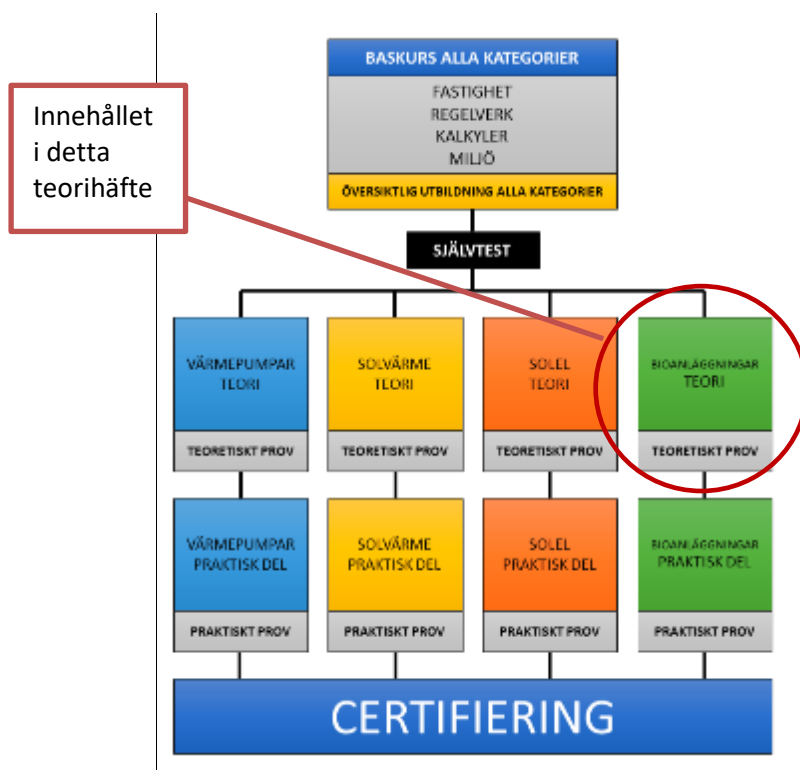


Certifierad installatör RES Bioenergi



Certifierad Bioenergiinstallatör enligt Förbarhetsdirektivet

Föreliggande utbildningsmaterial innehåller den fördjupade teori som fordras för att bli certifierad bioenergiinstallatör enligt Förnybartdirektivet.



För att bli certifierad installatör inom de fyra energisystemen, solel, värmepumpar, solvärme och bioenergianläggningar, som omfattas av Förnybartdirektivet krävs dessutom en allmän kunskap om fastigheter och dess energiförsörjning, om miljöpåverkan av olika system, om energi- och kostnadskalkyler samt om vissa nationella och internationella lagar och regler. Installatören ska dessutom, oberoende av vilket system man arbetar med, ha viss kännedom om de övriga. Detta material är samlat i ett separat teorihäfte, basblocket, och är således gemensamt för alla utbildningar.

Utöver teoretiskt prov på basblocket och föreliggande specialiseringsblock ska installatören också genomföra ett praktiskt prov. En beskrivning av den praktiska delen (laborationen) finns i slutet av detta teorihäfte.

Kunskapskraven är specificerade i Boverkets BFS 2015:4 CIN 2.

Kursvägledning BIOENERGIBLOCKET – Certifierad Installatör

Förord

Undertecknad har på uppdrag av *PelletsFörbundet och Energimyndigheten* tagit fram denna utbildning som syftar till att ge deltagarna en grundläggande teknisk förståelse med tyngdpunkt *på förbränningsteknik och värmeproduktion i allmänhet och bioenergi i synnerhet*. Efter genomgången utbildning skall deltagarna ges möjlighet att genomföra en examination som Certifierad Bioenergiinstallatör enligt BFS 2015:4 CIN 2. Utbildningen skall bidra till att ge deltagaren den kunskap som krävs för att kunna genomföra *förstå bioenergins roll i ett hållbart energisystem*, samt även att deltagarna ska kunna *beräkna, dimensionera och projektera ett modernt villavärmesystem*. De föreläsningar som hör till utbildningen är teoretiska och förutsätter att deltagarna i förväg har läst in sig på detta kurskompendium.

Bioenergin är lika förnybar energi som sol, vind, och vatten. Växterna omvandlar en del av solenergin till kemiska föreningar som kan användas vid ett senare tillfälle. Till bioenergins fördelar hör också att den är diversifierad – det finns många olika bioenergiråvaror och många olika sätt att förädla och använda biomassan. Biomassa för energiändamål kan produceras i det befintliga skogs- och jordbruket med måttliga investeringar. Ökad andel bioenergi skapar arbetstillfällen och en ökad försörjningstrygghet, både nationellt och regionalt.

Det ställs högre brandsäkerhetskrav på en fastbränsleanläggning än på en anläggning för el- eller oljeuppvärmning. Fastbränsleeldning kräver också en viss baskunskap hos användaren beträffande handhavande och skötsel. All nyinstallation, byte och/eller förändring av eldstad och bränsleslag samt utrustning för fastbränsleeldning kräver bygganmälan till kommunens byggnadsnämnd, senast tre veckor innan arbetet påbörjas. Det är också anläggningsägaren som skall visa att anläggningen uppfyller gällande miljö-, brand- och säkerhetskrav. Här är skorstensfejaren ofta den sakkunnige som har kunskap och möjlighet att kvalitetssäkra installationen.

Detta kursmaterial avser att stärka deltagarnas övergripande kunskaper inom förnybar energi och samtidigt öka motivationen för att skapa en anläggning med optimal driftsekonomi och driftsäkerhet hos slutanvändaren. Därutöver ska kursen ge deltagaren den kompetens som leder till att deltagarna kan bli *Certifierad Bioenergi-installatör enligt kraven i BFS 2015:4 CIN 2* för installationer i byggnader upp till ett nominellt effektbehov upp till 20 kW. Certifieringen vänder sig till alla installatörer som jobbar med värmepumpar, solvärme, solel eller/och bioenergiteknik. Detta kursmaterial avser i första hand kunskapsuppbyggnad för de installatörer som avser gå vidare med en certifiering inom bioenergiteknik. För att få certifiering gäller för alla områden att sökanden förutom godkända teoretiska och praktiska prov dessutom ska ha erfarenhet av praktiskt arbete inom installation motsvarande minst tre års heltidsarbete under den senaste femårsperioden.

Det praktiska provet för Bioenergiinstallatörer handlar om intrimning och prestandamätning. I kompendiet finns därför ett avsnitt kring anläggningarnas drift- och miljödata med avsikt på att öka förståelsen för *varför* man ska mäta och *hur* man ska tolka mätresultaten och överföra dessa till att förbättra anläggningens prestanda. Avsnitt markerade med (1) avser *"kunskap"* ligger till grund för de teoretiska proven i examinationen och avsnitt markerade med (2) är för *"kännedom"* avsedda att för att ge en bredare kunskap samt avsnitt markerade med (3) som skall ses som *"informativa tillägg"*.

Kursmaterialet är framtaget av PelletsFörbundet i samarbete med Energimyndigheten och frågor rörande innehållet kan ställas till PelletsFörbundets kansli via e-mail till kansliet@pelletsforbundet.se.



PelletsFörbundet/ÄFAB
Sockerbruksgatan 1
531 40 LIDKÖPING

0510- 285 30
kansliet@pelletsforbundet.se

Innehållsförteckning

1. Bioenergi i Sverige	10
1.1 Tillgång och efterfrågan	10
1.1.1 Total energi för uppvärmning och varmvatten i småhus år 2014	11
1.1.2 Genomsnittlig energi för uppvärmning och varmvatten i småhus år 2014	11
1.1.3 Uppvärmningssätt i småhus år 2014	11
1.1.4 Omräkningsfaktorer för effektiva värmevärden (källa Energimyndigheten)	13
1.2 Olika bibränslen	13
1.2.1 Ved	15
1.2.1.1 Emissioner	16
1.2.1.2 Nya emissionskrav i BBR på väg	17
1.2.2 Flis o GROT	18
1.2.2.1. Flis som bränsle	19
1.2.2.2. Skydd mot brand	20
1.2.3 Pellets (Briketter)	21
1.2.3.1 Lagring och transport av pellets	23
1.2.3.2 Allmänt om leverans i småsäck.	24
1.2.3.3 Bulkleverans till pelletsförråd/silo	24
1.3 Pelletsförråd	24
1.3.1 Placering av förråd	26
1.3.2 Inblåsningsrör	26
1.3.3 Dämpning	26
1.3.4 Avluftningsrör	27
1.3.5 Utmatning från förråd	28
1.3.6 Ventilation och täthet	28
1.3.7 Varning för damm och CO-förgiftning	28
1.4 Riskhantering bränsleförråd	30
1.4.1 Behandling av CO-förgiftning.	30
1.4.2 Små pelletsförråd för villor	31
1.4.3 Ventilation av små förråd	31
2. Förbränning med fasta bränslen	33
2.1 Allmänt om anläggningen	33
2.1.1 Skorstenen	34
2.1.2 Primär- och/eller sekundär uppvärmning	35
2.1.3 Pannrummet	35
2.1.4 Expansionskärl	36
2.2 Val av förbränningsutrustning	36
2.2.1 Vedeldning	37
2.2.2 Pelletseldning	38
2.2.3 Fliseldning	38
2.2.4 Spannmålseldning	40
2.2.4.1 Risk för korrosionsskador	40
3. Förbränningslära	41
3.1 Förbränning i korthet	42

3.2 Faktorer som påverkar förbränningsresultatet	43
3.2.1 Rostets utformning	44
3.2.2 Lufttillförsel och temperatur	44
3.2.3 Slutförbränningszonens utformning	45
3.2.4 Recirkulation av rökgaser – blåågeteknik	46
3.2.5 Uppstarten och nedeldning	47
4. Förbränningsteknik	49
4.1 Vedeldning pannor	49
4.1.1 Överförbränning	49
4.1.2 Dubbel- och Kombinationspannor	50
4.1.3 Underförbränning	50
4.1.4 Omvänd förbränning	50
4.1.4.1 Test av vedpannor	50
4.2 Vedeldning kaminer	51
4.2.1 Lätta vedkaminer	51
4.2.1.1 Test av braskaminer	52
4.2.2 Kakelugnar och tunga eldstäder	52
4.2.3. Vattenmantlade kaminer	54
4.3 Pelletseldning	55
4.3.1 Pelletsbrännare	55
4.3.2 Pelletseldning - Integrerade pellets pannor	56
4.3.2.1 Test av pellets pannor	58
4.3.3 Pelletskaminer	59
4.3.3.1 Exempel på lönsamhet	60
4.3.4 Kombination med värmepump	61
4.4 Fliseldning	61
4.4.1 Stokeranläggning.	62
4.4.2 Panna med förugn.	62
4.4.3 Integrerade flispannor	63
4.4.3.1. Optimerad förbränning	63
5. Systemlösningar	65
5.1 Vad innebär ackumuleringen?	65
5.1.1 Beräkna husets energi- och effektbehov	65
5.1.2 Graddagar och gradtimmar	68
5.1.3 Beräkna ackumulatortanken volym - vedeldning	68
5.1.3.1 Isolering av tanken	70
5.1.3.2 Beräkna en vedpannas storlek (effekt i kW)	70
5.1.3.3 Beräkna en vedpannas eldstadsvolym	71
5.1.3.4 Beräkna minsta tank till en vedpanna	72
5.1.3.5 Beräkna största tank till en vedpanna	73
5.1.4 Pellets- och fliseldning och ackumulering	73
5.2 Inkopplingsalternativ	75
5.2.1 Standardkoppling	75
5.2.2 Återvinningskoppling	78
5.2.3 Andra inkopplingsalternativ	80
5.2.4. Värmeöverföring med kulvert	82

5.2.4.1 Kulvertens anslutning till byggnader	84
5.2.4.2 Dimensionering av kulvertsystem	85
5.2.4.3 Värmeförluster, effektförluster	88
5.3 Expansionskärlet storlek	88
5.3.1 Öppna expansionskärl	89
5.3.2 Slutna expansionskärl	90
6. Lagar, regelverk och styrmedel	92
6.1 Reglering idag	92
6.1.1 Utsläppande på marknaden	92
6.1.2 Användandet enligt BBR	93
6.1.2.1 I vilka situationer är Boverkets byggregler tillämpliga?	94
6.1.3 Ny föreskrift BEN 1	94
6.1.4 Miljöbalken	95
6.1.4.1 Miljölagstiftningens uppbyggnad	95
6.1.4.2 Miljöbalkens allmänna hänsynsregler	96
6.1.5 Konsumentlagstiftningen	97
6.1.5.2 Konsumentköplagen	97
6.1.5.3 Konsumenttjänstlagen	98
6.1.5.4 Tvist med konsument	99
6.1.5.5 Allmänna reklamationsnämnden, ARN	100
6.2 Övrig lagstiftning	100
6.2.1. Lag till skydd mot olyckor (LSO)	100
6.2.1.1 Sotning och brandskyddskontroll	101
6.2.1.2 Första kontroll efter nyinstallation eller väsentlig ändring av anläggning	103
6.2.2 LBK:s bestämmelser	103
6.2.2.1 Innehåll LBK-pärmen	104
6.2.3 EU-direktiv och Arbetsmiljölagstiftningen	104
6.2.3.1 Maskindirektivet	105
6.2.3.2 Lågspänningsdirektivet	105
6.3 Tillsyn	106
6.3.1 Boverket	106
6.3.2 Kommunerna	106
6.3.2.1 Anmälan enligt Plan & Byggförordningen (PBF)	106
6.3.3 Miljöbalken	107
6.4 Kommande reglering	108
6.4.1 Ekodesign och dess genomförandeförordningar	108
6.4.1.1 Kaminer (fastbränsle rumsvärmare)	109
6.4.1.2 Ekodesigngenomförandeförordningen i relation till byggproduktförordningen	109
6.4.2. Pannor	110
6.4.2.1 Ekodesigngenomförandeförordningen i relation till EN 303-5 klass 5	110
6.5.1 CE-märkning	111
6.5.2. Tillsyn enligt ekodesigndirektivet	111
6.5.2.1. Övergångsregler	112
6.6 Miljöstyrande insatser, skatter och avgifter	112
6.6.1 Energi och Koldioxidskatt	113
6.6.2. Utsläppshandel med Gröna Certifikat	113

6.6.3 Klimatklivet- lokala klimatinvesteringar	114
6.6.3.1 Klimatklivet har hög ambition	114
6.6.3.2 Bedömning och beräkning	115
6.7. Problem med dagens fastbränsleeldning	116
6.7.1 Låg utbytestakt	117
6.7.2 Svårt att utöva tillsyn över det befintliga beståndet	117
6.7.3 Dagens krav är inte speciellt skarpa	118
6.7.4 Byggherren får kanske ta alltför stort ansvar	118
6.7.5 Eldningsbeteendet	119
7. Prestandaprov och metoder	120
7.1 Provningsmetoder	120
7.2 Uppstart & nedeldning	121
7.3 Testmetoder	122
7.3.1 Provningsmetoder för vedpannor	123
7.3.2 Provningsmetoder braskaminer	125
7.3.3 Andra provningsmetoder	126
7.4 Verkningsgrader	127
7.4.1 Pannverkningsgrad	127
7.4.2 Systemverkningsgrad	127
7.4.3 Förbränningsverkningsgrad	128
8. Att mäta är att veta	130
8.1 Service och serviceavtal	130
8.1.1 Hur går en rökgasanalys till?	130
8.2.1 Luftöverskottet	132
8.2.2 Kolmonoxid (CO)	133
8.2.3 Temperaturmätning	133
8.3 Andra miljövärden som mäts i labb	134
8.3.1 Totalkolväte (THC) eller OGC	134
8.3.2 Kväveoxider (NO _x)	135
8.3.3 Stoft (partiklar)	135
8.3.4 Black Caron	136
8.3.5 Antioxidanter – ”de goda emissionerna”	137
9. Analysinstrument för mätning i fält	138
9.1. Råd vid val av instrument	138
9.2. Exempel på instrument	138
Bilaga 1 Certifiering av bioenergiinstallatörer	142
B1.1 Krav för certifiering	143
B1.1.1 Gemensamt certifikat	143
B1.2 Så här fungerar det	144
B1.2.1 Praktisk del – certifiering av installatörer för BIO-energianläggningar enligt Förnybartdirektivet	144
B1.2.2 Examination:	144
B1.2.3 Laborationens olika delar, syfte, utrustning och utförande.	145

B1.3 BFS 2015:4 CIN II	146
Bilaga 2	150
B2.1 Alternativt frivilligt system utan krav på ackreditering	150
B2.2 Närvärme	151
B2.3 Anslutning till ett närvärmesystem	152
B2.3.1 Teknik för närvärme	153
B2.3.2 Fast rost eller rörlig rost	154
B2.3.3 Pulverbrännare	154
B2.2.4 Pelletsbrännare	155
B2.3 Bioenergi inom industrin	155
B2.3.1 Grund för övergång till bioenergi	156
B2.3.2 Värmesystemet	157
B2.3.2.1 Tekniska lösningar	158
B2.4 Mer om ånga	159
B2.4.1 Ångans egenskaper	159
B2.4.2 Ångsystemet	160
B2.4.3 Kondensatsystemet	160
B2.4.3.1 Kondensatets värmeinnehåll – Hur kan det utnyttjas?	160
B2.5 Ekonomi och Finansiering	161
B2.5.1 Checklista	162
B2.6 Rökgasrening	164
B2.6.1. Multicyklon	164
B2.6.2 Elektrofilter	165
B2.6.3 Rök-gaskondensering	165
B2.7 Klimatpåverkan från energianvändning	165
B2.7.1 Så beräknas klimatpåverkan	165
B2.7.2 Vilka utsläpp bör inkluderas vid klimatvärdering av en fastighet?	166
B2.7.3 Nyckeltal för jämförelse av klimatpåverkan	167
B2.7.4 Klimatvärdering av bränslen till uppvärmning, fjärrvärme och el	167
B2.7.5 Resursanvändning som uppkommer av energianvändning	171
Bilaga 3	173
Europastandard EN ISO 17225-2:2014	173
Bilaga 4	174
Beskrivning av beräkningar av minskade växthusgasutsläpp för ansökningar i Klimatklivet	174

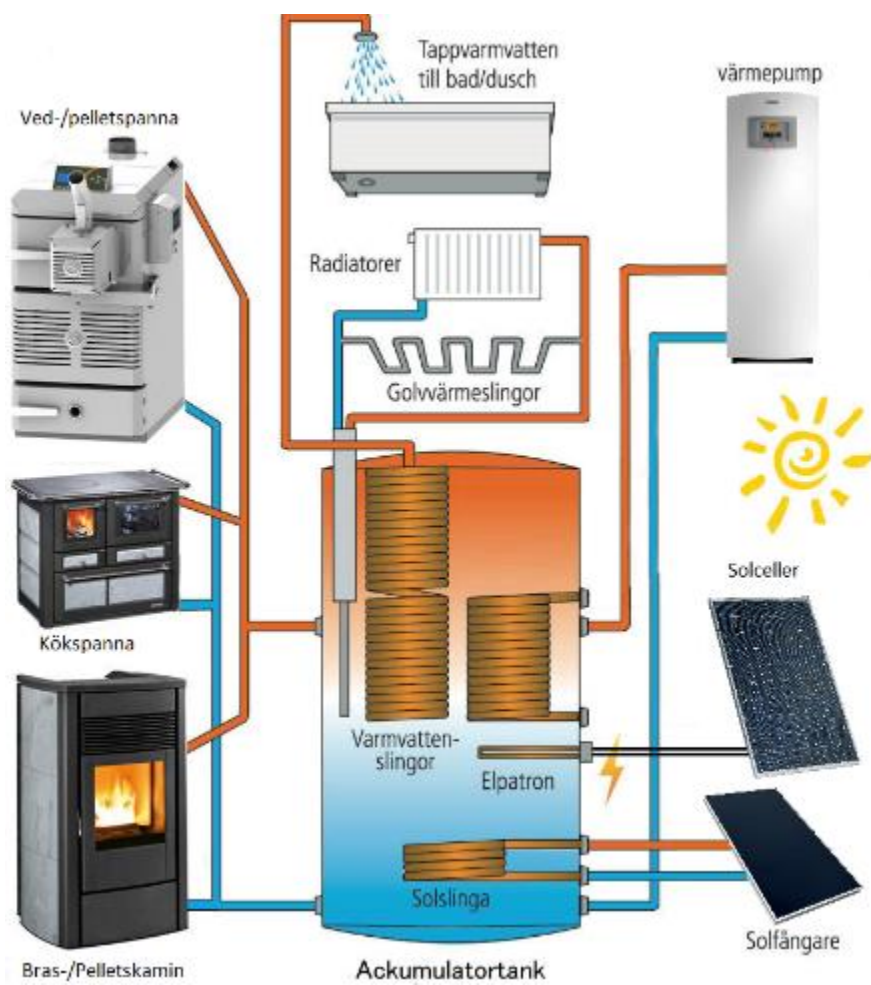


Bild 1. Framtidens installatörer måste kunna kombinera olika systemlösningar

1. Bioenergi i Sverige

(1- Kunskap)

En del *tror inte* att bioenergi är en lika miljövänlig energiform som sol och vind. Det är fel. Bioenergin är lika mycket förnybar energi som sol, vind och vatten. Bioenergi kan ses som lagrad solenergi. Växterna omvandlar en del av solenergin till biomassa i form av kemiska föreningar som kan användas vid ett senare tillfälle. Däremot kan människor ibland missbruka naturen på samma sätt som somliga bryter mot lagar och begår brott. Det är därför viktigt att vi har regelverk och en lagstiftning som gör att vi kan vara trygga i att bioenergiproduktion och användning sker på ett hållbart sätt.



Bild 2. Exempel på olika fasta biobränslen.

Biobränslen kan ibland vara svåra att definiera då de finns i alla olika former: *fasta, flytande och gasformiga*. Det kan vara allt från sågspån, bark och GROT (grenar och toppar) via träpulver, pellets och briketter till biogas, etanol och syntetisk diesel raffinerad från restprodukter från massaindustrin.

Svensk Standard definierar biobränslen som *"bränsle där biomassa eller torv är utgångsmaterial. Bränslet kan ha genomgått kemisk process eller omvandling och ha passerat annan användning"*.

Biomassa är enligt samma standard *"material med biologiskt ursprung som inte, eller endast i ringa grad, omvandlats kemiskt"*.

1.1 Tillgång och efterfrågan

(2- Kännedom)

Bioenergin har redan 2010 oljan passerat som *Sveriges största energikälla*. Det beror delvis på att vi 1990 införde en koldioxidskatt som gjorde att fossil energi betydligt dyrare och ökade konkurrenskraften för all förnybar energi. År 2015 kom 35 procent av Sveriges energianvändning, inklusive belysning och transporter, från bioenergi. Sverige är idag ett fantastiskt exempel för andra länder på hur utveckling av förnybar energiproduktion kan ske *utan att ekonomi och sysselsättning påverkas negativt*. Till höger ser vi vår inhemska energianvändning år 2015 fördelad på energislag. Med slutlig energianvändning avses nyttiggjord energi i alla samhällssektorer: industri, bostäder, service, jordbruk, trafik osv. Omvandlings och distributionsförluster har räknats bort. Svebios beräkning baserad på Energimyndighetens statistik.

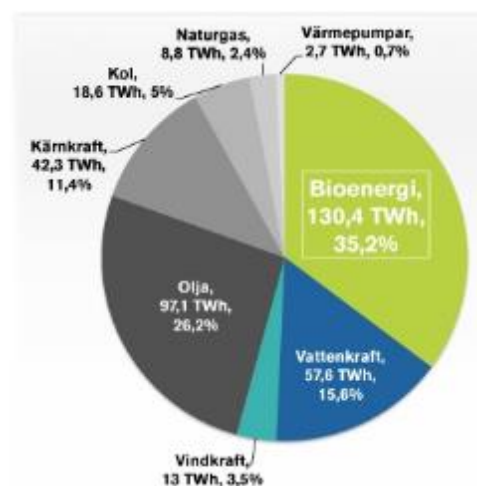


Bild 3. Vår användning av energi år 2015
Källa: Svebio/Energimyndigheten

Det mesta av bioenergin används för värme- och elproduktion. Mycket av bioenergin används inom fjärrvärmesektorn. Tack vare att Sverige har ett väl utbyggt fjärrvärmesät kan en stor del av samhällets värmebehov täckas av en förnyelsebar energikälla som bioenergi. Det är främst trädbränslen i form av avverkningsrester från skogsbruket som används för värmeproduktionen.

1.1.1 Total energi för uppvärmning och varmvatten i småhus år 2014

(3- Information/tillägg)

Småhusens totala energianvändning för uppvärmning och varmvatten, exklusive hushållsel och upptagen värmeenergi från värmepumpar, uppgick under år 2014 till 30,7 TWh. El är fortsatt det vanligaste uppvärmningssättet. Totalt användes 13,8 TWh el i småhusen, exklusive hushållsel, under året. Det motsvarar 45 procent av småhusens totala energianvändning för uppvärmning och varmvatten under året.

Efter el är biobränsle (ved, pellets, flis och spån) det mest använda uppvärmningssättet. År 2014 användes 10,3 TWh biobränsle i småhusen, vilket motsvarar en tredjedel av småhusens totala energianvändning för uppvärmning och varmvatten. Fjärrvärme stod för 5,5 TWh, eller 18 procent.

1.1.2 Genomsnittlig energi för uppvärmning och varmvatten i småhus år 2014

(3- Information/tillägg)

Enligt energiprestandadirektivet (2010/31/EU) ska en byggnads energiprestanda vara den beräknade eller uppmätta energimängd som behövs för att uppfylla det energibehov som är knutet till normalt brukande av byggnaden. Det finns dock ingen bindande föreskrift för hur det normala brukandet av en byggnad ska beaktas.

I energideklarationerna¹ definieras byggnaders energiprestanda som den mängd energi som behöver användas i en byggnad för att uppfylla de behov som är knutna till ett normalt bruk av byggnaden under ett år. I en energideklaration ska byggnadens energiprestanda anges som energianvändningen fördelad per A_{temp} uttryckt i kWh/m² och år, dvs. energiprestandan motsvarar byggnadens specifika energianvändning så som den definieras i BBR. Läs vidare under kap 6.

Översiktligt i varje småhus, som inte är nybyggda, användes i genomsnitt energi motsvarande 15 900 kWh för uppvärmning och varmvatten under 2014, exklusive hushållsel. **För varje kvadratmeter småhus användes i genomsnitt energi motsvarande 106 kWh för uppvärmning och varmvatten under året, exklusive hushållsel.**

Användningen av hushållsel i småhus har ökat med 56 procent sedan år 1970, från 3 800 kWh till 5 900 kWh per småhus. En del av denna ökning antas dock härröra från en ökad användning av el för drift av olika funktioner i småhusen, som cirkulations pump, ventilation och golvvärme. I äldre småhus används i genomsnitt mer energi för uppvärmning och varmvatten än i nyare hus. Under 2014 användes i hus byggda år 1940 eller tidigare mest energi för uppvärmning och varmvatten, i genomsnitt 19 200 kWh per småhus. Minst energi användes i småhus byggda mellan 2011 och 2013, 11 600 kWh i genomsnitt.

1.1.3 Uppvärmningssätt i småhus år 2014

(3- Information/tillägg)

Elvärme, direktverkande eller vattenburen, är det vanligast använda uppvärmningssättet i svenska småhus. Cirka 600 000 småhus, eller ungefär en tredjedel av Sveriges totalt 1 929 000 småhus, värmdes med enbart el under år 2014. **Cirka hälften av dessa värmdes med direktverkande el och hälften med vattenburen.**

Elvärme kombinerad med biobränsle (ved, pellets, flis och spån) är det näst vanligast använda uppvärmningssättet. Cirka 377 000 småhus, eller en femtedel av samtliga hus, värmdes med en sådan

¹ 3 § lagen (2006:985) om energideklaration om byggnader

kombination under året. 13 procent av småhusen värmdes med enbart fjärrvärme medan 12 procent värmdes med enbart berg-, jord- eller sjövärmepump.

Uppvärmning med olja blir mer och mer ovanligt. Antalet småhus som värmdes med enbart olja eller olja i kombination med annat uppvärmningssätt under 2014 var enligt Energimyndigheten 38 000, ungefär två procent av den totala populationen småhus.

Idag beräknas nära hälften av landets småhus, 993 000 stycken, vara utrustade med någon typ av värmepump. Luftvärmepumpen är den vanligast förekommande typen, år 2014 var mer än hälften av de i småhus installerade värmepumparna någon form av luftvärmepump.

Uppgifter nedan om antal anläggningar är hämtade från Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) och den **redovisning av antalet sotningsförrättningar som görs där**. Av de ungefär 2 miljoner villor som finns i landet, hade år 2015 bara 320 090 villor en egen värmepanna. Det är 16 160 färre än det var 2013 (-4,8 %). Av de villor som har en värmepanna nyttjade 86,5 % någon form av fastbränsleeldning. Totalt sotades 86 099 st pelletspannor och 16 064 pelletsaminer år 2015. Andelen sotade oljepannor (inklusive kombioldade) är nu nere i under 44 000 stycken.

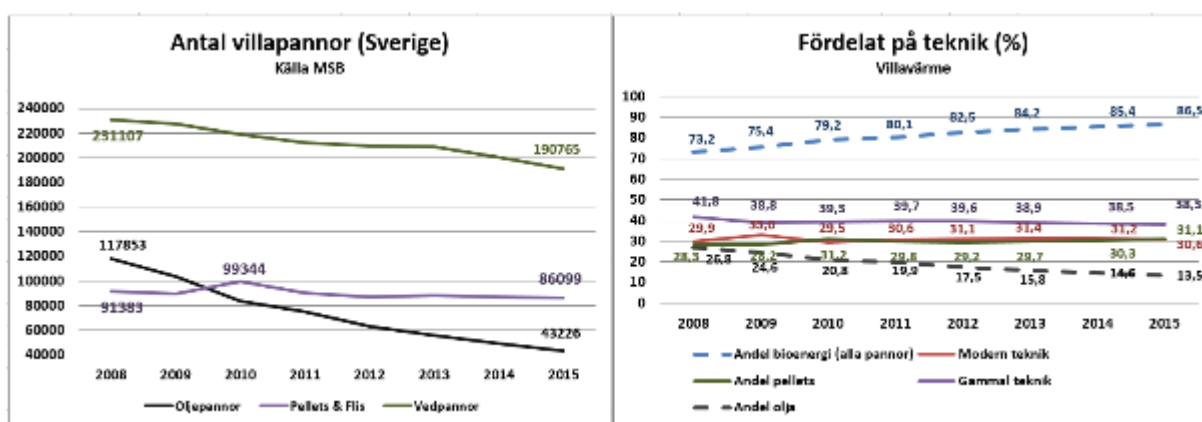


Bild 4. Diagrammen ovan visar marknadsutvecklingen för antalet villavärmepannor baserat på energibärare. Källa: MSB – statistik över antalet sotningsförrättningar.

År 2015 fanns det en värmepanna i 16,6 procent av småhusen (320 090 st). **Det är en minskning med 120 253 värmepannor (27,3 %) sedan 2008.** Noterbart är att andelen värmepannor sjunker till förmån för värmepumpar och fjärrvärme. Antalet pelletspannor är de senaste 3- 4 åren relativt konstant, och antalet pelletsaminer ser ut att öka om än från väldigt låga marknadsandelar (0,9 % av lokaleldstäderna).

1.1.4 Omräkningsfaktorer för effektiva värmevärden (källa Energimyndigheten) (2- kännedom)

Bränsle	Fysisk kvantitet	MWh	GJ
Flis, bark, spån	1 ton	2,00–4,00	7,20–14,4
Torv	1 ton	2,50–3,00	9,00–11,0
Pellets, briketter	1 ton	4,50–5,00	16,0–18,0
Kol	1 ton	7,56	27,2
Koks	1 ton	7,79	28,1
Kärnbränsle	1 toe	11,6	41,9
Råolja	1 m ³	10,07	36,3
Toppad råolja	1 m ³	11,1	40,1
Petroleumkoks	1 ton	9,67	34,8
Asfalt (bitumen)	1 ton	11,4	41,0
Smörjoljor	1 ton	11,5	41,4
Motorbensin	1 m ³	9,10	32,6
Flygbensin	1 m ³	8,67	32,8
Lättbensin	1 ton	7,91	28,5
Petroleumnafta	1 m ³	9,34	33,6
Flygfotogen och övriga mellanoljor	1 ton	9,60	34,6
Annan fotogen	1 m ³	9,54	34,3
Diesel och eldningsolja 1	1 m ³	9,95	35,8
Tjocka eldningsoljor 2–6	1 m ³	10,58	38,1
Propan och butan	1 ton	12,8	46,1
Stadsgas	1 000 m ³	5,8	20,9
Kokugnsgas	1 000 m ³	4,65	16,7
Naturgas	1 000 m ³	11,1	39,8
Masugnsgas	1 000 m ³	0,93	3,35
Etanol	1 m ³	5,90	21,2
Biogas	1 000 m ³	9,70	34,9
FAME	1 m ³	9,17	33,0
E85	1 m ³	6,59	23,7
HVO	1 m ³	9,44	34,0
Fordongas	1 000 m ³	10,16	36,6

Bild 5. Omräkningsfaktorer för olika energibärare. Källa Energimyndigheten

1.2 Olika biobränslen

(2- Kännedom)

Kortfattat har vi redan konstaterat att *Biomassa är en form av lagrad solenergi*. **Biobränslen är biomassa som användas till att producera energi** som kan driva bilar eller producera värme och el. De vanligaste biobränslena i Sverige är:

- Biodrivmedel
- Biooljor
- Trädbränslen
- Pellets
- Åkerbränslen
- Lutar

Biodrivmedel är fordonsbränslen som är producerade från förnybar biomassa. Utvecklingen inom biodrivmedel sker idag mycket snabbt, och antalet råvaror som kan användas utökas. På samma sätt förbättras även odlings- och produktionstekniker så att den insatsenergi som behövs minskar, och

bränslena blir allt mer klimat och energieffektiva. De vanligaste biodrivmedlen idag är: *Etanol, biodiesel, syntetisk diesel och biogas* men i framtiden kan vi även komma att vänja oss vid andra former som *HVO eller DME*. Idag finns det förnybara drivmedel inblandade i samtliga fossila drivmedel.

Biooljor är förnybar olja framställd ur biomassa. Oljan kan vara av vegetabiliskt eller animaliskt ursprung och bestå av allt från primära växtoljor eller rest- avfallsprodukter från processindustri, så som ex tallbeckolja och svartlut från pappersmassatillverkning. Precis som för fossil eldningsolja finns olika kvalitetsklasser från lätt till tung även för biooljor.

Biooljor värmer flera av Sveriges fjärrvärmenät. Biooljan ersätter då fossil eldningsolja och är ett enkelt verktyg för att ersätta fossil olja i uppvärmning och minska energiproducenters klimatpåverkan. Ett faktum är att vi i Sverige idag av klimatskäl använder mer biooljor än fossil olja i våra fjärrvärmenät, detta gör oss unika i Europa.

Trädbränsle delas in i olika kategorier beroende på vilken användning som bränslet har haft tidigare. *Styckeved* är normalt gallringsvirke som tas tillvara och kapas till brasved. Skogsbränsle är trädbränsle som faller från skogsindustrin och som inte haft någon tidigare användning. *Sågspån och bakar* från sågverken och *Grenar & toppar (GROT)* som lämnas kvar efter en skogsavverkning är ett exempel på detta. Även rötskadad ved, som inte lämpar sig för råvara till sågverk eller massa-pappersbruk samt stubbar är en form av skogsbränsle. *Energiskogsbränsle* är ett trädbränsle som har odlats enbart i syfte att användas till energi och som inte haft någon tidigare användning. I regel rör det sig om snabbväxande träddarter som t.ex. salix och poppel.

Återvunnet trädbränsle är ett trädbränsle som härstammar från råvaror som tidigare har använts för ett annat ändamål än energikälla. Rivningsvirke och överblivet konstruktionsvirke är ett exempel på detta. I sönderdelad form kallas detta bränsle populärt för *returflis eller "RT-Flis"*

Pellets, briketter och träpulver är förädlad och komprimerat biobränsle med goda egenskaper för transport och lagring. Träpulver framställs normalt genom att pellets mals till pulver innan det förbränns. Briketter är ett biobränsle med liknade egenskaper som för pellets men tillverkas i större storlek. Råvaran kommer från naturens största förnybara resurs, skogen, och utgörs av sågspån, kutterspån, torrflis eller bark. Även lignin, torv eller energigräs kan användas i tillverkningen av pellets. I Sverige kommer råvaran till nästan 100 % från det sågspån som faller vid våra sågverk. Vi kapar ingen skog för att tillverka pellets. Omkring 50 % av det som kapas i skogen blir biprodukter och pelletsproduktionen är därför en viktig produkt för sågverkens lönsamhet. Förädlingen till pellets sker vid något av de 80-talen pelletsfabriker som finns runt om i landet.

Alla trädbränslen är ren biomassa som ingår i naturens eget kretslopp och produktionen sker i samklang med de krav på hållbar ekologisk utveckling som det moderna samhället ställer. *Vid förbränning släpps inte mer koldioxid ut än vad som bundits under trädens tillväxt.* Tillväxt och förbränning ingår därmed i ett slutet kretslopp med en omloppstid på ca 100 år. Stora delar av den olja och el som används för uppvärmning kan ersättas med pellets. *Varje ersatt kubikmeter olja med pellets eller en annan form av biobränsle innebär en minskning av ca 2,5 ton koldioxidutsläpp till atmosfären.*

Vanliga åkerbränslen är halm och energigräs till förbränning. Åkerbränslen kan även odlas för att framställa biodrivmedel för transportsektorn. Det är i regel raps och spannmål som efterfrågas för framställningen av biodrivmedel som exempelvis etanol, biogas eller RME (repsmetylester, eller biodiesel).

Svartlut är en biprodukt inom massa – och pappersindustrin. Produkten utvinns när träflis kokas till pappersmassa. Svartlut innehåller organiska föreningar som kan förbrännas för energiutvinning

och/eller utvinning av en lång rad kemikalier. Med nya tekniker för förgasning av lutar kan även plaster och drivmedel framställas från svartlut. Den totala energimängden som årligen utvinns ur avlutar uppskattas till ungefär 40 TWh, vilket är ungefär en tredjedel av den totala svenska bioenergianvändningen.

Torv är ett inhemskt långsamt förnybart bränsle. Genom eldning av torv kan vi hålla tillbaka import och användning av olja och kol, bränslen som i alla avseenden påverkar vår miljö negativt. Både skörd av torv och eldning av torv innebär en låg belastning på miljön. Torv förbättrar handelsbalansen och skapar viktig sysselsättning i delar av landet. Det gäller bl.a. i Norrlands inland där torv lokalt och regionalt medverkar till viktiga inkomster för jordbrukare och entreprenörer.

Torv är ett ekonomiskt konkurrenskraftigt energislag. Energitorvens konkurrenskraft grundar sig på den höghumifierade, väl torkade torvens höga värmevärde, som i sin tur beror på hög kolhalt och låg askhalt samt dess stora reaktivitet, som möjliggör styrning av förbränningen till emissionssnåla förlopp. Verksamheten är arbetsintensiv i förhållande till import av fossila bränslen och skapar skatteintäkter i alla led.

Svensk energitorv exporteras inte utan används i Sverige, där den utgör bränsle helt eller delvis för ett 40-tal värmeverk. 2014 motsvarade energitorvanvändningen 400 000 ton olja per år, och räcker till uppvärmning av 100 000 villor. Några större industrier använder dessutom torvbränsle för processvärme. Våra torvmossar växer till med ungefär 10-12 TWh år.

I detta kursmaterial behandlas fortsättningsvis i första hand de olika former av trädbränslen som används i anläggningar för hus med ett effektbehov upp till 20 kW.

1.2.1 Ved (1- Kunskap)

Det finns drygt 20 st inhemska trädslag i Sverige. Utöver dessa finns det även ett stort antal införda trädslag som oftast finns inom begränsade områden. Lövträdsarterna är en mycket större grupp än barrträdsarterna, som endast är tre till antalet. De arter som räknas som barr är gran, tall och lärk.

Vedens fuktinnehåll är viktigt att ha i åtanke när man beräknar den energi som veden avger. Ved som har ett fuktinnehåll på mindre än 30% ger i de flesta fall bäst prestanda och minsta mängd emissioner. Ved med högre fukthalt än så bör inte användas om inte utrustningen är speciellt anpassad för dessa fuktigare bränslen. Ett levande träd, liksom restprodukter från sågverken, har en fukthalt på ca 50-60%.

En viktig faktor i torkningen av ved är luftfuktigheten. Den är som lägst under tiden före lövsprickningen och stiger sedan successivt mot hösten. **När skillnaden mellan vedens och luftens fuktighet är som störst torkar veden effektivast. Därmed är torkningen av veden ofta bättre i april vid 10°C än vid 25°C i augusti.** Fukthalten i grova tal när det gäller rå ved, ligger runt 50 % och lufttorr ved ligger på 15 % i maj samt 30 % i oktober-november.

Vid minusgrader under vintern är luftfuktigheten ofta låg och veden torkar även då bra i uppvärmt utrymme. Men då krävs ibland att det finns en fläkt för att sätta luften i rörelse om större mängder skall torkas. För att få bästa resultat när man använder fläkt bör man tänka på suga bort luften istället för att blåsa direkt på veden.

Olika trädslag har olika energiinnehåll i sig. Energiinnehållet avser en kubikmeter fast volym (1000 liter fast massa) med ett fuktinnehåll på 20%.

Energiinnehåll i några utvalda trädslag:

- Rönn: 3190 KWh
- Bok: 3000 KWh
- Ek: 2900 KWh
- Ask: 2900 KWh
- Lönn: 2800 KWh
- Björk: 2650 KWh
- Fura: 2350 KWh
- Sälg: 2350 KWh
- Asp: 2000 KWh
- Gran: 2000 KWh
- Gråal: 1900 KWh



Bild 6. Exempel på en bra lagring av brännved.

Något att tänka på när man har den upparbetade veden är att se till så den lagras väl genomluftad under tak. Ett bra alternativ är ute under ett plåttak som vilar på regler. Något som inte är att rekommendera är att använda presenning. Om detta trots allt är enda alternativet, tänk då på att inte dra den långt ner på sidorna.

1.2.1.1 Emissioner

(1- Kunskap)

Eldning med fasta bibränslen är ur miljöaspekt ett utmärkt val om man eldar på rätt sätt. Bränslet ska vara torrt och förbränningen bör ske med hög temperatur och med ordentlig lufttillförsel. Då ved är ett bibränsle blir det inget så kallat nettotillskott av koldioxid till atmosfären. Ny skog växer upp och binder koldioxid i samma takt som ved avverkas och eldas upp.

Dagens vedbaserade eldning sker inte alltid utan problem och lokalt kan störningarna vara stora. Den småskaliga förbränningen av ved är en relativt stor källa till utsläpp av vissa miljö- och hälsoskadliga luftföroreningar, t.ex. bensen, polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och små partiklar. **Enligt MSB:s sotningsstatistik fanns det 2015 nästan 190 000 villor som har en vedpanna. Av dessa var 106 150 st (55 %) med en teknik som inte uppfyller miljökraven i BBR.**

Vid felaktig eldning och med gammal teknik kan ett stort antal människor i den närmaste omgivningen påverkas. Många klagar också över irritation av luftvägarna, att det luktar illa och att det sprids sot när grannarna eldar. Vanligast är klagomålen från lokaleldställen då de dels används inom tätorter och dels förekommer i ett stort antal. Det finns enligt Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) cirka 1,82 miljoner registrerade lokaleldställen i Sverige i form av kaminer, öppna spisar, kakelugnar m.m., som naturligtvis även bidrar till utsläpp av luftföroreningar även fast flertalet används i relativt liten utsträckning, främst för s.k. trivseldning. För alla småskaliga anläggningar gäller dock att modern teknik och rätt eldningsförfarande minskar utsläppen betydligt.

Modern förbränningsteknik som är rätt installerad och dimensionerad är en förutsättning för att eldning med fasta biobränslen skall ske på ett för samhället acceptabelt sätt. Bilden till höger illustrerar hur stora skillnaderna är mellan gammal föråldrad teknik och modern ved-, flis- och pelletseldning. Den stora utmaningen är att få bort den gamla dåliga tekniken från marknaden.

Det betyder att vi som installatörer måste se till att villaägarna väljer godkänd teknik och att gamla utbytta produkter inte säljs och återinstalleras via t ex Blocket.



Bild 7. Större delen av de nu aktuella utsläppen uppkommer som ett resultat av ofullständig förbränning i gamla vedpannor, som saknar en ackumulatortank där värmen kan lagras.

1.2.1.2 Nya emissionskrav i BBR på väg (1- Kunskap)

Boverkets förslag till skärpta emissionskrav i BBR är nu ute på remiss (juni 2016). I sin konsekvensanalys konstaterar Boverket att småskalig vedeldning har varit och är en viktig del i vår energiförsörjning. Men man betonar samtidigt att luftföroreningarna från att utsläppen från småskalig vedeldning är ett problem i hela Europa och har en betydande hälsopåverkan. Många utredningar har genomförts ofta också i samarbete mellan flera myndigheter. WHO uppskattar till exempel att 61 000 människor dör varje år i Europa på grund av småskalig förbränning av kol och biobränsle. I Sverige har IVL uppskattat att cirka 1 000 förtida dödsfall orsakas av luftföroreningar från vedeldning. *Det är därför angeläget att minska utsläppen av hälsopåverkande luftföroreningar från förbränning av biobränsle.* Boverket konstaterar också, trots detta, att mycket lite har hänt när det gäller att komma till rätta med den stora andelen gamla vedpannor (55 %) som används och att begränsa möjligheterna att köpa och installera begagnad utrustning som inte uppfyller dagens krav.

I Boverkets rapport 2016:6 Småskalig Vedeldning (tab t.h.) redovisas de totala utsläppen av hälsovådliga luftföroreningar fördelade på respektive pannkategorier. Här kan vi utläsa att **96,5 % av oförbrända kolväten (OGC), 71,8 % av stoftet och 89,1 % av allt CO som den småskaliga fastbränsleeldningen bidrar med kommer från gamla vedpannor** som inte anses uppfylla ens dagens krav i BBR. Det är alltså de gamla befintliga pannorna som orsakar problemen, inte den nya tekniken, som i första hand borde omfattas av skärpta krav.

		Ekodesign				
		SS EN 303-5				
Anm.	Verkningsgrad	OGC	Stoft	CO	NO _x	
a Vedpanna, ej BBR	70	6 680	489	39 600	324	
b Vedpanna, BBR	85	283	186	5 506	424	
a Vedpanna, BBR ny	85	64	77	1 338	491	
c Vedpanna, ekodesign	87	29	70	650	364	
Pelletspanna, ej BBR	85	9	34	296	176	
Pelletspanna, BBR	85	9	34	296	176	
c Pelletspanna, ekodesign	87	21	62	497	319	
Lokaleldstad, ej BBR				2 603		
Lokaleldstad, BBR				2 603		
c Lokaleldstad, ekodesign		84	28	1 068	142	

Källa: underlag från SP 2015, baserat på provningar från 2007 och 2013

Anm. a. SP syntesrapport 2007

b. SP provning åt Energimyndigheten 2013

c. Beslutade nivåer i de kommande ekodesignkraven

Bild 8. Exempel på emissioner från olika teknik

I sin konsekvensutredning om de skärpta utsläppskraven i BBR påpekar Boverket på att skärpningen här endast har en begränsad effekt på den totala mängden utsläpp från småskalig vedeldning, eftersom det befintliga beståndet inte berörs av en sådan ändring. Boverket konstaterar att skärpta utsläppskrav bör kombineras med andra åtgärder för att öka utbytestakten till produkter med bättre

prestanda. I annat fall kommer det att dröja länge innan utsläpp från småskalig fastbränsleeldning sjunker påtagligt.

Med andra ord behövs både åtgärder om gäller retroaktivt och en effektivare kontroll av efterlevnaden av gällande krav. I frånvaro av ytterligare reglering är det inte troligt att pannor är uttjänta blir utbytta mot sådana som uppfyller gällande krav i dagens byggregler. *Som installatör kan vi bidra genom att våra installationer utförs på ett fackmannamässigt sätt och med teknik som uppfyller ställda emissionskrav.*

1.2.2 Flis o GROT

(2- Kännedom)

Träflis framställs genom flisning av träråvara i trumhuggar eller skivhuggar. Råvaran kan vara avverkningsrester (GROT = grenar och toppar), helträdsflis från röjningar och tidiga gallringar, klen rundved i fallande längder (brännved), krokig rundved från lövträdkronor, rundved av udda lövträd, undermålig massaved och odlad salix (vide).

Vanligast nu är avverkningsrester, brännved och undermålig massaved. Från sågverken kommer upphuggna "bakar" och torr justerverksflis. Från träförädling kommer torr flis mm. Från massaindustrin diverse biprodukter och trärester som dock inte kommer ut på någon lokal marknad. Från annan industri, byggsektor, avfallshantering och återvinningsindustrin kommer diverse återvunnen träråvara.

För gårds- och närvärme är det främst aktuellt med olika flissortiment från lokalt skogsbruk:

- Flis från färsk avverkningsrester ("skogsflis") har som regel en relativt hög fukthalt 35–50%.
- Flis från klen och i viss mån upptorkad brännved. Fukthalt 25–40%.
- Flis från undermålig massaved. Fukthalt 35–45%.



Bild 9. Jinma Flishugg är ett exempel på traktordrivet aggregat för mindre användare

Större anläggningar har rökgaskondensator och där kan återvinna det mesta av den energi som åtgår för att förångna fukten i trä så ger bränslet mer energi än "effektiva värmevärdet".

Ris, klen rundved och randbarkad rundved torkar när det lagras luftigt och speciellt under de tidiga vårmånaderna. Upphuggen flis som lagras i en hög torkar normalt inte så att energiinnehållet ökar. Flishögen är för tät för att kunna "andas" av sig själv. Man kan emellertid relativt enkelt ordna så att flisen genomluftas med en fläkt. Om fläkten körs några dagar vid varmt och torrt väder så torkar flisen bättre. Det är bra både för lagringsbarheten och för energiinnehållet.

Den billigaste flisen är oftast den som kommer direkt från hyggesrester från traktens slutavverkningar eller från röjning av träd i åkerkanter. Om råvaran inte kunnat ligga och torka kan flisen ha en fukthalt kring 50 % och det kan vara i mesta laget för de flesta förbränningsutrustningar.

Fuktig flis kan även innehålla mögelsporer som kan vara ohälsosamt för de som handskas med flisen. Till mindre pannor är det därför lämpligt med råvaror som fått ligga och torka så att flisen har en fukthalt på max 20–30%. Bästa flisqualität uppnås genom att använda grenar och toppar (GROT) som fått ligga ett år i skogen och "barra av sig". Grot bör hållas täckt fram till flisningen. Även kalluftstorkning av flis är möjligt.

Råvaran kan flisas med mindre huggmaskin kopplad på en jordbrukstraktor. Har man få och stora objekt (till exempel slutavverkningshyggen) lönar det sig som regel att leja in en större flisningsmaskin. Flisning kostar i storleksordningen 40–70 kr per "lös" kubikmeter. Transporter direkt från skog till panncentralen ger normalt den lägsta hanteringskostnaden. En viss mellanlagring kan dock vara motiverad dels för att låta bränslet torka och dels för att ha buffertar vid kalla perioder, transportstörningar etc. Rundved som har förutsättningar till viss upptorkning passar bra som buffertlager.

Flis som används i mindre anläggningar skall ha en homogen partikelstorlek, helst inte över 50 mm flislängd. Främmande föremål som sand, metall bör inte förekomma. Fukthalten avgör valet av utrustning. Om man väljer en stoker så bör inte fukthalten vara högre än 20- 25 %. Ju torrare bränsle, desto högre värmevärde.

Fördelarna med att välja flis som bränsle är att man kan tillvarata det mesta i våra skogar, även det som inte går att använda till ved eller pellets. Flis är billigt att framställa och är oftast närproducerat. Det som krävs är en byggnad för lagring av flisen samt en traktor med lastare för påfyllning av flisförrådet. Om man inte har möjlighet att köpa färdig flis är alternativet att flisa själv med en s.k. flishugg. Flera skogsägare och lantbrukare börjar idag tillhandahålla flis, så det lönar sig att söka i närområdet efter någon som säljer färdig flis.



Bild 10. Bilden visar hur en bra kvalitet på flis kan se ut.

1.2.2.1. Flis som bränsle (2- Kännedom)

Småskalig fliseldning är sedan länge populärt inom lantbruksnäringen, där tillgång till ekonomibyggnader, maskiner och egen skog utgör bra förutsättningar. Men en mindre flisanläggning kan även vara ett alternativ för att värma upp en villa eller en gård på landet. Investeringen lönar sig bäst om man har tillgång till egen skog och egna maskiner (flishugg), alternativt om du kan få ett bra avtal med en skogsentreprenör som erbjuder färdig flis. Själva bränslet, som består av avverkningsrester, är billigare än vanliga biobränslen som ved och pellets.

En anläggning för fliseldning kan vara lite mer komplicerad än en anläggning avsedda för ved eller pellets. Eldningsutrustningen innehåller fler rörliga delar. Fukthalt och kvalitet på flis kan också variera mycket. Flisens förbränningsegenskaper gör att den passar bäst för ett hushåll med ett lite större energibehov. Använder du en mindre anläggning är det viktigt att flisen är torr och av jämn kvalitet. Flis är dessutom ett skrymmande bränsle och kräver stora lagringsutrymmen. Av praktiska och säkerhetsmässiga skäl brukar hela värmeanläggningen placeras i en separat byggnad, medan värmen distribueras via kulvert/ackumulatortank till bostadshuset. Byggkraven för pannrum och bränsleförråd kan variera beroende på vilken anläggning du väljer. *Bra vägledning finns i LBK:s anvisningar (Lantbrukets Brandskyddskommitté).*

För bästa värmevärde ska flisen vara torr. Helst ska fukthalten inte överskrida 25- 30 %. Mycket av materialet i skogen går med fördel att användas, men man ska helst inte få med löv, sand och barr. För mindre anläggningar i villa och lantbruk bör flislängden vara under 50-60 mm. De flesta utrustningstillverkarna rekommenderar att använda sig av flis enligt standarden GF60. GF60 är vad som i dagligt tal brukar kallas för "torr, fin flis". GF60 innebär att flisens fukthalt skall vara mellan 10-30% och att 80- 100 % av flisens fraktioner hamnat i intervallet 30- 60 mm. Mindre än 8 % får vara kortare än 3,5 mm och max 2 % får vara i intervallet 100- 120 mm

Det effektiva värmevärdet beror på flisens fukthalt. En kubikmeter flis med 35 procent fukthalt har ett energiinnehåll på cirka 900 kWh. Det brukar gå åt mellan 12-14 kubikmeter flis för att ersätta 1 kubikmeter olja, eller 10 000 kWh el. Om flisen torkas förbättras både värmevärdet och lagringshållbarheten. Tänk på att fuktig flis kan innehålla fler hälsofarliga mögelsporer än torrare flis.

1.2.2.2. Skydd mot brand

(2- Kännedom)

Vid automatisk eldning med *alla typer av fasta bränslen* ska åtgärder vidtas för skydd mot tillbakabrand till bränslebehållare och brandspridning beaktas. Alla funktioner ska styras via en styrenhet med batteribackup.

Pannanläggning ska ha minst *tre av varandra oberoende typer av säkerhetssystem* mot tillbakabrand. Ett av säkerhetssystemen ska vara vattensprinkler och ett annat ska säkra bränslebehållaren. Exempel på säkerhetssystem mot tillbakabrand som kan godtas:

- Vattensprinkler.
- Cellmatare. I alla halmeldade anläggningar ska ett av säkerhetssystemen vara cellmatare.
- Fallschakt med dubbla skruvar.
- Annat av LBK godkänt säkerhetssystem.

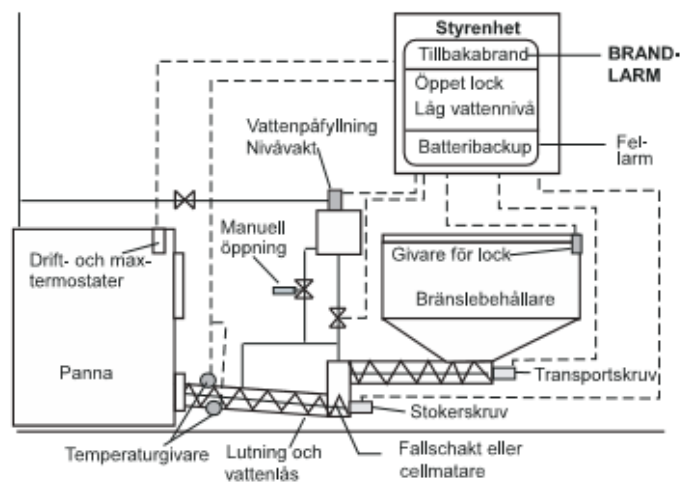


Bild 11. Schematisk bild över den säkerhetsutrustning som behövs

Vattensprinkler

Sprinklern ska ha minst två lämpligt utformade släckmunstycken placerade på lämpliga ställen för att kunna stoppa tillbakabrand.

Vattenbehållare till sprinkler ska rymma minst 10 liter vatten och vara försedd med nivåvakt (alternativt tryckvakt) som via styrenheten stoppar driften vid för låg vattennivå (alternativt lågt tryck) i behållaren. Vattenbehållaren ska vara placerad eller utformad så att nödvändigt tryck vid släckmunstycken erhålls. Fast rörinstallation bör finnas för påfyllning av vattenbehållare.

För utlösning av sprinkler ska det finnas minst två temperaturgivare av elektronisk typ, placerade på lämpliga ställen och på lämpligt sätt över respektive under stokerskruven. Temperaturgivarna ska via styrenheten kunna öppna ventil för sprinklervatten vid tillbakabrand. Sprinkler ska även mekaniskt kunna utlösas manuellt.

Anläggningen bör utformas så att vatten från en utlöst sprinkler inte orsakar någon vattenskada.

Fallschakt

Ett godkänt fallschakt bör ha minst 0,5 meters fallhöjd (från botten på matarskruv till botten på stokerskruv) eller så stor fallhöjd att tillbakabrand effektivt stoppas.

Anläggning med fallschakt och dubbla skruvar ska utföras så att transportskruven styr mängden material som ska matas in i pannan. Stokerskruven bör ha minst dubbelt så hög rotationshastighet och kapacitet som transportskruven. Stokerskruven ska vara utformad så att den håller skruvbotten och fallschaktbotten rena. Då temperaturgivare ger larm om tillbakabrand ska transportskruven stoppa (och stokerskruven bör starta). Vid driftstopp i stokerskruven ska transportskruven stoppa.

Cellmatare

Cellmataren ska vara utformad så att tillbakabrand effektivt stoppas. Stokerskruven ska vara utformad så att den håller skruvbotten och schaktbotten under cellmataren ren. Då temperaturgivare ger larm om tillbakabrand ska cellmataren stoppa (och stokerskruven bör starta). Tätningar i cellmatare ska vara lätta att byta. Vid driftstopp i stokerskruven ska cellmataren stoppa.

Förbränningsfläkt

Eventuell fläkt för förbränningsluft till panna ska stoppa vid tillbakabrand.

Larm

Larmsignal ska ges vid tillbakabrand. Larmsignal ska kunna uppfattas av någon som befinner sig i eller intill byggnaden. Det är ofta lämpligt med automatisk telefonuppringare.

Bränslebehållare

Ett bränsleförråd skall alltid vara försedd med ett lock/tak som förhindrar att regnvatten och snö kommer in i förrådet. Hur matningsanordning mellan bränslebehållare och panna ska utföras och hur anläggningen kan konstrueras finns att läsa i LBK:s rekommendationer avsnitt 3.6.1

Se även kap 3.1 om pelletsförråd

Bränslebehållarens lock ska vara försett med givare som stoppar driften efter max 10 minuter om locket lämnas öppet



Bild 12. Bilden visar hur flisen skruvas från förrådet till pannan

Sprinklersystemet bör ha en termostat inställd på ca 70°C. Stokerskruven skall ha lägsta punkten vid flisfickan och fungera som ett vattenlås.

Styrenhet

En styrenhet ska alltid ha tillräcklig batteribackupkapacitet för att utlösa sprinkler och ge larmsignal. Felsignal ska ges innan batterikapaciteten blir för låg. När batterikapaciteten blir för låg ska driften automatiskt stoppas.

Batterier som inte underhållsladdas ska bytas varje år. Används batterier som underhållsladdas ska dessa bytas enligt tillverkarens anvisningar eller minst vart 3:e år. Uppstår det fel på någon funktion i anläggningen (kabelbrott eller liknande) ska alltid larm utlösas (vilströmskontrollerad)

1.2.3 Pellets (Briketter)

(1- Kunskap)

Sverige har sedan 1980-talet varit en av *världens största producenter av pellets*, och samtidigt också en av *världens största importörer*. Det betyder att vi i vårt land har varit - och är - en ledande nation inom den globala pelletsbranschen. Vi är också ett av de få länder som använder pellets i alla typer av anläggningar, från villa till riktigt stora kraftvärmeverk.

Torkat och komprimerat träbaserat bränsle i form av pellets (och briketter) har ett högt innehåll av energi som vi med fördel kan använda för uppvärmningsändamål. Som privatperson kan man välja mellan tre olika sorters värmesystem; *panna, kamin eller kompletterande brännare*. Pellets används också i flerbostadshus i värmecentraler eller i fjärr- eller kraftvärmeverk.

I stort sett all pellets som produceras i Sverige består av biprodukter från skogsindustrin i form av såg- och kutterspån. Råvaran komprimeras under högt tryck och formar små stavar av träfibrer med stabilt högt energiinnehåll. Pellets är ett homogent bränsle som finns lätt tillgängligt för alla typer av anläggningar.



Bild 13. En fullastad bulkbil tar 35 ton pellets vilket motsvarar 168 000 kWh, vilket är årsbehovet för 6- 8 normala villor

Uppvärmning med pellets är i jämförelse med uppvärmning med direktverkande el och olja ett långsiktigt och privatekonomiskt bra val. I fastigheter som inte är anslutna till fjärrvärmenätet är pellets därför ett självklart val för många. Pengarna man sparar på energieffektivisering och lägre kostnader för uppvärmning kan läggas på annat som vi har mer glädje av.

Pellets är en ren naturprodukt som ingår i naturens kretslopp och påverkar därmed inte klimatet som fossila bränslen gör. Pellets levereras i säck- eller bulkform. Med ett bulkförråd kommer leveranserna kontinuerligt under året utan att man som kund behöver lägga ner något jobb. Ett bra pelletssystem behöver uraskning några gånger per år, vilket i praktiken innebär tömning av en askbehållare. Askan är i sig ett gödningsmedel som kan användas i trädgården eller på gräsmattan.

Den totala volymen pellets som producerats i Sverige baseras på produktionssiffror som lämnats in till PelletsFörbundet. Till den totala användningen tillkommer sedan det importöverskott som hämtas från SCB. Detta gav en total användning av 1 650 000 ton år pellets i Sverige år 2015.

