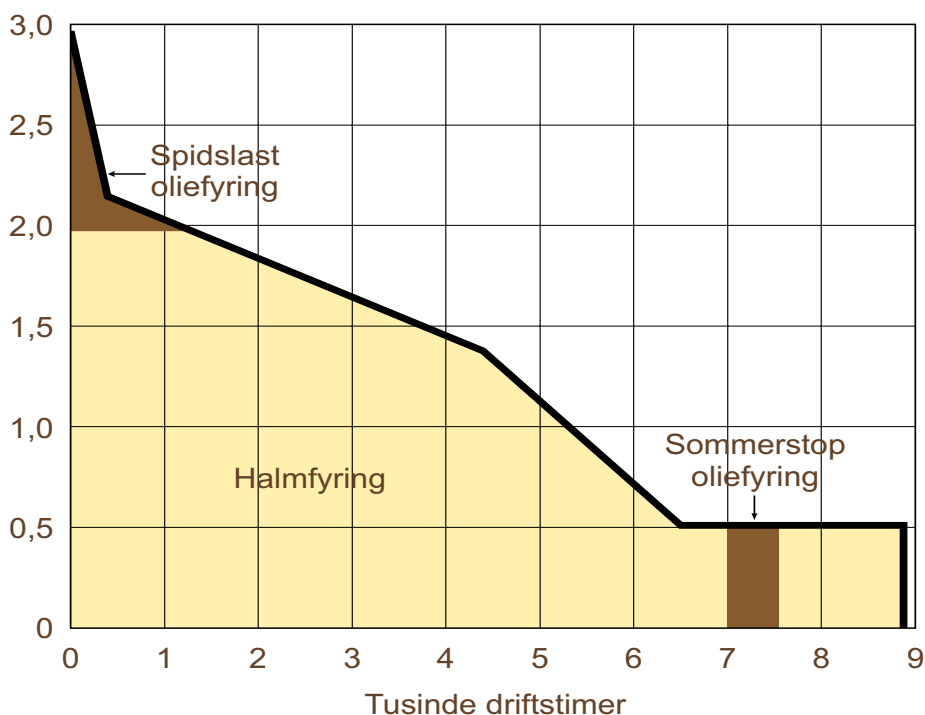
Halmlageret er pladskrævende. Værkerne har i gennemsnit lager til 8 dages drift ved fuldlast, hvilket for det gennemsnitlige værk på 3,7 MW svarer til godt 400 storballer. Det samlede lagerareal inkl. kørselsareal m.v. for denne halmmængde er ca. 600 m². Halmen leveres på værket af halmleverandøren på lastbil eller på traktortræk. Værket sørger for aflæsning med truck. Ved aflæsning vejes ballerene, og vandindholdet bestemmes. Værkerne modtager halm med op til ca. 20% vandindhold. Baller med højere vandindhold returneres, idet de giver for ujævn forbrænding, specielt ved dellast.

Ved arbejde i halmlageret kan der være risiko for at indånde halmstøv, der indeholder allergifremkaldende svampekim og mikroorganismer. Som vejledning for grænseværdier kan benyttes Arbejdstilsynets rapport nr. 10/1990 om arbejdsmiljøproblemer med affaldsbehandling.

Vejning og vandindhold

Vejningen foregår enten på en brovægt eller en platformsvægt. Det er ulovligt at afregne over for leverandørerne via en vejecelle monteret på trucken. Brovægten er den hurtigste at arbejde med, idet der kun skal ud-

Effektbehov i MW



Figur 17: Varighedskurve for et 3 MW værk med en 2 MW halmkedel. Spids- og reservelast dækkes af en 3 MW oliekedel.



foto: biopress/forben skøtt

Der laves vandbestemmelse i storballer på varmeværket.

føres 2 vejninger (en brutto og en tara af lastbilen).

Platformsvægten benyttes ved, at trucken kører op på platformen med forhjulene og vejes hver gang, der er hentet en balle. Det giver en langsommere arbejdsgang. En brovægt er 2-3 gange dyrere end en platformsvægt, så det er en afvejning af øget investering kontra øget betjeningstid, der skal afgøre valget mellem de to typer. Vægten skal justeres hvert 4. år af et DANAK-godkendt laboratorium. DANAK er en forkortelse for Dansk Akkreditering, og godkendelsen skal sikre kvaliteten af justeringen.

Til bestemmelse af vandindholdet benyttes et måleinstrument, der er forsynet med et spyd til indstikning i halmballen. Modstanden over to elektroder måles og omsættes til vandprocent på et viserinstrument. Der foretages normalt tre målinger på samme balle, og der udregnes et gennemsnit for vandindholdet. Afvisningsgrænsen er normal 20%. Afhængigt af praksis og ordlyd i leverancekontrakten afvises enkelte baller eller hele læsset.

