

# GARDSVARMEANLEGG

## – EN BYGGEVEILEDER



# INNLEDNING

*Gardsvarmeanlegg – en byggeveileder* er utarbeidet for å gi førstehands kunnskap og hjelp til aktører som skal i gang med planlegging og bygging av mindre biobrenselanlegg i landbruket.

Bioenergi er stadig mer aktuell som energikilde i oppvarmingsmarkedet. Prisene på olje og elektrisitet stiger og landbrukssektoren sitter på store bioenergiressurser som kan erstatte denne energibruken. For mange aktører i landbruket vil en omlegging til bioenergi gi økonomisk gevinst og en god varme-komfort. Moderne bioenergiteknologi representerer et miljøvennlig og fleksibelt alternativ basert på utnyttelse av lokale og regionale energiressurser. Samtidig har norske myndigheter varslet økt satsning på bioenergi og landbrukssektoren har allerede fått utvidede støtteordninger.

**Veilederen omfatter fyringsanlegg for ved, flis og halm og tar for seg:**

- \* brenselets egenskaper
- \* varme og effektbehov
- \* typetegninger for fyrhus med installasjoner
- \* varmedistribusjon
- \* akkumulatortanker
- \* offentlige brann og bygningskrav
- \* diverse avtaleforslag
- \* henvisning til støtte- og finansieringsordninger
- \* henvisning til leverandørregister

*Gardsvarmeanlegg – en byggeveileder* i første utgave er produsert for Innovasjon Norge gjennom et samarbeid mellom Fylkesmannen i Oppland, Norsk Bioenergiforening (NoBio) og Skogbrukets Kursinstitutt. Det er gitt en rekke innspill fra aktører i bransjen. En spesiell takk til Eiliv Sandberg i prosjektet Grønn varme fra Hedmarkskogen. Ronny Hagen, Bjørn Romskaug, Fredrik Dahl-Paulsen Pedersen, Truls-Erik Johnsrud og Jon Eivind Vollen som har skrevet 1. utgave i 2006.

Dette er 2. utgave av byggeveilederen. Blant oppdateringer kan nevnes oppdatering av brenselpriser, et utvidet kapittel om akkumulatortank og energifleksible kombinasjonsløsninger for oppvarming, lønnsomhetskalkulator og avtaleutkast til kjøp av brensel og fliskjel. Dessuten inneholder denne utgaven redigeringer av utdatert informasjon, og andre presiseringer. Byggeveilederen er revidert som en del av prosjektet "Fornybar energi – en ny fremtid for norsk landbruk" med støtte fra Innovasjon Norge. Oppdateringene er skrevet av Lars Løken Granlund i Norsk Bioenergiforening og Håvard Midtskogen i Skogselskapet i Akershus, med innspill fra Øyvind Halvorsen i Innovasjon Norge, og nok en gang faglige og nyttige innspill fra "bioveteranen" Eiliv Sandberg.

Varmeanlegg kan bygges på mange måter. Det er ikke slik at en løsning er den eneste riktige. Veilederen er derfor ingen fasit, men gir noen eksempler på hvordan det kan gjøres. Vær oppmerksom på at den enkelte leverandør og det enkelte produkt kan stille krav til systemløsning som ikke kan fravikes. For mer dyptgående informasjon om etablering av varmeselskaper vises det til manualen "Veien til biovarme" som finnes på NoBios hjemmeside ([www.nobio.no](http://www.nobio.no)). Det vises også til Enova ([www.enova.no](http://www.enova.no)) og Innovasjon Norges ([www.innovasjon norge.no](http://www.innovasjon norge.no)) nettsider for mer informasjon om finansieringsordninger. På Innovasjon Norges nettsider under Bioenergiprogrammet kan en også finne en enkel lønnsomhetskalkulator for gårdsvarmeanlegg.

**Norsk Bioenergiforening**

*Lars Løken Granlund*

**Skogselskapet i Oslo og Akershus**

*Håvard Midtskogen*

**Oslo april 2012**

---

*Foto: Arnold Kyrre Martinsen – NoBio, Eiliv Sandberg – Grønn Varme, Øyvind Halvorsen – Innovasjon Norge, Shutterstock, iStockphoto. Tegninger: Bjørn Romskaug – FMLA Oppland. Layout: www.blankeark.no*



# INNHOOLD

<b>Innledning</b>	<b>2</b>	<b>Offentlige brann og bygningskrav</b>	<b>25</b>
<b>Innhold</b>	<b>3</b>	> Byggesøknad – saksgang	25
<b>Energibærere – ved, flis og halm</b>	<b>4</b>	> Installasjon av nytt ildsted - vedlikehold	26
> Brenselved	4	> Brannrisiko	26
> Energiflis	4	> Oppstillingsvilkår – krav til fyrrom	26
> Skogsflis	4	> Sikkerhet ved brann	27
>> Energitømmer (stammevirke)	5	> Sikkerhet mot tilbakebrann	27
>> Heltre	5	>> Regulering	27
>> Hogstavfall	5	>> Brennere	27
> Industriflis	5	>> Trykk og temperatur	27
> Treavfall og rivningsvirke	5	>> Tilførsel av forbrenningsluft	27
> Kvalitetskrav på energiflis	6	>> Røykavtrekk	28
> Halm	7	>> Skorstein - høyde over tak	28
> Biobrenselets egenskaper	7	>> Elektriske installasjoner	28
> Priser på brensel	7	<b>Lønnsomhetskalkyler</b>	<b>29</b>
<b>Varme og effektbehov</b>	<b>8</b>	<b>Støtte- og finansieringsordninger</b>	<b>29</b>
> Varme- og effektbehov - teoretisk	8	<b>Leverandørregister</b>	<b>29</b>
>> Kornørker	8	<b>Offentlige regler og godkjeningsrutiner for biobrenselanlegg</b>	<b>30</b>
> Varme- og effektbehovet - erfaringstall	9	> Statens bygningstekniske etat (BE)	30
<b>Vedfyring</b>	<b>10</b>	> Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)	30
> Separat fyrrom	11	> Kommunen	30
> Byggekostnader	12	> Fylkesmannen	30
<b>Flisfyring</b>	<b>13</b>	> Retningslinjer og veiledere	30
> Utforming av flissilo	13	> Teknisk godkjenning av fyranlegg	30
> Innmating	13	> Veiledning om montering og drift av fyringsanlegg for brensel av trepellets	30
> Fyringsteknologi	14	> "Eksplosjonsverndokument" som foreskrevet i henhold til EF direktivet.	30
> Pausefyring	14	> Veiledning til forskrift om brannfarlig eller trykksatt stoff	30
> Start/stopp forbrenning	14	> Bygningsmessig godkjenning	30
> Akkumulatortank	14	<b>Avtale om leveranse av fyringsanlegg for biobrensel</b>	<b>31</b>
> Kjeler for tørt brensel	15	<b>Avtale om levering av brensel</b>	<b>33</b>
> Regelmessig kontroll og feiing er viktige driftsrutiner.	15	> Veileder til Avtale om levering av brensel	34
> Driftserfaringer og feilkilder	15	<b>Fakta om biobrensel</b>	<b>36</b>
> Eksempler på fyrrom	16	> Faglige definisjoner og begreper	36
<b>Halmfyring</b>	<b>20</b>	> Generelle ord og begreper	36
<b>Varmedistribusjon</b>	<b>24</b>	> Måleenheter og omregningsfaktorer	38
> Varmedistribusjon – nærvarmenett, radiatorer og gulvvarme	24		
> Rørtyper	24		
> Legging av rør	24		
> Risiko for frostskaider	25		

# ENERGIBÆRERE – VED, FLIS OG HALM

## VED

Stammeved av de fleste treslag er egnet til ved. Variasjonen i brennverdi henger sammen med oppbyggingen av veden hos de forskjellige treslagene og fuktigheten i veden.

Kvalitetskrav til ved er gitt i Norsk Standard – NS 4414: *Ved til brensel i husholdninger*. Der stilles krav til treslag, råte, mugg og misfarging, fuktighet, lengde og diameter på vedkubbene i de enkelte kvalitetsklassene.

Til bruk i vedfyrte kjeler er krav til energiinnhold og dimensjoner tilpasset den enkelte kjele av større verdi enn utseende på veden. Tørr ved skal ha fuktighet,  $F_r^1$  under 20 %.

Storsekk på pall eller potetkasser gir en rasjonell handtering ved produksjon, tørking, lagring og transport for å betjene vedfyrte kjeler. Pallene bør kunne kjøres inn i fyrhuset på litt større anlegg.

Til villakjeler hvor handtering av paller er vanskelig og det kreves manuell handtering, kan småsekk være et alternativ.

## ENERGIFLIS

Energiflis er en bulkvare hvor kvaliteten på flisa, fraksjonsstørrelse og fuktighet er av stor betydning. Flisa må tilfredsstille kvalitetskravene til det aktuelle forbrenningsanlegget.

Gårds- og villakjeler krever tørr flis, 20 – 35 % fuktighet.

## SKOGSFLIS

Skogsflis er et samlebegrep for tre sortiment til bruk som biobrensel: Stammevedflis (flis fra rundvirke), heltreflis (flis av hele tre) og hogstavfall (flis fra greiner og topp, også kalt grot)



Ved.  
Foto: Istockphoto.



Produksjon av skogsflis.  
Kilde: Bioland AS.



Skogsflis.  
Foto: Arnold Kyrre Mathisen, NoBio.

<sup>1</sup> $F_r$  angir fuktighetsinnholdet i forhold til totaltvekten (vann og tørrstoff)

### Energitømmer (stammevirke)

Energiflis av stammeved gir relativt homogen flis. Energitømmer lagres i ranker og man oppnår på luftige plasser god nok tørk over sommeren til å oppnå fyringstørr flis med rundt 35 % fuktighet. Tildekking av rankene hindrer økning i fuktighet fra nedbør utover høsten og vinteren.

### Heltre

Flising av heltre er særlig aktuelt ved små tredimensjoner. Trærne sammenføres til stikkveg, kjøres ut med lassbærer og legges i ranker ved bilveg. Alternativet er flishogging på stikkveg og tipping i container ved bilveg.

Syrefelling og lagring i ranker på luftige plasser vil redusere fuktigheten ned mot fyringstørr flis. Rankene tildekkes mot nedbør. Lagring i luftige ranker gir bedre tørking og mindre tørrstofftap enn lagring av rå flis i haug. Ekstra tørking av flisa kan være aktuelt for å få fyringstørr flis.

### Hogstavfall

Hogstavfall - greiner og topp blir samlet til biobrensel. Behandlingen under hogst er av betydning for kvaliteten på brenselet. Hogstmaskinen kjører etter et arbeidsmønster hvor hogstavfallet legges i hauger langs stikkvegen. Hogstmaskinens prestasjoner synker noe, men fordelene er at brenselet ligger konsentrert ved opplasting. Haugene må være under 1,5 m høge for å oppnå tørking.

Under gode værforhold vil 30-40 % av baret ha falt av etter 10 uker. Forsommeren gir best tørk og under regnfulle perioder tar hogstavfallet opp fuktighet og kvaliteten forringes.

Hogstavfallet blir opparbeidet og lagret som heltre. For å oppnå fyringstørr flis under 35 % kreves ekstra tørking.

### INDUSTRIFLIS

Industriflis er tradisjonelt betegnelsen på flis egnet til fiberproduksjon i treforedlingsindustrien, cellulose og papir. I bioenergisammenheng blir begrepet utvidet til alle fraksjonene av biprodukter ved produksjon i trelast- og trebearbeidende industri.

Rå industriflis er biprodukter fra skurproduksjon ved flising av barkedet bakhon og reduserfreser i saglinjen. Flisponene har en lengde på 20 – 40 mm. Fuktigheten,  $F_r$ , er 50 – 60 %. Rå flis og bark brennes i større anlegg med røkgasskondensering. Tørr industriflis er biprodukter fra trebearbeidende industri, møbel-, innredning- og trevareindustri. Fuktigheten er ofte lav, under 10 %  $F_0$ . En vesentlig del nyttes i bedriftenes egen varmeproduksjon og til produksjon av pellets og briketter. Kutterspon fra høvling, justering og kapp i trelastindustrien har en fuktighet på 15 – 20 %,  $F_0$ .

### TREAVFALL OG RIVNINGSVIRKE

Rent treavfall kan videreføres til fyringsflis, pellets og briketter, mens ubehandlet avfall er best egnet til varmeproduksjon i større forbrenningsanlegg med krav til røkgassrensing.

Gjenvunnet trebrensel som rivningsvirke og treavfall, emballasje, paller o.l blir kvernet eller knust til flisfraksjoner i større anlegg hvor metalldele, spiker, beslag og lignende trekkes ut med magnet.

Fuktigheten i rivningsvirke og treavfall er normalt 15 – 35 % og kan ved lagring i haug og i forbrenningsanlegg behandles som tørr flis.



Lagring av energivirke.  
Kilde: Bioland AS.



Flising av rivningsvirke.  
Kilde: Bioland AS.

<sup>2</sup>  $F_0$  angir fuktighetsinnholdet i forhold til tørrvekta

## KVALITETSKRAV PÅ ENERGIFLIS

Kvalitet på energiflis er særlig knyttet mot fuktighet, brennverdi, og fraksjonsdeling. De enkelte anleggstyper stiller spesifikke krav for å fungere tilfredsstillende. I mindre anlegg er det i flis-tilførselen, skruer og transportører at ujevn flisstørrelse, særlig stikker, finstoff og fremmedlegemer er den vanligste årsaken til driftsstopp. Forbrenningen er lettere å styre med homogent brensel, dvs. jevn flisstørrelse og fuktighet.

Det finnes ingen standard for brenselstørrelse i Norge. Enkelte varmekverker har utarbeidet egne spesifikasjoner. Spesielt benyttes østerrikske standarder for biobrenselanlegg og fliskvalitet. Det er i 2011 opprettet en egen komite som skal jobbe med norsk standard for biobrensel. Dette gjøres gjennom et prosjekt i Standard Norge.



Flisfyringsanlegg.  
Foto: Eiliv Sandberg.

## TABELL 1

### Ulike egenskaper for et sett av biobrensler

	Aske-innhold	Fuktighet	Fuktighet	Råbulk densitet	Brenn-verdi	Brenn-verdi
		(middel)	(variasjon)			
Ved, bjørk						
Ved, gran	%	%	%	hg/m <sup>3</sup>	MWh/tonn	MWh/lm <sup>3</sup>
Stammevedflis, nåletrær, rå	0,8			430	4,1	1,49
Stammevedflis, nåletrær, medium tørr	1,3	20		340	4,1	1,15
Stammevedflis, nåletrær, tørr	1,8	20		300	1,9	0,55
Sagflis		54	51-59	220	3,5	0,75
Kutterspon	0,3	30		200	4,1	0,78
Bark, nåletrær	0,3	23	18-23	350	1,9	0,65
GROT, ubearbeidet	0,4	57	35-64	110	4,5	0,43
GROT, fliset	2,9	12	10-40	400	1,6	0,60
GROT, knust	2,5	55	56-60	160	2,5	0,40
Returflis, treavfall	2,3-3	50	45-55	320	2,6	0,85
Pellets <sup>1</sup>	4,5	45	40-49	340	2,5	0,85
Briketter	15-20	45	39-46	265	3,8	0,70
Torv	0,7	20	20-50	700	4,7	3,20
Halm	0,7	8	7-8	600	4,3	2,60
	4	12	12-15	350	2,5	0,30
	3-5	15		110-150 <sup>2</sup>	4,0	
		17	15-25			

<sup>1</sup>Norsk Standard for trepellets: NS-3165

<sup>2</sup>Halmball

Kilde: Energigården, Veien til biovarme mfl





Halm.

Foto: Istockphoto.

### HALM

Halm som biprodukt fra produksjon av korn og oljevekster utgjør en betydelig energiresurs, energipotensialet er beregnet til 4,5 TWh pr år. Halm kan brennes direkte i baller, i revet form eller foredlet til pellets eller briketter.

Halmfyring er lite utbredt i Norge. En av årsakene til dette er dårlig erfaring fra eldre anlegg hvor ilegg av halmballer, virkningsgrad og slagning gav driftsproblemer. Høyt innhold av kalium i halmen (over 0,5 - 1 %) forårsaker et askesmeltetepunkt på ca. 850 °C. Lav askesmeltetepunkt fører til dårligere forbrenning og slaggavsetninger. Brenning av fuktig halm kan gi sjenerende røykutslipp. Nyere anlegg med forbedret forbrenningsteknologi har redusert ulempene ved halm som brensel. Anlegg for ilegg av hele halmballer har enkel teknologi og kan fyres med alternative brensel med liten bearbeidingsgrad som ved, treavfall, papir- og kartongballer. Halmen må samles opp og presses til rundballer kort tid etter tresking, mens halmen ennå er gul. Tettheten i rundballene er fra 80 - 125 kg/m<sup>3</sup> noe som krever stor lagerplass. Halm til brensel bør lagres tørt. Brennverdien ved 15 % fuktighet er 4 kWh/kg.

### BIOBRENSELETS EGENSKAPER

Biobrensel blir produsert av råstoff med varierende verdier for vekt, tørrstoff og brennverdier. Tallene i tabellen er gjennomsnittlige normverdier.

### PRISER PÅ BRENSSEL

Prisene og kostnadene for biobrensel vil variere. For foredlet brensel og ved fungerer et marked, dog med lokale variasjoner. For flis spiller råstofftilgang, transport og lokalisering sterkt inn på prisen. Her varierer prisene både innenfor hver enkelt landsdel og mellom de forskjellige landsdelene.

Prisen på biobrensel oppgis som regel i kr/tonn eller kr/lm<sup>3</sup>. I forbindelse med langsiktige leveranser blir prisen som regel forhandlet fram på forhånd og kontraktfestet. Ved mer tilfeldig salg må prisen tilpasses dagens markedsforhold. Nedenfor har vi satt opp en liste med prisoverslag for noen av de viktigste biobrensene. Oppdaterte priser for flis, pellets og briketter utgis av Energirapporten (<http://www.tekniskenyheter.no/EnergiRapporten.html>).

### TABELL 2

Fuktighet, brennverdi, tetthet og priser levert hos kunde innenfor 50 km (ikke ved) for ulike brensel (2012)

	Fuktighet	Brennverdi	Tetthet	Prisoverslag
	%	kWh/kg	Kg/lm <sup>3</sup>	Øre/kWh
Ved, 2000l, bjørk <sup>1</sup>	20	4,1		40-50
Ved, 1000 l, europall	20	4,1		50-60
Ved, 40 l sekk	20	4,1		50-70
Pellets <sup>1</sup>	10	4,8	600	34-3
Briketter	10	4,8	4-600	23-25
Stammevedflis	<35	>3,2	200	26
Stammevedflis	>35	<3,2	300	22
Heltreflis	35	3,2	310	19
GROT	45	2,6	320	17

<sup>1</sup> Bulkleveranse

# VARME OG EFFEKTBEHOV

Presise beregninger av oppvarmingsbehovet bør gjøres sammen med en ansvarlig konsulent. Tallene nedenfor kan brukes som et anslag. Oppvarmingsbehovet vil også variere med klima, fra milde kyststrøk til kalde innlandsstrøk. Uansett må man dimensjonere ut for den kaldeste perioden. Varme og effektbehovet kan beregnes både teoretisk og basert på erfaringstall.

## VARME- OG EFFEKTBEHOV - TEORETISK

Oppvarmingsbehovet kan beregnes av grunnflater på grunnlag av oppvarmet areal, normalt 40-100 W/m<sup>2</sup> grunnflate. Nyere godt isolerte boliger med dagens standard kan dimensjoneres for 30-40 W/m<sup>2</sup>. For eldre boliger kan 80-100 W/m<sup>2</sup> brukes, evt. mer. Innehar huset flere etasjer vil varmebehovet bli mindre i 2. etasje.