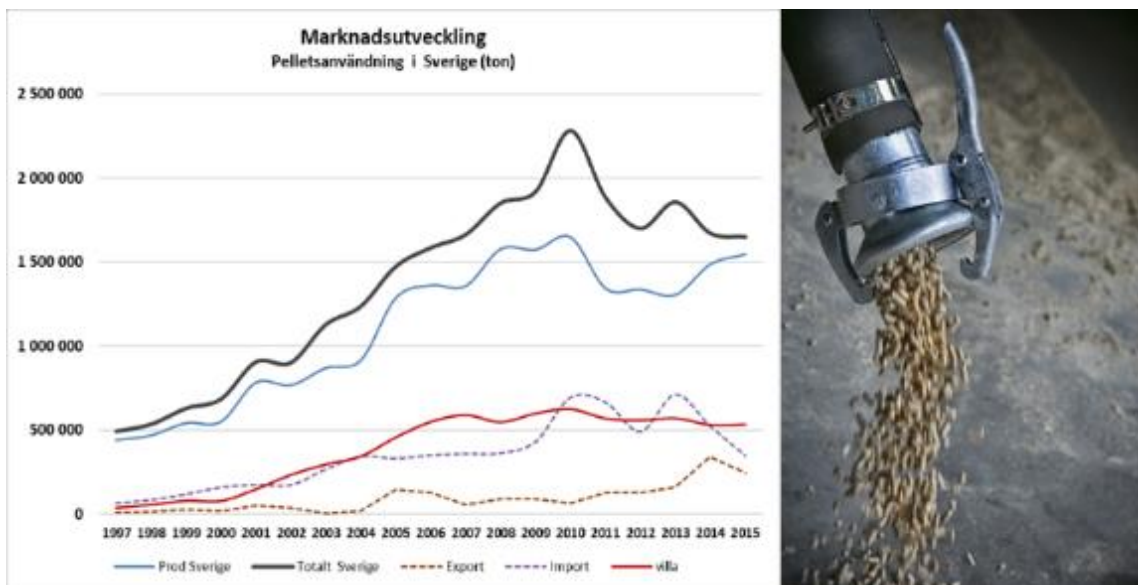


Bild 14. Diagrammet visar hur pelletsleveranserna utvecklats 1997- 2015. Källa PelletsFörbundet

Produktionen av pellets är en industriell process där råvaran torkas, komprimeras, kylv och förpackas. Normalt används sågspån direkt från sågverken som råvara i processen. Spånet torkas, mals och sikas för att därefter pressas till pellets. Den friktionsvärme som uppstår när spånet pressas till pellets får en av träets beståndsdelar, lignin, att smälta och på så sätt binda ihop den färdiga pelletsen. Ligninet gör också att inga andra tillsatser för att "limma samman" pelletsen normalt sett behöver tillsättas utan pellets är en helt och hållet naturlig produkt. Efter pelletspressarna är pelletsen mycket varm och måste kylas innan den förpackas i säckar eller lastas på bulkbil för vidare leverans.

Av den producerade pelletsen i Sverige används ungefär en tredjedel i villamarknaden. Vi kan konstatera att vi under 2015 har ökat den inhemska produktionen av pellets, medan användningen sedan

2014 totalt sett har legat konstant. Totalt användes på den svenska marknaden 1,65 milj. ton år 2015 vilket är helt jämförbart med användningen 2014. Produktionen inom landet beräknas ha ökat med 60 000 ton och importnettot har minskat med drygt 80 000 ton under det senaste året.

Europastandard EN ISO 17225-2:2014 bestämmer bränslekvalitetsklasser och specifikationer för träpellets för icke-industriellt och industriellt bruk. Denna del av ISO 17225 omfattar endast träpellets som framställts av följande råvaror:

- Skog, plantage och andra jungfru trä
- Biprodukter och restprodukter från träförädlingsindustrin
- Kemiskt obehandlat använt trä.

För ”villapellets” gäller klass A1. (Se bilaga 2). Termiskt behandlad biomassa (t ex torrefied pellets) är inte inkluderade i omfattningen av ISO 17225. Torrefaction är en mild förbehandling av biomassa vid en temperatur mellan 200°C till 300°C.

Priset på både el och olja går upp och ned som en berg- och dalbana. Kallt väder, oro i Mellanöstern, konjunktursvängningar – en mängd faktorer påverkar priset på de fossila, ofta importerade, bränslena samt el. Därför är det nästan omöjligt att förutse, och lika svårt att i förväg räkna ut, vad uppvärmningen kommer att kosta. Med pellets vet du vad din bränslekostnad blir. De senaste åren har priset på pellets legat mycket stabilt kring ca 55 öre/kWh.

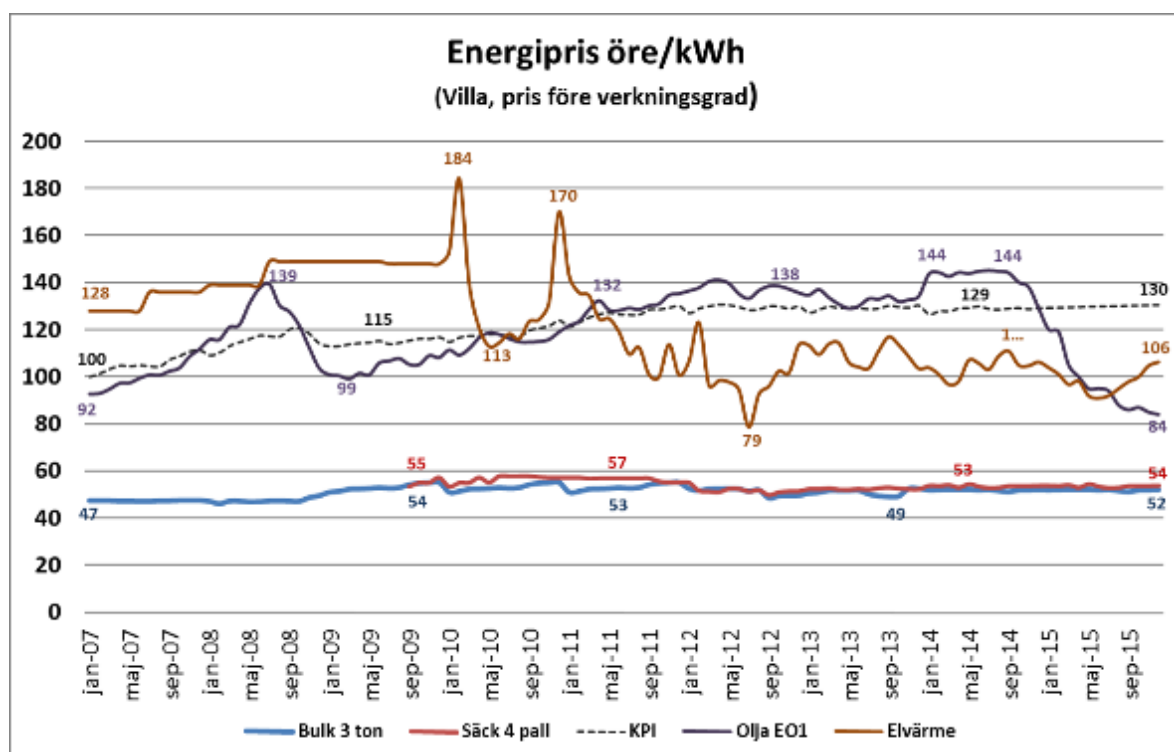


Bild 15. Pelletspriset har i förhållande till olja och el varit ganska stabilt under de senaste 10 åren. Medräknat KPI kan vi notera en fallande tendens. Källa: SCB, Energimyndigheten och PelletsFörbundet

Den genomsnittliga kostnaden för pellets har i princip legat stilla sedan 2006. Priset på pellets varierar mellan Sveriges olika landsdelar. De senaste åren har priset för pellets på bulk såväl som i säck varit lägst i Norrland och högst i Svealand.

1.2.3.1 Lagring och transport av pellets (1- Kunskap)

Pellets är en produkt som kräver en varsam hantering för att undvika slitage och mekanisk påverkan. Pellets faller sönder till spån och damm om den nöts, utsätts för hög mekanisk påverkan, slår i

hårda kanter och/eller om den kommer i kontakt med fukt. Vid all hantering och lagring av pellets bör man ha detta med i beaktande. Det är viktigt att köparen gör leveransk kontroll i samband med leverans. Om varans kvalitet är ifrågasatt bör köparen ge säljaren tillfälle att ta prov på varan.

Vad gäller ansvaret för pelletsanläggningens funktion och säkerhet så vilar detta ytterst på anläggningsägaren. Detta har betydelse för säkerheten, både för den som utför tillsyn och den som levererar pellets. Dessutom är ett rätt byggt förråd en förutsättning för godkända reklamationer.

1.2.3.2 Allmänt om leverans i småsäck.

(1- Kunskap)

Pellets i småsäck är förpackad i säckar av papper eller plast vilka är packade på pallar. De är lätta att hantera, men bör hanteras på ett sätt så att inte säckarna går sönder. Pellets faller sönder till spån och damm om den nöts och/eller slår i hårda kanter och/eller om den kommer i kontakt med fukt. Vid all hantering och lagring av pellets bör man ha detta med i beaktande.



Bild 16. När pelletsen är levererad är det kunden som ansvarar för att pallarna står stadigt och skyddas på lämpligt sätt.

Behovet av skydd är olika beroende på förpackning. Är säckarna av papper är det extra viktigt med skydd under tak, inomhus eller täckning med presenning som skyddar mot regn, snö eller väta. Är säckarna av plast bör en bruten pall (sträckfilm och toppark) inte utsättas för väta eftersom säcken är perforerad med små hål. Vid utomhuslagring under en längre tid är det en god idé att täcka pallarna med presenning, vilket ger ett extra skydd mot regn, snö, väta, fåglar, UV-ljus samt kondensbildning.

Vikten per säck är ca 15-20 kg, respektive ca 600-1000 kg per pall. Vanligast är 52 säckar a 16 kg = 832 kg/pall. Pallarna levereras med lastbil och lossas med kran, bakgavellyft eller truck enligt säljarens val.

1.2.3.3 Bulkleverans till pelletsförråd/silo

(1- Kunskap)

Bulkleveranser av pellets är det bekvämaste alternativet för kunden, och förmodligen också det alternativ som blir billigast. Pellets kommer då i bulkbil som blåser in denna i ett förråd. För dig som installatör är det viktigt att du känner till om pelletsleverantören har krav på att få leverera en viss minimi-kvantitet för att få lägsta pris. Det finns flera leverantörer som tillhandahåller färdiga förråd/silos på marknaden. Undersök i första hand om något av dessa alternativ passar hos kunden.

Väljer du att bygga ett pelletsförråd på plats, finns tips och råd på många olika hemsidor på internet. Den information som erbjuds bör inte tolkas som en bygginstruktion utan endast som tips och råd. Viktigt är då att du kommit överens med kunden om hur förrådet ska konstrueras.

Mer om vad som gäller för ett pelletsförråd i kap 1.3 nedan

1.3 Pelletsförråd

(1- Kunskap)

Detta kapitel beskriver i huvudsak vad som gäller för ett pelletsförråd, men mycket av det som beskrivs nedan gäller generellt för alla förrådlösningar för fasta bränslen. (Se även Bild 23)

Ett förråd ska skydda bränslet väl mot fukt, vara tätt, vara väl ventilerat och avluftningen ska vara tillfredsställande. Utformningen av förrådet kan vara lite olika beroende på vilket bränsle som skall lagras. Det är främst storlek och bränsleutmatning som skiljer.

Manlucka och titthål bör monteras så att man lätt kan komma in i förrådet för att kontrollera fyllnadsnivån och kvaliteten. Det kan även finnas av behov att rengöra utmatningsområdet från smul och finfraktioner (s k fines) som gärna ansamlas i förrådet. **Tänk på att det kan bildas farlig kolmonoxid i ett slutet bränsleförråd (se vidare kap 1.4 ang säkerhet)**



Bild 17. Alla förråd behöver förr eller senare tillträde för rengöring...

Alla förråd, oavsett bränsle, bör byggas så täta som möjligt. Pelletsförråd för att förhindra att damm och eventuella sporer tränger ut i byggnaden när man fyller på bränsle. När det gäller flisförråd kan det vara värt att tänka på att ett tättslutande lock av plåt med en brytare som förhindrar att matarskruven fungerar med locket av/öppet kan vara en del i säkerhetssystemet.



Bild 18. Det går utmärkt att platsbygga ett pelletsförråd men är du som installatör är osäker hur du skall göra bör du låta en byggfackman ge dig råd angående materialval och dimensionering av reglar, skivor mm.

Ett bulkförråd för pellets rekommenderas kunna ta emot minst 3 ton pellets samt dessutom rymma en viss reservkvantitet och ta hänsyn till rasvinklar på pellets. För att klara 3 tons leveranser bör den effektiva fyllnadsvolymen uppgå till minst 6-8 m³. Ett ton pellets motsvarar normalt en volym på ungefär 1,6 m³.

Kontrollera också eventuella brandkrav med tanke på erforderlig tjocklek mineralisolering och gips. Om man väljer att ha elektriska installationer i förrådet bör de utföras av en behörig elektriker och klara gällande normer och krav i t ex Maskin och ATEX- direktiven. Mera information finns hos utrustningsleverantörerna.



Bild 19. Matningen av pellets från förrådet till pannan kan ske med skruvar eller som bilen ovan med hjälp av sugdysor och vakuumsug.

Förrådets bottenlutning mot bottenskruven eller sugdysorna bör vara mellan 45° och 55° och utförd med en hård glatt yta för att minimera risken för valvning. Högre vinkel innebär att förrådet i princip blir självtömmande och en lägre vinkel innebär eventuellt mer manuellt arbete vid sluttömning av förrådet. Tänk på att pellets lätt suger åt sig vatten, skydda den därför från ytterväggar, källargolv och liknande.

Enklast är naturligtvis att leverera och installera ett färdigt förråd med alla ingående komponenter. Ledande leverantörer hittar du lätt via en sökning på internet.

1.3.1 Placering av förråd

(1- Kunskap)

Pelletsförråd/silo bör placeras så att antalet krökar och böjar på rör minimeras. Beakta inblåsningsrörets placering för att få så korta slanglängder till bulkbilen som möjligt. *Slanglängd över 10 meter är ej att rekommendera, på grund av risk för slitage på pelletsen.* Vid längre avstånd kan man lägga ut rör permanent eller tillfälligt när blåsning ska ske. Åtkomligheten bör vara god, då distributionen utföres av stora tunga lastbilsfordon. Kunden svarar för att tillfarten till leveransplatsen vintertid är snöröjd, sandad samt för att vägbredd är minimum 3,5 m med fri höjd 4,5 m (grenfritt) samt har bärrighet för tung lastbil.

1.3.2 Inblåsningsrör

(1- Kunskap)

Inblåsningsrör placerat utomhus med bulkkoppling bör vara av dimension 4-tums hankoppling (102 mm) med kona och förlängd stös. Nära inblåsningsröret bör finnas en märkning med mottagarens namn och adress.

Inblåsningsröret bör vid lodrätt montering ha avstånd från mark mellan 130 och 150 cm, och vid vågrätt montering bör avståndet till mark inte överstiga 130 cm. Vid montering av inblåsningsrör i fönster/glugg eller liknande bör avståndet vara minst 10 cm runt inblåsningsröret. Inblåsningsröret bör vara väl förankrat med fästen i vägg och/eller tak för att säkerställa en säker lossning av pellets. **Observera att röret INTE får vara av plast då detta orsakar statisk elektricitet med gnistor som kan orsaka dammexplosion.**



Bild 20. Inblåsningsrör med sk hankoppling

Avståndet mellan inblåsningsröret och motstående vägg bör vara minst 2 meter, och en effektiv dämpning av hastigheten bör ske. Placera rörets mynning 100-200 mm från förrådets tak. Om pellets slår hårt i kanter och väggar, nöts och stöts den sönder. *Minimera därför antalet skarvar och krökar.* Går det inte att undvika, så bör skarvarna vara så släta som möjligt och krökarna med så stor radie som möjligt. Ibland kan det vara fördel att fila till böjarnas skarvar då leverantörernas stålböjar har grövre plåttjocklek än stålrören.

1.3.3 Dämpning

(1- Kunskap)

För att skona pelletsen och minimera mängden finfraktion bör farten i förrådet bromsas på något sätt. En ränna som håller ihop pelletsstrålen och bromsar farten är mycket skonsam för bränslet. Rännan kan bestå av ett halvt 4 tums metallrör eller en plåthängränna. Det viktiga är att kanterna inte är för höga. Vid korta förråd kan rännan gå mot nästa vägg. Även förrådets tak om det är gjort av

gips eller betong kan behöva skyddas från slitage med en plåt eller byggplyfa. Vid pelletsförråd kortare än 2,5 m kan även inblåsningsröret förses med en inblåsdämpare inne i förrådet. Inblåsdämparen gör att hastigheten på pelletsen minskas.

Ett annat sätt att bromsa farten kan vara en tung upphängd matta nära motsatt vägg. Strålen kan därmed dämpa farten mot mattan. Ytterligare ett annat alternativ är att öka diametern på den sista metern av inblåsningsröret, vilket gör att luften kan expandera utan att öka farten på pelletsen.

Vid långa förråd (mer än 3 meter) kan inblåsningsrännan sluta efter 2/3 av längden för att underlätta maximal fyllnadsgrad. Dessa inblåsrännor säljs av siloleverantörerna. Det viktiga är att kanterna inte är för höga. Rännan avslutas ca 400-600 mm från motsatt sida. Även här kan en gummimatta monteras som pelletsen kan slå emot.

1.3.4 Avluftsningrör

(1- Kunskap)

Vid fyllning av pellets i förrådet från bulkbil passerar överskottsluft ut genom avluftsningröret. *Avluftsningrör med minst 200 mm diameter alternativ 2 x 160 mm. Detta motsvarar minst 3 dm².* Avluftningen bör anslutas i toppen på förrådet alternativt minst 50 mm ovanför inblåsningsrörets höjd. Pelletsförrådet kan även förses med en kapacitiv givare och larmlampa som fungerar som överfyllnadsskydd, vilken larmar bulkbilschauffören när pelletsförrådet börjar bli fullt. Tänk på att placera larmlampan så att den syns från bilen. Överfyllnadsgivaren placeras så att den känner av att inte pelletsen rinner ut i dammfiltret.

Avluftningens yttre ände kan vara försett med ett dammfilter för att erhålla dammfri fyllning av förrådet/silon. Den bör då vara utformad på ett sådant sätt att montering och demontering av filterpåsar kan ske utomhus. Filtret bör vara 3 m², torrt, rent och monterat på avluftsningröret vid fyllning av förrådet.

Köparen ansvarar för montering, funktion samt skydd mot väta av filterpåsar. Förrådet kan för extra säkerhet förses med fjäderbelastad övertryckslucka. Om dammfilter ej finns bör utblåsningsrörets mynning riktas bort från lastbilen och påfyllnadsröret så att dammproblem ej uppstår för chauffören och eventuellt grannar.

En rätt dimensionerad och installerad avluftning är nödvändig med tanke på den belastning förrådet utsätts för vid påfyllning/leverans, och eventuellt efterblås med enbart luft. Förrådets dammtäthet blir också bättre med en bra avluftning.



Bild 21. Exempel på avluftning med dammfilter t.v. Inblåsningsrör med handkoppling t.h.

1.3.5 Utmatning från förråd

(1- Kunskap)

Vanligast är att man använder antingen skruv- eller någon form av luftmatning. Det finns flera olika fabrikat och modeller och installationerna kan skilja sig åt på grund av olika utformning av förråd. Var noga med att följa utrustningsleverantörens anvisningar.

Vid skruvmatning är det viktigt att förrådet har en botten som lutar så att pelletsen inte bygger valv (se även bild 18 och 19). Det är också viktigt att tänka på att bottenskruven tryckavlastas samt att den är åtkomlig för service och reparation. Räkna med att förrådets botten behöver rengöras från finfraktionen en gång per år.

På bilden nederst t. h. visas en enkel lösning på ett hur ett förråd med sugdysor kan se ut. Fördelen med platt botten är att förrådet får ökad pelletsvolym och behöver ta i mindre golv- yta i anspråk. Nackdelen är att du behöver fler sugdysor än i ett vinklat förråd för att transportera ur pelletsen.

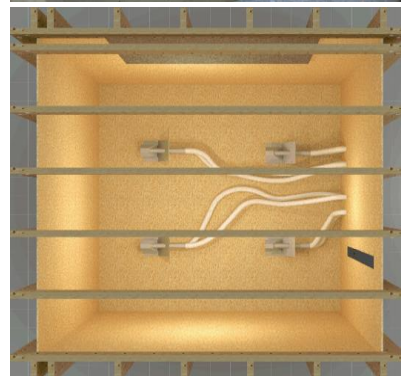


Bild 22. Överst ett exempel på tryckavlastad skruvmatning, nederst ett exempel på sugdysor i ett förråd med luftmatning.

1.3.6 Ventilation och täthet

(1- Kunskap)

Se till att förrådet har god ventilation. Installeras ett pelletsförråd i anslutning till bostadsutrymmen måste du säkerställa att förrådet ventileras så att luften ej passerar genom bostadsutrymmen för att undvika damm och eventuellt irriterande lukt från pellets. Ventilationen kan ske genom avluftningsröret. Fungerar inte normal dragreglering kan detta avhjälpas med en för ändamålet godkänd fläkt vilken används vid behov.

För en dammfri miljö i anslutning till förrådet bör det vara tätt. Är förrådet platsbyggt ka du som installatör kontrollera detta och vid behov täta med t.ex. silikon. Är du osäker på hur detta skall göras bör du fråga en byggfackman som kan ge dig råd angående byggkomponentval för tätning mellan reglar, tak, golv, vägg och genomföringar samt inspektionsluckor och synglas.

1.3.7 Varning för damm och CO-förgiftning

(1- Kunskap)

Material som kan orsaka statisk elektricitet, t.ex. plaströr bör ej användas eftersom detta kan orsaka dammexplosion pga statisk elektricitet. Säljaren kan neka leverans av pellets om risk finns för skador på utrustning, egendom och/eller om risk för olycksfall föreligger.

Elektriska installationer av utrustning såsom strömbrytare, belysning och vägguttag rekommenderas inte inne i förrådet. Kan det inte undvikas bör de utföras av en behörig elektriker och klara gällande normer och krav i t ex Maskin och ATEX- direktiven.

Förråden ska vara utformade så att man via en manlucka kan gå in i förrådet. Var noga med att upplysa kunden om behovet av rengöring för att undvika driftstörningar och förvissa dig om att kunden förstår de risker detta medför.

Ensamarbete rekommenderas inte vid arbeten i ett förråd (se även kap 1.4). Trä kan ibland oxidera, dvs ämnen i träet bryts ned och syre förbrukas. Då kan kolmonoxid bildas. Kolmonoxid är en färg- och luktlös gas som är mycket giftig. Därför är det viktigt att se till att ventileras förrådet ordentligt innan

någon går in. Var vid inträde i förrådet noga med att stänga av rörliga maskinkomponenter såsom skruvar m.m. Rengöringsarbetet bör därför, om det är möjligt, att ske utifrån genom manluckan.

Tänk på att manluckan bör vara låst eller utformad så att verktyg krävs för att komma in i förrådet. Detta för att förhindra att barn och andra nyfikna lätt ska kunna ta sig in.

Före ny leverans är det viktigt att kontrollera att beställd volym får plats, manluckan är stängd, avluftningsröret är rent och fritt från hinder, eventuell anrikad finfraktion utefter kanter och i vinklar har rakats ned i pelletsen samt att leveransplatsen och tillfartsvägen snöröjs och sandas vid behov. Dammfiltret bör vara torrt, rent och i förekommande fall, monterat på plats.

PELLETSFÖRRÅD 7,5 M3

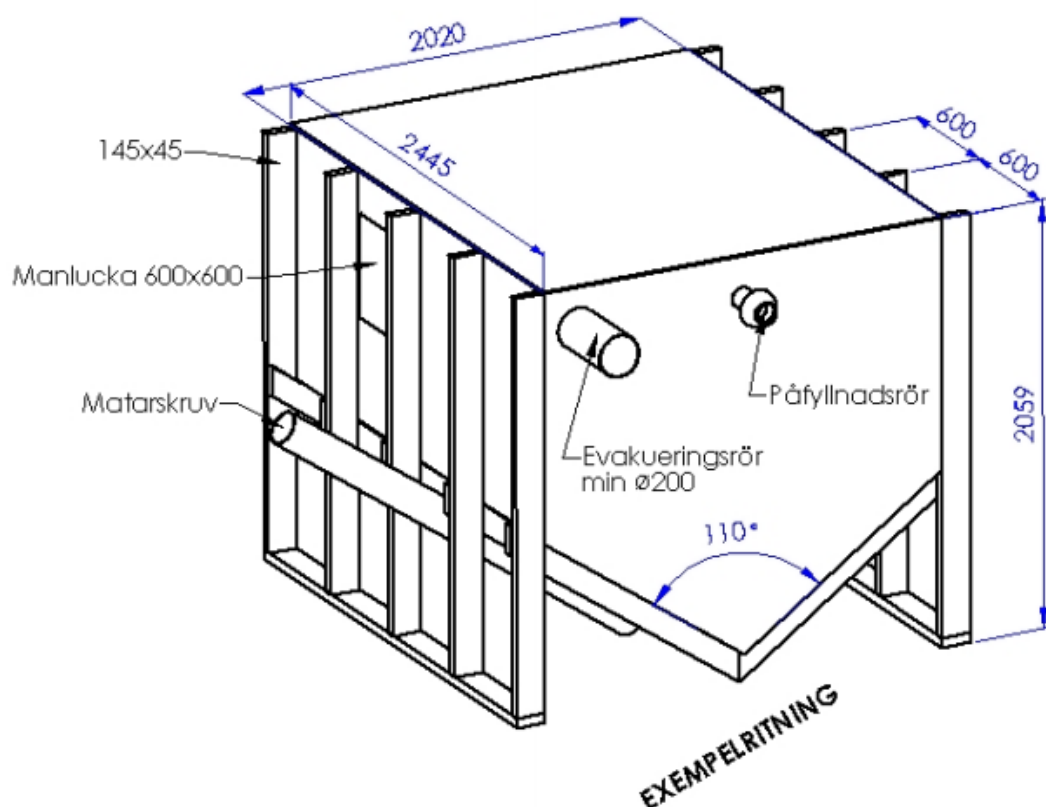


Bild 23. Det finns flera olika varianter på färdiga och platsbyggda pelletsförråd/silos på marknaden. De tips och råd vi samlat i denna skrift är endast exempel som ska ses som generella. Det är du som installatör som har ansvaret för hela anläggningens säkerhet och funktion.

1.4 Riskhantering bränsleförråd

(1- Kunskap)

Riskerna med lagring av fasta biobränslen bör komma till allmän kännedom. Det är inte allmänt känt att pellets, *liksom allt biologiskt material*, inklusive icke torkat virke samt kol, utvecklar kolmonoxid och andra gaser samt reducerar syrehalten om de förvaras i slutna utrymmen. Vare sig transportbranschen, forskare eller myndigheter verkar fullt ut ha insett riskerna med de höga halter som förekommer. Vi har i Sverige ofta utgått från att vårt kalla nordiska klimat förhindrar den biologiska process som värmer upp pelletsen till en nivå där den kemiska reaktionen tar vid och skapar den farliga atmosfären.

Att träpellets, träflis och timmer har sitt ursprung ur naturliga råvaror har säkert bidragit till att vaksamheten för de faror som finns förknippat med dessa tillsynes ofarliga produkter inte fått den uppmärksamhet som är befogat. Riskerna finns [dokumenterade i vetenskapliga studier](#)² och i samband med olyckor även uppmärksammade i massmedia och fackliga tidskrifter och via riktade seminarier och föredrag till berörda grupper och branschorganisationer.



Pellets-gas tog hans liv

OLYCKA. Mannen hittades livlös efter arbete i en silo där pellets förvarades. Det är nu konstaterat att det var kolmonoxid, som kan bildas av pellets, som tog hans liv.

Yrkeshygieniska gränsvärden

Ämnen	NGV	KTV
CO	35 ppm	100 ppm
CO ₂	5 000 ppm (0,5%)	10 000 ppm (1%)
Aceton	600 mg/m ³	1 200 mg/m ³
Metanol	250 mg/m ³	350 mg/m ³
Hexanal	Finns ej	
Pentanal	Finns ej	
Terpener	150 mg/m ³	300 mg/m ³
Träddamm	2 mg/m ³	

NGV yrkeshygieniskt nivågränsvärde (8 timmar)
KTV yrkeshygieniskt rekommenderat korttidsvärde (15 min)

Helsingborgsregionen:
Räddningstjänsten Falköping-Tidaholm såg tidigt kolmonoxidförgiftning som en möjlig orsak till olyckan.
Samtidigt med postutredningen kring arbetsplatsolyckan gör Arbetsmiljöverket en utredning. Arbetsmiljöverket uttalar sig för närvarande inte kring utredningen med hänvisning till sekretess.

Per Claesson

Bild 24. Tabell över yrkeshygieniska gränsvärden

Trots detta fortsätter allvarliga olyckor att inträffa. Den sammantagna bilden av förvaring och transport av träpellets, flis och timmer i slutna utrymmen är förvånansvärt komplex.

Vi vet att träpellets som lagras i sluta utrymmen kan avge kolmonoxidhalter i dödlig halt redan vid rumstemperatur. Det byggs upp en farlig atmosfär som bara kan ventileras bort. *Risken för förgiftning i samband med exempelvis arbete i ett bränsleförråd är betydande om inte utrymmet ventilerats i samband med öppning.*

1.4.1 Behandling av CO-förgiftning.

2- Kännedom

En CO-förgiftning behandlas primärt med syrgas och snabb behandling är väsentlig för att minska skaderisken. Halveringstiden för COHb vid inandning av normal luft är 5 timmar och 20 minuter. Inandning av ren syrgas minskar halveringstiden till 1 timma och 20 minuter. Genom att höja syrgastrycket i en tryckkammare kan man ytterligare minska halveringstiden till cirka 23 minuter (uppgift från www.helsingborgslasarett.se).

Kolmonoxidförgiftning kan resultera i sena neuropsykiatriska symptom. Symptomen brukar komma inom 1-3 veckor efter förgiftningstillfället, men det kan dröja längre tid. Vanliga symptom är delirium, minnesproblem, kognitiv dysfunktion, inkontinens, gångstörning, Parkinsonliknande symptom och

² https://www.av.se/globalassets/filer/publikationer/kunskapssammanstallningar/faror-och-halsorisker-vid-forvaring-och-transport-av-tra-pellets-traflis-och-timmer-i-slutna-utrymmen-kunskapssammanstallningar-rap-2011-2.pdf?hl=RAP2011_02.pdf

depression. Viktigt är att personer som råkat ut för kolmonoxidförgiftning undersöks vid upprepade tillfällen under många månader efter händelsen.

1.4.2 Små pelletsförråd för villor

2- Kännedom

Mindre pelletsförråd, byggda i lösvirke eller färdigproducerade, som är lämpliga för mindre fastigheter är illustrerade i bilden nedan. Principen är enkel och lika för även förråd i lite större anläggningar. Pellets fylls på från en bulklastningsbil genom att pellets blåses genom ett bulklastningsrör till den övre delen av förrådet. Ett avluftningshål säkrar att överskottsluften vid påfyllningen inte trycker sönder förrådet. Vid påfyllningen bildas stora mängder damm. För att dammet inte skall spridas till omgivningen placeras en dammuppsamlare filtersäck över avluftningshålet.



Bild 25. Exempel på olika typer av pelletsförråd

En matningsskruv i botten transporterar pelletsen till ett mellanförråd eller direkt till brännaren. Förråden måste därför vara täta mot bostadsutrymmet för att förhindra att damm sprids till omkringliggande rum vid påfyllningen.

Förråden bör även ha en inspektionslucka eller öppning som gör det möjligt att kontrollera pelletsnivån, men även för att krypa in i förrådet för att utföra service av t ex skruven, avlägsna finfraktion av pelletsdamm som ofta ackumuleras i botten av förrådet eller skyffla ned pellets då det börjat sina. Det sistnämnda kan i många fall utföras med hjälp av en skrapa utan att krypa in i förrådet. Man ska in i det längsta försöka undvika förråd med mindre rasvinkel än 45 grader. I många villor där man byggt förråd där oljetanken tidigare varit placerad, är det vanligt att man bibehållit det plana golvet eller har en liten rasvinkel. Pelletsen kommer då att ta slut vid matarskruven innan förrådet är tomt och stora mängder pellets kan ligga kvar längs kanterna av utrymmet. Detta innebär att man ofta måste skyffla in pelletsen mot skruven.

1.4.3 Ventilation av små förråd

(1- Kunskap)

(Se även 1.3.6) Den bästa placeringen av ett flis- eller pelletsförråd är i ett utrymme som är separerat från bostaden. Många villaägare bygger sina förråd i källarplanet. En placering som centralt i huset innebär att förrådet byggs tätt så att inte damm och lukt av irriterande aldehyder letar sig in i bostaden. Det är dock väsentligt att förrådet ventileras till uteluften. En del kommersiellt tillverkade förråd är helt eller delvis byggda för att ventileras inomhus. Ett sådant förråd har en finmaskig väv som tillåter luften att passera samtidigt som

PELLETSFÖRRÅD – SKÖTSELREKOMMENDATIONER

- Ventilera förrådet väl innan inträde och stäng av rörliga delar såsom pellets-skruv.
- Vistelse i oventilerat förråd kan innebära livsfara.
- Tillse att barn inte kan ta sig in i förrådet.
- Öppen låga och glöd, t.ex. rökning bör inte förekomma i förrådet närhet.
- Iordningställ förrådet innan leverans, genom att finfraktion rensas bort, avluftningen är fri och inspektionsluckor är tillslutna.
- För bästa funktion – läs noga igenom leveransföreskrifterna.

För mer information besök
www.pelletsindustrin.org eller
ring PIRs kansli 08-441 70 96.

PIR
Pelletsindustrin Riksförbundet

Bild 26. Var noga med att kontrollera att luften i förrådet inte är farlig. Kolmonoxid och syrebrist kan uppstå som i sin tur kan orsaka allvarlig personskada.

det stoppar dammet. I dessa fall måste man se till att rummet där förrådet är placerat är väl ventilerat.

Man bör även vara uppmärksam på att luften vid bulkpåfyllning är väldigt dammig och det finns risk för dammexplosion om en elektrisk gnista alstras, t ex genom statisk elektricitet. En riskbedömning i enlighet med Arbetsmiljöverkets föreskrifter om arbete i explosionsfarlig miljö kan vara aktuellt (Arbetsmiljöverket, 2003). Bulklastningsröret bör jordas med lastbilen vid påfyllning. Ingen elektrisk utrustning som inte är godkänd bör finnas i bulkförråden.

Gå aldrig in i ett oventilerat förråd!

- Öppna alltid ingångsluckan i god tid före tillträde, men se samtidigt till att obehöriga inte kan komma in.

- Tänk på risken för dammexplosion

Lämnas bulklastningsröret och avluftningsröret öppna erhålls viss naturlig ventilation som borde räcka i de flesta fall. Effektiviteten av denna är dock beroende på öppningarnas placering. Den bästa effekten uppnås om de är placerade på motsatta sidor av förrådet så att skillnaden i vindtryck kan driva ventilationen. Ett ventilerat lock eller nät över röröppningarna kan säkra ventilationen samtidigt som det förhindrar att djur kryper in.

2. Förbränning med fasta bränslen

(1- Kunskap)

Varierande och osäkra priser på olja och el samt klimat- och miljöskäl gör att många fastighetsägare ser ett alternativ i att byta till uppvärmning med bioenergi. Med bioenergi syftar vi oftast på fasta bränslen som ved, pellets, flis och spannmål. *Men även flytande och gasformiga bränslen som bioolja och biogas räknas till biobränslen som kan användas för uppvärmning.*

Detta utbildningsmaterial handlar *i första hand om eldning med fasta biobränslen*. Som Certifierad bioenergiinstallatör är det viktigt att även ta reda på vilket alternativ som kunden föredrar. Detta bör alltid ske via ett inledande platsbesök där man tar reda på vilka förutsättningar som gäller. Är kunden inne på ett alternativ baserat på fasta bränslen bör man hjälpa kunden värdera vilket alternativ som passar bäst och vilken nivå på investeringen som kunden har tänkt sig i det aktuella fallet.

Har man en god tillgång till ved, och tid att hantera ett mer manuellt system är vedeldning ofta det alternativ kunden efterfrågar. Med en bra vedpanna och en bra dimensionerad ackumulatortank är också det alternativ som oftast ger den lägsta uppvärmningskostnaden även om den initiala investeringen kan bli betydande. Är effektbehovet lite större, blir ofta ett alternativ med flis- eller pellets ett attraktivare val. För lantbrukare är fliseldning ett alternativ som idag ofta är underskattat.

2.1 Allmänt om anläggningen

(1- Kunskap)

När man väljer en fastbränsleanläggning är det viktigt att man *ser till att hela anläggningen* med panna, brännare, ackumulatortank, rökkanal och ev kompletterande energi (luftvärmepumpar, solenergi etc) ses som en enhet, och att man får ett bra styr- och reglersystem som är anpassat till kundens behov. Viktigt är att konstatera att det finns tillräckliga utrymmen för en bra anläggning.

Anläggningens konstruktion påverkar resultatet. Biomassa avger merparten av sin energi i form av heta gaser, och det är därför viktigt att de är omgivna av medium som kan ta vara på denna värme. Värmeöverföringen till vatten sker i huvudsak via konvektion, till skillnad från exempelvis koksförbränning där merparten av värmen avges via strålning. Uptagen energi måste **antingen** tillverkas mer eller mindre kontinuerligt mot byggnadens behov, **eller** ackumuleras över en kortare eller längre tidsperiod. Kontinuerlig tillförsel kan ske i t ex en pellets- eller flisbrännare som antingen modulerar driften i förhållande till aktuellt behov eller som helautomatiskt likt en oljebrännare startar och stoppar mot en drifttermostat.

Akkumulering är enkelt uttryckt en väl isolerad "termos" i vilket uppvärmt vatten från pannan kan lagras för att användas långt efter det att det slocknat i pannan. Att inte ha en ackumulatortank ansluten till pannan är det som generellt sett ger störst påverkan av skadliga emissioner. En väl dimensionerad och isolerad tank möjliggör att man kan elda för fullt med hög förbränningstemperatur och god lufttillförsel, vilket är en grundförutsättning för att förbränningen skall bli acceptabel.

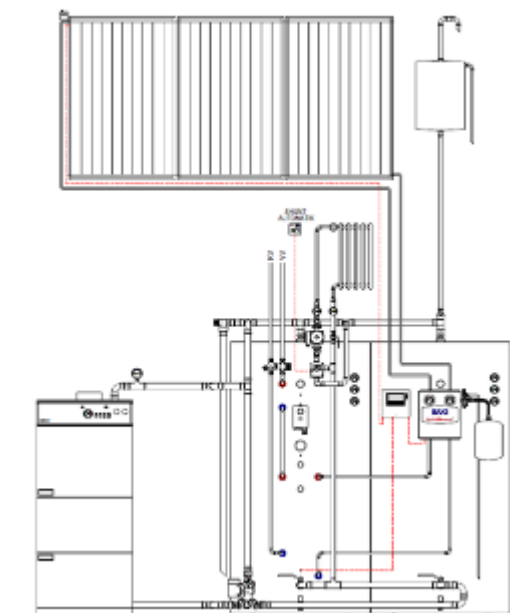


Bild 27. Principskiss på en parallellkoppling i kombination med solvärme.

Husets Radiatorsystem rymmer kanske bara 100 liter vatten, medan det behövs i storleksordningen minst 15 gånger så stor volym för att värmeavgivningen från ett fullt vedinlägg ska kunna absorberas. Utan en ackumulatortank måste förbränningen strypas för att systemet inte skall bli överhettat, varvid förbränningsprestandan radikalt försämras.

Till plussidan hör dessutom att en ackumulatortank medför bekvämare eldning och möjlighet att kombinera med t ex solvärme eftersom värmelagringen gör att det räcker med att elda en gång per dygn vintertid och kanske vartannat dygn vid nollgradig väderlek. Sommartid kan solvärmens klara hela behovet. Hur länge ett värmelager räcker beror naturligtvis på ackumulatortanken storlek. Ju större volym desto större värmelager. Överslagsmässigt kan man räkna med c:a 30 kWh per 500 liter vatten (se Faktaruta t.h). Normalt brukar man dimensionera den minsta ackumulatorvolymen efter eldstadsstorleken på vedpannan. Om man startar från kall panna kan man räkna med att omkring 15- 20 kWh går bort för att varmehöjda pannan, vilket i normalfallet inte kan tillgodogöras i ackumulatortanken.

Så här beräknas värmelagret:

$$Q = m \times C_p \times \Delta t$$

$$Q = 500 \times 4,17 \times 50 = 104\,250$$

Q = energi i kJ

m = vattenvolym

C_p = kJ per kg (lit) vatten och grad C

Δt = Temperaturskillnad t ex 90°C – 40°C = 50

1 kWh = 3 600 kJ ger:

$$Q = \frac{104\,250}{3\,600} = 28 \text{ kWh}$$

Så här beräknas energiproduktionen i pannan:

$$Q = m \times C_p \times \lambda$$

$$Q = 100 \times 1,2 \times 0,85 = 102 \text{ kWh (c:a 1 kWh/lit ved)}$$

Q = energi i kWh

m = vedvolym (lit) i magasinet

C_p = kWh per liter ved

Överslagsmässigt brukar man säga att volymen aldrig bör understiga 18 gånger vedvolymen i en full vedeldstad. En villapanna som rymmer 120 liter ved behöver då minst (120- 20) x 18 = 1 800 liter.

Mer kunskap och exempel på systemlösningar och hur man räknar finns i kap 5.1.

2.1.1 Skorstenen

(1- Kunskap)

Skorstenen har en avgörande betydelse för hela anläggningens funktion, hållbarhet och brandsäkerhet. En grundförutsättning är att skorstenen är dimensionerad för aktuellt bränsle och till eldstaden. En rökkanal avsedd för fastbränsleeldning behöver en större area än motsvarande för oljeeldning. Arean bör inte understiga den area pannstillverkaren rekommenderar. Dock kan man anta att en rökkanal i kombination med pelletseldning kan fungera på en likvärdig area som en oljeeldning. Materialval, isolering och avstånd till brännbart material är också viktigt ur säkerhetssynpunkt.

Det är vanligast med skorstenar av murade tegelkanaler eller stålörskanaler. Vid byte av bränsleslag, byte av eldstad eller vid nyinstallation ska skorstenen alltid besiktigas och täthetskontrolleras. Vid nyinstallation används ofta så kallade modulskorstenar av stenmaterial eller stål. Var noga med att kontrollera rensbarheten, det vill säga att det finns erforderliga rensluckor och att dessa är placerade så att de är åtkomliga. Kontrollera också att takhöjden är tillräcklig för att sota pannan. Många av dagens moderna vedpannor sotas uppifrån (!).

Både en för låg och en för hög rökgastemperatur kan ges skador och äventyra funktionen. För låg rökgastemperatur kan ge kondensutfällning som i murade skorstenar kan ge frätskador eller sönderfrysning. Stålskorstenar kan rosta sönder. För hög rökgastemperatur kan överhätta skorstenen. Angränsande material kan då torka ut och ge risk för antändning. Därför är säkerhetsavstånden runt

rökkanaler viktiga. *Låt alltid skorstensfejarmästaren kontrollera brandsäkerheten innan anläggningen tas i drift.*

Rökkanalen ska ha olika säkerhetsavstånd till olika material. Men i princip ska den isoleras och ventileras så att utsidan aldrig kan bli varmare än +100°C vid högsta effekt. Omgivande brännbart material får aldrig bli varmare än +85°C. Komplettera gärna med *en dragbegränsare för att få ett jämnt och stabilt drag* som minskar risken både för kondens och för överhettning. Var noga med att *öppningen är tillräckligt stor* så att luckan kan reglera draget. Står lucka fullt öppen är den för liten för att ge avsedd funktion och bör bytas mot en större modell.



Bild 28. Motdragslucka monterad på förbindelsekanalen panna/skorsten

2.1.2 Primär- och/eller sekundär uppvärmning (1- Kunskap)

Fastbränsleledning som används till ordinarie kontinuerlig uppvärmning av bostaden *kallas primär uppvärmning*. Vanligast är uppvärmning med ved-, pellets- eller flispanna. Samtliga dessa pannor bör installeras i ett pannrum. Pannor med värmeeffekt över 60kW måste alltid installeras i pannrum. Notera gärna att eftersom en *vedpannas effekt* bör var tre gånger byggnadens effektbehov, kan en anläggning som omfattas av den frivilliga certifieringen mycket väl kan byggas med en vedpanna som är större än 60 kW.

Till *sekundär uppvärmning* räknas en lokaleldstad t ex en öppen spis, kakelugn och braskamin som bara används för att ge tillskottsvärme till husets ordinarie uppvärmning. Dessa eldstäder sammanfattas inom EU som *"rumsvärmare"*. En lokaleldstad är som regel inte avsedd att vara en primär värmekälla och bör heller inte användas som primär uppvärmning om den inte är klassad för detta. Felaktig användning leder till brandrisk. Det finns framtagna ekodesignkrav på rumsvärmare som börjar gälla år 2022.



Bild 29. Alla värmepannor bör om möjligt installeras i ett avskilt pannrum.

2.1.3 Pannrummet (1- Kunskap)

Pannrummet för primär uppvärmning ska ha väggar och tak av tändskyddande beklädnad samt golv av obrännbart material (BBR 5:66). Pannrummet ska också vara utformat som en egen brandcell och stå emot en brand i minst 30 minuter innan branden kan spridas till angränsande utrymmen. Det finns krav även för pannrummets fönster, som ska stå emot flammor och brandspridning i 15 minuter. Dörrarna ska alltid hållas stängda. Bränsle och brännbart material som förvaras inne i pannrummet placeras med minst 1 meters säkerhetsavstånd till pannan.

En brandvarnare i taket utanför pannrummet är en bra investering liksom att installera ett reservströmsaggregat som omformar 12 V till 230 V. I synnerhet om man bor på landet och ofta drabbas av

strömavbrott. Det ger en extra trygghet och klarar även av att driva pannans nödvändiga funktioner vid ett eventuellt strömavbrott.

2.1.4 Expansionskärl

(1- Kunskap)

Expansionskärlet skall ta upp och kompensera för de volymförändringar som uppstår när kallt vatten expanderar i samband med uppvärmning och krymper i samband med att det kallnar. Expansionskärlet innebär att luft inte tränger in i värmesystemet.

Alla vattenburna värmesystem ska anslutas till ett expansionskärl. *Det finns både öppna- och sluta expansionskärl.* Ett öppet system ska placeras högt, oftast på vinden, och kräver extra åtgärder beträffande installation och fryssäkerhet. Öppna expansionskärl bör alltid kompletteras med en extra säkerhetsventil på pannan. Detta är en ofta bortglömd säkerhetsåtgärd som ökar säkerheten ifall ledningen till eller från expansionskärlet skulle frysa eller om expansionsledningen rostat igen.

Ett slutet system *kräver större volym än ett öppet system* och kan placeras i pannrummet i nära anslutning till pannan. Alla slutna expansionskärl i fastbränsleanläggningar ska ha säkerhetsventil för övertryck. Spilledningen från expansionskärlet ska mynna ut vid golvbrunn.

Läs mer om hur man dimensionerar ett expansionssystem i kap 5.3

2.2 Val av förbränningsutrustning

(1- Kunskap)

Här har vi redan tidigare konstaterat att det gäller att fokusera på rätt problemområde. Trots att vi i vårt land har haft miljökrav i Nybyggnadsreglerna sedan 1988 är fortfarande 55 % av våra vedeldade värmepannor av en teknik som inte uppfyller gällande miljökrav och närmare 1,1 miljoner spisar och braskaminer (av totalt 1,7 miljoner) har prestanda som inte är optimala jämfört med bästa teknik.

När det gäller att välja eller välja bort en produkt är det viktigt att man som installatör känner till vilka tekniska egenskapskrav som gäller för en installation. Plan- och bygglagen (2010:900, PBL) ställer tekniska egenskapskrav både på byggnader och andra anläggningar (byggnadsverk.) och Plan- och byggförordningen (2011:338, PBF) förtydligar de tekniska egenskapskraven i PBL. Byggnader ska bland annat skydda brukares och grannars hälsa från oacceptabla risker, exempelvis till följd av farliga partiklar eller gaser i luften. Preciseringarna i BBR gäller byggnader och är utformade som funktionskrav, vilket innebär att kraven ställs på byggnaden som helhet. En följd av de tekniska egenskapskraven och preciseringarna i BBR är att de indirekt påverkar vilka byggprodukter som kan användas, då enbart byggprodukter som bidrar till att byggnaden uppfyller de tekniska egenskapskraven får byggas in.

Detta betyder i klartext att om byggherren företar en annan ändring än ombyggnad, till exempel nyinstallerar eller byter ut en kamin eller panna, ska denna bidra till att rökgasutsläppen från byggnaden uppfyller de krav som gäller vid ändringen. Kraven gäller även om ändringen inte är att betrakta som en väsentlig ändring enligt 6 kap. 5 § PBF, det vill säga även om den inte ska anmälas till kommunen.

Det är inte all användning av bioenergianvändning som orsakar problem. Modern teknik som uppfyller miljökraven i EN 303-5 klass 5 (Nya BBR-kraven som i princip motsvarar kravnivåerna i Eco-design-direktivet) har emissionsnivåer som ligger på bara 100-delar av vad den gamla tekniken presterar. Om samtliga gamla pannor, som tillsammans idag använder 2,54 TWh bioenergi skulle bytas ut mot pannor som uppfyller de nya kraven i BBR skulle de totala utsläppen av oförbrända kolväten (OGC) minska med hela 95,6 % (16 815 ton), Stoftutsläppen med 60,5 % (1 047 ton) och utsläppen av CO med 86,1 % (101 492 ton). Därmed torde inte emissionerna från småskalig vedeldning inte längre vara något större problem. Som en konsekvens av högre förbränningstemperaturer skulle dock utsläppen av NOx öka med 18,9 % (423 ton).



Bild 30. Exempel på dålig vedeldning med stora utsläpp

Långt viktigare än att införa nya gränsvärden och krav, borde därför vara att se till att all utrustning som nyinstalleras uppfyller gällande krav. Miljö- och hälsovinster för samhället skulle bli stora och vi skulle troligen slippa diskussionerna kring bioenergens negativa hälsoeffekter och förtida dödsfall om all teknik som installeras uppfyller kraven.

2.2.1 Vedeldning

(1- Kunskap)

Ved är det klassiska fastbränslet, både till fasta/primära värmeanläggningar och till sekundära lokala eldstäder som kaminer och öppna spisar. Skogsbränslen är ofta lättillgängliga oavsett var man bor i landet och många villaägare har ett positivt förhållande till vedeldning. Enligt MSB fanns det i Sverige 2015 närmare 277 000 ved-, flis och pelletspannor (varav 106 100 som inte uppfyller miljökraven) och drygt 1,85 milj. rumsvärmare (lokaleldstäder). Villapannor för fastbränsle levererar tillsammans drygt 10 TWh villavärme.

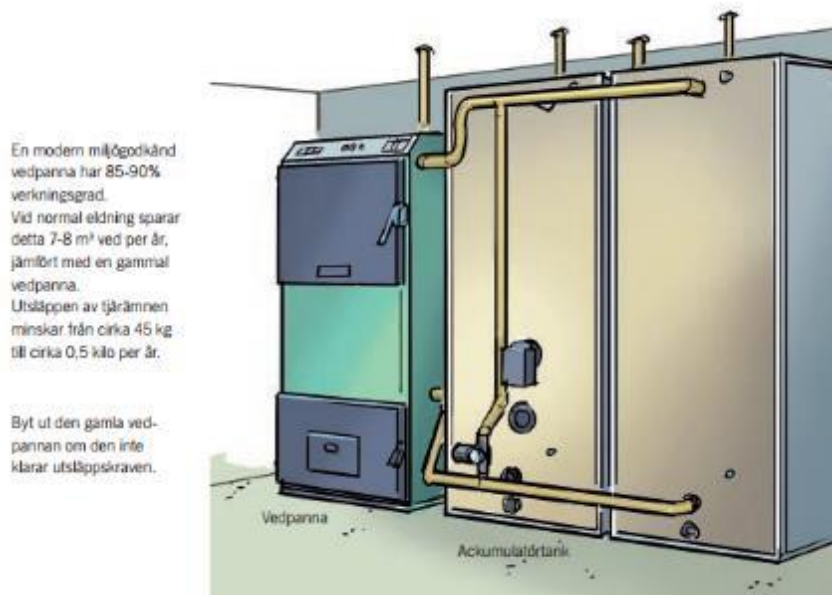


Bild 31. Ex Vedpanna med ackumulator tankar. Bilden är från Länsförsäkringars "BRASA"

Alla anläggningar avsedda för eldning ställer, förutom emissionskrav, även krav på brandsäkerhet och handhavande. En panna som är kopplad till ett vattenburet värmesystem ska alltid kopplas till en ackumulator tank som dimensioneras i förhållande till eldstadens volym och effekt. Med ackumulator tank får anläggningen en jämnare temperaturhållning och bättre verkningsgrad. Det ökar också bekvämligheten och är bra för miljön.

Vedpanna som är äldre än 25- 30 år, och som inte klarar miljökraven i BBR, bör generellt bytas till en panna med godkänd prestanda. En gammal ved- eller kombipanna med stor vedvolym, ihop med ack-

umulatortank, får ofta en mycket hög rök-gastemperatur och kan utgöra en stor brandrisk. Hög rök-gastemperatur genom hård vedeldning kan överhetta skorstenen så att omgivande material kan torka ut och självantända. Trä som under lång tid utsätts för höga temperaturer torkar och kan självantända redan vid temperaturer runt +100°C.

2.2.2 Pelletseldning

(1- Kunskap)

Pellets är *”ett förädlad fastbränsle”*. Det är torrt, har homogen storlek och har ett fast energiinnehåll. Det ger förutsättningar för en kontrollerad förbränning med mycket låga emissioner. Det kan till och med vara ett ekonomiskt alternativ till att installera värmepump. Pellets kan köpas i lös-vikt (bulk) eller i säckar.

När det gäller pelletspannor fanns det enligt Energimyndighetens statistik omkring 132 000³ stycken bland småhusen i Sverige år 2013. En liten andel, max 7 procent, bedöms inte uppfylla kraven som ställs i dagens byggregler. Antalet pelletspannor har legat på en relativt oförändrad nivå de senaste fem åren. Det saknas bedömning på hur fördelningen mellan pannor som inte uppfyller respektive uppfyller BBR-krav har förändrats över tid, men den kan antas ha varit relativt liten. Pelletseldningen i villa bidrar med ungefär 3 TWh villavärme.

Eldning och matning av pellets kan automatiseras, men kräver i de flesta fall ändå en viss regelbunden tillsyn. Bäst är att installera en komplett pelletsanläggning, men man kan även konvertera ved- och oljepannor till pelletseldning om eldstadsutrymmet är tillräckligt stort och pannan i övrigt är lämpad för detta.

Viktigt är att asklådan rymmer den större mängden aska och sot som pelletseldning ger, och att konvektionsdelens tuber inte är alltför trånga för att säkert kunna evakuera rök-gaserna från eldstaden.



Bild 32. Ex på en pelletsinstallation. Bilden från är hämtad från Länsförsäkringarnas information "BRASA"

En pelletsanläggning ska ha tre av varandra oberoende säkerhetssystem mot tillbakabrand. Exempel på säkerhetssystem är *fallschakt, slussmatare, termovakt, avsmältningsbar matarslang, tättslutande lock på bränsle-förråd samt vattensprinkler*.

2.2.3 Fliseldning

(1- Kunskap)

Småskalig fliseldning är sedan länge populärt inom lantbruksnäringen, där tillgång till ekonomibyggnader, maskiner och egen skog utgör bra förutsättningar. Men en mindre flisanläggning kan även vara ett alternativ för att värma upp en villa eller en gård på landet. Att elda med flis kan ge en bekväm uppvärmning med ett relativt billigt bränsle. Fliseldning är för speciellt för fastighetsägare som har egen skog eller bor nära ett sågverk ett allt populärare alternativ vars prestanda har utvecklats lite i skuggan av pelletstekniken. Det finns *två olika principer för fliseldning*. Stokereldning för torr flis och eldning i förugn för fuktigare bränsle.

³ Notera att MSB:s sotarstatistik för 2015 anger 86 100 pelletspannor och 16 000 pellets-kaminer.

Fliseldning kan vara lite mer komplicerat än att elda med ved eller pellets. Eldningsutrustningen innehåller fler rörliga delar. Fukthalt och kvalitet på flis kan också variera mycket. Flisens förbränningsegenskaper gör att den passar bäst för ett hushåll med lite större energibehov, t ex lantbruk som har ett effektbehov på mer än 12- 15 kW. Ju mindre anläggning desto viktigare är det att flisen är torr och av jämn kvalitet. Flis är dessutom ett skrymmande bränsle och kräver stora lagringsutrymmen.

Tillsammans med hälsorisker för mögelsporer i förrådet är risken med "tillbakabränder". Bränsle som finns i frammatningsanordningen kan antändas och en brand kan sprida sig bakåt ända till bränslelåd-rådet. En flisanläggning ska därför, liksom en pelletseldning, ha minst tre av varandra oberoende säkerhetssystem. Vanligast är en kombination av *fallschakt för matningen, vattensprinklersystem och tättslutande lock med brytare*.

Vid blåsig väder kan skorstenen suga för mycket luft. Gnistor kan då sugas ut och leta sig in i takkonstruktionen och orsaka brand. En motdragslucka ev i kombination med en gnist-släckare kan tillsammans förhindra detta. Det finns även effektiva övervakningssystem med larm och sprinkler för att släcka brand i matar-skruben. Systemet kopplas till ordinarie vatten-system. Ett exempel är "Fire Guard" som är ett säkerhetssystem försäkringsbolagen rekommenderar. Det innehåller vattenbehållare, styrenhet, ventiler, sprinklers, temperaturgivare och brytare till bränsleförrådet samt en sirén.



Bild 33. Exempel på modern fliseldning från Länsförsäkrings "BRASA"

Så kallad fliseldarsjuka, som kan bli kronisk, kan drabba den som hanterar flis som innehåller mögelsporer. Exponering för mögelsporer sker genom inandning. Därför är personlig skyddsutrustning som ansiktsmask viktigt. Riskerna kan minimeras genom ett bra systematiskt arbetsmiljöarbete, regelbundna riskbedömningar samt genom utbildning. Det är också viktigt att användare inte tar med sig mögelsporer in i personalutrymmen.

Goda råd om fliseldning

- Hantera ved och flis så att risken för mögel minimeras.
- Ordna flishanteringen på ett arbetsbesparande sätt.
- Satsa på bra teknik med bra säkerhetssystem.
- Välj system där delarna fungerar ihop.
- Fliseldning och solvärme är en bra kombination.
- Hämta gärna tips och råd från ledande leverantörer

Fakta fliseldarsjukan:

Inandning av trä mögel vid upprepade tillfällen kan utvecklas till kroniska inflammatoriska förändringar i lungan, så kallad *allergisk alveolit eller fliseldarsjukan*. Det finns även en risk för astma och bestående nedsättning av lungfunktionen för den som utsätts för trä mögel under lång tid. Akuta symptom som kan uppkomma vid inandning av höga halter av mögelsporer påminner om influensasymptom. Feber och frossa, envis rethosta, men även huvudvärk, ledvärk och muskelverk kan förekomma. Oftast märks symptomen 4-8 timmar efter exponering. Besvären går i allmänhet över på några dagar om exponeringen för trä mögel avbryts.

2.2.4 Spannmålseldning

(3- Information/tillägg)

I takt med att efterfrågan på träpellets och andra skogsbränslen ökat, *så ökar också intresset för att hitta alternativa biobränslen*. En stor och ännu nästan outnyttjad potential finns i form av de restprodukter som kommer från jordbruket. Att utnyttja dessa råvaror skulle kunna öka lantbrukarens lönsamhet samtidigt som förbränningen av bioenergi från lantbruket släpper ut koldioxid som grödan under en enda växtsäsong bundit från atmosfärens koldioxid. *Denna snabba omsättning gör bioenergi från jordbruket extra intressant ur klimatsynpunkt.*

Men att ta tillvara och elda restprodukter från jordbruksmark har länge varit nästan besvärligt om man vill uppnå goda prestanda och som användare få en bekymmersfri uppvärmning. *Höga askhalter och sintringsproblem har tillsammans med korrosionsproblem på grund av höga halter av svavel, klor och kväve gjort att dessa alternativa biobränslen bara kunnat eldas i större pannor med rörliga roster och i utrustning med en ganska avancerad förbränningsteknik.*

Det finns fastbränsleanläggningar som kan eldas även med spannmål, exempelvis havre, eller andra restprodukter från jordbruksmark. Nackdelen är att dessa bränslen oftast ämnen som vid förbränning kan ge korrosiva rökgaser, samt höga askhalter som innebär att pannan måste rengöras betydligt oftare än vid eldning med ved, pellets eller flis. Lämpligt är därför att en spannmålsanläggning utrustas med automatisk uraskning. Viktigt är att bränslebehållaren har tättslutande lock med lås.

En anläggning för spannmålseldning ska i likhet med pellets- och flisanläggningar vara försedd med tre av varandra oberoende säkerhetssystem.

Idag finns dock teknik för att elda spannmål och pelleterade restprodukter med bra prestanda i effekter från 15 kW och uppåt. Exempel på teknik för agrobränslen <http://www.horakypetrojet.cz/en/>

2.2.4.1 Risk för korrosionsskador

(3- Information/tillägg)

Bränslen från jordbruksmark innehåller ofta förhöjda halter av svavel, klorider och kväve vilket kan leda till korrosionsproblem. Eldning med spannmål kan därför ge förhöjd korrosionsrisk jämfört med träbränslen. Detta kan på kort tid skada såväl skorsten som panna, plåttak, med mera.

Vid spannmålseldning bör man se till att rökgastemperaturen är minst +70°C en meter ner från skorstensmyningen. Skorstenen ska vara av en kvalitet som tål sura utfällningar.

Spannmålseldning är en relativt ny företeelse och det pågår en hel del forskning för att utvärdera spannmålseldningens effekter. Innan du bestämmer dig för att installera teknik för att elda med spannmål rekommenderar vi dig att ta del av SP Sveriges Tekniska Forskningsinstituts utvärdering av projektet "Spannmålsbrännare - funktion, säkerhet och emissioner".



Bild 34. Teknik för eldning med spannmål och agro pellets är vanligare i länder som Tjeckien. Bilden är en Multibio 15 kW från Petrojet Trade s.r.o.

3. Förbränningslära

(1- Kunskap)

Vid förbränning av träbränslen bildas, vid optimal och fullständig förbränning, enbart CO_2 och vatten. Men nästan alltid finns mer eller mindre andra produkter i rökgaserna; Finns svavel i bränslet bildar detta svaveloxider vid förbränning, som tillsammans med fukt bildar svavelsyra (H_2SO_4). Innehåller bränslet dessutom klor så bildas bl.a. saltsyra, HCl samt metallklorider, som liksom svavelsyra verkar försurande. Dessa ämnen påskyndar korrosion i pannan och under ogynnsamma förhållanden kan både dioxiner och furaner bildas. Dessa är mycket giftiga. Tungmetaller kan också finnas naturligt i bränslet. De viktigaste tungmetaller att hålla ett öga på är *arsenik, bly, kadmium, kobolt, koppar, krom, kvicksilver, nickel, tenn, vanadin och zink*

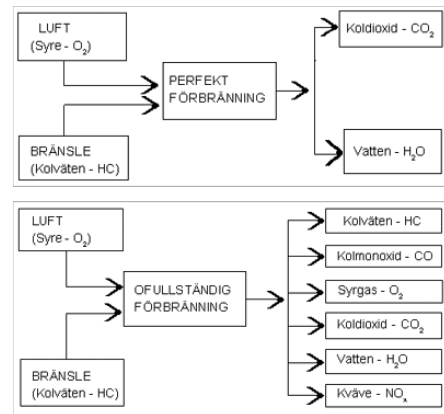


Bild 35. Skillnaden mellan fullständig- och ofullständig förbränning kan beskrivas som i figuren ovan

Det är stor skillnad på hur olika bränslen ska förbrännas och därmed också hur eldningsutrustningen ska vara konstruerad för respektive bränsle.

Emissioner av oförbrända ämnen från äldre typer av värmepannor kan vara mycket höga. Tester vid SP har exempelvis visat att utsläppen av störande ämnen från en 10–20 år gammal panna, även då den används rätt, är hundrafalt högre i jämförelse med en ny modern panna. Fel användning ökar dessutom utsläppen ytterligare.

För att uppnå en bra förbränning behöver man en genomtänkt konstruerad förbränningsutrustning i kombination med ett torrt och homogent bränsle. Men det är också viktigt med rätt inställd matning av bränsle och luft. *För ett optimalt resultat kräver alla typer av fastbränsleeldning en hög och stabil förbränningstemperatur över 850 °C, gärna kring 1 000°C.* Detta ger mindre utsläpp, mindre sot, bättre verkningsgrad och förbränningsutrustningen hålls i skick.

De förbränningsförlopp som ligger till grund för konstruktion av de pannor man idag eldar med ved är antingen *glödförbränning* eller *gasförbränning*.

Glödförbränning: I en renodlad glödförbränning oxideras kolet i bränslet till kolmonoxid (CO), och vidare till koldioxid (CO_2). En het bädd av glöd bildas, som *avger merparten av sin värme genom strålning*. (Jämför eldning med koks som är kolåterstoden sedan stadsgasen utvunnits). Renodlad glödförbränning är inte lämplig i kombination med vedeldning, och bör undvikas, eftersom vedbränsle har en mer komplex sammansättning och avger merparten av energiinnehållet vid förbränningen i form av flyktiga gaser. Notera dock att alla eldstäder *i nedeldningsfasen* har en period som kan liknas vid glödförbränning. Denna bör dock i möjligaste mån vara kortast möjlig i tiden.