Kran

Alle større anlæg er udstyret med en automatisk kran, der løfter ballerne fra lagerplads til halmbane. Kranen er programmeret til at hente ballerne i en bestemt rækkefølge, og det er

derfor vigtigt, at truckføreren ved aflæsning placerer ballerne i afmærkede felter. På nogle mindre anlæg er der ingen kran, men et langt transportbånd (halmbane), hvorpå ballerne anbringes med truck. Båndene overskæres, og ballerne føres ind i en snitter eller opriver.

Snitning, oprivning og indfyring

Halmsnittere har højere strømforbrug og vedligeholdelsesudgifter end halmoprivere og udskiftes derfor efterhånden på eksisterende værker.

I opriveren søges halmen bragt tilbage til tilstanden før presningen. Ballerne kører fra halmbanen ind mod opriveren, der kører op til 30 omdrejninger/min. Kapaciteten kan varieres fra 15-1.000 kg/time.

En anden type opriver kaldes "straw-divider". Ballerne føres frem mod et sæt op- og nedadgående tandstænger, der river halmen op. Den falder gennem en tragt videre ned til en stokersnegl eller stempel, der fører halmen ind i kedlen.

For alle indfyringssystemer gælder, at der foran på kedlen er etableret en sikkerhedssluse. Den skal forhindre, at der går ild i halmen uden for kedlen (tilbagebrand).

Kedlen

Halmen føres via stokersneglen eller stempel ind i bunden af kedlen. Kedlens bund består af en rist, der er en kraftig støbejernskonstruktion, hvor-

på forbrændingen foregår. Risten er normalt inddelt i flere forbrændingszoner, der tilfører forbrændingsluft gennem risten (primærluft). Forbrændingen kan styres i hver zone, og der kan opnås en god udbrænding af halmen. Risten kan samtidig udføre en frem- og tilbagegående bevægelse, hvorved den brændende halm transporteres gennem kedlen hen imod askeudtaget. Halmens energiindhold består for en stor del af flygtige gasser (ca. 70%), der uddrives under opvarmning og afbrændes i fyrrummet over risten. For at sikre forbrændingsluft til gasserne tilføres der sekundærluft via mange dyser placeret i kedelvæggen. Lufthastigheden i dyserne skal være høj for at sikre en god opblanding af gasser og forbrændingsluft. Hvis der er lavet utilstrækkeligt sekundærluft system, får man høje kulilte-procenter og lugt (uforbrændte kulbrinter) i røggassen. Dette betyder dårlig virkningsgrad, idet uforbrændte gasser forsvinder op gennem skorstenen.

Fra forbrændingskammeret ledes røggasserne til konvektionsdelen. Konvektionsdelen består som regel af lodrette rørrækker, hvorigenem røggasserne passerer. De fleste anlæg er udstyret med en economizer, d.v.s. en varmeveksler placeret efter konvektionsdelen. Heri afgiver røggasserne yderligere varme til kedelvandet med en større total virkningsgrad til følge.



foto: biopress/forben skøtt

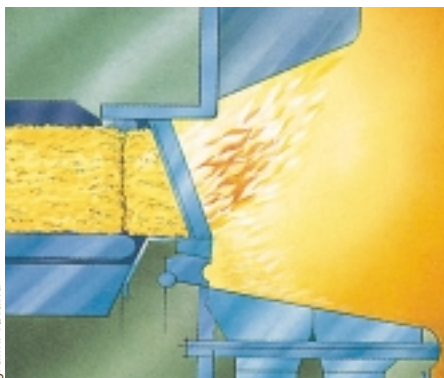
Trucken placerer storballerne i afmærkede felter så den automatiske kran kan finde dem. Der stables 4 baller i højden. Automatikken sørger for at kranen placerer en balle på halmbanen hvorfra ballen køres ind i opriveren.

Anlæg for skivede baller

Halmballen skæres i skiver af en hydraulisk kniv, og skiven skubbes af et stempel ind i kedlen. Inden opskivningen rejses ballen til lodret position og kniven skærer af fra "bunden".