Verksted, vaskehall etc. kan dimensjoneres for 50-100 W/m<sup>2</sup>. Slaktekylling 70-120 W/m<sup>2</sup>. Fjærfehus og gris 100-120 W/m<sup>2</sup>.

Forbruk av varmt vann til dusj, vask etc. trenger ikke tas med, da akkumulatortanken for vann vil fange opp dette i gårdsanlegg og andre bygg med begrenset tappevannsbehov.

## Korntørker

Korntørker deler vi i to hovedprinsipper. Bingetørker og sats-tørker.

- I bingetørker ligger kornet i ro og det er ikke tilrådelig å heve temperaturen på tørkelufta med mer enn 5-7 grader på grunn av faren for mugg- og soppdannelse. I praksis krever dette ca. 20 kW/t pr. 10 000 m<sup>3</sup>/t i viftekapasitet. (60 kW/t for 30 000 m<sup>3</sup>/t)
- I sats-tørker tørkes kornet i tynne lag der kornet sirkulerer. Det blir brukt høyere tørketemperatur. Tilførselen av varme varierer fra 100 kW/t ved en tørke på 8 m<sup>3</sup> korn til 240 kW/t ved 18,5 m<sup>3</sup> volum.

For slike korntørker er det vanlig å regne med et energiforbruk på 1.2 – 1.4 kW/t pr kg borttørket vann. Effektbehovet til korntørka kommer ikke i tillegg til andre effektbehov siden fyringssesongen normalt ikke har begynt når korntørka benyttes. Effektbehovet til korntørka er relativt stort og kan derfor ofte bli dimensjonerende for hele anlegget.

Det må også påberegnes noe varmetap i distribusjonsnett og tas hensyn til virkningsgraden på fyrkjelen.

Man kan også ta utgangspunkt i dagens forbruk av energi, ved, olje eller elektrisitet og vurdere behovet ut fra dette. Se mer om dimensjonering av effekt under kapitler for de ulike brenselstypene.

## EKSEMPEL

Oppvarming av våningshus, kårbolig og verksted:		Effektbehov
Våningshus med grunnflate 120 m <sup>2</sup> i to fulle etasjer		
Nødv. effekt 120 m <sup>2</sup> x 60 W/m <sup>2</sup> (1.etg.)	7 kW	
Nødv. effekt 120 m <sup>2</sup> x 40 W/m <sup>2</sup> (2.etg.)	5 kW	12 kW
Kårbolig med grunnflate 120 m <sup>2</sup> i en etasje		
Nødv. effekt 120 m <sup>2</sup> x 100 W/m <sup>2</sup>		12 kW
Verksted med grunnflate 72 m <sup>2</sup> , romhøyde 4 m		
Nødv. effekt 72 m <sup>2</sup> x 80 W/m <sup>2</sup>		6 kW
Varmetap i ledningsnett (10-20 W/m)		
200 m x 20 W/m		4 kW
<b>Oppvarmingsbehov</b>		<b>34 kW</b>
Virkningsgrad på fyrkjelen 85-90 %.	34 kW / 0,85 = 40 kW	
<b>Dimensjonerende effekt</b>		<b>40 kW</b>



## DIMENSJONERING AV OPPVARMINGSBEHOV

Hus 1	Grunnflate	m <sup>2</sup>						
	Nødv. Effekt	m <sup>2</sup>	x		kW/m <sup>2</sup>			kW
Hus 2	Grunnflate	m <sup>2</sup>						
	Nødv. Effekt	m <sup>2</sup>	x		kW/m <sup>2</sup>			kW
Hus 3	Grunnflate	m <sup>2</sup>						
	Nødv. Effekt	m <sup>2</sup>	x		kW/m <sup>2</sup>			kW
Varmetap i ledningsnett		m	x		kW/m			kW
Oppvarmingsbehov								kW
Virkningsgrad på fyrkjelen 85-90 %								
Dimensjonerende effekt								kW

### VARME- OG EFFEKTBEHOVET - ERFARINGSTALL

En annen mulig måte å beregne effektbehovet på kan være å ta hensyn til dagens energiforbruk av for eksempel strøm. Brukes det 20 000 kWh pr år til varme og varmt vann, så deles dette med 6 600 timer for å få middeleffekt ved null grader.  $20\,000 / 6\,600 = 3$  kW i middeleffekt. For å finne max effektbehov ganges så med 3 for den kaldeste dagen og det legges til 10 % for kalde strøk (evt. trekkes fra 10 %) for å kompensere for klimaforskjeller. I eksemplet 9-10 kW max effekt.

Antar man at en tredjedel av døgnets timer (den maksimale tid det brenner i kjelen) skal dekke hele døgnbehovet for energi selv en kald vinterdag, må fyrkjelens effekt være minst tre ganger større enn husets max effekt. Den minste vedkjelen som velges blir da 30 kW (25 kW i milde strøk).

Videre kan man beregne størrelsen på brennkammeret ut fra for eksempel et ønske om 2 ilegg pr døgn. Er max effektbehov 10 kW ganges dette med 12 timer = 120kWh. Dette deles på virkningsgraden  $120/0,85 = 140$  kWh som er den energien som

trengs pr ilegg. Bra vedkvalitet vil gi 1.4 kWh ferdig varme pr liter ved som tilsvarer et brennkammer på 100 liter. Brukes litt dårligere ved trengs større brennkammer. Minimum brennkammer bør være 100-120 liter.

En kan også gå ut fra dagens vedforbruk eller olje, parafin etc. Moderne fyrkjeler har en virkningsgrad på 85-90 %, gode vedovner 60-70 % og eldre vedovner 50 %. Forenklet kan en anta at bjørk gir 2100 kWh/fm<sup>3</sup> og gran 1600 kWh/fm<sup>3</sup>. Fastmasseprosenten på stablet ved er ca. 65 %. Går det med 16 fm<sup>3</sup> (24 lm ) bjørkeved tilsvarer dette 33 000 kWh (24x 0.65x2100). Fyringsolje gir 10.1 kWh pr liter. Eks 3000 l fyringsolje = 30 300 kWh. I tillegg må det korrigeres for virkningsgrad.

# VEDFYRING

Vedfyringsanlegg kan plasseres i bolighuset, eksempelvis i kjelleren, eller i et eget separat fyrhus. Det må brukes akkumulatortank, som akkumulerer varmen kjelen produserer og forsyner denne til det vannbårne varmeanlegget etter behov. Tanken må ha kapasitet til å kunne lagre energien fra minst en oppfyring og ha tilstrekkelig kapasitet til å holde huset varmt om natten. Akkumulatortankens størrelse er avhengig av byggets størrelse og oppvarmingssystemet. Passende størrelse på akkumulatortanken kan være 10-12 l pr m<sup>2</sup> som skal oppvarmes eller 75-100 l pr kW på kjelen. Generelt bør akkumulatortanken være så stor som mulig. Økes denne til det dobbelte halveres antall oppføringer i løpet av et år.

Fyrrommet skal utføres som branncelle og gi plass til fyrkjel, godt isolerte akkumuleringstank(er), rørsystem, ekspansjonstank, distribusjonspumper, sikringsskap (styreskap) samt termostatstyrt panelovn. Det skal være tilgang på tilstrekkelig slokkningsutstyr for effektiv slokking av brann. Det bør være sluk i golv.

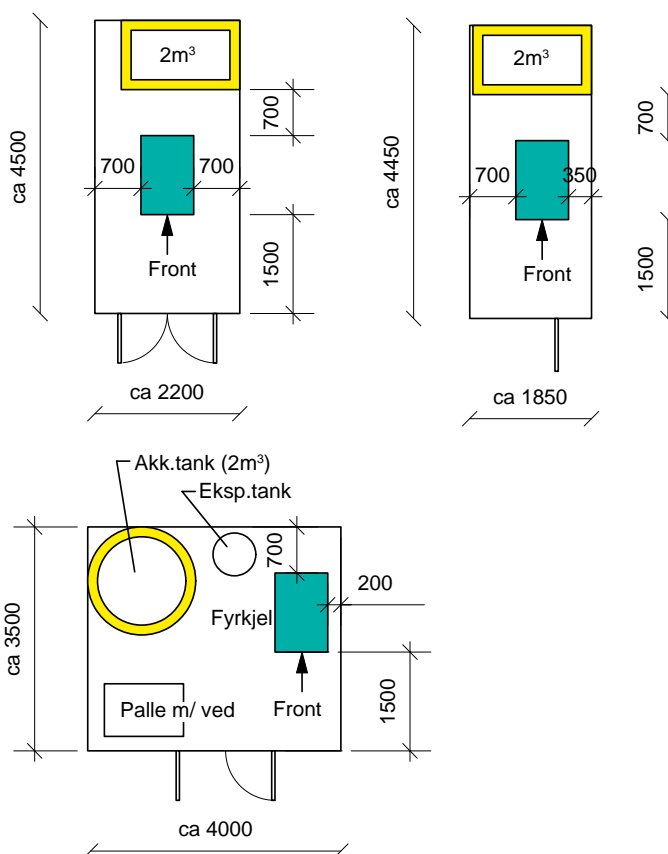
Ved bruk av eksisterende skorstein må det kontrolleres om denne har stort nok tverrsnitt og vil tåle forventet røykgasstemperatur. For nyanlegg er runde prefabrikkerte elementstålpipe mest aktuelt. Husk ventiler i vegger for friskluftinntak med minst like stor åpning som røykrør.

Utforming av fyrrommet må tilpasses i hvert enkelt tilfelle. Kontakt gjerne leverandør for minimumsmål. Se også avsnittet «oppstillingsvilkår – krav til fyrrom». Plassering av fyrkjel, tanker og kulvertrør må være planlagt og bestemt før byggingen starter.

Det bør legges til rette for enkel inntransport av ved, for eksempel bør en storsekk kunne kjøres rett inn i fyrrommet. Det anbefales dobbel ståldør med lysåpning avhengig av hvordan brensel skal transporteres inn og asken transporteres ut. For hydrosekk på tvers er minimum lysåpning 180 cm. Det kan oppbevares inntil 8 m<sup>3</sup> brensel i fyrrommet.

Det er også fornuftig å dimensjonere lysåpning i forhold til eventuell fjerning og inntransport av kjelanlegg og annet utstyr til fyrrommet.

**FIGUR 1**  
Fyrkjel integrert i bolig - eksempler på planløsninger



**TABELL 3**  
Eksempler på dimensjonert fyrkjel, akkumulatortank og vedforbruk

Fyrkjel	Akkumulatortank	Årsforbruk ved <sup>1</sup>
35 kW	2,6 – 3,5 m <sup>3</sup>	28 lm <sup>3</sup>
50 kW	3,7 – 5 m <sup>3</sup>	37 lm <sup>3</sup>
80 kW	6 -8 m <sup>3</sup>	67 lm <sup>3</sup>

<sup>1</sup> stipulert



Akkumulatortank  
Kilde: SGP Varmeteknikk.



Vedkjel  
Foto: Eiliv Sandberg.

## SEPARAT FYRROM

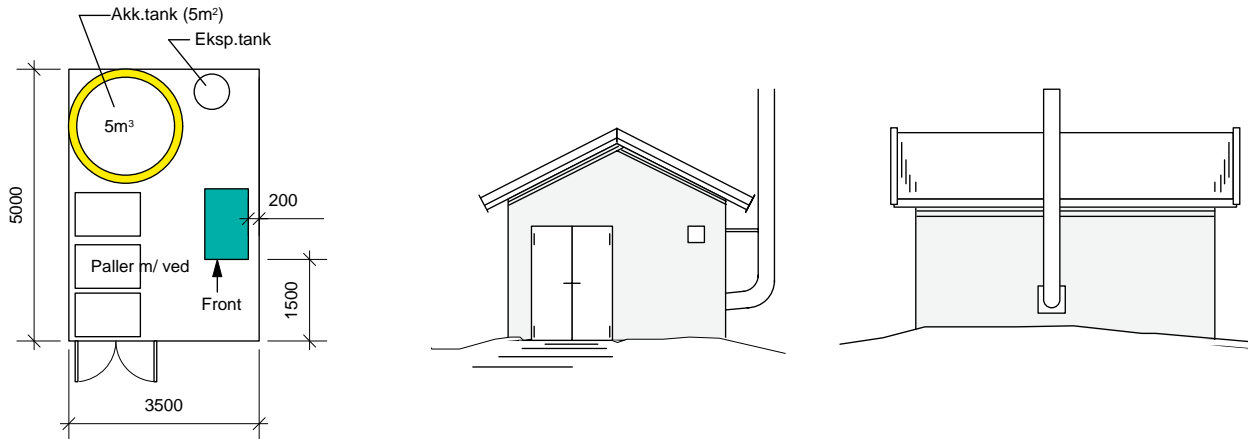
Ved bygging av separat fyrrom vil størrelse og antall akkumuleringsstanker bli avgjørende for utformingen av bygget. Innvendig mål 3,5 x 5 m vil gi god plass til akkumuleringsstank(er), ekspansjonstank og paller med ved.

Europall (80 x120 cm)

Hydropall (105 x 130 cm)

**FIGUR 2**

Planløsning og fasader for separat fyrrom

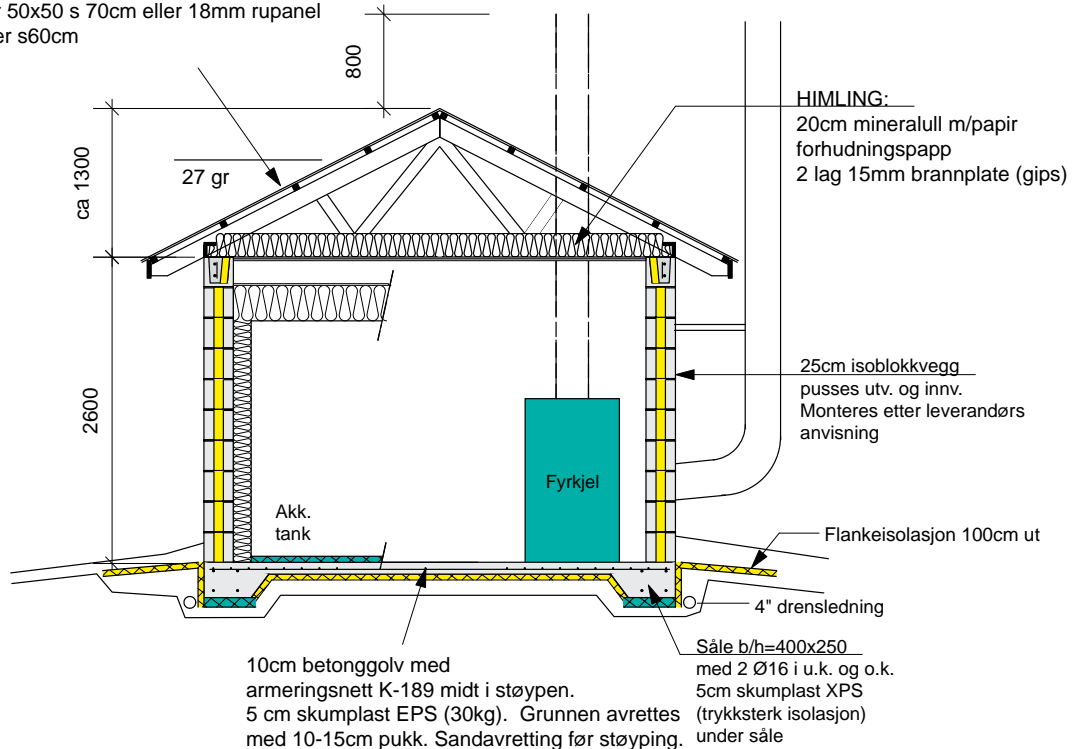


Skissen nedenfor viser et fyrrom med to forskjellige takløsninger, med takstoler og med langsgående limtretrager i møne.

**FIGUR 3**

Snitt av takløsning med takstoler

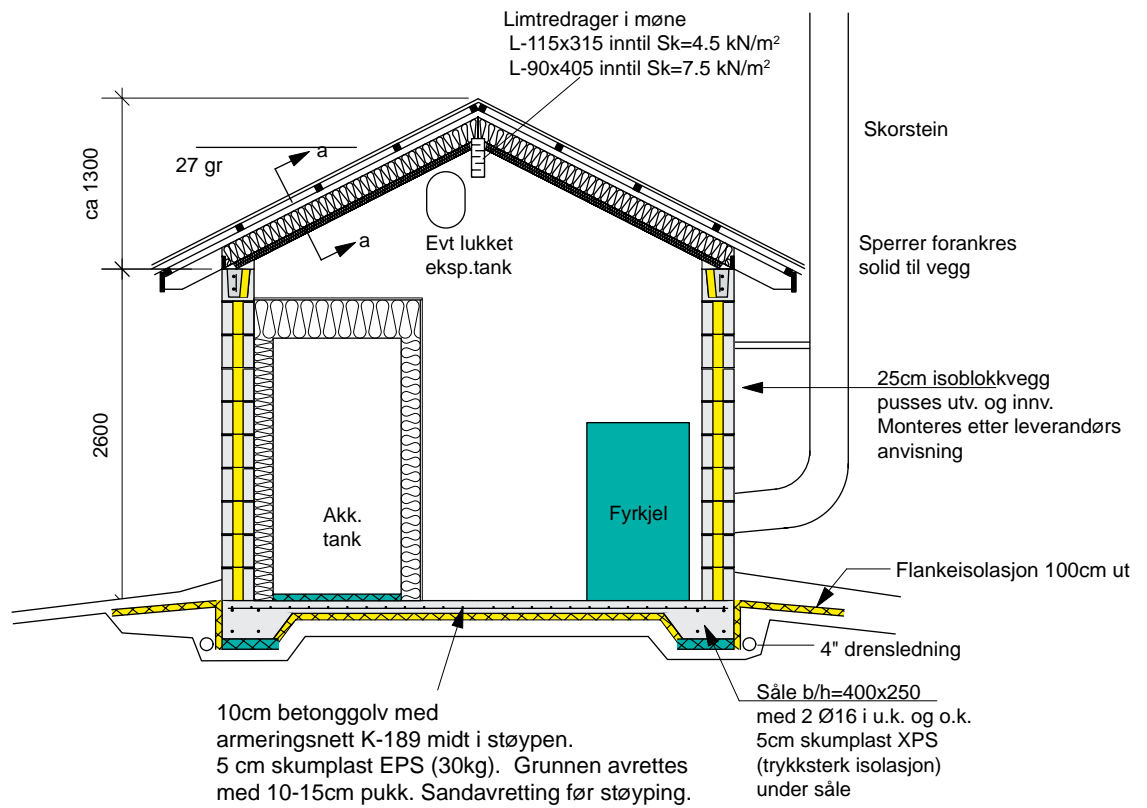
TAK:  
Takplater TP20  
Takåser 50x50 s 70cm eller 18mm rupanel  
Takstoler s60cm



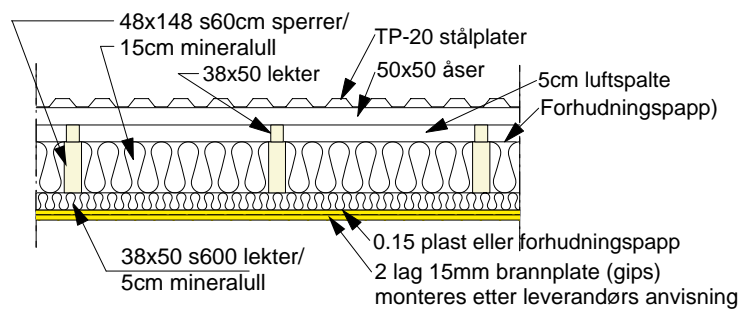


**FIGUR 4**

Snitt av takløsning med langsgående limtretrager

**FIGUR 5**

Detaljer fra takkonstruksjon

**Byggekostnader**

Det anbefales å hente inn tilbud fra flere leverandører med ferdig monterte løsninger. Dette avklarer lettere ansvarsforholdene dersom noe ikke skulle fungere tilfredsstillende.