Gasförbränning: Vid förbränning av biomassa bildas stora mängder gasformiga ämnen när bränslet hettas upp. Att förbränna dessa gaser är mer komplicerat. Det kan handla om många olika ämnen och förbränningsreaktioner där alla har sina unika förbränningsegenskaper. Reaktionen som beroende på *temperatur, lufttillförsel, turbulens* vilka alla skapar alternativa förbränningsresultat. Vissa ämnen brinner lättare än andra ämnen, vissa ämnen kräver högre temperaturer för att antändas och medan andra ämnen bara finns under en viss tid i förbränningscykeln. **Förbränningen kan därför liknas med en kedjereaktion som är beroende av tidigare led.** Värmen vid gasförbränning avges i huvudsak genom konvektion.

Slutmålet, fullständig förbränning, är uppnådd om alla kolatomer har bildat koldioxid, och alla väteatomer har bildat vattenånga. Vedens oorganiska innehåll blir kvar i form av aska. Pellets förbränns också på ett liknande sätt men eftersom pelletering ger ett torrare och homogener bränsle (storlek, energivärde, fukthet etc) ger detta ofta också en homogenare gasblandning som inte har samma breda spektrum av förbränningsegenskaper samtidigt som processen blir lättare att kontrollera.

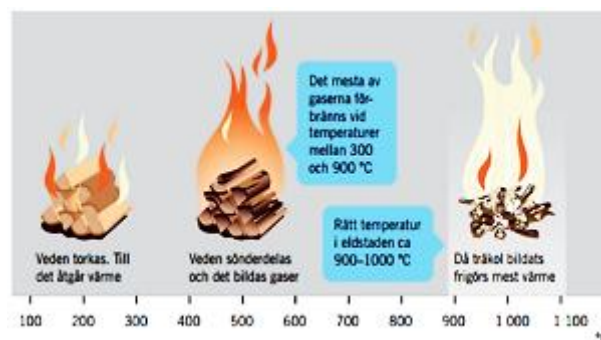
3.1 Förbränning i korthet

(1- Kunskap)

Med förbränning av bibränslen avses att ämnet bildar en *kemisk förening med syre*. Till de ämnen i bränslet som brinner och reagerar med syre hör *kol, väte, svavel och kväve*. Reaktionerna är huvudsakligen exoterma, dvs. frigör värme, förutom reaktionen mellan kväve och syre som är endoterm, dvs. förbrukar värme. *Mer ingående om förbränning i kap 4*

De olika faserna i förbränningen av fasta bibränslen kan indelas på följande sätt:

- Förvärmning till cirka 100 °C
- Avgång av fukt
- Pyrolys av flyktiga gaser vid 100-200 °C
- Antändning av bränslet vid cirka 180-225 °C
- Förgasning och förbränning 900-1 100 °C
- Glödförbränning av koksrester 400- 500 °C.



Man kan påverka förbränningen av fasta bibränslen genom att bearbeta bränslets egenskaper. Förbränningen beror på bränslets kemiska (reaktivitet, pyrolystemperatur, värmevärde) strukturella (partikelstorlek, densitet, porositet) och fysikaliska egenskaper (värmekapacitet, värmeledningsförmåga). Förbränningshastigheten påverkas i första hand av värme- och massöverföring och kemisk reaktionshastighet. Någon av dessa faktorer fungerar normalt som en faktor som begränsar förbränningshastigheten. **Vanligen beror värme- och massöverföringen på fraktionsstorleken.**

Vid förbränningen av fasta bränslen försöker man utöva påverkan exempelvis genom att använda blandbränslen och ändra strukturen på bränslet (till exempel flisning, krossning och pelletering). Förädlingen av bibränsle är de facto en central faktor i produktionskedjan för bioenergi.

Förbränningsresultaten påverkas av bränslets sammansättning, och särskilt av bränslets fukt- och askhalt. Aska är ett allmänbegrepp för de icke organiska ämnen som blir över vid förbränningen. *Askans smälteegenskaper* inverkar på förbränningsanordningens funktion och sammansättningen på hur länge materialet räcker. Eftersom det bara är bibränslets torrsubstans som avger värme, sänker ett högt askinnehåll värmevärdet då andelen brännbar substans minskar. Flygaska är tillsammans med aerosoler⁴ en källa till partikelutsläpp.

Med tanke på förbränningen har fukthalten en betydande inverkan. Vid förbränningsprocessen sker normalt ingen reaktion med vatten, men förångningen av vatten kräver mycket energi. En höjning av vattentemperaturen från rumstemperatur till 100 °C kräver c:a 4,186 kJ/kilogram vatten och °C och förångning ytterligare 2260 kJ/kilogram vatten. *Med andra ord krävs det cirka 2600 kJ (2,6 MJ eller*

⁴ Aerosol (från grekiska: aer, "luft" och latin: solution, "lösning") är små partiklar som är finfördelade i en gas. Partiklarna kan endera vara fasta eller flytande, och aerosolen innefattar både gasen och partiklarna. Typiska exempel på aerosoler är rök, dimma och luftföroreningar.

0,72 kWh) för förångning av ett kilogram vatten. Om bränslet innehåller snö, kräver smältningen därutöver 333 kJ/kg. Fuktinnehållet "tar energi" från förbränningen och sänker förbränningstemperaturen (flamtemperaturen), vilket i sin tur även kan leda till ofullständig förbränning.

Biobränslets fasta substans kan indelas i flyktiga beståndsdelar (volatile matter, VM) och fast kol (char, coal eller fixed carbon, FC). Värmen frigör de flyktiga beståndsdelarna från bränslet. Denna fas kallas *pyrolys*. Vid förgasningen tränger syremolekyler in i bränslestycket och reagerar med koksen. I biobränslen finns stora mängder flyktiga beståndsdelar, till exempelvis innehåller trä 84- 88 procent torrsbstans. När de flyktiga beståndsdelarna brinner ger de en synlig låga för vilken det måste reserveras tillräckligt med plats i eldstaden så att den brinner färdigt innan den träffar kylande ytor.

3.2 Faktorer som påverkar förbränningsresultatet

(1- Kunskap)

Rostet i botten på ett vedmagasin i en panna och flis- eller pelletsbädden i en brännare, är det första ledet i förbränningen. *Utformningen skall säkerställa att bränsleflödet kontinuerligt kommer in i förbränningszonen utan att det stockar sig eller att förbränningen flyttar sig motströms luftflödesriktningen.* Om så sker ökar risken för övertändning och tillbakabrand samtidigt som förbränningsprestandan försämras och utsläppen av oförbrända kolväten riskerar att öka.

Principskiss

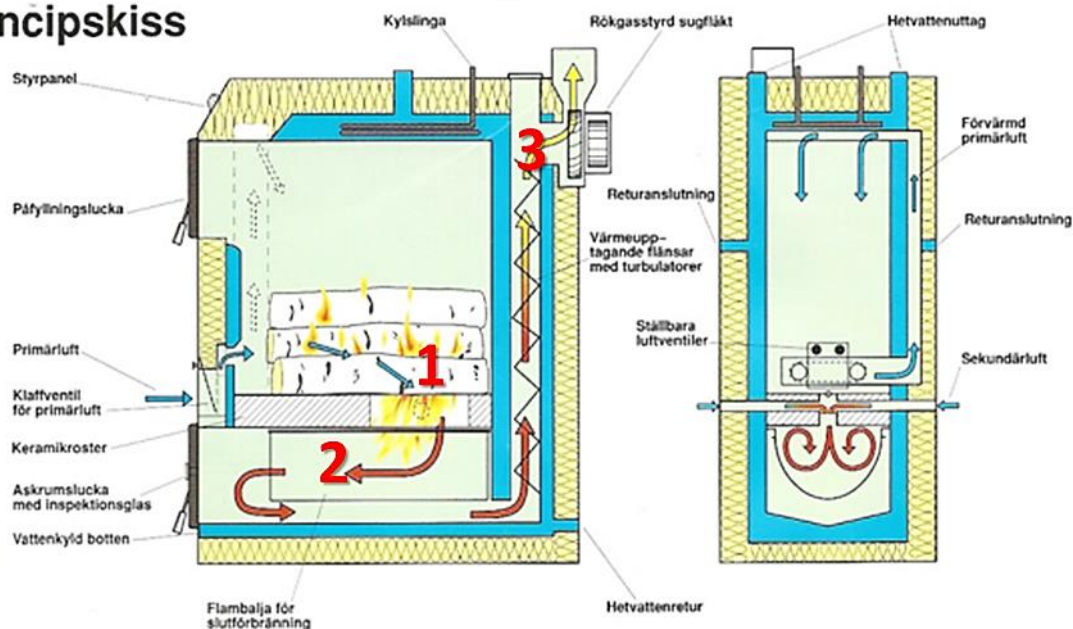


Bild 36. Modern vedpanna i genomskärning med tydligt avgränsade förbränningszoner (1) Torkning och Förgasning, (2) Förbränning och (3) Konvektion (värmeupptagning)

Målet är att zonerna för torkning, avgasning och den första delen av gasförbränningen skall vara väl definierade i bränslebädden och andelen (mängden) bränsle i brand ska vara konstant över tiden. Om eldningen sker satsvis (vedeldning) eller med intermittent matning (flis och pellets) är detta svårt att uppfylla fullt ut, men man skall alltid stäva efter att uppfylla detta så långt det är möjligt.

Även den geometriska utformningen av eldstaden eller förbränningskoppen har betydelse för resultatet. En eldstad som är bredare mot botten minskar t ex risken för att ett vedinlägg "hänger upp sig" men gör samtidigt att de sista vedstyckena delvis kan hamna vid sidan av rosterspalten. Tillförseln av primär- och sekundärluften har stort inflytande på hur bränslebädden beter sig i förgasningsprocessen vilket i sin tur ger återverkningar på hur snabb och stabil förbränning som uppnås i hela förbränningsförloppet.

3.2.1 Rostets utformning

(2- kännedom)

En rost fyller främst två eller möjligen tre funktioner beroende på panna eller brännare. Det skall *bära upp bränslebädden, samla ihop förbränningsgaserna och leda dem in i förbränningskammaren.* I många förbränningsutrusningar tillsätts sekundärluft någonstans i detta gasflöde. Målet är alltid att rostet ska möjliggöra en så styrd förbränning som möjligt genom att kontrollera produktionen av gaserna.

De allra flesta av *de modernaste vedpannorna har en keramisk rost* vilken ska tåla de höga temperaturer som uppstår bättre än t ex gjutgods. I båda fallen har rosten en ganska ansevärd vikt vilket gör att de i samband med uppstart ackumulerar en hel del värme. *Ju mer gods desto mer termisk tröghet och därmed också en lägre uppstartstid.* Fördelen är dock att när väl arbetstemperaturen uppnåtts ger störningar i bränslebäddens funktion mindre utslag på förbränningen. Mindre gods eller material med mindre tröghet ger omvänt en snabbare upptändning men en sämre förbränningsstabilitet.

Öppningarna som ska leda igenom gaserna till slutförbränningen kan vara utformade på flera sätt. Det kan vara en eller flera spalter, ett stort centrerat hål eller ett antal mindre hål som är spridda över rostytan. Det finns pannor och brännare som har speciella don som blåser in gaserna tangentiellt i förbränningskammaren vilket ger ett roterande flöde som underlättar omblandningen. *Rostens utformning är därför av stor betydelse för förbränningsresultatet.*

3.2.2 Lufttillförsel och temperatur

(1- Kunskap)

För att en god förbränning skall uppnås måste en komplett avgasning av bränslet ske, samtidigt som temperaturen i lågan är så hög att alla gaser antänds och slutförbränns. Detta kräver som regel temperaturer som kontinuerligt, och i hela lågan, överstiger 850°C, men bör samtidigt inte överstiga 1 100 – 1 200°C som är den temperatur där luftens kväveinnehåll börjar påverka bildandet av NO_x.

Lufttillförseln har en avgörande betydelse. Egentligen är det de 21 % av luften som utgörs av syre som måste tillföras *på rätt plats, i lagom mängd och vid rätt temperatur.* Annars kommer gaser med högre antändningstemperatur att förbli oförbrända och försvinna som emissioner ut genom skorstenen. Det är dessa oförbrända gaser som även kan uppfattas som en olägenhet och de kan även vara hälsovådliga.

För lite syre innebär också att förbränningen blir ofullständig och att temperaturen i lågan sjunker. Detta leder till vad vi i dagligt tal kallar för "pyreldning". För mycket och/eller för kallt syre är heller inte bra då det kyler såväl flammen som eldstaden. Onödigt mycket förbränningsluft ökar också rökgasvolymen vilket dels gör att hastigheten genom förbränningszonen ökar vilket i sin tur kan leda till att inte alla ämnen hinner förbrännas, och dels till att en ökad hastighet även genom pannans konvektionsdelar minska värmeöverföringen och därmed också verkningsgraden.



Bild 37. Brandtriangeln måste uppfyllas för att det skall brinna

Förhållandet mellan primär- och sekundärluftflödena har därmed stor inverkan på slutförbränningen. Placeringen av sekundärluften är kanske den mest avgörande parametern. Förutom utformning och placering är det viktigt att luftstrålen har tillräcklig hastighet för att kunna tränga in och beblanda sig med förbränningsgaserna. För att få snabbast möjliga antändning är det bra om sekundärluften är förvärmad så att temperaturskillnaderna inte blir alltför stora. Vissa förbränningsutrustningar har även tillsats av tertiärluft i förbränningsutrymmet.

I gamla pannor tillförs luften genom självdrag, men nyare teknik har en eller två fläktar som förser pannan med förbränningsluft. Det kan vara antingen tryckande- eller sugande fläktar, men fördelen är i båda fallen att det ger stabilare prestanda med bättre förbränning och mindre emissioner. Pannan blir även lättare att hantera då man är mindre beroende av väderlek etc.

På senare tid har sugande fläktar blivit den dominerande tekniken, ofta för att den minskar risken för inrökning i samband med uppstart och påfyllning. Tekniken ger också en jämnare fördelning av lufttillförseln vilket kan vara positivt när det gäller att bibehålla en jämn glödbädd. Nackdelen är att fläktarna får arbeta i en tuffare miljö av varma gaser och med påslag av flygaska etc samt att rökgasvolymen som skall transporteras kan vara 10 gånger större än förbränningsluften. Dagens sugande fläktar kräver dock endast 80- 120 W driveffekt vilket bara är marginellt mer än en tryckande fläkt varför nackdelarna är försumbara.

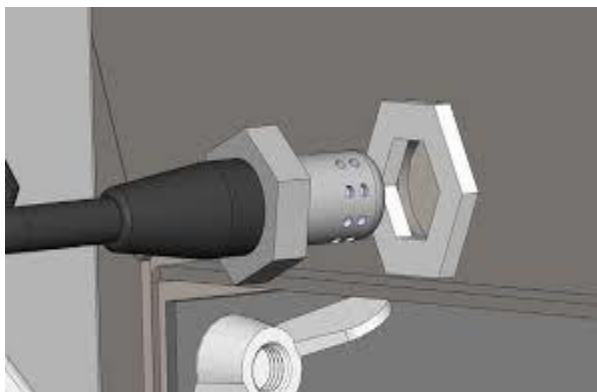


Bild 38. En lambdasond som automatiskt reglerar förbränningen är den vanligaste styrningen i modern teknik

För att ytterligare säkerställa stabila förbränningsresultat har det blivit allt vanligare med *aktiv styrning* av förbränningsluften. Oftast är det en lambdasond som känner av luftöverskottet och kompenserar lufttillförseln vid förändringar i förbränningsförloppet. Detta ger samtidigt en automatisk kompensation för olika bränslens fraktionsstorlek, fukthalt etc och garanterar på så sätt att förbränningen under *hela eldningscykeln* fungerar optimalt. Det är troligt att en aktiv styrning i närtid kommer att vara standard på alla moderna pannor.

Sammanfattningsvis brukar man säga att det finns tre grundläggande förutsättningar för att lyckas med förbränningen; ett *brännbart ämne*, tillgång till *luft (syre)* och en tillräckligt hög *antändningstemperatur*. Tillsammans brukar man kalla detta för *brandtriangeln*. Se bild 37.

Tar man bort eller minskar på någon av dessa förutsättningar så slocknar elden. När räddningstjänsten åker ut och släcker en brand genom att spola vatten på den är detta förbränningstekniskt att det åtgår värme för att förångas vattnet, det tas ifrån branden som kyls ned under flammans antändningstemperatur. När det slår eld i en stekpanna på spisen kväver vi elden genom att lägga på ett lock som tar bort syretillförseln till branden. *Att göra en eld är samma sak som att släcka en brand – fast tvärt om.*

3.2.3 Slutförbränningszonens utformning

(2- Kännedom)

Förbränningsgaserna som bildats måste få tillfälle att slutförbrännas innan de träffar kylande konvektionsytor. Det betyder att förbränningsrummet måste utformas så att gaserna i denna fas *får en hög och stabil temperatur, god omblandning och tillräckligt lång uppehållstid.*

Temperaturen avgörs till stor del av de omgivande ytornas egenskaper och hur långt in i förbränningscykeln man nått. För att öka omblandningen och uppehållstiden finns ofta olika typer av hinder inlagda som syftar till att skapa turbulens så att vägen genom brännkammaren tar längre tid.

När rökgaserna löper genom en rak kanal färdas molekylerna i princip bredvid varandra. I synnerhet om förbränningsgas och sekundärluft har olika temperatur. Det omöjliggör en bra förbränning, eftersom kolvätemolekylerna inte kommer i kontakt med tillräckligt många syremolekyler. Men om gaserna får passera över ett hinder "tappar de balansen" och börjar rotera i oordning. Det ideala är att få rotationen att ske i tre dimensioner, d v s att inte enbart snurra i ett plan på vägen genom brännkammaren.

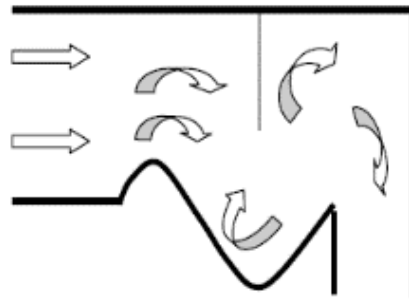


Bild 39. Det kan räcka med ett hinder i rökgasflödet för att skapa turbulens.

Förbränningskammarens volym och geometri inverkar så klart på såväl uppehållstid som omblandning. En viktig aspekt att beakta är att det inte får finnas några "döda hörn" där det är dålig omblandning och/eller luftinblandning. Kammarens väggar är vanligen okylade och dessutom isolerade för att säkerställa en hög förbrännings temperatur.

3.2.4 Recirkulation av rökgaser – blåågeteknik

(1- Kunskap)

Biobränslen brinner normalt med en vitaktig och klar flamma. Ljuset skapas av brinnande kolpartiklar som ger flaman dess färg och lyskraft, och det är just dessa kolpartiklar som är orsaken till att sot bildas om lågan kyls. Ju mer lågan kyls desto rödaktigare blir flaman då kolpartiklarna glöder istället för brinner.

De förbränningsmässiga kedjereaktionerna kan dock påverkas radikalt om vatten (vattenånga) finns närvarande samtidigt som man med hjälp av t ex en fläkt åstadkommer turbulenta förhållanden. Inom pannbranschen kallar man detta "blåågeteknik".

Genom att återföra rökgaser till flaman igen kan man utnyttja vattenångan, som uppkommer under förbränningen, till att spjälka längre kolvätekedjor till kortare molekyler som brinner lättare och snabbare. Därmed minskas problemen med tunga kolväten som annars riskerar att passera oförbrända. Förbrännings temperaturen i flaman behöver då heller inte vara fullt så hög för att uppnå fullständig förbränning då molekylerna går direkt från ett lättare kolväte (aldehyder) till koldioxid och vattenånga. Den lägre temperaturen minskar även risken för bildandet av termisk NO_x. Inom oljeeldningen har tekniken varit känd sedan slutet av 1960-talet och principen är idag den dominerande förbränningstekniken i moderna vedpannor i villasegmentet.

Vattenmolekylerna, som dels finns i bränslet och dels bildas vid förbränningen av vätet, sönderdelar de längre kolvätekedjorna genom turbulens till kortare och mer lättförbrända molekyler. Den goda omblandningen bidrar också till att gaserna i större omfattning kommer i kontakt med luftens syre. I stället för en vit flamma förändras flaman till att bli mer genomsynlig och svagt blåaktig. Anledningen är att det inte längre är brinnande kolpartiklar, utan består till större delen av

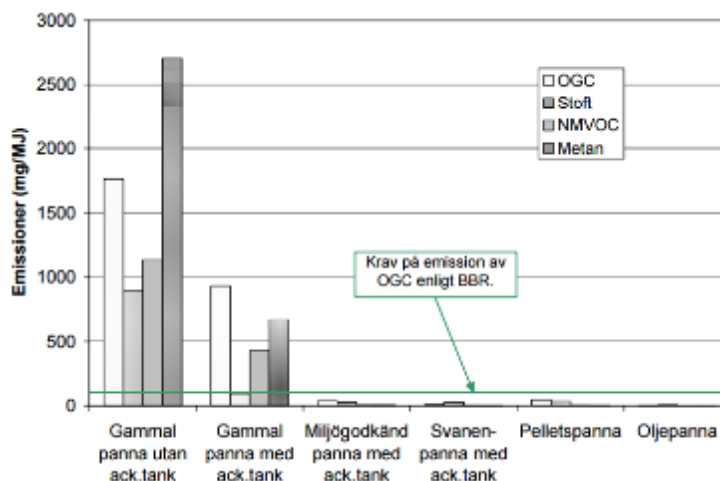


Bild 40. Jämförelse av utsläpp från olika pannor under ett års eldning (25 000 kWh), SP Sveriges Provnings och Forskningsinstitut

lättflyktiga kolvätekedjor som har bildats, vilka sedan förbränns direkt till koldioxid och vattenånga utan att gå "omvägen" via kolpartiklar. Därmed slipper man i princip en sotbildning som i tiden kan smutsa ner och påverka värmeöverföringen i pannans konvektionsytor.



Bilden ovan visar hur en blålågeflamma kan se ut.

Tekniken började komma ut på marknaden i mitten av 1980-talet och är idag helt dominerande för moderna vedpannor. Men tekniken har ännu inte fått något genombrott när det gäller pelletsförbränning, även om några fabrikanter börjat titta på möjligheterna. Pannor med blålågeteknik ger en mycket stabilare eldning än traditionella pannor samtidigt som de är mer "förlåtande" för varierande bränslekvalitet och yttre förhållanden som väderlek och dragförhållanden. Kraven på eldarens kunskap är därför också lägre.

Tack vare införandet av denna teknik reducerades utsläppen av tyngre kolväten (PAH) med uppemot 99 procent jämfört med gamla pannor (se diagram t h). Utsläppen av de lättflyktiga kolvätena (VOC) minskade dock inte lika mycket, ungefär 70 procent, vilket ändå är en radikal förbättring. Att man inte når längre kan eventuellt förklaras med att aldehydhalten initialt är betydligt större och att man prioriterar att hålla tillbaka bildandet av kväveoxider genom att låta förbränningsgaserna passera relativt fort genom förbränningskammaren. Det är alltid en balansgång att ha en tillräckligt lång uppehållstid för att förbränna kolvätena, men ändå tillräckligt kort för att inte gynna bildandet av NO_x.

3.2.5 Uppstarten och nedeldning

(1- Kunskap)

Under uppstarten är temperaturen låg och syreöverskottet högt, vilket ofta resulterar i stora utsläpp av oförbrända kolväten. **Mätningar på moderna vedpannor tyder på att uppemot 60- 80 % av de totala utsläppen kan ske under de första 10- 15 minuterna efter uppstart.** Detta trots att bara 5 % av veden förbrukas i startfasen. Att förkorta denna fas för att samtidigt även reducera utsläppen är därför en av de mest angelägna uppgifterna för teknikutveckling. Som *tillverkare* av en utrustning kan man minska pannans termiska tröghet och som *användare* kan man se till att tändbrasan består av torr och finfördelad ved som snabb övertänds och kommer upp i temperatur. En annan metod kan vara att man tillför extern värme via t ex en gasolbrännare eller elektriskt värmd luft för att påskynda startförloppet.

Även nedeldningen kan ge förhöjda utsläpp. De flesta förbränningsutrustningar som finns på marknaden har mot slutet av en eldningscykel förgasat den allra största delen av kolväteföreningarna i bränslet. Kvar finns koks, som är poröst och inte längre innehåller några flyktiga gaser. Då inga gaser längre strömmar ut kan syre diffundera in och oxidera kolatomerna enligt den kol- och glödförbränningsprincip som tidigare förklarats.

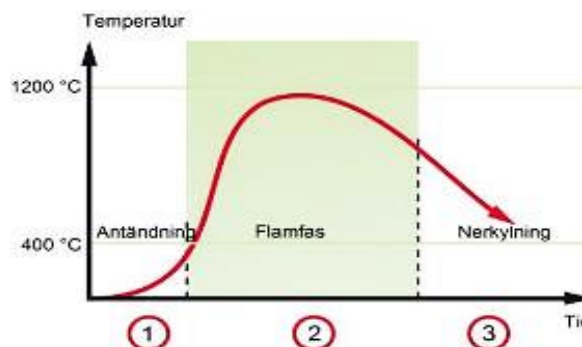


Bild 41. Förbränningen över tid. Merparten av energin avges under flamfasen. Antändning- och nedeldning bör vara så kort som möjligt

Eftersom mängden kvarvarande bränsle är ringa, stiger luftöverskottet om pannan eller brännaren inte har kontinuerlig reglering av lufttillförseln (t ex via en lambdaond). Avkyllningen som luftöver-

skottet ger upphov till leder snart till att temperaturen sjunker. Det resulterar i kraftigt stigande halter av CO i rökgaserna, och in äldre pannor med sämre förutsättningar till avgasning, även till att de kvarvarande kolvätena släpps ut oförbrända. På grund av att all luft som strömmar genom eldstaden inte kan värmas upp ordentligt sjunker den monumentala pannverkningsgraden väsentligt under denna period, vilket även klart avspeglar sig i den totala verkningsgraden. **Det betyder att såväl uppstart som nedeldningsfas är viktiga att förkorta.** Detta är faser i förbränningen där en aktiv styrning (lambdasond) gör stor nytta. Tester av moderna vedpannor visar att 20- 25 % av drifttiden under ett dygnsbehov av energi produceras i antingen uppstart eller nedeldningsfas. För äldre pannor kan motsvarande siffra vara så hög som 50 %.



Bild 42. Med ett keramfilter (katalysator) i vedkaminen minskar utsläppen av sot och kolmonoxid så att värmekällan klarar de tyska utsläppskraven.

Ett annat sätt att påverka dessa emissioner, som inte är så vanligt i Sverige, kan vara att *installera en katalysator* som vanligen består av någon form av nät- eller bikakeliknande struktur som är belagd med en kombination av ädelmetaller och metalloxider. För enklart höjer en katalysator reaktionshastigheten för passerande brännbara ämnen genom att markant sänka temperaturgränsen för att reaktionen skall äga rum. En generell svaghet hos i stort sett alla katalysatorer är att de är i stort sett verkningslösa innan de uppnått en arbetstemperatur på dryga 300°C.

Katalysatorer är dessutom känsliga för alltför höga temperaturer, och bör inte utsättas för temperaturer över 900°C under några längre perioder. Placeringen är därför mycket viktig, det måste vara en plats där temperaturen snabbt når arbetstemperatur samtidigt som de ändå inte får riskera att bli överhettade. Även innehållet av alkalimetaller i rökgaserna har visat sig att försämra katalysatorerna och förkorta dess tekniska livslängd.

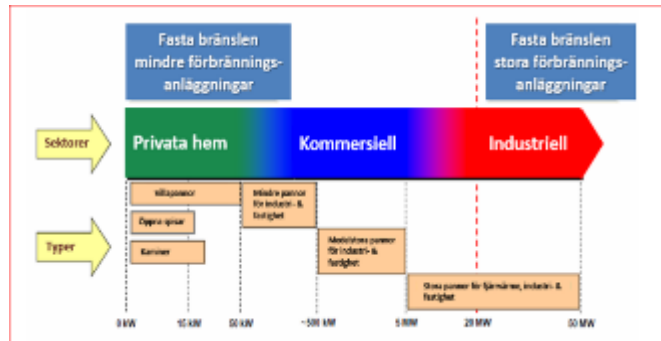
Efter koksförbränningen återstår aska som består av oförbrända mineraler, men beroende på hur bra utrustningen är förbränningsmässigt finns även rester av kolföreningar i varierande omfattning.

4. Förbränningsteknik

(1- Kunskap)

Förbränningstekniken för fasta bränslen har utvecklats lika länge som människan har funnits. Utvecklingen har gått från öppen eld, eldstäder och värmepannor till kraftvärmeteknik som förbränner biomassa i fluidiserade bäddar och producerar många megawatt värme och el. Rosteldning är vanligt i de lägre effektklasserna och den kan grovt indelas på följande sätt när det gäller villavärme med biobränslen:

- Villapannor 15-50 kW
- Mindre fastigheter (jordbruk) 50- 500 kW.
- Mindre fjärrvärmenät 0,5- 5 MW
- Stora pannor
- Lätta vedkaminer under 10 kW
- Murade eldstäder (t ex kakelugnar) 3- 8 kW



Med rätt teknik och rätt handhavande är biomassans nackdelar närmast försumbara. Men bränslet vinner nästan alltid på att torkas innan eldning för att ge ett optimalt resultat. Allt vatten som följer med bränslet in i förbränningen måste förångas innan veden kan brinna vilket naturligtvis påverkar bränslets energivärde men även bränslets förbränningsegenskaper och krav på förbränningsteknik.

Äldre pannor för vedeldning ger generellt mera emissioner än moderna fläktstyrda vedpannor eller pelletseldningsteknik. Det finns flera olika typer av värmepannor avsedda för uppvärmning av små fastigheter.

4.1 Vedeldning pannor

(1- Kunskap)

Ved är det vanligaste biobränslet som används av landets villaägare. Det kan lagras och användas både i värmepannor och i rumsvärmare (lokaleldstäder= öppna spisar, braskaminer, kassetter etc). Har man inte en egen tillgång kan man i de flesta fall köpa ved för 3- 500 kr/m³ vilket ger ett energipris på 15- 25 öre/kWh.

4.1.1 Överförbränning

(1- Kunskap)

Överförbränningspannan innebär att *all ved i eldstaden antänds med en gång*. Primärluften leds in i pannan under ett rooster i pannans botten och sekundärluften tillförs via pannans luckor. Rökgaserna lämnar eldstaden i toppen.

Förbränningstekniskt skall eldstaden vid vedeldning i en överförbränningspanna aldrig fyllas till mer än hälften. Den övre delen av eldstaden är reserverad för slutförbränning av gaserna. Om vedmängden är för stor sker slutförbränningen inne i pannans konvektionsdel där flamman har svårt att nå tillräckligt höga förbränningstemperaturer. Kombinerad med tillräckligt stor vattenackumulator kan dock pannan köras på full effekt, varvid utsläppen i allmänhet är mindre.

Överförbränningsprincipen fungerar dock utmärkt som "värmeväxlare" i kombination med pellets- och fliseldningsbrännare.

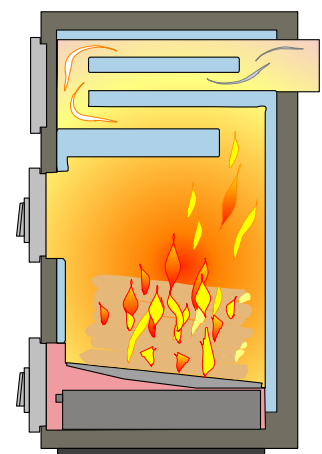


Bild 43. Schematisk bild av funktionsprincipen för en överförbränningspanna

4.1.2 Dubbel- och Kombinationspannor

(1- Kunskap)

Dubbelpannan har två skilda eldstäder, en vanligtvis avsedd för en oljebrännare och en andra för förbränning av ved. En *Kombinationspanna* kombinerar en och samma eldstad för flera alternativa bränslen. I äldre pannor är ofta vedeldstaden liten och endast avsedd för tillfällig användning. Sådana pannor är sällan lämpliga för uppvärmning med ved, och många har för små eldstäder och askutrymmen för att fungera som pelletspannor.

4.1.3 Underförbränning

(1- Kunskap)

I en underförbränningspanna strävar man efter antändning och förgasning enbart i eldstadens undre del. Förbränningsgaserna tas ut i den undre delen av eldstaden och slutförbränningen sker i en keramiskt isolerad sekundärbrännkammare.

Med underförbränning erhålls en jämnare avgasning av bränslet samt att en mindre mängd bränsle i brand ger en lägre effekt vilket i sin tur ger att pannans konvektionsdel lättare kan ta vara på producerad värmeenergi. Förbränning av ved är i de flesta underförbränningspannor effektivare och renare än i en överförbränningspanna. Pannorna fungerar med antingen naturligt drag eller så leds förbränningsluften till det brinnande skiktet med hjälp av en fläkt.

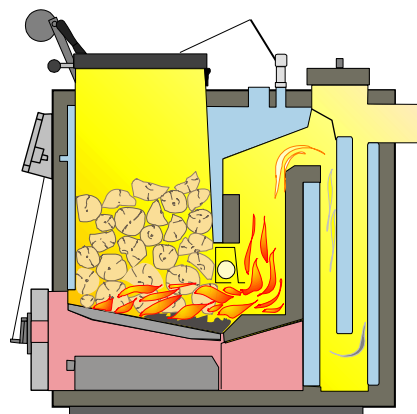


Bild 44. Schematisk bild av funktionsprincipen för en underförbränningspanna

4.1.4 Omvänd förbränning

(1- Kunskap)

Fläktstyrda pannor med omvänd förbränning är den vanligaste typen av moderna villapannor som har utvecklats för effektivare vedeldning. I stället för att förbränningsluften passerar upp genom ett roster innebär tekniken att förbränningsgaserna leds *den omvända vägen*. Det vill säga uppifrån och ned genom någon form av rost in i en keramiskt isolerad efterförbränningskammare, där gaserna under extrem turbulens brinner med en hög och stabil temperatur. Med alltmer skärpta bestämmelser för utsläpp av emissioner är den omvända förbränningstekniken idag den mest använda panntypen för vedeldning.

Förenklat kan man säga att *stående konvektionsytor alltid är att föredra* i kombination med fastbränsleeldning då risken för ansamling av isolerande flygaska minskar.

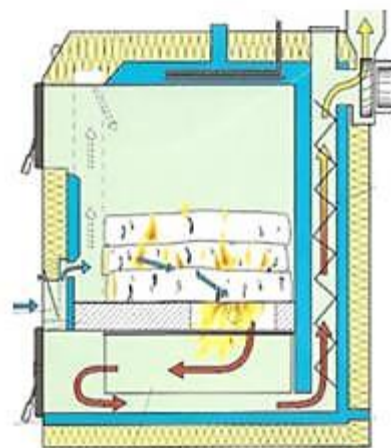


Bild 45. Schematisk bild av funktionsprincipen för omvänd förbränning

4.1.4.1 Test av vedpannor

(3- Information/tillägg)

Sju av nio testade vedpannor för småhus som Energimyndigheten lät testa 2013 har en verkningsgrad på 85 procent eller bättre när de kopplas till ackumulatortank. Som mest skiljer det 15 procent i effektivitet. Verkningsgraden är som högst 93 respektive 92 procent för *Vedolux 350 från Värmebaronen* och *V40 Lambda från CTC*.

Stora skillnader i utsläpp av både VOC och CO. Vedpannan med högst utsläpp av VOC släpper ut 90 gånger mer än den med lägst utsläpp. Vedpannan Molle 35 från Mollepannan släpper ut 463 milligram oförbrända kolväten per kubikmeter luft jämfört med bara 5 milligram för Viadrus Hefaistos P1 från Lindquist Heating. Även för kolmonoxid finns det markanta skillnader mellan vedpannorna. Den vedpanna som släpper ut mest har 13 gånger högre utsläpp jämfört med den som släpper ut minst. Pannan med högst utsläpp av stoft släpper ut nästan två gånger mer än de båda vedpannorna med lägst utsläppt. Utsläppen varierar från 26 milligram per kubikmeter till 49 milligram per kubikmeter.

Två av vedpannorna har en lambdasond, den mäter syrehalten i skorstenen och styr på så sätt lufttillförseln för att förbättra förbränningen. De båda vedpannorna med lambdasond har också, som väntat, de högsta uppmätta verkningsgraderna i testet, 93 och 92 procent. Mer om testet på Energimyndighetens hemsida⁵

4.2 Vedeldning kaminer

(1- Kunskap)

En modern braskamin minskar kraftigt vedförbrukningen och miljöutsläppen jämfört med äldre braskaminer. Tester visar att vedförbrukningen kan minska med ca 20 procent och att miljöutsläppen kan halveras eller minska med upp till 85 procent jämförts med äldre braskaminer från 1980- och 1990-talet. *Moderna braskaminer är effektmässigt bättre anpassade till våra byggnader än de äldre kaminerna som ofta varit alldeles för stora.*

År 2018 kommer alla braskaminer att få energimärkning, motsvarande den som redan finns på många andra produkter, som kommer att hjälpa konsumenter som vill välja det mest energi- och miljövänliga alternativet. År 2022 kommer också ekodesignkrav, som ställer krav på högre verkningsgrad och låga miljöutsläpp. Ekodesignkraven och energimärkningen är gemensamma för alla EU-länder.

4.2.1 Lätta vedkaminer

(1- Kunskap)

En braskamin kan både vara en del av husets uppvärmning och bidra till att höja mysfaktorn i hemmet. Att elda med ved är klimatsmart om det sker på rätt sätt och med effektiv utrustning så att utsläppen blir så låga som möjligt.

För att värmen från kaminen ska spridas så bra som möjligt är det viktigt att placera den centralt i huset. Det finns också krav på hur braskaminen får installeras, kopplat till säkerheten. Braskaminer finns med olika design och det kan vara viktigt eftersom braskaminen för många inte bara är en eldstad och en del av uppvärmningen, utan också en inredningsdetalj.



Bild 46. När du ska hjälpa kunden att välja braskamin så utgå ifrån var och hur braskaminen ska användas och välj inte större braskamin än nödvändigt.

⁵ <http://www.energimyndigheten.se/tester/tester-a-o/vedpannor/?productTypeVersionId=1784>

Vilken effekt braskaminen ska ha beror på hur stort huset är och hur mycket värme som behövs. *Som installatör (fackman) har du en skyldighet att hjälpa kunden välja och att avråda från ett dåligt produktval.* I samband med att du installerar en braskamin är det viktigt att se över ventilationen, övrig uppvärmning och styr- och reglersystemet för värmen så att du får ett så väl fungerande system som möjligt i ditt hus. Till exempel, beroende på om braskaminen tar förbränningsluften från inomhusluften eller via uteluften kan det påverka ventilationen i huset.

Normalt krävs bygganmälan vid installation eller ändring av eldstad, och bygglov kan behövas för att få installera eller ändra skorsten. Sotaren kan behöva tryckprova och godkänna även äldre skorstenar om de ska börja användas på nytt. Ofta krävs även en besiktning av installationen av braskaminen innan kunden får börja elda i den. Boverket tittar nu (2016) på att skärpa BBR-kraven på verkningsgrad där så är möjligt och att utvidga kraven på CO-utsläpp till alla rumsvärmare (byggprodukter) som omfattas av gällande harmoniserade standarder enligt byggproduktförordningen.

4.2.1.1 Test av braskaminer

(3- Information/tillägg)

I testet 2016 har modernare braskaminer jämförts med två äldre braskaminer från 1980- och 1990-talet. Testet är det största test av braskaminer som Energimyndighetens hittills har gjort. *Testet visar att en modern braskamin kraftigt minskar vedförbrukningen med upp till 20 procent och att utsläppen av oförbrända kolväten minskar med 50- 85 procent.* Utsläppen av stoft minskar med 60- 80 procent i moderna braskaminer.

De flesta testade braskaminerna har en verkningsgrad mellan 75 och 80 procent, men det finns variationer, från som lägst 63 procent upp till 80 procent. De äldre braskaminerna är jämförelsevis stora, vilket betyder att de har hög effekt, verkningsgraden är 59 procent för 1980-talskaminen respektive 66 procent för kaminen från 1990-talet. En kamin med hög verkningsgrad kan ge lägre utsläpp eftersom det även går åt mindre mängd ved för att få samma mängd värme som med en kamin med lägre verkningsgrad.

Om man byter från en äldre kamin till en ny så minskar utsläppen av oförbrända kolväten med 50 till 85 procent. Oförbrända kolväten förkortas OGC, utifrån den engelska benämningen, Organic Gaseous Carbon. Testet visar tydligt att det är *stora skillnader i utsläpp med nya braskaminer.* Braskaminen med högst utsläpp släpper ut tio gånger mer oförbrända kolväten än den med lägst utsläpp.

Byter man från en äldre kamin till en modern kamin minskar utsläppen av stoft med 60 till 80 procent. Men det finns även stora skillnader i utsläpp mellan nya braskaminer. Kaminen med högst utsläpp av stoft (partiklar) släpper ut elva gånger mer än den med lägst utsläpp. Stoft är små partiklar som finns i rökgaserna och består av bland annat sot. Stoft påverkar hälsan, främst andningsvägarna, hjärta och blodkärl och bidrar till att öka den del av dödligheten som beror på luftföroreningar. *Mer om testet finner du på energimyndighetens hemsida⁶.*

4.2.2 Kakelugnar och tunga eldstäder

(1- Kunskap)

Kakelugnen har sitt ursprung i de så kallade *pottugnarna* som ursprungligen bestod av ugnar med krukor inmurade i ugnsväggarna. Redan i slutet av 1200-talet var sådana ugnar i bruk i städer som hade handelsförbindelser med de tyska Hansastäderna. Under 1700-talet uppstod vedbrist i Sverige. Orsaken var järnverkens stora användning av trädbränsle vid framställningen av stångjärn, vilket då var rikets största exportvara. Därutöver åtgick stora mängder ved för att värma upp bostadshus med

⁶ <http://www.energimyndigheten.se/tester/tester-a-o/braskaminer/>

hjälp av *de ineffektiva öppna spisarna* som då var den vanligaste värmekällan. Dessa öppna spisar släppte ut uppemot 90 procent av värmen genom skorstenen.

Viktiga konstruktionsförbättringar skedde efter att *Rikets Råd*, under ett sammanträde på Stockholms slott den 27 januari 1767, beslutade om *ett forskningsuppdrag för att ta fram en mer energisnål eldstadstyp åt hushållen*. Uppdraget gick till generalen *Fabian Wrede* och arkitekten *Carl Johan Cronstedt*. På hösten samma år presenterade de sina förslag i skriften "*Beskrifning på Ny Inrättning af Kakelugnar Til Weds Besparing. Jämte Bifogade Kopparstycken*." Där beskrevs olika kakelugnstyper som bättre kunde ta tillvara värmen från elden genom slingrande rökgångar, spjäll och luckor. Arkitekten *Erik Palmstedt* bidrog sedan till kakelugnarnas ökade utbredning genom en skrift med kakelugnsritningar.

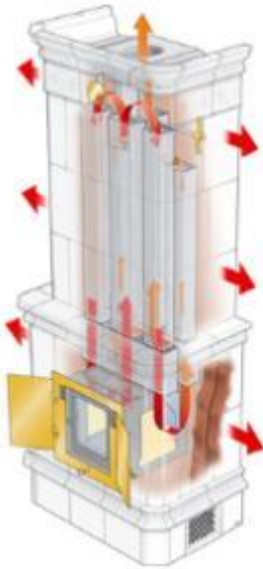


Bild 47. Schematisk bild över hur rökgaserna är i en modern kakelugn.

Kakelugnen består av ett förbränningsrum, rökkanaler i en murstock samt skorsten. Den eldas företrädesvis med ved och är utformad för att ta tillvara värmen i rökgaserna innan de släpps ut. Detta åstadkoms genom att kakelugnsmuraren murar upp en labyrint av vertikala gångar som rökgaserna leds genom innan de släpps ut i skorstenen. Värmen magasineras i teglet, kaklet och bruket, och därigenom kan man få ut en relativt konstant uppvärmning under lång tid. Efter ett antal år sätts många kakelugnar om, eftersom verkningsgraden minskar och rökgaser riskerar läcka ut.

En traditionell svensk kakelugn består av fem kanaler med en längd om cirka 10 meter, där rökgaserna först stiger upp i den mittre kanalen, vidare ner genom de båda främre sidokanalerna, vänder uppåt genom de båda bakre sidokanalerna, varefter rökgaserna passerar spjället i kakelugnens bakre övre del och fortsätter ut till skorstenen.

Kakelugnar var den viktigaste värmekällan för bostäder och liknande utrymmen i Sverige under 1800-talet och 1900-talets början.

Från början var det endast de rikaste som hade råd, men med urbaniseringen bredde uppvärmning med kakelugn ut sig. Kakelugnar sattes upp av kakelugnsmakare, vilka ofta tillverkade kaklet lokalt. Under 1800-talet anlades nya fabriker med tillverkning av ugnskakel. Förutom pionjärer på området, *Rörstrands och Marieberg*, etablerat lokal kakelfabriker runt om i landet. Tillverkningen nådde sin största omfattning 1882. Detta år tillverkades 6400 kakelugnar bara på Rörstrandsfabriken, vars andel av marknaden har uppskattats till femtio procent.

Förutom traditionella värmestrålande kakelugnar finns det en variant av kakelugn som kan anslutas till ett vattenburet värmesystem. Den vattenmantlade kakelugnen, kallad Kakelugnspannan, har en inbyggd ackumulatortank med vatten som värms upp och förs ut till husets element eller golvvärmesystem. Kakelugnspannan är en något dyrare men kan vara en mer heltäckande energinvestering för huset. I detta fall bör man tänka på hur systemlösningen skall se ut och hur det är tänkt att kakelugnspannan ska arbeta.

Kakelugnspannan kan ses som en modernare variant av kakelugnen där man har ersatt den värmelagrande stenen med ett vattenmagasin som får ackumulera energin från de heta rökgaserna för att sedan transportera ut värmen till hela huset via det vattenburna värmesystemet.

Om man vill kombinera kakelugnspannan med andra värmekällor måste dock en extra ackumulatortank användas.

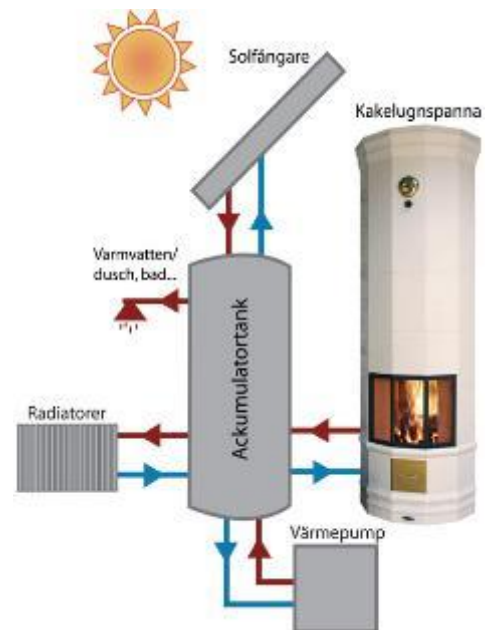


Bild 48. En vattenmantlad rumsvärmare som exempelvis en kakelugnspanna kan kombineras med andra värmekällor via en ackumulatortank

4.2.3. Vattenmantlade kaminer

(1- Kunskap)

På senare tid har det blivit allt vanligare med vattenmantlade rumsvärmare. Speciellt i nybyggda hus med låga energibehov där eldstaden både fungerar som värmekälla och trivseldstad. En vattenmantlad braskamin ger inte bara den så eftertraktade mysfaktorn och tillskottsvärmen, utan man får samtidigt ut värmen till hela huset och även till tappvarmvattnet. På det sättet har användaren möjlighet att värma större delen av huset och kan påverka sina energikostnader för värme och tappvarmvatten.

En vattenmantlad kamin gör att man får bättre komfort i huset och ger möjlighet att elda mer än med en vanlig kamin. Istället för att värmen enbart går ut i det rum kaminen står så finns möjligheten att lagra energin i en ackumulatortank som gör att du kan använda den när den behövs. I de bästa kaminen går normalt 80- 85 % av värmen till vattensystemet.

Vid en första anblick kan lösningen tekniskt sett verka var enkel och okomplicerad. Men i praktiken kräver dessa installationer en grundläggande förståelse både hur vattenmantlade system fungerar och inte minst hur man som installatör skall dimensionera anläggningen. Försäljningen av dessa produkter sker ofta via kaminbutiker och liknande vilka *ibland har liten erfarenhet av att bygga vattenburna värmesystem*. Bristen på systemkunnande innebär ett ökat ansvar för installatören.

Helt klart är att eldstaden *behöver* ha en vattenvolym (ackumulatortank) som kan ta upp värmen som produceras i kaminen. När tanken är fulladdad måste eldningen avbrytas för att förhindra en övertemperatur (kokning) alternativt att värme dumpas via spolning av varmvatten. Funktionen och nyttan av anläggningen ställer med andra ord *krav på att ackumuleringsvolymen är lagom stor och att installationen görs på ett sätt som prioriterar temperaturskiktning i tanken*.

En för liten ackumulatorvolym innebär att man får avbryta eldningen i förtid och att den lagrade energin inte räcker speciellt länge. En alltför stor volym med utebliven skiktning innebär å den andra sidan att det dels kan vara svårt att hinna värma hela tankvolymen och att man riskerar att under många timmars drift överbelasta eldstaden med skadligt höga temperaturer.

Om installationen inte klarar av att ladda tanken skiktat, kommer man att ha svårt att täcka behovet av tappvarmvatten utan extra tillsats av t ex el. Det betyder att installationen måste göras med så låga flöden som möjligt (se kap 5).

Det system som initialt kan tyckas vara det enklaste systemet tenderar att vara det system som ställer de kanske största kraven på installatörens kunskap där varje anläggning får konstrueras efter kundens önskemål och behov.

4.3 Pelletseldning

(1- Kunskap)

Pellets är en naturlig, förnybar och kretsloppsanpassad energikälla. Pellets tillverkas av restprodukter från skogs- och träindustrins processer som till exempel sågspån och flis. I dag går knappt hälften av all tillgänglig såg- och kutterspån i landet till pelletstillverkning. *Ingen skog avverkas för pelletstillverkning.* Råvaran mals och pressas till cylinderformade stavar med diametern 6-8 mm. Pellets är därmed *ett förädlad biobränsle* med bättre förbränningsegenskaper än ved och flis. Energiinnehållet i pellets är i genomsnitt 4,8 kWh/kg. Askan kan med fördel återföras till naturen som gödning.



Bild 49. Pellets är hårt pressad sågspån, normalt med en diameter på 6- 8 mm

Pellets kan köpas i smäsäck (15-16 kg), storsäck (500-700 kg) eller i bulk (lösvikt med lastbil) beroende på vilken typ av förråd man har och om man har utrymme att förvara pelletsen. Bulkpellets är generellt billigare att köpa, men då är man tvungen att köpa en större volym åt gången.

Det råder idag något av ett oljetabu och många husägare tänker att de måste ersätta oljeeldningen med något helt annat. Men om man har ett äldre hus med en panna och en skorsten, så är den bästa lösningen att konvertera till pelletseldning. Huset mår bra när en varm skorstensstock håller fukten borta från källare och vind. Man får dessutom en behaglig grundvärme i hela huset. *Intressant är även lösningar där man kombinerar pellets med solvärme under sommarmånaderna.* Pellets är också ett bra alternativ när det handlar om uppvärmning till hela bostadsområden.

Priset på *både el och olja* går upp och ned som en berg- och dalbana. Kallt väder, oro i vår omvärld, konjunktursvängningar – en mängd faktorer påverkar priset på både elström och fossila, importerade bränslen. Därför är det nästan omöjligt att förutse, och lika svårt att i förväg räkna ut, vad uppvärmningen kommer att kosta. Historiskt kan vi se att pelletspriset varit mycket stabilt och legat på ungefär halva el- och oljepriset räknat per kWh. Detta medför också en enklare beräkning av framtida uppvärmningskostnader, där kunden vet vad värmen kommer att kosta. Inte minst viktigt i en orolig omvärld och då våra kärnkraftverk nu passerat sitt bäst före datum.

Marknaden erbjuder både *Integrerade Pellets pannor, Pelletsbrännare* och *Pellets kaminer* avsedda att konvertera/komplettera befintliga installationer. På senare år har denna integrerade tekniken med högt utvecklad styrning och mer eller mindre automatisk rengöring blivit allt mer dominerande på marknaden för pannor och pellets kaminer.

4.3.1 Pelletsbrännare

(1- Kunskap)

Man brukar dela in pelletsbrännarna i *framåtbrinnande och uppåt- eller nedåtbrinnande teknik*. Detta avspeglar hur flaman lämnar förbränningsutrymmet. Vidare i *över-, under- eller sidomatad teknik* som beskriver hur pelletsen tillförs till förbränningszonen.

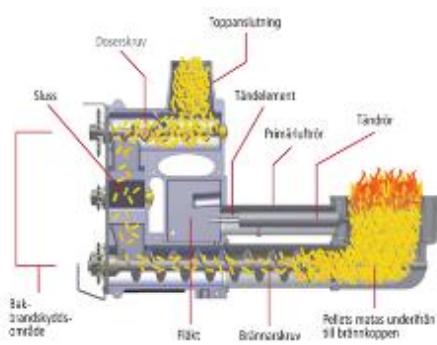


Bild 50. Exempel på undermatad uppåtbrinnande teknik

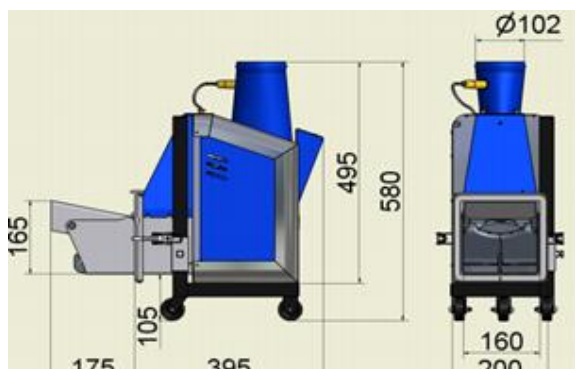


Bild 51. Exempel på övermatad uppåtbrinnande teknik

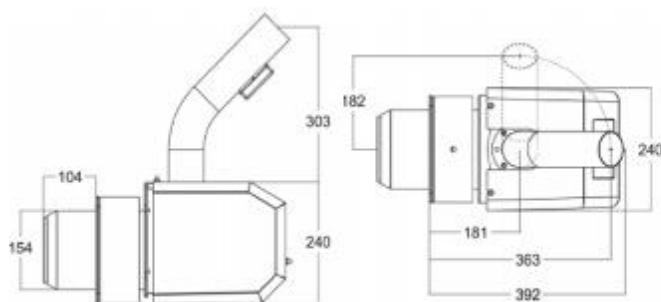
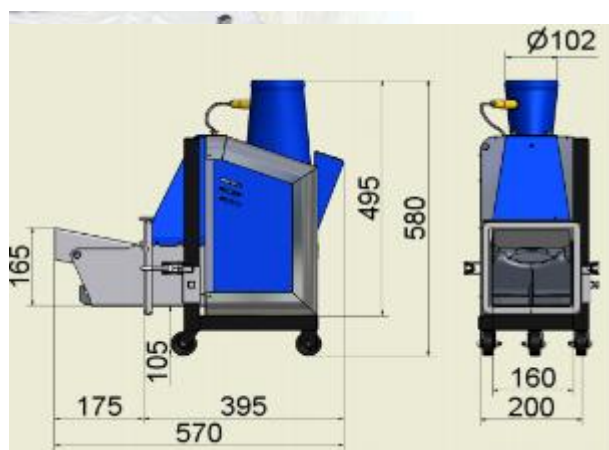


Bild 52. Exempel på övermatad framtbrinnande teknik



(1- Kunskap)

Tekniken med integrerade- och helautomatiska pellets pannor är inte ny. Den har initialt utvecklats i Österrike och Tyskland sedan mitten av 1990-talet. Totalt finns idag minst 550 000 helautomatiska pellets pannor installerade i framförallt Tyskland, Italien och Österrike. I Europa såldes det 2014 närmare 50 000 helautomatiska pellets pannor. Marknaden har gynnats av att man i Österrike och Tyskland under ett antal år har haft bidrag på pelletsinstallationer. Men utvecklingen av helautomatisk

teknik har även framtvingats av att olje- och gaspriset är i dessa länder i stort sett varit lika lågt som pelletspriset. *Att en generellt sett mindre lönsamhet (än den svenska) skall verka teknikdrivande kan förklaras på följande sätt:*



Bild 54. Ex på brännarhuvuden från Windhager (överst) och Ökofen nederst

Om konsumenten har att välja mellan olja, gas och pellets med ett likartat energipris blir det i praktiken omöjligt att sälja pelletsteknik som fungerar med sämre bekvämlighet än alternativen. Det har lett till att fabrikanterna "tvingats ta fram" teknik som fungerar *minst lika bra som en oljeeldning*. Om alternativen kostnadsmässigt är likartade kan bioenergins miljöfördelar ändå fälla avgörandet, i synnerhet om detta alternativ dessutom stimuleras med ett bidrag.

Med erfarenheten av 500 000 installationer i bagaget har de flesta sk barnsjukdomar blivit åtgärdade och tekniken verkligen fungerar idag som det är tänkt. Erfarenheten från svenska installationer bekräftar att tekniken håller vad den lovar och att den också fungerar alldeles utmärkt.

Det låga pelletspriset i vårt land har därmed varit *en hämmande faktor på teknikutvecklingen*. Våra svenska tillverkare har ansett att marknaden inte har varit beredd att betala fullt ut för bekvämlighet. Det är först nu när de importerade dyrare produkterna börjat sälja på den svenska marknaden som även vi i Sverige börjat tillverka mer utvecklad teknik.

Tekniken som sådan är som regel uppbyggd kring en pelletsbrännare. Men till skillnad från traditionell teknik - såsom vi varit van att se i Sverige - så säljer man inte denna brännare separat utan integrerar den i en speciellt anpassad panna. Det betyder att samma – eller likartade – brännarkonstruktioner kan finnas i flera olika fabrikat på marknaden. Gemensamt för tekniken är att de på grund av extremt litet vatteninnehåll i själva pannan är avsedda för drift mot en större varmvattenberedare (eller ackumulatortank), vilket ger att tekniken är redan från början är lämpad för kombination med solvärme.

Den största skillnaden idag märks främst i att den importerade tekniken satsat på en mer helautomatiserad drift. Pannorna har en aktiv styrning av förbränningsprestanda som innebär att utrustningen känner av- och alltid kompenserar förbränningen till optimala prestanda. *Denna styrning kan vara uppbyggd kring t ex en lambda-sond eller någon annan form av automatisk registrering av förbränningsresultatet.*

Många av de integrerade pannor är försedda med en automatisk sotning av konvektionsytorna som borgar för att värmeöverföringen alltid är den optimala och en automatisk rengöring av brännarhuvudet, antingen schemalagd eller när den aktiva styrningen anser att behovet finns. Sot och aska samlas upp i en extern behållare som i normalfallet bara behöver tömmas några få gånger per år. Arbetsinsatsen för brukaren är – i bästa fall - bara att i princip att trycka på startknappen och tömma askbehållaren.



Bild 55. KWB helautomatisk pelletspanna är ett exempel på modernaste teknik för pelletseldning i villa på marknaden

Man får naturligtvis betala ett betydligt högre pris för en helautomatisk pelletspanna än för en traditionell mer manuell pelletsbrännare. Men kostnaden för en komplett installation blir ändå inte dyrare än för exempelvis en bergvärmeanläggning. *Kompletterad med solvärme får brukaren för en likvärdig*

investeringskostnad t o m en lägre uppvärmningskostnad än med en bergvärmeanläggning. Alternativet med helautomatiska pelletspannor kan därför vara ett bra alternativ till både olje- och elvärme liksom till alla former av värmepumpar.

4.3.2.1 Test av pelletspannor

(3- Information/tillägg)

Energimyndigheten har 2014 testat elva pelletspannor, vilket är det mest omfattande testet i Sverige hittills. Med den effektivaste pannan i testet minskar pelletsbehovet med 800 kilo per år samtidigt som även utsläppen minskar. Räkneexemplet är en grov uppskattning och utgår från ett hus som behöver 17 000 kilowattimmar per år till värme och varmvatten. I kalkylen har vi räknat med att pannan går på deleffekt under 85 procent av tiden. Testresultaten visar att med en modern automatiserad pelletspanna kan du få effektiv förbränning och låga utsläpp av luftföroreningar.

De flesta pelletspannorna i testet har en effektivitet, verkningsgrad, på 85 procent eller bättre. Verkningsgraden varierar från som bäst 90 och 91 procent. Man får betala för att få en hög verkningsgrad på deleffekt. De dyrare pelletspannorna har också generellt fler finesser och en stor del av pellets-hanteringen är automatiserad, vilket underlättar för konsumentens handhavande.

Största skillnaden i utsläpp för den testade pelletspannorna är det när det gäller kolmonoxid som förkortas CO. Kolmonoxid bildas vid ofullständig förbränning så lite förenklat kan man säga att ju effektivare pannan är, det vill säga ju högre verkningsgrad, desto lägre utsläpp. De pannor som har lägst utsläpp på full effekt är också de som klarar att hålla utsläppen nere även vid deleffekt.

Pannan med högst utsläpp av stoft släpper ut tio gånger mer än den med lägst. *Utsläppen varierar från 16 mg/m³ till 162 mg/m³.* Stoft är små partiklar som finns i rökgaserna och består av bland annat sot. Stoft påverkar hälsan, främst när det gäller andningsvägarna, hjärta och blodkärl och bidrar till att öka den del av dödligheten som beror på luftföroreningar från förbränning. Ett enkelt sätt att minska utsläppen av stoft från en panna är att ansluta pelletspannan till en ackumulatortank, då kan tiden som pannan går på deleffekt minskas.

Utsläpp av kväveoxider kommer till största delen från bränslet. Eftersom alla pannorna eldas med samma pellets så är utsläppen av kväveoxider, ungefär de samma för, de ligger mellan 144 mg/m³ och 173 mg/m³ när pannorna går på full effekt och mellan 123 och mg/m³ när pannorna går på deleffekt. Kväveoxider förkortas NOx. Kväveoxider bildas när kvävet i förbränningsluften och i bränslet reagerar med luftens syre. Kväveoxider har negativa effekter både på miljö och hälsa, de bidrar bland annat till bildning av marknära ozon, och till övergödning och försurning av sjöar och vattendrag, och när det gäller hälsan luftrörsproblem och astma.

Av testet framgår även hur många effektlägen som pannan har och med ett steglöst effektläge kan pannan hela tiden anpassa sig efter husets behov av värme och varmvatten vilket betyder driften blir jämnare och effektiviteten ökar. Har pannan ingen automatisk växling mellan effektlägen kommer den att slå på och av ofta, vilket bidrar till högre utsläpp. I testet har inte ingått att mäta verkningsgrad och utsläpp vid start och stopp. Av tabellen framgår också om pelletspannan har en lambda-sond, den mäter syrehalten i skorstenen och styr på så sätt lufttillförseln för att förbättra förbränningen. *Mer om testet på energimyndighetens hemsida⁷.*

⁷ <http://www.energimyndigheten.se/tester/tester-a-o/pelletspannor/>

4.3.3 Pelletskaminer

(1- Kunskap)

En pelletskamin i kombination med en luftvärmepump anses av allt fler som det kostnadsmässigt optimala värmesystemet i nya hus och i hus med lågt uppvärmningsbehov. Pelletskaminen fungerar som bäst vintertid när luftvärmepumpen har den lägsta verkningsgraden och vice versa då utomhustemperaturen är högre. Till skillnad från en vedkamin värmer pelletskaminen även nattetid eller om brukaren skulle åka bort. Normalt kan pelletskaminen ge värme i ett till två dygn per påfyllning.

Det finns två varianter av pelletskaminer, de som *endast värmer inomhusluften* och de som kan *värma både luften och vatten till radiatorerna och till tappvatten*. Den variant som även kan värma vatten kallas *vattenmantlad pelletskamin*. Det finns även pelletskaminer som också kan eldas med ved, dessa kallas *kombikaminer*.