Anlæg for kontinuert indfyring af helballer - "cigarfyring"

I stedet for at klippe snore og snitte/oprive halmen skubbes de hele baller i en endeløs række ind i kedlen, hvor de brænder fra enden. Kranen anbringer ballen i en ilæggerkas-



"Cigarfyringsprincippet". Storballe skubbes kontinuert ind i fyrrummet medens den brænder fra enden. Forbrændingsluften tilsættes via dyser i den skrå brænderfront. Aske og delvist forbrændt halm falder ned på den skrå rist og udbrænder inden det skubbes eller rystes mod slaggefadet yderst til højre i billedet.

se, og et hydraulisk stempel skubber ballen ind i en indfyringskanal, hvor den via medbringere føres frem mod brænderen i kedelvæggen. De flygtige gasser uddrives i brænderen og afbrændes ved hjælp af et større antal sekundærdyser. Ballen bliver stadig skubbet fremad, og det ikke-brændte halm og aske falder ned på en vandkølet rist, hvor udbrændingen afsluttes.

Anlæg for stykvis indfyring af helballer

Kranen anbringer ballen i en sikkerhedssluse. Den føres frem til en indfyringsssluse, hvorefter forfyrrets låge åbnes, og ballen indføres. I forfyrret,



Den automatiske kran står i venteposition og afventer at kedelautomatikken kalder på halm. Kranen løfter ballerne op til "straw-divideren" og placerer dem til venstre hvor lågen åbnes automatisk. De op- og nedadgående tandstænger er monteret yderst til højre i "straw-divideren".

der nærmest er at betragte som et forgasningskammer, antændes ballen af den brændselsmængde, der findes i forvejen, og den brænder delvis forfra og ovenfra, alt afhængig af hvor der sker lufttilførsel. Lufttilførslen reguleres afhængigt af røggastemperatur og iltprocent. I bunden af forfyrret er indbygget frembringere, der langsomt transporterer den brændende balle mod askeudtaget.

Røggasrensning

Røgen fra forbrændingen skal renses for at kunne overholde myndighedernes krav. Miljøstyrelsen har foreslået følgende vejledende græn-

seværdier til halmanlæg over 1 MW /ref. 42/:

Partikelemission: Maks. 40 mg/Nm³ (Nm³ = normal kubikmeter, d.v.s. ved 0 °C). Kulilteprocent maks. 0,05% (volumenprocent ved 10% ilt i røggassen).

For anlæg under 1 MW er der ingen veldefinerede krav, men de godkendende myndigheder benytter normalt ovennævnte værdier, når det drejer sig om fjernvarmeværker under 1 MW.

Røggasrensningen skal nedsætte mængden af flyveaske, så partikler fra røgen ikke spredes over de omkringliggende bygninger. Kulilteindholdet er nærmere omtalt under afsnittet om miljøforhold.

Materiale	Driftstemp. °C (maks.)	Kemisk bestandighed			Flex	Pris pr. m ²
		Syrer	Baser	Hydrolyse		
Polyester	150	+++	+	-	++	1
Dralon T	125	+	++	+	++	1,5
Nomex	210	0 til +	+++	0	+++	4
Teflon	230	+++	+++	++	0	20

- Ustabil
 0 Moderat stabilitet
 + Stabil
 ++ God stabilitet
 +++ Ekstra god stabilitet
 Flex: Stabilitet overfor påvirkning ved håndtering
 Pris pr. m² er relative priser, hvor polyester er sat til 1

Tabel 4: Filterposers egenskaber og indbyrdes prisforhold /ref. 11 og 43/. Hydrolyse er en reaktion der kræver varme hvor vand går i kemisk forbindelse med organisk materiale (poserne) og materialet nedbrydes.

Røgrensningsudstyret kan være:

- Multicyklon: Rensning, hvor røgen "centrifugeres" i lodretstående rør så partiklerne udskilles.
- Posefilter: Røgen ledes igennem fintmaskede poser, der tilbageholder partiklerne.
- Elektrofilter: Røgen ledes gennem et elektrisk felt, og partiklerne udfældes på elektroder.
- Røggasvasker: Røgen ledes gennem et brusebad, så partiklerne fanges i vandet.
- Røggaskondensering: Røgen nedkøles under dugpunktet, og partiklerne fanges i dråberne.

Den normale udrustning er en multicyklon, som gnistfang og til grove partikler efterfulgt af et posefilter. Multicyklonen rensr røgen fra 1.000-2.000 mg støv/Nm³ til 500-600 mg/ Nm³. Meget af flyveasken fra halmfyring er så finkornet (under 0,01 mm) at posefilter er den bedste og billigste løsning for at opfylde kravet om 40 mg støv/Nm³. Støvindholdet efter filter er under normal drift 20-30 mg støv/Nm³ med poser, der ikke er revnede. Se også afsnittet om miljøforhold.

Elektrofiltre kan give problemer ved halmfyrede anlæg. To anlæg, der oprindeligt havde elektrofilter, har udskiftet disse med posefiltre.