# FLISFYRING

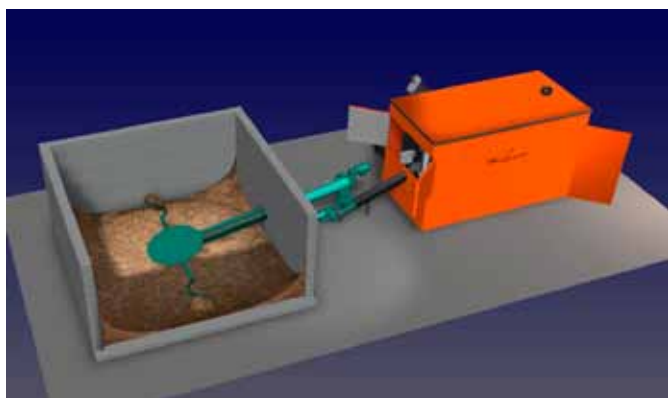
Flisfyringsanlegg kan være plassbygd, men kan også leveres prefabrikkert i en konteiner. I konteinerløsninger er all innvendig installasjon som fyrkjel, innmatingssystem, elektriske installasjoner og røropplegget ferdig montert. Kun tilkoblinger mangler. Fordelen er at her vet en hva flisfyringsanlegget vil koste, men mulighet for egeninnsats blir mindre.

Et plassbygd fyringsanlegg kan tilpasses den stedlige byggeskikk og plasseres i eller inntil eksisterende driftsbygning. Flislager bør minimum dimensjoneres for minst 3 døgns full effekt på kjelen. Dette vil normalt holde for 7-10 dagers fyring.

## TABELL 4

### Eksempler på ulike dimensjonerte anlegg

Fyrkjel	Flislager	Akkumulatortank	Årsforbruk flis
30 kW	5 m <sup>3</sup>	1,5 – 2 m <sup>3</sup>	90 – 150 lm <sup>3</sup>
50 kW	10 m <sup>3</sup>	2 – 4 m <sup>3</sup>	150 – 250 lm <sup>3</sup>
100 kW	15 m <sup>3</sup>	3 – 5 m <sup>3</sup>	300 – 500 lm <sup>3</sup>



Fyrhus i Konteinerløsning.  
Kilde: Bioland AS.

## Utforming av flissilo

En brenselssilo kan bygges i stål, betong eller tre, enten som nedsenket (under bakkenivå), ikke nedsenket eller en kombinasjon. Skarpe hjørner må unngås så langt det er praktisk mulig. Svakt hellende vegger vil bidra til at brenselet kan bygge broer (brenselet henger igjen), og bidra til dårlig effekt på brenselssiloen og vanskeliggjøre utmating.

Man må være oppmerksom på faren for varmegang i siloen ved langtidslagring av vått brensel i høyde over 5m. Varmegangen medfører redusert brennverdi i brenselet, men har også et positivt element ved at brenselet ikke fryser og danner klumper. Videre må man være oppmerksom på faren for dannelse av mugg og sopp sporer og utforme lageret deretter. Brensel med over

35 % fukt benyttes kun unntaksvis i mindre anlegg. En brenselssilos utforming og størrelse vil avhenge av anleggsstørrelse og brensellogistikk. Enkelte siloer henter ventilasjonsvarme fra fyrrommet til tørking av flis og oppvarming av flissiloen. På denne måten kan en benytte spillvarme til både å øke brennverdien i flisen, men også til å unngå at det fryser.

I tillegg vil det i enkelt tilfeller være smart med et eget lager for langtidslagring eventuell tørking av flis. Dette gjelder for eksempel i områder med dårligere tilgang på flishogging, der det lønner seg å flishogge eller kjøpe større kvantum eller hvor klimatiske forhold som nedbørsmengder gjør det komplisert med utendørs tørking av flis. Det er her også viktig å være oppmerksom på at langtidslagring av flis kan forringe kvaliteten slik at dette blir et regnestykke som må vurderes opp mot hverandre.

## Innmating

Innmatingssystemet må være tilpasset til hvilket brensel man vil benytte. Misforhold mellom innmatingssystem og brensel er den aller vanligste årsaken til driftsstopp i flisanlegg. Hovedregelen ved investering og bygging er å søke enkle løsninger med minst mulig «leamikk» og færrest mulig skruer. Lange stikker i flisa kan sette seg i skruer, vinkler og sluser. Derfor færrest mulig omlastninger. Man bør også være oppmerksom på hvilken godstykkelse i skruer og medbringere som kreves for det aktuelle råstoffet. Snø og frossen flis skaper lett overbygging i flisa, og sliter samtidig på skruer. For innmating fra flissilo benyttes en sirkelmater eller en stangmater (stegmater). De enkleste flisanleggene har kun skruer fra lagertank som må fylles manuelt.

En **sirkelmater** ligger horisontalt i bunnen av flissiloen og dreier sakte rundt sin egen akse. Slik «rører den flisa» ned i en underliggende skruer som bringer flisa videre. Løsningen er enkel og rimelig. En ulempe kan være at det lett setter seg stikker i skruen. Med for eksempel 20 m<sup>3</sup> flis liggende oppå skruen, kan slike stikker medføre mye arbeid. Det er viktig å bygge slik at man har rom under sirkelmateren for reparasjoner og vedlikehold. En sirkelmater krever relativt homogen flis.



Sirkelmater.  
Foto: Øyvind Halvorsen, Innovasjon Norge.



**Stangmater.**

Kilde: Eiliv Sandberg

En **stangmater** er i prinsippet en serie sammenhengende trekantjern (medbringere) som dyttes frem og tilbake i bunnen av flissiloen ved hjelp av hydrauliske sylindrer. Flisa blir sakte dyttet i en retning, mens den glir over medbringeren når denne går tilbake. I enden av flissiloen er det en tverrstilt endeskruer eller transportbånd (medbringere) som flisa faller ned i, og fraktes videre mot fyringsanlegget. For å hindre overbygging av flis i enden, er det ofte i større anlegg montert en rivervals fremfor endeskruen. Dette problemet kan også løses med en jernstang tverrmontert litt fremfor endeskruen til å bryte flisbyggingen. Denne løsningen er vanligere i mindre anlegg. I stedet for endeskruer kan man gjerne benytte et transportbånd. Dette er noe mer kostbart. Fordelen med stangmater er at de er robuste, holdbare og krever mindre homogen flis. Samtidig er det lett å komme til ved endeskruen der eventuelle problemer helst oppstår. Ulempen er at de er betydelig mer kostbare sammenlignet med en sirkelmater.

### Fyringsteknologi

Det skilles mellom kjeler med pausefyring og start/stopp forbrenning. Store temperaturforskjeller i løpet av fyringssesongen gjør at anleggene skal fungere godt ved forskjellig belastning. Særlig i innlandsstrøk kan temperaturen variere mye fra høstdagene til de virkelig kalde vinterdagene. Dette setter krav til kjelene, som løses gjennom bruk av forskjellig teknologi.

### Pausefyring

Ovn med pausefyring alternerer mellom maksimal- og minimal effekt. Ved minimal effekt «pausefyrer» kjelen, dvs. at den gir redusert effekt. I denne fasen kan det lett oppstå problemer. For det første kan kjelen slukne ved ustabil pauseforbrenning. Dette er vanligst ved bruk av fuktig flis. Det er også vanskelig å styre forbrenningen ved lav last. Det kan resultere i uforbrente partikler, røyk og bekking av kjele. Vanskeligheter med å styre innmatingen ved pausefyring kan også gi problemer som tilbakebrann i skruen til siloen. Dette er vanligst ved bruk av tørr og lett flis.

Problemene ved pausefyring kan reduseres ved at anlegget underdimensjoneres noe i forhold til det totale effektbehov. Slik minimeres antall dager med lavlastfyring. Dette forutsetter at man har en form for spisslast til de dagene med høyt energibehov. En tommelfingerregel sier at dersom anlegget dimensjoneres til 60 % av maksimal beregnet effektbehov vil dette gi tilstrekkelig effekt til over 90 % av dagene som trenger fyring. Det betyr at det bare er noen av de aller kaldeste dagene i året at brukerne av anlegget må supplere med tilleggs effekt. De fleste anlegg som leveres i dag benytter denne teknologien.

### Start/stopp forbrenning

Ovn med start/stopp forbrenning starter og stopper ved behov. Dette gjelder små anlegg som dimensjoneres for maksimalt effektbehov og normalt ikke har behov for tilleggs effekt.

Utformingen av en ovn vil variere etter valg av brensel og forventet variasjon i brenselkvaliteten. Man har erfart at anlegg kan få problemer hvis det ikke har vært installert en tilstrekkelig stor akkumulatortank som varmebuffer.

Med hjelp av et varmemagasin / akkumulator er det mulig å jevne ut døgnforbruket og forlenge bruken av bioenergicentralen i sommerhalvåret. Start/stopp anleggene bør alltid ha tilkoblet akkumulatortank.

### Akkumulatortank

Akkumulatortanken er å anse som fyringsanleggets batteri fordi tanken lades av kjelen under fyring. Det er derfor viktig at kjele, akkumulatortank og energiforbruk er tilpasset hverandre. En akkumulatortank vil sikre mer optimal forbrenning, øke virkningsgraden og redusere antall start og stopp på kjelen. Akkumulator er nødvendig dersom flere energikilder skal benyttes i varmesentralen.

For at en akkumulatortank skal fungere etter hensikten er det absolutt nødvendig å oppnå en god varmesjiktning i tanken. Sjiktningen påvirkes av dimensjonering og plassering av tank, rørføring og pumper. For å styre effektnivået måles temperaturen i en akkumulatortank med følere på forskjellige steder i tanken. Varmt vann har mindre egenvekt enn kaldt vann, og blir liggende i toppen av akkumulatortanken. Dette medfører at etter hvert som varmtvann brukes fra akkumulatortanken og kaldt vann returnerer, gir temperaturfølerne i tanken beskjed om å øke effekten på kjelen. Dette sikrer at det disponible energinholdet i tanken kan dekke det momentane energibehovet til enhver tid. Det er ønskelig med størst mulig "delta-t" (forskjell på tur og returtemperatur). Da vil man kunne oppnå maksimal utnyttelse av den lagrede energien i akkumulatortanken.

For fyringsanlegg under typisk 60 kW er det ofte vanlig at anlegget dimensjoneres til å ta tilnærmet hele effektbehovet. Det medfører at anlegget også må fungere store deler av tiden på redusert/lav last. Ved slik belastning vil et anlegg med mulighet for automatisk tenning ha store fordeler av å benytte en akkumulatortank. Tanken vil redusere antall starter og gi anlegget bedre driftsbetingelser og virkningsgrad. I en normal villainstallasjon vil for eksempel en akkumulatortank på 500 liter halvere brennerens antall start og stopp, som igjen gir økt virkningsgrad og lavere utslipp. Typisk innkobling er vist i figuren på neste side.



For anlegg over 60 kW vil fliskjelens størrelse normalt være dimensjonert til mellom 50-80 % av dimensjonerende effekt. Dette medfører at fliskjelen får totalt sett færre timer på lav last, men det er som regel likevel anbefalt å benytte en akkumulatortank da dette vil gi anlegget bedre driftsbetingelser. Noen større pellets- og fliskjeler er ved vinterdrift modulerende i intervallet 30-100 %, mens de ved sommerdrift fungerer som "start-stopp"-kjeler.

Vanlig dimensjonering er 25 liter pr. kW effekt på fliskjelene. En kjel på 1 000 kW trenger således en akkumulatortank på ca. 25 000 liter. Det er heller ingen ulempe å velge en større tank, men dette blir ofte dyrere.

En vedkjel er normalt manuelt fyrt. Dvs. at brenselet (vedkubbene) mates/legges manuelt inn i fyrkjelen. For å få et fornuftig intervall mellom hver gang en trenger å legge i ved, bør fyrkjelen ha et stort nok vedlegg til at et tillegg minimum genererer den mengden energi som kreves i varmeanlegget for 12 timer. Det vil med andre ord si at ved dimensjonerende forbruk i varmeanlegget må en fyre opp i vedkjelen 2 ganger i døgnet i de kaldeste periodene. En slik type drift forutsetter bruk av en akkumulatortank. Ved dimensjonering av akkumulatortank er utgangspunktet minimum 10-12 liter akkumulatortankvolum pr. m<sup>2</sup> boligareal. Dersom boligen som skal fyres med en vedkjel er på f.eks. 200 m<sup>2</sup> bør tankvolumet være minimum 12 liter pr. antall m<sup>2</sup> areal. Med et areal på 200 m<sup>2</sup> x 12 liter/m<sup>2</sup>, havner man på 2400 liter. Da anbefales en akkumulatortank på 2500 eller 3000 liter, og det er størrelsen på tanken bestemmer intervallene mellom hver opptenning og fyring. Akkumulatortankvolumet må også vurderes i forhold til størrelsen på vedkjelen. En tommelfinger regel for dimensjonering av akkumulatortankvolumet er 75-100 liter pr. kW.

Akkumulatortanken kan leveres med tappevannsspiral som sørger for at anlegget kan levere varmt forbruksvann i bygget. På denne måten kan man hele året igjennom få dekket varme og varmtvannsbehovet kun ved hjelp av egenprodusert energi.

Det er vanlig at akkumulatortanker også leveres med mulighet for å sette inn strømkolber, og dette er den desidert rimeligste og mest benyttede spisslastkilden for vedfyringsanlegg. En EL-kolbe i toppen på akkumulatortanken vil sikre at det er varmt nok i toppen av tanken til tappespiral for forbruksvann.

Det eksisterer 3 typer akkumulatortanker:

- En ren akkumulatortank, som bare har som oppgave å lagre energi for å kunne dekke et varierende energibehov.
- Akkumulatortank med spiral(er) vil i tillegg til å lagre energi også tjene som varmeveksler.
- En varmtvannsbereder vil også kunne fungere som en akkumulatortank.

#### Kjeler for tørt brensel

Leverandørene tilbyr ulike teknologier tilpasset brenseltype og fuktighet i brenselet. Kjelen velges ut fra brensel og fuktighet i brenselet. Det er viktig å avklare hva slags brensel man skal bruke. Les mer om fyringsteknologi og kjeler i boka «Bioenergi - miljø, teknikk og marked» fra Energigården.

#### Regelmessig kontroll og feiing er viktige driftsrutiner.

Gjøres dette riktig vil man oppnå høyere virkningsgrad, mindre slagging, askerest og redusert forurensning (CO, NO<sub>x</sub>, uforbrente gasser og partikler i røykgassen). Økt røykgasstemperatur er et tegn på at det må feies. Mindre anlegg leveres normalt uten automatisk askeuttak.

#### Driftserfaringer og feilkilder

Lange flisfraksjoner (stikker) og frost i rå flis (klumping etc.) kan blokkere innmatingen. Det er derfor viktig å komme til skruene under flislageret for å utbedre dette. Det må være en brannsikker luke (mannhull) fra fyrrommet, helst med installert lys. Ved brenning av tørr flis er faren for tilbakebrann størst. En måte å unngå dette på er å underdimensjonere anlegget noe.



*Flising.*

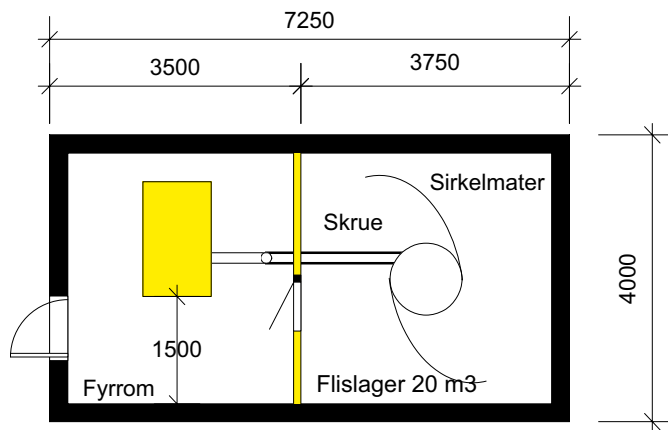
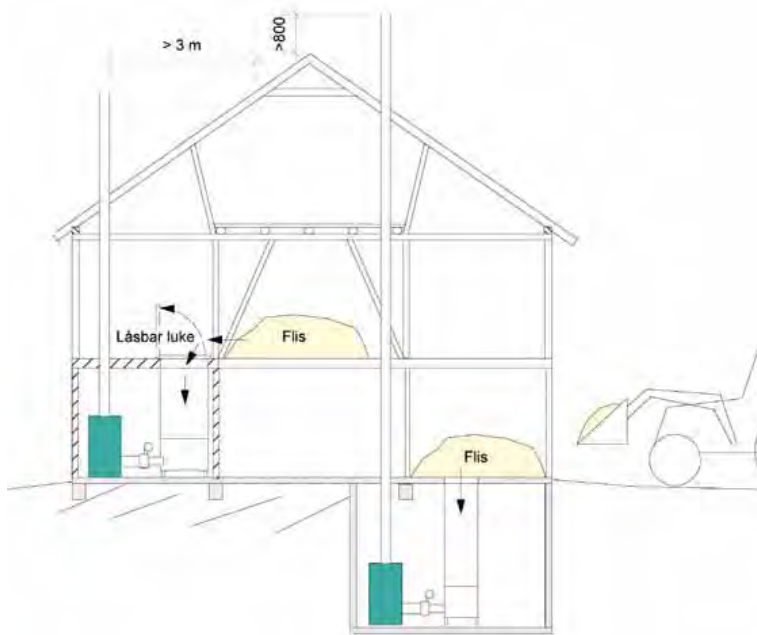
*Foto: Eiliv Sandberg.*

### Eksempler på fyrrom

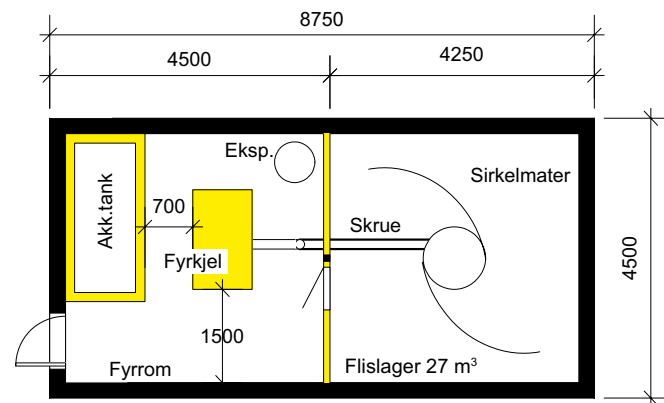
Utforming av fyrrommet må tilpasses i hvert enkelt tilfelle. Kontakt gjerne leverandør for minimumsmål, se også oppstillingsvilkår – krav til fyrrom. Ved dårlig grunnforhold kan det være aktuelt med grunnmur til telefritt eller bedre isolasjon i grunnen. Ved utvendig oppfylling og kjøring inntil vegg i forbindelse med fylling av flislager må det forsterkes slik at ikke veggen klemmes inn. Det må alltid tas hensyn til lokale forhold.

Det må tas hensyn til størrelsen på akkumulatortanken før dør til fyrrommet bestilles. Runde tanker krever stor dør, men er billigere i innkjøp enn rektangulære tanker.