En pelletskamin innebär en automatiserad eldning. Den kräver en liten mängd el för att fungera. En liten mängd el används till att driva skruven som matar fram pellets till brännaren, till att tända kaminen samt till att driva konvektionsfläkten som blåser den varma luften ut i rummet. *Många pelletskaminer kan vid strömavbrott drivas vidare med hjälp av en växelriktare (s k omformare) och ett vanligt bilbatteri.*

Pelletskaminer styrs i de flesta fall av en termostat som känner av temperaturen i rummet. Termostaten är antingen inbyggd i kaminen eller finns som tillval. Matningen av pellets från förrådet till brännkoppens sker automatiskt med jämna intervall. De flesta kaminer kan fyllas på under drift, vilket underlättar hanteringen av kaminen. Vintertid måste påfyllning av kaminens pelletsförråd göras ungefär en gång per dygn beroende på förrådets storlek, kaminen måste då också askas ur en eller ett par gånger i veckan och det är viktigt att brännkoppens hålls ren.

Bilden till höger visar hur en pelletskamin ser ut i genomskärning. De allra flesta pelletskaminer har ett inbyggt pelletsförråd. Storleken på de inbyggda förråden varierar mellan olika modeller och beroende på hur kallt det är ute behöver du fylla på förrådet olika ofta. En pelletskamin förbrukar omkring 0,5-1,5 kilo pellets per timme vintertid. En del pelletskaminer kan även anslutas till ett större externt förråd med behovsanpassad automatisk påfyllning.

En pelletskamin med enbart luft värmning kan ersätta omkring 50-80 procent av elanvändningen för uppvärmning, beroende på kaminens effekt och placering samt husets yta och planlösning. Jämför kaminernas lägsta effekt eftersom kaminen oftast går på låg effekt (omkring 2-4 kW). Har kaminen en högre effekt än vad som är nödvändigt i huset kan värmekomforten bli sämre.

Pellets ger en bättre och stabilare förbränning med lägre utsläpp av kolväten och partiklar samt mindre askmängder jämfört med de allra flesta vedkaminer. Eldningen blir också bekvämare eftersom den till stor del är automatiserad. Eldning med pellets bidrar inte till växthuseffekten eftersom den koldioxid som avges vid förbränningen är samma mängd som det växande trädet en gång tagit upp från luften.

Med KMP-Drag behövs ingen skorsten (se bild 56). KMP-Drag är en unik lösning som gör det möjligt att installera pelletskaminerna Neptuni, Ekerum, Lilla Frö och Mysinge utan skorsten vid en ytter-



Bild 56. Exempel på en pelletskamin (kmp-ab) med rökkanal direkt ut genom yttervägg.

vägg, vilket ger möjligheter att placera kaminen precis där kunden har den optimala placeringen. Installationen blir också billigare jämfört med en vanlig skorsten. Den patenterade konstruktionen sänker temperaturen på rökgasen till helt ofarliga nivåer genom att rökgasen från kaminen blandas med uteluft innan den leds ut. Produkten är CE-märkt.

En pelletskamin bör alltid *installeras, besiktigas och driftsättas av en certifierad installatör*. Det krävs normalt en bygganmälan vid installation eller ändring av eldstad, och bygglov vid installation eller ändring av skorsten. För att vara på den säkra sidan så bör du som installatör förvissa dig om vad som gäller i din kommun. Skorstenen måste dessutom kontrolleras och godkännas av en skorstensfejarmästare, så att den är i bra skick och dimensionerad för att klara pelletseldning.

4.3.3.1 Exempel på lönsamhet

(1- Kunskap)

Energimyndigheten har 2014 låtit testa 8 olika modeller av pelletskaminer och 2 modeller av kombikaminer som kan eldas med både pellets och ved. Vid lägsta effekt varierar verkningsgraden för de testade modellerna mellan 75 och 93 procent och på högsta effekt ligger verkningsgraden mellan 79 och 91 procent.

Exempel på besparing då pelletskamin ersätter direktverkande el: En villa använder i snitt 128 kWh per kvadratmeter årligen för uppvärmning. (Källa: Konsumentverket Test av pelletskaminer 2014, energibehovet baserad på statistik från SCB)

En typvilla har en yta på 150 kvadratmeter. Energibehov för denna typvilla blir då $128 \cdot 150 = 19\,200$ kWh per år. En pelletskamin kan klara omkring 50-80 procent av värmebehovet i ett hus med direktverkande el beroende på bland annat planlösning.

Om vi räknar med att pelletskaminen ersätter 50 procent av elvärmen. Pelletskaminen ska då ersätta $0,5 \cdot 19\,200 = 9\,600$ kWh per år. Verkningsgraden hos en pelletskamin är omkring 85 procent. Detta innebär att för att få ut 9 600 kWh värme per år från pelletskaminen går det åt $9600/0,85 = 11\,294$ kWh pellets per år.

1 kg pellets innehåller 4,8 kWh värme. Den mängd pellets som går åt = $11294/4,8 = 2,35$ ton pellets per år. Vid ett pelletspris på 2 650 kr/ton (2015 säckad pellets) blir kostnaden $2,35 \times 2650 = 6\,200$ kr.

*Verkningsgrad el är omkring 100 procent, vilket innebär att 9 600 kWh el ger 9 600 kWh värme. Vid ett konsumentpris på el på ca 1,25 kronor per kWh blir elvärmekostnaden $1,25 \cdot 9\,600 = 12\,000$ kronor. **Besparingen blir då minst 5 800 kronor per år. Om vi istället räknar med att pelletskaminen ersätter 80 procent av elvärmen blir pelletsåtgången 3,2 ton och besparingen ännu större - omkring 10 700 kronor per år. Inköp av pelletskamin är inte medräknat i exemplet.***

Enligt PelletsFörbundet är leveransen av pellets ungefär 3 ton per pelletskamin vilket indikerar att man i genomsnitt klarar ungefär 80 % av värmebehovet med en pelletskamin.

Mer om testet på Energimyndighetens hemsida⁸.

⁸ <http://www.energimyndigheten.se/tester/tester-a-o/pelletskaminer/>

4.3.4 Kombination med värmepump

(1- Kunskap)

Den kanske allra intressantaste lösningen är att kombinera en pelletskamin med luftvärmepumpar (och ev solvärme). Oavsett om pelletskaminen är vattenmantlad (som i bilden till höger) eller inte, så kommer pelletskaminen att fungera som bäst under den kalla årstiden när luftvärmepumpen fungerar som sämst.

I synnerhet för nybyggda hus med låga effekt-behov är detta den optimala uppvärmningen. Pelletskaminen är ännu så länge en underskattad produkt som borde ha en mycket stor marknad i vårt land.



Bild 57. Exempel på kombination med vattenmantlad pelletskamin solfångare och/eller luftvärmepump.

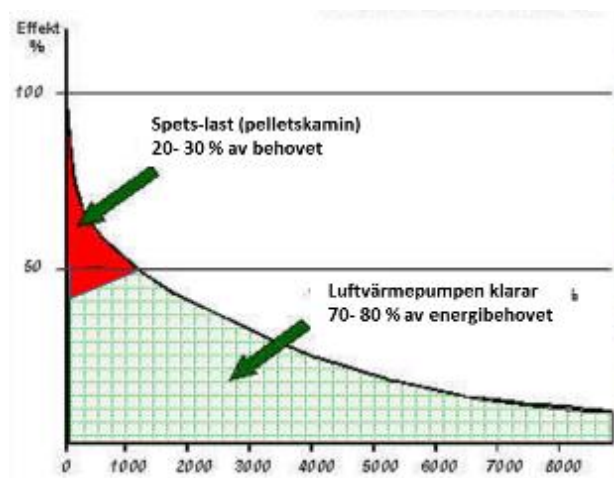


Bild 58. Varaktighetsdiagrammet visar att även en mindre luftvärmepump i kombination med en pelletskamin klarar hela byggnadens energibehov.



4.4 Fliseldning

(2- Kännedom)

Bor man på landet, har gott om utrymme och tillgång till skog kan fliseldning vara ett billigt alternativ för att värma fastigheten. Modern fliseldning har, lite i skuggan från pelletseldning, utvecklats till att kunna erbjuda alternativ som är mer eller mindre helautomatiska med mycket låga emissioner. De minsta pannorna har en effekt från 20 kW och uppåt. En modern flispanna på 35 kW kan klara uppvärmningen av en äldre byggnad på cirka 300- 400 kvm, eller en nyare välisolerad byggnad på 600-800 kvm.

MILJÖVÄNLIGT, EKONOMISKT OCH SÄKERT

ATT ELDA MED FLIS

Fliseldning med sin stora flexibilitet är en miljövänlig och ekonomisk alternativ till andra värmekällor. Den är miljövänlig och ekonomisk eftersom den använder sig av ett naturligt och förnybart bränsle. Flis är billigt och tillgängligt, och det är möjligt att producera och distribuera flis på ett miljövänligt sätt. Detta innebär att flis är ett miljövänligt och ekonomiskt alternativ till andra värmekällor.

Fliseldning är en miljövänlig och ekonomisk alternativ till andra värmekällor. Den är miljövänlig och ekonomisk eftersom den använder sig av ett naturligt och förnybart bränsle. Flis är billigt och tillgängligt, och det är möjligt att producera och distribuera flis på ett miljövänligt sätt. Detta innebär att flis är ett miljövänligt och ekonomiskt alternativ till andra värmekällor.

	Flisstandard GFE				
Storlek	0-3,5 mm	3,5-30 mm	30-50 mm	50-100 mm	100-120 mm
Andel	<= 8 %	<= 7 %	80-100 %	<= 3 %	<= 2 %

Har man en bra utrustning för detta ändamål fungerar detta lika bra som olja eller pelletseldning. Tänk dock på att fliseldning oftast kräver ett större utrymme än pelletseldning. Grunden för ett fungerande, ekonomiskt och lättskött biovärmesystem är en omsorgsfull planering. Innan man börjar bygga behöver man *utreda effektbehovet, val av utrustning och lösningar för bränslelagring*.

Flis kan användas i många olika typer och storlekar av pannor. *Det finns två olika sätt att elda med flis, antingen använder man en stoker eller en förugn*. Både stokrar och förugnar är ibland konstruerade för att kunna användas till flera olika biobränslen. Om du enbart ska använda flis bör du välja en anläggning som är särskilt konstruerad och optimerad för fliseldning. De flesta flisbrännare är idag utvecklade och tillverkade för att uppfylla höga krav på en driftsäker, miljövänlig och lättskött eldning. Verkningsgraden är hög och förbränningen är så effektiv att emissionerna ligger i nivå med pelletstekniken. (Se även kap 2.2.3)

4.4.1 Stokeranläggning.

(2- Kännedom)

Har man torrare flis eller förädlade bränslen (pellets) så är en så kallad stokeranläggning som regel det bästa alternativet. Flisstokeranläggningar *finns både som över eller undermatade brännare*. Formatet är dock lite större än pelletsbrännaren. En stoker passar om du vill ha ett mindre system och använder torr flis (högst 30 procent fukthalt). Flisen i bränsleförrådet matas via skruvar, likt en pelletsbrännare, in till förbränningsdelen som vanligen består av en förbränningskopp i gjutjärn eller stål.

En bra stoker är utrustad med elektronisk styrning och övervakning och kan eldas dygnet runt och året om. Fyll på med flis i förrådet, luta dig tillbaka och njut av värmen! De flesta moderna anläggningar är utrustade med automatisk tändning och askutmatning, vilket underlättar hanteringen väsentligt.



Bild 59. Ett exempel på en bra flisstoker/brännare från Gotfire AB

4.4.2 Panna med förugn.

(2- Kännedom)

Förugnar används ofta för större system och flis eller *i anläggningar som skall elda lite fuktigare bränslen*. Förugnen är placerad framför pannans eldstad och har keramiskt infodrad förbränningskammare som höjer temperaturen. På marknaden finns både pannor som är sammanbyggda med förugnen och lösningar där de båda delarna är separata. Nya modeller brukar vara försedda med automatisk tändning och släckning. I större anläggningar brinner flisen på ett roster som är rörligt eller i sandbädd som uppbärs av en kraftig luftström.



Bild 60. Ett exempel på en bra förugn från Swebo Flis AB

Flis med högre fukthalt kräver en högre eldstadstemperatur. Detta åstadkommes med en keramiskt mantlad förugn. Från förugnen överförs brinnande gas till pannans eldstad. Den största hettan och påfrestningen uppstår då i förugnens slutdel samt i förbindelsekanalen mellan förugnen och pannan.

Bränslet kan även förgasas i en särskild kammare och brännas som gengas. I alla flisanläggningar matas en liten mängd flis i taget (intermittent eller kontinuerligt) som sedan får brinna under optimala

förhållanden. Luft tillförs enligt behov, oftast fördelat på primär- och sekundärluft. Askan samlas upp i askdelen av pannan och kan sedan tas ut manuellt eller med mekaniska hjälpmedel.

4.4.3 Integrerade flispannor

(2- Kännedom)

Även inom fliseldningen har det skett en *utveckling mot integrerade- och helautomatiska pannor*. Dessa pannor för flis och pellets uppnår verkningsgrader på över 90 %. Pannorna är bekväma att använda och behovet av manuell uraskning, sotning och underhåll är mycket lågt. De nya helautomatiska flispannorna har i de flesta fall utvecklats i Tyskland eller Österrike och erbjuder hög standard inom områdena teknik, miljö, drift och ekonomi.

Användningen av strömsnåla motorer sörjer för låg strömförbrukning och isolerade brännkammare medför hög verkningsgrad. Separat reglering av både primär och sekundär luft ger tillsammans med och lamdaregleringen minimala utsläpp. Automatisk sotning av konvektionsdelar och rengöring av aska är ofta standard i dessa pannor.



Bild 61. Även bland flispannorna finns flera mer utvecklade och självrengörande alternativ med effekter från 15 kW och upp till över 500 kW. Prestanda när det gäller verkningsgrad och emissioner är likartad med pelletstekniken.

Med en helautomatisk drift sköter flispannan sotning av konvektionsdel, transport av bränsle, tändning och släckning av eld samt reglering av temperatur. Dessa flispannor kan levereras i olika storlekar, från 15 kW till 500 kW, beroende på aktuellt energibehov.

4.4.3.1. Optimerad förbränning

(1- Kunskap)

I många av de nya flis- och pelletseldningar mäter en lambdasonden restsyrevärdet i rökgaserna och signaler sänds till styrsystemet. Styrsystemet justerar luftflöden och rökgasfläktens varvtal. Transportsystemet reglerar därefter mängden bränsle som transporteras till brännkammaren för optimal förbränning oavsett träslag och effekt.



En modern flispanna kan kombineras med alla typer av vattenburna värmesystem, både i en modern och äldre tappning. Radiatorer, golvvärme, luftvärmesystem och solfångare kan lätt integreras i styrsystemet. Förbränningen regleras i de flesta fall steglöst mellan min (30%) och max (100%) effekt.

Vid låg last sommar, vår och höst varvas förbränningen med eldningsfria stunder för att undvika att elden pyr och bekar igen pannan och skorstenen. Genom att primär och sekundärluftsspjällen stängs under förbränningspauserna kan ingen luft strömma genom flispannan och därmed kan ingen spillvärme ta sig ut genom skorstenen.

5. Systemlösningar

(1- Kunskap)

Människan har i årtusenden ackumulerat värme för att förbättra bekvämligheten, öka komforten och spara bränsle. Ackumulering innebär lagring, man sparar energi från en period till en annan.

Nästan alla pannor, både ved-, flis och pelletspannor, som installeras har för stor effekt i förhållande till husets behov. Med en vattenfylld värmeackumulator som värmesystemets hjärta kan många problem undvikas samtidigt som alla energiformer användas för uppladdning. Det är sedan ackumulatorns storlek i förhållande till husets behov som avgör hur ofta uppladdning måste ske.

Ett hus värmesystem är egentligen inte helt färdigt utan en ackumulatortank.



Bild 62. Ackumulering kan ses om "hjärtat" i ett värmesystem.

5.1 Vad innebär ackumuleringen?

(1- Kunskap)

Vid vedeldning anpassas ackumulatortankens storlek så att man med en eller två eldningar per dygn håller huset jämnvarmt. Man kan då elda med jämn och hög effekt på den tidpunkt av dygnet då man har tid att elda. Därmed bidrar ackumulatortanken till att *förbättra såväl bekvämlighet, miljön som vedåtgång*. Vid flis- och pelletseldning används ackumulatortanken mer som effektutjämnare och volymen kan därför ofta begränsas till 500- 1 000 liter.

För att kunna göra en riktig dimensionering, i synnerhet vid vedeldning, måste man ta hänsyn till *byggnadens effektbehov, eldarens önskemål om eldningsintervall och värmepannans kapacitet*. Beroende på i vilken ände man börjar blir beräkningarna lite olika. Om man t ex har en befintlig panna som man av någon anledning vill komplettera med en ackumulatortank bör man börja med att utgå från pannans prestanda. *Detta kan innebära att kunden ibland får göra avsteg på bekvämligheten för att pannans kapacitet inte riktigt räcker till, eller att tankens volym blir större än man tänkt sig.*

En viktig tumregel som alltid gäller är att man aldrig skall ha en mindre ackumulatorvolym än vad en fulladdad vedpanna producerar i energi sedan uppstarten av pannans värmelagring räknats bort. En annan tumregel – enligt Svanenkraven - är att ackumulatorvolymen aldrig skall vara mindre än 18 ggr vedeldstadens volym.

Först när man känner husets effektbehov kan man börja titta på ackumulatortankens storlek. Vi skall alltså först beräkna effektbehovet men sedan måste vi även ta reda på vad kunden har för förväntningar när det gäller eldningsintervall.

5.1.1 Beräkna husets energi- och effektbehov

(3- Information/tillägg)

Detta avsnitt behandlas utförligt i kap 4.3 Basblocket för att bli Certifierad Installatör varför det i detta utbildningsmaterial bara behandlas översiktligt.

Energitillförseln skall balansera förlusterna. Nästan all energi som tillförs en byggnad försvinner till omgivningen som förluster. Inomhustemperaturen bestäms av en balans mellan värmeförluster och värmetillförsel. Förändringar sker inte omedelbart utan med viss tröghet eftersom värme (liksom kyla) tas upp och lagras i byggnadens delar. Bild 63 visar i princip hur förlusterna sker i ett bostadshus.

Innan man börjar kan det därför vara lämpligt att se över fastighetens förluster. Det finns nästan alltid enkla åtgärder som man kan göra som minskar energibehovet. Då är det vara lämpligt att börja där. Det kan vara allt från att kolla tätningslister, bättre styrning, isolering på vindar etc till att byta fönster och tilläggsisolera fasader. ***”Det är alltid bäst att täta en båt innan man köper läns pump”.***

Fönster och dörrar läcker mycket värme. Ju högre U-värde fönstren har, desto större del av pannans värmeeffekt är det som passerar ut genom fönstren. U-värde är ett mått på värmeledningsförmåga med enheten W/m^2 , grad. Gamla tvåglasfönster kan ha ett U-värde på $3,0 W/m^2$, grad, medan moderna energieffektiva treglasfönster bör ha ett U-värde på $1,0 W/m^2$, grad eller bättre.

Bild 63 till vänster jämför ett äldre fönster som har U-värde på $3,0 W/m^2$, grad med ett nytt fönster, U-värde $1,0 W/m^2$, grad. Är det $20^\circ C$ kallare ute än inne, så försvinner det 60 W genom varje m^2 gammalt fönster men bara 20 W i det nya. Skillnaden är alltså 40 W. För varje dygn blir det $40 \times 24 = 960$ Wh, nästan 1 kWh, som kan sparas in för varje m^2 nytt fönster.

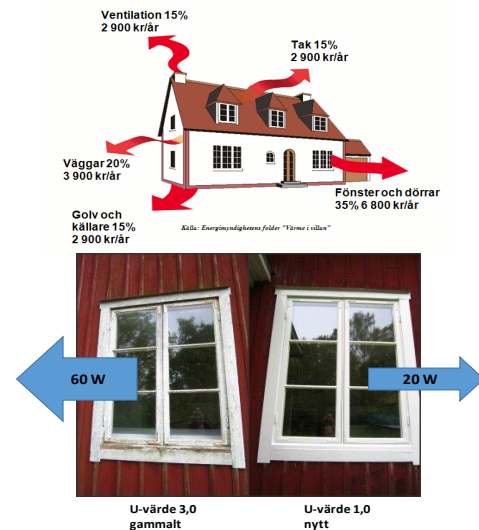


Bild 63. Skillnaden mellan ett nytt och ett gammalt fönster i förluster

Om man har $100 m^2$ vindsbjälklag, isolerat med 15 cm sågspån och tilläggsisolerar detta med 30 cm mineralull, så kan man spara från 4 000 kWh/år längst i söder till 7 000 kWh/år långt uppe i norr. Att tilläggsisolera vindsbjälklaget brukar vara den kostnadseffektivaste åtgärden.

För att mer beräkna husets effektbehov vid en viss utomhustemperatur är det enklast om man känner till energibehov över ett år t ex via en elräkning eller oljeförbrukning etc. Detta är ett bra hjälpmedel då denna uppgift innehåller fastighetens faktiska förbrukning som inkluderar såväl husets behov liksom familjens varmvattenvanor, ventilation och liknande. **Viktigt att tänka på när man gör dessa beräkningar är att det är nettoenergibehovet man skall beräknas.** Det betyder att man även måste ta hänsyn till den befintliga anläggningens verkningsgrad i det fall man utgått från en känd förbrukning. En gammal och dålig oljepanna kan därför indikera ett alltför stort effektbehov om man bara tar hänsyn till oljeförbrukningen.

Utgår man från att en villa med en oljepanna som är 20- 25 år kan man räkna med att systemverkningsgraden sällan är bättre än 65- 70 %. En kubikmeter olja innehåller ungefär 10 000 kWh. Det betyder att en oljeförbrukning på $3,5 m^3$ motsvarar ett nettoenergibehov på $35\,000\text{ kWh} \times 0,70 = 24\,500\text{ kWh/år}$.

Utgår man från en elförbrukning är det vanligast att även hushållselen ingår. För en normalfamilj brukar man beräkna hushållselen till mellan 5- 6 000 kWh/år. Denna skall alltså dras ifrån den totala summan. Gör man av med 25 000 kWh blir nettobehovet för värme varmvatten $25\,000\text{ kWh} - 5\,000\text{ kWh} = 20\,000\text{ kWh/år}$. Detta gäller om man har direktverkande elvärme. Har man en vattenmantlad elpanna och radiatorer kan man istället anta att systemverkningsgraden över året är omkring 95 % vilket ger ett nettobehov av $20\,000\text{ kWh} \times 0,95 = 18\,000\text{ kWh/år}$.

Om man inte vet någon förbrukning (exklusive hushållsel) kan man som en schablon anta att en ordinarie villa från 1950- 60 talet förbrukar ungefär $150- 160\text{ kWh/m}^2$ och år medan en nyare villa eller en äldre villa som är tämligen välisolerad och har bra fönster etc drar ungefär 120 kWh/m^2 uppvärmd yta och år. Vid nyproduktion med dagens välisolerade hus ligger energibehovet ibland på mindre än

100 kWh/m². Detta inkluderar både värme och ventilation. Varmvattenförbrukningen kan man generellt uppskatta till ungefär 1 100 kWh/person och år, men den kan variera stort mellan olika hushålls vanor.

Låt mig inför den fortsatta beräkningen anta att byggnadens årsbehov *i ett äldre hus* har beräknats till 25 000 kWh i nettobehov, varav 5 000 kWh utgör hushållsel. *Det ger ett underlag för dimensionering på ungefär 20 000 kWh.* Om huset har 150 m² boyta blir nettovärmebehovet 20 000 / 150 = 133 kWh/m², år.

Exempel 1. Om man dividerar årsbehovet 20 000 kWh med årets 8 760 h så får man en medeleffekt på ungefär 2,3 kW. Denna effekt gäller vid årets medeltemperatur minskat med två grader, vilket för Mellansverige är en utomhustemperatur på ungefär plus 3- 4 grader.

Anledningen till att man reducerar utomhustemperaturen med ett par grader är att man normalt sett inte behöver tillföra värme till en byggnad för att hålla 20°C om utetemperaturen är varmare än 17- 18°C. De sista graderna tillförs av spillvärme från hushållsapparater, personvärme och solinstrålning etc.

Exempel 2. En allt mer vedertagen branschpraxis är numera att man för Mellansverige tar årets hela nettobehov (inkl varmvattenbehov) och dividerar detta med 6 600 h vilket är ungefär det antal timmar då det finns ett uppvärmningsbehov. På detta sätt får man en medeleffekt som inträffar vid en dygnsmedeltemperatur vid ungefär 0°C. Då blir medel-effekten 20 000 kWh / 6 600 h = 3 kW.

Om man utgår från exempel 2 ovan kan man sedan anta att byggnadens maxeffektbehov i medel sällan eller aldrig överstiger 3 ggr medeleffekten, i detta fall ungefär 9 kW. Detta ger också att ett normalt kallt vinterdygn med 8- 10 minusgrader har ungefär det dubbla medeleffektbehovet, alltså ungefär 6 kW.

Kom ihåg:

Medeleffekt (kW)

Energibehov x verkningsgrad / 6 600 h

Maxeffekt (kW)

3 x medeleffekten

Vinterbehov (kW)

2 x medeleffekten

Varmvattenbehov (medel 24 h)

1/3 x medeleffekten

Hustyp	Värmebehov 80-talet
 En våning Utan källare Utan inredd vind	125 kWh/ m ² , år
 En våning Med källare Utan inredd vind	145 kWh/ m ² , år
 En våning Utan källare Med inredd vind	120 kWh/ m ² , år
 Två våningar Utan källare Utan inredd vind	105 kWh/ m ² , år
 Två våningar Utan källare Med inredd vind	100 kWh/ m ² , år

Bild 64. Några exempel på energibehov för olika typhus på 135 m² boyta byggda i mellansverige på 1980-talet

Observera att detta handlar om just ett genomsnitt av svenska småhus. Det finns hus med lägre energianvändning och med betydligt högre. *Det skiljer i läge, ålder, standard, apparater, boendes vanor m.m.* Husets skick har stor betydelse.

Många stora hus på landsbygden läcker mycket värme, därför att de är dåligt isolerade och dragiga. Man kanske använder mer än 4 m³ olja per år till ett 200 m² bostadshus. Det betyder i så fall ett specifikt energibehov på mer än 200 kWh/m²,år.

Om man behöver korrigera för avvikelser från genomsnittshuset kan man få ledning av en modell, presenterad i en handbok från SLU, Energi för lantbrukets byggnader (Ehrlemark och Svensson, 1982). Bilden till vänster visas grundvärden på specifikt värmebehov inklusive varmvatten enligt Svensk Byggnorm -75, beräknade för några hustyper för hus byggda i Mellansverige på 1980-talet. Bostadsytan är ca 135 m².

Man kan jämföra med dagens krav från boverket på högsta energianvändning för nybyggda småhus med annan värme än elvärme i klimatzon I - IV. Längst i norr (klimatzon IV) tillåter man 130 kWh/m², år medan man i Skåne bara tillåter 80 kWh/m², år.

5.1.2 Graddagar och gradtimmar

(3- Information/tillägg)

Detta avsnitt behandlas utförligt i kap 4.3 Basblocket för att bli Certifierad Installatör varför det i detta utbildningsmaterial bara behandlas översiktligt.

Graddagar är ett mått på hur lång tid och hur mycket utetemperaturen avviker från en given referenstemperatur. Graddagar och gradtimmar för olika orter visar på variationen i landet. Vid beräkningen brukar man använda 17 °C som referenstemperatur, därför att man räknar med att solinstrålning och internvärme (apparater, människor) höjer temperaturen från 17 °C till önskvärd innetemperatur. Referenstemperatur kallas även balanstemperatur. Ett dygn med ex. medeldygnstemperaturen +10 °C ger 17 - 10 = 7 graddagar och ett dygn med medeltemperatur -5 °C ger 17 + 5 = 22 graddagar.

Ort	DUT °C	Årsmedel- temperatur °C	Antal gradtimmar för uppvärmning till 17 °C
Luleå	-28	2,0	140 000
Östersund	-24	2,7	132 000
Edsbyn	-22	3,9	118 000
Västerås	-18	5,9	98 000
Jönköping	-18	6,1	96 000
Kristianstad	-16	7,7	81 000

Om man summerar alla graddagar (dagar med en medeltemperatur under 17 °C) och man får då ett graddagtal för orten. Detta är direkt proportionellt mot energibehovet för uppvärmning. *Ofta är det praktiskt att räkna om graddagar till gradtimmar genom att multiplicera med 24.* De standardiserade graddagtal för olika orter grundas på statistik för temperatur och vind

Exempel ovan på klimatdata i form av gradtimmar för några orter. DUT står för dimensionerande ute-temperatur på orten (kallaste temperatur).

Man har bra användning för graddagar och gradtimmar, när man vill räkna ut hur mycket värme som försvinner ut genom t.ex. ett fönster. U-värdet multipliceras då med antal gradtimmar för orten. Exempel på användning av gradtimmar Ett äldre fönster har U-värde 3,0 W/m² och grad.

Om antalet gradtimmar på orten är 98000, som i ex. Västerås, då släpper 1 m² fönster igenom 3 x 98 000 = 294 000 Wh = 294 kWh varje år.

5.1.3 Beräkna ackumulatortanken volym - vedeldning

(1- kunskap)

En ackumulatortank är ett nödvändigt komplement till en vedpanna för att öka bekvämligheten, öka verkningsgraden och minska utsläppen. Vid rätt storlek på pannan och rätt dimensionerad tank kan man elda en gång per dygn och då lagra den värme som behövs under dygnet. Därför kan man elda med full effekt, bättre än att köra med låg belastning som medför låg verkningsgrad och ökade utsläpp.

Detta gäller särskilt vedpannor som satseldas där en tank används som buffert och värmelager. Man kan även komplettera med solvärme från en solfångare som lagras i samma tank. Även vid flis- och pelletseldning jämnar tanken ut variationen i

Formel för samband

$$Q = m \times C_p \times \Delta t \quad [\text{kJ}]$$

$$Q = 1000 \times 4,14 \times 1 = 4170 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ kWh} = 3\,600 \text{ kJ}$$

$$Q = \frac{4170}{3\,600} \text{ kWh} = 1,16 \text{ kWh/m}^3$$

Detta ger sambandet (tumregeln)

$$E \text{ (kWh)} = V \text{ (m}^3\text{)} \times 1,16 \times \Delta t \text{ (}^\circ\text{C)}$$

effektbehov och man kan elda med full effekt för att ladda tanken. Pannan startas bara när temperaturen i tanken gått ner. 1 m³ vatten lagrar 1,16 kWh för varje grads temperaturhöjning. Tankens kapacitet beror alltså av vattenvolymen och skillnaden i temperatur (ΔT) mellan laddningens start och laddningens slut. Sambandet som för beräkningar skrivs så här: **$E \text{ (kWh)} = V \text{ (m}^3) \times 1,16 \times \Delta t \text{ (}^\circ\text{C)}$**

För att beräkna en storlek på ackumulatortanken bör alltså förutom att känna till effektbehovet även ta med i beräkningen hur ofta anläggningsägaren vill elda. Normalt brukar man dimensionera volymen så att man klarar ett eldningsintervall per dygn vid det dubbla medeleffektbehovet, vilket i princip motsvarar ett "normalkallt" vinterdygn.

Detta för att det är få dagar på året som effektbehovet är riktigt högt, och att dimensionera för det kallaste dygnet innebär en onödigt stor investering.

Spetsbehovet de kallaste dagarna inträffar bara några enstaka dagar per år, och dessa dagar får man som anläggningsägare räkna med att elda två ggr per dag. Men å andra sidan bör man med en bra isolerad tank klara 2 dagar vid ungefär nollgradig väderlek och 4-6 dagar vid enbart varmvattenuttag sommartid.

Med detta tankesätt kan man använda formeln:

$$\text{Ack.volym i m}^3 = \frac{\text{Energi att ackumulera (kWh)}}{1,16 \times \Delta t \text{ (}^\circ\text{C)}}$$

Då måste vi först *beräkna ackumuleringsbehovet i kWh*. Detta betyder att vi skall ta reda på de timmar som det *inte brinner i pannan*. Då måste vi känna till ytterligare en parameter, *vedpannans medeleffekt*. Pannornas medeleffekt är oftast lika med omkring 80 % av den "märkeffekt" som står på pannan.

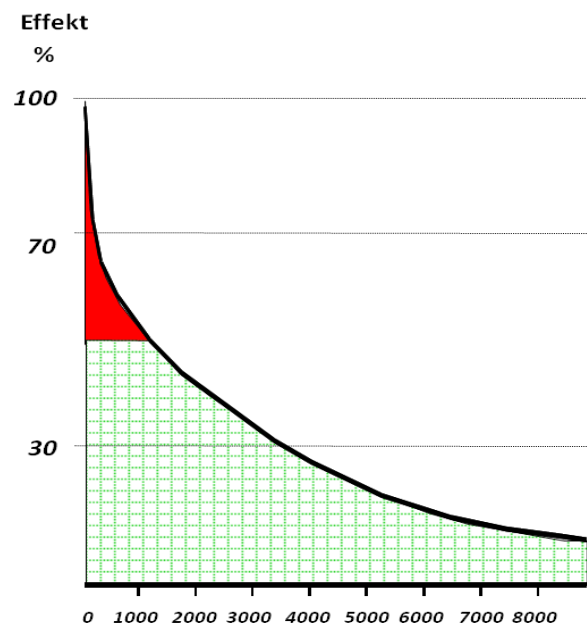


Bild 65. Ett så kallat varaktighetsdiagram visar effektbehovet fördelat över årets timmar. Endast omkring 10% av energibehovet inträffar vid mer än 70% av maxlasten.

En vedpanna med 30 kW märkeffekt kan man därför anta att den har $0,80 \times 30 \text{ kW} = 24\text{--}25 \text{ kW}$ i medeleffekt från det att man tänder i pannan till dess att den i princip brunnit ut. *Ytterligare en parameter som vi måste känna till är hur stor temperaturskillnad vi kan utnyttja i ackumulatortanken*. Denna är i sin tur beroende av hur installationen är utförd, med andra ord hur väl ackumulatortankens temperaturområden klarar av att skicka sig.

Ett normalkallt vinterdygn behöver huset en värmeeffekt på 6 kW. Värmebehovet för ett dygn blir då $6 \times 24 = 144 \text{ kWh}$. Tanken ska dimensioneras så att man klarar sig med att elda en gång per dygn. En eldning ska alltså ge 144 kWh och då pannans effekt är 25 kW kommer det att ta $144/25 = 5,8$ tim, alltså ca 6 tim. Efter dessa 6 timmar ska alltså tanken under $24 - 6 = 18$ timmar avge 6 kW. Tanken måste kunna lagra $18 \times 6 = 108 \text{ kWh}$. Vi antar i detta fall att $\Delta T = 50^\circ\text{C}$.

Sambandet ovan ger:

$$108 \text{ (kWh)} = V \text{ (m}^3) \times 1,16 \times 50 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad \text{alltså } V = \frac{108 \text{ (kWh)}}{1,16 \times 50 \text{ (}^\circ\text{C)}} = 1,86 \text{ m}^3$$

I exemplet ska 1,86 m³ vatten kunna värmas. I praktiken kan man behöva lite marginal och väljer då en tank som rymmer minst 2 m³. Varje beräkning beror på förutsättningarna, bl.a. vilka temperaturer man vill arbeta med och hur ofta pannan ska eldas. För att den beräknade volymen ska kunna användas som planerat, är det viktigt att koppla in tanken på rätt sätt och ladda den på rätt sätt med ett så kallat laddkoppel. Skiktning av varmt och kallt vatten är en nödvändighet.

Om installationen innebär att tankvolymen hela tiden rörs om och blandas så får vi i stort sett samma temperatur i såväl botten som toppen av tanken. Då kan vi bara utnyttja lagringsintervallet från c:a 80- 85 grader ned till radiatorkretsens behov av framledningstemperatur. Vilket i sin tur ger *olika förutsättningar* med olika dimensionerade radiatorsystem.

En bra inkoppling ger en skiktad temperatur i ackumulatortanken vilket gör att man kan utnyttja en större temperaturredifferans. Man kan i princip utnyttja intervallet ned till *radiatorkretsens returtemperatur* och därmed öka ackumulatortanken kapacitet utan att behöva förstora vattenvolymen. Ett lågtempererat system ger sedan ändå bättre förutsättningar. Men här kan å andra sidan varmvatten behovet sätta en nedre gräns. En skiktad laddning kräver att installationen görs på ett sådant sätt att man hela tiden prioriterar ett så lågt flöde som möjligt genom ackumulatortanken samt att man strävar efter att få en så stor temperaturskillnad som möjligt mellan framledning och retur i radiatorsystemet.

Volym	Teoretisk lagringskapacitet värme	
	vid $\Delta T=30\text{ }^{\circ}\text{C}$	vid $\Delta T=50\text{ }^{\circ}\text{C}$
m ³	kWh	kWh
2	70	118
4	140	230
6	210	350
8	280	460
10	350	580
20	700	1 160
40	1 390	2 320
60	2 090	3 480

Bild 66. Tabellen visar exempel på tankvolym och hur mycket värme man teoretiskt kan lagra.

5.1.3.1 Isolering av tanken

(1- Kunskap)

Energimyndigheten har testat och mätt stilleståndsförluster hos fem ackumulatortankar i storlek 500 - 600 liter. De var isolerade med upp till 10 cm skumplast. Högsta förlusteffekten var 170 W och den lägsta 96 W. Det finns en del att vinna på förbättring av isoleringen. En tank på 2 m³ som har 10 cm isolering förlorar ca 4-5 kWh/dygn. Om man tilläggsisolerar med ytterligare 20 cm minskar förlusterna till 1 - 1,5 kWh/dygn. På 9 månader sparas 800 - 900 kWh.

Om man har ett traditionellt radiatorsystem brukar man kunna räkna med en temperaturskillnad på 45- 50 grader. Ett lågtemperatursystem som t ex golvvärme där det även de kalla dagarna räcker med dryga 25 grader ut på slingan, medan det i ett så kallat ett-rörs radiatorsystem dimensionerat för oljeeldning kan behövas 70- 75 grader i framledningstemperatur för att hålla värmen en kall vinterdag.

Kom ihåg:

Medeleffektbehov 3 kW, kunden vill elda en gång per dygn vid det dubbla behovet. Pannans märkeffekt 30 kW.

Brinntid = $6\text{ kW} \times 24\text{ h} / (0,80 \times 30\text{ kW}) = 6\text{ h}$

Ack. behov = $(24\text{ h} - 6\text{ h}) \times 6\text{ kW} = 108\text{ kWh}$

Ackumulatorvolym = $108\text{ kWh} / 1,16 \times 50\text{ }^{\circ}\text{C} = 1,86\text{ m}^3$ det vill säga ungefär **1 850 liter**

5.1.3.2 Beräkna en vedpannas storlek (effekt i kW)

(1- Kunskap)

Det är två avgörande parametrar som, förutom byggnadens energibehov, styr valet av värmepanna, *eldstadens storlek och pannans effekt*. Vedeldstadens storlek är avgörande för hur många gånger man behöver fylla på magasinet för att tillföra behovet av energi, och panneffekten är avgörande för hur länge det brinner i pannan.

Det kan vara värt att notera att det *inte finns* några avgörande argument som talar för att man skall överdimensionera en vedpannas effekt. En hög effekt innebär förvisso att man laddar ackumulator-tanken på en kortare tid, med eftersom tanken skall värma huset de timmar som *det inte brinner i pannan* innebär en högre effekt också en större ackumulatortank.

En alltför låg effekt innebär å andra sidan att det kan bli svårt att hinna med att på den tid man har till förfogande kunna tillföra vedeldstaden tillräckligt med ved för att fylla dygnsbehovet med energi.

Avgörande är därför hur mycket tid man har till förfogande för eldningen. Om man antar att en normal familj kan tända i pannan ungefär vid 17- 18- tiden på kvällen och sedan fylla upp eldstaden vid 21- tiden och vid behov även lägga in det sista innan man går och lägger sig. **Utgår man från detta tidsfönster så är den tid som det brinner i pannan maximerad till ungefär 8 timmar (1/3 dygn).**

För att även den kallaste vinterdagen klara av att inom detta tidsfönster på ungefär 1/3 dygn tillföra hela dygnsbehovet av värme *bör en vedpannas effekt vara minst 3 ggr större än byggnadens maximala effektbehov*. En vanlig praxis inom VVS-branschen är därför att man beräknar en vedpannas effekt till **3 x maxeffektbehovet (kW)**. Om medeleffekten är 3 kW så blir maxeffektbehovet ungefär 9- 10 kW och *vedpannas effekt ungefär 30 kW*. En effekt på 30- 35 kW är också den storlek av panna som de flesta tillverkare producerar för att passa en ordinär villa.

5.1.3.3 Beräkna en vedpannas eldstadsvolym (1- Kunskap)

Den andra parametern som påverkar var vedeldstadens storlek. *Ju större eldstad desto färre besök i pannrummet för att lägga in ved i pannan*. För att välja rätt pannmodell kan det därför vara intressant att jämföra hur många gånger man behöver fylla på pannan för att hålla värmen.

För att göra detta behöver man känna till systemverkningsgraden (läs mer i kap 8.4). Trots att en modern vedpanna kan ha över 90 % i *pannverkningsgrad* finns systemförluster. Med en bra installationsmetod och en välisolerad ackumulatortank kan man därför räkna med att systemverkningsgraden *sällan är högre ungefär 75- 80 %*.

Man brukar räkna med att en riktigt bra vedkvalitet som har 20- 25 % fukthalt i *travad volym* motsvarar ungefär 1/7 av oljans energivärde. Det betyder att det med bra ved får räkna med att man kommer att behöva elda 7 ggr mer ved än vad man förbrukat i kbm olja *förutsatt också att man kan elda veden med likartad verkningsgrad som oljan*.



Bild 67. Det är systemverkningsgraden som avgör hur mycket ved kunden kommer att behöva elda

Tumregel:

0,75 x 1,4 kWh = 1,0 kWh

(färdig värme per liter eldad ved)

Vi kan alltså anta att bra ved innehåller $1/7 \times 10 \text{ kWh} = 1,4 \text{ kWh/lit}$ travat mått. Om vi så antar att vi med ett bra system kan nå 75 % i systemverkningsgrad får vi en *mycket användbar* tumregel som vi överslagsmässigt kan använda inom många områden.



Om årsbehovet av energi är 20 000 kWh blir vedbehovet alltså ungefär 20 km travad ved. Gör man av med mer så finns det anledning att se över hur vedkvaliteten ser ut. Ofta är det lagringen av ved som påverkar energivärdet. Att som på bilden till vänster lagra veden direkt på marken under en presenning är direkt förödande för energiinnehållet.

Ett ökat behov kan även orsakas av att man har värme-läckage i systemet (bristande isolering) eller om man helt enkelt har en undermålig panna. Det finns med andra ord all anledning att se över vart energin tagit vägen.

Även en vedpannas vattenvolym och keramikvikt har betydelse för resultatet. *Det är därför bra att åtminstone ha en liten aning om vad detta kan betyda.* Pannans energilagring beräknas genom att addera energimängden till att värma pannvattenvolymen och keramikinsatsen. Rymmer pannan 200 liter vatten och värms upp från 20 grader till 85 grader så lagrar vattenvolymen 65 (grader temperaturskillnad) x 1,16 x 200 (liter) / 1 000 = 15,1 kWh. Energilagret i 50 kg keramik som värms upp till närmare 1 000 grader kan uppskattas till c:a 0,3 kWh x 50 kg = 15 kWh. *Tillsammans betyder det att pannans tröghet gör att c:a 30 kWh extra behöver tillföras som kan vara svåra att utnyttja i värmesystemet.*

Dygnsbehovet av ved som skall eldas en normal vinterdag med 6 kW effektbehov kan då uppskattas till:

$(6 \text{ kW} \times 24 \text{ h}) + (30 \text{ kWh}) = 174 \text{ kWh}$ vilket också är ungefär lika med den mängd ved i liter som behöver eldas för att klara dygnets värmebehov.

En ordinär vedpannas eldstad rymmer ofta runt 110- 135 liter ved. Detta är alltså ingen tillfällighet. **Som panntillverkare vill man att kunden i en normalstor villa på maximalt två vedinlägg skall kunna tillföra hela dygnsbehovet av värme. 2 påfyllningar ger minst 200 kWh färdig värme vilket klarar de flesta normalstora villors energibehov.**

5.1.3.4 Beräkna minsta tank till en vedpanna

(1- Kunskap)

Anledningen till att man sällan hittar pannor på marknaden med riktigt stora eldstäder är att man *aldrig bör installera en mindre ackumulatorvolym att energiproduktionen från ett fullt vedinlägg kan lagras in i tanken* även om man helt för tillfället saknar ett värmebehov. Till exempel gäller detta sommartid om/när man bara eldar för tappvarmvatten. Vill man beräkna den minsta tankvolymen mer exakt skall man först beräkna vad pannan tillverkar i energi genom att multiplicera vedvolymen med energivärdet och systemverkningsgraden på ett vedinlägg och sedan subtrahera med den energi som lagras in i pannan.

För att beräkna minsta tank utgår man bara från att vedvolymen är lika med kWh och använder sedan formeln:

Ex. $(120 \text{ kWh (eldstadsvol.)} - 30 \text{ kWh (inlagr. i pannan)}) / 1,16 \times 50 \text{ }^{\circ}\text{C (temp. skillnad)} = 1\,551 \text{ liter}$

5.1.3.5 Beräkna största tank till en vedpanna

Man kan på samma sätt *anta att det finns en övre gräns* för hur stor tank en viss panna klarar av att värma inom det tidsfönster som står till förfogande. I tidigare kapitel (5.1.3.1) har vi antagit att detta tidsfönster i normalfallet är c:a 8 timmar. Eldar man för värme bör man beräkna den största tanken vid ett driftfall med medeleffektbehov.

Under dessa 8 timmar som vi kan hålla eld i pannan kommer denna att tillverka t ex $30 \text{ kW (Panneffekt)} \times 8 \text{ tim} = 240 \text{ kWh}$. Under tiden vi eldat har huset förbrukat $3 \text{ kW (medeleffekten)} \times 8 \text{ h} = 24 \text{ kWh}$ plus att ytterligare 30 kWh har förbrukats på att varmhålla pannan. Kvar till ackumulatortanken finns då $240 \text{ kWh} - 24 \text{ kWh} - 30 \text{ kWh} = 186 \text{ kWh}$

Den största tanken som aktuell panna på 30 kW klarar av att värma blir således $186 \text{ kWh} / 1,16 \times 50 \text{ °C} = 3,21 \text{ m}^3$ eller 3 210 liter.

Notera att om den största tanken enligt ovan skulle vara mindre än den rekommenderade volymen (enligt 5.1.3.4) så indikerar detta att vedpannan är underdimensionerad.

Kom ihåg:

Panneffekt (kW)

$3 \times \text{byggnadens maxeffekt}$

Rekommenderad Volym

$2 \times \text{medeleffekten} / 1,16 \times \Delta t$

Minsta volym skall aldrig vara mindre än att den kan ta emot energiproduktionen från ett fullt vedinlägg.

Största volym är vad man vid medeleffekt klarar av att ladda på den tid man kan hålla eld i pannan.

5.1.4 Pellets- och fliseldning och ackumulering

(1- Kunskap)

Nyttan av en ackumulatortank i kombination med pellets- och fliseldning som fungerar utmärkt på låga effekter och som även kan regleras med automatisk on/off drift där anläggningen släcker ned om behovet är litet och tänder upp igen automatiskt när termostater kallar på värme. Dessa tekniker av pelletsbrännare fungerar ofta någorlunda bra även utan ackumulatortank.

Men det finns ända faktorer som talar till ackumulatortankens fördel även i dessa driftfall. I princip så borde prestanda kunna förbättras ytterligare om man använder ackumuleringsteknik:

- Genom att elda mot en större vattenvolym kan antalet start och stopp minskas.
- Längre drifttider ger minskade utsläpp och högre förbränningsverkningsgrad.
- Brännaren kan använda optimal inställning hela driftcykeln.
- Stilleståndsförlusterna i pannan blir mindre.
- Livslängden på ingående komponenter som t ex tändelement ökar.

Mot detta talar att:

- Systemförlusterna från bl a ackumulatortanken med tillhörande rördragning blir större

Avgörande för resultatet för systemverkningsgraden är ackumulatortankens utan tvekan ackumulatortankens isolering. Om medeleffektbehovet för värme och varmvatten ligger på 3- 4 kW är redan 150- 200 W i ökade förluster hela 5 % av hela effektbehovet. Det betyder att ackumulatortankdriften därför måste ge motsvarande bättre verkningsgrad för att kompensera förlusterna. Det ställer stora krav på både isolering och installationsmetod.

Kortfattat kan vi konstatera att kända studier av systemlösningar visar att pelletseldning i kombination med ackumulatordrift *ger förbättrade*



Bild 69. Bilden visar en bra isolerad tank med 80 mm polyuretan

miljöresultat men på bekostnad av *en något försämrad systemverkningsgrad*. Detta är något förvånande resultat utifrån de många fördelar som eldningen mot en ackumulatortank innebär, men tesen styrks även av det faktum att konsumenten i många *fall väljer att koppla bort befintlig ackumulatortank vid pelletseldning*.

Eftersom effekten på en pelletsbrännare inte behöver vara lika stor som hos en vedpanna kan man även minska ackumulatortankens volym. Då pelletseldningen tänder och släcker sig själv är det främst antalet uppstarter och nedeldningar som påverkar prestandan. *En volym på 750 liter är också lämplig med tanke på att även passa för solvärmesystem*.

Utan ackumulatordrift då pelletsbrännaren arbetar mot pannvattentermostatens hysteres på normalt 5- 6 grader innebär detta att vi ofta får räkna med 12- 15 uppstarter per dygn vid medeltemperatur. **Och eftersom en pelletseldning har några minuters uppstart och nedeldning innan man nått optimala prestanda innebär detta att en stor del av drifttiden sker i antingen uppstart eller nedeldningsfas.**

Om man som ackumulatortank väljer en tank på 750 liters volym, bra isolerad (t ex 90 mm polyuretanskum) kan man få drifttider på 2- 2,5 timmar och minska antalet start och stopp till några enstaka samtidigt som en bra isolering minimera betydelsen av isolationsförlusterna och förbättrar systemverkningsgraden. Om man skulle välja en betydligt större ackumulatorvolym som t ex den som erfordras när det gäller vedeldning skulle inte detta få någon avgörande betydelse för antalet start och stopp och det är möjligt att andra problem förbränningsrelaterade problem såsom slaggbildning etc skulle kunna uppstå då det är svårt att reglera luft/bränsleblandningen så exakt att man får stabila prestanda under lång tid.

Systemförlusterna är helt avgörande för systemverkningsgraden. *I och med att en ackumulatortank kommer med i bilden så måste man ta hänsyn till ökade förluster i form av värmeläckage från rörledningar, ett större expansionskärl och ackumulatorisolering*. En del av dessa förluster kommer naturligtvis indirekt byggnaden tillgodo, men större delen av detta tillskott orsakar ofta en oönskad övertemperatur. Beroende på inkopplingsmetod är förlusterna i panna och expansionskärl betydande.

Men det räcker inte med att "bara" satsa på en välisolerad ackumulatortank. Tester visar att även om ackumulatortanken är välisolerad så innebär en "slavtankkoppling" avsevärt större förluster än en mer optimerad installation. Detta *då pannans stilleståndsförluster och förluster i rörledningar ökar* avsevärt då vattnet först måste pumpas tillbaka till pannan innan det nyttiggörs i värmesystemet.

Pannans stilleståndsförluster genom luftflöden genom brännare och panna är i tester uppmätt till c:a 130 W vid kall eldstad medan förluster via strålning/konvektion från luckor, rökstos och genom isolering är uppmätt till c:a 810 W. Med en bra isolering och en optimerad installationsmetod (tillsammans med de drifttekniska fördelarna vid optimerad ackumulatorinstallation) blir den samlade verkningsgradsförlusten minimerad till någon enstaka procent i förhållande till direkteldning.

Om man lägger till att ackumulatordriften, som innebär färre starter och stopp, ger en bättre tillgänglighet och mindre driftstörningar, samtidigt som slitaget på brännare och tändelement minskar, borde detta tillsammans ge en längre teknisk livslängd på produkten. Detta borde mer än väl överbrygga nackdelarna även med en något sämre verkningsgrad.

Slutsatsen är därför att det är positivt med ackumulatortankar även i kombination med pelletseldning. I synnerhet eftersom miljöresultaten samtidigt också förbättras och en 750 liters ackumulatorvolym samtidigt öppnar dörren för en kombination med solvärme sommartid.

Viktigast att tänka på är att såväl isolering som installation är avgörande för att erhålla en god kvalitet. Traditionellt slattankkopplade - och med 50 mm mineralull isolerade ackumulatortankar - är inte tillräckligt bra för att få en bra funktion. Sådana installationer bör alltså om möjligt alltid undvikas.

5.2 Inkopplingsalternativ

(1- Kunskap)

Skall man **elda med ved i värmepannor skall man ha en ackumulatortank**. Bekvämligheten och komforten ökar, verkningsgraden förbättras och utsläppen till miljön minskar. Men förutom att det är viktigt att ackumulatorvolymen är tillräckligt stor är också att *tanken installeras på bästa möjliga sätt*.

En ackumulatortank fungerar som buffert och mellanlager för det vatten som pumpas runt i värmesystemet. Pannan värmer upp vattnet i tanken och det varma vattnet levereras sedan ut till förbrukarna. När vattnet i tanken blivit så kallt att det inte längre klarar behovet, bör pannan startas och värma vattnet i tanken igen. *Det här innebär att den som eldar med ved eller pellets har extra stor nytta av en ackumulatortank eftersom det blir långt mellan eldningstillfällena*. Dessutom kan pannan arbeta med full effekt och optimal verkningsgrad ända tills tanken är fylld med uppvärmt vatten.

Det finns många *olämpliga sätt att koppla* som innebär att kunden förlorar stora delar av den energivinst man gjort med själva ackumulatorinstallationen. *I verkligheten betyder detta att många ackumulatortankar är felaktigt- eller undermåligt installerade*. Orsaken är ofta ekonomisk, då man som villaägare vill komma undan så billigt som möjligt, men lika ofta är felinstallationen orsakad av en bristande kunskap hos installatören. Det finns därför anledning att gå igenom några inkopplingsalternativ och de fördelar dessa kan ge användaren

En flexibel ackumulatortank är en genväg till god värmeekonomi, både idag och i morgon. Men då måste tanken kunna ta emot och lagra energi även från andra energikällor, t ex solpaneler och värmepump. Principen för framtidssäkerhet är enkel - ju fler separata anslutningsmöjligheter desto bättre!

5.2.1 Standardkoppling

(1- Kunskap)

Funktionen hos en ackumulatortank är enkel och bygger på den fysikaliska principen att varmt vatten är lättare än kallt. Varmt vatten från pannan pumpas in upptill i tanken, samtidigt som kallt vatten hämtas längst ner i tanken. Ska den här processen fungera som tänkt, så måste gränsen mellan varmt och kallt vatten vara skarp. Om varmt och kallt vatten hela tiden blandas, så blir vattentemperaturen lägre. Detta innebär att kapaciteten minskar - i värsta fall räcker energin inte ens till för att värma vatten till en enda dusch.

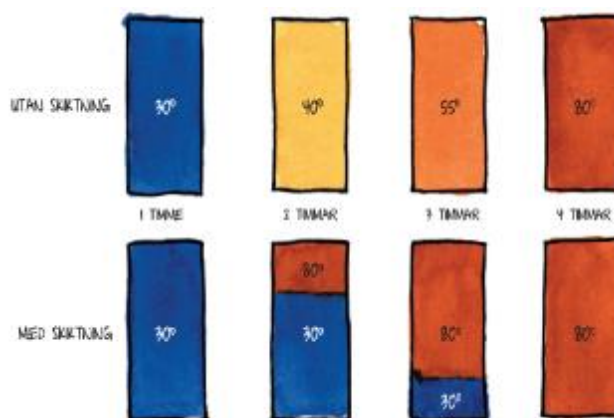


Bild 70. Schematisk bild över hur en tank laddas (och urladdas) med bibehållen skiktning. D v s att det varma vattnet från pannan skall röra om så lite som möjligt i tanken.

Hemligheten bakom perfekt skiktning är att styra tillflödet till tanken så att skiktningen inte förstörs. Metoden är också att föredra i de flesta fall där man kompletterar en befintlig panna med en ackumulatortank. Standardkopplingen finns prefabricerad på så sätt att man kan köpa ett färdigkopplat

”laddpaket” där alla nödvändiga komponenter ingår. Laddpaketen är då monterade i ett gjutjärnsstycke för att minska storleken och förenkla monteringen. *Termoventiler AB och Acaso AB* är ledande leverantörer på marknaden av färdiga laddkoppel.

När man nyinstallerar en hel värmeanläggning med panna och ackumulatortank är den vanligaste kopplingen en *s.k. standardkoppling*. Denna installationsprincip rekommenderas idag av nästan alla ledande pannleverantörer.

Funktionen prioriterar att pannan så fort som möjligt kommer upp i en hög arbetstemperatur genom att stoppa cirkulationen till ackumulatortanken. Under uppstart cirkulerar vattnet bara runt i pannan och ser till att hela pannvattenvolymen blir varm och att man får så stor temperaturskillnad som möjligt mellan pannans vattenvolym och botten temperaturen i ackumulatortanken. Sedan pumpar Laddkopplet in hett vatten i ackumulatortankens topp så långsamt och kontrollerat att skiktningen blir optimal. Dessutom kyler laddflödet pannan med förvämt returvatten - varmt vatten från pannans topp späds ut med lite kallt vatten från tankens botten.

Men man kan naturligtvis även bygga ett laddpaket själv av lösa komponenter. Man behöver då en cirkulationspump, en termisk ventil och en klaff/backventil. Därutöver kan det vara bra om man runt ”paketet” monterar avstängningsventiler så att man enkelt kan komma åt och serva/byta komponenter utan att man behöver tappa ur hela ackumulatorsystemet.

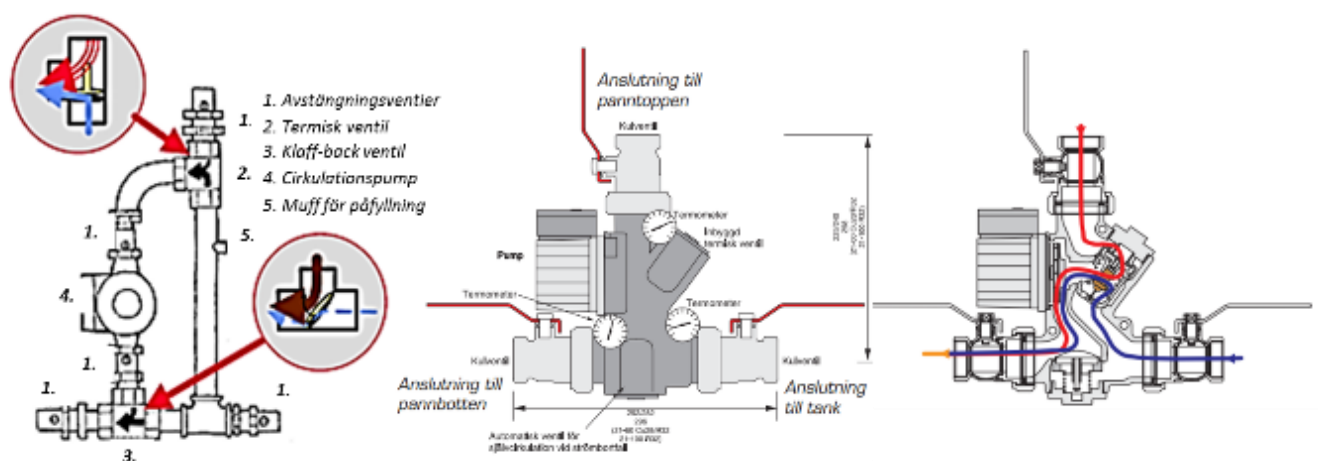


Bild 71. Ex. på hur det kan se ut om man kopplar ihop lösa rördelar och själv bygger ett laddpaket för standardkoppling bilden t.v. Bilden t.h visar motsvarande funktion i färdigkopplat laddpaket (Laddomat 21-60).

När pannvattentemperaturen nått upp till den termiska ventilens öppningstemperatur börjar termostaten öppna och släppa fram kallt vatten från botten av ackumulatortanken. Detta vatten blandas nu med det varma pannvattnet och påverkar pannvattentemperaturen. Ju mer termostaten öppnar desto kallare blir vattnet i retur till värmepannan. Om pannans effekt skulle minska så kommer även pannvattentemperaturen att sjunka, och då börjar den termiska ventilen strypa inblandningen från tanken, om temperaturen ökar, så ökar inblandningen.

Termostaten fungerar därför under laddningstiden som en blandningsventil som hela tiden ser till att pannvattnet håller en hög och konstant temperatur- och att flödet genom ackumulatortanken är så litet som möjligt. Det sista inte minst viktigt med tanke på skiktningens betydelse. Med denna koppling kommer laddningen av ackumulatortanken att ske med hett vatten i toppen och bibehållt kallt vatten i botten av tanken. Gränsen mellan hett och kallt vatten är mycket skarp och man kan när som helst avbryta eldningen även om tanken bara är laddad till hälften.

Efter avslutad eldning kallnar pannan och den termiska ventilen bryter flödet mellan panna och ackumulatortank. Då slipper man pannans stilleståndsförluster under den tid man inte eldar. I princip kan man påstå att skötselanvisningen för eldningen blir Stoppa in ved- Tänd på! Inkopplingsmetoden ser sedan till att pannan så fort som möjligt kommer upp i arbetstemperatur, att laddningen ser med hög temperatur och så bra skiktning som möjligt samt att cirkulationen mellan panna/tank avbryts efter avslutad eldning.

Klaff/backventilen är viktig för både funktionen och säkerheten i systemet. Dels så förhindrar den att pannvattnet bakvägen kan cirkulera till tanken när pannan kallnar efter avslutad eldning, och dels så öppnar den en "nödskylning" av pannan vid ett ev. strömavbrott eller pumphaveri. Så länge pumpen snurrar så trycker vattenflödet fast klaffen i ventilens säte och laddningsflödet kan bara gå en väg, tillbaka till pannan. Hela kopplingspaketet sitter på en krycka i by pas- flödet ovanför returledningen.

Om pumpen skulle stanna finns det en stigande laddningsledning och en lågt liggande retur och det är bara klaffens egenvikt som bromsar en självcirkulation. Om panntemperaturen stiger kommer det tyngre kallare vattnet i botten av ackumulatortanken att fritt kunna kyla pannan, om än med en lägre effekt än om laddningspumpen hade fungerat. *Risken för överhettning och torrkokning blir minimal.*

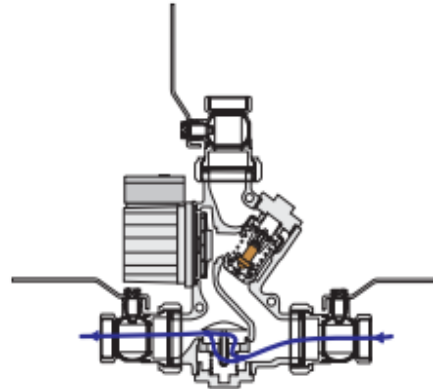


Bild 72. Självcirkulation vid avslutning och självcirkulation vid strömavbrott (Laddomat 21-60). Det varma vatten som är kvar i pannan fortsätter att ladda tanken genom att vattnet självcirkulerar. Skulle ett strömavbrott inträffa börjar Laddomat 21 automatiskt ladda tanken genom självcirkulation.