Støvpartiklerne er svære at ionisere i elektrofiltret og det er svært at få dem til at falde af elektroderne og ned i askesystemet på grund af den meget lille masse. En del af partiklerne sætter sig derfor som belægninger i skorstenen og særlig ved opstart af anlægget medrives sodklatter der falder ned i værkets naboblag.

Nogle få varmeværker har installeret en røggasvasker. Princippet er, at røggassen ledes gennem et "vandfald" af forstøvet vand, hvorved støvpartiklerne opfanges og transporteres bort med vandet. Man skaffer sig med denne metode et spildevandsproblem i stedet for et askedeposneringsproblem.

Som noget nyt har Hals Fjernvarme installeret røggaskondensering. De første års driftserfaringer er gode trods det lave vandindhold i halm. Driftsudgifterne til strøm er ca.

5% lavere på hele anlægget. Vedligeholdelsesudgifterne er 1/3-1/4 sammenlignet med posefilter.

Skorsten

Den rensede røggas ledes til atmosfæren gennem skorstenen. Der er et separat rør for hver kedel. I hvert enkelt tilfælde må skorstenens højde fastlægges ud fra miljømyndighedens krav. Miljøstyrelsens vejledning nr. 6/1990 "Begrænsning af luftforurening fra virksomheder" er gældende for halmfyrede værker. I vejledningen gives der også anvisning på beregning af skorstenshøjder /ref. 42/.

Aske

Halm indeholder 3-5% aske. En del falder fra risten ned i en tragt under kedlen og sendes via kædeskraber videre til en askecontainer. Kædeskraberer ligger normalt i vandbad, hvor der sker en automatisk vandtilsætning i takt med, at vandet fordamper samt bliver ført med asken til containeren. Våd transport af asken er det mest almindelige på værkerne, og et vandbad i kædeskraberer er en effektiv vandlås til at hindre falsk lufttilførsel til kedlen gennem asketransportsystemet.

Flyveasken er de partikler, der følger med røggasserne gennem kedlen, og udskilles i cyklon og filter. Herfra transporteres partiklerne via snegle til kædeskraberer.

Askens anvendelse som gødning er omtalt i kapitel 11.

Akkumuleringstank

På 23 varmeværker er der installeret en akkumuleringstank. Gennemsnitsstørrelsen er 400 m³. Prisen for denne størrelse tank er ca. 1 mio. kr. (1995-priser).

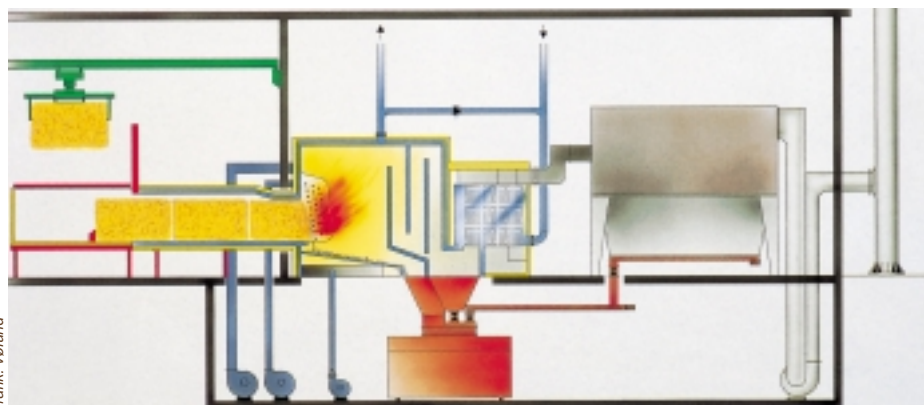
Der er følgende fordele:

- Spidsbelastning morgen og aften i vinterhalvåret kan udjævnes, så oliefyring undgås.
- Ved driftstop kan varmemeforbruget trækkes fra tanken, så oliefyring undgås. En 400 m³ tank kan levere varme til 7 timers fuldlast på et gennemsnitsværk.
- Ved lavlast om sommeren kan kedlen køre fuldlast kortvarigt mens tanken fyldes, hvorefter kedlen lukkes. Resultatet er bedre virkningsgrad og lavere emissioner sammenlignet med kontinuert lavlast.
- Personalets vagtplan bliver mere fleksibel, idet man bl.a. kan lukke kedlen i weekenden om sommeren.

Ulemperne er øgede udgifter til investering og vedligeholdelse af tanken, ligesom der skal købes halm til at dække varmetabet fra tanken.