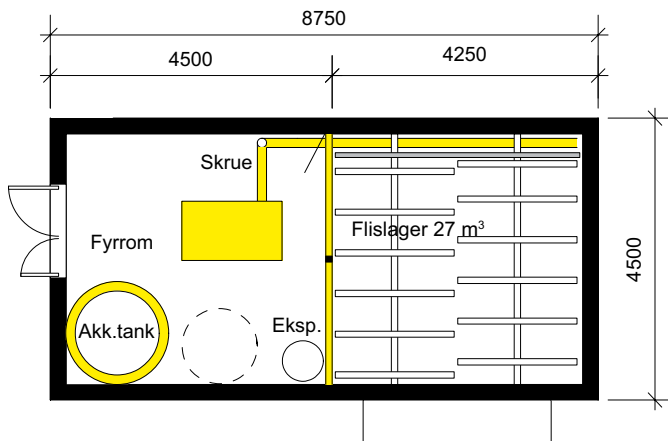
**FIGUR 6**  
Enkelt anlegg – manuell fylling



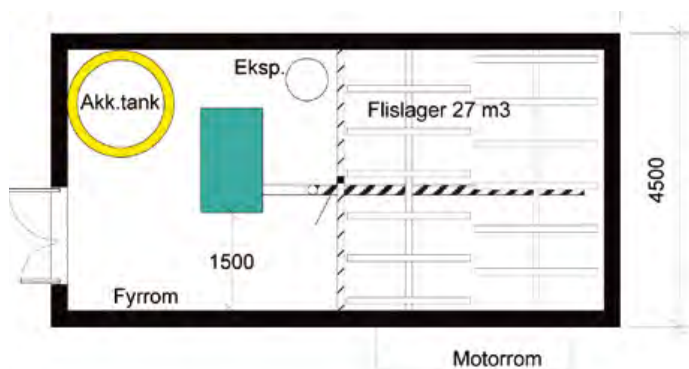
**FIGUR 7**  
Anlegg uten akkumuleringstank



**FIGUR 8**  
Fyrrom med akkumulatortank(er)/flislager med sirkelmater



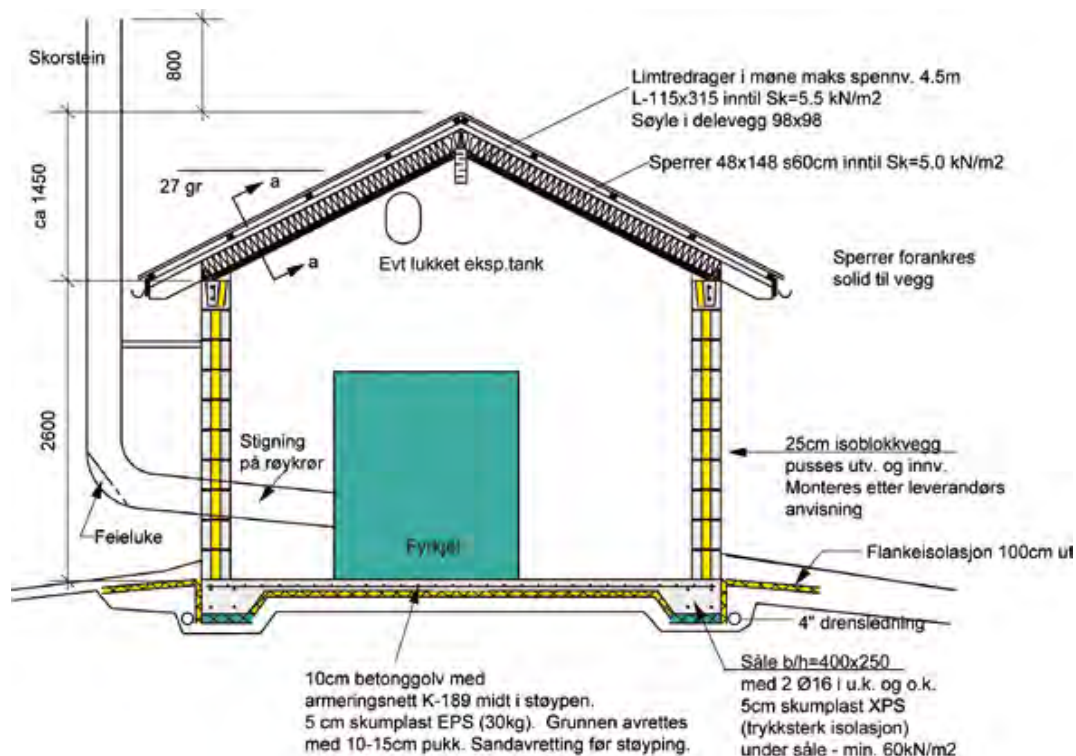
**FIGUR 9**  
Fyrrom m/ akk. tank(er) og stangmater (mot en side)



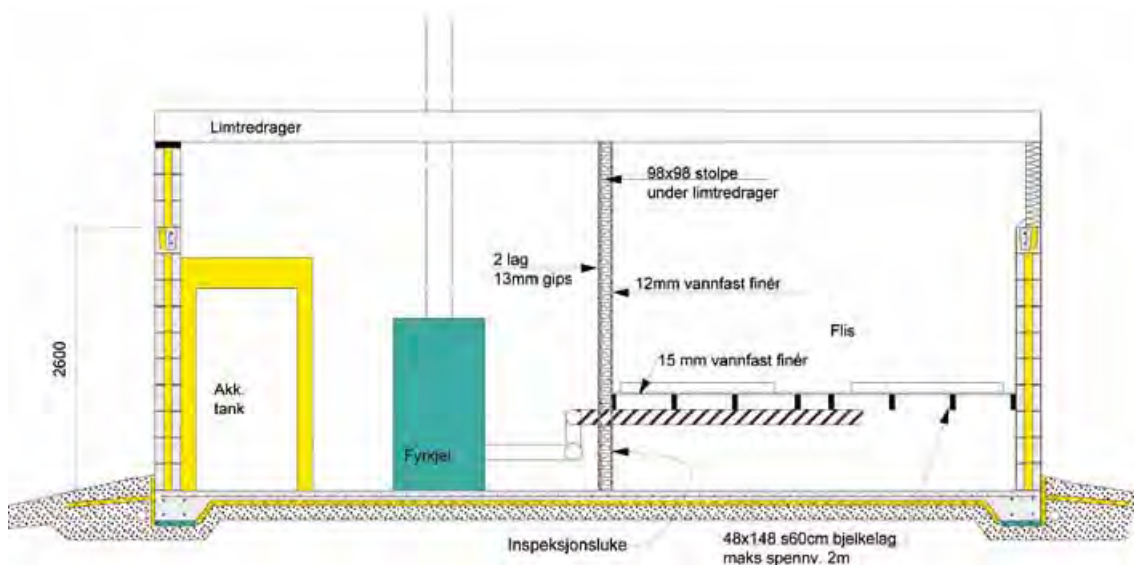
Fyrrom med akkumulatortank(er) og stangmater (mot midten)

Tegningene på denne siden viser fyrrom med akkumulatortank(er) / flislager med sirkelmater.

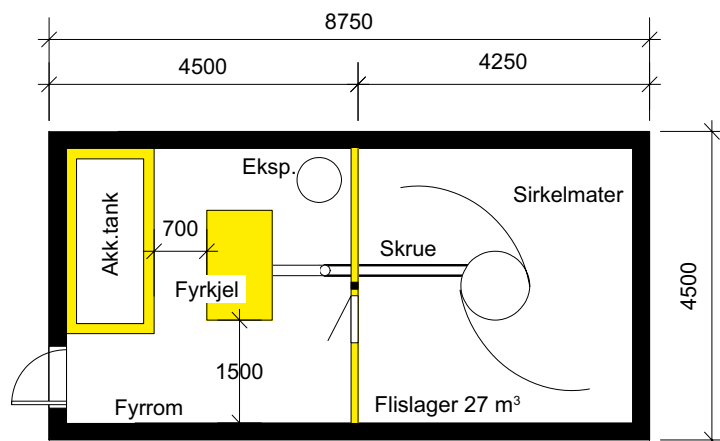
**FIGUR 11**  
Snitt



**FIGUR 12**  
Lengdesnitt



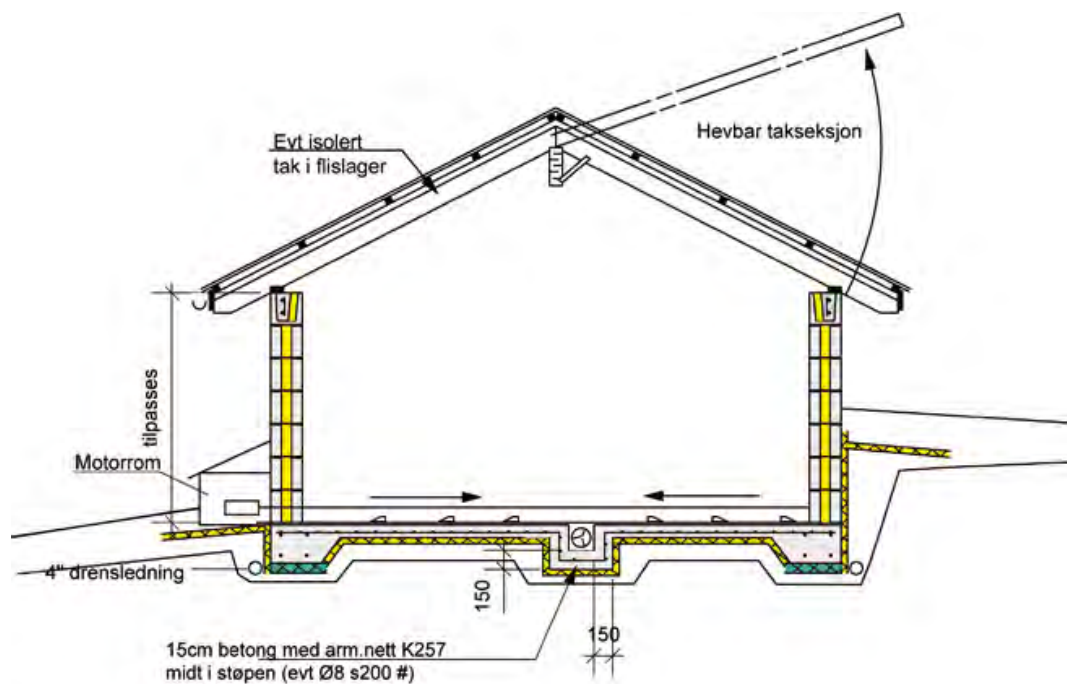
**FIGUR 13**  
Planløsning



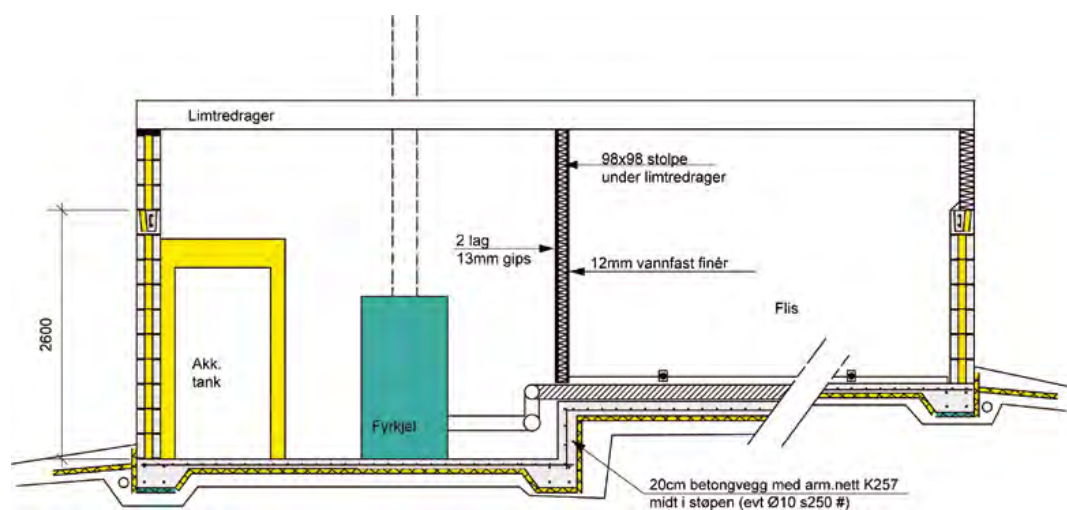


Tegningene på denne og neste side viser fyrrom med akkumulatortank(er) og stangmater (mot midten).

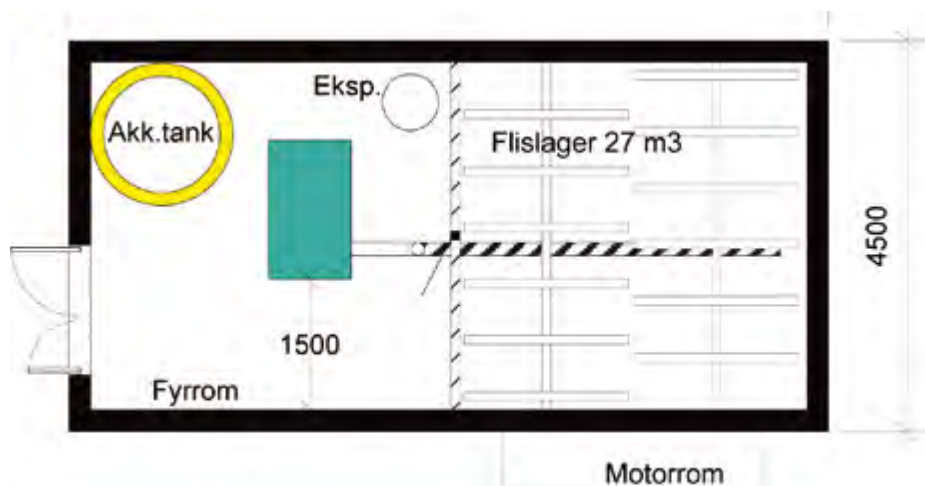
**FIGUR 14**  
Snitt

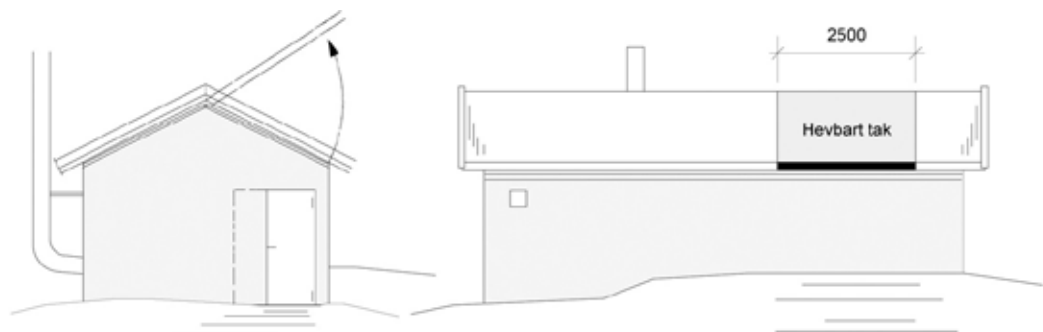


**FIGUR 15**  
Lengdesnitt



**FIGUR 16**  
Planløsning

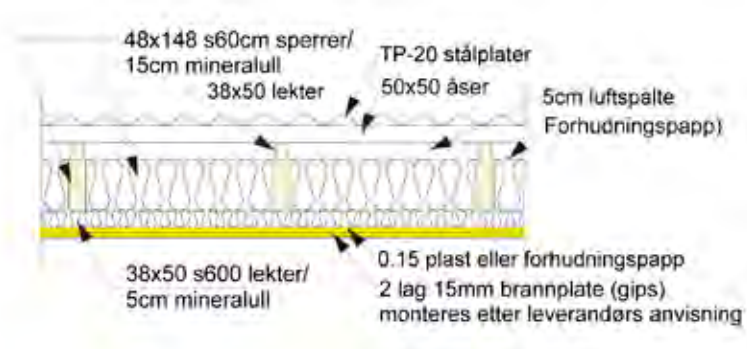




**FIGUR 17**  
Fasader



**FIGUR 18**  
Detalj fra takkonstruksjon



# HALMFYRING

## HALMFYRING

Skal man investere i halmanlegg må man være sikker på at man kan få fuktinnholdet i halmen ned mot 16 %, og har tilstrekkelig tilgang på halm. Driver man med kornproduksjon og ikke har alternativ anvendelse av halmen, kan et halmanlegg gi god økonomi. En halmball på 270 kg og 15 % fuktighet gir 864 kWh. Om det koster 50 kr å presse en halmball, har man da en pressekostnad på 6 øre/kWh. Råstoffkostnadene vil da begrenses til kostnadene ved pressing, håndtering og lagring. Logistikk og evnen til å ha kontroll på fuktighet er to sentrale størrelser for å oppnå lønnsomhet i fyringen. En fordel med små og batchfyrte halmanlegg er at de er fleksible mht. råstoff. Det er ikke noe i veien for å fyre med ved eller annet treavfall.

Halmfyringsanlegg kan leveres ferdig med akkumulatortank og nødvendig rørapplegg. Dette gir rask og enkel installasjon. Egeninnsats begrenses da til fundament for huset og pipa.

I gode (tørre) vintre kan halmballene lagres utendørs. Det beste er under tak med god lufting, f.eks stolpehus eller lignende. Ballene kan også lagres på tørr grunn (fjell) eller på støpt plattning med duk over.

Forbruk av halm og lagerbehov må beregnes i hvert enkelt tilfelle i samsvar med fyrkjeler og oppvarmingsbehov. For levering til kyllinghus, korn tørke etc. kan det være aktuelt å fyre hele året. Stoppes fyrkjelen i sommersesongen bør det settes inn en bereder m/ elektrisk kolbe på f.eks 300 l.

Enkelte kommuner forbyr brenning av halm på jordene. Ved halmfyringsanlegg får en fjernet og utnyttet halmen. Dermed står en friere i valg av jordarbeiding og kan spare kostnader.

Utfordringen med halmforbrenning er aske. Dels blir det store askevolumer sammenlignet med flis (5 % mens ved og flis ligger på 1,5 %) og dels smelter aske fra halm ved 700-800°C. Dette stiller spesielle krav til askehåndteringen for at halmforbrenningen skal gå uten alt for store driftsproblemer. Det er også verdt å merke seg at halmfyring kan gi noe røykutslipp under opptenning og perioden rett etter.

Anleggene leveres med størrelser for 1, 2 eller 3 rundballer med 160 cm diameter og lengde på 120 cm. Et anlegg for 1 rundball medfører hyppigere tillegg enn et for 2 og 3. Fordelen med større brennkammer er også muligheten for å benytte tømmer og andre rene brensler. Et halmfyringsanlegg er i stor grad prefabrikkert og monteres i løpet av noen få timer.

Les mer om erfaringer fra halmfyring i Norge i Skog og Landskaps rapport: Halm som biobrensel ([www.skogoglandskap.no](http://www.skogoglandskap.no)).



*Halmfyring.*

*Kilde: Big O AS.*

## VARMEDISTRIBUSJON

Et sentralvarmeanleggs hovedkomponenter er kjelen, akkumulatortank, bereder, rørsystemet / nærvarmenett, radiatorene for varmeavgivelse (evt. gulvvarme) og automatikken for styringen av varmeavgivelsen. Vanntemperaturen er som oftest under 100 °C, men kan være opptil ca. 110°C. Ved bruk av PEX-rør (plast) kan nærvarmenettet ha maks 95°C. Normalt vil trykket ligge på 1.5 bar.

Anlegget må utstyres med ekspansjonssystem og sikkerhetsventiler.

I neste figur er det vist eksempler på koblingskjema, men anleggene må alltid planlegges og monteres av godkjent installatør.

Vesentlig i et varmeanlegg er ekspansjonskaret, som opptar utvidelsen av vannet ved oppvarmingen. I de aller fleste anlegg anbefales det bruk av lukkede ekspansjonssystemer. I biobrenselanlegg kan imidlertid åpne systemer være aktuelle. Ved valg av åpent ekspansjonssystem må en være klar over korrosjonsfaren på radiatorene og rør. Åpne ekspansjonstanker må ha overløpsledning som viser at anlegget er fullt av vann, og må plasseres på høyeste sted i varmeanlegget og stå frostfritt!



