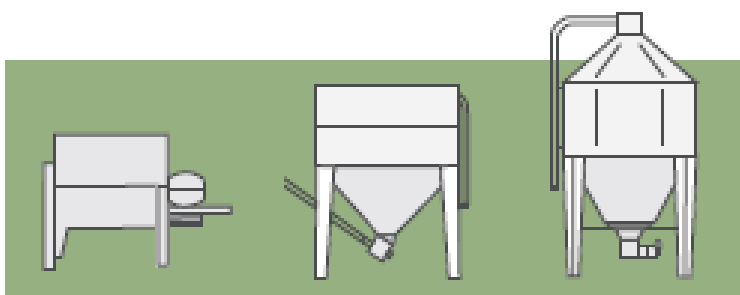


**DANSK ENERGI
BRANCHEFORENING**

www.energibranchen.dk

Teknisk vejledning Siloanlæg til træpiller

Juli 2007



Udgivet af

Dansk Energi BrancheForening

Paul Bergsøes Vej 6

2600 Glostrup

Tlf. 7741 1535

debra@energibranchen.dk

Siloanlæg til træpiller

1. Lagring af træpiller

Anlæg til lagring af træpiller i forbindelse med biokedelanlæg kan etableres på flere forskellige måder, afhængigt af blandt andet det aktuelle behov eller valg af lagerstørrelse, placeringsmuligheder og den ønskede grad af automatisering i anlægget.

Før anlægget vælges og etableres, er det vigtigt at være opmærksom på opbygnings- og funktionsprincipper og ikke mindst installationskravene for de forskellige anlægstyper.

- brændselsmagasin

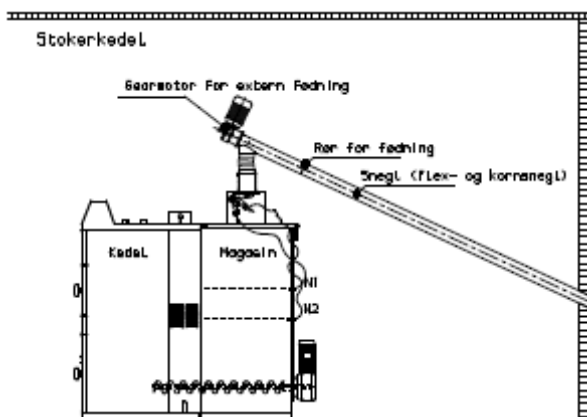
Til små biokedelanlæg i f.eks. énfamiliehuse, hvor der er begrænset plads til rådighed, anvendes ofte kedler med et brændselsmagasin, sammenbygget til én enhed. Et separat brændselsmagasin i fyrrummet er dog også en mulighed.

I begge tilfælde skal der mellem kedel og brændselsmagasin være mindst én sikkerhedsindretning mod tilbagebrænding. Ved brændselsmagasiner over 0,75 m³ skal fyrrummet være en selvstændig brandcelle.

Tag kontakt til den lokale skorstensfejer for nærmere oplysninger omkring størrelse og placering af pilleopbevaring. Det er skorstensfejeren, der skal godkende installationen til slut.

Brændselsmagasinet kan fødes med træpiller fra sække eller fra et forbrugslager.

Læs mere i afsnittene: 2 og 6.



Kedel og brændselsmagasin som én unit (ill. BAXI)

- forbrugslager, generelt

Forbrugslageret af træpiller er normalt enten i en silo eller i sække, men kan også være fritliggende indendørs. Fritliggende lager, som kræver ganske særlige forhold, er ikke nærmere omtalt i denne vejledning.

Sække bruges almindeligvis kun til små anlæg, og kedlen fødes manuelt via brændselsmagasinet.

Fødes kedlen fra en silo via brændselsmagasinet, skal der mellem silo og magasin være et selvlukkende afspærringsspjæld. Fødes direkte fra siloen, skal der være to uafhængige sikkerhedsindretninger.

Siloer skal placeres i henhold til Brandteknisk Vejledning BTV 32: ”Biobrændselsfyrede centralvarmekedler”.

Læs mere i afsnittene: 2, 3, 4 og 5.