Styring, regulering og overvågning

Styring, regulering og overvågning af værket kaldes under ét SRO-system-



Et fjernvarmeværk med cigarfyret kedel. Den automatiske kran placerer storballerne i ilæggerkassen, og ballerne føres frem til forbrænding. Røggasserne går gennem kedlens 4 tomme træk og ud i konvektionsdelen, der består af lodrette rørgrø. Asken falder via tragte ned i askecontaineren. Røggassen fortsætter ud i posefilteret og via røgsugerer i kælderer sendes den rensede røg ud gennem skorstenen. Alle blæsere er anbragt i kælderer af støjhensyn.

met. Systemet er normalt bygget op over to computere:

- En PLC (Programmerbar Logisk Computer), der indsamler driftsdata fra anlægget samt fastholder anlægget på valgte værdier for tryk, temperatur, flow m.v.
- En almindelig pc, der viser varmestemesteren de aktuelle data fra PLC'en på et skærm billede og via udskrifter. På pc'en kan de valgte værdier ændres, og via PLC'en kan anlæggets driftstilstand ændres.

Systemet er opdelt i de tre hovedfunktioner, der dækker følgende:

- Styringen sørger for, at hele processen forløber i en forudbestemt rækkefølge. F.eks. skal kranen først hente en ny halmballe, når den foregående balle er indfyret, og kedlens driftstermostat kalder på mere varme.
- Reguleringen sørger for, at valgte værdier for tryk, temperatur m.v. overholdes.
- Overvågningen giver alarm ved fejl-funktioner. Alarmen kan via person-søger sendes til den vagthavende på eller uden for værket. Værket er normalt bemandedt fra kl. 08.00-16.00 i ugens 5 arbejdsdage.

Miljøforhold

Miljøbelastningen fra energiproduktion har stor bevågenhed hos myndigheder og i den offentlige debat. Halm er CO₂-neutralt, og det er den væsentligste årsag til det politiske ønske om at fremme brugen af halm i energiforsyningen.

På 13 værker er der i perioden 1987-93 gennemført en serie emissionsmålinger (tabel 5). Der er ikke konstateret forskelle i emissioner afhængigt af de forskellige fyringsprincipper /ref. 11, videnblad 61/.

I tabel 5 er CO-værdien på 1.200 mg/Nm³ svarende til 0,096%, hvilket er over Miljøstyrelsens grænse på 0,05%. CO-indholdet i røggassen er afhængig af hvor god forbrændingen er. Indholdet skal være så lavt som muligt idet

- CO er giftigt
- CO er en brændbar gas. Højt CO-indhold forringer virkningsgraden
- høj CO-værdi og lugtgener fra skorstenen hører sammen
- høj CO-værdi og tilstedeværelsen af PAH og dioxin i røggassen hører formentlig sammen.

NO_x-dannelsen ønskes reduceret, idet tilstedeværelsen af NO_x medvirker til

- dannelse af "smog" i atmosfæren
- forsuring af nedbøren

NO_x-dannelsen sker ud fra luftens og brændslets indhold af kvælstof og er afhængig af, hvordan forbrændingen foregår i fyrrummet. Af vigtige parametre for lav NO_x-emission kan nævnes

- lavt luftoverskud
- lav flammetemperatur
- hurtig afkøling af røggasserne

Svovldioxid (SO₂) dannes ud fra brændslets indhold af svovl. SO₂ er årsag til

- forsuring af atmosfæren
- tæring i kedel og filter ved dannelse af svovlsyre.

Både SO₂ og NO_x kan fjernes fra røggasserne, men processerne er for dyre på små anlæg som fjernvarmeværker. Målinger på 2 fjernvarmeværker har vist, at 57-65% af svovlen udsendes gennem skorstenen. Resten bindes i asken /ref. 59/.

Klorbrinte (HCl) medvirker ligesom SO₂ til forsuring af atmosfæren og tæring i kedelanlægget. Klorindholdet i halmen stammer formentlig fra brug af kunstgødning og pesticider.

PAH (Poly Aromatiske Hydrogencarboner) er en fællesbetegnelse for en lang række kulbrinte-forbindelser, som er karakteriseret ved, at de lugter. Dioxin er ligeledes en fællesbetegnelse for stoffer, der indeholder kulstof, ilt, brint og klor. PAH og dioxiner dannes ved dårlig forbrænding og er sundhedsskadelige. Der er påvist sammenhæng mellem højt CO-indhold og dannelse af PAH og dioxiner /ref. 44, 45 og 46/.