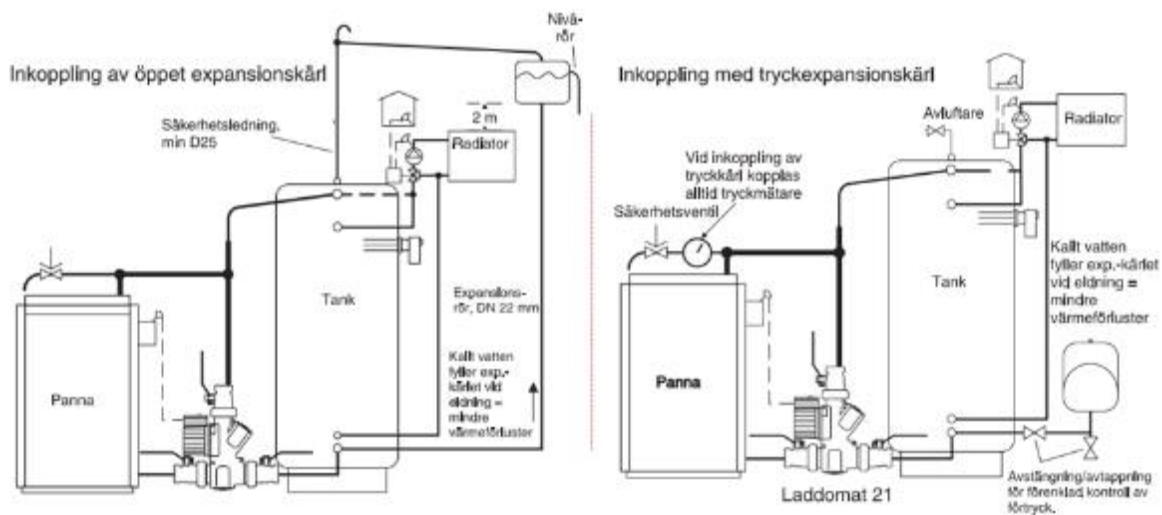


Bild 73. Här är ett exempel på hur en standardkoppling kan se ut med öppet- resp slutet expansionskärl. Notera att tappvarmvattenberedning, shuntgrupp och elpatroner är placerade i ackumulatortanken och inte i pannan

Med standardkoppling kan man se ackumulatortanken som hjärtat i värmesystemet. Det är i ackumulatortanken som man skall placera tappvarmvattenberedningen, koppla in shuntgruppen och placera ev elpatroner för reserv- och "back up- värme". I princip kan man säga att en standardkoppling aldrig är felaktig att välja. Men det finns situationer då det är bra att känna till metodens begränsningar.

Att valet av panna, isolering och installationsmetod är avgörande för resultatet kan åskådliggöras med räkneexemplet till vänster av två tillsynes likvärdiga anläggningar med en miljöcertifierad vedpanna och 1 500 liters ackumulatorvolym.

Det gäller att

Tänka efter- före !

Exempel A vid 6 kW

"Halvbra panna"

$\eta = 75\%$

150 lit vatten, 50 kg keramik

3 x 500 lit acktank

50 mm Mineralull

Exempel B vid 6 kW

"Modern teknik"

$\eta = 90\%$

50 lit vatten, 30 kg keramik

2 x 750 lit acktank

90 mm Polyuretan

Vad betyder förlusterna

Förluster i Pannaverkn.grad

Förluster i Acktank

Energi bunden i pannan

- i vatten

- i keramik

Övriga systemförluster

Summa förluster

	(A)	(B)
Förluster i Pannaverkn.grad	48 kWh	16 kWh
Förluster i Acktank	29 kWh	6 kWh
Energi bunden i pannan		
- i vatten	9 kWh	3 kWh
- i keramik	15 kWh	5 kWh
Övriga systemförluster	12 kWh	12 kWh
Summa förluster	113 kWh	42 kWh

Systemverkningsgrad vid 6 kW effektbehov:

$$\text{Ex A} = 144 / (144 + 113) = 56\%$$

$$\text{Ex B} = 144 / (144 + 42) = 77\%$$

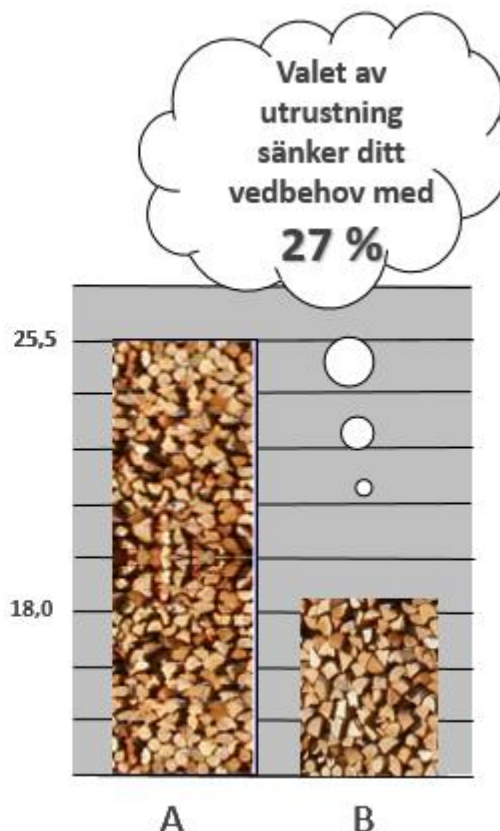


Bild 74. I fall (A) har man valt en bra självdragspanna med 75 % pannverkningsgrad och 3 st 500 liters färdigisolerade (50 mm mineralull) ackumulatortankar. I fall (B) har man valt en modern högeffektiv fläktstyrd vedpanna och 2 st 750 liters ackumulatortankar isolerade med 70 mm polyuretan. (Båda tank modellernas förluster är verifierade av SP)

När man lägger samman förlusterna och beräknar systemverkningsgraden sjunker den från 77 % i fall (B) till 56 % i fall (A). Om man slår ut detta på ett års vedförbrukning sänker rätt val vedförbrukningen med hela 27 %

5.2.2 Återvinningskoppling

(2- Kännedom)

Metoden passar kanske allra bäst när man skall komplettera en befintlig traditionell dubbelpanna (med lite vedeldstad) med en ackumulatortank. I normalfallet klarar en sådan panna inte av att värma mer än max 750 liter vatten och detta är för liten ackumulatorkapacitet för att dygnsackumulera värme. Med en standardkoppling där pannvattenenergin inte återvinns blir uppstartningsförlusterna mycket stora i förhållande till ackumulatortankens värmelager. Om pannan innehåller 200 liter vatten så motsvarar detta $(80 - 25) \times 200 \text{ lit} / 862 = 15 \text{ kWh}$ som skall jämföras med ackumulatortankens $(90 - 40) \times 750 \text{ lit} / 862 = 43,5 \text{ kWh}$. Närmare 30% av den tillförda energin kommer aldrig att kunna nyttiggöras till värmesystemet utan återvinningskoppling.

Med en återvinningskoppling kommer kunden att snabbt kunna få värme på radiatorerna, vilket kan vara en fördel om huset på grund av för liten ackumulatorkapacitet har tappat i komforttemperatur. Efter avslutad eldning gör återvinningskopplingen att man först tömmer pannan på energi, och sedan när kunden utan ackumulatortank skulle behöva elda igen- så kopplar motorventilen automatiskt över till ackumulatortanken. På detta sätt ökas både systemverkningsgraden och ackumulatortan-

kens kapacitet och kunden får en optimalt fungerande anläggning. Värt att tänka på vid Standardkoppling. I nedanstående exempel vill jag visa hur en inkoppling kan påverka anläggningens systemverkningsgrad.

Utgångspunkten är 2 st vedpannor där panna (a) har 170 liter vatten och 60 kg keramik och pannan (b) har 50 liter vatten och 20 kg keramik. I båda fallen antas en pannverkningsgrad på 80%.

I båda fallen installeras pannorna med standardkoppling och 2 st polyuretanisolerade tankar på vardera 750 liter. Konsumentverket har via SP utfört test på systemverkningsgraden i vedeldade ackumulatorsystem. Från dessa test kan vi utläsa att isolationsförlusten över ett dygn i 2 polyuretanisolerade ackumulatortankar är ungefär 5 kWh. Om vi från dessa förutsättningar antar följande driftfall: Huset har ett normalkallt vinterdygn ett medeleffektbehov på 6 kW. Det ger ett dygnsbehov av $24\text{ h} \times 6\text{ kW} = 144\text{ kWh}$. Med en pannverkningsgrad på 80% blir "input" energibehov $144\text{ kWh} / 0,80 = 180\text{ kWh}$ för båda pannorna. En förlust i pannverkningsgrad på 36 kWh samt ytterligare 12 kWh i övriga systemförluster.

Om man använder standardkoppling och startar från kall panna så lagras energi in i pannan som sedan inte kan nyttiggöras byggnaden eller ackumulatortanken då den termiska ventilen och klaff/backventilen stänger cirkulationen efter avslutad eldning.

Pannan (a) vattenvolym var 170 liter vatten och om man startar på 25°C och avbryter vid 80 °C så lagras $(80 - 25) \times 170\text{ lit} \times 1,16 = 12,8\text{ kWh}$ i form av varmt vatten och $0,3 \times 60\text{ kg} = 18\text{ kWh}$ i form av het keramik. Tillsammans finns drygt 30 kWh kvar i pannan när den termiska ventilen avbryter laddningen. Detta motsvarar $30\text{ kWh} / 144\text{ kWh} =$ drygt 20% av dygnets totala energibehov. Summa förluster panna (a) blir $36 + 12 + 30 = 78\text{ kWh}$. **Detta ger systemverkningsgrad $144 / (144 + 78) = 65\%$**

Panna (b) vattenvolym var 50 liter vatten och 20 kg keramik. Om man startar vid kall panna så finns $(80 - 25) \times 50 \times 1,16 = 3,2\text{ kWh}$ lagrat i vatten och $0,3 \times 20\text{ kg} = 6\text{ kWh}$ i keramiken. Tillsammans 9 kWh. **Summa förluster panna (b) blir $36 + 12 + 6 = 54\text{ kWh}$ och en systemverkningsgrad på $144 / (144 + 54) = 73\%$.**

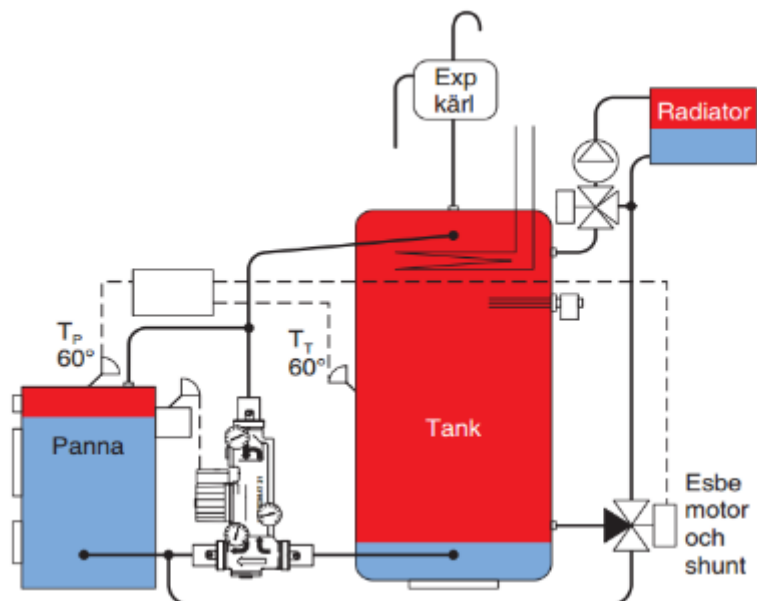
En skillnad på mer än 8 procentenheter! Det finns alltså mycket energi att vinna i att kunna koppa så att man kan återvinna delar av den energi som finns kvar i pannan. I de fall då pannans vattenvolym och/eller pannan keramik vikter är stor i förhållande till ackumulatorvolymens lagringskapacitet kan det vara idé att göra en *återvinningskoppling*. Denna inkopplingsprincip är i stort sett den samma som en standardkoppling men *installationsmetoden ser till att man vid urladdning först tömmer pannan på energi innan man börjar att ladda ur ackumulatortanken*.

På detta sätt kan man återvinna 65-70% av den uppstartningsenergi som finns lagrad i pannan och som med en traditionell standardkoppling inte kan så lätt kan nyttiggöras till byggnaden.

Den enda egentliga skillnaden är att radiatorreturen är delad och försedd med en motordriven "vägvalsventil" som antingen styr returflödet tillbaka till pannan eller tillbaka till ackumulatortanken. Ventilen, som kan vara en vanlig trevägs växelventil (shuntventil) och en långsamt gående shuntmotor, styrs av en termostat på pannan.

Så länge som pannan är varmare än vald temperatur, t.ex. 45°C, så leds radiatorreturen tillbaka till pannan och när temperaturen blir kallare så går returen tillbaka till ackumulatortanken. På detta sätt kan man återvinna "resterande värme" som finns kvar i pannan efter avslutad eldning och nyttiggöra denna i värmesystemet.

Bild 75. Exempel på återvinningskoppling. I princip är detta en standardkoppling med ytterligare en motorshunt som kan styra radiatorreturen antingen till pannan eller till ackumulatortanken. Metoden passar bäst i de fall man vet att ackumulatorvolymen är för liten eller då pannans vatten- och keramikinnehåll är stor



I exemplet (a) ovan skulle ytterligare c:a 70 % x 36 kWh = 25 kWh kunna tillgodogöras till värmesystemet och därmed även höja systemverkningsgraden till samma nivå som panna (B). Och samtidigt förstoras anläggningens ackumuleringskapacitet med hela 20%!

5.2.3 Andra inkopplingsalternativ

(1- kunskap)

Nedanstående inkopplingsalternativ på olika systemlösningar är hämtade från Baxi AB:s hemsida (www.baxi.se). För övrigt en hemsida där det finns mycket bra material att ladda ner.

Nedan finner du en **parallellkoppling** som är en variant av standardkoppling där man istället för en stor tank har delat upp volymen i tre mindre tankar. Detta system, ökar i förhållande till en tank, ytterväggarean och ställer därmed större krav på isoleringen för att inte öka strålningsförlusterna. Med metoden är vanligt förekommande då mindre tankar enkelt kan bäras in genom befintliga dörröppningar.



Bild 76. Figuren visar standardkoppling med tre stycken parallellkopplade ackumulatortankar.

Vid installation av flera tankar är det i de flesta fall bäst att använda *parallellkoppling*. Metoden innebär att samtliga tanktoppar är förbundna med varandra topp mot topp, och att returen till pannan hämtas från tankarnas bottennivå. *Notera (bild föreg. sida) att avstängningsventilerna på returledningen är placerade så att man alltid har minst två av tankarna inkopplade.*

En **seriekoppling** av flera ackumulatortankar innebär att man laddar den första tanken i toppen och från botten på den första leds det värmda vattnet till toppen på tank två, och från botten på tank två till toppen på tank tre o s v. Detta alternativ ger en bra uppladdning i och med att man värmer en tank i taget, och om stigarledningen till radiatorslingan tas från toppen på den första tanken och radiatorreturen leds in i botten på den sista tanken så vänder man strömningsriktningen vid urladdning jämfört med uppladdning.

Seriekoppling kan vid en första anblick te sig vara en bra installationsmetod och den fungerar även bra så länge värmebehovet är större än tappvarmvattenbehovet. Detta då det är radiatorreturen som skall "flytta tillbaka" värmen till den första tanken (där varmvattenberedaren finns) från de efterföljande tankarna. Finns inte detta behov kommer man att få svårt att tömma tankarna på ackumulerad värmeenergi.

Kombinationen bioenergi och solvärme är på många sätt en optimal kombination. Man utnyttjar i samma ackumulatorsystem solen sommartid när verkningsgraden för bioenergi är som lägst och omvänt vintertid då solens strålar inte ger så mycket energi som kan nyttiggöras i systemet. Man kan docka in solvärmen på flera sätt i systemet. Vanligast är att man antingen använder en värmeväxlare (s k sol-slinga) som är placerad i en av ackumulatortankarna, som då brukar kallas för "tekniktanken", eller att man via en yttre värmeväxlare laddar in solvärmen i toppen på en ackumulatortank. Det senare är vanligt då ackumulatorvolymen är större än 1 000 liter eller då man kompletterar ett befintligt ackumulatorsystem.

Vattnet som passerar solfångaren skall vara glykolblandat för att inte frysa vintertid. Rent praktiskt betyder detta att solfångarslingan utgör en egen krets med värmeväxlare och ett eget expansionssystem. Detta för att man inte skall behöva blanda hela den totala vattenvolymen med glykol. Nedan finns ett exempel på solvärmesystem med en s k tekniktank.

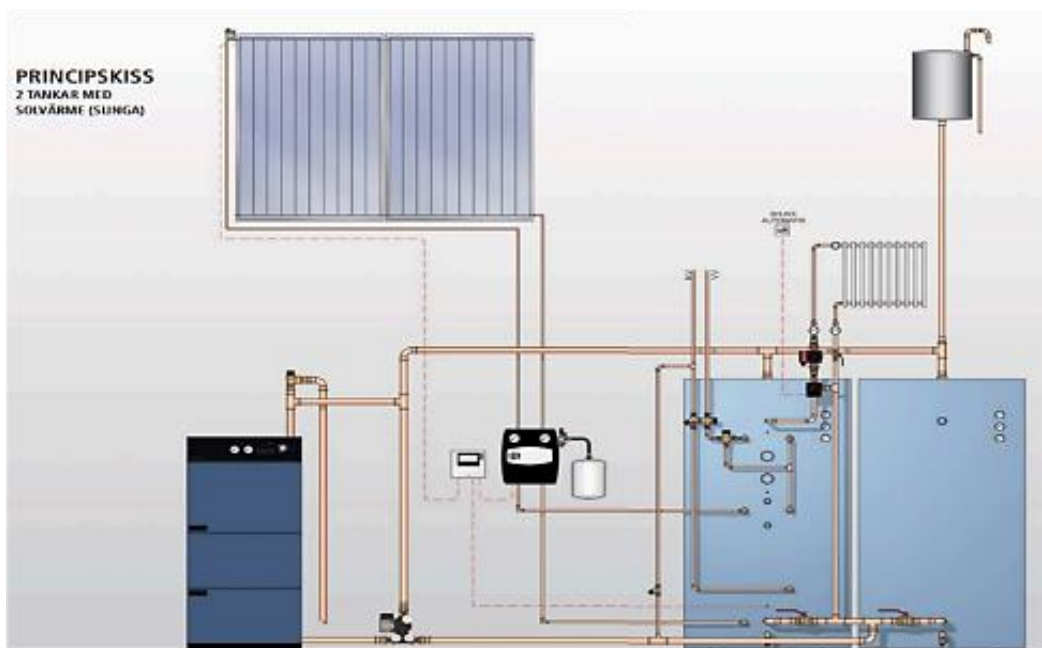


Bild 77. Figuren visar ett solvärmesystem med slinga i ackumulatortanken. Den svarta lådan i mitten är värmeväxlaren för den glykolblandade solslingan.

En enkel tumregel kan vara att en traditionell plan solfångare värmer ungefär 100 liter per m². I de fallen att en tekniktank saknas och/eller ackumulatorvolymen är alltför stor kan man använda sig av ytterligare en plattvärmeväxlare för att ladda tanken. Antingen (sommartid) uppifrån från toppen, eller vår och höst till enbart den nedre delen av tanken. I det senare fallet värmer man returtemperaturen från radiatorkretsen och ökar på så sätt temperaturskillnaden, och verkningsgraden, på solvärmebidraget.

Om man har en större ackumulatorvolym och inte vill, eller har plats, att installera en tekniktank kan man koppla in solvärmen med hjälp av en plattvärmeväxlare (se figur nedan).

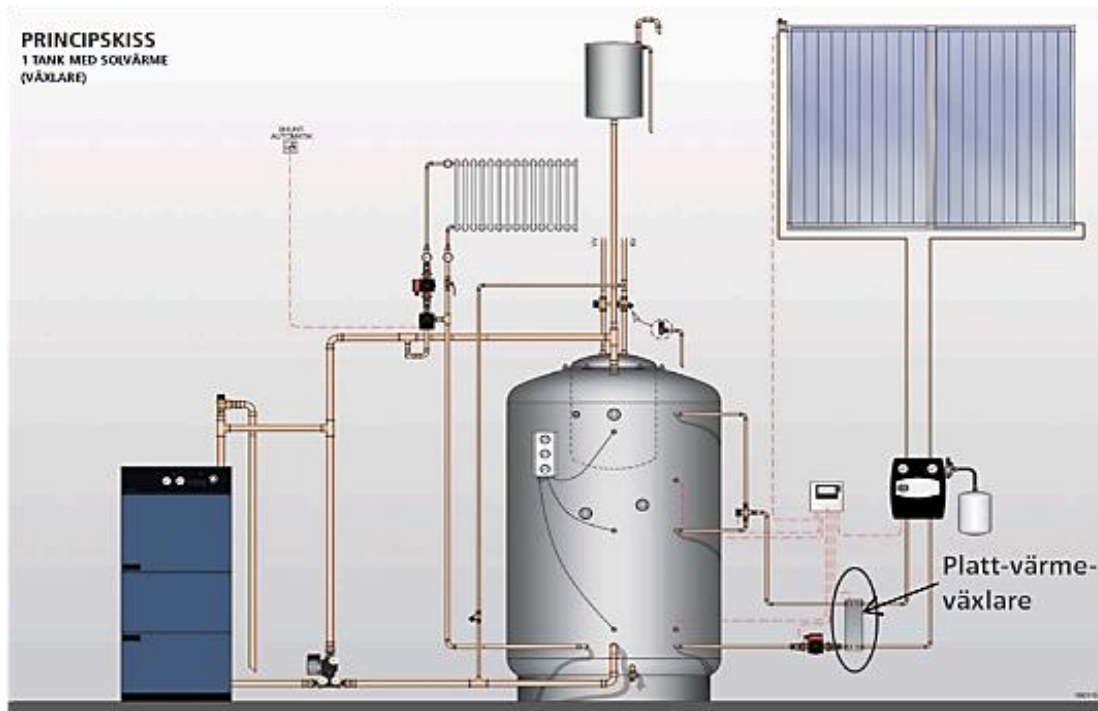


Bild 78. Figuren visar ett solvärmesystem med plattvärmeväxlare för inladdning i ackumulatortanken.

Det finns flera systemlösningar på hur man gör inkopplingen av denna undercentral. Vanligast är att använda sig av färdiga paket från Termoventiler AB (www.termoventiler.se) eller Acaso AB. (www.acaso.se) .

5.2.4. Värmeöverföring med kulvert

(1- Kunskap)

Kulvertsystem med pannrum och ackumulering i en angränsande byggnad börjar bli allt vanligare i takt med att kulvertsystemen utvecklas och får allt bättre isolering. Principen bygger på att man ofta placerar en undercentral i form av en mindre ackumulatortank i byggnaden som sedan får fungera som mellanlager och (med t ex elvärme) som en "back up".

För värmeöverföring mellan byggnader används en värmekulvert som grävs ned i marken. Man bör ställa följande krav på kulvertledningen:

- Kulverten ska vara så isolerad att värmeförlusterna hålls på rimligt låg nivå.
- Materialet i ledningsrör och isolering ska tåla systemets temperaturer.
- Vatten ska inte kunna tränga in i isoleringen, eftersom det i så fall påtagligt minskar isoleringsförmågan.
- Materialet ska vara tätt mot syrediffusion, så att man inte får in syre i ledningen.
- Det är önskvärt att kulverten är lätt att lägga, både rakt och i böjar samt med så få skarvar som möjligt.



Bild 79. Kulverten kan ha lite olika konstruktion och utseende. Huvudkomponenterna är ledningsrör, även kallat mediarör, och isolering. Fabrikstillverkade kulvertar har ett mantelrör som yttre skydd, men andra konstruktioner finns. Mantelröret kan vara korrummerat som i bild till höger eller slätt. Det korrummerade röret är lättare att böja.

Båda bilderna ovan visar konstruktion för enbart värmeöverföring. En kulvertledning kan ha ytterligare ett eller två mediarör (ledningsrör) för varmvatten.

Mediaröret kan vara av PEX, stål eller koppar. I gårdsanläggningar används oftast kulvert med PEX, som är en extra tät typ av polyeten. En fördel med PEX-kulvert är att den kan böjas och man köper den i färdiga längder på rulle. Då slipper man skarvning. Ett korrummerat mantelrör (bild 20) är flexibelt än ett slätt och därför lättare att lägga.

Med PEX-rör slipper man ta hänsyn till längdutvidgning vid uppvärmning, vilket man måste med stål och koppar. PEX tål inte lika höga temperaturer som stål och koppar men fullt tillräckligt för en gårdsanläggning. Högsta temperatur i PEX-ledningen är en fråga om teknisk livslängd, som alltså har ett samband med temperaturen. 70 °C är vad som anges för kontinuerlig drift och då räknar man med en livslängd upp emot 50 år. 80 °C är inte ovanligt och det bedöms ändå ge fullt acceptabel livslängd i gårdsanläggningar. 90 - 95 °C anges som maximum under kortare perioder. Har man kontinuerlig drift med temperaturer över 80 °C bör man välja mediarör av stål eller koppar.

Rördimensionen kan anges som mediarörets ytterdiameter/innerdiameter. I exempelvis en PEXkulvert 50/40,8 har mediaröret en yttre diameter på 50 mm och en inre på 40,8 mm. Beteckningen 50/4,6 för samma rör betyder att ytterdiametern är 50 mm och godstjockleken 4,6 mm. Vanliga dimensioner för ytterdiameter i gårdsanläggningar är 25, 32, 40, 50, 63, 75 och 90 mm, men även större diametrar finns. Värmekulvert finns som enkelrör och dubbelrör. Dubbelrör, med framledning och retur tillsammans, förekommer upp till 63 mm ytterdiameter. Valet mellan enkelrör och dubbelrör beror bland annat på hur lätt det är att lägga kulverten och då spelar vikt och bockradie en viss roll. Oftast används dubbelrör upp till 50 mm och från 63 mm lägger man enkelrör.

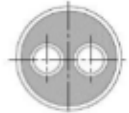
Kulverttyp	Mediarör, dimension i mm		Mantelrör diameter mm	Vikt kg/ m	Bockradie mm
	yttre diameter/ innerdiameter	yttre diameter x godstjocklek			
 Dubbelrör	2x 25/ 20,4	2 x 25 x 2,3	175	1,9	500
	2x 32/ 26,0	2 x 32 x 3,0	175	2,1	600
	2x 40/ 32,6	2 x 40 x 3,7	175	2,4	800
	2x 50/ 40,8	2 x 50 x 4,6	200	3,7	1000
	2x 63/ 51,6	2 x 63 x 5,8	200	4,0	1000
 Enkelrör	40/ 32,6	40 x 3,7	175	2,0	400
	50/ 40,8	50 x 4,6	175	2,2	500
	63/ 51,6	63 x 5,8	175	2,5	600
	75/ 61,4	75 x 6,9	200	3,8	800
	90/ 73,6	90 x 8,2	200	4,4	1200
	110/ 90	110 x 10	200	5,0	1200

Bild 80. Exempel på tillverkares kulvertdimensioner med vikt och bockradie. (Uponor AB)

Det framgår t.ex. av tabellen att om man behöver lägga en kulvert med 63 mm diameter, så går det lättare att lägga enklrör i böjar än dubbelrör. Valet av enklrör eller dubbelrör blir också en fråga om kostnader och värmeförluster till marken. Ett dubbelrör har mindre förluster än två enklrör.

Kulverten ska förläggas i sand på ett djup av minst 0,6 m eller om det är en trafikerad yta 0,8 m. Man ska undvika att lägga kulvert när det är tjäle eller mycket väta i marken.



Bild 81. Schaktning och fyllning ska följa anvisningar i referensverket Anläggnings-AMA. De båda bilderna visar även hur rörgravarna dräneras, om det behövs. (Källa: Uponor)

5.2.4.1 Kulvertens anslutning till byggnader

(2- Kännedom)

Kulverten kan anslutas till en byggnad på flera olika sätt och utifrån olika behov. Det enklaste sättet att ansluta kulverten till en byggnads värmesystem är med en shuntkoppling, så som bilden visar. I detta fall finns bara behov av värme i byggnaden. Detta är det enklaste sättet, ifall man inte behöver hålla husets värmekrets åtskild från kulvertkretsens.

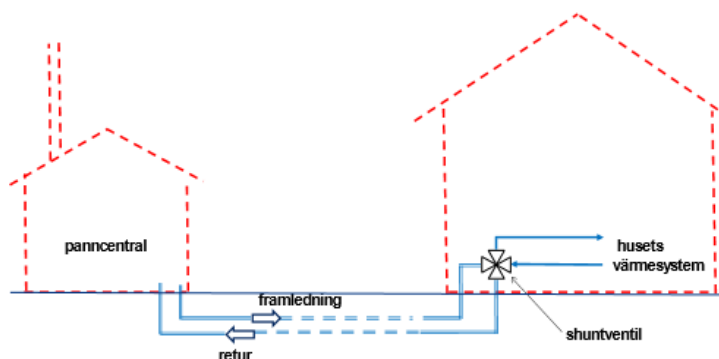


Bild 82. Principbild utan pumpar, ventiler och styrsystem.

Om man dessutom har behov av varmvatten, får man ta till andra lösningar. Man kan t.ex. använda en kulvert som har ett tredje mediarör för varmvatten. Nackdelen vid långa kulvertar är att man får vänta på tillräckligt varmt vatten i kranen. Istället kan man välja en kulvert med två rör för värme och två för cirkulerande varmvatten. Det medför att det alltid är varmt vatten framme vid kranen, men å andra sidan krävs det ytterligare en cirkulationspump och systemet använder mer energi för driften, och en varm kulvert ökar även förlusterna. Därför väljer man vanligen en lösning med en 2-rörskulvert och där tappvarmvattnet värms i en separat värmeväxlare.

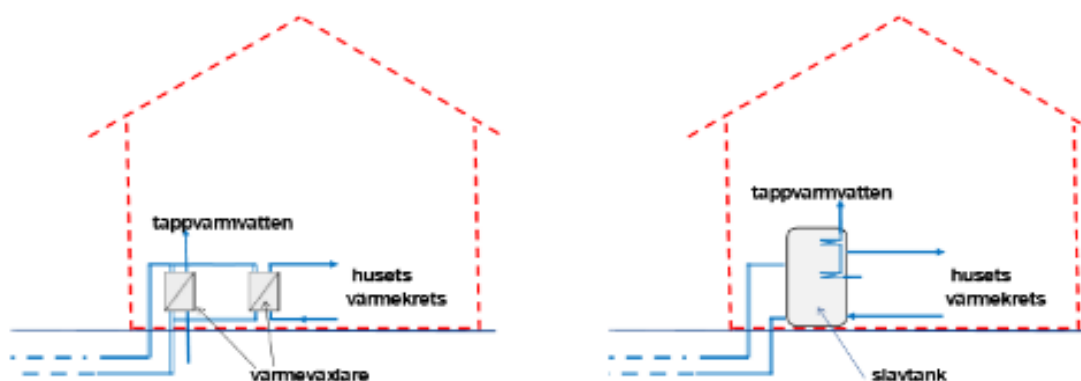


Bild 83. Detta är en vanlig anslutning i städernas fjärrvärmenät. Värmeväxlingen kan också med fördel ske i en så kallad slattank. I de flesta fall är kulvertkretsens gemensam med husets värmesystem. Kretsarna kan med fördel skiljas åt med en värmeväxlare, ofta en rörspriral, inne i tanken.

Det finns flera skäl att hålla värmekretsen i en byggnad separerad från kulvertkretsen. Ett skäl är att otätheter i husets värmeledningssystem orsakar att syre läcker in i hela kretsen, något man vill undvika. Stora nivå- och tryckskillnader kan vara ett annat skäl.

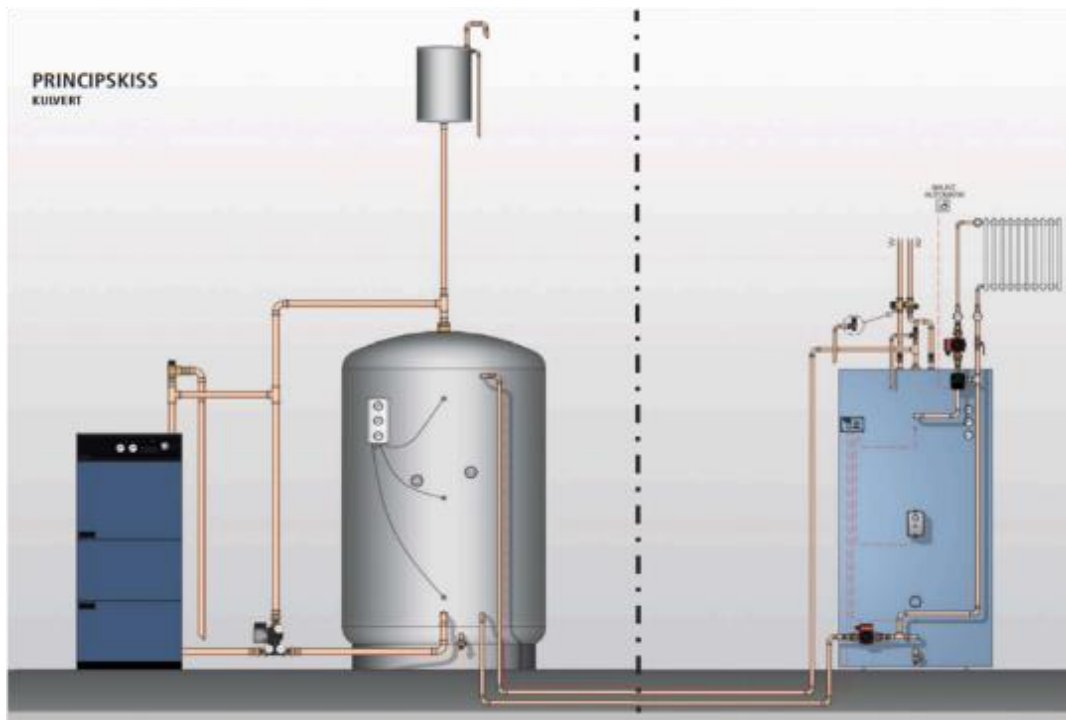


Bild 84. Figuren visar ett ackumulatorsystem med kulvertlösning. Notera att varmvattnet produceras i undercentralen varför man slipper använda en kulvert med fyra rör och varmvattencirkulation.

5.2.4.2 Dimensionering av kulvertsystem

(3- Information/tillägg)

Kulvertsystem bör alltid till slut dimensioneras av en fackman. Det följande är ett vägledande underlag för en grovplanering, en förstudie för att titta på möjligheter och begränsningar.

När man dimensionerar ett kulvertsystem följer man denna tågorning:

1. Effektbehov. Bestäm effektbehov i de olika delarna av kulvertsystemet.
2. Temperaturdifferens. Bestäm vilken differens som behövs mellan temperatur i framledning och retur.
3. Flöde. Beräkna behov av vattenflöde vid maxeffekt och bestämd temperaturdifferens.
4. Rördimension. Bestäm lämplig rördimension med hänsyn till flödeshastighet och rimligt mottryck.
5. Mottryck. Kontrollera mottrycket / tryckfallet vid den valda rördimensionen.

Med detta som underlag kan man sedan skaffa sig en uppfattning av investeringens storlek. Flera faktorer ska vägas mot varandra. Investeringen har stor betydelse för anläggningens ekonomi. Därför går man kanske tillbaka och gör någon omdimensionering eller utesluter någon uppvärmning som ingick i det ursprungliga förslaget.

1. Effektbehov Effektbehovet i de olika byggnaderna bör man vid det här laget redan ha beräknat. Den maxeffekt som en viss kulvertsträcka ska klara är summan av maxeffekterna på de ställen som servas av kulvertsträckan. Detta gäller om behoven av maxeffekt sammanfaller i tiden. Kulverten dimensioneras efter det högsta effektbehov som inträffar samtidigt. Ett typiskt exempel är när en kulvert ska serva både en varmluftstork och ett bostadshus. Deras största effektbehov inträffar ju inte samtidigt.

2. Temperaturdifferens Ju större temperaturdifferens man har mellan tillopp och retur, desto mer värme tar man ut från kulverten och desto större är överförd effekt. För överslagsberäkningar kan man välja att sätta temperaturdifferensen, ΔT , till 20 °C. Det betyder till exempel vid en tilloppstemperatur på 80 °C att returtemperaturen är 60 °C. Den temperaturdifferens man får i praktiken beror på förutsättningarna i den byggnad som ska värmas, hur värmesystemet är uppbyggt och hur värmen växlas över till byggnaden.

3. Flöde Den effekt som en kulvert kan överföra, beror av flöde och temperaturdifferens.

Det behövs 1,16 kWh för att höja temperaturen med 1 grad i 1 m³ vatten. Detta ger ett samband mellan effekt och flöde och temperaturdifferens: $P \text{ (kW)} = m \text{ (l/s)} \times 4,18 \times \Delta T \text{ (°C)}$ Branschen använder oftare enheten l/s för flödet (i stället för kg/s).

Om t.ex. skillnaden i temperatur är 16 grader mellan framledning till en byggnad och returen därifrån och flödet är 0,3 l/s så är överförd värmeeffekt till byggnaden $0,3 \times 4,18 \times 16 = 20 \text{ kW}$.

Vill du istället ta reda på flödet blir formeln $m = \frac{\text{Effekt (kW)}}{4,18 \times \Delta t \text{ (°C)}} \text{ d v s } \frac{20}{4,18 \times 16 \text{ (°C)}} = 0,3 \text{ l/s}$

4. Rördimension Ju större tvärsnittsytan i röret har, desto lägre blir hastigheten i röret vid önskat flöde. Man vill hålla hastigheten inom rimliga gränser, riktvärde 0,5 - 1,5 m/s. En grövre rördimension kostar mer att anlägga och en klenare dimension ökar hastigheten och därmed motståndet i ledningen, tryckfallet.

5. Tryckfall: Motståndet eller tryckfallet per meter av en ledning beror av flödeshastigheten och rördimensionen. Diagrammet i Bild 85 visar att tryckfallet ökar snabbare än hastigheten ökar. Särskilt i långa ledningar kan det bli höga tryckfall totalt i ledningen, som ska övervinnas av cirkulationspumpen. Högre tryckfall betyder att pumpen använder mer energi för att överföra den dimensionerande effekten. Tryckfallet blir därför ofta det som sätter gräns för överförd effekt. Riktvärde är 0,1 kPa/m (100 Pa/m), men för kortare sträckor eller korta användningstider kan man acceptera högre värde.

Vi har alltså flera parametrar att ta hänsyn till. Den effekt som ska överföras är en funktion av flöde och temperaturdifferens. Flödeshastigheten och därmed också mottrycket är beroende av rördimensionen. För att man ska slippa göra ett antal beräkningar använder sig tillverkarna av diagram, (se nästa sida) som visar sambanden och som ger hjälp vid dimensionering.

Tryckfallet ökar fortare än flödeshastigheten. Ett riktvärde vid förplanering är ett tryckfall på 0,1 kPa/m vid kontinuerlig drift. I detta fall med en spannmålstork kan man dock välja en dimension som ger ett större tryckfall, eftersom denna ledning ska användas under begränsad tid. Valet av ledningsdimension blir i många fall en avvägning mellan å ena sidan kostnader för pump och pumpning och å andra sidan kostnaden för kulverten. Därför är det inte orimligt att man väljer en kulvertdimension som ger tryckfall på 0,3 - 0,4 kPa/m i denna del av systemet istället för normala 0,1 - 0,15 kPa/m. Konsekvensen blir att cirkulationspumpen drar mer energi, men under en kort tid.

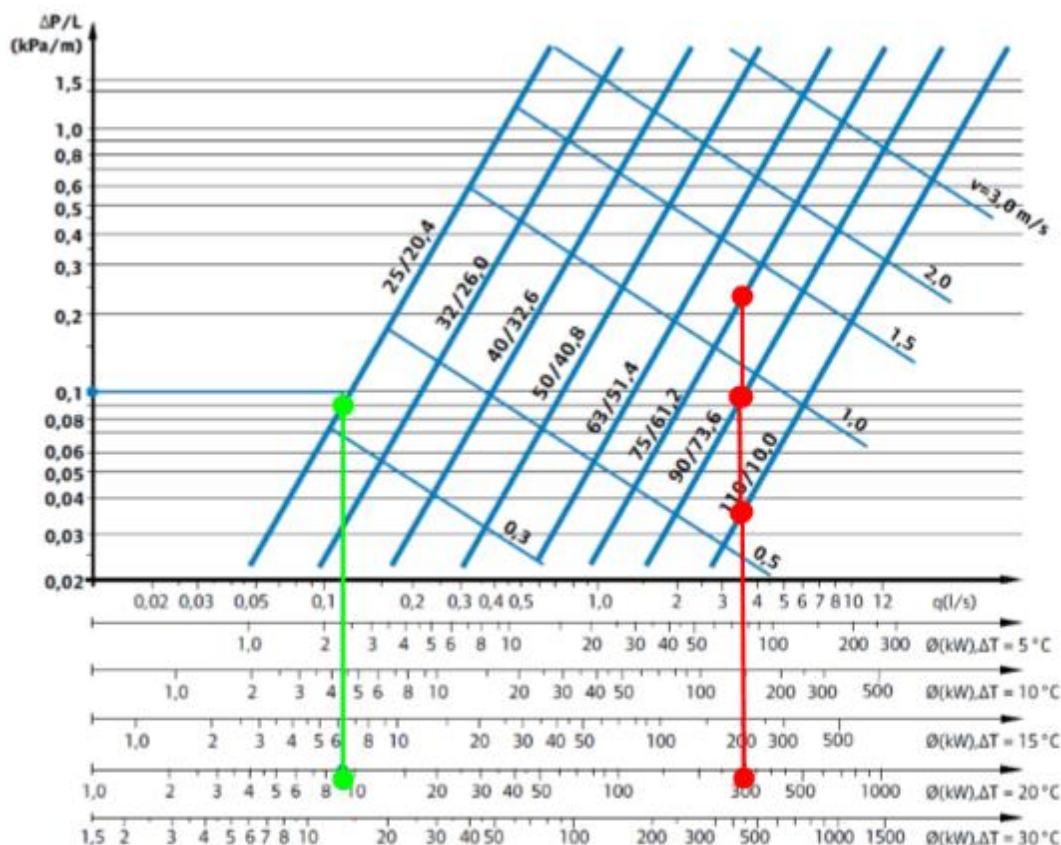


Bild 85. Diagrammet ersätter beräkningar när man söker lämpliga rördimensioner. Det visar samband mellan effekt, temperaturdifferens, flöde, mottryck och rördimension. Användningen visas av exemplen nedan. (Uponor AB).

Exempel 1, dimensionering. Markeras med grön linje. Effekten 9 kW ska överföras vid $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$. På skalan för $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$ letar man upp 9 kW och drar därifrån en lodrät linje. Där denna skär linjen för kulvertdimensionen 25/20,4 läser man av ett tryckfall på ca 0,09 kPa/m. Hastigheten blir då ca 0,35 m/s. Valet faller på 25/20,4 eftersom tryckfallet inte överstiger 0,1 kPa/m.

Exempel 2, dimensionering. Markeras med röd linje. Man ska välja dimension på en 60 m lång kulvert som ska föra över 300 kW till en spannmålstork. Temperaturdifferensen bedöms bli 20°C mellan tilllopps- och returledning. Från 300 kW på skalan för $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$ dras en lodrät linje. Flödet som behövs är 3,4 l/s. Vid skärningarna med tre linjer för rördimensioner läses tryckfallet per meter av. När det multipliceras med 120 (hela rörlängden är 60 + 60), får vi det totala tryckfallet i ledningen. Det tillkommer mottryck som uppstår i kopplingar, ventiler, böjar, värmexchångler o.s.v.

I en förplanering kan det vara enklare att använda tabell nedan istället för diagrammet ovan. Vilken temperaturdifferens som man ska räkna med beror på det mottagande värmesystemet i byggnaden och hur mycket värme detta kan ta ut. Normalt är att man i förplanering av ett kulvertsystem räknar med ΔT på 20°C .

Temperaturdifferens		$\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$ ex. framledningstemp. 80°C och returtemp. 60°C		$\Delta T = 30^{\circ}\text{C}$ ex. framledningstemp. 80°C och returtemp. 50°C	
Dimension, mm yttre diameter/ innerdiameter	yttre diameter/ godstjocklek	Mottryck		Mottryck	
		0,10 kPa/m	0,15 kPa/m	0,10 kPa/m	0,15 kPa/m
25/20,4	25 x 2,3	10 kW	13 kW	15 kW	20 kW
32/26,0	32 x 3,0	20 kW	25 kW	30 kW	37 kW
40/32,6	40 x 3,7	38 kW	46 kW	57 kW	70 kW
50/40,8	50 x 4,6	66 kW	80 kW	100 kW	120 kW
63/51,6	63 x 5,8	120 kW	150 kW	180 kW	225 kW
75/61,4	75 x 6,9	200 kW	250 kW	300 kW	375 kW
90/73,6	90 x 8,2	310 kW	400 kW	465 kW	600 kW
110/90	110 x 10,0	520 kW	670 kW	780 kW	1 000 kW

5.2.4.3 Värmeförluster, effektförluster

(3- Information/tillägg)

Det avgår alltid värme från mediarören genom isoleringen och till omgivande mark. Det innebär alltså en förlust av överförd effekt och att det förloras energi på vägen från panncentralen. Isolering och temperaturskillnad mot omgivningen bestämmer hur mycket som går bort. I tillverkarnas produktblad redovisas effektförlusten i W/m och sambandet med temperaturen. För ett överslag på fabrikstillverkade kulvertar kan man räkna med riktvärden i tabellen nedan. Riktvärden för effektförluster beräknade som energiförluster per år. Tabellen baseras på tillverkares mätningar.

Två enkelrör ger lite större förluster än dubbelrör av samma dimension - jämför dimensionerna 50 och 63 mm. I praktiken väljer man sällan större dimension för dubbelrör än 50 mm, eftersom de blir svårare att lägga. Värmeförlusterna kan minskas genom att man lägger kulverten i en rörgrav med lecakulor som bottenas med markväv som hindrar att lättklinkerkulor och markmaterial blandas.

Dimension	Effektförlust W per m kulvert	Effektförlust % per 100 m kulvert, ca	Energiförlust kWh/m, år (9 mån.)
dubbelrör 2 x 25/20,4	12 - 14	12	80 - 95
dubbelrör 2 x 32/26,0	12 - 16	7	80 - 105
dubbelrör 2 x 40/32,6	14 - 20	4,5	95 - 135
dubbelrör 2 x 50/40,8	13 - 20	2,5	95 - 135
dubbelrör 2 x 63/51,6	15 - 22	1,5	100 - 145
2 enkelrör 50/40,8	20 - 29	3,5	130 - 200
2 enkelrör 63/51,6	23 - 34	2,5	150 - 225
2 enkelrör 75/61,4	25 - 35	1,5	165 - 230
2 enkelrör 90/73,6	27 - 40	1,0	180 - 260
2 enkelrör 110/90	38 - 52	<1	250 - 340

Exempel 1, förluster En spannmålstork har effektbehovet 400 kW och till det behövs en kulvertledning med dimensionen 90/73,6. Ledningens längd är 40 m. Enligt tabell 7 är effektförlusten ca 40 W/m och totalt i ledningen blir det då $0,040 \times 40 = 1,6$ kW. Under en torkningssäsong på 400 timmar blir energiförlusten $1,6 \times 400 = 640$ kWh.

Exempel 2, förluster En bostad är ansluten till värmecentralen med 70 m kulvert i dimensionen 32/26,0. Enligt tabell 7 kan man räkna med en förlust av 80 - 105 kWh/m under 9 månaders uppvärmning. Som riktvärde används 100 kWh/m och då blir kulvertdelens energiförlust $70 \times 100 = 7000$ kWh/år.

När man ska avgöra vilka byggnader som ska anslutas till gårdens värmecentral, kan förlusterna vara en viktig faktor tillsammans med kostnaderna för själva kulverten och grävningen. Förlusternas värde beror på bränsle och vilka bränslekostnader man har. Vid eldning med flis kan man därför tåla lite högre förluster än vid eldning med pellets.

5.3 Expansionskärlet storlek

(1- Kunskap)

Expansionskärlets uppgift är att ta upp volymökningen på hela vattenvolymen, dvs skillnaden mellan volymen på kallt och varmt vatten. När man installerar en ackumulatortank ökar expansionsvolymen radikalt och man måste kompensera detta med ett större expansionskärl.

När vatten värms upp, utvidgas det. Ju högre temperatur vätskan får, desto större volym kräver den. I ett vattenburet värmesystem där vattnets ingångstemperatur kan vara ca +4°C och senare nå kokpunkten, är volymökningen uppemot 5 procent. Detta kan ske på två sätt - i ett öppet eller i ett slutet kärl.

För att dimensionera ett expansionskärl måste man känna till vätskans expansionsfaktor, d v s den volymutvidgning som uppstår när temperaturen ökar. Expansionsfaktorn för vatten är alltid 0,0435 (4,35 %). Finns det däremot 50 % glykol i vattnet ökar expansionsfaktorn till 0,0591 (5,91 %).

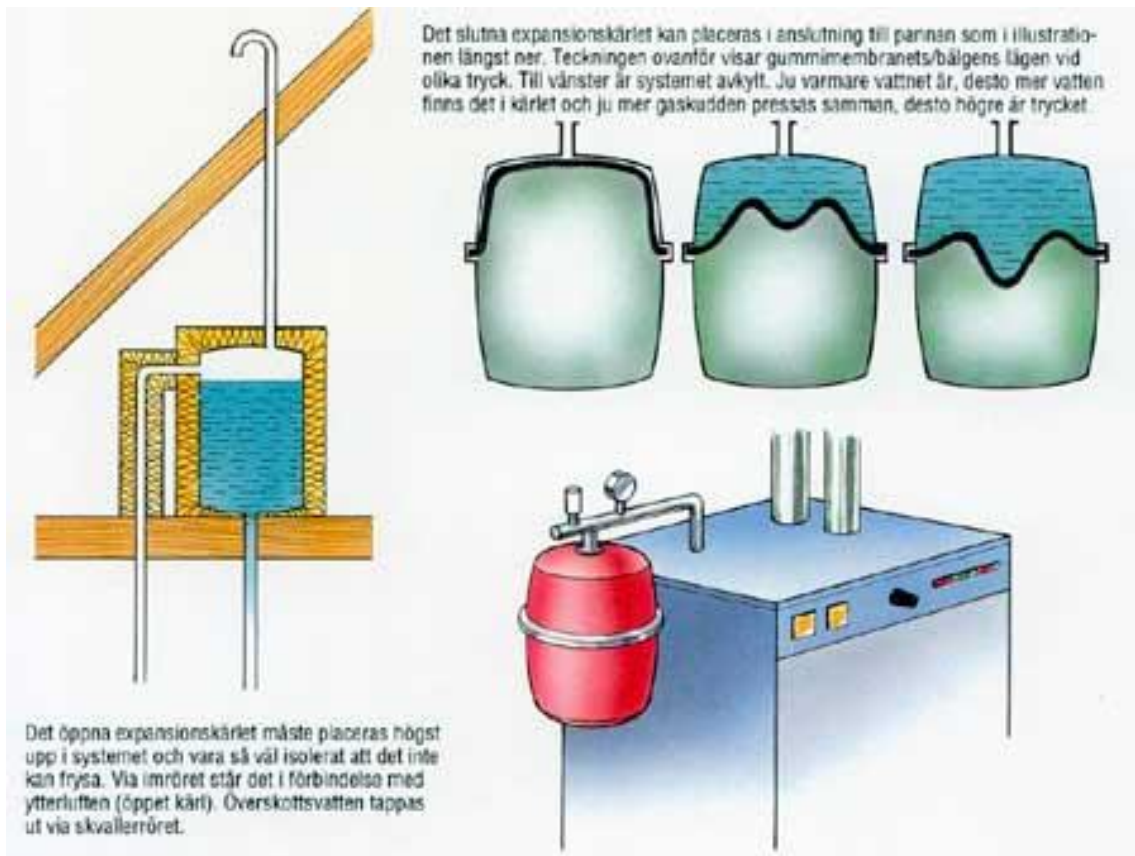


Bild 86. Man skiljer på öppna- och slutna expansionskärl. De öppna skall placeras som högsta punkt, medan ett slutet kärl kan placeras nära pannan.

5.3.1 Öppna expansionskärl (1- Kunskap)

Den vanligaste platsen är husets vind. Man kan säga att man förser värmesystemet med en "förtjockning", som *dels* ska ha tillräcklig storlek för att kunna "ta upp" volymökningen, *dels* ha en förbindelse med uteluften så att systemet alltid står i öppen förbindelse med atmosfärstrycket.

Därför är kärlet förenat med pannan genom *expansionsröret* och försett med ett så kallat *skvallerrör* eller *signalledning* som dras ner till pannrummet och mynnar ut vid golvbrunnen där. När systemet fylls helt eller vattentemperaturen ökar vattnets volym, kan eventuellt överskottsvatten rinna ut genom skvallerröret. Som en extra säkerhet vid hastiga tryckökningar - till exempel om pannvattnet skulle börja koka- finns det ett *ångrör* som går från expansionskärlet, genom yttertaket och ut i fri luft.



I ett öppet expansionssystem där expansionskärlet är placerat som högsta punkt eller i ett s k övertrycksfritt system innebär detta att volymen aldrig skall understiga 5 % av den totala vattenvolymen i systemet om man har enbart vatten och 6,5- 7 % om man har en glykolblandning.

Tänk på att:

I ett öppet expansionssystem där expansionskärlet är placerat som högsta punkt eller i ett s k övertrycksfritt system ska volymen **aldrig skall understiga 5 % av den totala vattenvolymen i systemet** om man har enbart vatten och 6,5- 7 % om man har en glykolblandning.

Ofta är det enklast och billigast att använda öppna expansions-system. Detta för att såväl storlek på kärlet som underhålls-kostnad blir lägre. *Vid öppna expansionskärler gäller alltså att volymen aldrig får understiga 5% av den totala vattenvolymen.* Ett större kärle är ingen nackdel då det innebär att man mer sällan behöver återfylla den vattenmängd som avdunstar.

Observera att såväl **tankvolym, radiatorvolym, pannvattenvolym och volymen i samtliga rörledningar skall tas med i beräkningen**. Om man har en ackumulatortank på 2 000 liter så kan man räkna med att den "övriga vattenvolymen" är ungefär 350 liter. *Det gör totalt 2 350 liter i beräkningsvolym och 5 % av den volymen ger ett expansionskärle på minst 120 liter.*

Lagstiftningen kräver att en *säkerhetsledning* från pannan i ett öppet system skall vara "*fritt stigrande*" och "*icke avstängningsbar*" till det fria. Branschen rekommenderar dock alltid att säkerhetssystemet ändå *kompletteras med en säkerhetsventil* eftersom det ökar säkerheten om säkerhetsledningen skulle sätta igen. Detta kan ske om expansionskärlet fryser, säkerhetsledningen rostar etc.

Ett öppet expansionssystem är, med undantag av återfyllning av avdunstat vatten, normalt sett underhållsfritt. Men man bör inför varje eldningssäsong kontrollera att säkerhetsledningen är öppen. Detta kan du enklast göra genom att fylla på lite vatten i systemet samtidigt som du tittar på pannans manometer (tryckmätare). Trycket kan då stiga, men skall snabbt återgå till normalläget så fort dustänger kranen. Stannar mätaren vid ett högt tryck- eller dalar sakta tillbaka är det absolut nödvändigt att omedelbart tillkalla en rörinstallatör för att åtgärda felet.

5.3.2 Slutna expansionskärler

(1- Kunskap)

Ibland kan det vara svårt eller rent av omöjligt att använda öppna expansions-system. Då kan man använda ett så kallat slutet expansionskärle i pannrummet. *Detta ställer dock större krav på säkerhetsutrustningen och installatörens kompetens.*

För att lagstiftningsmässigt få använda ett slutet expansionskärle måste man ha *minst tre av varandra oberoende säkerhetssystem* till skydd mot övertryck i samband med kokning. Normalt sett räcker panntermostaten, en säkerhetsventil och en termisk temperaturbegränsare.



En stor fördel med slutna kärler är att de placeras i närheten, oftast ovanför, värmepannan och därmed i utrymmen där risken för vattenskador i samband med korrosion är mycket liten.

I det slutna kärlet tas vattnets volymutvidgning upp av ett gasfyllt membran, det vill säga en slags gummibälg. Ena sidan av bälgen har förbindelse med pannvattnet, medan den andra är fylld av gas eller komprimerad luft.

När vattenvolymen ökar, förskjuts bälgen åt luftsidan. *Det ökade vattentrycket möts alltså hela tiden av en motsvarande lufttrycksökning, varvid vattnet får större utrymme.* Samtidigt stiger emellertid trycket något. Därför måste det alltid finnas en säkerhetsventil som öppnas automatiskt om trycket stiger för högt. Det kan bland annat ske om gasen i kärlet läcker ut.

För att dimensionera storleken på ett slutet expansionskärl tas hänsyn till, förutom vattenvolymen, både anläggningens *statiska tryck* och *expansionskärllets förtryck*. Detta betyder att ett slutet expansionskärl alltid blir avsevärt större än ett öppet expansionskärl.

För att beräkna storleken börjar man med att med att utifrån *beräkna tryckfaktorn* genom att ta säkerhetsventilens öppningstryck (normalt 1,5 bar) och minska med expansionskärllets förtryck (ofta 0,5 bar). Dividera detta med summan av öppningstrycket plus 1 d v s $1,5 + 1 = 2,5$

Tryckfaktorn blir då i detta exempel $(1,5 - 0,5) / (1,5 + 1) = 0,40$

När man har tryckfaktorn kan expansionskärllets volym beräknas. Ta den totala vattenvolymen i systemet (2 350 liter i detta exempel)och multiplicera med expansionsfaktorn för vatten. Den är alltid 0,0435. Med glykol fyllt vattensystem blir slutna expansionskärl alltid större.

Med den ovan framräknade tryckfaktorn blir formeln: ***Expansionskärllets volym = $2350 \times 0,0435 / 0,4 = 255$ liter***

Ett slutet expansionssystem innebär i detta fall att volymen ökar från 120 liter med ett öppet system till 255 liter med ett slutet system.

6. Lagar, regelverk och styrmedel

(1- Kunskap)

Uppvärmning med fasta bränslen och den utrustning som används regleras av bland annat bestämmelserna i *Byggproduktförordningen*, *Plan- och bygglagen*, *Lag och förordning om tekniska egenskapskrav på byggnadsverk*, *Boverkets byggregler* samt *Miljöbalken*. Men vi har också en *Lag om skydd mot olyckor*. Den ställer särskilda krav på utrustning för brandsläckning och livräddningsutrustning vid risk för brand.

För säljare/installatörer gäller det att även känna till och följa *Konsumentköp- och Konsumenttjänstlagstiftningen*.



Bild 87. Bioenergi är en trygg och säker värmekälla som tar ansvar för framtida generationer.

I botten är det alltid byggherren/ägaren som har ansvaret för skydd av liv och egendom i samband med installation och användning av alla typer av eldstäder. Men även samhället har via kommunen ett ansvar för en *återkommande brandskyddskontroll* där eldstäder och rökkanaler ska kontrolleras. Syftet är att tidigt upptäcka fel och brister som kan innebära risk för brand. Brandskyddskontrollen ska utföras av den som har behörighet, vanligtvis skorstensfejarteknikern. Intervallen för kontroll beslutas av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB)

Läs även kap 2 och 3 i Basblocket som behandlar lagstiftningen övergripande.

6.1 Reglering idag

(1- Kunskap)

Utrustning för småskalig eldning med fasta biobränslen regleras idag av tre olika regelverk, där *Byggproduktförordningen (EU) nr 305/2011* gäller utsläppande och tillhandahållande av harmoniserade produkter på marknaden, medan *Plan- och bygglagen (PBL)* och *Boverkets byggregler (BBR)* gäller tillhandahållande på marknaden av icke harmoniserade produkter samt användning av produkter. Det senare regleras även av *Miljöbalken*.



6.1.1 Utsläppande på marknaden

(2- Kännedom)

Villkoren för att få släppa ut kaminer och pannor på marknaden regleras idag olika beroende på om produkten omfattas av en harmoniserad standard under EU:s byggproduktförordning eller inte.

De flesta typer av *rumsvärmare (braskaminer)* omfattas av en harmoniserad byggproduktstandard. Det betyder att dessa produkters bara får tillhandahållas i enlighet med byggproduktförordningen, vilket även framgår i 8 kap. 20 § PBL. Byggproduktförordningen och dess harmoniserade standarder fastställer metoder **krav på att produkten ska uppnå ett visst tröskelvärde för att få CE-märkas**. Uppnås inte dessa tröskelvärden får produkten inte CE-märkas och inte heller släppas ut på den inre marknaden.

Braskaminer som omfattas av den harmoniserade standarden 13240/A2:2004 är idag föremål för tröskelvärde avseende kolmonoxidutsläpp. Tröskelvärdet för CO-utsläpp på 1,0 % vid 13 % O₂. Den

kravnivån gäller även för kökspannor för eldning med fast bränsle (SS-EN 12809:2004), köksspisar med fast bränsle (SS-EN 12815), samt öppna spisar och insatser för eldning med fast bränsle (SS-EN 13229).

Även andra produktgrupper som omfattas av en harmoniserad standard har krav på kolmonoxidutsläppen. Pelletseldade kaminer (SS-EN 14785) ska släppa ut maximalt 0,04 % eller 0,06 % beroende på värmeeffekten. Tröskelvärde för eldstäder med långsam värmeavgivning (t ex kakelugnar) för eldning med fast bränsle (SS-EN 15250) är 0,03 %.

Vissa harmoniserade byggproduktstandarder innehåller även tröskelvärden för verkningsgrad. Braskaminer (SS-EN 13240) ska ha en verkningsgrad på minst 50 %. Motsvarande nivå för pelletseldade kaminer (SS-EN 14785) är 75 % eller 70 % beroende på värmeeffekten; för köksspisar med eldning med fast bränsle (SS-EN 12815) gäller minst 60 % (det exakta tröskelvärdet varierar beroende på klass); för olika typer av öppna spisar och insatser för eldning med fast bränsle (SS-EN 13229) gäller 75% eller 30%. Tröskelvärde för eldstäder med långsam värmeavgivning för eldning med fast bränsle (SS-EN 15250) är 70%.

När det gäller *värmepannor* så hamnar dessa utanför det harmoniserade området. Villkoren för att få släppa ut en byggprodukt som inte omfattas av byggproduktförordningen, dvs. en produkt som faller utanför det harmoniserade området, är att *den ska vara lämplig för avsedda användningen i ett byggnadsverk 8 kap. 20 § 2 st PBL*. En byggprodukt anses lämplig enligt 8 kap. 19 § 2 st PBL när den har sådana egenskaper att det byggnadsverk som produkten ska ingå i kan uppfylla de tekniska egenskapskrav som avses i *8 kap. 4 § första stycket 1–6, 8 och 9 PBL* när byggnadsverket är projekterat och uppfört på rätt sätt. Eftersom Boverkets byggregler preciserar *de tekniska egenskapskraven*, regleras villkoren för uppsläppande på marknaden indirekt av byggreglerna (*10 kap. 3-4 §§ Plan- och byggförordningen, PBF*).

I byggreglerna avsnitt 6:741 finns krav på att utsläppen av organiskt bundet kol (OGC) från pannor ska vara begränsade. **Kravet gäller för byggnader med pannor med en effekt upp till 500 kW.** Provningsen bör genomföras enligt SS-EN 303-5. Andra egenskaper finns inte reglerade i BBR. OGC har hitintills bedömts vara en tillräckligt god indikator på pannans prestanda i allmänhet.

6.1.2 Användandet enligt BBR

(1- Kunskap)

Användandet av både harmoniserade och icke harmoniserade fastbränsleprodukter regleras i samma avsnitt i byggreglerna, och reglerna är desamma som för att släppa ut icke harmoniserade produkter.

Byggprodukter får bara ingå i ett byggnadsverk om den är lämplig för den avsedda användningen (8 kap. 19 § PBL). De är lämpliga om de har sådana egenskaper att det byggnadsverk som produkten ska ingå i kan uppfylla de tekniska egenskapskrav som avses i 4 § första stycket 1–6, 8 och 9 när byggnadsverket är projekterat och uppfört på rätt sätt. I Boverkets byggregler (BBR) preciseras hur en byggnad ska uppföras för att de tekniska egenskapskraven ska uppfyllas, dvs. hur byggprodukter kan användas i byggnadsverket.

Byggherren, d v s den som den som för egen räkning utför eller låter utföra projekterings-, byggnadsrivnings- eller markarbeten (1 kap. 4 § PBL) ansvarar för att välja lämpliga produkter till sitt byggnadsverk. Notera samtidigt att säljaren/installatören *via konsumentlagstiftningen har en skyldighet att avråda från ett dåligt produktval*.