Siloer findes præfabrikerede til ethvert behov

- silo i fyrrum

En træpillesilo i et fyrrum må højst være 4 m^3 . Brændselsmagasinet og siloen må tilsammen højst være $4,75 \text{ m}^3$.

Læs mere om anlægstypen i afsnittene: 2, 3, 4 og 5.

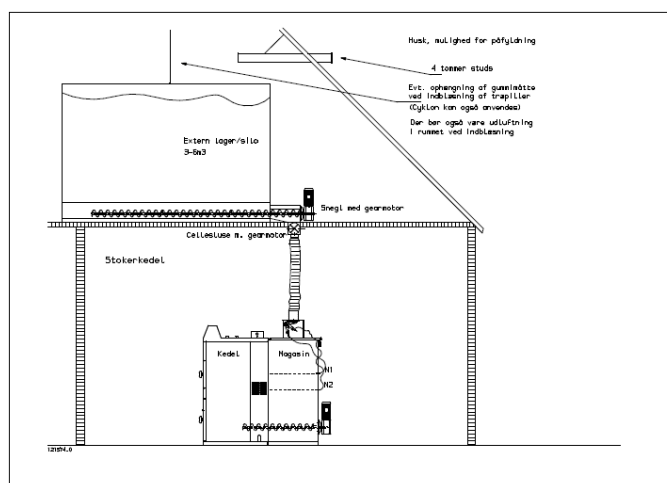
- silo i separat rum i bygning

Ved siloer over 4 m^3 i samme bygning som fyrrummet, skal fyrrummet være en selvstændig brandcelle, og siloen placeres i et andet rum.

Naborum:

Transportsystemet fra siloen skal have en brandmæssig sikkerhedsindretning ved vægadskillelsen mellem naborum og fyrrum, og der skal lukkes tæt omkring røret, så væggens brandmæssige egenskaber ikke forringes.

Hvis transportrøret er ubrændbart og med lysning under $0,02 \text{ m}^2 \approx \text{Ø}160 \text{ mm}$, eller med ubrændbar snegl og lysning under $0,03 \text{ m}^2 \approx \text{Ø}200 \text{ mm}$, kræves ikke yderligere sikringer ved væggen.



Silolanlæg med etagegennemførelse af transportsystem (ill. BAXI)

Overliggende rum:

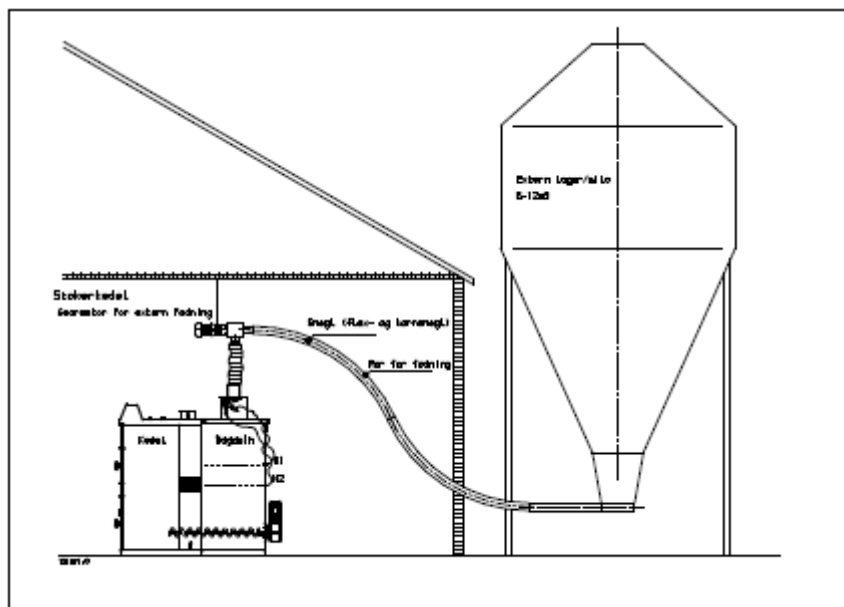
Transportsystemet fra siloen skal have en brandmæssig sikkerhedsindretning (ikke vandoverrisling) ved etageadskillelsen mellem det overliggende rum og fyrrum, og der skal lukkes tæt omkring røret, så væggens brandmæssige egenskaber ikke forringes.