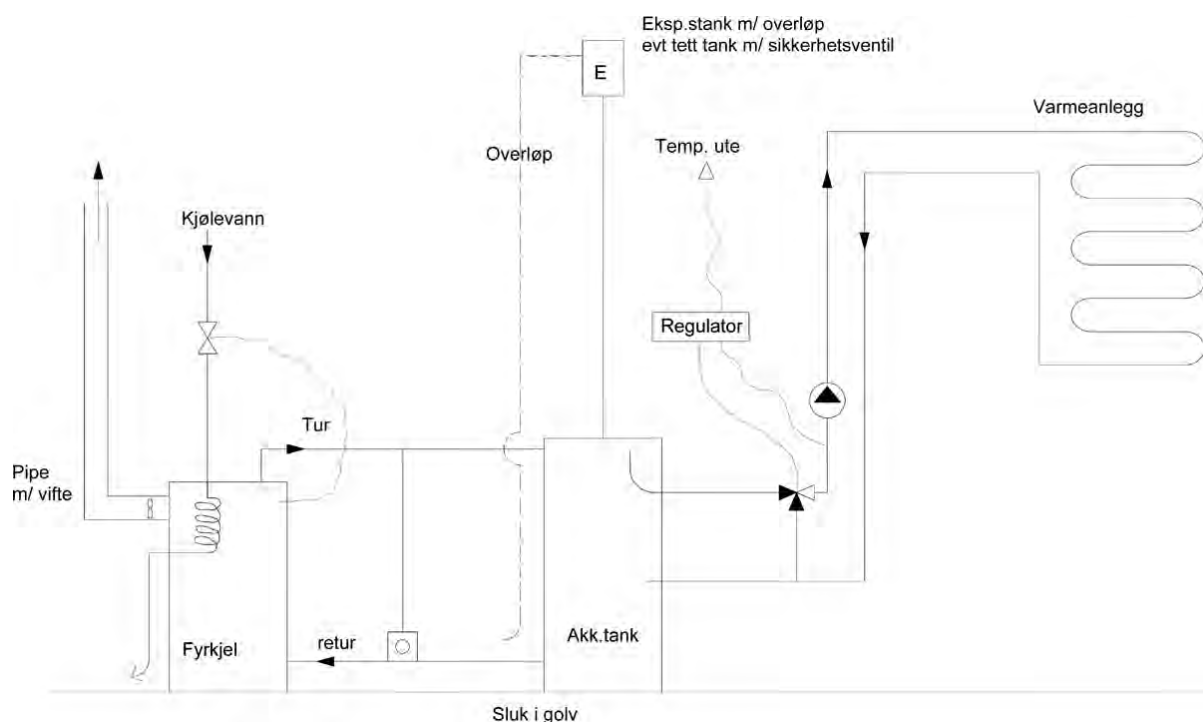
Temperaturreguleringen skjer ved å regulere temperaturen på vannet ut til radiatorene, slik at det er 80-90°C ved de laveste utetemperaturer og 20-30 °C i milde perioder. Reguleringen skjer ved hjelp av en shuntventil: En treveisventil hvor returvannet fra radiatorene blandes med varmt vann fra kjelen. Shuntventilen styres av en utføler sammen med en turvannsføler, og evt. en romføler. Regulatoren programmeres etter ønsket turtemperatur og utetemperatur.

Fordelen med et stort vannmagasin er at denne akkumulerer mye energi og forsyner denne til det vannbårne varmeanlegget etter behov. Dersom akkumuleringstankene leveres uisolert, bør de settes på 5cm trykkfast skumplast XPS. Sidene isoleres med 15cm og oversiden med 20-30cm mineralull, og kles med tennvernende kledning, for eksempel 2 lag 15mm branngips. Runde tanker kan enkelt isoleres med lamellmatte med utvendig aluminiumsfolie, for eksempel 5+10cm.



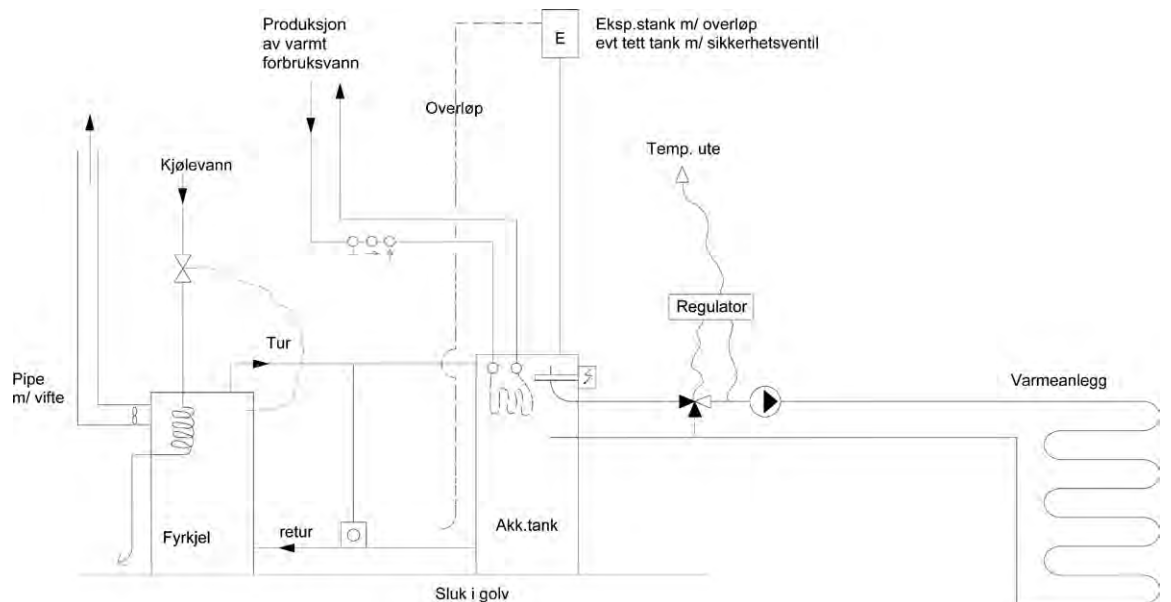
**Brennkammer.**  
Kilde: Big O AS.

**FIGUR 19**  
Enkelt anlegg



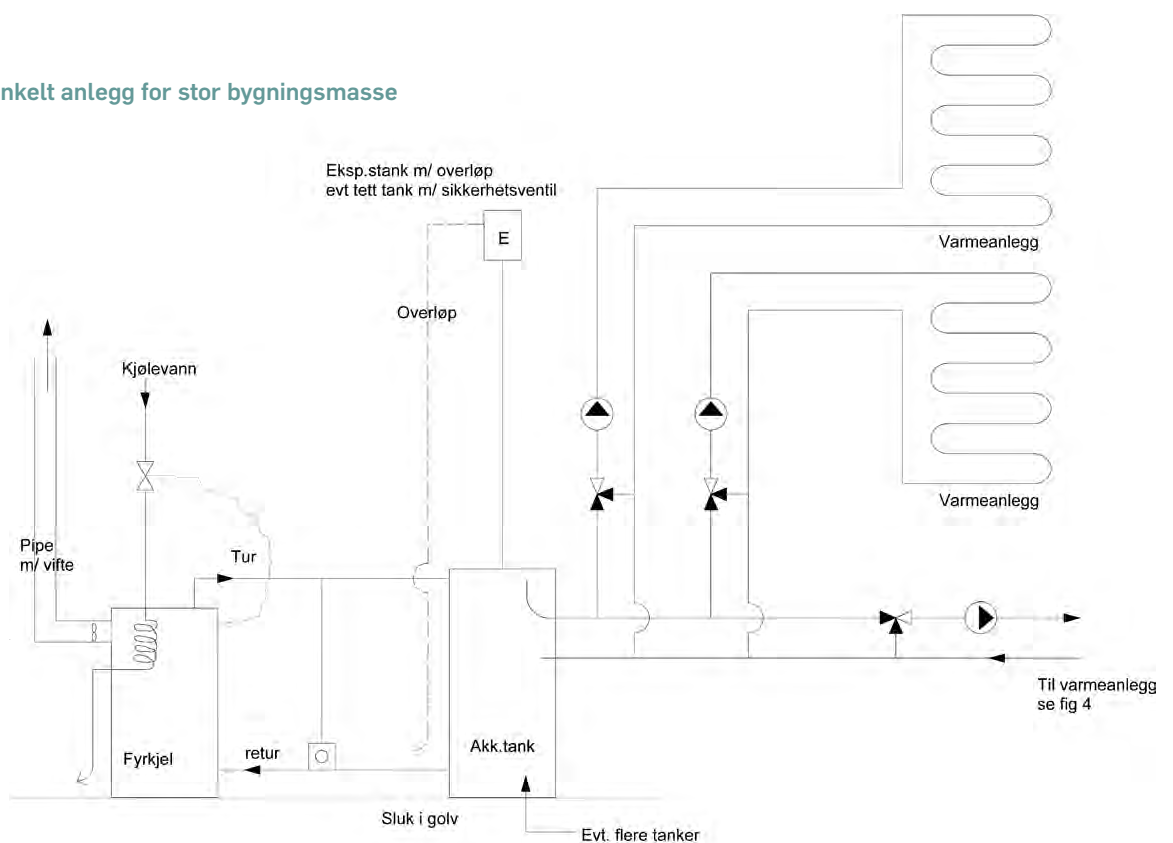
Varmt vann tas ut i toppen av fyrkjelen og føres til en akkumulatortank. Retur i bunn av akkumulatortanken til fyrkjelen via en termisk ventil med pumpe (laddomat) som blander returvann til turvannet. Varmt vann tas ut i toppen av akkumulatortanken og pumpes ut til varmeanlegget via en shuntventil. Ved lukket ekspansjonstank må det være mulighet for kjølevann på fyrkjelen.

**FIGUR 20**  
Prinsippskisse enkelt anlegg med beredning av varmt forbruksvann



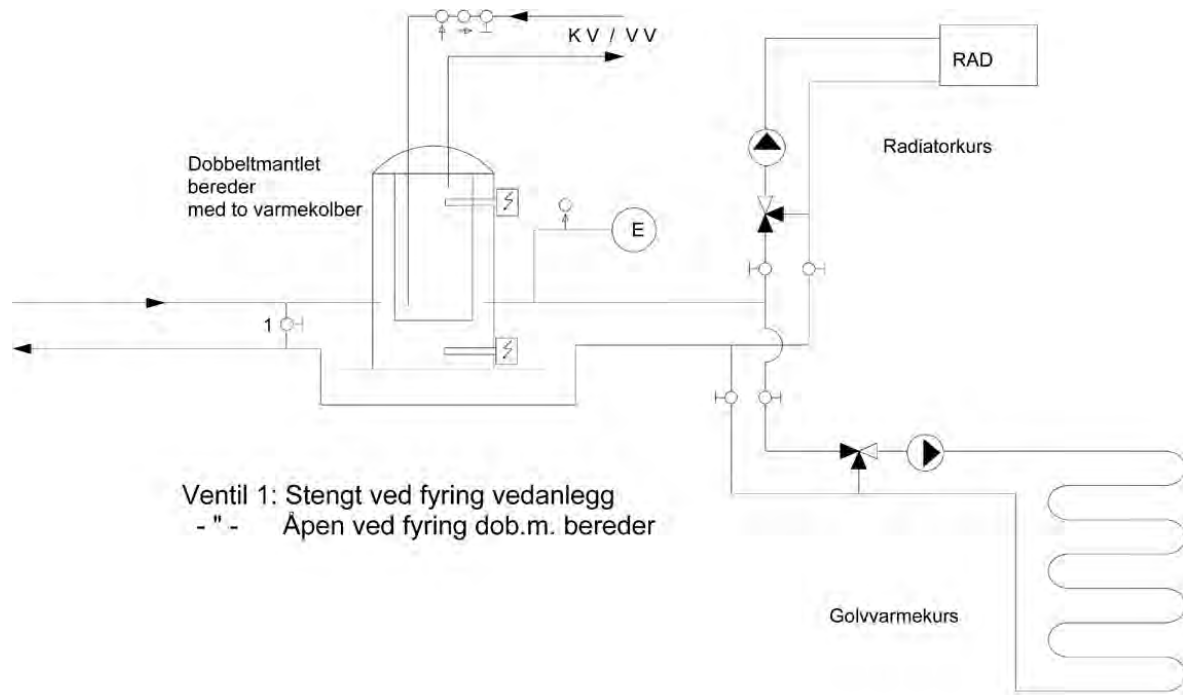
Varmt forbruksvann tas ut av akkumulatortankens øvre del. Denne må være utstyrt med avstengingsventil, tilbakeslagsventil og sikkerhetsventil.

**FIGUR 21**  
Prinsippskisse enkelt anlegg for stor bygningsmasse



Flere kurser for varmeavgivning, flere akkumulatortanker etc.

**FIGUR 22**  
Prinsippskisse varmeanlegg i eget hus



**FIGUR 23**  
Symbolforklaring



# VARMEDISTRIBUSJON

## VARMEDISTRIBUSJON – NÆRVARMENETT, RADIATORER OG GULVVARME

Varmedistribusjon skjer i mindre varmesystem som et direkte system. Med et direkte system menes varmeanlegg hvor det samme vannet sirkulerer i nærvarmenettet og i varmeavgivere (radiatorer og gulvvarme i boligene). Direkte systemer benyttes i hovedsak i nærvarmeanlegg hvor det er korte føringsveier til kundene fra energisentralen, og det er relativt små høydeforskjeller i nettet. Ulempen ved et direkte system er at det ved lekkasje på varmeanlegget i en boenhet vil kunne strømme ut store mengder vann og i tillegg kan det være vanskelig å lokalisere en lekkasje.

### RØRTYPER

Det finnes en mengde ulike rørtyper på markedet både hva gjelder materiale, utforming og pris. Rørene kan ha hovedstammer i stål, kobber eller plast. Kobberrør skjøtes gjennom lodding eller pressing, mens stålrør sveises. Plastrør har skrukobling.

Mantelen til rørene utføres oftest av PEH, mens isoleringen består av semifleksibelt PUR-skum eller mineralull. PUR-skummet er fast i konsistensen hvilket gjør at hele røret med mantel kan bevege seg sammen som en enhet ved termisk ekspansjon.

Best egnet for små nærvarmeanlegg er kulvertrørsystemer i plast, såkalte PEX-system. Disse har begrensninger når det gjelder temperatur og trykk, men er godt egnet eksempelvis til små nærvarmeanlegg med makstemperatur ca. 95°C.

Nærvarmerrør finnes enten som enkle eller doble rør. Dobbelt-rørene (twinrør), har tur og returledning i samme mantel. Disse rørene er billigere pr kulvertmeter enn to enkeltrør. De har et mindre tverrsnitt og krever mindre grøftebredde. Da rørene ligger i samme kappe blir varmetapet betydelig redusert sammenlignet med to enkeltrør. Ytterligere en fordel er at dobbeltrør har meget begrenset termisk bevegelse i bakken ettersom tur- og returrør hindrer hverandres bevegelser.

For mindre dimensjoner er det mulig å få rørene i fleksibel utførelse, såkalte flex-rør. Disse rørene kommer i ruller på lengder opp til 200 meter avhengig av dimensjon.

### LEGGING AV RØR

Flex-rørene kan legges skjøtefritt hvilket sparer mye arbeid samt høyner kvaliteten da skjøtene i systemet utgjør det svakeste leddet. Varmetapet i rørene kan variere mellom leverandørene.

TABELL 5

Eks. på PEX-rør, effekter og kostnader

Twin rør	Innv. Ø	Utv. kappe Ø	Overført effekt <sup>1</sup>	Overført effekt <sup>2</sup>	Rørpris eks. mva
25/25	20,4	90 mm	9 kW	15 kW	200-225 kr/m
32/32	26,2	110 mm	16 kW	21 kW	200-230 kr/m
40/40	32,6	125 mm	28 kW	38 kW	250-275 kr/m
50/50	40,8	160 mm	50 kW	67 kW	350-375 kr/m
63/63	51,6	180 mm	95 kW	126 kW	475-500 kr/m

<sup>1</sup> ved 15 grader forskjell på tur og returvann og motstand 100 Pa/m

<sup>2</sup> ved 20 grader forskjell på tur og returvann og motstand 100 Pa/m



PexFlex-rør i kveil.  
Kilde: Isoplus.



PexFlex-rør tverrsnitt.  
Kilde: Isoplus.



Dobbelt stålrør.  
Kilde: Isoplus.



I spesielle tilfeller er drenering av grøften nødvendig. Består grunnen av tette jordmasser (leire, silt) eller fjell bør drenering vurderes. Blir det stående vann over rørene kan dette føre til ekstra varmetap. Vær spesielt oppmerksom ved legging i myr og lignende. For å redusere varmetapet kan det være aktuelt å tilleggisolere med skumplast.

Dokumenter hvor rørene ligger med skisser og fotografier. Merk spesielt skjøter og forgreininger.

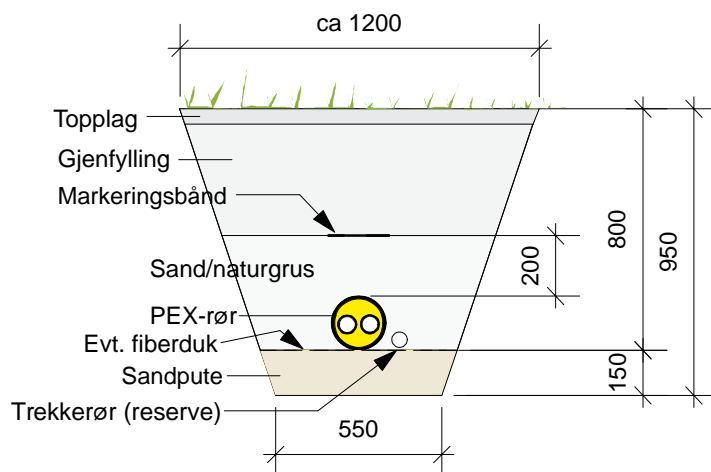
### RISIKO FOR FROSTSKADER

Ved bygging bør man være oppmerksom på risikoen for eventuelle frostskader. Vannet i rørsystemet kan ikke fryse under normale forhold, da varmt vann sirkulerer i isolerte rør. Eventuelle problemer kan derimot oppstå ved kombinasjoner av ekstrem kulde og lange driftsstopp av fyrkjelen. Dette gjelder spesielt flisanlegg som ikke har tilsluttet en akkumulatortank eller reserve kjeler. De mest kritiske situasjonene ved driftsstans kan være:

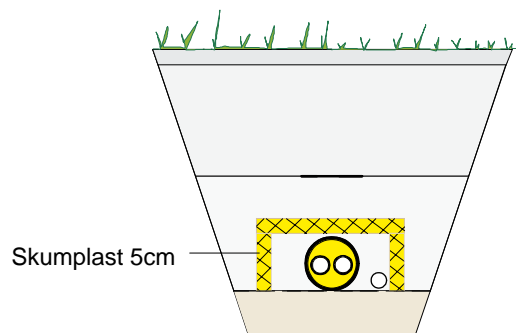
- Kryssing av veier og andre brøytta områder. Her kan frosten gå tre ganger dypere i bakken enn normalt.
- Stort vanninnhold i grunnmassene gir dypere frost.

Det finnes flere tiltak for å forsikre seg mot frostskader. Det viktigste er god isolering av rør. Man bør vurdere ekstra isolasjon og drenering i frostutsatte punkter på rørnett. Å holde konstant god sirkulasjon i vannet er viktig. Med høy sirkulasjon på vannet holder det seg frostfritt i lang tid selv ved lave temperaturer. Her bør man ha mulighet til å kjøre sirkulasjonspumpen uavhengig av resten av anlegget. Man kan også vurdere å ha tilgjengelig eksternt aggregat for anlegget, selv om lange strøbrudd er svært uvanlig. Bruk av frostvæske kan i noen tilfeller være aktuelt. Men man bør være oppmerksom på at dette gir litt nedsatt varmeledningsevne og dyrere «vann». Hvis man bruker glykol må man i tillegg være klar over miljøkonsekvensene ved en lekkasje av glykol. Den sikreste måten å unngå frost er å installere en back-up kjele basert på strøm eller olje, men dette øker investeringskostnadene noe.

FIGUR 24  
Skisse av grøft



FIGUR 25  
Skisse av grøft



Nærvvarmerør.  
Foto: Eiliv Sandberg.