För att få använda en kamin, spisinsatser och liknande (6:7411 BBR) ska utsläppen uppgå till högst 0,3 volymprocent vid 13 % O₂. För pelletskaminer är kravet 0,04 volymprocent vid 13 % O₂. Verkningsgraden bör som lägst vara 60 % för kaminer, 50 % för insatser och 70 % för pelletskaminer. Vissa produktgrupper som kakelugnar är undantagna från kravet (6:7411 BBR). **OBSERVERA att kaminer och rumsvärmare normaliseras emissionerna till 13 % O₂, medan man för pannor normaliserar till 10 % O₂.**

Kravet för att få använda en panna är att den högst släpper ut OGC enligt vad som följer:

Tabell 6:741 Högsta tillåtna värden för utsläpp av organiskt bundet kol (OGC). Nominell effekt, kW	mg OGC per m _{3n} torr gas vid 10 % O ₂
<i>Manuell bränsletillförsel</i>	
≤ 50	150
> 50 ≤ 500	100
<i>Automatisk bränsletillförsel</i>	
≤ 50	100
> 50 ≤ 500	80
(BFS 2014:3).	



Bild 88. Miljökraven för emissioner från fastbränsleeldade pannor finns i BBR. Reglerna är på väga att skärpas och kommer att motsvara EN 303-5 klass 5 och sedan efter 2020 böttna i Ecodesignkraven.

6.1.2.1 I vilka situationer är Boverkets byggregler tillämpliga?

(2- Kännedom)

Boverkets byggregler reglerar *användningen av produkten*. För att en byggnad ska betraktas som lämplig får byggherren *bara använda byggprodukter som möjliggör att byggnaden i sin helhet blir lämplig för sitt ändamål* (8 kap. 1§ PBL). Viktigt att notera att *byggnaden är lämplig när den uppfyller vissa tekniska egenskapskrav*, vilka preciseras i byggreglerna

Egenskapskraven ska uppfyllas vid *nybyggnation, ombyggnad och annan ändring än ombyggnad*, men vid annan ändring än ombyggnad behöver kraven bara uppfyllas för den ändrade delen (8 kap. 5§ PBL). **Kaminen eller pannan ska alltså uppfylla de egenskapskrav som gäller vid tidpunkten för installations- eller ändring** (8 kap 4§ PBL). Om byggherren endast företar en ändring som inte är en ombyggnad, t.ex installerar eller byter ut en kamin, men låter resten av byggnaden vara opåverkad, *ska eldstaden ändå uppfylla gällande egenskapskrav*, medan övriga delar av byggnaden ska uppfylla egenskapskraven som gällde vid tidpunkten när de uppfördes eller senast ändrades.

Observera att utgångspunkten alltid är den ändrade delen som ska uppfylla nybyggnadskraven, men med hänsyn till modifieringsreglerna (8 kap. 7-8§§ PBL). Kraven gäller även om ändringen inte är att betrakta som väsentlig (dvs. även om den inte ska anmälas).

Boverkets har bemyndigande att i föreskrifter klargöra de tekniska egenskapskraven som ett byggnadsverk måste uppfylla (16 kap. 2§ PBL och 10 kap. 3 § PBF). Boverket kan inom ramen för bemyndigandet ändra egenskapskraven, men Boverket saknar befogenhet att ändra i vilka situationer egenskapskraven ska uppfyllas.

6.1.3 Ny föreskrift BEN 1

(3- Information/tillägg)

Enligt energiprestandadirektivet (2010/31/EU) ska en byggnads energiprestanda vara den beräknade eller faktiska energimängd som behövs för att uppfylla det energibehov som är knutet till normalt brukande av byggnaden. Vid beräkning av byggnaders energiprestanda ska medlemsländerna till-

lämpa en metod som är förenlig med den gemensamma allmänna ram som beskrivs i bilaga I till direktivet. Även här framgår att byggnadens energiprestanda ska vara knuten till normalt brukande av byggnaden.

Med anledning av att EU-kommissionen anser att det finns brister i hur Sverige har implementerat direktivet (2010/31/EU) om byggnaders energiprestanda föreslår Boverket (2016) en ny författning som ska säkerställa att normalt brukande beaktas på ett likvärdigt sätt vid fastställande av byggnaders energiprestanda. Boverkets förslag till föreskrift och allmänna råd (BEN 2016:xx) handlar om bestämning av en byggnads energianvändning vid normalt brukande är tillämpningsföreskrifter till plan- och bygglagen samt plan- och byggförordningen.

De nya reglerna är ett stöd för reglerna om energiprestanda i Boverkets byggregler (2011:6), Boverkets föreskrifter om energideklarationer (2007:4) och Boverkets föreskrifter om energiexperter (2007:5).

Genom den nya författningen, Boverkets föreskrifter och allmänna råd (BEN 2016:xx) om bestämning av en byggnads energianvändning vid normalt brukande, införs rättsligt bindande föreskrifter avseende hur byggnaders energianvändning ska bestämmas. Två metoder fastställs, en för beräkning och en för normalisering av uppmätta värden. När det gäller metoden för normalisering av uppmätta värden så är metoden uppdelad mellan bostäder och lokaler. Det anges även att om energianvändningen har mätts gemensamt för flera energiposter ska en fördelningsberäkning göras innan normaliseringen.

I BED uttrycks energiprestandan i dels specifik energianvändning, dels i energiklass. Det är målsättningen att den föreslagna föreskriften så långt som möjligt inte ska behöva ändras som följd av ändringar i andra föreskrifter. Den föreslagna föreskriften (BEN) beskriver hur energianvändningen i en byggnad kan bestämmas genom antingen beräkning eller normalisering av uppmätta värden. I de fall de enskilda energiposterna inte mätts separat föregås normalisering av fördelningsberäkning.

6.1.4 Miljöbalken (2- Kännedom)

Miljöbalken trädde i kraft 1 januari 1999. Syftet med miljöbalken är att främja en hållbar utveckling som innebär att nuvarande och kommande generationer kan leva i en hälsosam och god miljö. Många bestämmelser som ingick i tidigare miljölagstiftning har fått en vidare tillämpning i och med miljöbalken. Balken berör alla typer av åtgärder, oavsett om de ingår i den enskildes dagliga liv eller i någon form av näringsverksamhet.

6.1.4.1 Miljölagstiftningens uppbyggnad (2- Kännedom)

När miljöbalken trädde i kraft ersatte den 16 lagar, som då upphävdes. Av lag (1998:811) om införande av miljöbalken framgår att föreskrifter som gällde vid miljöbalkens ikraftträdande anses meddelade med stöd av motsvarande bestämmelse i miljöbalken, om inte regeringen föreskrivit annat.

Miljöbalkens regelsystem omfattar sammanlagt tusentals bestämmelser. Utöver de bindande regler som är kopplade till lagstiftningen kan myndigheter utfärda allmänna råd. De innehåller generella rekommendationer om tillämpning av lagar och regler. Flera lagar är kopplade till miljöbalken, till exempel innebär kopplingen att lagen hänvisar till bestämmelser i miljöbalken, som ska tillämpas vid prövningar och bedömningar enligt lagen.

Det finns även kopplingar till EU:s miljöbestämmelser. EU-direktiv ska införlivas i den nationella lagstiftningen, medan EU-förordningar gäller i alla medlemsländer oberoende av nationell lagstiftning. EU-direktiv på miljöområdet införlivas i miljöbalken.

Naturvårdsverket arbetar på flera olika sätt med miljöbalken genom att:

- delta i utvecklingen av miljölagstiftningen, bland annat genom att ge underlag till regeringen i olika frågor.
- meddela föreskrifter och allmänna råd till miljöbalken, som ges ut i Naturvårdsverkets författningssamling, NFS.
- vägleda andra myndigheter i miljöbalksfrågor och deltar ibland som part eller expert i mål och ärenden som avgörs hos myndigheter och domstolar.

Även andra myndigheter har ansvar för tillsynsvägledning inom vissa delar av miljöbalken. Tillsyns- och föreskriftsrådet har en lista över hur ansvaret är fördelat mellan olika myndigheter.

6.1.4.2 Miljöbalkens allmänna hänsynsregler

(3- Information/tillägg)

Hänsynsreglerna ska förebygga negativa effekter av verksamheter och öka miljöhänsynen. Reglerna ska tillämpas i alla sammanhang där miljöbalkens bestämmelser gäller. Enligt hänsynsreglerna i miljöbalkens andra kapitel ska *alla som bedriver eller avser att bedriva en verksamhet vidta de skyddsåtgärder och den försiktighet som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.*

De allmänna hänsynsreglerna innehåller följande grundläggande bestämmelser:



- Bevisbörderegeln innebär att det är den som driver eller avser att bedriva en verksamhet eller vidtar en åtgärd som ska visa att hänsynsreglerna följs. Det sker bland annat genom en fungerande egenkontroll.
- Kunskapskravet innebär att det är den som driver en verksamhet eller vidtar en åtgärd som ska ha tillräcklig kunskap om hur människors hälsa och miljön påverkas och kan skyddas.
- Försiktighetsprincipen innehåller två delar:
 - Miljöbalkens försiktighetsprincip innebär att redan risken för negativ påverkan på människors hälsa och miljön gör att verksamhetsutövaren är skyldig att vidta åtgärder för att förhindra en störning.
 - I yrkesmässig verksamhet ska *bästa möjliga teknik användas* för att förebygga skador och olägenheter. Tekniken måste vara industriellt möjlig att använda inom branschen i fråga, både tekniskt och ekonomiskt sett.
- Lokaliseringsprincipen innebär att man ska välja en sådan plats att verksamheten kan bedrivas med minsta intrång och olägenhet för människors hälsa och miljö.
- Hushållnings- och kretsloppsprinciperna innebär att råvaror och energi ska användas så effektivt som möjligt. Det som utvinns ur naturen ska återanvändas, återvinnas eller bortskaffas på ett miljöriktigt sätt. *I första hand ska förnyelsebara energikällor användas.*
- Produktvalsprincipen innebär att alla ska undvika att sälja eller använda kemiska produkter eller biotekniska organismer som kan vara skadliga för människor eller miljön, om produkterna kan ersättas med andra mindre farliga produkter.

- Skälighetsregeln innebär att hänsynsreglerna ska tillämpas i den utsträckning det inte kan anses orimligt att uppfylla dem. Vid skälighetsavvägningen ska nyttan av skyddsåtgärder jämföras med kostnaderna. Kraven som ställs ska vara miljömässigt motiverade utan att vara ekonomiskt orimliga. En avvägning får inte medföra att en miljökvalitetsnorm åsidosätts.
- Skadeansvaret innebär att det är den som orsakat en skada eller olägenhet för människors hälsa som är ansvarig för att skadan blir avhjälpd.

De allmänna hänsynsreglerna riktar sig främst till verksamhetsutövaren och den som vidtar en åtgärd. De ska även tillämpas av tillsynsmyndigheten vid tillsyn och vid anmälningar. Redan vid anmälan ska tillsynsmyndigheten bedöma om verksamheten kan antas uppfylla miljöbalkens krav.

6.1.5 Konsumentlagstiftningen

(2- Kännedom)

Konsumenträtt är ett samlingsnamn för olika lagstiftningar som skyddar konsumenter. *Reglerna är oftast tvingande* och gäller därmed alltid, oavsett vad du och konsumenten har kommit överens om. **Tyvärr är det inte ovanligt att produkter som inte uppfyller kraven säljs både som nya produkter och på andrahandsmarknaden.** Detta då kontrollen och efterlevnaden av kraven är nästan obefintlig. Men det är du som installatör som enligt konsumentlagstiftningen har ansvaret.



Konsumenter har till exempel alltid minst tre års reklamationsstid och 14 dagars ångerrätt när de handlar på distans. Däremot är öppet köp och garanti frivilligt för dig att erbjuda. Handläggande myndighet är Konsumentverket.

6.1.5.2 Konsumentköplagen

(2- Kännedom)

Konsumentköplagen gäller när företag säljer varor till konsumenter. Konsumentköplagen är till viss del tvingande till konsumentens förmån. Det innebär att *du inte får ge konsumenten sämre villkor än de som står i lagen.*

Konsumentköplagen gäller:

- Försäljning av lösa saker, till exempel livsmedel, kläder, möbler och bilar. Lagen gäller alla varor, även begagnade varor och varor som säljs till sänkt pris.
- Byte av lösa saker.
- Beställning av en vara som ska tillverkas, till exempel en specialbyggd båt.

Vad räknas som fel på vara? En vara är felaktig om:

- Den är trasig
- Den inte stämmer överens med vad du och konsumenten har avtalat om, till exempel vad gäller mängd eller kvalitet.
- Du inte har upplyst konsumenten om detaljer om varan som du borde ha upplyst om.
- Du har installerat varan och installationen är felaktig.
- Den på något sätt avviker från vad konsumenten har haft anledning att räkna med.

Vid fel ska du reparera eller erbjuda en likvärdig vara. Om det är fel på en vara är du *skyldig att i första hand reparera varan eller ge konsumenten en annan likvärdig vara*. I andra hand kan du erbjuda konsumenten prisavdrag eller ersättning för att själv rätta till felet. Konsumenten kan också häva köpet och få pengarna tillbaka eller hålla inne en del av betalningen. Om felet har orsakat skada har konsumenten rätt till ersättning

Om en vara levereras senare än den dag som ni har avtalat om har konsumenten rätt att hålla inne betalning, kräva att du levererar varan och även häva köpet. Om förseningen är av stor betydelse för konsumenten kan denne begära skadestånd.

Konsumenten har alltid rätt att avbeställa en vara innan den har levererats. Om du som säljare har haft kostnader i samband med beställningen har du rätt att kräva konsumenten på ersättning.

[Lathund om konsumentköplagen hittar du här⁹](#)

6.1.5.3 Konsumenttjänstlagen

(2- Kännedom)

Konsumenttjänstlagen gäller när företag utför tjänster åt en konsument. Lagen är till stor del tvingande till konsumentens förmån. Det innebär att du inte får ge konsumenten sämre villkor än de som finns i lagen.

Konsumenttjänstlagen gäller:

- Arbete på lösa saker. Till exempel reparation av bil eller tv.
- Arbete på fast egendom, på byggnader eller andra anläggningar på mark eller i vatten eller på andra fasta saker. Till exempel husrenoveringar eller VVS-arbeten.
- Förvaring av lösa saker. Till exempel magasinering av möbler eller förvaring av båt.

Konsumenttjänstlagen gäller inte:

- Behandling av personer eller levande djur. Till exempel hos frisör eller veterinär.
- Tillverkning av saker.
- Försäljning av en sak, till exempel en hushållsmaskin, och den monteras eller installeras i samband med köpet.
- Arbete som du utför för att rätta till fel i en såld sak eller fastighet.
- Transportuppdrag. Till exempel möbelflyttning.
- Fristående konsultuppdrag. Till exempel när en arkitekt gör en byggnadsritning.

Felaktig tjänst

- **Ikke fackmässigt**
- Avvikande resultat
- Inte enligt säkerhetsföreskrifter
- Inte utfört tilläggsarbete

När tjänsten är felaktig om resultatet inte är fackmässigt utfört eller om tjänsten inte utförs enligt gällande säkerhetsföreskrifter eller har utförts i strid mot förbud i produktsäkerhetslagen. Tjänsten är även felaktig om resultatet inte stämmer överens med vad du och konsumenten har avtalat eller installationen inte stämmer överens med som har utlovats i reklam.

⁹ <http://www.konsumentverket.se/Global/Konsumentverket.se/Best%C3%A4lla%20och%20ladda%20ner/Lathundar/lathund-konsumentkoplagen-ny.pdf>

Tjänsten är också felaktig om du har låtit bli att utföra tilläggsarbete som du är skyldig att utföra för att undvika allvarlig skada. **Det är ditt ansvar att informera konsumenten om det under arbetet uppstår behov av tilläggsarbete och att avråda från dåliga produktval.**

Om tjänsten anses felaktig kan konsumenten reklamera den. Konsumenten har rätt att reklamera en tjänst inom tre år efter avslutat arbete. Avser tjänsten arbete på mark, byggnader eller andra fasta saker har konsumenten rätt att reklamera fel som upptäcks inom tio år. Är tjänsten felaktig har konsumenten rätt att hålla inne del av betalningen, kräva att felet rättas till, få avdrag på priset eller häva avtalet. Om felet har orsakat skada har konsumenten rätt till ersättning.

Om konsumenten avbeställer tjänsten innan den har slutförts har du rätt till ersättning för den del av arbetet som redan har utförts. Du har också rätt till ersättning för förlorad inkomst på grund av att du inte har kunnat ta på dig annat arbete.

Om konsumenten inte betalar i rätt tid, får du ställa in arbetet tills dess att konsumenten betalar. Du har också rätt till ersättning för eventuella förluster.

Har du påbörjat arbetet är du skyldig att slutföra så pass mycket av arbetet att det inte finns risk för allvarlig skada för konsumenten. Handlar arbetet om en sak som har överlämnats till dig har du rätt att behålla den tills konsumenten har betalat.

[Lathund för konsumenttjänstlagen hittar du här¹⁰](#)

6.1.5.4 Tvist med konsument (1- Kunskap)

Om du och konsumenten inte kommer överens finns det olika alternativ för att hitta en lösning. Börja med att prata med konsumenten för att ta reda på orsaken till missnöjet. ***Vad är konsumenten missnöjd med? Är det fel i tjänsten eller på varan? Vad kan du göra så att konsumenten blir nöjd?***

Konsumenten ska i första hand klaga, eller reklamera som det står i lagen, *direkt till dig*. Genom att prata med varandra kan ni förhoppningsvis komma fram till en gemensam lösning. Har ni svårt att komma överens kan ni ta hjälp av en oberoende fackmässigt kunnig person. Kommer ni överens om att det är ett fel har du i stort sett alltid rätt att få ordna till det konsumenten är missnöjd med – *men inom rimlig tid och helt utan kostnad för konsumenten*. Vad som är rimlig tid avgörs från fall till fall. Är tiden viktig för konsumenten är det extra viktigt att du åtgärdar felet omgående.



Om du har försökt att rätta till felet men konsumenten fortfarande är missnöjd, kan konsumenten begära prisavdrag. Avdraget ska motsvara vad det kostar konsumenten att få felet åtgärdat av en annan företagare. I vissa fall kan det bli fråga om att häva delar av eller till och med hela avtalet. Tänk på att konsumenten har rätt att hålla inne med betalning motsvarande vad det kostar att få felet åtgärdat eller jobbet avslutat.

Om en konsument reklamerar en vara eller tjänst och ni inte kommer överens är det företagarens skyldighet att informera om alternativ tvistlösning genom t ex Allmänna reklamationsnämnden (ARN) eller annan godkänd bransch-nämnd. Du ska lämna klar, begriplig och lättillgänglig information om

¹⁰ <http://www.konsumentverket.se/Global/Konsumentverket.se/Best%C3%A4lla%20och%20ladda%20ner/Lathundar/konsumenttjanstlagen-2013.pdf>

ARN:s eller branschnämndens webbadress och postadress. Det räcker inte att ha allmän information om ARN i era avtalsvillkor eller på er webbplats. I samband med reklamationen måste du också meddela om ni tänker medverka i tvistlösningsförfarandet eller inte.

Kontakta din branschorganisation. Om du är medlem i en branschorganisation kan du vända dig till den för att få råd om hur du bör hantera situationen. Konsumenten kan få rådgivning av sin kommuns konsumentvägledning och vår vägledningstjänst Hallå konsument. I vissa kommuner erbjuder konsumentvägledningen även rådgivning till företagare. Kontakta din kommun för att ta reda på om de kan hjälpa dig.

Låt oberoende avgöra tvisten. Som sista instans kan du vända dig till domstol och låta tingsrätten avgöra er tvist. Konsumenten kan få sitt ärende prövat av Allmänna reklamationsnämnden.

6.1.5.5 Allmänna reklamationsnämnden, ARN

(2- Kännedom)

ARN är en myndighet som prövar tvister mellan konsument och företag. Det är bara konsumenten som kan skicka in en anmälan. ARN:s beslut består av rekommendationer och är inte tvingande, men ändå följer de flesta företag ARN:s rekommendationer och i vissa fall är det ett krav för att få vara ansluten till sin branschorganisation. ARN har ingen rådgivning.



Om ditt företag blivit anmält till ARN är det viktigt att du svarar på anmälan och bemöter uppgifterna som anmälaren lämnat. Svarar du inte alls, utgår ARN oftast från att konsumenten har rätt. Varje år avgör ARN över 10 000 ärenden. [På deras webbplats¹¹](http://www.arn.se/info-foretag/) kan du ta del av ärenden som är principiellt intressanta (referat/praxis). ARN sammanställer också återkommande fall som kan hjälpa dig som företagare att förebygga reklamationer från konsumenter.

6.2 Övrig lagstiftning

(2- Kännedom)

Utöver ovanstående finns det ytterligare lagstiftning som det kan vara bra att känna till. Viktigast av dessa är regelverk kopplat till Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) och olika EU-direktiv.

6.2.1. Lag till skydd mot olyckor (LSO)

(1- Kunskap)

Reglerna syftar till att säkerställa ett tillfredsställande skydd mot olyckor. Området inkluderar räddningstjänst, såväl som den enskildes, kommunens och statens ansvar för bland annat brandskydd och viss farlig verksamhet.

När det gäller eldning med fasta biobränslen reglerar *Lagen om skydd mot olyckor* hur sotning och brandskyddskontrollen ska genomföras. Kommunen ansvarar för tillsyn inom kommunens område och länsstyrelsen inom länet. *Den centrala tillsynen utövas av Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB).*

¹¹ <http://www.arn.se/info-foretag/>

6.2.1.1 Sotning och brandskyddskontroll

(1- Kunskap)

31% av alla bränder i villa, par- och radhus och fritidshus är eldstadsrelaterade. Sotning och brandskyddskontroll är därmed viktiga delar i arbetet med att förebygga bränder i bostäder. Det är kommunen i brandförebyggande syfte som ansvarar för att sotning och brandskyddskontroll utförs.

Sotningsverksamheten är uppdelad i två separata uppdrag – sotning och brandskyddskontroll.

- *Sotning* har förekommit i Sverige nästan lika länge som vi har använt eldstäder för uppvärmning och matlagning. En stor del av alla bränder i bostäder är relaterade till eldstäder och skorstenar. Vid sotning tas brandfarliga beläggningar bort för att minska risken för brand.
- *Brandskyddskontrollen* ska upptäcka fel och brister i anläggningen för att undvika skador till följd av brand. Kontrollen innebär en prövning av att den enskilda anläggningens funktion och egenskaper från brandskyddssynpunkt i huvudsak överensstämmer med de krav som gällde när anläggningen togs i bruk.

Om sotning och brandskyddskontroll

Sotning har förekommit i Sverige nästan lika länge som vi använt eldstäder för uppvärmning och matlagning. En stor del av alla bränder i bostäder är relaterade till eldstäder och skorstenar. Vid sotning tas brandfarliga beläggningar bort för att minska risken för brand. Sotning är därmed en viktig del i arbetet med att förebygga bränder i bostäder.

Lagen och förordningen om skydd mot olyckor trädde i kraft den 1 januari 2004. I lagen anges att kommunen i brandförebyggande syfte ansvarar för att sotning och brandskyddskontroll utförs. Tidigare innebar begreppet sotning att både rengöring och enklare brandskyddskontroll gjordes samtidigt. Sotningsverksamheten är numera uppdelad i två separata uppdrag – sotning och brandskyddskontroll.

Lagen ger också kommunen rätt att efter ansökan låta fastighetsägare själv sota eller överlåta åt någon annan än den kommunen anvisar utföra sotningen på den egna fastigheten. Kravet är att sotningen genomförs på ett ur brandskyddssynpunkt betryggande sätt. Kommunen ska i varje enskilt fall göra en prövning av den sökandes lämplighet för uppgiften. Möjligheten att själv sota sin egen anläggning omfattar endast sotningsmomentet.

SOTNING

Sotning innebär att brännbara sotbeläggningar tas bort i sådan omfattning att risken för skorstensbrand och skadeverkningarna vid en skorstensbrand minimeras. Vid sotning av eldstäder och rökkanaler innebär detta att alla ytor som rökgaserna passerar rengörs. Hur ofta sotning ska göras bestämmer kommunen. Imkanalen, kölsfläktens anslutning till skorstenen/ventilationssystemet i bostadshus, omfattas inte längre av kravet på sotning. Trots detta behöver imkanalen rengöras med jämna mellanrum, om inte annat av funktionsmässiga skäl. Ansvar för rengöring av imkanalen ligger på fastighetsägaren.



Bild 89. Man skiljer på sotning och brandskyddskontroll. Sotningen genomförs enligt de intervall som bestäms av kommunen medan brandskyddskontrollen genomförs enligt LSO. I dagens system finns två kontrollfrister när det gäller brandskyddskontrollen. Dessa är tre eller sex år enligt gällande föreskrifter (MSBFS 2014:6)

Kontrollen ska i huvudsak utföras okulärt men vid misstanke om felaktigheter som inte kan fastställas på det sättet kan kontrollen behöva utökas med någon form av provning eller mätning. Man kan säga att det är en återgång till äldre lagstiftning då kontrollen (brandsynen) utfördes av skorstensfejarmästaren.

Sotning och brandskyddskontroll syftar till att minska risken för bränder och andra olyckor, i enlighet med **Lag om skydd mot olyckor** (LSO 2003:778). Rengöringen ska genomföras regelbundet och frekvent. Efter ansökan till kommunen kan även fastighetsägaren eller annan lekman, efter genomgången utbildning få tillstånd att själv genomföra sotningen i sin egen anläggning, s k egensotning.



Bild 90. Brandskyddskontrollen görs med ett intervall på 3 eller 6 år. Kommunen ansvarar för brandskyddskontrollen och kontrollen måste utföras av behörig kontrollant

Förbränningsanläggningen granskas ur brandskyddssynpunkt. Kontrollen är främst okulär men vid misstanke om fara kan kontrollanten genomföra mätningar eller andra tester. Kontrollanten ska se över anläggningens funktion, men även att anläggningen i stort uppfyller de krav som gällde när anläggningen togs i bruk. Om kontrollanten upptäcker andra risker för olyckor ska kontrollanten påtala detta.

Notera att brandskyddskontrollen endast avser brandsäkerhet, och kontrollanter har i dagens lagstiftning inget bemyndigande att samtidigt kontrollera miljöprestandan för en installation.

Kommunerna ska meddela föreskrifter om **hur ofta sotning ska ske**. Sotningsintervallen kan därmed göras mer flexibla och anpassade efter lokala förhållanden. När kommunen ska meddela sotningsfrister bör den, enligt propositionen (2002/03:119) till LSO, beakta när brandskyddskontrollen ska göras så att samordningseffekter kan tas tillvara. För att vägleda kommunerna har MSB meddelat allmänna råd om sotningsbehov för olika anläggningstyper mot bakgrund av föreliggande brandrisk. Normal sotningsfristen är att oljepannor sotas en ggr/år, pellets pannor två ggr/år, keramiska vedpannor anslutna till ackumulatortank tre ggr/år och övriga pannor fyra ggr/år. Lokala skillnader förekommer.

I dagens system finns i huvudsak två kontrollfrister **när det gäller brandskyddskontrollen**. Dessa är två, fyra eller åtta år enligt gällande föreskrifter.

- Fastbränsleeldade värmepannor samt kökspisar och fastbränsleeldade lokaleldstäder som används i omfattning mer än bara för trivseldning tillhör kategorin eldstäder som har en brandskyddskontrollfrist på två år. Även imkanaler i storkök har fristen två år.
- Olje- och gaseldade värmepannor, helautomatiska pellets pannor, standardiserad anläggning som är speciellt konstruerad för eldning med pellets samt även undantagsvis fastbränsleeldade värmepannor där eldningen *sker i mycket begränsad omfattning* eller där pannan ingår i en värmecentral som står under kontinuerlig övervakning, tillhör kategorin eldstäder som har en brandskyddskontrollfrist på sex år.
- Lokaleldstäder och kökspisar som används endast för trivseldning, eller om de är belägna i ett fritidshus, tillhör kategorin eldstäder som har en brandskyddskontrollfrist på sex år.

Brandskyddskontrollen syftar till att upptäcka fel och brister i en anläggning för att undvika bränder samt skador till följd av brand och ska utföras av personer som uppfyller fastställda behörighetskrav. Kontrollen innebär en prövning av att den enskilda anläggningens funktion och egenskaper från

brandskyddssynpunkt i huvudsak överensstämmer med de krav som gällde när anläggningen togs i bruk. *Kontrollen omfattar endast brandsäkerhet och inte någon emissionsmätning.*

6.2.1.2 Första kontroll efter nyinstallation eller väsentlig ändring av anläggning

(1- Kunskap)

Innan en byggnad slutbesiktigats ligger kontrollansvaret på kommunen. Vilket innebär att det finns en "gråzon" när det gäller installationskontroll för utbyte av utrustning som inte är att betrakta som "väsentlig ändring".

En ny kamin eller panna ska uppfylla de egenskapskrav som gäller vid tidpunkten för installationstillfället (8 kap 4§ PBL). Om byggherren endast genomför en ändring som inte är en ombyggnad, t.ex installerar eller byter ut en eldstad, men låter resten av byggnaden vara opåverkad, ska *eldstaden ändå uppfylla gällande egenskapskrav*, medan övriga delar av byggnaden ska uppfylla egenskapskraven som gällde vid tidpunkten när de uppfördes.



För brandskyddskontrollen enligt LSO gäller efter nyinstallation eller ändring av en anläggning ska tiden för kontrollfristen räknas från den första av dessa dagar; dagen när slutbesked utfärdats eller dagen när anläggningen började användas.

I förlängningen betyder detta att det är installatören som tillsammans med byggherren skall se till att anläggningen är säker och uppfyller ställda krav till dess att en slutbesiktning och/eller brandskyddskontroll genomförts. Installatören bör därför informera kunden om att det är viktigt för ansvarsfrågan att denna kontroll utförs om olyckan skulle vara framme. Det är byggherren, ofta villaägaren själv, som skall se till att denna kontroll utförs. Det är därför lämpligt att installatören bevakar att denna kontroll blir av då denna även avlastar installatörens ansvar.

När ett slutbesked utfärdats enligt plan- och bygglagen (2010:900) får tiden fram till den första brandskyddskontrollen förlängas eller förkortas med upp till 18 månader, om det behövs för planeringen av brandskyddskontrollen. När en ny anläggning *börjat användas utan att slutbesked utfärdats får den första brandskyddskontrollen tidigareläggas med upp till 36 månader*, om det behövs för planeringen av brandskyddskontrollen.

6.2.2 LBK:s bestämmelser

(3- Information/tillägg)

Lantbrukets Brandskydds Kommitté (LBK) utarbetar rekommendationer *som ligger till grund för enhetliga brandförsäkrings- och brandskyddsbestämmelser*. LBK arbetar också med information, utbildning och upplysning samt utfärdar godkännanden för såväl säkerhetsutrustning som brandfarliga anordningar inom lantbruket. LBK initierar även forskningsinsatser. På grund av de speciella brandrisker som finns inom lantbruket kan LBK:s rekommendationer i vissa fall gå längre än kraven från respektive myndighet.

Kommittén, som är LBK:s beslutande organ, har till sitt förfogande för den löpande verksamheten ett arbetsutskott och ett tekniskt utskott. Verksamheten inom kommittén bedrivs och samordnas genom LBK:s kansli och sekreterare på Brandskyddsföreningen. Åtgärder för att förebygga brand finns i LBK:s rekommendationer. Dessa grundas på forskningsprojekt kring lantbruksbränder som genomfördes under 1980- och 90-talen av lantbrukets forskningsinstitutioner med stöd av Brandforsk.



Denna forskningsinsats har betytt mycket för LBK:s olika rekommendationer som idag är något av ett fullsortiment inom brandskadeförebyggande åtgärder i lantbruket. De utgör en branschpraxis och betraktas som vägledande vid brandsyn, djurskyddsgranskning, besiktning, rådgivning och projektering. LBK bedriver även ett brett samarbete med övriga nordiska länder på lantbruksområdet.

LBK:s rekommendationer och övrig information finns samlade i LBK-pärmen. Materialet uppdateras kontinuerligt och når med årliga utskick de 700 pärminnehavarna som finns bland LBK:s intressenter och närstående organisationer. LBK:s rekommendationer och övrig information finns i LBK-pärmen.

6.2.2.1 Innehåll LBK-pärmen

(3- Information/tillägg)

Uppvärmning och heta arbeten kan innebära brandrisk. Inventera dina risker och vidta åtgärder efter behov. I LBK-pärmen finns detaljerade anvisningar på hur man kan kontrollera en pannanläggning, med panna, pannrum och bränslelager. Vid flis- och halmeldning finns det risk för tillbakabrand till förrådet varför du bör se till att ha ett bra skydd mot tillbakabrand.

Vid större lager med träflis finns det risk för självantändning vilket kan förhindras genom att torka flisen. Innan torkningen av spannmål och andra grödor börjar är det viktigt att rensa torkens luftkanaler. Efter säsongen bör pannan rostskyddsbehandlas.

I bostadshusen är det viktigt att inte elda för hårt i kaminer och andra liknade lokaleldstäder.

Nedanstående innehållsförteckning visar den information du hittar i LBK-pärmen. Via LBK:s hemsida kan du ladda ner respektive flik som pdf.

1. Allmänt
2. Systematiskt brandskyddsarbete
3. Byggnadstekniskt brandskydd
4. Uppvärmning och torkning
5. Elhandbok
6. Inomgårdsutrustning
7. Brandfarliga Heta Arbeten
8. Motordrivna fordon
- 9.1 Halm- och gräsbränning
- 9.2 Självantändning i hö, halm
- 9.3 Lagring av foder och strö i djurstall
- 9.4 Skog - Förebygga skogsbrand – REMISS
10. Brandvarningssystem och släckutrustning
11. Förvaring av bränslen
12. LBK-godkännanden



6.2.3 EU-direktiv och Arbetsmiljölagstiftningen

(3- Information/tillägg)

I arbetsmiljölagen finns de allmänna krav som gäller för miljön på jobbet men Arbetsmiljöverkets författningssamling hanterar även tillämpningar av en rad EU-direktiv. Syftet med arbetsmiljölagen, AML, är att förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet och att skapa en god arbetsmiljö. Där står det till exempel att arbetsgivaren är ytterst ansvarig för arbetsmiljön och ska leda arbetet mot en bättre arbetsmiljö. Arbetsmiljöverkets författningssamling (AFS) består av ett åttiotal föreskrifter. De är försedda med ett årtal och ett nummer, till exempel AFS 2006:4.

6.6.3.1 Maskindirektivet

(3- Information/tillägg)

Maskindirektivet anger vilka grundläggande hälso- och säkerhetskrav som gäller för alla maskiner som släpps ut på marknaden inom EU. Utifrån direktivets krav ska CE- märkning göras av de maskiner som släpps på den europeiska marknaden, detta visar att maskinen fritt kan säljas på den europeiska marknaden eftersom den uppfyller maskindirektivets och eventuella andra krav.

Maskindirektivets krav implementeras i svensk lagstiftning genom arbetsmiljöverkets föreskrifter, den föreskrift som behandlar säkerhet för maskiner heter AFS 2008:3

Det är tillverkaren som ansvarar för att identifiera och bedöma riskerna som är aktuella för maskinen. Maskinen ska sedan konstrueras och tillverkas med hänsyn till den bedömningen. När maskiner släpps ut på marknaden eller tas i drift ska de vara säkra. För att kunna göra en riskbedömning behöver du ha kunskaper om vilka risker som finns, vilka tillbud och olyckor som kan inträffa, även vid driftstörningar och underhåll.

För att få distribuera en ny maskin på den svenska marknaden måste du som distributör förvissa dig om att följande krav är uppfyllda:

- Ett CE-märke ska vara placerat på maskinen.
- Försäkran om överensstämmelse ska vara på svenska. Försäkran om överensstämmelse är det dokument där tillverkaren visar att maskinen uppfyller gällande krav.
- Bruksanvisningen ska vara på svenska. Om inte bruksanvisningen från tillverkaren är på svenska ska både originalet på något av språken inom EES och en översättning till svenska följa med maskinen.
- Skriftliga upplysningar och varningar ska vara på svenska. Om inte lättförståeliga symboler eller bilder används på skyltar med instruktioner eller varningar ska skriftliga upplysningar och varningar på maskinen vara på svenska.

6.2.3.2 Lågspänningsdirektivet

(3- Information/tillägg)

Produkter som ansluts till det vanliga elnätet (230/400V) omfattas av lågspänningsdirektivet (LVD) 73/23/EEG. Lågspänningsdirektivet kräver att produkterna inte skall orsaka elchock eller ge upphov till brand eller annan skada. Apparater som drivs med högst 50 V växelström (eller 75 V likström) omfattas inte. Undantagna är framförallt elstängselapparater och stickkontakter. Svensk föreskrift är EL-SÄK-FS 2000:1

Maskiner omfattas vanligen av maskindirektivet. En maskin är en anordning som drivs av annat än muskelkraft och som har minst två rörliga delar. Maskindirektivet kräver att produkterna inte skall vara farliga eller skadliga och omfattar uttryckligen flera olika aspekter, t ex buller, dock inte elsäkerhet. För sådana maskiner för vilka faran huvudsakligen är av elektriskt ursprung (t ex elektriska skrivmaskiner) omfattas visserligen av maskindirektivet, men behandlas som om de bara omfattades av lågspänningsdirektivet. Svensk föreskrift är AFS 1993:10

Elektriska produkter omfattas av EMC-direktivet. EMC-direktivet kräver att produkterna skall kunna fungera tillsammans på avsett sätt och inte störa radiotrafik. Undantaget är endast sådant som uppenbart inte kan störa eller störas, t ex helt passiva anordningar. Många produkter omfattas alltså både av lågspänningsdirektivet och EMC-direktivet. Svensk föreskrift är ELSÄK-FS 2003:2

6.3 Tillsyn

(1- Kunskap)

Eftersom en effektiv tillsyn är en förutsättning för efterlevnaden påverkar tillsynen i vilken mån åtgärder i vår lagstiftning kommer att vara effektiva. Dagens tillsynsansvar beskrivs nedan tillsammans med en redovisning av de problemen är viktiga för att avgöra om en åtgärd bör genomföras eller inte.

6.3.1 Boverket

(2- Information)

Boverket är tillsynsmyndighet över byggprodukter både inom det harmoniserade området (8 kap. 3§ PBF) och det icke-harmoniserade området (8 kap. 5a § PBF). Boverket är även tillsynsmyndighet även enligt produktsäkerhetslagen (3§ PSF). Tillsynen omfattar produkter som tillhandahålls på marknaden. Men Boverket har inte tillsynsansvar för hur produkterna faktiskt används.

För produkter som släpps på marknaden har Boverket möjlighet att förelägga om försäljningsförbud och andra tvingande åtgärder. Det kan ske utifrån regleringen i byggproduktförordningen (harmoniserade produkter) eller utifrån BBR (icke-harmoniserade produkter) och produktsäkerhetslagen (både harmoniserade och icke harmoniserade produkter).

Tillsynsansvaret över andrahandsmarknaden är dock mindre tydligt reglerat. Idag saknas tydligt lagstöd för att Boverket ska kunna ingripa mot produkter som är olämpliga och som tillhandahålls på andrahandsmarknaden. Byggprodukter som inte omfattas av byggproduktförordningen får enligt 8 kap. 20 § 2 st. PBF säljas här i landet för avsedd användning endast om de är lämpliga enligt 19 §.

Boverkets tillsynsmöjligheter är otydligt reglerade som en följd av att lagstiftaren inte med tillräcklig tydlighet klargjort att kravet på lämplighet även omfattar produkter som redan har släppts ut (tillhandahållits för första gången) och som säljs igen. Enligt förarbetena är en möjlig tolkning att bestämmelsen inte bara syftar till reglera produkter på den tillhandahålls i icke kommersiellt syfte.

6.3.2 Kommunerna

(2- Information)

Kommunernas byggnadsnämnder ansvarar enligt 8 kap. 2 § PBL för tillsynen av att byggherren fullgör sina skyldigheter enligt plan- och bygglagen, och att skyldigheterna som följer av 8 kap. 1–18 och 24–26 §§ samt 9 och 10 kap. PBL följs.

6.3.2.1 Anmälan enligt Plan & Byggförordningen (PBF)

(2- Information)

Byggherren ska enligt 9 kap. 16§ PBL och 6 kap. 5§ punkt 4 PBF göra en anmälan vid nyinstallation eller väsentlig ändring av eldstäder (kaminer och pannor). Anmälan görs till kommunens byggnadsnämnd. Kommunerna avgör vilka ändringar som ska betraktas som väsentliga. För att främja en enhetlig tolkning av begreppet har Boverket utfärdat ett allmänt råd.

Enligt Boverkets allmänna råd om anmälan för åtgärder som inte är bygglovspliktiga (BFS 2013:13 VÄS 2), är ett byte till en likvärdig typ av eldstad, sett till storlek och effekt, samt anslutning till rökkanal, inte en väsentlig ändring. En byggherre som byter till exempel en likvärdig version av sin förra panna eller kamin behöver alltså inte meddela kommunen.

Byggherren är alltid ansvarig för att beakta relevanta tekniska egenskapskrav, oavsett om ändringen är anmälningspliktig.

6.3.3 Miljöbalken

(2- Information)

Även i liten skala kan eldning ha negativ effekt på hälsan och miljö. Användandet av pannor och kaminer regleras därmed även i miljöbalken 2 kap. 3 och 7 §§, 26 kap.3 och 9 §§. *Kommunerna är tillsynsmyndighet enligt miljöbalken.* Eftersom installation eller användning av utrustning för småskalig vedeldning inte omfattas av tillstånds- eller anmälningsplikt enligt miljöbalken är tillsynen endast reaktiv. Ett flertal kommuner har lokala föreskrifter om eldning.

Kommunerna kan i egenskap av tillsynsmyndighet förelägga om eldningsförbud eller begränsning av eldning. (Se även kap 6.1.4)

6.4 Kommande reglering

(2- Kännedom)

6.4.1 Ekodesign och dess genomförandeförordningar

(2- Kännedom)

Ekodesigndirektivet och dess genomförandeförordningar

reglerar villkor och krav för att få släppa ut produkter, som omfattas av genomförandeförordningarna, på den inre marknaden. *Kraven skall implementeras senast till år 2020.*

Syftet med ekodesigndirektivet är att minska energianvändandet, vilket ska leda till en hållbar utveckling genom ökad energieffektivitet och högre miljöskyddsnivå, samtidigt som försörjningstryggheten avseende energi ökar. Bara produkter som uppfyller vissa minimikrav ska få släppas ut på marknaden eller tas i bruk.

Paket av pannor eller värmepumpar och temperaturregulator och/eller solvärmeutrustning

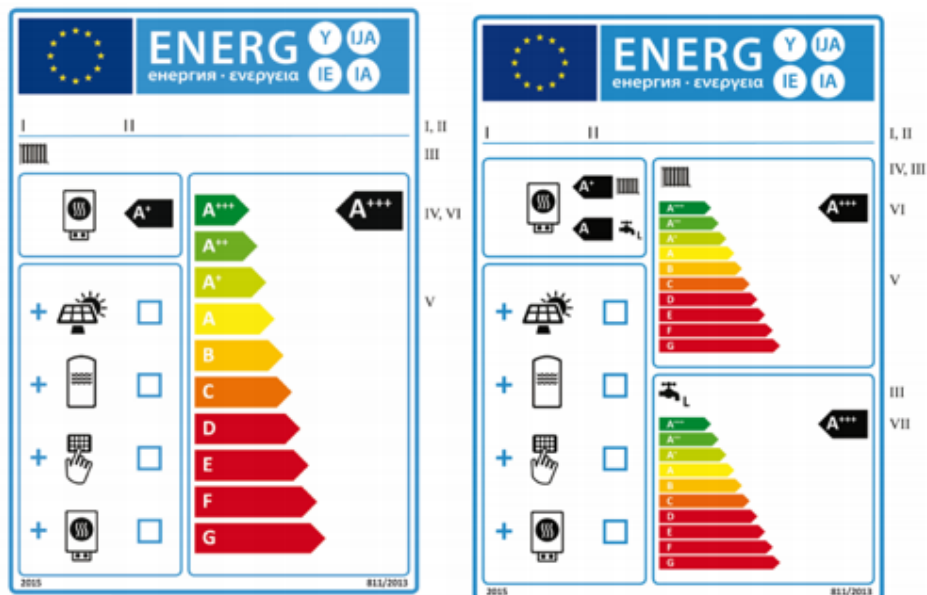


Bild 91. Många produkter som omfattas av en ekodesignförordning ska även energimärkas. Det är installatören som ansvarar för att ta fram en energimärkning för alla paket av produkter som erbjuds kunden

Kravet på energimärkning regleras i ett separat direktiv, *energimärkningsdirektivet*. Bara för att en produkt omfattas av en ekodesignförordning innebär inte att produkten automatiskt måste energimärkas. Vissa pannor ska energimärkas från 2017. Vissa kaminer ska energimärkas från 2018.

Observera att det är Installatören/Återförsäljarens av "värmare", varmvattenberedare, ackumulatortankar samt paket av produkter, som ansvarar för att:

- Varje produkt är försedd med en tydlig energimärkningsetikett
- Bifoga energimärkning och informationsblad på alla erbjudanden om paketslösningar
- Alla produkter saluförs med information enligt bilaga VI 811/2013
- All reklam med energirelaterad information samt prisinformation innehåller hänvisning till energieffektivitetsklassen
- Allt tekniskt reklammaterial för en viss modell som beskriver dess specifika tekniska parametrar skall innehålla en hänvisning till energieffektivitetsklassen.

6.4.1.1 Kaminer (fastbränsle rumsvärmare)

(3- Information/tillägg)

Ekodesignkraven för att få släppa ut fastbränsle rumsvärmare (kaminer) fastställs i förordning 2015/1185. Förordningen omfattar rumsvärmare för fastbränsle med en nominell avgiven värmeeffekt på högst 50 kW. Förordningen ställer krav på verkningsgrad, utsläpp av partiklar, organiska gasformiga föreningar (OGC), kolmonoxid (CO) och kväveoxider (NOx).

- Följande produktgrupper är undantagna från kraven i genomförandeförordningen:
- rumsvärmare för fastbränsle som är avsedda endast för förbränning av icke träbaserad biomassa,
- rumsvärmare för fastbränsle som är specificerade endast för utomhusbruk,
- rumsvärmare för fastbränsle vars direkta värmeeffekt är mindre än 6 % av den totala direkta och indirekta värmeeffekten vid nominell avgiven värmeeffekt,
- rumsvärmare för fastbränsle som inte är fabriksmonterade eller som inte levereras av en och samma tillverkare som prefabricerade komponenter eller delar att montera på plats,
- produkter för ventilationsvärme,
- bastuaggregat.



6.4.1.2 Ekodesigngenomförandeförordningen i relation till byggproduktförordningen

(3- Information/tillägg)

Ekodesignförordningen för rumsvärmare innehåller krav på fler utsläppsparametrar än vad det finns metoder för i de nu gällande harmoniserade byggproduktstandarderna för rumsvärmare.

För att undvika att ekodesignförordningen kräver att produkterna ska bedömas med andra metoder än de som finns i de harmoniserade byggproduktstandarderna ska de standarder som kommer att täckas av eko-designkraven för rumsvärmare revideras. Arbetet med att ta fram de nya standarderna, prEN 16510, som ska ersätta flera nu gällande byggproduktstandarder, pågår fortfarande. Dessa standarder kommer att harmoniseras under såväl byggproduktförordningen som eko-designdirektivet. En harmoniserad standard under byggproduktförordningen ska innehålla provningsmetoder för att bedöma produktens prestanda.



Nya harmoniserade standarder under byggproduktförordningen ska inte innehålla krav på produkten i form av pass/fail-kriterier (inklusive tröskelvärden). Remissversionen av standarderna prEN 16510 som skickades ut 31 januari 2013 innehåller pass/fail-kriterier. Arbetet pågår fortfarande (sept 2016) varför det inte är säkert att standarden i sin nuvarande utformning kommer att kunna harmoniseras under byggproduktförordningen. De nuvarande harmoniserade standarderna under byggproduktförordningen gäller fram till det finns nya harmoniserade standarder, under förutsättning att de nuvarande standarderna inte dras tillbaka.

6.4.2. Pannor

(2- Kännedom)

Villkoren för att få släppa ut eller ta en fastbränslepanna i bruk fastställs i förordning 2015/1189 (Ekodesignkraven). Förordningen gäller från 2020 och innehåller krav på:

- Säsongsmedelverkningsgraden för rumsuppvärmning för värmepannor med en nominell avgiven värmeeffekt på 20 kW eller mindre får inte vara mindre än 75 %; säsongsmedelverkningsgraden för rumsuppvärmning för värmepannor med en nominell avgiven värmeeffekt på mer än 20 kW får inte vara mindre än 77 %.
- Säsongsmedelutsläppen från rumsuppvärmning avseende partiklar får inte överstiga 40 mg/m³ för automatiskt matade värmepannor, och får inte överstiga 60 mg/m³ för manuellt matade värmepannor.
- Säsongsmedelutsläppen från rumsuppvärmning avseende organiska gasformiga föreningar får inte överstiga 20 mg/m³ för automatiskt matade värmepannor, och får inte överstiga 30 mg/m³ för manuellt matade värmepannor.
- Säsongsmedelutsläppen från rumsuppvärmning avseende kolmonoxid får inte överstiga 500 mg/m³ för automatiskt matade värmepannor, och får inte överstiga 700 mg/m³ för manuellt matade värmepannor.
- Säsongsmedelutsläppen från rumsuppvärmning avseende kväveoxider får inte överstiga 200 mg/m³ för värmepannor för biomassa, och får inte överstiga 350 mg/m³ för värmepannor för fossilt bränsle.

6.4.2.1 Ekodesigngenomförandeförordningen i relation till EN 303-5 klass 5

(2- Kännedom)

Om kravnivåer liknande ekodesign förs in i BBR tidigare än 2020 skulle regleringen enligt Boverket kunna utformas så de följer kraven i EN 303-5. För fastbränslepannor. Boverket föreslår att ekodesignkravnivåerna för utsläpp av partiklar, OGC och CO, samt krav på verkningsgrad motsvarande klass 5 i SS-EN 303-5 skulle kunna införas i BBR. Däremot bör inte något krav på utsläpp av NO_x införas i nuläget utan nivåerna bör istället anges.



För fastbränslepannor har Boverket, efter samråd med Naturvårdsverket och Energimyndigheten, utformat ett förslag som innebär att det i BBR ställs krav på utsläpp av partiklar, organiska gasformiga föreningar (OGC) och kolmonoxid (CO) motsvarande de kommande ekodesignnivåerna. Det skulle även kunna ställas krav på verkningsgrad motsvarande klass 5 i standarden SS-EN 303-5 i BBR. Kravens omfattning och tidpunkten för ikraftträdande har utformats med beaktande av de konsekvenser som ändringen kan förväntas medföra och den teknik som finns tillgänglig på marknaden.

Krav på låga utsläpp av NO_x i kombination med höga krav på utsläpp OGC, partiklar och CO är svåruppnåeliga för dagens vedpannor. *En reduktion av oförbrända ämnen som kolväten och CO innebär ofta en högre förbränningstemperatur vilket leder till högre utsläpp av termiskt NO_x.* Vedpannor har en lång livslängd och därmed en låg utbytetakt. Mot denna bakgrund är det rimligt att endast införa vissa av kraven, även om krav på samtliga utsläppsparametrar i ännu högre grad skulle minska utsläppen.

Dagens pelletspannor klarar däremot kravet på NO_x, även i kombination med höga krav på övriga utsläpp. Det är därför inte nödvändigt att införa krav på NO_x för pelletspannor, eftersom utsläppsnivåerna från pelletspannor i de flesta fall redan är låga. Utsläppskraven bör utformas så att de är olika för manuellt matade pannor och automatiskt matade pannor. Kravnivåerna bör motsvara dem i genomförandeförordning nr 2015/1189 för fastbränslepannor.

En eventuell reglering i föreskrifter behöver kompletteras med ett allmänt råd i BBR som anger att utsläppshalterna bör bedömas enligt SS-EN 303-5:2012/20 eller annan jämförbar metod. Standarden innehåller bedömningsmetoder för samtliga rökgasutsläpp.

I genomförandeförordningen för ekodesigndirektivet används en annan beräkningsmetod för verkningsgrad än den metod som beskrivs i SS-EN 20 SS-EN 303-5:2012 (Värmepannor – Del 5: Värmepannor för fasta bränslen, manuellt och automatiskt matade, nominellt avgiven effekt upp till 500 kW). Ekodesignmetoden finns inte heller beskriven i någon annan EN-standard.

Skillnaderna i beräkning gör dels att kraven på säsongsmedelverkningsgrad är svåra att jämföra med det resultat för verkningsgrad som kan redovisas efter en bedömning enligt SS-EN 303-5, dels att kravnivåerna är svåra att uppnå.



Bild 92. Boverket menar att ett eventuellt krav på verkningsgrad för pannor bör utformas så att kravet kan verifieras med metoden i SS-EN 303-5:2012 eller annan jämförbar metod. Kravnivån bör motsvara klass 5 enligt i SS EN 303-5:2012.

6.5.1 CE-märkning

(2- Kännedom)

Produkter som uppfyller kraven i ekodesignförordningarna ska CE-märkas (ekodesigndirektivet art. 3). Produkter som omfattas av en harmoniserad standard under byggproduktförordningen ska även de CE-märkas. Varje produkt ska bara ha *en enda CE-märkning som visar att produkten överensstämmer med alla tillämpliga krav* som fastställs i tillämplig unionslagstiftning om harmonisering som innehåller föreskrifter om CE-märkning.

Varje produkt kan därför endast ha en CE-märkning. De produkter som omfattas av både ekodesign och byggproduktförordningen ska ha en CE-märkning där det framgår vilken prestanda som har uppfyllts enligt ekodesignförordningen och vilken information som är relaterad till byggproduktförordningen.

6.5.2. Tillsyn enligt ekodesigndirektivet

(2- Kännedom)

Energimyndigheten är svensk marknadskontrollmyndighet över ekodesigndirektivet och därmed också över CE-märkningen enligt ekodesigndirektivet.

Boverket förblir tillsynsmyndighet enligt byggproduktförordning (CE-märkning enligt byggproduktförordningen) och över byggprodukters lämplighet enligt Boverkets byggregler och om de är säkra (enligt produktsäkerhetslagen). Energimyndighetens tillsynsansvar träder i kraft först när eko-designkraven blir tillämpliga fullt ut, dvs. 2020 och 2022.

Kommunernas roll som tillsynsmyndighet ändras inte.

6.5.2.1. Övergångsregler

(2- Kännedom)

Ekodesignförordningarna tillåter att medlemsstaterna under en övergångsperiod från deras införande till dess tillämpning i 2020 respektive 2022 tillämpar andra krav än de som kommer att gälla under ekodesignförordningarna.

6.6 Miljöstyrande insatser, skatter och avgifter

(3- Information/tillägg)

Det finns en mängd olika styrmedel på miljöområdet, *förbud, skatter, kvoter, utsläppsrätter, pantsystem, avgifter, gröna certifikat, märkning, subventioner och så vidare.*

Miljöekonomiska styrmedel ses som en viktig komponent på vägen mot ett hållbart samhälle. I propositionen med namnet *Svenska miljömål - för ett effektivare miljöarbete skriver miljödepartementet* att vi därför ska verka för att förbättra prissignaler genom att internalisera externa miljökostnader och öka användningen av ekonomiska styrmedel i miljöpolitiken.

Ekonomiska	Regleringar	Information	Forskning
• Skatter	• Gränsvärden för utsläpp	• Upplysning	• Forskning
• Skatteavdrag	• Krav på bränsleval och energieffektivitet	• Rådgivning	• Utveckling
• Avgifter	• Långsiktiga avtal	• Opinionsbildning	• Demonstration
• Bidrag	• Miljöklassning		• (Teknikupphandling)
• Subventioner			
• Pant			
• Handel med utsläppsrätter			
• Handel med certifikat			

Bild 93. Tabell som visar hur våra svenska styrmedel fördelas i samhället

Det finns många exempel på införda styrmedel av olika typer i svensk miljöpolitik, kväveavgiften, svavelskatten, utsläppsrätter för koldioxid och andra. *Energiskatt är ett samlingsbegrepp för punktskatter på bränslen och elkraft.* Grovt kan energiskatterna delas upp i fiskala och miljöstyrande skatter.

Till miljöstyrande skatter räknas koldioxid- och svavelskatt medan den allmänna energiskatten i första hand är en fiskal skatt. Någon skarp gräns mellan dessa skattetyper finns emellertid inte eftersom båda har såväl miljöstyrande effekt som fiskal funktion.

Något som det talas mycket om internationellt för att uppnå en effektiv miljöpolitik är att minska de potentiellt miljöskadliga subventionerna. På Naturvårdsverkets hemsida skriver man att det finns subventioner som leder till att miljöproblemen ökar.

6.6.1 Energi och Koldioxidskatt (3- Information/tillägg)

Allmänna energi- och koldioxidskatter från 1 januari 2016, exkl. moms

Tabell 14. Allmänna energi- & miljöskatter från 1 jan 2016

	Enhet	Energiskatt	CO2-skatt	Svavelskatt	Total skatt	Skatt	öre/kWh
Bränslen							
Eldningsolja 1 (<0,05 % svavel)	kr/m ³	846	3 204	-	4 050		40,7
Eldningsolja 5 (0,4 % svavel)	kr/m ³	846	3 204	108	4 158		38,7
Kol (0,5 % svavel)	kr/ton	643	2 788	150	3 581		47,4
Gasol	kr/ton	1 087	3 370	-	4 457		34,8
Naturgas	kr/1000 m ³	935	2 399	-	3 334		30,5
Råttolja	kr/m ³	4 050	-	-	4 050		41,3
Torv, 45 % fukthalt (0,24 % svavel)	kr/ton	-	-	40	40		1,4
Drivmedel							
Bensin, blyfri, miljöklass 1	kr/l	3,72	2,59	-	6,31		69,3
Låginblandad etanol	kr/l	0,97	-	-	0,97		16,6
Etanol i E85	kr/l	1,00	-	-	1,00		17,2
Diesel, miljöklass 1	kr/l	2,36	3,20	-	5,56		56,7
Låginblandad FAME	kr/l	2,17	-	-	2,17		23,6
Höginblandad FAME	kr/l	1,18	-	-	1,18		12,8
Naturgas/metan	kr/m ³	-	2,40	-	2,40		24,7
Gasol	kr/kg	-	3,37	-	3,37		26,3
Elanvändning							
El, norra Sverige	öre/kWh	19,3	-	-	19,3		19,3
El, övriga Sverige	öre/kWh	29,2	-	-	29,2		29,2
Elanvändning, industriella processer	öre/kWh	0,5	-	-	0,5		0,5

Källa: Skatteverket, Energimyndighetens bearbetning.

Anm: Utöver skatterna tillkommer moms med 25 % (avdragsgill för företag och industri).

Bild 94. Tabellen visar den allmänna energiskatten som betalas för de flesta bränslen och baseras bland annat på energinnehållet. (Beslutad vid regeringssammanträde den 30 juni 2011)

- Koldioxidskatten betalas per utsläppt kilo koldioxid för alla bränslen utom biobränsle och torv. Den generella nivån på koldioxidskatten höjdes med 1 öre den 1 januari 2010 och uppgår till 105 öre per kilo koldioxid.
- Svavelskatten uppgår till 30 kronor per kilo svavelutsläpp på kol och torv. För olja är den 27 kronor för varje tiondels viktprocent svavelinnehåll per kubikmeter olja. Olja med mindre än 0,05 viktprocent svavelinnehåll är befriad från svavelskatt.
- Miljöavgiften för utsläpp av kväveoxider uppgår till 50 kronor per kilo utsläppta kväveoxider för pannor, gasturbiner och stationära förbränningsanläggningar på minst 25 GWh/år. Kväveoxidavgiften är dock statsfinansiellt neutral och återbetalas i proportion till respektive anläggnings energitillförsel. Detta innebär att endast de med störst utsläpp per producerad nyttiggjord energi blir nettobetalare.
- Bränsle som används för att framställa el är i Sverige befriad från energi- och koldioxidskatt.

6.6.2. Utsläppshandel med Gröna Certifikat (3- Information/tillägg)

EU:s system för handel med utsläppsrätter syftar till att minska utsläppen av växthusgaser. Systemet utvecklas fortlöpande och det är viktigt att hålla sig uppdaterad.

Styrning av utsläpp genom utsläppshandelssystem kräver att regleraren sätter ett tak för aktörernas samlade utsläpp. Utsläppskvoter motsvarande denna volym delas ut till aktörerna (här medlemslän-

dernas regeringar) vilka därefter kan handla utsläppskvotenheter med varandra. Denna handel etablerar ett pris på kvotenheter. Aktörer som kan minska sina utsläpp till lägre kostnader än detta pris, har incitament att göra så och sälja de kvotenheter som frigörs.

Utsläppshandel berör normalt inte installatörsföretagen men mer information för den som är intresserad finns på <http://www.utslappshandel.se/ustart>.

6.6.3 Klimatklivet- lokala klimatinvesteringar

(3- Information/tillägg)

Naturvårdsverket satsar på lokala investeringar för största möjliga klimatnytta. Det huvudsakliga syftet med satsningen Klimatklivet är att minska utsläppen som påverkar klimatet.

Satsningen Klimatklivet är en del av den statsbudget som riksdagen beslutat om för 2016. Naturvårdsverket ska i samverkan med andra centrala myndigheter och länsstyrelserna ge stöd till lokala klimatinvesteringar. Under 2015 uppgick stödet till 125 miljoner kronor. Ytterligare 600 miljoner kronor per år kommer att delas ut för klimatinvesteringar för 2016, 2017 och 2018.

Naturvårdsverket prövar ansökningarna med stöd av uppgifter och yttranden från länsstyrelserna, Energimyndigheten och vid behov andra centrala myndigheter.

6.6.3.1 Klimatklivet har hög ambition

(3- Information/tillägg)

Stödet ska gå till klimatinvesteringar på lokal nivå. En lokal investering kan till exempel göras i en stad, kommun, på ett företag, i en skola eller i ett län. De investerade medlen ska ge största möjliga klimatnytta och det huvudsakliga syftet är att minska växthusgasutsläppen. Spridning av teknik, marknadsintroduktion och påverkan på andra miljö kvalitetsmål, hälsa och sysselsättning är andra önskade effekter av stödet. Satsningen Klimatklivet bygger på de klimat- och energistrategier som arbetats fram på lokal och regional nivå.



Alla förutom privatpersoner kan söka medel, till exempel kommuner, företag, landsting, organisationer och stiftelser. När det gäller företag (organisationer som bedriver ekonomisk verksamhet) är det EU:s regelverk om statsstöd som styr vad Naturvårdsverket kan ge stöd till och i vilken omfattning. Stöd till miljöskydd kan ges i enlighet med den så kallade gruppundantagsförordningen (kommissionens förordning (EU) nr 651/2014). Stöd i mindre omfattning kan ges i enlighet med den så kallade de minimiförordningen och de villkor som anges där (kommissionens förordning (EU) nr 1407/2013). Det vanliga är att det krävs viss medfinansiering, enligt de statsstödsregler som finns.

Åtgärder som kan få stöd är konkreta klimatsatsningar inom till exempel transporter, industrier, bostäder, lokaler, stadsbyggnad och energi. Exempel på åtgärder som kan få stöd är:

- Laddinfrastruktur för elfordon
- Biogasanläggningar
- Byte av fossil olja till biobränsle eller fjärrväme
- Utbyggnad av mindre fjärrvärmenät
- Lustgasdestruktion
- Cykelbanor och infrastruktur för cykel
- Kommunikationsinsatser

De åtgärder som kan få stöd från Klimatklivet ska vara mer ambitiösa än vad lagen kräver. Stöd kommer inte att ges till åtgärder som är lönsamma utan stöd vid investeringstillfället.

Stöd kan exempelvis ges för åtgärder som identifierats vid energikartläggningar och energideklarationer eller kostnads/nyttoanalyser, som komplement till strukturfondsfinansiering. Det kan också vara samverkansprojekt där flera parter behöver involveras eller där åtgärderna är samhällsekonomiskt kostnadseffektiva men inte privat- eller företagsekonomiskt lönsamma, eller andra åtgärder som är viktiga för att minska växthusgasutsläppen.

Klimatklivet kompletterar andra delar klimatpolitiken, till exempel handel med utsläppsrätter och elcertifikat. Åtgärder som omfattas av dessa styrmedel kan inte få stöd från Klimatklivet.