Øvrige sikringer mellem silo og brændselsmagasin/kedlen skal fortsat etableres.

Læs mere om anlægstypen i afsnittene: 2, 3, 4 og 6.

- siloer i det fri

Siloer over 4 m³ i det fri eller under halvtag skal placeres mindst 2,5 m fra skel og 2,5 m fra bygninger med mindre særlige brandmæssige foranstaltninger etableres. Derudover skal lokale krav herunder brand- og lokalplan overholdes.



Udendørs silo med transportsystem ind i bygning (ill. BAXI)

Brandsikringer mellem silo og brændselsmagasin/kedlen, herunder transportsystemets gennemførelse af ydermur, skal etableres i henhold til BTV 32.

Læs mere om anlægstypen i afsnittene: 2, 3, 4 og 5.

2. Levering af træpiller

- levering og adgangsforhold

Det er vigtigt at være opmærksom på, hvilke leveringsmuligheder der findes, når biobrændselsanlægget planlægges.

Følgende former for levering af træpiller er mulige:



Levering af træpiller på paller eller med lastbil (bulk).



Hvis man planlægger levering af større læs ad gangen, skal tilkørselsforholdene være egnede. F.eks. skal der være kørefast underlag ved levering på pallevogn (jord, grus eller perlesten er ikke kørefast). Sker leveringen med lastbil, som oftest vejer mellem 15 og 25 tons, er kravene endnu større til underlag og pladsforhold, så pillerne kan tippes af eller blæses ind.

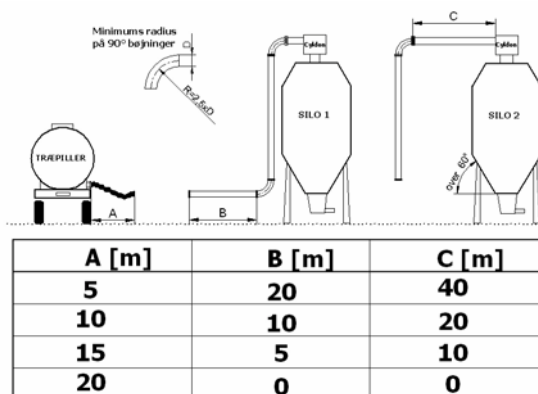
Husk, at kunden skal sørge for, at tilkørslen om vinteren er ryddet for sne og er gruset.

- afstand fra vej til silo

Træpiller har nemt ved at blive slået i stykker eller blive til smuld og støv. Derfor skal træpiller behandles med omtanke og varsomhed, når de håndteres og transporteres.

Indblæsningsvejen fra tankvogn til silo skal derfor være så kort som muligt. Længden på indblæsningsslange må højst være 20 m.

Der skal altid anvendes permanente, glatte rør. Se højst tilladte afstande i figuren.



Afstande fra tankvogn til silo.

3. Indblæsning af træpiller

- indblæsningstryk

Indblæsningstrykket må højst være 0,5 bar.

- rør, tilkoblinger, bøjninger

Indblæsningsrør skal være 102/127 mm Ø. Koblinger skal være ”dansk tankvognskobling”.

Ved tilkobling til rør anbefales indblæsningsstuds placeret mellem 130 og 150 cm over terræn.

Rørbøjninger skal have størst mulig radius og mindst på 2,5 gange rørets diameter.

Godstykkelsen skal minimum være 3,5 mm i korte bøjninger og minimum 2 mm ved større radius (600 mm og opefter).

Antallet af rørbøjninger, samlinger og kanter i indblæsningsvejen skal minimeres mest muligt. Plastrør må ikke anvendes, da de skaber statisk elektricitet.

- nedbremsning

Farten på træpillerne skal bremses, inden de rammer bagvæggen i siloen, for at undgå, at de går i stykker og bliver til smuld.