Støj

I forbindelse med offentlig godkendelse af varmeværket kan følgende grænser fastsættes:

- Støjgrænse i skel: 40 dB (A)
- Støjgrænse ved eksisterende boliger:
 - 45 dB (A) mandag - fredag kl. 7-18 samt lørdag kl. 7-14
 - 40 dB (A) mandag - fredag kl. 18-22 samt lørdag kl. 14-22 samt søn- og helligdage kl. 7-22
 - 35 dB (A) alle dage kl. 22-7

Parameter	mg/Nm ³ ved 10% O ₂	mg/MJ
Partikler ¹⁾ (støv)	80 (5 - 200)	40 (3 - 100)
CO (kulmonoxid)	1200 (240 -2300)	600 (120 - 1150)
NO _x (kvælstofoxider) ²⁾	180 (80 - 300)	90 (40 - 150)
SO ₂ (svovloxider) ³⁾	260 (200 -340)	130 (100 - 170)
HCl (klorbrinte)	80 (30 -150)	40 (15 - 80)
PAH	0,35 (0,20 - 0,60)	0,18 (0,10 - 0,30)
Dioxin (Nordisk tox. eqv.) ⁴⁾	(0,01•10 ⁻⁶ -0,4•10 ⁻⁶)	(0,005•10 ⁻⁶ -4•10 ⁻⁶)
Dioxin (PCDD + PCDF) ⁴⁾	(0,8•10 ⁻⁶ -8•10 ⁻⁶)	(0,4•10 ⁻⁶ -4•10 ⁻⁶)

1) Tallene gælder for anlæg med posefilter

2) Beregnet som NO₂-ækvivalenter

3) Tallet er bestemt ved beregning ud fra halmens indhold af svovl (20 halmanalyser). Målinger i 1997 har vist at 35-43% af svovlen bindes i asken /ref. 59/.

4) Der er målt på to anlæg, én måleværdi pr. anlæg

Tabel 5: På 13 fjernvarmeværker er der i perioden 1987-93 gennemført en serie emissionsmålinger. De fremhævede tal er middelværdier, og tallene i parentes viser hvilket interval ca. 90% af måleresultaterne kan forventes at findes. Støv- og kulilteemission er over Miljøstyrelsens anbefalede grænseværdier.

Til sammenligning er baggrundsstøjen i et boligområde 31-32 dB (A). En effektiv dæmpning af støjklæder på værket er at anbringe blæsere, hydraulikmotorer m.m. i en kælder.

Sikkerhed

Sikkerhed på varmeværket omfatter brandsikkerhed og personsikkerhed. De lokale brandmyndigheder skal godkende anlægget inden ibrugtagning. Værket skal opdeles i brandsektioner f.eks. i følgende:

- Halmlager
- Indfyringssystem
- Kedelrum
- Øvrige rum: kontorer, kantine, værksted m.m.

De to største risici er brand i halmlageret samt røggasekspllosioner. Hvis røggasser trænger ud i rummene, f.eks. ved fejlfunktion ved indfyringen, kan gnister fra elektriske kontakter eller fra selve fyret antænde røggasserne med eksplosion til følge. Normalt skal sektionen ved indfyringen forsynes med eksplosionsklapper for at mindske skaderne ved en røggasekspllosion.

Personsikkerheden på værket skal godkendes af Arbejdstilsynet. Den omfatter sikkerhed mod skoldning, forbrænding, forgiftning med røg og støv samt mod skader fra kræner, transportbånd, oprivere m.v.