6.6.3.2 Bedömning och beräkning (3- Information/tillägg)

Klimatklivet ska ge stöd till de åtgärder som har störst minskning av växthusgasutsläpp per investeringskrona. Det innebär att beräkningen av klimatnytta är utslagsgivande för vilka åtgärder som kan beviljas stöd. Beräkningen ska visa hur växthusgasutsläppen förändras genom åtgärden. Ett vanligt exempel är att utsläpp på grund av användning av olika energislag utan investeringen och med investeringen under åtgärdens livslängd jämförs.

I vissa fall behöver beräkningarna av klimatnytta även innehålla bedömningar. Det kan handla om hur stor användning av en laddningsstation som kan antas eller vilken betendeförändring som förväntas av en ny cykelbana. Här behöver sökande visa på trovärdiga underlag.

Om samma utsläppsminskningar kan åstadkommas med olika åtgärder kan de åtgärder som också ger positiva effekter för exempelvis hälsa, sysselsättning, eller teknikspridning premieras.

Bilden t.h. beskriver beräkning av minskade växthusgasutsläpp för ansökningar i Klimatklivet. Se även Bilaga 4. Mer information finns också via hemsidan <http://www.naturvardsverket.se/klimatklivet>. Länsstyrelsen ger också råd och stöd till dig som ska ansöka till Klimatklivet.

Faktorer för växthusgasutsläpp, CO₂-ekvivalenter

	g/MJ kg/GJ	g/kWh kg/MWh
Använda i ansökningsomgång 1		
(Fast) biobränsle för värme, t ex skogsfäll	2,6	9
Biogas från avfall, gödsel	11	40
Biogas från grödor	20	72
Biogas från slam	3,1	11
Diesel med knappt 5 % FAME och drygt 8 % HVO	86,3	311
El	35	125
Fjärrvärme	Lokalt värde	
Fjärrvärme, rikssnitt om lokalt värde saknas	17	60
Fordonsgas ⁴	32	117
Gasol	72	259
Naturgas för värme, naturgas som drivmedel	69	248
Olja, eldningsolja 1, Eo1	80	288
RME, bioolja	18	65
Träpellets	5,2	19

Utsläppsfaktorer som kan användas i senare ansökningsomgångar

	g/MJ kg/GJ	g/kWh kg/MWh
Bark	1,6	6
E85 (85 % etanol)	35	126
Eldningsolja 2-5 (EO2-5)	82	295
Etanol från sockerbeter	11	40
Etanol från vete	29	104
Flygfotogen	78	281
Hushållsavfall	40	144
HVO	16	56
Returträ (RT-fäll)	0,9	3
Biobränsle från energiskog (Salix)	7,8	28
Solvärme	5,2	19
Spån, sågverksrester	1,6	6
Stenkol	107	385
Torv	118	425
Trädbriketter	5,8	21
Verksamhets-, grovavfall	26	94

6.7. Problem med dagens fastbränsleeldning

(1- Kunskap)

Det är framför allt de gamla omoderna vedpannor och kaminer som ger de största utsläppen av partiklar och besvärande emissioner. Utbytestakten är långsam och andrahandsmarknaden via t ex "Blocket" av gamla pannor är betydande. Enligt MSB:s "sotarstatistik" är fortfarande omkring 55 % av vedpannorna i villor av teknik som både är ineffektiv och ger emissioner som 100-falt överstiger modern ved-, flis- och pelletsteknik.

Att utsläpp från småskalig vedeldning är ett problem har konstaterats ett antal gånger och många förslag till åtgärder och styrmedel har förts fram mer än en gång. Utredningarna har ofta genomförts i samarbete mellan flera myndigheter. Men mycket lite har hänt när det gäller att komma till rätta med den stora andelen gamla vedpannor (55 %) och att begränsa möjligheterna att köpa och installera begagnad utrustning som inte uppfyller dagens krav.



Bild 95. Dålig vedeldning orsakar många klagomål och bidrar tillsammans med trafiken med en större del av de hälsovådliga partiklar som sprids och som enligt forskningen orsakar hälsoproblem och förtida dödsfall.

När vi studerar hur utsläppen av hälsovådliga luftföroreningar fördelas på respektive pannkategori blir bilden av var insatser borde göras tydlig. Det är de gamla befintliga pannorna som orsakar 70- 95 % av utsläppen.

Tabell 2.7 Utsläpp från ved- och pelletspannor fördelat per pannkategori för år 2013, ton

	OGC	Stoft	CO	NOx
Vedpanna, ej BBR	16 977 (96,5 %)	1 243 (71,8 %)	100 642 (89,1 %)	823 (36,9 %)
Vedpanna, BBR	588	387	11 449	882
Vedpanna, BBR ny	-	-	-	-
Vedpanna, ekodesign	-	-	-	-
Pelletspanna, ej BBR	2	6	53	31
Pelletspanna, BBR ⁵	25	95	828	492
Pelletspanna, ekodesign ¹	-	-	-	-
Totalt	17 592	1 731	112 971	2 229

Tabell 2.7 från Boverkets rapport 2016:6 Småskalig vedeldning

Bild 96. Utsläpp i ton/år från bioenergianläggningar. %-andel av totalt i rött.

Med aktiva insatser från myndigheterna sida borde en uppgradering och utfasning av de gamla pannorna kunna genomföras på högst 25 år.

Se problemet:

Om samtliga gamla pannor, som tillsammans enligt Boverket använder 2,54 TWh bioenergi skulle bytas ut mot pannor som uppfyller de nya kraven i BBR skulle utsläppen av:

OGC minska 16 815 ton **(-95,6 %)**,
Stoft med 1 047 ton **(-60,5%)** och
CO med 101 492 ton **(-86,1 %)**.

Dock skulle utsläppen av **NOx** öka med 423 ton **(+18,9 %)**.

6.7.1 Låg utbytestakt

(2- Kännedom)

Många kaminer och framförallt pannor har en lång förväntad livslängd. En normal användare behöver ytterst sällan köpa en ny panna eller en kamin. Ett köp innebär dessutom en ganska stor investering. Resultatet är att tröskeln för att köpa en ny mer effektiv panna eller kamin kan vara ganska hög. Tyskland har infört ett ekonomiskt stödsystem för att uppmuntra köp av modernare eldutrustningar.

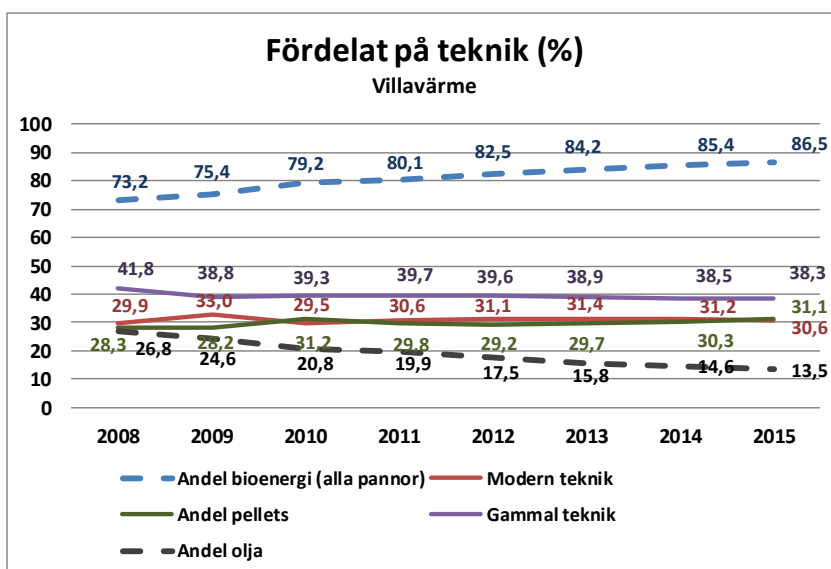


Bild 97. Drygt 85 % av alla villapannor eldas med fasta biobränslen. Drygt 30 % av dessa fastbränslepannor eldas med pellets och flis, resterande eldas med ved. Notera att flertalet (55 %) av vedpannorna är "Ej Miljögodkända".

Mer än hälften av alla vedpannor installerade hos landets villaägare uppfyller inte gällande miljökrav. Eftersom produkterna har lång livslängd kommer inte problemet lösas naturligt genom att innehavarna självmant väljer att köpa nya, moderna, effektivare produkter. Problemet förvärras av att det, vid utbyte av panna/kamin, på grund av okunskap och bristfällig tillsyn, fortfarande installeras begagnade pannor, samt att det även säljes nya produkter på marknaden som inte uppfyller dagens krav.

Dålig och emissionsmässigt undermålig teknik bidrar till att röster höjs för att undvika alla former av småskalig bioenergi, och allt fler klassar bioenergi som ett "andraklassens förnybart bränsle". Som installatör är det därför viktigt att du på det bestämdaste avråder från dessa installationer, och att du inte bidrar genom att saluföra produkter som inte uppfyller kraven. Läs även om vilket ansvar installatören har enligt Ekodesignkraven i kap 6.4.1.

6.7.2 Svårt att utöva tillsyn över det befintliga beståndet

(2- Kännedom)

Det är i första hand kommunen som har ansvaret för tillsynen att regelverket följs. Som tillsynsmyndighet har man ofta svårt vidta åtgärder mot det existerande beståndet. Det beror dels på svagt eller ottydligt juridiskt stöd för att vidta åtgärder, dels på att myndigheterna har svårt att rent praktiskt kunna vidta åtgärder. Antingen på grund av svårigheter att identifiera pannorna och kaminerna eller på grund av resursbrist.

När ett oseriöst företag tillverkar, säljer och/eller installerar undermåliga produkter är risker för att drabbas av böter eller sanktioner i dagsläget minimal trots att både lagstiftning och regelverk är mycket tydligt. Detta för att en uppföljande myndighetskontroll inte fungerar.

När bristande tillsyn leder till att gammal och miljöstörande teknik fortsatt installeras leder detta till en snedvriden konkurrens. Risken är uppenbar att seriösa aktörer, som bekostar produktutveckling och kontrollprogram, inte kan konkurrera då kunderna anlitar mindre seriösa aktörer som kan erbjuda lägre priser. Resultatet har blivit att det idag i princip inte finns någon kontroll alls på det befintliga beståndet och vilka produkter som säljs på andrahandsmarknaden.

6.7.3 Dagens krav är inte speciellt skarpa

(2- Kännedom)

Idag är endast ett fåtal parametrar föremål för absoluta krav. Pannor ska uppfylla krav på begränsat utsläpp av OGC. Braskaminer ska uppfylla vissa krav på utsläpp av CO och verkningsgrad. I dagsläget finns inget krav på att kaminer och pannor som installeras ska vara av bästa möjliga teknik.

Att byggreglerna endast ställer krav på att pannor ska ha begränsade utsläpp av just parametern OGC beror till viss del på att OGC ansågs vara en god indikatorparameter. Om kravet på OGC är uppfyllt håller pannans övriga egenskaper troligtvis en acceptabel nivå.

Den harmoniserade standarden för kaminer innehåller endast bedömningsmetoder för ett av ekodesignkraven, nämligen verkningsgrad och CO-utsläpp. Idag saknas alltså metoder för att redovisa t.ex. partikelutsläpp och OGC-utsläpp från kaminer. Denna standard genomgår just nu en revidering, då den ansågs otillräcklig. Revideringsarbetet är dock inte färdigt.

6.7.4 Byggherren får kanske ta alltför stort ansvar

(2- Kännedom)

Den *nuvarande svenska regleringen* lägger ett **stort ansvar på byggherren** att förstå byggreglerna och välja lämpliga produkter. Ingen åt-skillnad görs mellan lekmän och professionella byggherrar. Det kan i praktiken leda till problem, eftersom byggreglerna säl-
lan är produktspecifika.

Både pannor och kaminer för småskalig vedeldning säljs ofta till privatpersoner. Visserligen hjälper en installatör ofta till med val av produkt och installatören har därför också ett visst ansvar enligt konsumentlagstiftningen, men *det juridiska ansvaret för att välja produkt är fortfarande byggherrens*. Detta fungerar oftast bra när byggherren är ett större företag, men när det gäller exempelvis åtgärder i en villa är det ofta villaägaren själv som är byggherre.

De flesta villaägare är inte medvetna om det ansvar som detta innebär. Många tror felaktigt att de produkter som finns på marknaden uppfyller grundläggande krav. En annan vanlig missuppfattning är att CE-märkning under byggproduktförordningen är ett godkännandemärke, **såsom exempelvis CE-märkningen enligt ekodesigndirektivet kommer att bli**.

För vedpannor ställs i dagsläget (2016) enbart krav på att OGC-emissionerna ska vara under en viss utsläppsnivå. Eftersom det inte finns krav på att pannans prestanda i övrigt ska redovisas, får byggherren lita på att tillverkaren (och leverantören/installatören) har provat och bedömt att pannan är lämplig (dvs uppfyller kraven) *eftersom endast lämpliga produkter får tillhandahållas och användas*.

Många byggherrar är troligtvis inte medvetna om sitt ansvar. Därutöver finns troligtvis även en grupp köpare som inte är intresserade av att ta sitt ansvar. Resultatet är att produkter som inte uppfyller kraven, blir installerade och använda.



Bild 98. När det gäller villabyggen är det ofta villaägaren själv som är den formelle byggherren med ett ansvar som man sällan är medveten om.

Sammanfattning:

- Oavsett om en panna eller kamin är bygglovspliktig eller inte, ska **byggherren** se till att produkten uppfyller de byggregler som gäller vid installationstillfället.
- Byggherren kan kräva att **säljaren** styrker produktens prestanda med intyg, certifikat eller testresultat

6.7.5 Eldningsbeteendet

(2- Kännedom)

För att en kamin eller en ved- eller pelletspanna ska få en så ren och fullständig förbränning som möjligt krävs att eldningen sker på optimalt sätt och att eldningen sker med det bränsle som produkten är avsedd att användas med. *Ofullständig förbränning och felaktigt bränsle är två bidragande orsaker till utsläppen från utrustning för småskalig vedeldning.* Kunskapen och handhavandet hos användaren är ofta en bidragande orsak till att utsläppen från småskalig vedeldning orsakar problem.

Man ser kanske heller inte röken från den egna skorstenen, och bor man på landet så kan det vara långt till närmaste granne. För personer med god tillgång till ved är kostnaden för bränsle inte stor. Den enskilde har därför heller inte omedelbart ett incitament att spara bränsle genom att elda på mest effektiva sättet.



Bild 99. När man drabbas av klagomål är det oftast lättare att försöka skylla på någon annan.

Tänk på att det är du som installatör som har skyldigheten att förvissa dig om att kunden har förstått hur anläggningen fungerar och hur den skall eldas. Inte heller du kan skylla på någon annan.

7. Prestandaprov och metoder

(1- Kunskap)

Även om dagens bioenergisystem är enkla att sköta och till stor del fungerar utan alltför mycket besvär så gäller oavsett vad man väljer för utrustning att det finns ett behov av tillsyn och service.

Syftet med rökgasmätning är att säkerställa en miljövänlig och ekonomisk drift för alla typer av förbränningsanläggningar.



7.1 Provningsmetoder

(1- Kunskap)

Såväl konsument som företag och myndighet vill kunna veta hur bra (eller dålig) en produkt är i förhållande till gränsvärden eller andra liknande produkter. Tester och provningsregler är därför viktiga verktyg både när det gäller marknadsföring och teknikutveckling. *Det är inte alls säkert att olika länder och olika provplatser tillämpar samma provningsmetod.* Bara en sådan sak som när provtagningen börjar och slutar kan förändra resultaten radikalt.

En teknikutveckling startar ofta med nya krav. *Det kan vara krav från samhället eller krav som konsumenttrycket ställer.* Då börjar utvecklingen med att utveckla produkter och finna nya lösningar som klarar kraven. Krav som sedan verifieras av provningen. Därigenom säkras en fortsatt plats på marknaden.

Vissa produkter kan gynnas av en provningsmetod medan andra missgynnas. Eftersom företagen vet hur provningen går till och samtidigt vill att produkten skall få så bra resultat som möjligt finns risk för att *provningsmetoden kan vara mer styrande för produktutvecklingen än konsumentens krav och önskemål.* Därför är det viktigt att provningsmetoden efterliknar de driftfall som produkten kommer att arbeta under sedan den installerats. Annars får vi en utveckling som leder mot fel slags produkter på marknaden.

Att mäta en produkts verkningsgrad och miljöprestanda kan tyckas vara en enkel sak. Men riktigt så enkelt är det inte alltid. I detta kapitel pekar vi på möjligheter/svårigheter med att testa produkter.

7.2 Uppstart & nedeldning

(1- Kunskap)

Dagens moderna ved- och pelletspannor har ofta mycket bra och stabila prestanda under drift. Det är inte ovanligt att utsläppen ligger nära noll i form av oförbrända kolväten och på något tiotal ppm när det gäller CO. I sådana fall är uppstart och nedeldning ofta direkt avgörande för hela resultatet.

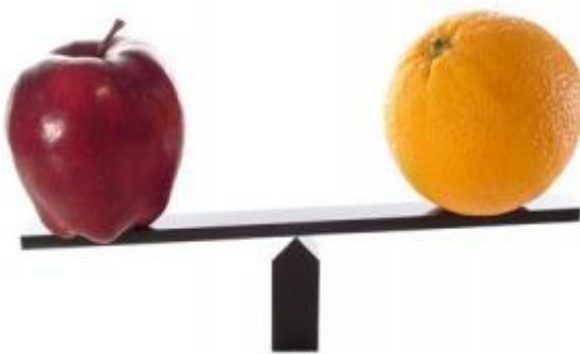
Om man börjar provningen direkt i samband med upptändning är det inte omöjligt att de första minuternas eldning i extremfall kan svara för 70- 90% av det totala utsläppet under en hel eldningscykel. Därmed blir heller inte provet speciellt utslagsgivande för produktens verkliga prestanda då en dålig eller misslyckad uppstart slår igenom helt på resultatet. *Hela provningen blir därför hasardartad.*



Bild 100. Bilden visar en rökgasanalys som genomförs hemma hos kunden med hjälp av ett handinstrument.

Det är därför ovanligt att en provningsmetod startar direkt från upptändning. Man tillåter ofta en viss uppstart med en tändbrasa av viss storlek eller så startar man provet efter en viss tid eller vid en viss panntemperatur. Men oavsett vilken metod man använder så kommer detta att gynna eller missgynna någon produktgrupp.

T ex. Om man väljer att starta provtagningen när pannvattnet nått en viss temperatur så gynnas produkter med stor keramikkvikt. Under uppstarten går en stor del av energin åt att värma keramiken och pannvattentemperaturen ökar långsamt. *Man får en lång uppstart – med försämrade miljöresultat som aldrig redovisas – för att sedan under själva provet ha nytta av en större mängd het keramik som stabiliserar både förbränningstemperatur och miljöprestanda.*



När man ser hur mycket olika konstruktioner kan påverka resultatet är det lätt att inse att hur man än gör **en provningsmetod kan den aldrig bli helt rättvis**. Eftersom tillverkarna känner till hur provningsmetoden är utformad kommer man att bygga produkter som är så gynnade som möjligt av metoden. Med exemplet ovan vill jag visa att eftersom vi idag enbart redovisar pannverkningsgrad och miljöprestanda så gynnas produkter med större tröghet.

En lättare konstruktion får en snabbare uppstart och har samtidigt en mindre tröghet. I driftfas kan därför produkten få ett något yvigare prestanda med högre emissioner under själva provningen. Trots att denna produkt totalt sett mycket väl kan ha producerat mindre än hälften så stora utsläpp (om man inkluderar uppstarten) ser resultatet av provet ut som om *förhållandet varit det omvända*.

För miljövärden tillämpas BBR-21:s gränsvärden (kap 6:741) som för manuellt eldade villapannor är 150 mg OGC/nm³ vid 10% O₂ och för automatiskt eldade villapannor och brännare är 100 mg OGC/nm³ vid 10% O₂. Ännu finns inga miljökrav på CO och stoft, men strängare krav enligt EN 303-5 lass 5 är på väg att införas och en viss ytterligare skärpning kommer med ekodesignkraven 2020.

Eftersom uppstarten är så avgörande bör vi stimulera utvecklingen av produkter med små uppstartsutsläpp. Men provningsmetoder idag verkar i direkt motsatt riktning och stimulerar värme-

tröga produkter. Det betyder även att konstruktionens tröghet har betydelse för en pannas verkningsgrad. Det kan vara svårt att exakt avgöra när man skall avbryta energiproduktionen. Efter avslutad eldning, finns det, i en större keramikmassa ackumulerad energi från uppstarten som kan ge eftervärme och ytterligare några extra kWh energi som i sin tur ökar pannverkningsgraden.

Om man däremot tittar på systemverkningsgraden så är restvärmen i pannan, sedan laddningscirkulationen upphört, alltid en förlust. Ju större vattenvolym och keramikvikt en vedpanna har desto sämre blir systemverkningsgraden. Se även kap 5.

Exempel: Panna A innehåller 50 liter vatten och 20 kg keramik. Uppstartningsenergin för att varmda pannan blir c:a 9,5 kWh (3,5kWh (vatten) + 6,0 kWh (keramik) = 9,5 kWh). Panna B innehåller 150 liter vatten och 60 kg keramik. Här blir uppstratsenergin ungefär (10,5 kWh (vatten) + 18 kWh (keramik) = 28,5 kWh

Tänk på:

- Ju större vattenvolym och vikt av keramik i pannan desto sämre blir systemverkningsgraden.
- Installationsmetod och isolering påverkar prestandan mer än man tror.
- Högre effekt ger ofta kortare uppstart och kortare drifttider.

Om panneffekten är c:a 30 kW gör detta att panna A 20 minuter efter uppstart är driftsatt och laddar ackumulator tanken medan panna B behöver nästan en hel timmas uppstart. Om båda pannorna har samma pannverkningsgrad – säg 80% - blir ändå skillnaden i systemverkningsgrad betydande.

Om man i båda fallen tillför ett vedinlägg på 150 kWh så ger pannverkningsgraden 120 kWh energi-produktion. När panna A sedan "offrar" ytterligare 9,5 kWh på energi som aldrig kan utnyttjas i värmesystemet blir systemverkningsgraden $(120 - 9,5) / 150 = 73,7 \%$, medan panna B får systemverkningsgraden $(120 - 28) / 150 = 61,3 \%$. **En skillnad på mer än 12 procentenheter trots att det i pannverkningsgraden ser ut som pannorna är helt likvärdiga.**

Om provningen statar vid varmeldad panna kommer produkter som har mycket vatten och keramik att gynnas genom stabilare prestanda. Men samma produkter skulle tappa rejält om man istället redovisat systemverkningsgraden som nyttiggjord energi för hela eldningen. Detta hade varit en provning som bättre skulle stämma överens med konsumentens krav på verkningsgrad och myndighetens krav på totala utsläpp.

Men eftersom det är svårt att få kontrollerade och likvärdiga uppstarter, samtidigt som emissionerna är betydande, skulle det totala resultatet för hela testet bero på hur man lyckats med uppstarten. Därför startar man mätningen vid en tidpunkt där pannan har uppnått arbetstemperatur även om detta inte är optimalt för de verkliga prestandan.

7.3 Testmetoder

(2- Kännedom)

Idag finns det även andra testmetoder än de som krävs av våra myndigheter. Högt ställda konsumentkrav och krav på säkerhet och miljö har lett till att frivilliga provningsmetoder har tagits fram. Mest kända är förmodligen Svanenkrav och P-märkningskrav.

Svanen är det nordiska miljömärkningssystemets symbol. Nordiska ministerrådet instiftade märket 1989. Svanmärket utfärdas i *Finland, Sverige, Norge, Danmark och Island*. I Sverige ansvarar SIS Miljömärkning AB för arbetet med Svanenmärkning. Svanenmärkningen är en frivillig, positiv miljömärkning av varor och tjänster med ett gemensamt inregistrerat varumärke, "Svanen". Produkter som märks med Svanen ska uppfylla särskilda kriterier som säkerställer att dessa produkter innebär mindre miljöproblem än andra produkter för samma ändamål. Produktens hela livscykel, från råvara

till avfall, studeras. Kvalitets- och funktionskrav ställs för att garantera minst samma egenskaper som för andra produkter. Kriterierna tidsbegränsas och revideras successivt för att säkerställa att de Svanmärkta produkterna hela tiden tillhör de bästa ur miljösynpunkt.



Nordiska Ministerrådet beslutade 1989 att införa en frivillig och positiv miljömärkning i Norden. Verksamheten leds av Nordiska Miljömärkningsnämnden som bl.a. beslutar om vilka produktgrupper som kan miljömärkas och kriteriernas slutliga utformning. Varje land har ett sekretariat och en styrelse/nämnd som ansvarar för arbetet. I Sverige är det SIS Miljömärkning AB som ansvarar för arbetet.

Kriterierna fastställs efter en grundligbedömning av miljöbelastningen under produktens hela livscykel. Kostnaden för att märka en produkt består dels av en ansökningsavgift (och eventuell provningskostnad) samt en årsavgift baserad på produktens omsättning. Sedan slutet av år 2000 finns det även Svanenregler för pellets- och vedeldningsteknik. Förutom krav på verkningsgrad finns krav på utsläpp av oförbrända rökgaser som är strängare - och mer omfattande - än de krav som t ex ställs i BBR och även stängare än miljökraven för SP:s P-märkning. Mer information om Svanen-kraven finns på www.svanen.nu. I dagsläget finns enbart ett antal vedkaminer Svanenmärkta.

För att underlätta för konsumenten att hitta rätt produkter med bra verkningsgrad och hög säkerhet har SP (Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut) tillsammans med branschföretagen tagit fram P-märkningsreger för pelletsteknik. Framtagandet av P-märkningsregler har skett med stöd från Energimyndigheten.



P-märkningen uppfattas idag ha spelat ut sin roll och används inte länge för nya produkter. P-märkningen var SP:s eget kvalitetsmärkningssystem vilket innebar att SP har granskat och garanterar att produkten minst uppfyller vad som krävs i all tillämpbar lagstiftning. Eftersom reglerna tagits fram i samarbete mellan branschen, myndighetskrav och SP kunde man enas om strängare krav än de som stod i lagen. Det betyder även att P-märkningen var frivillig, och att det bara var SP som kunde utfärda ett P-märke.

7.3.1 Provningsmetoder för vedpannor

(3- Information/tillägg)

EN 303-5 Standarden omfattar både manuellt och automatiskt matade pannor. Provningsen av flis- och pellets pannor skall ske vid *både* nominell effekt *och* den lägsta effekt som tillverkaren anger. Om lägsta effekt överstiger 30 % av pannans nominella effekt skall tillverkaren ange hur energin skall tas hand om t.ex. genom en ackumulatortank. Vedpannor avsedda för att eldas mot ackumulatortank bara behöver testas mot nominell effekt. Efter att pannan uppnått drifttemperaturen startar provtagningen omedelbart efter att första vedinlägget lagts in (inte efter 5 minuter). Provtagning sker kontinuerligt av CO och OGC, och stoft mäts intermittent.

Provningsen av vedpannor vid nominell effekt omfattar två vedinlägg och kravet är att effekten mellan de båda eldningscyklerna inte avviker mer än $\pm 20\%$. Den uppgivna nominella effekten vid en provning skall upprätthållas inom $\pm 8\%$, annars ändras den nominella effekten. Under dessa två eldningscykler tas minst 2 lika långa stoftprov per eldningscykel.

Varje stoftprov skall maximalt vara 30 minuter, vilket gör att fler än 4 stoftprov kan erfordras. För beräkningarna erfordras också mätning av CO₂ eller O₂. Pannverkningsgraden bestäms med den direkta metoden, dvs. genom kvoten nyttiggjordenergi och tillförd energi.

Feeding	Fuel	Useful Thermal Output kW	Emission Limits mg/m ³ at 10% O ₂ ^{*)}								
			CO			OGC			Particulates ^{*)}		
			Class	Class	Class	Class	Class	Class	Class	Class	Class
			3	4	5	3	4	5	3	4	5
Manual	Biogenic	≤ 50	5000	1200	700	150	50	30	150	75	60
		> 50 - 150	2500			100			150		
		> 150 - 300	1200			100			150		
	Fossil	≤ 50	5000			150			125		
		> 50 - 150	2500			100			125		
		> 150 - 300	1200			100			125		
Automatic	Biogenic	≤ 50	3000	1000	500	100	30	20	150	60	40
		> 50 - 150	2500			80			150		
		> 150 - 300	1200			80			150		
	Fossil	≤ 50	3000			100			125		
		> 50 - 150	2500			80			125		
		> 150 - 500	1200			80			125		

^{*)} Dry flue gas, 0°C, 1013 mbar.

6:7411 Fastbränslepannor

Från byggnader med fastbränslepannor med nominell effekt (Q) upp till 500 kW får utsläppen av partiklar, organiska gasformiga föreningar (OGC) och kolmonoxid (CO) uppgå till högst de värden som anges i tabell 6:7411.

Tabell 6:7411

Nominell effekt Q≤500 kW	Partiklar mg/m ³	OGC mg/m ³	CO mg/m ³
	Värdena gäller för torr gas vid 10 % O ₂ . Värdena korrigeras till 1013 hPa och 0 C (273 K).		
Manuellt matade pannor	60 mg/m ³	30 mg/m ³	700 mg/m ³
Automatiskt matade pannor	40 mg/m ³	20 mg/m ³	500 mg/m ³

Verkningsgraden vid nominell effekt får inte vara lägre än 87 procent för fastbränslepannor med en effekt mindre än 100 kW och inte lägre än 89 procent för fastbränslepannor med en effekt från 100 kW och upp till 500 kW.

Allmänt råd

Bestämning av utsläpp av partiklar, OGC och CO från fastbränslepannor samt av verkningsgraden bör utföras enligt SS-EN 303-5. Andra testmetoder än de som anges i SS-EN 303-5 får användas om de visar att föreskriftens krav uppfylls.

Fastbränslepannor med manuell bränsletillförsel bör utformas med en ackumulator eller motsvarande som möjliggör god energihushållning.

Bild 101. Överst: Emissionskrav enligt EN 303-5. Det finns i EU tre kravnivåer för godkännande – klass 3, 4 och 5. Där klass 5 är den strängaste. Nederst: Remissförslaget till ny BBR med krav som kommer att gälla efter nästa uppdatering (BFS 2017:xx BBR 25). Notera att dessa följer EN 303-5 klass 5.

Den viktigaste skillnaden mellan EN 303-5 och SP-METOD 1419 är att den senare simulerar eldning i en avkyld panna, dvs. mer realistisk förutsättning för en manuellt matad panna, medan EN 303-5 utgår från att pannan är uppvärmd till drifttemperatur, vilket sannolikt innebär att spridningen i uppmätta värden mellan de två eldningscyklerna blir mindre än för SP-METOD 1419 och att utsläppen

blir lägre än för SP-METOD 1419. Uppmätt verkningsgrad bör också bli högre för EN 303-5. Det snävare kravet på fukthalt för SP-METOD1419 borde innebära att reproducerbarheten blir högre mellan olika provningstillfällen. SP har presenterat mycket bra jämförelser mellan olika svenskaprovningsmetoder för vedeldade villapannor.

SP-METOD 2107 Metoden avser att simulera pelletsbrännare som direkt eldas mot husets värmebehov. Emissionerna av CO och OGC beräknas som ett medelvärde under ett test som tar ett dygn och omfattar effektuttagen 3 kW (12 tim), 9 kW (4 tim), 6 kW (4 tim) och 3 kW(3 tim) samt övergångar mellan dessa. Provtagning av CO, OGC, CO₂ och O₂ görs när el tillförs till brännaren. I det fall brännaren både har underhållsfyr och eltändning testas det driftfall som bedöms ge det högsta utsläppet. Vid nominell effekt fastställs verkningsgraden för kombinationen av testad pelletsbrännare och referenspannan.

7.3.2 Provningsmetoder braskaminer

(3- Information/tillägg)

Metoden SS-EN 13240 innebär att provobjektet installeras i ett provhörn. Provobjektet placeras på en våg för att kunna mäta bränsleförbrukning $\pm 20g$. En startbrasa enligt tillverkarens anvisningar får brinna upp och skapa en glödbädd, som får tända vedinlägget före provningen. Detta vedinlägg kallas för för-test och skall göra att provobjektet når stabil drifttemperatur.

Vedinläggets storlek beräknas utgående från tillverkarens uppgift om cykeltid, verkningsgrad och nominell effekt. För braseldning erfordras minst tre testperioder om minst $\frac{3}{4}$ timme vardera. Vågen avläses och provtagning av CO, CO₂ och ev. OGC startas. Rökgastemperatur och yttemperaturer på provhörnet registreras så att maximal temperatur kan fastställas. Ytterligare vedinlägg görs då vikten återkommit till ursprunglig plus aska inom 50 gram.

Om provtiderna ligger utanför $\pm 15\%$ från beräknad tid enligt av tillverkaren angiven nominell effekt, skall en beräkning utföras som visar att tillverkarens angivna nominella effekt uppnåtts alternativt att vid testens minsta tid skulle nominell effekt ha uppnåtts. Om detta inte är fallet är testen ogiltig och skall betraktas som ett för-test. Verkningsgraden beräknas från rökgastemperatur samt oförbränt i rökgaserna (CO) och i askan. Svårigheten i denna testmetod ligger i att erhålla betingelser så att de tre eldningarna blir tillräckligt lika och att erhålla tillverkarens angivna nominella effekt.

6:7412 Rumsvärmare

Från byggnader med rumsvärmare får utsläppen av kolmonoxid (CO) uppgå till högst de värden som anges i tabell 6:7412. Verkningsgraden vid nominell effekt får inte vara lägre än vad som anges i tabellen.

Tabell 6:7412

	CO vol. % (max) Värdena gäller för torr gas vid 13 % O ₂	Verkningsgrad % (min)
Braskaminer	0,12 vol. %	65 %
Pelletseldade kaminer	0,024 vol. %	79 %
Kökspannor	0,12 vol. %	65 %
Köksspisar	0,12 vol. %	65 %
Insatser	0,12 vol. %	60 %

Bild 102. Remissförslaget till ny BBR med krav som kommer att gälla efter nästa uppdatering (BFS 2017:xx BBR 25).

Allmänt råd

Bestämning av utsläpp av CO från rumsvärmare samt av verkningsgraden bör utföras enligt SS-EN 13240, SS-EN 14785, SS-EN 12809, SS-EN 12815 och SS-EN 13229.

SS-EN 13240 innehåller också en test vid låg eller reducerad effekt och en test för att se att förbränningen kan komma upp till nominell effekt igen genom att öka undertrycket till vad som anges för nominell effekt. Metoden anger ett specificerat undertryck beroende på nominell effekt för test vid nominell effekt, låg effekt och för säkerhetsprovet. Säkerhetstestet utförs med specificerad ved med fukthalt $15 \pm 3 \%$, som läggs in på speciellt sätt och med öppna reglage för att erhålla högsta effekt. Flera vedinlägg utföres tills mät hörnet och ev. bränsleförråd erhållit stabil temperatur varvid den högsta temperaturen noteras.

De viktigaste skillnaderna mellan SP-METOD 1425 och EN 13240 är att för den senare utförs provningen när lokaleldstaden uppnått stabil driftstemperatur. Någon form av startutsläppingår inte i provningen. EN 13240 omfattar braskaminer för både fossila fasta bränslen och biobränslen medan SP-METOD 1425 endast omfattar vedkaminer och innehåller inte någon beräkning av verkningsgrad. EN 13240 omfattar inte kaminer med fläkt för förbränningsluften men omfattar även vattenmantlade kaminer.

7.3.3 Andra provningsmetoder

(3- Information/tillägg)

SS-EN 13240 (Braskaminer för eldning med fasta bränslen), SS-EN 13299 (Insatser för eldning med fasta bränslen), SS-EN 12809 (Kökspannor med eldning med fasta bränslen) och SS-EN 12815 (Köksspisar för eldning med fasta bränslen) blev harmoniserade europeiska standarder 1 juli, 2005 och ett år senare blev de införda i den svenska lagstiftningen.

Dessa provmetoder beskrivs kortfattat nedan förutom SS-EN 13240 vilken beskrivits tidigare. I de harmoniserade standarderna ingår inte utsläppskrav för olika klasser. Nedan redovisas utsläppskraven som de var formulerade i standarderna innan de harmoniserades. SS-EN 13299 (Öppna spisar och insatser för eldning med fasta bränslen) Metoden liknar SS-EN 13240 och hade innan den blev harmoniserad med 4 klasser för verkningsgrad, vilket innebar förutom klasserna i SS-EN 13240 en klass 4 med verkningsgrad $\geq 30 < 50 \%$. Utsläppskraven var desamma som i SS-EN 13240.

SS-EN 12809 (Kökspannor med eldning med fasta bränslen) En kökspanna är avsedd att producera varmvatten för tappvarmvatten och/eller centralvärme med öppet vattensystem med max tryck 2 bar och kan vara avsedd att avge värme i det rum där den är installerad. Den kan vara manuellt eller automatiskt matad och kan ha fläkt för förbränningsluften. Metoden liknar SS-EN 13240. För styckeved krävdes verkningsgrad från 60 % vid 5 kW till 70 % vid 50 kW medan motsvarande för pellets var 73 % till 77 %. För utsläppskraven fanns tre klasser med $< 0,3$ 0,3- 0,8 och 0,8 – 1,0 % CO vid 13 % O₂. Detta gällde före harmoniseringen.

SS-EN 12815 (Köksspisar för eldning med fasta bränslen) Köksspisar används primärt för matlagning men också för värmeavgivning i det rum där de är placerade. Dessutom kan de vara vattenmantlade för att producera varmvatten och/eller centralvärme. De har inte automatisk bränslematning och har ej heller fläkt för förbränningsluften. Metoden liknar SS-EN 13240. Utsläppskraven var de samma som för SS-EN 12809 och hade 4 verkningsgradsklasser enligt *Tabell 4* före harmoniseringen.

SS-EN 14785 (Pelletskaminer) gäller mekaniskt matade pelletskaminer med eller utan fläkt för förbränningsluft och med och utan vattenmantling. Provmetoden liknar SS-EN 13240. Två eldningar erfordras om minst 3 timmar vardera för nominell effekt och 6 timmar vardera för dellast. Inställningar ska följa tillverkarens anvisningar. För kaminer med on/off reglering görs inte någon dellast test.

Vid säkerhetstestet ställs alla reglage (förutom reglage enbart för starten) så att maximal effekt uppnås och eldning fortgår tills maximal temperatur uppnåtts. Kraven i förslaget är 0,04 % CO vid 13 %

O₂ vid nominelleffekt och 0,06 % vid dellast. Verkningsgrad vid nominell last min 75 % och 70 % vid dellast (SS-EN 14785).

SS-EN 15250 (Kakelugnar) Provmetoden innebär mätning från ilägg av en specificerad startbrasa tills CO₂ halten sjunkit till 4 % eller 25 % av CO₂ toppens max värde (minsta CO₂ värde). Tiden från att maxtemperaturen nåtts i kakelugnen tills temperaturen sjunkit till hälften skall inte understiga 4 timmar. Rökgaserna för analys extraheras med en sugpyrometer för att mäta rök Gastemperaturen. Kraven i förslaget är 0,3 % CO och verkningsgrad 70 % som medelvärde av två fulla eldningscykler (EN 15250).

7.4 Verkningsgrader

(1- Kunskap)

Att ange verkningsgrad är ett sätt att bedöma en eldstads prestanda och samtidigt kunna jämföra aktuell produkt med liknande produkter. Men det gäller samtidigt att jämföra äpplen med äpplen och bananer med bananer. Det figurerar många olika sätt att beräkna verkningsgrader på marknaden.

Det finns alltså många olika sätt att ange en produkts "nyttoverkningsgrad", och det är därför viktigt att man håller reda på vad det är för slags verkningsgrad som avses och hur denna verkningsgrad också beräknas.

7.4.1 Pannverkningsgrad

(1- Kunskap)

Den vanligaste verkningsgraden som anges är *pannverkningsgraden*. Det är också den verkningsgrad som man i olika konsumenträttsmål i domstol slagit fast att är den verkningsgrad som man en konsument har rätt att förvänta sig vara när en tillverkare bara skriver t ex "Verkningsgrad; 81 %".

Pannverkningsgraden beräknas utifrån förhållandet producerad energi och inlagd energi. Den är exakt och enkel att mäta i labbmiljö. Om man via fukthalt och vikt bestämmer bränslets energiinnehåll kan man enkelt värdera inläggets totala energiinnehåll. Sedan kan man via temperaturskillnaden på framledning och retur samt flödet beräkna hur mycket energi som producerats.

Exempel. Om man producerat (nyttiggjort sig) 80 kWh av ett vedinlägg på 100 kWh så är verkningsgraden $80/100 = 0,80$ d v s 80 %. Omvänt kan man säga att summan av pannans förluster är 20% i form av förluster i oförbränt i askan och som utsläpp i rökgaserna (miljövärden), i form av fritt värme – alltså rök Gastemperatur - samt som luftöverskott och värmestraålning till omgivningen. Vill man ha reda på avgiven effekt i kW ska man dividera energiproduktionen med tiden ($kWh/h = kW$).

Metoden används i första hand när det gäller att ange olika värmepannors prestanda och är en lämplig metod för att jämföra olika produkter mot varandra. Men pannverkningsgraden säger egentligen inte så mycket om hur mycket energi som byggnaden med aktuell produkt kommer att förbruka. Innan energin kan komma huset tillgodo finns flera andra förluster på vägen.

7.4.2 Systemverkningsgrad

(1- Kunskap)

För att kunna uppskatta ett energibehov i en byggnad måste man därför känna till hela anläggningens systemverkningsgrad och där är pannverkningsgraden bara en av flera parametrar. Sedan tillkommer förluster i ackumulatortanken, expansionskärlet och radiatorsystemet samt ev icke nyttiggjord energi i pannan som också måste räknas in innan man kan bestämma en systemverkningsgrad.

Att göra en exakt och bra bedömning av en anläggnings systemverkningsgrad är svårt och kan också vara tämligen omständligt att göra i praktiken. Men principen är enkel att förklara:

Exempel. Om man tillför 150 kWh i en panna som har 80% verkningsgrad får man ut 120 kWh värme. I pannverkningsgraden ingår redan summan av pannans alla förluster. Om vi sedan beräknar att ytterligare 10 kWh försvinner genom ackumulatortankens isolering under en eldningscykel – och att denna energi sedan inte kan tillgodoräknas byggnadens uppvärmning, att 5 kWh försvinner via expansionskärlet och att lika mycket – 5 kWh – försvinner i rörledningarna fram till radiatorerna, så är det bara 100 kWh kvar av totalt 150 kWh som kommer byggnaden tillgodo. Då blir systemverkningsgraden så här långt $100/150 = 0,666$ d v s 66,7% istället för pannverkningsgradens 80%.

I moderna vedeldningssystem har man därutöver s k laddkoppel som gör att pannan först värms till 80°C innan laddningen börjar. När pannan brunnit ut stänger automatiken cirkulationen igen vid 80°C. Det betyder i förlängningen att pannans uppstartningsenergi – alltså den energimängd som åtgått för att värma pannans vattenvolym, plåt- och keramikdetaljer till arbetstemperatur – aldrig kommer värmesystemet tillgodo. Även detta är alltså att betrakta som förluster.

Ju större vatten- och keramik vikt pannan har, desto större blir denna förlust. Det är inte ovanligt att en modern värmepanna har 10- 15 kWh i uppstartningsenergi. Det betyder att en "vanlig systemverkningsgrad" mycket väl kan hamna på bara 60- 65 % om man är lite slarvig vid installationen.

Eftersom systemverkningsgraden påverkas av såväl antalet eldningsintervall som av olika komponenters isolering mm kan systemverkningsgraden i samma byggnad och med samma utrustning ändå variera med 5 – 10 procentenheter beroende på när på året man beräknar systemverkningsgraden.

Systemverkningsgraden är därför inget bra instrument för att jämföra olika produkters prestanda utan systemverkningsgraden används mest för att t ex försöka beräkna en byggnads årsbehov av energi. Men resultatet kan aldrig bli bättre än en "fingervisning" om ungefär hur mycket energi vi kan förvänta oss att huset kommer att förbruka. Årsverkningsgrad är ett annat exempel där man på ett eller annat sätt försökt beräkna medelvärdet av systemverkningsgraden utslaget på ett helt år.

Exempel. En bra vedkvalitet innehåller c:a 1,4 kWh per liter travat mått. En rimlig systemverkningsgrad för ett hyggligt modernt och vedeldningssystem kan vara 70%. Det betyder att $0,70 \times 1,4 \text{ kWh} = 0,980 \text{ kWh/liter}$ ved nyttiggörs till byggnaden. Ett energibehov på 22 000 kWh kommer alltså att behöva ungefär $22/0,980 = 22,5 \text{ kbm}$ travad ved på årsbasis. **Alltså ungefär 1 kWh per liter ved!**

7.4.3 Förbränningsverkningsgrad

(1- Kunskap)

När det gäller att bedöma s k lokaleldstäder – kaminer och kakelugnar- så är det svårare och mer kostsamt att beräkna en pannverkningsgrad. I princip behöver vi då elda kaminen i en klimatkammare och beräkna en energimängd vi behöver tillföra för att kyla rummet till en konstant temperatur. Den energimängden motsvarar då nyttiggjord pannverkningsgrad från kaminen. En klimatkammare är komplicerad och dyrbar vilket leder till att metoden blir ett dyrt sätt att mäta verkningsgrad på.

Den verkningsgrad man istället använder för att lokaleldstäder är därför nästan alltid en förbränningsverkningsgrad. Samma metod använd för rökgasanalyser i fält och när man vill trimma in en anläggning till bästa prestanda. Enkelt kan den beskrivas som 100 % minus summan av alla förluster. Rökgasförlusten beräknas utifrån skillnaden mellan rökgastemperaturen och förbränningsluftstemperaturen, samt luftöverskott och andel oförbränt (CO) i rökgaserna.

Vi får börja med att identifiera var förlusterna finns och sedan värdera dessa var för sig. De viktigaste förlusterna är **fri värme** (rökgastemperatur), **luftöverskott** och **andel oförbränt** i aska och rökgaser. Här kan man även sammanfatta fri värme, luftöverskott och andel oförbränt i rökgas som rökgasförlust. **Strålningsförluster** och andel oförbränt i askan beräknas normalt inte med denna metod.

Rökgasförlusten kan beräknas på flera sätt. Vanligast är att använda *Sieberts Formel* och i den formeln plocka in uppmätt rökgastemperatur, oförbränt i form av CO, CO₂-halt (eller O₂-halt). Har man bara bra och säkra ingångsvärden ger detta en tämligen exakt beräkning av rökgasförlusten. Detta är också den metod som de flesta instrumentbyggare använder när analysinstrumentet beräknar verkningsgraden.

När man beräknar förbränningsverkningsgraden på en panna så blir denna alltid högre än en pannverkningsgrad eftersom metoden inte tar hänsyn till alla förluster. Därför kan det vara frestande för mindre seriösa tillverkare att ange förbränningsverkningsgraden som pannverkningsgrad.

Om man känner till både förbränningsverkningsgraden och systemverkningsgraden kan man utgå från att *skillnaden är lika med summan av strålningsförlusterna och förluster till oförbränt i askan*. (Där askans förluster ofta är försumbara.)

Det är ett enkelt sätt att t ex värdera strålningsförlusten och samtidigt kunna uppskatta effekterna av en bättre isolering av pannan.



Bild 103. Den verkningsgrad som man mäter med en rökgasanalys hemma hos kunden är att betrakta som förbränningsverkningsgrad

Notera i sammanhanget att eftersom en kakelugn och en braskamin är både *eldstad, ackumulator och radiatorsystem i en och samma apparat*, vilket oftast ger en systemverkningsgrad som är bättre än en värmepannas. I praktiken ger detta användaren av en lokaleldstad mer nyttiggjord energi per tillförd enhet bränsle.

Exempel. En pelletskamin som har en förbränningsverkningsgrad på 80% tillför byggnaden 3 840 kWh energi medan en pelletsbrännare med 80% pannverkningsgrad och 70% i systemverkningsgrad (ingen ackumulator och en konstant varm panna) bara levererar 3 360 kWh. Är priset på pellets 2 600 kr/ton betalar kaminägaren 0,68 kr/kWh medan pannägaren får betala 0,77 kr/kWh. Utslaget på ett årsbehov på 20 000 kWh kan skillnaden bli uppemot 1 800 kr till pelletskaminens fördel!

8. Att mäta är att veta

(2- Kännedom)

Larmrapporterna duggar allt tätare om energikriser, klimatförändringar och förgiftade ekosystem. Människan har bara på ett halvt sekel förstört och påverkat lika mycket som vi dessförinnan gjort sedan vi reste oss upp på två ben och började vandra omkring på den här planeten. ***Vi har bara en jord och den skall vi vara rädd om.***

På sikt måste världen ställa om till ett långsiktigt och hållbart energisystem baserat på förnybar energi. Det betyder att *sol, vind, vatten och bioenergi* kommer att få en ökande marknadsandel. Men det är samtidigt viktigt att denna utveckling sker i samklang med naturen och inte skapar nya problem och hälsoeffekter.

Användningen av bioenergi har hamnat i fokus då energiformen är den största alternativa energikällan vi har samtidigt som dagens användning ofta sker i gammal och föråldrad teknik med stora utsläpp av störande och skadliga ämnen.



Samhället har därför satt upp miljökrav för att begränsa olägenheterna och samtidigt stimulera utvecklingen av ny och bättre teknik. *Dagens bästa teknik ligger ofta på tiondelar av gällande gränsvärden, medan traditionell icke godkänd teknik kan ha utsläpp som ligger på 100 ggr gränsvärdet.* Det är alltså en mycket stor skillnad mellan den bästa – och den sämsta – tekniken. Men vad är det man ställer krav på, och hur beräknar man utsläppen? För att få acceptans för miljökraven är det viktigt att vi förstår vad miljökraven betyder.

8.1 Service och serviceavtal

(2- Kännedom)

En regelbunden tillsyn och kontroll är alltid en förutsättning för både funktion och säkerhet. När det gäller säkerheten finns en lagstadgad brandskyddskontroll (se kap 6.2.1.1) som brukar utföras av sötningssväsendet. *När det däremot gäller service och funktionskontroll av värmesystemet är det upp till fastighetsägaren att beställa detta.*

För dig som installatör innebär detta möjligheter att erbjuda serviceavtal där du som fackman men jämna intervall ser över anläggningen och kontrollerar prestandan. I samband med att du genomför en rökgasanalys går du igenom anläggningen och byter ut slitdetaljer. Varje kundkontakt innebär möjligheter till fler affärer. Du kan t ex "förvarna" kunden om att det "börjar bli dags att byta ut anläggningen" och förklara hur mycket bättre en ny anläggning är. *Du skapar samtidigt en god kundrelation som innebär att kunden vet vem han skall vända sig till om hen har ett problem.*

8.1.1 Hur går en rökgasanalys till?

(1- Kunskap)

Innan du åker till kunden bör du se till att förbereda mätningen. Det bästa sättet att kolla att allt du behöver finns med är att ha en checklista för den utrustning som krävs. Denna bör innefatta såväl instrument, provtagningsutrustning, datainsamlingsutrustning, filter och annat förbrukningsmaterial. Men även reservdelar som kringutrustning i form av kablar, slangar etc. Kolla att mätinstrumenten fungerar som de ska innan du åker till kunden. Ett tips är att du använder färdiga mätprotokoll. På så sätt är risken mindre att väsentliga data glöms bort under mätningen.

På plats hos kunden börjar du med att kontrollera att nödvändiga mätuttag finns och att du har plats för att hantera din mätning. Tänk på hur mätuttagets placering kan påverka flödesprofilen i kanalen. Om man kan misstänka stråkbildning i kanalen, kan du med hjälp av rökstemperaturgivaren registrera var gasströmmen är som hetast och välja den punkten som mätpunkt.

Starta instrumenten och sug in omgivningsluft genom systemet till dess att arbetstemperaturer för instrument och annan utrustning uppnåtts och stabilitet inträtt. Gör alltid en "nollpunktskalibrering" innan du startar mätningen. Kolla samtidigt att det finns ett värmebehov så att anläggningen inte stannar under provtagningen. Vid behov kan du öka behovet genom att kyla ned pannan med ett varmvattenuttag, öppna shuntventiler etc.

Tänk på att enklare handinstrument är känsliga för höga halter av CO och att mätcellen då lätt blir överbelastad och ger felaktiga värden. Vid användning av elektrokemiska celler bör man vara medveten om att cellen gradvis förändras. Risk finns även för förgiftning av cellerna. Mätcellerna förbrukas genom att föroreningar lagras i membranen. Dessutom minskar känsligheten successivt genom att cellen åldras. Detta medför att cellen måste bytas efter en viss användandetid. *Om instrumentet visar CO-halter på över 500- 1 000 ppm bör du ta ut mätsonden (för att spara på mätcellen) och försöka justera in förbränningen till bättre värden.*

Då CO-halter och luftöverskott kan variera ganska mycket beroende hur tekniken fungerar, t ex bränslebädden är lite instabil, och var i eldningscykeln förbränningen är. När du mäter på fastbränsleeldade värmepannor så räcker det inte med att redovisa ett enda mätresultat. För att dokumentera mätningen behöver du verifiera en serie av mätresultat.

Vid rökgasanalys med enklare handinstrument trycker du med jämna mellanrum (t ex varje minut) ut ett mätresultat. Är värdena någorlunda stabila räcker det med en provserie på 8- 10 minuter. Är värdena instabila bör du i första hand se om det går att justera förbränningen så att man får stabilare resultat. Oavsett om detta lyckas eller inte bör du ha en längre mätserie att utgå från, minst 15- 20 minuter för att inte enstaka pikar eller dalar skall få alltför stort genomslag i det redovisade testprotokollet.

Efter avslutad mätning är det noga med att du rengör och rensplar instrumentet med luft så att mätcellerna är så "neutrala" som möjligt. Se till att du märker upp dina insamlade mätdata så att du med säkerhet vet vem de tillhör.

Efter avslutade mätningar sammanställs resultaten i en rapport. Innehållet i rapporten är beroende på syftet med undersökningen. Normalt redovisar du medelvärdet för varje parameter i din provtagning. Om du dessutom anger min- och max-värdet, och om möjligt även visa resultatet i diagramform, får man en bra ögonblicksbild över anläggningens prestanda. Stabila driftresultat är nästan alltid att föredra jämfört med mer instabila, men kanske på papperet bättre resultat. Instabil förbränning leder ofta till driftstörningar förr eller senare.

Allmänt i rapporten bör du ange:

- Vem kunden är samt tid och plats
- Typ av utrustning och syftet med mätningen
- Driftbetingelser under provet (om t ex uppstart/nedeldning ingått etc)
- Vad du har använt för instrument
- Kommentarer som kan ha påverkat mätresultaten
- Mätdata och beräknade värden
- Eventuell rekommendation till kunden.

8.2 Vad är det vi mäter?

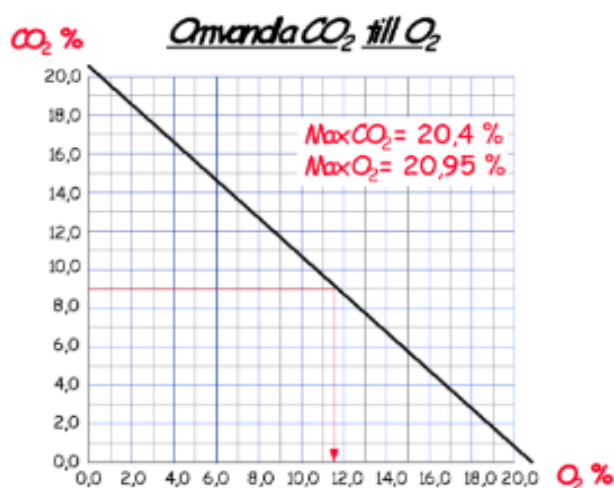
(1- Kunskap)

I Sverige har vi *ännu så länge* i BBR:s enbart miljökrav på en OGC-halt för pannor och pellets/fliseldning och enbart krav på CO när det gäller rumsvärmare (braskaminer). Enligt BBR 6:741 skall OGC-halten i rökgaserna för *manuellt eldade pannor* upp till 50 kW inte överstiga gränsvärdet 150 mg/nm³ vid 10% O₂ medan gränsvärdet för *automatiskt eldade pannor* (flis och pellets) är 100 mg/nm³ vid 10% O. Mer om detta finns i kap 6 och 7.

8.2.1 Luftöverskottet

(1- Kunskap)

En viktig parameter i alla mätningar är *luftöverskottet*. Det kan mätas som antingen som % CO₂ eller som % O₂. *Dessa värden säger egentligen samma sak fast utgår från olika håll*. För de fortsatta beräkningarna är det bara O₂-halten som är intressant. Man måste alltid känna till luftöverskottet för att kunna göra en miljömätning. Om man har luftöverskottet anggett som procent CO₂ så måste detta först räknas om till procent O₂. Man kan då använda formeln: $(CO_2 - 20,4) / -0,977^{12} = O_2 \%$



För enklare överslagsberäkningar räcker det med att gå in i nedanstående diagram

Exempel A (formel)

Om den uppmätta CO₂-halten är 9,0 % så beräknas O₂-halten enligt formel nedan:

$$(9,0 - 20,4) / -0,977 = 11,71 \%$$

Exempel B (via diagram)

Om det uppmätta CO₂-halten är 9,0 % så går man in vid 9% går vågrät tills man möter det diagonala strecket, och går därefter lodrät nedåt och läser av aktuell O₂-halt (c:a 11,5) i procent. Se bild t v.

Luftöverskottet anges även via beräkning från Luftfaktorn. Luftfaktorn beräknas genom att dividera luftens syrehalt i procent (21,0 %) med resten av 21,0 minus den uppmätta syrehalten i rökgaserna. Om syrehalten på instrumentet visar 8,3 % blir ekvationen:

$$\text{Luftfaktor} = \max O_2 / (\max O_2 - \text{uppmätt } O_2) \text{ vilket ger ekvationen } \frac{21,0}{(21,0 - 8,3)} = \frac{21,0}{12,7} \text{ ger } \lambda = 1,65$$

Luftfaktorn redovisas även direkt i din rökgasanalysator som λ -värdet (lambda-värdet). Exempelvis $\lambda = 1,65$ betyder att 1,0 är lika med den teoretiska luftmängden som behövs till förbränningen och den summa som överstiger, d v s "65 hundra delar" ($1,65 - 1,0 = 0,65$) är lika med luftöverskottet. **I detta fall är alltså luftöverskottet 65 procent.**

¹² konstant för kurvans lutning beräknas enligt formel: $(20,4 - 0) / (0 - 20,95) = -0,977$

8.2.2 Kolmonoxid (CO)

(2- Kännedom)

Ett miljötest på CO går relativt enkelt och billigt att göra även på befintliga installationer, medan ett OGC-test kräver dyrbara instrument och ett labb. *Låga halter CO innebär dessutom alltid ett bra förbränningsresultat med även låga halter av OGC. CO-halten är därför ett bra riktvärde även för t ex fältmätning av värmepannor och pelletsteknik.*

Ett mätinstrument ger ofta resultatet i ppm (parts per million). Första steget blir att räkna om de ppm CO som man läser av på instrumenten till enheten mg/nm³. Detta kan för en lekman verka vara en aning omständligt, men uträkningen går att beskriva som en formel som sedan kan läggas in i en mät dator som "on line" kan tala om hur utsläppen se ut just för ögonblicket.

För att förklara hur man egentligen gör beräkningen gäller nedanstående parametrar:

- Vid omräkningen skall man alltid ha torr gas. Om man vid analystillfället använder rök-gaskylare så att mätprovet håller en temperatur av c:a 5°C är gasen att betrakta som torr.
- Vidare behöver man känna till CO:s molvikt som är 28 g/mol. Detta värde kommer av en kolatom som har molvikten 12 plus en syreatom med molvikten 16. Tillsammans blir detta 28 g/mol CO.
- För att beräkna volym måste man också känna till gasens volym per mol. För nästan alla gaser anser man att ideal gas upptar 22,4 lit/mol.
Genom att dividera molvikten 28 g/mol med gasens volym 22,4 lit/mol erhålls en faktor 1,25 som, om ingångsvärdet är ppm, så ger detta direkt ger sorten i mg/nm³ (normalkubikmeter)
- Nu skall detta värde normaliseras till ett visst luftöverskott. Antag att det uppmätta O₂-värdet är 11,5 %. Om man önskar normalisera till 13 % O₂ så skall man göra detta genom kompensera med en framräknad faktor. Denna faktor erhålls genom att lösa ekvationen:
$$(20,95 - 13,0) / (20,95 - 11,5) = 0,841$$

Även i fältmätning brukar man som CO-halt ange ett medelvärde av minst 15- 20 provtagningar som tillsammans löper över minst 15- 20 min av en eldningscykel. Detta för att få ett mer rättvisande resultat då halterna kan variera mycket.

Exempel. Nu har vi förutsättningarna för att kunna räkna om aktuella värden till den nya enheten mg/Nm³ vid 13% O₂. Observera att jag i exemplet nedan har antagit att den verkligt uppmätta O₂-halten var 11,5%. Om man har ett annat värde får man naturligtvis en annan konstant.

Om man skall räkna om t.ex. 1000 ppm CO till sorten mg CO/Nm³ vid 13% O₂ ger detta formeln:

$$1000 \text{ (CO)} \times 1,25 \text{ (CO-faktor)} \times 0,841 \text{ (vid 13\% O}_2\text{)} = 1.051 \text{ mg CO/Nm}^3 \text{ vid 13\% O}_2\text{.}$$

8.2.3 Temperaturmätning

(1- Kunskap)

Mätning och registrering av temperatur bör ske kontinuerligt med termoelement. Vid en rökgasanalys brukar det finnas ett termoelement integrerat i instrumentet.

Förluster i form av värme i rökgaserna är den parameter som betyder mest när det gäller att beräkna en anläggnings verkningsgrad. Därför är rökgastemperaturen mycket viktig att man mäter.

8.3 Andra miljövärden som mäts i labb

(2- Kännedom)

För att uppfylla gränsvärden för t ex OGC och stoft enligt BBR och EN 303-5 gäller andra mätvärden som är svåra att utföra i fält. Men det kan ändå vara på sin plats att känna till hur dessa beräknas. Även i labbmätning för att få ett prestandaprov räcker det inte med att beräkna monumentala mätvärden utan man använder alltid medelvärde för ett ämne över en viss tidsperiod. Detta för att få ett mer rättvisande resultat då halterna kan variera mycket.

8.3 1 Totalkolväte (THC) eller OGC

(2- Kännedom)

Idag finns en Europastandard (EN 303-5) på utsläppskrav. I denna finns gränsvärden för OGC, Stoft och CO när det gäller pannor och enbart CO när det gäller kaminer. Utsläppen redovisas i enheten mg/nm^3 torr gas vid ett visst luftöverskott (10% O_2 för pannor och 13% O_2 för kaminer).



Bild 104. Andelen oförbrända kolatomer (THC) analyseras lämpligen i ett flamjoniseringsinstrument. Dessa instrument är oftast stationära i ett labb då de både är dyra i inköp och drift och besvärliga att ta med ut i fält.

OGC-halten beräknas utifrån ett utsläppsvärde i ppm av THC. THC-halten mäts med ett flamjoniseringsinstrument som via en vätgaseldad ugn slutförbränner rökgaserna och låter kolatomerna jonisera rökgasflödet. Beroende på vad man använder för spårgas blir uträkningen lite annorlunda. Vanligast är att använda metan eller propan. Enligt standard bör man använda propan.

- När propan används som gas skall man känna till molvikten på propanets kolandel som är 36 g/mol. Detta kommer av att propan (C_3H_8) har 3 kolatomer med molvikten 12. Vätets vikt skall alltså inte räknas med. Detta för att svaret skall bli OGC- organiskt bundet kol. Även om nästan alla gaser anses ha volymen 22,4 lit/mol så är det viktigt att känna till att just propan utgör ett undantag från detta. Propan ger bara 21,93 l/mol. Genom att dividera propanets molvikt kol som är 36 g/mol med propangasens volym som är 21,93 l/mol erhålls en faktor 1,64 som direkt ger sorten mg/m^3 .
- Även i detta fall skall vi normalisera till ett visst luftöverskott. Det går till på samma sätt som vid justeringen av CO-halten. Vi utgår också i detta fall att vi har det uppmätta O_2 -värdet 11,5 %. Om man skall normalisera till 10% O_2 så skall man göra detta genom kompensera med en framräknad faktor. Detta värde beräknas genom att lösa ekvationen:

$$(20,95 - 10,0) / (20,95 - 11,5) = 1,159$$

Detta är en annan konstant än den som räknades fram vid CO-korrigeringen beroende på att ingående O_2 -halt (uppmätt till 11,5%) är normaliserad till 10 % istället för 13 %.