Hvis afstanden i siloen fra indblæsning til bagvæggen er under 2 m, skal der etableres nedbremsning af pillerne. For eksempel kan en trompettragt eller en større rørdiameter på den sidste del før siloen anvendes. Indblæsningen må heller ikke placeres nærmere silotaget end 0,15 - 0,20 m.



Et Ø102 mm rør eller en indblæsningsrende med lave kanter bremser farten meget skånsomt. Ved siloer under 3m's bredde kan renden gå helt til bagvæggen, ved over 3 m's bredde kan afsluttes 2/3 inde i siloen.

Nedbremsning kan også opnås ved at lade træpillerne passere igennem en cyklon placeret ved indblæsningen i toppen af siloen.

Indblæsning lodret ned i siloen uden cyklon kan ikke anbefales, da det giver for meget smuld.



Cyklon placeret ved indblæsningen i toppen af siloen.

- afluftning, støvfilter

Indblæsningsluften, som bringer pillerne til siloen og bruges til at tømme slange og rør, skal føres til det fri gennem et afluftningsrør. Ellers kan overtrykket på op til 0,1 bar (1 tons/m^2) beskadige siloen.

Afluftningsrøret skal være mindst $0,4 \text{ m}^2$, f.eks. 2 stk. Ø 160 mm rør, og placeres i toppen af siloen, dog mindst 5 cm fra indblæsningen. Overholdes dette, er det lettere at holde siloen tæt for støv. Afluftningsrøret kan forsynes med en filterpose for at opnå en støvfri påfyldning af siloen.

Afluftning uden filter kan give støvgener.

Undgå at føre afluftning gennem områder i bygningen, hvor der er beboelse, for at undgå lugt fra træpillerne.

4. Træpillesiloer

- silotyper og -størrelser

Træpiller kan opbevares i siloer af vidt forskellig størrelse. Fra ganske små præfabrikerede siloer, som fyldes med sække, til store siloer, som fyldes via lastbil. Store siloer kan afhængig af størrelse og installationsforhold være præfabrikerede eller opbygget på stedet.

En god silo beskytter træpillerne mod fugt, er tæt og har en god ventilation og afluftning.

Hældningen på silovæggene ned mod bundsneglen bør være over 45° . En stejlere hældning gør beholderen selvtømmende, og en mindre hældning kan give behov for manuel tømning af den sidste del af indholdet i siloen.

- selvbygger-silo?

Der findes flere leverandører af beholdere og siloer, som kan levere færdige anlæg til ethvert behov. Det kan ikke anbefales selv at bygge sin beholder/silo, da prisen for byggematerialer oftest vil overstige en præfabrikeret silo.

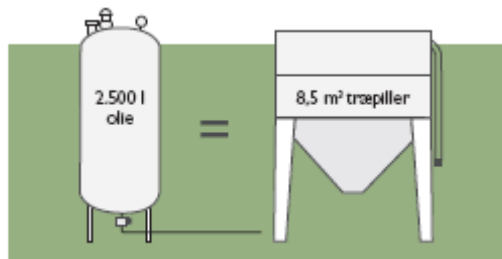
Desuden kan det være svært for en ikke-professionel at overskue alle gældende myndighedsregler, og der kan være uheldige brandforsikringsmæssige konsekvenser.

Endelig er der også en række vigtige konstruktionsforhold, der skal tages højde for, hvor ikke-professionelle mangler den nødvendige erfaring.

- dimensionering af silo

Udgangspunktet for beholderens/siloens mulige størrelse er energiforbrugets størrelse, de fysiske rammer og som nævnt tilkørselsforholdene.

Et årligt olieforbrug i et énfamiliehus på 2500 l olie svarer til ca. 5.500 kg eller 5.5 tons træpiller. Vægtfylden på træpiller er ca. 0,65 tons/m³, dvs. der skal bruges ca. 8,5 m³ træpiller pr. år.



Den mest bekvemme og billigste løsning er en silo, som mindst kan tage imod 3 tons træpiller ad gangen, såfremt plads- og tilkørselsforholdene ellers er til stede.

3 tons træpiller fylder godt 4,5 m³, så siloen skal være 5 - 6 m³, som så kan klare behovet ved 1 - 2 fyldninger om året. En silo af denne størrelse skal anbringes i et særskilt rum eller udendørs.