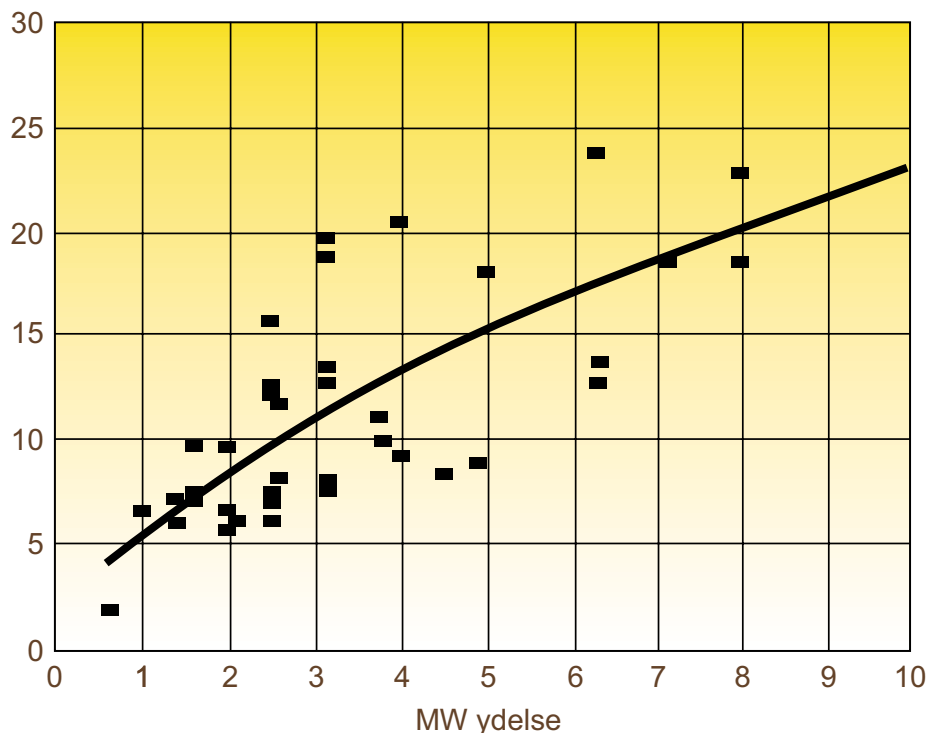
Kombinationsfyring med andre brændsler

Som omtalt under afsnittet "Dimensionering" udrustes alle værker med en oliefyret spids- og reservelastkedel, der kan levere hele nettets varmebehov.

De senere års debat om halmressourcerne samt det magre halmår 1993, hvor der lokalt opstod halm-mangel har fået 11 værker til at ombygge lager, indfyring og kedel til kombinationsfyring med træ. Det er primært tørt affaldstræ fra træindustrien eller træpiller, der benyttes. Fire værker har mulighed for at blande fedtslam og halm /ref. 47 og 48/.

Mariager Fjernvarmeværk er et af værkerne der er ombygget til at kunne brænde affaldstræ og halm.

Millioner kroner



Figur 18: Anlægspriser i millioner kr. pr. MW installeret effekt, reguleret til prisniveau 1995. I prisen indgår grund, byggemodning, bygninger, maskininstallation og projektering. Oplysningerne er fra 40 værker der kun bruger halm. Prisspredningen kan forklares med forskellig lagerstørrelse, anlæggets generelle kvalitet, konjunktursvingninger i perioden 1983-1995 samt at enkelte værker har akkumuleringstank med i prisen.

Værket har en 6 MW biobrændselskedel og har haft følgende brændselsfordeling i 1995:

Halm:	4.944 tons
Træ:	1.310 tons
Olie:	57,4 m ³

Olieandelen i forhold til den totale varmeproduktion på 23.200 MWh er kun 2%.

Investering og drift

Anlægsinvestering

I rapporten "Anlægs- og driftsdata for halmfyrede varmeværker. 1996" /ref. 9/ er der indsamlet oplysninger om anlægspriser for grund, byggemodning, bygninger, maskininstallation og projektering. Alle priser er henført til 1995-niveau, så de er sammenlignelige. Kun meget få værker har akkumuleringstanken med i prisen. Figur 18 viser priserne for de enkelte værker som funktion af den installerede halmkedeleffekt.

Som eksempel belyses i det følgende anlægsudgiften for en by, hvor der etableres både et nyt værk og et nyt fjernvarmenet, et såkaldt barmarksprojekt. I et nyt projekt er det vigtigt at komme "godt fra start". Derfor skal mindst 80% af oliefyrskedler samt alle offentlige storforbrugere med i startåret. Offentlige storforbrugere er kommunekontorer, skoler, idrætshaller m.v. Industrivirksomheder og liberale erhverv får modsat tidligere ikke refusion af energi- og miljøafgifter i forbindelse med rumopvarmning og er derfor også en målgruppe.

Eksemplets data er delvis fra figur 17, og er på årsbasis:

260 boliger	4.550 MWh
10 storforbrugere	3.300 MWh
Tab i net:	30%
Produktion af værk:	11.200 MWh
Produktion på halm:	93%
Produktion på olie:	7%
Maks. effektbehov:	3 MW
Halmkedlens effekt:	2 MW

For en by med tætliggende huse er nettabet i et år med 3.112 ELO-grad-dage ca. 30%. Hvis husene ligger spredt eller mindre byer forbindes via en transmissionsledning stiger nettabet til over 35%.

Investeringen er følgende:

Varmeværk:	kr. 9,0 mio.
Gadenet:	kr. 10,0 mio.
Stikledninger:	kr. 4,0 mio.
Husinstallationer:	kr. 4,0 mio.
Uforudset, revisor m.v.	<u>kr. 1,0 mio.</u>
Samlet omkostning:	kr. 28,0 mio.
Muligt offentligt tilskud:	<u>kr. 4,8 mio.</u>
Lånebehov	<u>kr. 23,2 mio.</u>

Anlægsinvesteringen kan belånes fuldt ud med indexlån. Det er en lånetype, hvor de årlige ydelser øges i takt med inflationen. Det er en billigere lånetype end almindelige serie- eller annuitetslån, så længe inflationen er under 7% p.a. Der redegøres nærmere for strukturen i indexlån i /ref. 41/. Tilskuddet fra Energistyrelsen kan søges frem til og med 2000.