Nærvvarmerør.  
Foto: Eiliv Sandberg.

# OFFENTLIGE BRANN OG BYGNINGSKRAV

Plan og bygningsloven (PBL) og tilhørende forskrifter og retningslinjer stiller krav til saksgangen ved byggesøknad og bygningstekniske krav til fyrrom etc. De viktigste er:

- Forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker (SAK)
- Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk (TEK)
- Melding HO-2/2003 Fyringsanlegg temaveiledning

*Fyringsanlegg skal utføres og installeres slik at varmebelastningen på omgivende og tilgrensende bygningsdeler ikke medfører fare for brann eller reduksjon av konstruktive egenskaper. Fyringsanlegg skal ha tilfredsstillende feiemulighet og sikker atkomst for feier. Fyringsanlegg skal utføres slik at det med egnet brensel og ved normale driftsforhold oppnås god forbrenning, og slik at det oppnås forsvarlig sikkerhet mot forurensning. Anlegget skal være sikret nødvendig tilførsel av forbrenningsluft, og skal være tilknyttet røykkanal dersom anlegget ikke er godkjent uten slik tilknytning. Fyringsanlegg skal ha akseptabel røykgasstemperatur. Fyringsanlegg skal stilles opp på underlag som tåler forekommende belastning.*

## BYGGESØKNAD – SAKSGANG

Forskrift om saksbehandling og kontroll i byggesaker (SAK) krever at det for bygging av fyrrom **skal sendes ordinær byggesøknad**. Det skal være **ansvarlig søker** som skal påse at alle deler av tiltaket er dekket med ansvar og at tiltaket gjennomføres i samsvar med tillatelser og bestemmelser gitt i eller i medhold av plan- og bygningsloven og annet regelverk.

Fyringsanlegg kan ikke tas i bruk før det foreligger ferdigattest eller midlertidig brukstillatelse.

Forhåndskonferansen er et møte mellom utbygger og kommunen før søknad sendes. Den skal sikre at utbygger får den informasjon han trenger tidlig i den videre planleggingen av prosjektet. Tidlig dialog vil redusere behovet for omprosjekteringer, gi bedre søknader og dermed raskere saksbehandling.

Forhåndskonferanse skal avholdes senest 2 uker etter den dato tiltakshaver har fremmet krav om at det avholdes forhåndskonferanse.

Ansvarlig søker skal varsle naboer og gjenboere før søknad om tillatelse sendes kommunen. Det skal fremgå av nabovarslet at merknad fra naboer eller gjenboere må sendes ansvarlig søker innen to uker etter at nabovarslet er sendt. Det skal videre

fremgå at eventuell merknad kan sendes kommunen i tillegg til ansvarlig søker. Det kreves ikke nabovarsel for innvendige fysiske arbeider i eksisterende byggverk.

## INSTALLASJON AV NYTT ILDSTED - VEDLIKEHOLD

Eier skal melde fra til kommunen (brann/feiervesenet) når det har vært installert nytt ildsted eller foretatt andre vesentlige endringer ved fyringsanlegget. Vedlikehold av anlegget er ikke søknadspliktig. Det kan være vanskelig å skille mellom hva som er vedlikehold og hva som er reparasjon. Vedlikeholdsarbeider på fyringsanlegg som er begrenset til utskifting av komponenter med samme funksjon og sikkerhet («like for like»), kan utføres uten søknad.

## BRANNRISIKO

Fyring innebærer både flammer, glør, røyk og høye temperaturer innendørs. Det må derfor stilles strenge krav til fyringsanlegget for å unngå antennelse av bygningen. Fyringsanlegg må utføres slik at det ikke medfører fare for brann, reduserer konstruktive egenskaper i bygningen og at røyken føres ut av bygningen på en betryggende måte. Ildstedet må være utført slik at flammer og glør holdes under kontroll innenfor ildstedets yttermantel. For å tåle varmebelastningen ildstedet blir utsatt for, forutsettes det at det er utført av bestandige materialer. Ildstedets overflate må ikke bli så varm at det skjer antennelse i nærstående bygningsdeler som vegger, gulv og tak. Røykgassen fra ildstedet må ikke ha så høy temperatur at skorsteinen blir skadet. De fleste skorsteinstypene har begrensninger når det gjelder hvilke temperaturer de tåler, og ildstedet må derfor være tilpasset skorsteinen.

Til skorsteiner stilles tilsvarende strenge krav til brannsikkerhet. Kravene innebærer blant annet at skorsteinen må tåle bestemte røykgasstemperaturer og belastninger ved sotbrann, at den har forutsatt tetthet og at den ikke får høyere overflatetemperatur enn fastsatt.

## OPPSTILLINGSVILKÅR – KRAV TIL FYRROM

Det må legges til rette for en enkel betjening, ettersyn og vedlikehold av installasjonen. Dette oppfylles hvis avstanden mellom kjel og vegg og mellom kjeler er 0,7 m. En del større kjeler krever større avstander fra kjeldør til vegg for tilgjengelighet for feiing. Kjeleleverandør må angi mål for tilgjengelighet for vedlikehold. For kjelesider som ikke trenger adgang for vedlikehold,

kan disse avstandene reduseres med 50 %. Minste fri avstand mellom vegg og kjelefront bør være 1,5 m. Fri ganghøyde bør være 2,2 m.

Fyrrom må utføres som branncelle, med branncellebegrensende bygningsdeler (minimum EI 60 bestående av begrenset brennbart materiale eller bedre). Innvendig kledning må være K10/A2-s2,d0 [K1-A] overflate må være In1 anbrakt på begrenset brennbart materiale eller bedre. Dør til fyrrom må være EI 60-CSm/ A2-s1,d0 [A 60]. Det må være tilgjengelig plass for vedlikehold og rengjøring av varmeanlegget. Les mer om krav til fyrrom:

- Direktoratet for byggkvalitet. Fyringsanlegg – Temaveiledning til TEK 10 (<http://byggeregler.dibk.no/cms/content/uploads/2003HO-2-Fyring.pdf>)

- Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap

(<http://oppslagsverket.dsb.no/content/brannogeksplosjonsvern/forskrifter/brannforebygging/veiledning-montering-fyringsanlegg-trepellets/14/3/>)

Varmeanlegg for pellets kan ha andre krav til fyrrom dersom anlegget er prøvd etterb NS EN 303-5 eller tilsvarende standard og prøvningsresultatene viser at anlegget kan Ha fyrrom som for anlegg med flytende brensel, se veiledning om montering og drift av fyringsanlegg og kaminer fyr med trepellets.

I praksis vil dette si at vegger kan mures i lettklinker eller lignende og at det benyttes enkel eller dobbel ståldør. Dør bør ha lysåpning på minimum 130cm. Golv må alltid utføres i ikke brennbare materiale, i praksis støpt golv. Fordel med sluk i golv. Himling kan støpes eller det brukes prefabrikkert element-dekke.

Begrenset brennbart materiale kan være 100mm stålstender, isolert med steinull og 2 lag 15mm brannplate i gips som monteres etter leverandørs anvisning. 10cm Leca blokk eller 25cm Leca isoblokk med mørtelslemming/puss på begge sider har brannmotstand (R)EI 120.

*Fyrrom plassert i betryggende avstand fra annen bygningsmasse (mer enn 8m) bør kunne oppføres i litt enklere utførelse. Dette må avklares med kommunen på forhåndskonferansen. Det er uansett viktig med tennvernende kledning på innvendig vegger og himling.*

## SIKKERHET VED BRANN

Byggverk skal være tilrettelagt for effektiv slukking av brann. Det skal være tilgang på tilstrekkelig slökkemiddel.

## SIKKERHET MOT TILBAKEBRANN

Brenselinnmatning skal være slik konstruert at det er 3 hindre for tilbakebrann ved bruk av åpen silo. Hver enkelt barriere skal normalt kunne stanse en brann i brenselinnmatning, eller forhindre at tilbakebrenning oppstår. Alternativer kan være:

- En separat vanntank, på minimum 10 liter, som er tilsluttet materør med en slange fra vannkanna til en bivoks - plugg som smelter ved en temperatur på 70 grader C. Hvis det brukes to vannbaserte slokkesystemer skal disse plasseres nærmest brenneren.
- Fallsjakt fra skruer mot kjele slik at det ikke kan bli kontakt bakover. Eventuelt skal skruen ha spjeld som stenger automatisk

ved for høy temperatur.

- Termoelement som bryter strøm på anlegg ved for høy temperatur.
- Termoelement som løser ut separat vanntank til dyse i skruer.
- Tvangsutmatning av brensel fra silo til kjele ved for høy temperatur.

Videre skal alle motorer ha sikkerhetsbryter/motorvern som bryter alle faser slik at kjelen stopper ved eventuell utløsning. Alle motorer skal også ha sikkerhetsbryter/kontakt for enkel frakobling av el-tilførsel. Bryteren plasseres nær motor for bruk ved vedlikehold/service.

## Regulering

Driftstermostaten regulerer mateskruen. Brenselstilførselen skal koordineres med lufttilførselen slik at brenselstilførselen automatisk stopper ved svikt i lufttilførselen. Det skal ikke være mulig med automatisk oppstart etter at anlegget er koblet ut av sikkerhetssystemene. Manuell oppstart skal bare kunne skje etter at samtlige sikkerhetssystemer er i funksjon igjen. (F.eks. vannbeholder fylt opp igjen) Automatisk oppstart etter strømbrytning er bare tillatt hvis automatikken i anlegget først kontrollerer samtlige sikkerhetssystemer.

## Brennere

Brenner kan være fast montert til kjelen med bolter hvis den kan feies og vedlikeholdes uten å demonteres. Ellers bør den kunne tas ut for vedlikehold og rengjøring på en enkel måte. Brenneren skal ikke kunne startes hvis den ikke er fastmontert til kjelen. Integrerte kjeler har forbrenningsdel og varmeoverføringsdel bygd som et stykke.

## Trykk og temperatur

Kjelen skal ha en lett avleslig trykkmåler. En driftstermostat skal styre driften, normalt stilt på 80 °C +- 2 °C. Når sikkerhetstermostaten er innstilt på en høyere temperatur enn 110 °C gjelder forskrift om trykkpåkjent utstyr. Det skal være en sikkerhetstermostat som stopper anlegget normalt ved oppnådd vanntemperatur 95 °C +- 5 °C. Det må på vannsiden være montert sikkerhetsventiler slik at trykket kan avlastes ved for høy temperatur i kjelen.

Konstruksjon, produksjon og kontroll av trykkpåkjente deler i et kjeleanlegg skal utføres i henhold til anerkjente normer.

Anlegg med lukket ekspansjonskar skal være utstyrt med sikkerhetsventiler plassert mellom kjele og ekspansjonskar, nærmest mulig kjelen, eventuelt på egen kjelestuss. Ingen avstengning mellom kjele og sikkerhetsventiler. Sikkerhetsventiler og ekspansjonskar skal være dimensjonert i samsvar med anleggets kjelelytelse. Kjele under 100 kW skal ha minst 1 sikkerhetsventil. Ventilene kan være av høyløftende type. Ventilenes åpningstrykk må ikke overstige største tillatte driftstrykk for kjel, bereder, radiator etc. Tverrsnittet på sikkerhetsledningen fram til ventilene skal være lik summen av ventilenes anslutningstverrsnitt. Fra hver ventil legges avløp til sluk i ventilens dimensjon eller større.

## Tilførsel av forbrenningsluft

Forbrenningsluften til fyrrommet bør tas direkte fra det fri og bør ha like stort tverrsnitt som skorsteinsløpets tverrsnitt eller etter produsentens anvisninger.



### Røykavtrekk

Røykavtrekk bør dimensjoneres etter produsentens anbefalinger. Røykanal bør ha stigning til skorstein. Dimensjonen på røykanal skal tilpasses ildstedets effekt. Avtrekket styres av røykgassvifte. Det skal være tilfredsstillende feiemulighet av skorstein og røykanal. Eventuelle følere etc. bør ikke plasseres slik at det kan bli vanskelig med service på et senere tidspunkt. Røykgasser skal føres ut i fri luft uten å trenge inn i egen eller annen bruksenhet og slik at det ikke medfører fare for antenning av byggverk og nabobyggverk på grunn av gnister og glør. Røykkanal skal ha tilfredsstillende tetthet.

### Skorstein - høyde over tak

Skorstein bør føres minst 0,80 m over takets høyeste punkt. Vertikalavstand til takflate bør være minst 3 m.

Skorstein må fundamenteres på støpt fundament med tilstrekkelig stabilitet og bæreevne. Støpt dekke med minst 60 minutters brannmotstand kan tjene som pipefundament. Minst 2 yttersider av skorstein skal være fri, slik at ettersyn kan foretas. Dette for å kunne oppdage setningsskader og sprekkdannelser. Avstand fra sotluke til brennbart materiale må minst være 300 mm.

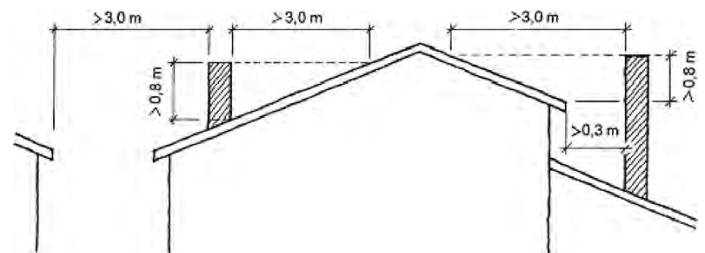
Skorstein skal ha forsvarlig overflatetemperatur, og yttersiden skal være tilgjengelig for ettersyn med tanke på eventuelle skader. Skorstein skal ha mulighet for fri bevegelse i lengderetningen i forhold til omgivende bygningsdeler, og røykløpet i skorsteinen skal ha uendret tverrsnitt fra bunn til topp. Skorstein av støpt eller murt materiale skal fra grunnen av oppføres på ubrennbart materiale som motstår brann i minst 60 minutter.

### Elektriske installasjoner

Elektriske installasjoner i forbindelse med fyringsanlegg skal utføres i henhold til forskrift om elektriske lavspenningsanlegg med veiledning og eventuelt elektriske normer denne referer til. Den som skal installere og vedlikeholde det elektriske anlegget må være godkjent i henhold til forskrift om kvalifikasjoner for elektrofagfolk med veiledning.

FIGUR 26

Skorsteiners høyde over tak og avstander til tak



Vanndamp.

Foto: Istockphoto.



# LØNNSOMHETSKALKYLER

En enkel kalkulator for lønnsomhetskalkyler finnes på Innovasjon Norges hjemmesider under "bioenergiprogrammet" på [www.innovasjon Norge.no](http://www.innovasjon Norge.no)

En kan også lese om lønnsomhetsberegninger i manualen "Veien til biovarme" (se under).

# STØTTE- OG FINANSIERINGSORDNINGER

Enova og Innovasjon Norge er de norske institusjonene som kan bidra med økonomisk støtte til bioenergi prosjekter. Informasjon om de ulike ordningene kan leses på nettsidene:

[www.innovasjon Norge.no](http://www.innovasjon Norge.no) og [www.enova.no](http://www.enova.no)

Eller ved å lese manualen "Veien til biovarme" som finnes på NoBios hjemmesider: [www.nobio.no](http://www.nobio.no)

Eller *Gårdsvarmeanlegg – Noe for deg?* Laget av Grønn Varme i Landbruket og Energiråd innlandet. Her finner en også en presentasjon av 3 ulike gårdsanlegg med driftserfaring Brosjyren finner du på Grønn Varme i Landbruket sine nettsider under fylkesmannen i Hedmark: [www.fylkesmannen.no](http://www.fylkesmannen.no)

# LEVERANDØRREGISTER

På nettsidene til Norsk Bioenergiforening, [www.nobio.no](http://www.nobio.no), ligger et bransjeregister som inneholder kontaktinformasjon til aktørene som selger forbrenningsanlegg for biobrensel, samt brenselleverandører og konsulenter.

# OFFENTLIGE REGLER OG GODKJENNINGSRUTINER FOR BIOBRENSSELANLEGG

Offentlige regler og godkjenningrutiner for biobrenselanlegg  
Det er vedtatt en rekke godkjenningrutiner som må følges når en skal installere et biobrenselanlegg. Installasjon av store anlegg krever selvsagt mer omfattende godkjenningrutiner enn installasjon av mindre anlegg. Store anlegg krever større teknisk oppfølging, samtidig som tekniske feil og mangelfulle rutiner kan få langt mer dramatiske konsekvenser.

Nedenfor er det listet opp de viktigste offentlige institusjoner som har ansvar for oppfølging av respektive lover, direktiver og forskrifter i forbindelse med godkjenning av biobrenselanlegg i Norge.

## STATENS BYGNINGSTEKNISKE ETAT (BE)

BE er den ansvarlige myndighet for det bygningstekniske regelverket som ligger innenfor Plan- og bygningsloven med forskrifter. BE har er tilsynsmyndighet for reglene om dokumentasjon av byggevarers egenskaper. BE har også ansvaret for den sentrale godkjenningen av aktiviteter som ligger inn under Plan- og bygningsloven. ([www.be.no](http://www.be.no))

Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB)  
Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB) er sentral myndighet i forhold til lov om brann- og eksplosjonsvern. Ansvarsområdet omfatter brann-, eksplosjons- og elsikkerhet. DSB er også faglig myndighet og overordnet tilsynsorgan for brannvesenet. I henhold til Forskrift om organisering og dimensjonering av brannvesen, skal feiertjenesten inngå i det brannforebyggende arbeid i kommunene. Norges brannskole er også underlagt DSB. Mer informasjon finnes på [www.dsb.no](http://www.dsb.no)

## KOMMUNEN

Kommunen er normalt godkjennende myndighet i alle byggesaker. Oppføring, endring eller reparasjon av fyringsanlegg skal godkjennes av kommunen på grunnlag av søknad. I søknaden må det dokumenteres at anlegget tilfredsstillende alle krav som stilles i Plan- og bygningsloven.

Kommunen plikter å tilrettelegge for gjennomføring av feiing og kontroll av fyringsanlegg slik det er lagt opp til i forskrift om feiing og tilsyn med fyringsanlegg.

## FYLKESMANNEN

Fylkesmannen er klageinstans i byggesaker og fylkesmannens miljøavdeling er forurensningsmyndighet for behandling av utslipp fra biobrenselanlegg. Klif behandler konsesjon for biobrenselanlegg dersom anlegget er tilknyttet industrivirksomhet som har Klif som konsesjonsmyndighet.

## RETNINGSLINJER OG VEILEDERE

Det eksisterer en rekke retningslinjer og regler for godkjenning av fyringsanlegg. Nedenfor har vi listet opp de viktigste reglene som et biovarmeselskap må forholde seg til. Generelt gjelder Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK 10).

## Teknisk godkjenning av fyranlegg

Alle kjeleanlegg som leveres på det norske markedet skal være godkjent i henhold til EUs direktiver og standarder. Et EU-godkjent anlegg skal være CE-merket. Med dette merket garanterer

produsent og leverandør at anlegget tilfredsstillende de grunnleggende helse- og sikkerhetskrav i gjeldende direktiver.

- NBS-EN 303-5 "Heating boilers for solid fuels up to 300 kW."  
Er et eksempel på standard for mindre anlegg.

## Veiledning om montering og drift av fyringsanlegg for brensel av trepellets

Veiledningen er utarbeidet av DSB og Statens bygningstekniske etat i desember 2002 og gjelder for montering og drift av mindre fyringsanlegg beregnet for oppvarming av byggverk. Veiledningen gjelder ikke for varmtvanns- eller dampanlegg når temperaturen er over 110 °C, der EU direktive 97/23/EØS er gjeldende.

## "Eksplosjonsverndokument" som foreskrevet i henhold til EF direktivet.

Brukerdirektivet 92/92/EF er implementert og gjort til norsk rett ved forskrift 30. juni 2003 om helse og sikkerhet i eksplosjonsfarlige atmosfærer.