- siloudstyr

Siloen kan forsynes med en kapacitiv føler som overfyldningssikring. Sikringen kobles til en for chaufføren synlig alarmlampe, der lyser, når siloen er fuld.

Siloen bør forsynes med en fjederbelastet overtrykssluge, der åbner ved overtryk, som kan skade siloen.

Siloen bør have en god ventilation. Ventilationen skal udføres, så luften fra siloen ikke trænger ind i beboelsesafdelingen. Evt. sikres den nødvendige ventilation med et mekanisk blæsesystem.

Siloens bundsnegl placeres på det laveste punkt i siloen, helst i en særlig sneglebund, som gør det muligt at lave service og reparationer, uden at siloen skal tømmes.

5. Transportsystemer

Transport af træpiller fra silo og videre til brændselsmagasin eller kedel sker via faste eller fleksible rør af forskellige dimensioner efter behovet.

Fremføringen af træpiller i rørsystemet sker ved hjælp af blæseluft, vacuum, faste rørsnegle eller fleksible sneglesystemer. Ved siloer placeret i rum over fyrrummet kan et faldrør dog anvendes.

- sneglesystemer

I dag er sneglesystemer det mest almindelige i Danmark, men luft/vacuum er ved at vinde frem. Med sneglesystemer er der begrænsninger i transportvejens mulige længde, og stigningsvinklen kan ikke overstige 45⁰ for flexsnegle og 60⁰ for rørsnegle.

Endvidere bør sneglesystemer køre med så lav hastighed som muligt for at skåne træpillerne og undgå gnistdannelse.

Ved manuelt styret opfyldning af brændselsmagasin kan en rørsnegl dog med fordel anvendes for at opnå hurtig fyldning.



Som udgangspunkt bør en erfaren leverandør/installatør involveres i etableringen af transportsystemer til træpiller, ikke mindst ved sneglesystemer, for at sikre et korrekt dimensioneret og driftspålideligt system.

Der findes manuelle og automatiske styringer til fødesystemer. Kontakt en leverandør for nærmere oplysninger.

6. Brændselmagasin

Et brændselmagasin er en beholder, som normalt indeholder træpiller op til ca. en uges forbrug med fuld kedelbelastning. Beholderen indgår i en samlet enhed med kedlen, sammenkoblet med en stoker.

Brændselmagasinet skal være udført i stål med tætsluttende låg med lukkeanordning, som holder låget tilspændt. Ved åbning af låget skal brændseltilførslen afbrydes.

7. Drift og vedligeholdelse

- Et træpillesiloanlæg bør årligt gennemgås af en anerkendt leverandør for at opretholde en sikker og pålidelig drift uden uhensigtsmæssige driftsstop.
- Siloer og transportsystem bør køres tomme en gang om året og rengøres for smuld og gamle rester, så driftsstop på snegl og brænder undgås.
- Hvis anlægget er ude af drift i perioder, bør snegle køres tomme for at undgå, at træpiller i snegle suger fugt og skaber risiko for, at anlægget kører fast ved start.
- Ved påfyldning af træpiller bør følgende udføres:

Før påfyldning:

- Kontrollér og rens afluftningsrør om nødvendigt
- Kontrollér, at filterpose er tør og rengjort
- Er et evt. maks. indblæsningstryk angivet synligt

Efter påfyldning:

- Fjern og rens filterposen
- Montér evt. lukkelåg på indblæsnings- og afluftningsrør

- Området omkring silo og kedel skal holdes rent for støv

8. Myndighedsregler

Brandteknisk vejledning nr. 32 ”Biobrændselsfyrede centralvarmekedler” (BTV 32)

Vejledning, der angiver retningslinier for at opstille biokedelanlæg på en brandsikkerhedsmæssig forsvarlig måde.

Vejledningen kan købes via www.brandteknisk-institut.dk



Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 478 af 10. juni 2003 om arbejde i forbindelse med eksplosiv atmosfære

Bekendtgørelsen iværksætter det såkaldte ATEX-direktiv, som pålægger alle arbejdsgivere en pligt til at gennemgå virksomheden med henblik på at identificere, klassificere og afmærke de eksplosionsfarlige områder på virksomheden.