Driftsudgifter og indtægter

Værkets indtægter kommer fra varmesalget og er fordelt på faste bidrag og forbrugsbetaling for varmen. Tariffen for varmesalg til forbrugerne kan f.eks. være:

Forbrugsbetaling:	350 kr./MWh
Abonnementsbidrag:	1.000 kr./kunde
Effektbidrag, private:	30 kr./m ²
Effektbidrag, erhverv:	30 kr./m ²

Dertil kommer moms. For en privatforbruger i et hus på 120-130 m² med et gennemsnitsforbrug på 17,5 MWh vil det give en årlig opvarmningsudgift på kr. 13.800. Denne udgift svarer nogenlunde til driftsudgifterne ved oliefyring: olie, skorstensfejning og vedligeholdelse. Tariffen vil give følgende indtægter:

	tusinde kr.
Salg af varme, 7.850 MWh	2.748
Abonnementsbidrag	270
Effektbidrag, private:	1.014
Effektbidrag, erhverv	<u>350</u>
Samlet indtægt	<u>4.422</u>

Udgifterne er:	tusinde kr.
Køb af halm, 430 kr./tons	1.235
Køb af olie, 87.000 liter	295
Vedligeholdelse, værk	200
Vedligeholdelse, net	200
El, vand og kemikalier	100
Øvrige omk. (forsikring m.m.)	75
Personale og administration	500
Afskrivninger, lineær, 20 år	1.160
Indeksring af afdrag	23
Renter og bidrag	<u>620</u>
Udgifter i alt	<u>4.408</u>
Nettoresultat	<u>14</u>

M.h.t. regnskabspraksis giver en lineær afskrivning med lige store beløb pr. år et mere retvisende billede af anlæggets værdiforringelse end den anden praksis, hvor afskrivning sættes lig med afdrag på lån. Ved sidstnævnte praksis vil man få stigende udgifter efterhånden som afdragene øges gennem afdragsperioden. Indeksring af afdrag er udgiften til den årlige opskrivning af afdragene med nettoprisindekset. Restgælden opskrives ligeledes med nettoprisindekset. Denne post bogføres i en kursreguleringsfond under egenkapitalen /ref. 11, videnblad 117/.

Organisationsformer

Halmfyrede varmeværker kan etableres som privatejede selskaber:

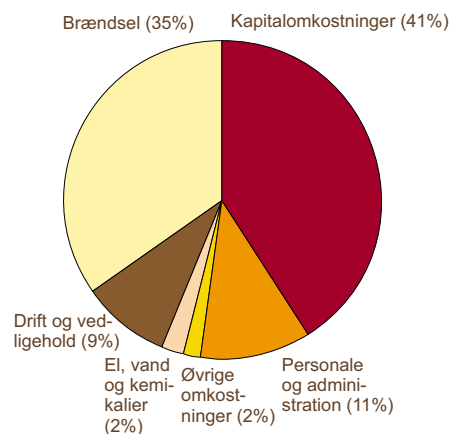
- A.m.b.a. - andelsselskab med begrænset ansvar
- ApS - anpartsselskab
- A/S - aktieselskab

eller som offentligt ejede selskaber

De personer, som står bag et sådant selskab, kan enten være:

- En gruppe landmænd
- En halmleverandørs sammenslutning
- Et eksisterende fjernvarmeselskab
- En forbrugergruppe
- En kommune

Hvis et halmvarmeværk er privatejet, vil det være hensigtsmæssigt at organisere det som et A.m.b.a. Ejerne hæfter kun med deres indskud, og hver forbruger har én stemme på ge-



Figur 19: Udgiftsfordeling i procent for det gennemregnede eksempel. Udgifter i forbindelse med afvikling af lån (kapitalomkostninger) samt indkøb af halm og olie udgør 76% af værkets udgifter.

neralforsamlingen. Desuden er selskabsformen kendt af mange i forvejen. Næsten alle halmvarmeværkerne herhjemme er privatejede A.m.b.a.-selskaber. Man kan også vælge et anpartsselskab (Aps) eller et aktieselskab (A/S), hvor deltagerne ligeledes kun hæfter med den tegnede kapital.

Halmvarmeværker er ikke skattepligtige, hvis varmen kan leveres til alle, der bor i det område, de forsyner. Derfor vil det ikke være hensigtsmæssigt at danne et interessentskab (I/S), da det normalt ikke er muligt at udnytte de skattemæssige fordele. Tværtimod hæfter interessenterne solidarisk med hele deres formue. Det betyder, at kreditorer kan gøre udlæg hos alle, hvis selskabet går konkurs.