- <http://www.dsb.no/en/Ansvarsomrader/EL-sikkerhet/EL-utstyr-i-eksplosjonsfarlig-omrade/ATEX/>

## Veiledning til forskrift om brannfarlig eller trykksatt stoff

Forskrift om brannfarlig eller trykksatt stoff ble fastsatt av Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap i februar i 2004 og trådte i kraft 1. mars 2004. Forskriften skal sikre at brannfarlig eller trykksatt stoff skal behandles på betryggende måte. Samtidig som forskriften trådte i kraft ble Forskriften om kjelanlegg opphevet. Forskriften med veiledning gir få konkrete forslag på hvordan man skal bygge et anlegg, men understreker viktigheten av at dette er sikkert. Her inngår bl. a. krav om kontroll og en vurdering av anleggets risiko som også skal dokumenteres. For å oppfylle kravene i forskriften finnes det/utarbeides det et stort antall harmoniserte standarder. Som eksempel på tidligere tekniske krav kan det vises til følgende skrifter:

- Forskrift av 11. februar 1993 nr. 100 om kjelanlegg. (<http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/Tidligere/Veiledning/veilforskrtrykkpkj.pdf>)
- Temaveiledning om prosessanlegg ([http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2004/Tema/temaveil\\_prosessanlegg.pdf](http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2004/Tema/temaveil_prosessanlegg.pdf))
- Temaveiledning om kjeler, beholdere og rørsystemer for damp og hetvannsystem (<http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/2004/Tema/temaveilkjeler.pdf>)

## Bygningsmessig godkjenning

De mest sentrale retningslinjene i Plan- og bygningsloven er beskrevet i kapittel 9-2 varmeanlegg og i kapittel 9-24 sentralvarmeanlegg. En fylldig oversikt over gjeldende lover og forskrifter under Plan og bygningsloven finnes på hjemmesidene til Statens bygningstekniske etat ([www.be.no/beweb/regler/regltop.html](http://www.be.no/beweb/regler/regltop.html)) For anlegg med en temperatur over 110 °C er det krav om utblåsningsflater, se kapittel 3 i Temaveiledning om kjeler, beholdere og rørsystemer for damp og hetvannsystem over. I tillegg gjelder TEK10.

# AVTALE OM LEVERANSE AV FYRINGSANLEGG FOR BIOBRENSEL

Mellom.....nedenfor kalt Bestilleren, og .....nedenfor kalt Leverandøren, er det inngått følgende avtale om leveranse av fyringsanlegg for biobrensel på (adresse)

## 1. Kontraktsarbeidet - leveransegrenser

Leverandøren forplikter seg overfor Bestilleren til å levere, montere og ferdigstille følgende Anlegg i henhold til vilkårene i denne Kontrakt:

Entreprisen omfatter prosjektering, konstruksjon, produksjon, leveranse og montasje av et fyringsanlegg for biobrensel i henhold til tilbud av ..... med de endringer som er angitt i supplerende opplysninger i e-post/fax av ..... og møtereferat av .....

Entreprisen omfatter også prøving, oppstart og innregulering til fullt driftsferdig anlegg med funksjonsansvar, drift- og vedlikeholdsinstruksjoner, informasjon og utdanning av driftspersonell.

Leveransen omfatter alle detaljer som fremgår av Kontraktsdokumentet eller som, uten at det uttrykkelig er angitt, er nødvendig for Anleggets ferdigstilling og funksjon i henhold til Kontrakten.

## 2. Kontraktsbilag og rekkefølge på kontraktdokumenter.

I kontrakten inngår følgende bilag:

1. Tilbud nr .... fra Leverandør, datert ..... (dato), med supplerende tillegg av .....
2. Referat fra møte den (dato)
3. Tilbudsforespørsel fra Bestiller
4. Generelle leveringsbetingelser ihht NLM 94.
5. Svensk sikkerhetsnorm FBEA 93 (kun aktuelt ved større anlegg)

Kontraktsdokumentene kompletterer hverandre. Ved eventuelle uoverensstemmelser mellom kontrakten og noen av bilagene skal kontrakten gå foran. Bilagene prioriteres innbyrdes i den rekkefølge de er nevnt ovenfor.

## 3. Leveransepris

Total pris for leveransen er: (alle beløp i NOK)

(Tabell over komponenter og delpriser ihht leverandørens tilbud) Det skal anvendes elkomponenter i ny, kurant versjon. Det tilstrebes komponenter som er maksimalt 12 måneder gamle. EI-installasjoner skal bygges etter norske regler, tilsvarende EN 60 204-1. Det skal medleveres liste over norske leverandører av elektriske reservekomponenter.

Leverandøren garanterer at anlegget inklusive alle delkomponenter skal leveres i henhold til gjeldende norske lover og forskrifter.

1 stk årsservice for fyringsanlegget inngår i prisen.

Truck/kranleie til bruk under montasjen inngår ikke i prisen.

Kontraktssummen er fast og gjelder uten indeksregulering for utførelse i henhold til avtalt framdriftsplan.

## 4. Brensel

Anlegget kan kjøres på følgende brenslar:

- 1:
- 2:

Under garantiprøver skal ..... brukes som brensel.

Dersom andre brenslar benyttes skjer dette på Bestillerens eget ansvar, og Leverandørens garantiansvar gjelder ikke.

## 5. Regningsarbeide

Bestemmelsene i dette punkt gjelder når det på forhånd er avtalt at utførelsen delvis skal avregnes som regningsarbeid, når dette avtales under utførelsen, og når endringer i utførelsen skal avregnes som regningsarbeid.

Regningsarbeider skal drives rasjonelt og forsvarlig.

Leverandøren skal på forlangende fra Bestilleren gi denne et skriftlig kostnadsoverslag. Leverandøren skal uten ugrunnet opphold skriftlig varsle Bestilleren dersom det er grunn til å anta at det vil bli vesentlig overskridelse av kostnadsoverslaget.

Avdrag for regningsarbeid kan kreves med et beløp som svarer til den fulle verdi av det som er utført. Avregning skal skje på grunnlag av Leverandørens kostnader med tillegg av sedvanlig påslag til dekning av indirekte kostnader, risiko og fortjeneste.

Leverandøren skal hver uke sende Bestilleren spesifiserte oppgaver over arbeidstid og materialer (timer/ materialsedler) som er medgått. Bestilleren har rett til å få dokumentert de bilag som er nødvendige for kontroll.

Opgavene over arbeidstid og materialforbruk anses som godkjente med mindre Bestilleren skriftlig har fremsatt innsigelse innen 14 dager etter at han mottok dem. Bestilleren er likevel ikke senere avskåret fra å påberope seg at de totale kostnader ved regningsarbeide, herunder materialforbruket, er blitt unødvendig høye på grunn av urasjonell drift eller annet uforsvarlig forhold.

Det er avtalt følgende timepriser for regningsarbeider eks mva:

Faggruppe	Timepris dagtid	Timepris overtid
Montør/elektriker		
Ingeniør		
Rørlegger		

De angitte timepriser gjelder ikke for lørdager og søn- og helligdager.

Påslag for materialer og underentreprenører avtales senere hvis det blir aktuelt.

## 6. Forsikring

### 6.1 Forsikring av kontraktsarbeidet

Leverandøren skal holde utstyret forsikret fram til lossing på anleggsstedet. Bestilleren holder utstyret forsikret fra og med lossing, uavhengig av overtagelsesdato.

### 6.2 Ansvarsforsikring

Leverandøren skal forelegge kunden forsikringsbeviset for kontroll senest 14 dager etter kontraktsinngåelse.

## 7. Tidsfrister

Det er fastsatt følgende tidsfrister:

(dato)

Levering av fundamenttegninger og silotegninger:

Leveranse av hovedkomponenter til silo:

Avslutning av mekanisk montasje av fyringsanlegget:

Avslutning av elmontasje, oppstart prøvedrift senest:

Ferdig innjustert, Overtagelsesdato, senest:

Garantitest/kapasitetsmåling, godkjent anlegg, senest:

## 8. Garanti/kapasitetstest

Overtagelse av anlegget kan først skje etter at anlegget har kjørt i en uke med maksimalt 2 driftsstans.

For å godkjennes i garanti/kapasitetstesten skal anlegget kunne kjøres i minimum 1 døgn på full kapasitet. Dessuten skal de oppgitte verdier for røykgassutslipp overholdes.

## 9. Mekaniske garantier Det gis 12 måneders garanti på anlegget, oppad begrenset til 6000 driftstimer.

Garanti gjelder ikke slitedeler som innmuring og forbrenningsrist.

## 10. Prosessgarantier

Leverandøren garanterer følgende ytelser:

Effekt: Minimum .....kW ved avtalt brensel

Utslipp: CO: 250 mg/Nm<sup>3</sup>

Støv: 150 mg/Nm<sup>3</sup> (Dette er Klifs retningslinjer for anlegg under 4 MW. Her bør det sjekkes om Fylkesmannen lokalt vil kreve andre verdier)

## 11. Betalingsterminer:

Bestilleren skal betale den i punkt 3 oppførte leveransepris mot faktura på følgende måte:

30 % ved bestilling

30 % ved leveranse av hovedkomponenter

30 % ved overtagelse

10 % etter godkjent kapasitetsprøve.

Betalingen skjer innen 15 dager etter at de respektive fakturaer er mottatt av Bestilleren forutsatt at gjeldende forutsetninger for betaling som nevnt ovenfor innfris senest den dag fakturaen ankommer Bestilleren.

Skulle det ifølge besiktigelsesrapporten gjenstå mindre justeringer og komplettering av Anlegget, skal Leverandøren få utbetalt siste delfaktura med fradrag for et beløp tilsvarende kostnadene for disse justeringer og komplettering. Det tilbakeholdte beløp skal utbetales når de påtalte feil/mangler er utbedret.

Har Anlegget ikke kunnet ferdigstilles til ovenfornevnte forfallsdatoer for delbetaling på grunn av hindringer fra Bestillerens side eller på grunn av pågående arbeide ved Montasjeplassen som ikke omfattes av denne Kontrakt, skal betalingen knyttet til en slik dato likevel utbetales med fradrag for de av Leverandøren ikke utførte arbeider.

## 12. Bot ved forsinkelser

(Kun aktuelt ved større anlegg)

For overtredelse av dato for overtagelse skal selgeren betale en dagbot tilsvarende 1 % av kontraktsummen pr. uke i inntil 10 uker.

Forsinkelser av uvesentlige deler berettiger ikke Bestilleren til å få utbetalt bot.

Den totale bot skal ikke overstige 10 % (ti prosent) av leveranseprisen.

## 13. Bestemmelser om tillegg og avvik

Dersom Leverandøren ikke oppfylder de prosessgarantiene som er gitt i punkt 9, har Leverandøren rett og plikt til å søke å utbedre manglene. Bestilleren skal ha rett til å holde tilbake det siste avdraget av leveranseprisen inntil garantien er oppfylt

Leverandørens samlede ansvar som følge av forsinkelse og/eller ikke oppfyllelse av prosessgarantiene i henhold til punkt 9 og til kontraktsbilag 2 og 3, skal ikke under noen omstendighet overstige 10 % av leveranseprisen, jfr. punkt 3, med mindre Kontrakten heves.

Leverandøren skal ikke under noen omstendighet være ansvarlig for Bestillerens indirekte tap, med mindre dette er forårsaket med forsett eller grov uaktsomhet fra Leverandørens side.

Eiendomsretten til Anlegget overgår til Bestilleren ved overtagelse.

## 14. Partenes representanter

Representant for Bestilleren er:

Representant for Leverandøren er:

## 15. Tvist

Enhver tvist som måtte oppstå i forbindelse med kontrakten skal, hvis de ikke kan løses ved forhandlinger mellom partene, avgjøres ved voldgift i....., i samsvar med reglene i kapitel 32 i tvistemålsloven av 13. august 1915 nr 6.

## 16. Overdragelse

Denne Kontrakt skal ikke av noen av partene overdras uten den andre kontraktparts godkjenning.

Denne Kontrakt med bilag er utferdiget og undertegnet i to likeverdende eksemplarer, hvorav Bestilleren beholder ett eksemplar og Leverandøren ett eksemplar.

\*\*\*

\_\_\_\_\_, den ..../..... 20..... \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



# AVTALE OM LEVERING AV BRENSEL

Det er i dag inngått følgende avtale mellom

.....

org. nr. ....  
(heretter kalt Kjøper) og

.....

org. nr. ....  
(heretter Leverandør)

om levering av brensel (heretter Avtalen).

## Avtalens parter

[Kort avsnitt med faktiske opplysninger om Kjøperen]

[Kort avsnitt med faktiske opplysninger om Leverandør]

## Kontraktsgjenstand

Avtalen omfatter levering av brensel i form av [...] (heretter Brensel) fra Leverandøren til Kjøperen til bruk i sistnevntes brenselanlegg på [adresse].

Leveranse av Brensel starter .....

Kvalitet .....

## Omfang

Avtalen gir Kjøper rett til å få levert [x MWh/kg/lm<sup>3</sup>] Brensel fra Leverandør per kalenderår.

Av hensyn til forutberegnelighet for Kjøper og Leverandør oppgis antatt forbruk gjennom kalenderåret som følger:

Januar:	Juli:
Februar	August:
Mars	September:
April:	Oktober:
Mai:	November:
Juni:	Desember

De angitte mengdene er kun ment som en omtrentlig angivelse av forbruk.

## Levering

Brenselet skal leveres i partier på [x lm<sup>3</sup>]. Leveringssted er [angi leveringssted hos kjøper] og levering skal skje [angi tidspunkt, f.eks. en spesiell dag hver uke, flere ganger per uke, ell.]  
Levering skal skje mellom klokken.....og .....

Levering av Brenselet skal anses foretatt når.....

.....

## Pris

Kjøperen betaler til Leverandør [kroner/øre] per kWh.

## Betaling

Betalingen skjer etterskuddsvis hver måned etter levert mengde Brensel. Betalingsfristen er [...] kalenderdager fra fakturadato. Etter forfall beregnes forsinkelsesrente i samsvar med Lov om renter ved forsinket betaling av 17. desember 1976 eller tilsvarende.

Fakturaadresse er

.....

.....

.....

## Driftsstans og driftsproblemer hos kjøper

Dersom Kjøper på grunn av varig/ [tidsangitt] driftsstans eller driftsproblemer i eget anlegg ikke har behov for Brensel i samme mengde som angitt over i punkt x, og Kjøper heller ikke har mulighet til å lagre Brensel på eget anlegg, skal Kjøper ikke være forpliktet til å motta Brensel fra Leverandør.

## MISLIGHOLD OG HEVING

### Mangler

Dersom Brenselet ved levering ikke oppfyller kvalitetskravene, slik disse er beskrevet i punkt [...] har Brenselet en mangel. Kjøperen forplikter å varsle Leverandøren om dette innen [x dager/ umiddelbart] etter levering anses foretatt.

### Omlevering og dekningskjøp

Ved mangel på Brenselet har Leverandøren adgang å rette mangelen ved ny levering av Brensel innen rimelig tid, senest innen [...]. Dersom Leverandøren ikke har mulighet til å levere nytt Brensel som oppfyller kvalitetskravene innen denne fristen, har Kjøper rett til å foreta dekningskjøp av [brensel av samme type/el/annet brensel] fra andre leverandører. Leverandøren er forpliktet til å erstatte ekstra kostnader for Kjøperen i form av prisdifferansen mellom prisen på Brensel i henhold til denne Avtalen og pris fra alternativ leverandør.

### Prisavslag

Kjøper har rett til prisavslag på Brensel som ikke oppfyller kvalitetskravene i punkt x men som han likevel bruker, slik at forholdet mellom nedsatt og avtalt pris svarer til forholdet mellom brenselets verdi i mangelfull og kontraktmessig stand på leveringstiden. Retten til prisavslag på det mangelfulle Brenselet gjelder uavhengig av om Leverandøren omleverer i henhold til punkt 6.2 eller det foretas dekningskjøp, så fremt Kjøperen beholder det mangelfulle Brenselet.

### Forsinkelse

Dersom leveransen av Brensel til Kjøperen uteblir, er Leverandøren forpliktet til å betale dagbot til Kjøperen på [...].

Dersom forsinkelsen varer ut over [...] har Kjøper i stedet for dagbot rett til å foreta dekningskjøp av [brensel/elektrisitet] fra andre leverandører. Leverandøren er forpliktet til å erstatte ekstra kostnader for Kjøperen i form av prisdifferansen mellom prisen på brensel i henhold til denne Avtalen og pris fra alternativ leverandør.

### Heving

Dersom det fra en parts side foreligger vesentlig mislighold av forpliktelsene etter Avtalen, kan den annen part heve Avtalen med øyeblikkelig virkning.

### Force Majeure

Partenes oppfylleelsesplikt etter kontrakten oppheves, og partene er fri for ansvar for manglende oppfyllelse dersom det foreligger et forhold som hindrer oppfyllelse av kontrakten som ligger utenfor partenes kontroll som parten med rimelighet ikke kunne forutse på avtaletidspunktet og som parten med rimelighet ikke kunne unngå eller overvinne følgene av (Force Majeure).

Ved Force Majeure skal den annen part varsles uten ugrunnet opphold. Den parten som påberoper seg Force Majeure, plikter å orientere om årsaken til at Force Majeure er oppstått, og hurtigst mulig avhjelpe hinderet og gjenoppta normal drift. Hver part skal dekke sine kostnader og/eller tap i Force Majeure – perioden.

### Tvisteløsning og lovvalg

Ved tvist om tolkningen eller rettsvirkningen av vilkårene i denne Avtalen skal partene søke tvisten løst ved forhandlinger. Dersom forhandlingene ikke fører frem skal saken avgjøres [...].

Avtalen er underlagt norsk rett.

### Avtalens varighet/opphevelse

Avtalens varighet er..... år fra ...../...../....., med en gjensidig oppsigelsesfrist på..... måneder.

Avtalen forlenges automatisk med nye.....år om ikke avtalen sies opp ..... måneder/år før avtaleperiodens utløp.

### Overdragelse

Avtalen kan ikke overdras til andre uten den andre partens uttrykkelige samtykke. Samtykke kreves likevel ikke hvor kontrakten overdras til partenes mor- eller datterselskaper slik dette er definert i Lov om aksjeselskaper 13. juni 1997 nr. 44.

Avtalen i to eksemplarer som beholdes hos hver av partene.

[Sted/dato]

\_\_\_\_\_  
Leverandør

\_\_\_\_\_  
Kjøperen

### VEILEDER TIL AVTALE OM LEVERING AV BRENSSEL

Avtalen om levering av brensel er et forslag til avtaletekst mellom kjøper og selger av brensel til bruk i fjernvarme- eller nærvarmeanlegg, enten dette omfatter flis, pellets, briketter, bioolje, avfall, gass eller annet. Avtaleteksten må ses på som et utgangspunkt, og det er helt sentralt for å sikre forutberegnelighet for avtalepartene og minimere risikoen for uoverenskomster at teksten tilpasses det aktuelle kontraktsforholdet. Dette innebærer at teksten gjerne må endres, at punkter må tilføyes eller tas ut, slik at den passer de faktiske forholdene kontrakten omfatter.

Avtalepartene er fullt ut ansvarlig for avtalens innhold, og Norsk Bioenergiforening tar ikke ansvar for eventuelle tvister som måtte oppstå på grunn av uenighet om tolkning av avtaleteksten.

Nedenfor følger våre generelle kommentarer til enkelte av punktene i avtalen.

#### Til punkt 2

I dette punktet må det fylles inn hvilken form for brensel som skal leveres. Dette kan være flis, pellets, briketter, gass eller annet alternativ. Det må angis når leveringen skal starte.

#### Til punkt 2.1

Her må kvalitetskravene som stilles til brenselet spesifiseres. Dersom det skal leveres flis, bør man for eksempel angi maksimal fuktighet på flisen ved levering til kjøper, andel finstoff, flisens størrelse og form, maksimal lengde og tykkelse på stikker, askeinnhold, forurensning mv. Det er viktig at kvalitetskravene er gjennomtenkt og tilstrekkelig spesifisert, slik at man unngår spørsmål om brenselet som er levert oppfyller de nødvendige kvalitetskravene.