Fabrikanten af udstyret til biobrændselsanlæg, herunder siloanlæg, skal lave en risikovurdering af anlægget i henhold til Maskindirektivet. Hvis en eksplosionsfare ikke kan imødegås ved anlægget, skal materiellet i så fald opfylde ATEX-direktivet.

Et biobrændselsanlæg, som er forskriftsmæssigt indrettet, giver ved normalt brug ikke anledning til, at der kan opstå en eksplosiv atmosfære.

ATEX-direktivet er ikke relevant ved siloer opstillet hos private.

Bekendtgørelse nr. 475 og tilhørende vejledninger kan findes på Arbejdstilsynets hjemmeside www.at.dk.

9. De mest stillede spørgsmål om siloanlæg til træpiller

Hvordan bygger jeg en silo, og hvad koster det?

Inden du bygger din egen silo, så få en pris på en færdig løsning. Prisen for den færdige løsning er ofte den samme som prisen for materialerne i en gør-det-selv løsning!

Kan jeg anvende en bøjelig snegl som en slags støvsuger til at tømme et areal?

Nej det kan du ikke! En bøjelig snegl skal have et leje i begge ender og være fastmonteret. En fast snegl kan godt anvendes med leje i kun en ende.

Hvor langt kan jeg transportere med en snegl?

Med en bøjelig snegl højst 18 meter lige ud. Ved mere end en 45° bøjning reduceres længden. Hvis der er stigning på sneglen, skal denne være straks efter indløbet på sneglen. Jo lavere stigning jo bedre. 30° er den maksimale stigning!

Med en fast snegl højst 10 meter!

Kan jeg lægge en almindelig sneglerende eller en rørsnegl med huller i ned i gulvet og fylde træpiller hen over?

Nej, der vil løbe for meget til sneglen, og det vil stoppe til!

Hvad gør jeg, når sneglen i min hjemmelavede silo er stoppet?

(sneglen er stukket ind i siloen)

Du bestiller en sugebil til at tømme siloen, eller går i gang med at tømme den med en skovl eller spand. Vi vil altid anbefale skot imellem træpiller og snegl i tilfælde af havari!

Kan anlægget køre med alle størrelser træpiller?

I siloen er der ingen problemer, men snegle er kun beregnet til piller med en diameter på 8 mm!

Hvor stor en silo skal jeg vælge?

Se side 7 – dimensionering af silo

Kan jeg sætte siloen i fyrrummet sammen med kedlen?

Se side 3 – silo i fyrrum



Hvordan skal jeg bygge min silo?

Se side 6 – selvbyggersilo?

Hvor langt kan der blæses med træpillerne når de leveres?

Se side 5 – afstand fra vej til silo

Hvor kan jeg placere min silo?

Se afsnit 1 – Lagring af træpiller

Hvor meget vejer træpiller pr. m³?

0,65 tons pr. m³. Se side 7 – dimensionering af silo

Hvordan skal jeg lave min indblæsning?

Se afsnit 3 – indblæsning af træpiller

10. Yderligere oplysninger

Flere oplysninger om silo- og biobrændselsanlæg kan fås via nedenstående links:

www.energibranchen.dk under ”Medlemsoversigt”

- Leverandører af siloer, kedler mm.

www.skorstensfejerlauget.dk

- Råd og vejledninger og ydelser fra skorstensfejere

www.brandteknisk-institut.dk

- Køb af Brandteknisk vejledning 32 ”Biobrændselsfyrede centralvarmekedler”

www.teknologisk.dk/energi/911

- Oversigt over godkendte energi- og miljømærkede biokedler

Dansk Energi BrancheForening har endvidere udgivet:

Forbrugerfolderen ”**Problemfri opvarmning med biobrændsel**”, og ”**Simpelt beregningsprogram for biokedler**”, som kan give et overslag på størrelsen af biokedlen og besparelsen ved fyring med træpiller.

Begge kan hentes på www.energibranchen.dk under ”Publikationer”