Biobrenslar har ofte svært forskjellig opphav og egenskaper. Forskjellige biobrenselanlegg stiller krav til biobrenslenes egenskaper. Et anlegg som er beregnet for brenning av tørr flis kan ikke ta imot brenslar med for høy fuktighet osv. Ved avtaler om kjøp av biobrenslar er det derfor viktig å presisere hvilke krav en stiller til brenslarets egenskaper.

Viktige egenskaper ved biobrenslar er:

1. Fuktigheten (vanninnholdet) i biobrensel til forbrenning varierer fra 10 – 60 %. Høy fuktighet gir redusert brennverdi (kWh), samt høyere kostnader (øre/kWh) til transport, lagring og eventuelt tørking. Biobrensel med høyere fuktighet enn 30 % har dårlige lagringsegenskaper og krever ofte fortørking eller spesialkonstruerte anlegg (innmurt brennkammer og ettersjaltet kjel). Ved bruk av tørt biobrensel (eks. pellets) vil varmeutviklingen i brenneren kunne bli stor på grunn av høy brennverdi (kWh/kg)

2. Brenselets form er av stor betydning for valg av lagersystem, innmatningssystem, og forbrenningskammer. Uforedlet biobrensel er ofte svært varierende, og stiller strengere krav til mateskruer og sluser, enn tilfellet er for foredlet biobrensel (pellets og briketter). En blanding mellom finpartiklet sagflis og grov skogsflis byr ofte på problemer. Som varmeleverandør er det viktig at man stiller klare krav til hvilken form brenselet skal ha, uavhengig av om det er egenprodusert eller innkjøpt. Halm som brensel kan mates inn enten i hele baller eller som opprevet halm. På grunn av lav virkningsgrad og høye røykgassutslipp ved innmating av hele halmballer, anbefales anlegg med halmriver.

3. Askeegenskapene til brenselet har betydning for utformingen av forbrenningsovnen og askeutmatningen. Kjerneved i trebrenslar gir ca. 0,5 % aske, mens med "forurensninger" som leire, jord, grus og til dels bar økes dette betydelig. Halm inneholder 3 - 10 % aske.

### Til punkt 2.2

I dette punktet må det angis hvor mye brensel som kjøperen skal ha rett til å få levert til seg i løpet av året. Det bør angis et anslag på hvor meget som skal kjøpes, for å sikre forutsigbarhet både for kjøper og leverandør.

### Til punkt 2.3

Her må det angis hvor og når og hvor mye brensel som skal leveres.

Videre må partene spesifisere når brenselet skal anses levert fra leverandøren til kjøperen. Dette har betydning for eksempel for fristen for å reklamere over mangler ved brenselet. Levering kan for eksempel settes til å være når brenselet er losset på kjøperens eiendom.

Dersom leveransen gjelder flis eller annet brensel hvor fuktighetskravet er et sentralt kvalitetskrav bør man, for å unngå tvist om brenselet overholder krav om fukt, foreta en kvalitetssjekk umiddelbart etter leveringen. Det må reguleres i avtalen hvem som skal foreta denne kvalitetssjekken, og når eventuelle reklamasjoner på mottatt brensel skal gis til leverandør.

### Til punkt 3

I dette punktet angis pris for levering. Partene kan for eksempel sette prisen per  $\text{lm}^3$ , per kWh levert i silo, eller angitt per kWh ut fra virkningsgrad i kjelen.

Ved langvarige avtaler bør man her ta inn en klausul om regulering av prisen. Det må da angis både tidspunkt for regulering, f.eks. en angitt dato hvert år, og hva prisreguleringen skal baseres på. F.eks. konsumprisindeks, oljepris eller annet.

### Til punkt 6.1

Punkt 6 regulerer situasjonen ved mangler ved brenselet. Her må det for det første angis når kjøper er forpliktet til å reklamere – dette kan være et visst antall dager, eller innen rimelig tid.

### Til punkt 7

Dette punktet regulerer situasjonen hvor leverandøren er forsinket med sin levering. For at kjøper skal unngå tap kan det settes krav om at leverandøren skal betale dagbot for hver dag levering uteblir. Dette kan for eksempel settes til et beløp for hver påbegynt dag uten levering, eller erstatning for prisdifferansen mellom kjøp av biobrensel og kostnaden ved fyring med kjøperens alternative brenselskilde som benyttes i perioden hvor brensel uteblir fra levering.

Dersom forsinkelsen varer lengre enn en angitt periode, bør det være adgang for kjøper til å skaffe brensel fra annen leverandør, slik at man unngår driftsstans. Hvor lang tid det skal gå før man har rett til å foreta dekningskjøp, bør avhenge av lagringsskapasitet hos kjøper.

### Til punkt 10

Her må partene velge tvisteløsning ved de ordinære domstolene eller ved behandling for en voldgiftsdomstol. Voldgiftsdommer er bindende mellom partene på lik linje med en dom avsagt av de offentlige domsstolene. En fordel er at man kan avtale at dommen skal være konfidensiell, og at partene selv kan bestemme hvem som kan være dommere. Ulempen er at voldgift ofte kan bli kostbart og at dommen ikke kan ankes.

Ordinær domstolsbehandling er mer tidkrevende enn voldgiftsbehandling. Fordelen er likevel at domstolens avgjørelse kan ankes til overordnet domstol. Ordinær behandling ved domstolen kan også ofte være rimeligere enn voldgiftsbehandling.

Dersom man velger å bruke voldgift, må partene angi hvor mange dommere som skal utgjøre voldgiftsretten og hvem som skal utnevne disse. Ett alternativ er å oppnevne tre dommere, hvor to oppnevnes av partene og den tredje av en uavhengig person. Forslag til tekst:

"Dersom forhandlingene ikke fører frem skal saken avgjøres ved voldgift. Voldgiftsretten består av tre personer, hvor partene oppnevner hver sin voldgiftsdommer, og den tredje utnevnes av [...]. For voldgiften gjelder ellers Lov om voldgift av 14. mai 2004 nr. 25. Voldgiftsretten avgjør tvisten med endelig og bindende virkning for begge parter."

Dersom man velger tvisteløsning ved de ordinære domstoler, må det angis verneting for tvisten. Forslag til tekst ved valg av domstolene:

"Dersom forhandlingene ikke fører frem skal saken avgjøres ved behandling for de ordinære domstolene. Verneting for tvisten er [...] tingrett."

### Signering

Husk at avtalen må signeres av noen som har myndighet til å binde partene.



Foto: Shutterstock.

# FAKTA OM BIOBRENSEL

## FAGLIGE DEFINISJONER OG BEGREPER

**avkappflis** Flis fremstilt av avkapphoggere eller flisrivere fra justerkapp og tørt høvleriavfall.

**bakhonflis** Flis hogget av bakhon fra sagbruket.

**bark** Bark er deler av stammen som ligger utenfor veden. I vok-sne trær kan det deles inn i innerbark og ytterbark.

**celluloseflis** Flis hogget av de deler av stokken som ikke benyttes til trelast, og brukes primært som råstoff i celluloseindus-trien, men kan også brukes som brensel.

**flis** Trebrensel der hoveddelen av materialet har største mål mellom 5 og 50 mm. Brenselflis er heterogen og kan ha ulike strukturer avhengig av hvilke råvarer den er sammensatt av, f. eks. brenselflis fra stammeved, heltre, avvirkningsrester, stubber, industrielle biprodukter, samt fra gjenvunnet trebrensel. gjenvunnet trebrensel Trebrensel som har vært nytt til annen anvendelse, f. eks. emballasje, rivningsvirke, formvirke og rester fra nybygg eller ombygginger.

**grot** Grot er en forkortelse for grener og topper, en del av hogstavfallet.

**grønnflis** Fersk flis hogget av ubarket og ukvistet virke.

**hardved** Brennved av bjørk. Andre hardtreslag som bok, lønn, eik og ask godtas oftest innblandet i bjørkeveden, men ikke de lettere løvtrær som f. eks. or og osp.

**heltre** Den delen av treet som er ovenfor stubbeavskjær, inkluderer greiner og topper. I noen tilfeller inkluderes også stubber og røtter i betegnelsen.

**heltreflis** Fliset heltre

**hogstavfall** Greiner, topper og stammevirke som blir liggende igjen på hogstflater etter avvirkning.

**honved** Brensel av oppkappet bakhon.

knott Brensel i intervallet 50 mm til 200 mm. Kalles også kortved.

**kutterspon(=)kutterflis** Tørr flis som faller av etter høvling med kutterstål eller freser. Se spon.

**løsved** Brensel som omfatter så vel bartrevirke som virke av lettere løvtreslag f.eks. disse gråor, gran, osp, selje, furu og svartor.

**never** Hvit, seig ytterbark hos bjørk. Barken er forholdsvis tynn, mangeskiktig og bygget opp av vedholdende korkkambiumsaktivitet. Høy brennverdi.

pulver Brensel av en partikkelstørrelse i hovedsak mindre enn 1 mm.

**reducerflis** Celluloseflis fremstilt av redusermaskiner.

**spon** Brenselspon av en partikkellengde i hovedsak mindre enn 5 mm, varierende bredde og som regel tykkelse under 1 mm, fremstilt ved høvling av tørre trevarer. Sponen er ofte sammen-rullet. Se kutterspon.

**sagspon =(sagflis)** Brenselspon fremstilt som biprodukt ved saging av tre hovedsakelig av størrelsesorden 1-5 mm. Hoveddelen er rå sagspon. Saging i tørket tre gir tørr sagspon med mindre partikkelstørrelse.

**skaveflis** Flis produsert ved skaving av rundvirke. stammevirke Trevirke fra stammen, dvs. treet uten stubbe, topp og greiner.

**stammevedflis** fliset stammevirke

**trekull** Det faste produkt som dannes ved pyrolyse av tre.

## Generelle ord og begreper

**aske** De mineralske rester som gjenstår ved forbrenning av organiske stoffer.

**avlut** Energirikt biprodukt fra treforedlingsindustrien.

**biobrensel** Biomasse brukt som brensel. Kan foreligge i fast, flytende eller gassform.

**bioenergi** Energi dannet ved omforming av dyre- og plantema-teriale.

**biomasse** Organisk ikke-fossilt materiale av biologisk opprin-nelse, f. eks. ved, halm, møkk, torv og vannplanter. Biomasse er en fornybar ressurs som blant annet kan brukes til produksjon av bioenergi

**brenselpellets** Ofte kalt pellets. Sylindrisk pellets framstilt av malt og presset biomasse, som for eksempel grot, biprodukter fra skogs- og trevareindustri, halm, papir. Maksimal diameter 25 mm.

**briketter** Rektangulær eller sylindrisk brikett produsert ved pressing av finfordelt materiale. Brenselbriketter produseres ofte i stempelpresser og har en diameter eller bredde større enn 25 mm.

**cellulose** Karbohydrat (polysakkarid) som danner hovedbe-standdelen i plantenes cellevegger.

**CHP (Combined Heat and Power)** Kombinert kraft – varme anlegg. Eksempel: Biogassmotor for strømproduksjon der også varmen benyttes.

**densitet = tetthet.** Masse per volumenhet. Angis som regel i kg/fm<sup>3</sup>. (Det er nødvendig å oppgi ved hvilken trefuktighet angitt densitet gjelder).

**effekt** Energi omdannet per tidsenhet. Utrykkes i W, kW = 1000 W og MW =1000.000 W.

**effektiv brennverdi** Er nedre brennverdi redusert med fordamp-ningsvarmen for det vann som brenselet inneholder. Utrykkes som kWh/kg eller kWh/fm<sup>3</sup>. Symbol: He. For ved kan den fuktige vedens effektive brennverdi (He) uttrykkes som: He = 5,32 - 0,06 x Fr kWh/kg Fr er trevirkets fuktighetsprosent.

**energi** er både evne til å utføre arbeid og avgi varme. Varme-energi (termisk energi) er en av flere forskjellige energiformer. Energi måles i kWh, som angir ytelse i et tidsrom (effekt x tid).

**energibærer** Fysisk/kjemisk form som energi er bundet i, f. eks. olje, kull, ved, elektrisitet, hydrogen.

**energiskog** Areal (anlegg) med trær som dyrkes spesielt til brenselformål. fastmasseprosent Forholdet mellom fast volum og løst volum. (fm<sup>3</sup>/lm<sup>3</sup>)

**fastvolum** Nettovolumet av virke uten luftmellomrom. I sam-mensetninger skrives f.eks. fm<sup>3</sup> (fast kubikkmeter). forbrenning Kjemisk reaksjon av et brensel med oksygen, hvor varmeenergi frigjøres.

**foredlet biobrensel** Biobrensel som har gjennomgått en me-kanisk, termokjemisk eller biologisk omforming og fått endrede egenskaper i forhold til sin utgangsform/sitt utgangspunkt.

**forkulling** Oppvarming av faste brennstoffer uten tilgang på luft, for å framstille gasser, væsker og faste sluttprodukter, som for eksempel trekull.

**fossilt brensel** Geologiske rester av biologisk materiale som bl. a. kan utnyttes ved forbrenning.



**fuktighetsprosent** Mengden av fuktighet i et brensel i forhold til brenselst totalvekt, eller i forhold til tørrvekt.

**gassifisering** Termokjemisk spalting av biomasse ved lav tilførsel av  $O_2$  med brennbare gasser som produkt, f.eks. CO og  $H_2$ . kcal Måleenhet for energi; kilo-kalorier. 1 kalori = 4.2 Ws = 4.2 J

**krymping** Den egenskap hos treet at det trekker seg sammen, spesielt i tverr-retningen, når fuktigheten avtar.

**lignin** Hovedbestanddel i trevirke som innleires i celleveggene og binder cellene sammen. Lignin er komplekse forbindelser bygd opp på grunnlag av cinnamylalkoholer, og utgjør vanligvis 16 – 20 % av vedens masse.

**løs volum** I forbindelse med virkesvolum er dette et ytre totalvolum inklusiv hulrom, oppstått ved stabling eller lastning. Løst volum vil være avhengig av stable- eller lastemåte.  $m^3$  løs volum uttrykkes som  $lm^3$ .

**mineraler** Uorganiske stabile stoffer med lavt energinivå.

**mineralisering** Nedbrytning av organisk materiale til mineraler, uorganiske forbindelser og energi.

**nedre brennverdi** Brennverdi for absolutt tørt brensel forbrennes. Biomasse inneholder hydrogen. Ved forbrenning av absolutt tørt brensel forbrennes hydrogenet til vanddamp. Dersom vanddampen forsvinner ukondensert opp i skorsteinen går fordampningsvarmen tapt. Verdien for nedre brennverdi vil derfor være mindre enn verdien for øvre brennverdi. Utrykkes som kWh/kg eller kWh/ $fm^3$ . Symbol: Hn.

**Nm<sup>3</sup>** Normalkubikkmeter, 1  $m^3$  gass ved 0 grader Celsius og 1 atmosfære trykk.

**PAH** Polyaromatiske hydrokarboner, oppstår bl.a. ved forbrenning av organisk materiale.

**pellets** Kort sylinder framstilt gjennom pressing av finfordelt materiale. Brenselpellets produseres oftest i matrise-presser, og har ofte en diameter mindre enn 25 mm.

**pyrolyse** Termokjemisk spalting av biomasse uten tilførsel av  $O_2$  med oljer, vann, gasser og noe koks, metaller og uorganiske stoffer som produkter.

**rådensitet** Rå masse pr. rått volum, angitt i kg/ $fm^3$ .

**råløsvolumvekt** Råvekt pr. løskubikkmeter, benevnes kg/ $lm^3$ .

**råvekt** Vekten av ved i fersk tilstand, vanligvis slik den er i nyhugd tømmer. Brukes mest i forbindelse med transport, og angis i kg. Kan ikke angis som noen eksakt verdi med mindre fuktigheten er angitt samtidig.

**toe** Måleenhet for energi; tonn olje-ekvivalenter.

**tørrestoffinnhold** Innhold av absolutt tørr masse, angitt i prosent av massens totale vekt inklusiv vann.

**tørr-løsvolumvekt** Tørrvekt (tørrestoff) pr. løs kubikkmeter, benevnes kg TS/ $lm^3$ .

**tørr-rådensitet** Forholdet mellom absolutt tørr masse og rått, ukrympet volum, benevnes kg TS/ $fm^3$ .

**virkningsgrad** Forholdet mellom den nyttige delen av avgitt energi og tilført energi i en omformingsprosess uten hensyn til energiens kvalitet.

**øvre brennverdi** angir brennverdien for den absolutt tørre bestanddelen i brenselet. Biomasse inneholder hydrogen. Hydrogen danner vann under forbrenningen. Hvis dette vannet kondenseres i kjelen får man tilbake fordampningsvarmen fra vanddampen. Øvre brennverdi vil derfor ha høyere verdi enn nedre brennverdi. Utrykkes som kWh/kg, kWh/ $fm^3$  eller kWh/ $lm^3$ . Symbol:  $H_G$ .



*Biomasse.*

*Foto: Istockphoto.*

## MÅLEENHETER OG OMREGNINGSFAKTORER

**TABELL 6**

Omregningsfaktorer for ulike energimåleenheter

	J	kWh	kcal	toe
J	1	$3,27777 \times 10^{-6}$	$0,28846 \times 10^{-3}$	$23,4 \times 10^{-9}$
kWh	$3,6 \times 10^6$	1	859,845	$84,2 \times 10^{-6}$
kcal	$4,1868 \times 10^3$	$1,163 \times 10^{-3}$	1	$99,6 \times 10^{-6}$
toe	$42,7 \times 10^6$	11 900	$10 \times 10^6$	1

### I tillegg brukes i følgende enheter:

1 tke, tonn kullekvivalent = 8 140 kWh

1 fat råolje (159 liter) = 1 600 kWh

1 Nm<sup>3</sup> naturgass = 10,4 kWh

### Dekadiske enheter

E = Exa = 10<sup>18</sup> = 1 milliarder milliarder

P = Peta = 10<sup>15</sup> = 1 000 000 000 000 000 Tusen billioner

T = Tera = 10<sup>12</sup> = 1 000 000 000 000 Billioner

G = Giga = 10<sup>9</sup> = 1 000 000 000 Milliard

M = Mega = 10<sup>6</sup> = 1 000 000 Million

k = kilo = 10<sup>3</sup> = 1 000 Tusen

### Fastmasseprosent og volumberegninger

Virketype	FM %
Fersk bark	31 - 37
Celluloseflis	33 - 40
Flis fra hogstavfall, tynninger og ryddinger	39 - 49
Flis fra stubber	30 - 34
Sagspon	32 - 38
Knott	50
Ved i løst mål (30 cm)	40 - 50
Spon	18 - 25
Ved, stablet	
Furu og gran	58 - 76
Bjørk	63

Forholdet mellom lm<sup>3</sup>, fm<sup>3</sup> og Fastmasseprosent (FM %) er:

$$FM \% \times lm^3 = 100 \times fm^3$$

## EFFEKTIV BRENNVERDIER OG TØRR-RÅDENSITET FOR ULIKE TRESLAG

**TABELL 7**

Tørr-rådensitet og brennverdier for ulike treslag

Treslag	Tørr-rådensitet	Effektiv brennverdi 0 % fuktighet	Effektiv brennverdi 20 % fuktighet
	Kg/fm <sup>3</sup>	kWh/fm <sup>3</sup>	kWh/fm <sup>3</sup>
Gråor	360	1915	1520
Gran	405	2155	1710
Osp	405	2155	1710
Pil-arter (Salix-arter/energiskog)	390	2075	1645
Selje	430	2290	1815
Svartor	440	2340	1855
Furu	440	2340	1855
Bjørk	510	2715	2150
Lønn	530	2820	2235
Ask	550	2925	2320
Eik	550	2925	2320
Bøk	570	3030	2405
Rogn	530	2820	2235