- När det gäller THC så är det en sak till som man måste ta hänsyn till. Till skillnad från CO-beräkningen måste man vid totalkolväteberäkningar alltid använda varm mätgas. Detta för att oförbrända rester av kolväten inte skall kondensera i kylaren och därmed inte finnas med vid värderingen.

Normalt håller mätgasen en temperatur av 200°C, vilket ger en faktor på 1,10 som skall multipliceras med det framräknade resultatet. Faktorn 1,10 erhålls genom att beräkna:

Verklig fuktig rökgasvolym (Gvv) / Verklig torr rökgasvolym (Gvt)

Exempel. Nu har vi förutsättningarna för att kunna räkna om THC-haltens aktuella värden till enheten i mg OGC/Nm³ vid 10% O₂.

Om man skall räkna om t.ex. 100 prop.ekv. THC till sorten mg OGC/Nm³ vid 10% O₂ ger detta formeln:

100 (THC) x 1,64 (propan-faktor) x 1,159 (vid 10% O₂) x 1,10 (korr varm gas)= 209 mg OGC/Nm³ vid 10% O₂.

8.3.2 Kväveoxider (NO_x)

(2- Kännedom)

Ännu är det bara Österrike inom EU som har miljökrav på kväveoxider. Naturvårdsverket räknar med att endast omkring 0,5% av de totala NO_x utsläppen i Sverige kommer från bioenergi. Men i takt med att kväverika jordbruksgrödor börjar användas alltmer kan det finnas skäl att redan nu ändå börja titta på NO_x dessa utsläpp. När Ekodesignkraven införs (2020) kommer det att finnas ett harmoniserat krav på kväveoxider för hela EU.

Vanligast är att använda instrument som mäter NO i ppm. Om man vill räkna om NO till mg/nm³ gäller följande:

- Vid omräkningen skall man alltid ha torr gas. Om man vid analystillfället använder rök-gaskylare så att mätprovet håller en temperatur av c:a 50C är gasen att betrakta som torr.
- Vidare behöver man känna till NO:s molvikt som är 30 g/mol. Detta värde kommer av en kväveatom som har molvikten 14 plus två syreatomer med molvikten 16. Tillsammans blir detta 30 g/mol.
- För att beräkna volym måste man också känna till gasens volym per mol. För ideal gas anser man att gasen upptar 22,4 lit/mol.
Genom att dividera molvikten 30 g/mol med gasens volym 22,4 lit/mol erhålls en faktor 1,34 som, om ingångsvärdet är ppm, direkt ger sorten mg/m³.
- Detta värde skall sedan normaliseras på samma sätt som ovan. Också i detta fall är det uppmätta O₂-värdet 11,5 %. Om man skall justera till 10 % O₂ så skall man göra detta genom kompensera med en framräknad faktor. Detta värde beräknas genom att lösa ekvationen:
 $(20,95 - 10,0) / (20,95 - 11,5) = 1,159$

Exempel. Om man skall räkna om t.ex. 70 ppm NO till sorten mg NO/Nm³ vid 10% O₂ ger detta formeln:

70 (NO) x 1,34 (NO-faktor) x 1,159 (vid 10 % O₂) = 109 mg NO/Nm³ vid 10% O₂.

En fördel med denna metod att beräkna miljövärden är att alla tillverkare över hela Europa nu kommer att kunna redovisa utsläppen på samma sätt. Men- ännu finns ingen allmänt vedertagen provningsmetod fastslagen som redovisar *hur man skall samla in mätdata*. Här följer man tills vidare en allmän provningspraxis som kan skilja en hel del mellan olika metoder. (se även kap 8.3)

8.3.3 Stoft (partiklar)

(2- Kännedom)

På senare tid har debatten kommit att handla allt mer om emissionen av partiklar. Ännu vet vi egentligen ganska lite om exponering och farlighet. Vi vet att det finns ett samband mellan halten partiklar och luftvägsbesvär och att en hög exponering leder till hälsoeffekter och förtida dödsfall.

Men vi vet egentligen inte om det är t ex är *skillnad i farlighet mellan partiklar av organiskt material och partiklar av oorganiskt*, eller om det är *mängden eller storleken* på partiklarna som är avgörande.

Sannolikt är det så att ju mindre en partikel är desto längre ner i lungans alveoler kan den tränga och därmed även blir svårare att evakueras.

Inom Sverige och över hela Europa fokuseras just nu mycket av forskningsinsatserna på partiklar så nya rön kommer säkert att presenteras löpande.

Vi vet att merparten av de partiklar vi andas in kommer från vedrök & bilavgaser, pollen och vägdamm som virvlas upp av trafiken. Partiklar från förbränning kan vara små askrester som följer med avgaserna eller partiklar kan bildas av olika gaser i atmosfären. Man studerar storlek PM10 och PM2,5 vilket anger storleken i mikrometer.

Det finns stora osäkerheter när det gäller vedeldningens bidrag till utsläppen. Det finns mycket få mätningar gjorda men rimlig uppskattning enligt Boverket (Se även kap 6.7) är att de totala utsläppen från vedeldade villapannor uppgår till ungefär 2 000 ton per år. Utsläppsmätningar på moderna pannor hos SP i Borås visar på att vedeldningens bidrag kan minskas rejält. **Om alla dagens vedpannor skulle dagen miljökrav skulle utsläppen för vedeldning reduceras till omkring 60 % per år. Mot den bakgrunden kan det tyckas märkligt att våra myndigheter fokuserar på att skärpa kraven för nya installationen men struntar i att ställa krav på befintliga undermåliga anläggningar.**

8.3.4 Black Caron

(2- Kännedom)

Sot (på engelska Black Carbon, BC), bildas vid ofullständig förbränning av fossila bränslen och biobränslen. Sot har både en klimat- och hälsopåverkan och bedöms ha kraftigare påverkan på hälsa än PM2,5 räknat per massenhet. Studier pekar på att det kanske inte är sot i sig som är skadligt utan de giftiga ämnen som absorberas av sot.

Att black carbon har seglat upp som en högintressant klimatfaktor märks över hela världen. Särskilt sårbart för dessa ämnen är den arktiska världen, och med Nordens geografiska närhet blir vinsten av en minskning här desto större. För att vi ska kunna genomföra kostnadseffektiva åtgärder måste vi ha kunskap om varifrån utsläppen kommer och utsläppens storlek. EU:s medlemsstater har också nyligen förbundit sig att minska utsläppen av PM2.5, där black carbon är en delmängd, med 23 procent till 2020.

Arbetsmaskiner, främst inom industrin, bidrar med ungefär en fjärdedel av sotutsläppen. Inom industrin är det främst förbränning inom pappers- och massaindustrin, gruvindustrin och trävaruhandel som bidrar till utsläppen.

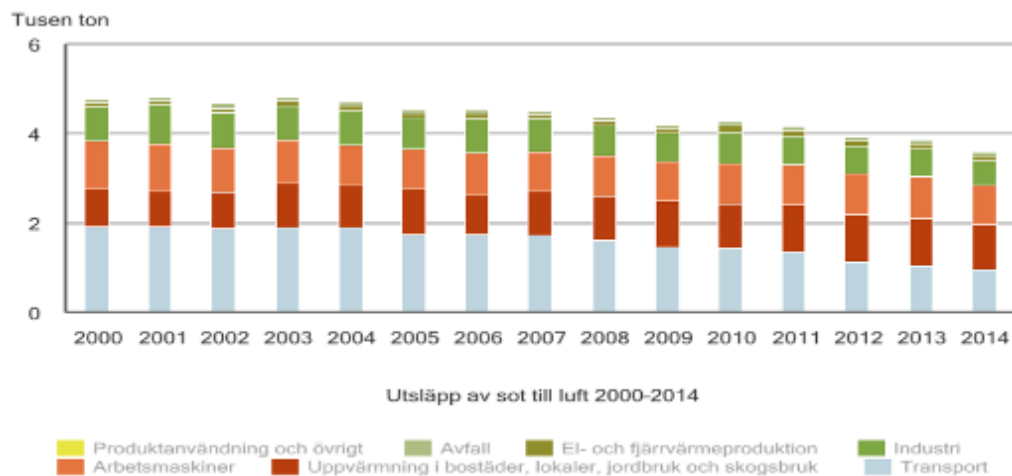


Bild 105. Utsläppen av sot i Sverige var 3 600 ton under 2014. Det är en minskning med 24 procent sedan år 2000. Källa Naturvårdsverket

Dålig vedeldning, för uppvärmning av bostäder, lokaler, etc, är den största källan till utsläpp av sot. Utsläppen i Sverige var 3 600 ton under 2014. Det är en minskning med 24 procent sedan år 2000. Inom transporter är det främst vägtrafiken som bidrar till utsläppen av sot. Utsläppen från vägtrafik har halverats sedan år 2000. Minskningen har skett från avgasrelaterade utsläpp medan utsläppen från slitage av däck och bromsar ökat något.

8.3.5 Antioxidanter – ”de goda emissionerna”

(3- Information/tillägg)

Jennica Källstrand och Göran Petersson på Chalmers Miljövetenskaplig institution har i en uppmärksam avhandling visat på förekomsten av antioxidanter (2,6-dimetoxifenoler) i vedrök. Antioxidanter i kosten har alltmer uppmärksammats som ett slags "skyddsänglar" som skyddar oss från att bli sjuka av de farliga ämnena. Björkved ger mer och kraftigare skyddsänglar än barrved.

Lignin utgör ungefär en tredjedel av ved, och metoxifenolerna från ligninet kan utgöra en liknande stor andel av vedrökspartiklarna. Antioxidanter finns knappast alls i tobaksrök och inte heller i bilavgaser. Skillnaden i kemisk sammansättning skulle kunna vara en förklaring till skillnader i cancerogenitet och andra hälsoeffekter för partiklar från olika källor. *Amerikanska studier visar på flera gånger högre lungcancerrisk för partiklar från trafiken än för partiklar från lövvedsrök.*

Vedrök och trafikavgaser jämförs ofta med avseende på uppkomst av cancer och allergier utan att skillnaderna i kemisk sammansättning beaktas. *Antioxidanterna gör inte vedröken ofarlig men kan möjligen förklara varför grupper som utsätts för höga koncentrationer av vedrök ändå inte uppvisar försämrad hälsa i motsvarande grad.* Därmed skulle hälsoriskerna med vedeldning kunna vara över-skattade.

Modern vedeldningsteknik förbränner mer fullständigt. Det betyder att även antioxidanterna förbränns tillsammans med de andra kolvätena. Men den förbättrade förbränningen ger ändå att hälsoeffekterna förbättras totalt sett. *Man kan säga att förbränningen är så total att antioxidanterna inte längre behövs när man använder modern teknik.*

9. Analysinstrument för mätning i fält

9.1. Råd vid val av instrument

(2- Kännedom)

I kap 8 gick vi igenom hur viktigt det är att mäta- *Att mäta är att veta*. Det betyder att du som installerar förbränningsteknik måste ha ett instrument för rökgasanalys. När det gäller att välja instrument och prisläge bör du alltid utgå från dina behov. Om du i huvudsak sysslar med installationer räcker det oftast bra med enklare handinstrument.

Men om du samtidigt jobbar med att göra mer omfattande miljömätningar för t ex offentliga myndigheter finns det anledning att fundera på att köpa ett lite dyrare instrument som har mer avancerad gasbearbetning och är stabilare att mäta långa mätserier.

9.2. Exempel på instrument

(2- Kännedom)

Det finns många fabrikat av mätinstrument för att genomföra rökgasanalyser i fält. För pelletseldning (och olja, flis etc) räcker det ofta med ett instrument i prisklassen runt 18 000- 25 000 kr. Här nedan presenteras två av de vanligaste fabrikaten, dels den billiga varianten och dels ett dyrare alternativ för den som vill satsa ordentligt på analyser.

Testo 330 och 330i Mätväska

Prisvärd, komplett mätväska för effektiva rökgasmätningar som innehåller:

- testo 330i
- H₂-kompenserad CO-mätcell
- O₂-mätcell
- Modulär rökgasgivare med slang (650 mm)
- Nätaggregat
- Givarfästet testoFix
- Instrumentväska för testo 330i, givare och tillbehör

Testo 330i har en trådlös rökgasmätare som med hjälp av en särskild app för testo 330i används med smartphones eller surfplattor

- Trådlös funktion med avläsning av mätvärden på en smartphone/surfplatta,
- Papperslös dokumentering och rapportering direkt på platsen med hjälp av appen
- Tillförlitlig montering av rökgasgivare med givarfästet testoFix
- Robust och fullständigt tätt instrumenthus för användning under tuffa förhållanden
- Longlife-mätceller med livslängd på 6 år, som kan bytas av användaren
- Integrerad gas- och dragnollställning utan att demontera givaren
- Automatisk friskluftspädning

Rökgasmätaren hos Testo 330i är ett nytt trådlöst koncept och bygger på mätteknik från den beprövade föregångaren testo 330-2 LL. Instrumentstyrning och mätvärdesvisning sker med hjälp av en särskild app för testo 330i som du laddar ned till din smartphone eller surfplatta. Det innebär att du



testo 330i – Mätset
Färdigt mätset med testo 330i, givare och väska



Bild 106. Modell 330i är en nyare version som ersätter modell 327. Modell 327 är en modell som många installatörer använder för rökgasanalys.

alltid har alla relevanta värden till hands. Efter avslutad mätning kan du infoga kommentarer eller bilder av anläggningen i rapporten och skicka denna till din kund eller ditt kontor via e-post.

Tack vare en särskild app förvandlas din smartphone eller surfplatta till både ett mätinstrument och en fjärrkontroll. Du kan starta och stoppa mätningar och ha full kontroll över instrumentet. Du kan med en snabb blick se alla systemparametrar med trådlös överföring, vilket underlättar på svåråtkomliga mätplatser. Det går enkelt och snabbt att skapa rapporter med bilder, kommentarer och företagslogga och skicka dem via e-post.

Testo 330i är utrustad med 2 Longlife-mätceller för mätning av O₂ och CO och kan som tillval förse med en NO-mätcell. Mätning av rökgas och drag kan ske parallellt, så att alla relevanta rökgasparametrar visas samtidigt i smartphone-appen.

Givarfästet testoFix är ytterligare en nyhet. Med testoFix sätts rökgasgivaren snabbt och säkert fast i rökgaskanalen – fast positionerad mitt i rökgasflödet.

Testo 350

Testo 350 är ett mångsidigt portabelt analysystem för stationära motorer, industribrännare, gasturbiner och pannor. Analysystemet kan mäta O₂, CO, CO₂ (NDIR), NO, NO₂, SO₂, HC, H₂S, °C, differensstryck samt ett antal beräknade parametrar.

Testo 350 är ett analysinstrument i prisklassen över 60 000 kr för O₂, CO, NO, NO₂, SO₂ m fl valbara gaser. Instrumentet har

- Loggerfunktion
- Skrivare
- Uppvärmning av mätceller
- Spädning för höga CO koncentrationer (tillval)
- Gasberedning
- Upp till 6 mätceller
- Flexibelt rökgasgivarprogram
- Datahantering



Bild 107. Testo 350 är ett mer avancerat instrument för mer professionella användare.

Systemet består av tre huvuddelar; analysboxen, handterminalen och rökgasgivaren.

Handterminalen används som kontroll och visningsenhet, har en stor display som visar upp till 6 parametrar samtidigt och har en inbyggd skrivare. Handterminalen kan också användas som separat instrument för att mäta temperatur, luftfuktighet, differensstryck, luftflöde mm. Dessa parametrar kan också loggas, handterminalen har minnen för 500 000 mätvärden.

Analysboxen är hjärtat i systemet där all mätning utförs och där är mätcellerna placerade. Boxen är utrustad med O₂, CO, NO och NO₂ mätceller som standard, plats finns för ytterligare två mätceller som tillval. Gasberedningsmodulen är också standard i 350XL. Spädningsmodul finns som tillval för hantering av höga koncentrationer i industriprocesser. Analysboxen kan logga upp till 500 000 mätvärden, erhållna data kan sedan analyseras i Comsoft 3 Professional eller easyEmission.

Rökgasgivaren är en viktig detalj som i hög grad avgör om en mätning blir bra eller inte. Längd, temperatur, fukttinnehåll, stoftlast m fl är parametrar som måste beaktas vid val av givare. Ett mycket brett urval av givare finns för att möta kraven från dessa parametrar.

Mjukvaran till systemet är också en viktig del då data skall analyseras och presenteras i rapporter. Testo erbjuder två varianter, Comsoft 3 Professional 350/454 som är den mest avancerade och som

kan hantera de flesta av företaget övriga instrument, och kan även byggas samman med andra system via en Toolbox.

EasyEmission är ett lite mindre system som bara fungerar ihop med testo 350 eller testo 335 men ger de nödvändigaste funktionerna som grafer, rapportutskrifter mm.

Afriso Ema - MULTILYZER STe

Afriso-Ema erbjuder ett instrument i prisklassen runt 30 000 kr för avancerade mätningar med höga krav gällande noggrannhet. Multilyzer STe uppfyller samtliga krav som myndigheter ställer på instrument för kontroll av värmeanläggningar för olja, gas och fasta bränslen. Med CO-sensor som mäter till 20 000 ppm och har en separat spolpump som skydd. Nu med stor och tydlig display som kan visa upp till tio mätvärden samtidigt! Bluetooth till PC finns som tillval. Godkänd enligt EN50379-2

om klarar olja, gas, pellets, flis och ved. Instrumentet har en CO-sensor som mäter till 20 000 ppm och har en separat spolpump som skydd. En stor och tydlig display som kan visa upp till tio mätvärden samtidigt! Ansluts till dator med USB. Godkänd enligt EN50379-2

Multilyzer är ett handhållet instrument konstruerat för att klara de mest avancerade mätningarna ute i fält. De elektrokemiska mätcellerna skyddas av en optimerad mätgasstyrning och har även en CO-spolfunktion som skyddar mätcellerna vid höga CO-halter.

Avgasreningen är monterad på rökgassondens slang och består av vätskepatron och stoftpatron med Infiltec Stoftfilter. Placeringen medger enkelt underhåll och byte av filter vid behov. Instrumentet har en stor bakgrundsbelyst display som även kan visa grafik för att underlätta för användaren vid justering av specifika mätvärden eller sökning av kärnström.

Instrumentet är testat och godkänt av tyska TÜV för användande vid obligatorisk kontroll och service. Instrumentet innehåller:

- Upp till tio simultana mätvärden på bakgrundsbelyst LCDdisplay.
- Bluetooth för kommunikation med PC eller Pocket PC (tillval).
- Övervakning av CO-värde med skydd för sensor (spolpump).
- Grafisk utvärdering av mätvärden.
- Nätaggregat och laddare.

Maximal bestyckning är 6 sensorer, välj bland O₂, CO/H₂, NO, NO₂, CO high och SO₂. Batteri med 12 timmars drift. Hold och zoom, kärnströmssökning och omräkning av enheter.

Som tillval: avgastemp, förbränningslufttemp, differenstryck och differens-temp. Multilyzer beräknar CO oförtunnat, Lambda, CO₂ verkningsgrad och avgasförlust.



Bild 108. Multilyzer STe är Afriso-Ema:s motsvarighet till Testo 330i.

Afriso Ema - MAXILYZER NG

Den verkliga tungviktaren som, förutom för fältmässiga mätningar, även passar i laboratoriemiljö. Till skillnad från Multilyzer har Maxilyzer helkapslad mätenhet, inbyggd pappersprinter och filterkombinationen infälld i locket för en användarvänlig fältmässig mätning. Godkänd enligt EN50379-2

Maxilyzer NG är konstruerad för att klara de högsta kraven i de hårdaste miljöerna. Elektronik, mätceller och rökgasrening är inbyggt i en vattentät och robust kapsling. De elektrokemiska mätcellerna skyddas av en optimerad mätgasstyrning och har även en CO-spolfunktion genom en extra pump.

Avgasreningen är inbyggd i instrumentets lock och innehåller vätskepatron och stoftpatron med Infiltec Stoftfilter. Placeringen medger enkelt underhåll och byte av filter vid behov.

Instrumentet har en stor bakgrundsbelyst display som kan visa grafik för att underlätta för användaren vid justering. Displayen har även "Multi Tasking" funktion. Maxilyzer NG har inbyggd printer.

Instrumentet är testat och godkänt av tyska TÜV för användande vid obligatorisk kontroll och service.

- Upp till 10 samtidiga ätvärden på bakgrundsbelyst LCDdisplay.
- Bluetooth för kommunikation med PC eller Pocket PC (tillval).
- Övervakning av CO-värde med skydd för sensor (spolpump).
- Grafisk utvärdering av mätvärden.
- Intelligent laddare.
- Inbyggd printer.

Maximal bestyckning är 6 sensorer, välj bland O₂, CO/H₂, NO, NO₂, COhigh och SO₂. Batteri med upp till 40 timmars drift. Hold och Zoom, kärnströmssökning och omräkning av enheter. Maxilyzer mäter

Som tillval: avgastemp, förbränningslufttemp, differenstryck och differenstemperatur. Maxilyzer beräknar: CO oförtunnat, Lambda, CO₂ verkningsgrad och avgasförlust.

Kontakta Afriso-Ema för ytterligare information och prisuppgifter.



Bild 109. Maxilyzer NG är Afriso-Ema:s mest genomarbetade instrument. Motsvarar Testos modell 350.

Bilaga 1 Certifiering av bioenergiinstallatörer

(2- Kännedom)

Det är vanligen installatörens kunskaper och preferenser som avgör vilket värmeslag eller vilken anläggning en kund väljer. **Därför ska en certifierad installatör av småskaliga anläggningar för förnybar energi ha förståelse för byggnaden som system.** Det ger installatören förutsättningar att skapa långsiktiga flexibla lösningar som på ett bra sätt integreras i, och samverkar med övriga installationer i byggnaden. **Certifikatet ska stå för kvalitet och säkerhet och ge kunden möjlighet att bedöma installatörens färdigheter.** Installatörerna är viktiga för att skapa förtroende för förnybar energi hos kunderna. För att systemet för certifiering av installatörer ska bli framgångsrikt måste marknaden vara starkt involverad i arbetet. Marknaden ska förstå och uppskatta systemets fördelar och kunna påverka utformandet av systemet.



Installationens kvalitet påverkar driften och livslängden hos de installerade värmesystemen. Genom att då höja kompetensen inom dessa områden hos installatörer av teknik för förnybar el och värme begränsas problem med störningar och utsläpp från pannor och lokala eldstäder. Höjd kompetens ger också bättre systemdesign med högre energiutbyte, säkrare drift och längre livslängd. Genom samverkan mellan solenergi-biobränsle- och värmepumpsbranscherna kan certifieringens positiva inverkan på gjorda installationer förstärkas.

Den 1 september 2015 trädde en ändrad föreskrift, BFS 2015:4 – CIN 2, i kraft för certifiering av vissa tjänster på energiområdet. Det är en frivillig certifiering som gäller installatörer av småpannor som drivs med biomassa, solvärme- solcellssystem, värmepumpar eller ytnära jordvärme. *Certifieringen omfattar installationer i byggnader med ett nominellt effektbehov på upp till 20 kW.* Det är ackrediterade certifieringsorgan som ska certifiera installatörerna. Det finns för närvarande fyra personcertifieringsorgan i Sverige som är ackrediterade för certifiering inom områden i byggnadssektorn i Sverige och det är SP-Sitac, INCERT, Swecert och DNV. För Certifiering av Installatörer enligt BFS 2015:4 är det bara INCERT som utför.

Energimyndigheten, Boverket och Swedac har av regeringen fått i uppdrag att, tillsammans, ta fram förslag till nationellt samordnade system för certifiering av installatörer eller motsvarande kvalifikationssystem enligt artikel 14.3 och 14.4 i förnybartdirektivet 2009/28/EG. PelletsFörbundet ser som branschorganisation klara vinster med ett system för certifiering av installatörer varför vi med detta utbildningsmaterial ställer oss bakom systemet.

Det är frivilligt för installatörerna att certifiera sig. Det finns inte någon lag som säger att den som installerar en småskalig anläggning för förnybar energi ska vara certifierad för att få göra det. Det innebär att det är avgörande att marknaden efterfrågar certifierade installatörer. Efterfrågan på certifierade installatörer är av central betydelse i det frivilliga systemet. Incitament måste finnas för att installatören ska certifiera sig. Att kunderna efterfrågar certifierade installatörer är ett starkt incitament. Därför är information och marknadsföring av systemet och av de certifierade installatörerna viktigt. Energimyndigheten och andra myndigheter, i samverkan med branschen, ansvar för kommunikationen i ett certifieringsutskott. Certifieringsutskottet har en kommunikativ roll; informerar om systemet, kommunicerar med *intressenter, småhusägare, installatörer med flera.*

Även installatörerna måste tydligt kunna se nyttan med att vara certifierad för att de ska kunna möta och skapa ytterligare efterfrågan på certifierade installatörer. Några företag kommer att gå före och

välja att låta sina installatörer certifiera sig men det är avgörande att kunderna efterfrågar certifierade installatörer för att det stora flertalet installatörer ska välja att certifiera sig.

En installatör som vill bli certifierad ska avlägga ett praktiskt och teoretiskt prov vid ett examinationscentra. Resultaten från proven tillsammans med bevis på att övriga krav (till exempel viss utbildningsnivå eller liknande) som ställs är uppfyllda av installatören ligger till grund för certifieringsorganets beslut att utfärda certifikat. Om alla krav är uppfyllda, inklusive 3 års erfarenhet, och genomgången praktiskt och teoretiskt prov är godkänt kan certifieringsorganet ställa ut ett certifikat med giltighet för respektive teknik ställs ut till installatören.

B1.1 Krav för certifiering

(2- Kännedom)

Certifieringen enligt RES direktivet 2009/28/EG970 är frivillig. Syftet med direktivet är att åstadkomma en ökad användning av förnybar energi för uppvärmning av mindre fastigheter i Europa. Kunskapskraven för Certifierad installatör är specificerade i Boverkets BFS 2015:4 CIN II.

För att bli certifierad krävs dessutom en adekvat utbildning och minst tre års erfarenhet från aktuell bransch. Som ett förkunskapskrav för att få certifikat bör den sökande ha Yrkesskola med VVS inriktning samt minst tre års praktik inom VVS installationer, alternativt minst fem års arbete som allmän VVS installatör. För installatörer utan formell VVS utbildning men med lång praktisk erfarenhet av installationer av krävs dessutom fler referensanläggningar. Det finns också krav på att sökande ska ha gått en av Energimyndigheten godkänd utbildning för att få certifikat. Det sistnämnda kravet regleras i en förordning.

B1.1.1 Gemensamt certifikat

(2- Kännedom)

För certifiering enligt *Förnybartdirektivet* är det ett Ackrediterat Certifieringsorgan som utfärdar certifikatet till installatören. För Certifierad Energiinstallatör i Sverige sköts detta av INCERT eller inom EES av ett ackrediteringsorgan som uppfyller kraven i förordning (EG) nr 765/2008. **Certifikatet gäller för installationer i fastigheter med ett effektbehov upp till 20 kW.**

En byggnad är ett system där många komponenter samverkar, klimatskal, ventilation, belysning, värmesystem och så vidare. Att kombinera flera värmekällor och system är inte ovanligt och det ställer än högre krav på installatörens kunskap.

Målen med certifieringssystemet är att öka användningen av förnybar energi genom att ur ett konsumentperspektiv tillhandahålla *tekniskt, ekonomiskt, miljömässigt och energimässigt goda installationer*. Ett lättöverskådligt och tydligt certifieringssystem underlättar för kunderna i valet av installatör. Ur kommunikationssynpunkt är det positivt med ett enhetligt och tydligt system. Kunden ska lätt kunna förstå vad certifieringen står för och känna förtroende för installatörens kompetens.

För att visa på systemkunnande ska certifieringen ge en legitimation som visar inom vilka områden som installatören är certifierad att klara. Certifikatet blir gemensamt för teknikerna för förnybar energi och kan omfatta behörighet för solvärme, biobränsle, solel och/eller värmepumpar på liknande sätt som dagens körkortssystem där personen har olika kategorier på sitt kort som indikerar behörighet för de olika kategorierna. *Om även den planerade PF-certifieringen upp till 500 kW kan inrymmas på samma handling är ännu inte beslutat.*

B1.2 Så här fungerar det

(2- Kännedom)

För att få certifiering ska enligt direktivet både ett godkänt praktiskt och ett godkänt teoretiskt prov genomföras. I det praktiska provet ingår utvalda kritiska moment i installationsprocessen. Vilka moment som ska ingå för respektive teknikgrupp arbetas fram av certifieringsorganet. Certifieringsorganet är ansvarigt för examinationen. Förutom ett praktiskt prov ska ett teoretiskt prov också ingå i examinationen. De teoretiska proven för respektive teknikgrupp ska vara uppbyggda med frågor framtagna av certifieringsorganet. Det teoretiska provet ska motsvara de detaljerade kraven i förnybartdirektivet. Bevis på klarat teoretiskt prov och praktiskt prov ska utfärdas av examinator som är skild från utbildaren.

B1.2.1 Praktisk del – certifiering av installatörer för BIO-energianläggningar enligt Förnybartdirektivet

(2- Kännedom)

Syfte/mål	Innehåll	Utrustning	Bedömning
- veta hur komponenterna ser ut och dess placering	- identifiera komponenter på bef ved/pelletsanlägg	-kommersiell anläggning	- identifiera 6 st komponenter
- kunna kretsens uppbyggnad	-rita flödesschema över en bef. installation	Bef vedpanna med acktank	- bedömning av ritning
- lära sig mäta på och analysera rökgaser	-göra en rökgasanalys mät CO, CO ₂ (O ₂), rökgas-temp och λ-värde	-ved/pelletsanna i drift samt rökgasanalysator	- redovisn av resultat
- uppnå optimal förbränning	-justera luftflöde och kontrollera resultatet	-ved/pelletsanna i drift samt rökgasanalysator	- godk. förbränning
-kunna de viktigaste faktorerna för bästa resultat vid ved/pelletseldning	-analysen enl ovan samt inläsning i kurslitteraturen	- mätresultat samt Kurspärm	- frågor muntligt/skriftligt
- kunna definiera förbrännings-, pann- och systemverkningsgrad	-diskussion i labgrupp med kurslitteratur och labbresultat som bas	-kurspärm + labresultat	-redovisning av svaren

Tabellen ovan visar schematiskt de kunskapskrav som ställs vid examinationen.

B1.2.2 Examination:

(2- Kännedom)

Sker i direkt anslutning till laborationen av oberoende examinator- ej kopplad till undervisningen

Frågorna som ligger till grund för bedömningen kan ställas muntligt eller skriftligt. Redovisning av mätning kan ske genom inlämning av diagram/protokoll alternativt genom muntlig genomgång. Kraven för godkännande fastställs på förhand(tex poängsättning på de olika delarna och tex minst 70% rätt för godkänd praktisk del)

B1.2.3 Laborationens olika delar, syfte, utrustning och utförande.

(2- Kännedom)

Del 1. Identifiera olika komponenter på en kommersiell anläggning

Syfte: Kursdeltagaren ska kunna hitta och identifiera olika komponenter i en kommersiell ved/pelletsanläggning.

Utrustning: Lab del 1 genomförs på en modern kommersiell anläggning med ved-, flis- alt pellets-panna och ackumulatortank.

Utförande: Kursdeltagaren får i uppgift att identifiera 6 olika komponenter genom att peka på eller att på annat sätt markera dessa.

Del 2. Rita upp ett kopplingsschema på en av bioenergianläggningarna.

Syfte: Kursdeltagarna ska kunna rita upp systemet, identifiera komponenter och komponenternas läge i förhållande till varandra, rita vattnets flöden för laddning, värmedistribution och tappvarmvatten.

Utrustning: Lab del 2 genomförs på befintlig ved- alt pellets-panna.

Utförande: Kursdeltagarna ritar upp kretsen på avsedd plats i lab-protokollet och namnger de olika komponenterna samt ritar in kretsens flöden med pilar för flödesriktningen. Symboler för komponenterna enl standard som bifogas laborationsprotokollet.

Del 3. Träna på att använda en rökgasanalysator.

Syfte: Att kunna hantera på marknaden vanliga rökgasanalysatorer

Utrustning: Rökgasanalysatorer, ved-, flis-eller pellets-panna i kontinuerlig drift

Utförande: Kursdeltagarna lär känna rökgasanalysatorerna som finns i labbet och tränar på att göra upprepade mätningar/analyser.

Del 4. Mäta upp CO₂- och CO-halten samt rökgastemperaturen på pellets-pannan som är i drift.

Syfte: Att kunna bestämma/mäta upp CO₂-halten (alternativt O₂), omvandla detta till ett luftöverskott i %, samt utifrån övriga insamlade mätdata kunna ange/uppskatta förbränningsverkningsgraden. Att kunna föreslå åtgärder för att få optimal förbränning.

Utrustning: Rökgasanalysator med instruktion. En pellets-panna med ackumulatortank i drift.

Utförande: Kursdeltagaren genomför flera mätningar efter varandra med rökgasanalysatorn. Därefter beräknas medelvärden för CO, CO₂ och rökgastemperaturen. Luftöverskott och förbränningsverkningsgrad beräknas/uppskattas.

Därefter föreslår kursdeltagaren vilken/vilka åtgärder som ska genomföras för att uppnå en god förbränning och genomför detta.

Efter åtgärden görs nya mätningar med rökgasanalysatorn och de nya värdena på luftöverskott och förbränningsverkningsgrad verifieras.

Del 5. Beräkna/uppskatta en anläggnings systemverkningsgrad.

Syfte: Att kunna fastställa/beräkna/uppskatta en anläggnings systemverkningsgrad utgående från bränslets energivärde i förhållande till förluster i hela systemet. Kunna identifiera var förlusterna finns och hur dessa påverkar resultatet.

Utrustning: Mätprotokoll och kurslitteraturen.

Utförande: Med hjälp av relevanta avsnitt i kurslitteraturen besvaras ett antal frågor utförligt i Lab protokollet.

B1.3 BFS 2015:4 CIN II

(2- Kännedom)

Boverkets föreskrifter om ändring i verkets föreskrifter och allmänna råd (2013:3) om certifiering av vissa installatörer samt om ackreditering av organ för sådan certifiering;

beslutade den 25 augusti 2015

Boverket föreskriver med stöd av 3 § förordningen (2012:970) om certifiering av vissa tjänster på energiområdet i fråga om verkets föreskrifter och allmänna råd (2013:3) om certifiering av vissa tjänster på energiområdet följande:

- dels att rubriken till författningen samt 1 § och 2–16 §§ ska ha följande lydelse,
- dels att 17, 18 och 19 §§ och de allmänna råden i 11 och 18 §§ ska upphöra att gälla,
- dels att rubrikerna närmast före 10, 11 och 12 §§ ska utgå,
- dels att rubrikerna närmast före 3, 4, 5, 6, 13, 14, 15 och 16 §§ ska ha följande lydelse
- dels att det ska införas en ny paragraf 1 a § och nya allmänna råd till 3 och 16 §§ av följande lydelse.

Författningen kommer därför att ha följande lydelse från och med den dag då denna författning träder i kraft.

Boverkets föreskrifter och allmänna råd om certifiering av vissa tjänster på energiområdet

Inledning

1 § Denna författning innehåller föreskrifter och allmänna råd om krav som ska vara uppfyllda för certifiering av installatörer enligt 1 § 1 förordningen (2012:970) om certifiering av vissa tjänster på energiområdet.

De allmänna råden innehåller rekommendationer om och exempel på tillämpningen av föreskrifterna i denna författning och förordningen. De allmänna råden föregås av texten Allmänt råd och är tryckta med mindre och indragen text omedelbart efter den föreskrift som de hänför sig till. (BFS 2015:4).

1 a § Med kunskap menas, i denna föreskrift, att personen är väl insatt i sakfrågan.

Med kännedom menas att personen är insatt i sakfrågan och vet när kompletterande specialister bör anlitas samt hur hen inhämtar mer information.

Med solcellssystem avses system som omvandlar solstrålningsenergi till elektricitet.

Med solvärmesystem avses system som omvandlar solstrålningsenergi till värme.

Med små anläggningar avses system med en nominell effekt för uppvärmning av byggnad på maximalt 20 kW. (BFS 2015:4).

2 § Certifiering får lämnas för en eller flera av följande behörigheter

1. behörighet BP för installatörer av små pannor och ugnar som drivs med biomassa,
2. behörighet SC för installatörer av solcellssystem,
3. behörighet SV för solvärmesystem, och
4. behörighet VP för installatörer av värmepumpar och jordvärme. (BFS 2015:4).

Krav för certifiering

Allmän teknisk kunskap

3 § För samtliga behörigheter gäller att sökanden ska ha allmän teknisk kunskap från genomförd relevant teknisk utbildning såsom yrkesutbildning på lägst gymnasienivå.

Kraven i första stycket kan även visas genom intyg om att sökanden under minst fem år varit yrkesverksam inom området och har förvärvat sådan teknisk kunskap som motsvarar dessa krav.

Utbildningskravet i första och andra stycket kan även tillgodoses genom motsvarande kompetens i annat land inom Europeiska unionen eller ekonomiska samarbetsområdet. (BFS 2015:4).

Allmänt råd Relevant teknisk utbildning kan vara yrkesutbildning på lägst gymnasienivå t.ex. inom energiteknik, VVS-teknik, elteknik eller annan installationsteknisk utbildning.

Kompetens från annat land inom Europeiska unionen eller ekonomiska samarbetsområdet bör styrkas genom intyg som översatts till svenska. (BFS 2015:4).

Erfarenhet av praktiskt arbete

4 § För att få certifiering för en eller flera av de i 2 § angivna behörigheterna ska den sökanden ha erfarenhet av praktiskt arbete inom installation motsvarande minst tre års heltidsarbete under den senaste femårsperioden. Erfarenheten ska i väsentlig grad avse installation av sådana anläggningar som omfattas av den sökta behörigheten.

Den praktiska erfarenheten ska styrkas med intyg. (BFS 2015:4).

Lämplighet för uppgiften

5 § Sökandes lämplighet för uppgiften ska styrkas med tjänstgöringsintyg, för den senaste yrkesverksamma treårsperioden, eller motsvarande intyg. Intygsgivaren ska ha, eller ha haft, en nära arbetsrelation till personen såsom arbetsgivare, uppdragsgivare eller liknande. (BFS 2015:4).

Krav på särskild kompetens

6 § Utöver vad som gäller för varje enskild behörighet enligt 7–10 §§ ska installatören ha kunskap om de anläggningar som omfattas av de övriga behörigheterna, om de olika systemens skillnader samt hur de kan kopplas samman, för att installatören ska kunna vägleda kunden i val av anläggning. Installatören ska ha kunskap om miljöaspekter samt förmågan att göra kostnads- och lönsamhetskalkyler.

Installatören ska kunna utforma, installera och underhålla de anläggningar som omfattas av den sökta behörigheten och som motsvarar kundens behov av prestanda och säkerhet. Installatören ska ha kunskap om att dimensionera och optimera anläggningarna efter byggnadens behov av värme, varmvatten och el samt kunskap om att, vid inkoppling till befintligt värme- eller elsystem, bedöma de i systemen enskilda komponenternas dimensionering och effektivitet samt kunna bedöma reglersystemets funktionalitet.

Installatören ska ha kunskap om vilka delar av installationen som måste utföras av behörig elinstallatör. Installatören ska ha kunskap om att ta anläggningen i drift och kunna överföra nödvändiga instruktioner om drift och underhåll till anläggningens ägare. (BFS 2015:4).

7 § För behörigheten **BP** ska installatören, utöver vad som anges i 6 §, ha kunskap om olika typer av

1. biobränslen,
2. förbränningsmetoder,
3. eldningsystem,
4. brandskydd. (BFS 2015:4).

8 § För behörigheten **SC** ska installatören, utöver vad som anges i 6 §, ha kunskap om

1. hur stor installationsyta som krävs,
2. riktning och lutning på solceller med beaktande av skuggning och solexponering,
3. installationens lämplighet för byggnaden och klimatet,
4. val av lämpligt monteringsätt för olika typer av underlag,
5. val av lämplig utrustning för installationen,
6. att anpassa den elektriska utformningen vad gäller
 - att bestämma normal belastningsström,
 - välja lämpliga typer av ledare, välja lämplig märkkapacitet för varje elektrisk krets,
 - bestämma lämplig storlek, märkkapacitet och placering för all ansluten utrustning och alla delsystem samt
 - välja en lämplig sammankopplingspunkt.

Vidare ska installatören kunna vidareföredla sina kunskaper om egenskaper hos solenergisystem och dimensioneringen av sådana system, samt ha kännedom om elcertifikat och ursprungsgarantier. (BFS 2015:4).

9 § För behörighet **SV** ska installatören, utöver vad som anges i 6 §, ha kunskap om

1. hur stor installationsyta som krävs,
2. riktning och lutning på solpaneler med beaktande av skuggning och solexponering,

3. installationens lämplighet för byggnaden och klimatet,
4. val av lämpligt monteringsätt för olika typer av underlag,
5. val av lämplig systemutrustning för installationen, samt
6. kunna vidareföredla sin kunskap om egenskaper hos solenergisystem och dimensioneringen av sådana system. (BFS 2015:4).

10 § För behörigheten **VP** ska installatören ha kunskap om

1. geoenergianvändning och marktemperatur i olika regioner,
2. jord- och bergarters egenskaper med avseende på värmeledningsförmåga,
3. tekniska krav och krav på säkerhet vid användning,
4. de fysikaliska och operativa principerna för en värmepump,
5. att bedöma olika värmepumpars lämplighet med avseende på klimatzon,
6. att bedöma olika värmepumpars lämplighet med avseende på byggnadens förutsättningar,
7. att bedöma olika värmepumpars lämplighet med avseende på buller från värmepumpar i inomhus- och utomhusmiljö. (BFS 2015:4).

11 § För samtliga behörigheter ska installatören, utöver vad som anges i 6–10 §§, ha kännedom om

1. relevanta delar i plan- och bygglagen (2010:900), plan- och byggförordningen (2011:338), främst vad avser kapitlen 8 och 9, samt Boverkets byggregler (BFS 2011:6),
2. lagen (2012:838) om certifiering av vissa tjänster på energiområdet, förordningen (2012:970) om certifiering av vissa tjänster på energiområdet och denna föreskrift,
3. relevanta delar av miljöbalken (1998:808) och kulturmiljölagen (1988:950) samt de relevanta förordningar och föreskrifter som meddelats med stöd av dessa lagar,
4. relevanta delar av arbetsmiljölagen (1977:1160) samt de relevanta förordningar och föreskrifter som meddelats med stöd av denna lag,
5. syftet med Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/28/EG (RES) om främjandet av användningen av energi från förnybara energikällor,
6. konsumenttjänstlagen (1985:716), 7. förordningen (2007:846) om fluorerade växthusgaser och ozonnedbrytande ämnen. (BFS 2015:4).

12 § Den sökandes kunskap och kännedom enligt 6–11 §§ i denna författning ska kontrolleras genom prov för sökt behörighet. Provet ska innehålla både en skriftlig del och en praktisk del. (BFS 2015:4).

Certifieringens giltighet

13 § Certifiering av en installatör får lämnas för en period av högst fem år. (BFS 2015:4).

Rapportering

14 § Certifieringsorganet ska omgående översända beslut om meddelad eller återkallad certifiering till Boverket. En sådan underrättelse ska innehålla uppgift om certifieringsnummer, behörighetsnivå, giltighetstid på certifikatet, förnamn, efternamn, företag, adress, postnummer och ort samt e-postadress och telefonnummer. (BFS 2015:4).

Omcertifiering

15 § För att få ett nytt beslut om certifiering, i samband med att det tidigare beslutet går ut, ska en förenklad kunskapsprövning av sökandes kompetens göras. Om särskilda skäl föreligger ska sökanden genomgå en repetitionskurs av en sådan utbildning som anges i 2b § förordning (2012:970) om certifiering av vissa tjänster på energiområdet och en förnyad grundlig kunskapsprövning göras. Lämplighet enligt 5 § ska alltid provas. (BFS 2015:4).

Allmänt råd

Särskilda skäl kan vara att den sökanden inte genomfört minst 15 uppdrag inom sin kompetens under en treårsperiod. (BFS 2015:4).

Återkallande av certifiering

16 § Har den certifierade installatören uppvisat uppenbar olämplighet för uppgiften eller erhållit certifiering på felaktiga grunder får det organ som utfärdat certifieringen återkalla denna. Återkallelsen av certifieringen får avse en eller flera behörigheter. (BFS 2015:4).

Allmänt råd

Uppenbar olämplighet kan bestå i uppvisad oskicklighet vid utförande av arbetsuppgiften. (BFS 2015:4).

17 § har upphävts genom (BFS 2015:4).

18 § har upphävts genom (BFS 2015:4).

19 § har upphävts genom (BFS 2015:4).

Denna författning¹ träder i kraft den 21 mars 2013.

1. Denna författning² träder i kraft den 1 september 2015.

2. Fram till och med den 1 januari 2017 får certifieringsorganet bedöma i vad mån tidigare certifikat överensstämmer med kraven i denna föreskrift och om provet i dessa fall kan avse endast kompletterande delar.

På Boverkets vägnar

JANNA VALIK

Lars Corneliusson

¹ BFS 2013:3

² BFS 2015:4

Bilaga 2

B2.1 Alternativt frivilligt system utan krav på ackreditering

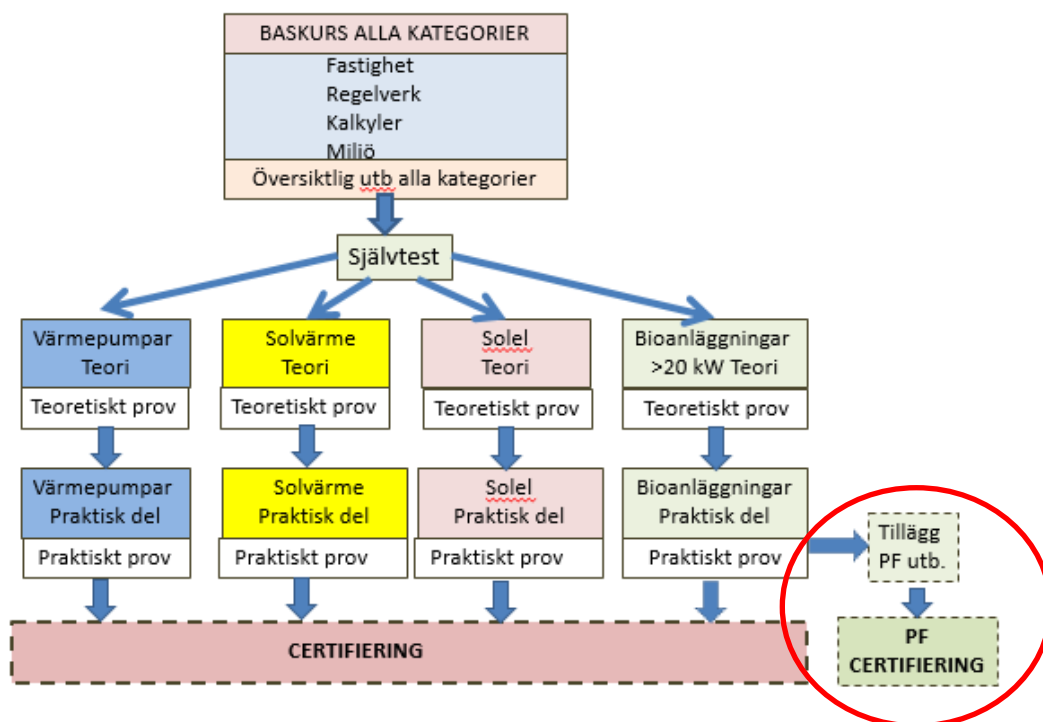
(2- Kännedom)

Certifieringen enligt Förnybartdirektivet har begränsningen att det i princip enbart omfattar installationer i småhus. Villamarknaden för bioenergianläggningar i småhus är för närvarande mycket blygsam och de installationer som görs sker i industri och fastighetssegmentet (50 kW- 2 MW). *Många av VVS-installatörerna som arbetar med bioenergi är även verksamma inom detta segment.* PelletsFörbundets inser att det även inom detta segment finns ett behov av att dokumentera sin kunskap via en Frivillig Certifiering.

I ett alternativ där både certifiering och krav på ackreditering saknas finns det möjlighet till att en eller flera ägare utformar ett certifieringssystem. Ägaren arbetar fram en kravspecifikation som motsvarar vad installatören ska kunna. Ägaren kan utse ett eller flera certifieringsorgan som får certifiera installatörer enligt kravspecifikationen. Det är ägaren som följer upp så certifieringsorganet håller tillräcklig kvalitet och att kravspecifikationen efterföljs.

Mot denna bakgrund inrättar PelletsFörbundet ett Certifieringsutskott med medlemmar från såväl installatörsföretag som försäkringsbolag, jurister inom konsumenträtt och energirådgivare. Utskottet kommer att ansvara för en *add hoc utbildning och kompletterande certifiering med teoretiskt prov inom effektområdet upp till 500 kW*. I grunden ligger den frivilliga certifieringen enligt alternativ BFS 2015:4 CIN 2.

Begränsningen av effektområdet till 500 kW är satt mot bakgrund av kraven i EN 303-5 och de kommande Ekodesignkraven. Kunskapen att installera en anläggning på 500 kW är likartad med att även bygga en större anläggning. De kommande avsnitten i denna bilaga tar därför upp även lite större anläggningar i "mellanskalan". Avsikten är att få fler installatörer att dokumentera sin kunskap genom en certifiering. Ett flödesschema på hur certifieringen kan gå till nedan, med tillägget t.h.



B2.2 Närvärme

(2- Kännedom)

Vad är en *närvärmeanläggning*? Några formella strikta gränser finns inte vad gäller storlek men bör kunna definieras som anläggningar mellan 100 kW - 10 MW total producerade värmeeffekt samt att anläggningen betjänar mer än en fastighet.

Råd och krav gäller alla nya biobränsleeldade anläggning oavsett vad de betjänar, medan effekt och lokalisering kan styra krav på miljö- och förbränning. Råden bör utgöra ett stöd för den prövande och granskande myndigheten. Men samtidigt även underlätta de konverteringar som eftersträvas för minskade utsläpp av växthusgaser. Närvärme fungerar i grunden precis om fjärrvärme men i ett mindre format. Tanken med ett närvärmenät är främst att kunna utnyttja lokala energiresurser vilket gör närvärme mer eller mindre oberoende av det globala energipriset.



Bild 110. En närvärmeanläggning innebär att ett antal husägare går ihop och ersätter sina individuella uppvärmningssystem med en gemensamt ägd värmeanläggning, ett mindre fjärrvärmenät.

Fasta biobränslen som flis och pellets är vanliga energikällor. *Närvärmenät kan byggas för att försörja enskilda bostadshus eller industrier upp till mindre samhällen.* Att bygga ett nät kan vara mycket fördelaktigt när man har långt till ett fjärrvärmenät och man vill gå ifrån äldre och omoderna uppvärmningstekniker som till exempel oljepannor. Vi ska alltid sträva efter att bygga närvärme med miljötankandet i fokus.

Exempel på fördelar med närvärme:

- Miljövänlig, effektiv och bekväm värmeförsörjning. Biobränsle är förnybart och koldioxidneutralt. Det är bra för klimatet.
- Säker och framtids trygg bränsleförsörjning från många olika jordbrukare, skogsägare och träindustrier i närområdet. Biobränslet växer ständigt till och idag används bara en del av den årliga totala tillväxten (»förnybarheten«).
- Ett stort antal fristående producenter borgar för uthållig tillförsel och effektiv konkurrens. Transportavstånden är korta och man har möjlighet till direktkontakt mellan producenter och användare.
- Inget beroende av energimarknader med några få stora företag som genom sin marknadsdominans kan ta ut övervinster så som till exempel när det gäller el, olja och gas.
- De fossila bränslena olja och gas måste minska dels på grund av begynnande knapphet i reserverna och dels på grund av den negativa klimatpåverkan. Även tillgången till kärnkraft är begränsad när gamla kärnreaktorer börjar stängas.
- Att lokalt producera och använda biobränsle bidrar till ett uthålligt och miljövänligt kretslopp. Alla som deltar i denna lokala aktivitet blir vinnare. Biobränslevärme är redan klart konkurrenskraftigt mot alternativen. Vinsterna och arbetstillfällena stannar lokalt hos användarna och producenterna.
- Om storskalig fjärrvärme finns inom räckhåll bör den i princip kunna erbjuda ett rationellt och konkurrenskraftigt alternativ. Man bör dock jämföra kostnaderna för de olika alternativen, eftersom det finns exempel på att även stora energiföretag inte alltid kan konkurrera.

- Närvärme kan kombineras med solvärme. Speciellt på sommaren är det bra att låta solen värma tappvarmvatten och då stänga av biobränslepannan

Med anläggningar avses såväl kraftvärmeanläggningar som "enkla" fjärrvärmeanläggningar. De sistnämnda benämns ibland även "närvarmecentraler". Biobränslen är i detta sammanhang ett ganska vitt begrepp. Biobränslen omfattar förädlade fraktioner såsom pulver, pellets och briketter samt oförädlade fraktioner såsom fallande bränslen inom skogsnäringen; spån, bark och flis. Till biobränslen hör även sådana bränslen som halm, energigrödor och sädesavrens, men dessa har vi av utrymmesskäl valt att inte ta med.

Detta kapitel avser i första hand biobränsleeldade anläggningar inom mellanskalen i effektområdet 0,1 till närmare 10 MW.

B2.3 Anslutning till ett närvarmesystem

(2- Kännedom)

I princip är ett närvarmesystem likvärdigt med ett *mindre fjärrvärmenät*. En värmekonsument ansluter sig till ett närvarmesystem via en undercentral (även kallad abonnentcentral). I undercentralen, som till exempel kan vara placerad i användarens källare, växlas värme över från det stora distributionsnätet ("kulvertnätet" som leder runt varmvattnet i byn genom isolerade rör som grävts ner i gator, vägar etc.).

Det centrala systemets varmvatten, "kulvertvatten", värmer upp den enskilda fastighetens interna varmvatten via en värmeväxlare, som är placerade i undercentralen. Kulvertvattnet blandas inte med vatten i de interna fastighetssystemen. I undercentralen finns två värmeväxlare: en för tappvarmvatten och en för radiatorvattnet som värmer rummen i fastigheten. I undercentralen mäts också temperaturskillnaden mellan ingående och utgående kulvertvatten.

Även mängden kulvertvatten som passerar undercentralen mäts där. Genom att multiplicera kulvertvattnets temperaturfall med genomströmningsvolymen erhåller man ett mått på den värmemängd som levererats till fastigheten.

Man kan även köra kulvertvattnet direkt ut i fastigheters värmeelement, men det är inte vanligt i Sverige då vi gärna vill ha kontroll över energileveranserna.



Bild 111. Varje abonnent har som regel sin egen mätare för att få rätt debitering av värmen.

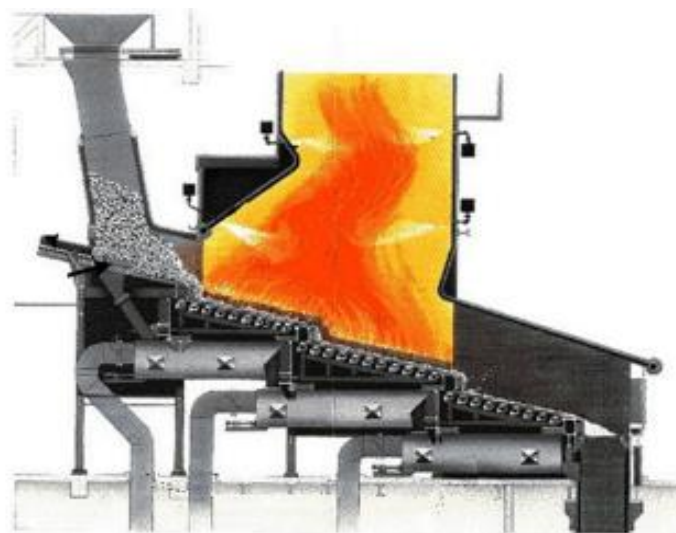
Utformningen av avtal om värmeleverans, anläggningsdrift och bränsleförsörjning beror i hög grad på vem som äger panncentral och kulvertnät. För anslutning betalas som regel en engångsavgift som ska täcka kostnaderna för ledningsdragning fram till undercentralen (abbonentcentral) och kostnaden för undercentralen (där värmeleveransen mäts och registreras). Abbonentavtal tecknas vanligen för en viss minsta tid (5–10 år) som krävs för att parterna ska vara motiverade att göra de nödvändiga investeringarna. Den rörliga kostnaden för värmeleverans är normalt indexreglerad. I bland är priset även omförhandlingsbart under avtalsperioden om det inträffar något svårförutsägbart på marknaden. Avtal om anläggningens drift blir aktuellt när driften sköts av andra än ägarna till anläggningen.

Avtal om bränsleleveranser blir aktuellt när andra än anläggningsägarna/driftbolaget svarar för försörjningen med bränsle. Denna typ av avtal finns vid så gott som alla kommunala värmeverk och det finns en avtalsmall för detta mellan föreningen Svensk Fjärrvärme och Svenska Trädbränsleföreningen. Mallen ses över ungefär vart femte år.

B2.3.1 Teknik för närvärme

(1- Kunskap)

Inom storleksklassen 0,3-10 MW förbränns bränslet vanligtvis på fast eller rörlig rost. Nackdelen med rosterförbränning är att det är svårt att erhålla stabil och god förbränning vid låg last (< 25 % last) beroende på att rosterytan är anpassad för 100 % last. Detta avsnitt gör inte anspråk på att förklara själva förbränningsförloppet för och nackdelar. Men kortfattat kan sägas att tekniken inte är fullt färdigutvecklad men är på god väg mot bättre och stabilare förbränning. För val av ugn/roster, men även för val av rökgasreningsutrustning är det framförallt två faktorer som är viktiga; typen av bränsle respektive bränslets fukthalt. *Typen av bränsle*; bark, spån, grot etc, samt bränslets storleksfördelning påverkar mestadels bränslehantering, bränsleinmatning, rosterutformning och askutmatning. *Bränslets fukthalt* (spann) påverkar mestadels rosterytans storlek, mängden murverk i ugnen och luftfördelningen.



Typiska eldningstekniker för användning av biobränslen i olika skalor:

Fuktiga oförädlade bränslen				
10kW	100kW	1MW	10MW	100MW
Vedeldning		Flis på rost	Flis i BFB ¹	Flis i CFB ²
Torra eller på annat sätt förädlade bränslen				
10kW	100kW	1MW	10MW	100MW
Pelletbrännare ³	Pellets på rost Pellets i brännare ⁴	Briketter på rost		Träpulver

1) BFB: Bubblande fluidiserad bädd
2) CFB: Cirkulerande fluidiserad bädd
3) Vanliga hushållsbrännare
4) Dessa brännare arbetar ibland med förmalning av pelleterna

Bild 112. Exempel på en traditionell fastbränslepanna med sk rörlig rost

Generellt kan man säga att för den som idag värmer sin fastighet eller industri med vattenburen värme från el eller olja så är det alltid lönsamt att konvertera till närvärme om det alternativet erbjuds. Värmer man sitt hus med ved, flis eller pellets i egen panna är lönsamheten med att övergå till närvärme beroende av ett antal faktorer, såsom anläggningens ålder och investeringsbehov, värdet av att få färdig värme direkt levererat till bostaden och synen på värdet av den egna arbetsinsatsen innebär. Här måste var och en göra sin egen kalkyl. Väljer man att investera i värmepump av något slag är investeringskostnaden en viktig parameter liksom priset på elström i framtiden.

För de stora värmeförbrukarna såsom kommunala byggnader, kyrkor och industrilokaler innebär uppvärmning genom egen biobränslepanna kostnader för personal som sköter eldningen. Såväl för löpande drift som för jourberedskap. Bland annat av detta skäl väljer många stora energiförbrukare att använda olja eller el för sin uppvärmning. För dessa konsumenter innebär anslutning till närvärme att man eftersträvar en säker och trygg värmeleverans till ett pris som understiger vad uppvärmningen i dagsläget kostar i den egna anläggningen.

B2.3.2 Fast rost eller rörlig rost

(2- Kännedom)

Ett roster bestående av en plan, fast- eller rörlig yta, där bränslet fördelar sig samtidigt som luft strömmar upp genom rost och bränsle. Inmatningen av bränsle till rosterytan sker i allmänhet med skruvinmatning. Fast rost var betydligt vanligare för 10-15 år sedan men förekommer även nu för tiden i de allra minsta anläggningarna (< 1 MW). Nackdelen är att askan stannar kvar på rosterytan varför manuell uraskning ofta blir nödvändig.

En rörlig rost är ofta konstruerad som ett trapprost där varannan rosterstav/rad är fast och varannan är rörlig. Från bränsleinmatning till askutmatning transporteras bränsle och aska genom ugnen samtidigt som luft strömmar upp genom roster och bränsle. Inmatningen av bränsle till rostern består i allmänhet av en eller flera skruvinmatningar eller inmatning på hela rosterbredden s.k ”pusher” för att erhålla jämn bränslefördelning över hela rosterytan.



Bild 113. Reka-pannan är ett exempel på en mindre panna med rörligt trapprost.

Rörlig trapprost är vanlig i de små och medelstora anläggningarna 0,2- 10 MW. Fördelen är att automatisk askutmatning är möjlig samt att slaggbildning på rostern mestadels kan undvikas. Flertalet bränsletyper kan användas med gott resultat förutom rent pulver och/eller spån vilket är problematiskt med tanke på genomblåsningar och medryckningar av stoft som följd.

B2.3.3 Pulverbrännare

(3- Information/tillägg)

Tekniken för pulverbrännare är vanligast i riktigt stora anläggningar, men mindre brännare (<5 MW) har kommit starkt de senaste åren och kan vara ett bra alternativ till att elda på fast/rörlig rost. Tekniken bygger på att med högt tryck blåsa in torrt träpulver i pannan likt en oljebrännare. Hanteringen av träpulver kräver en speciell teknik och ofta används pellets som ”transportförpackning”. Denna mals sedan vid pannan till pulver.



Bild 114. Lågan från en pulverbrännare är lik en oljelåga varför tekniken passa utmärkt att konvertera till befintliga oljepannor

Petrobio AB är marknadsledande och kan visa upp många väl fungerande anläggningar.

B2.2.4 Pelletsbrännare

(2- Kännedom)

Pelletsbrännare har i Sverige utvecklats i takt med introduktionen av pellets under de senaste 15 åren. Brännare finns i dag från 10 kW upp till +600 kW och pannor på upp till flera MW. Pellets (diam. 6-8 mm, fukthalt ca 8-10 %) skruvas in i brännaren/ugnen och blandas där med luft och förbränns i pannans eldstad. Systemet liknande till stora delar en vanlig oljebrännare, som ansluts till en befintlig eller ny panna. Brännaren kan normalt förses med extrautrustning beroende på storlek och behov av reglerbarhet, service och underhåll.

Exempel på utrustning kan vara automatisk askutmatning, O₂-styrning och lastreglering.

Miljövärdena från en pellets brännare är goda och i kombination med ackumulator kan man ytterligare stabilisera driften och därmed minska behovet av kallstarter vilka alltid skapar kolväteutsläpp.



Bild 115. Pelletsbrännare inom när- och industrivärme liknar i mycket en "större villabrännare". Bilden ovan anläggning med en Janfire-brännare på 300 kW.

B2.3 Bioenergi inom industrin

(1- Kunskap)

Det finns en stor potential att öka användningen av bioenergi i Sverige. Studier visar på ökning på 50-100 % av nuvarande 130 TWh/år (2015). Exempel är fortsatt utbyggnad av kraftvärme, biodrivmedel och användning i industrin för värme och processer. Sveriges industri har under en rad år arbetat med energieffektivisering och även allt mer gått över från olja till framförallt el och fjärrvärme. Drivkrafterna är ökande kostnader och mer fokus på miljöpåverkan genom krav från kunder och tillsynsmyndigheter. Stora förändringar väntar dock fortfarande inom alla delar för industrin inom energiområdet.

En av dessa är att användningen av olja för ång- och hetvattenproduktion inte ersatts i liknande grad som är möjligt förutom i industrier med stor oljeanvändning och bioenergi som restprodukt som t ex sågverk, snickeriindustrin samt förstås massa- och pappersindustrin. Andra branscher som använder mycket ånga (som tvätterier och textilindustri, livsmedelsindustri, viss plastindustri etc.) använder fortfarande betydande mängder olja.

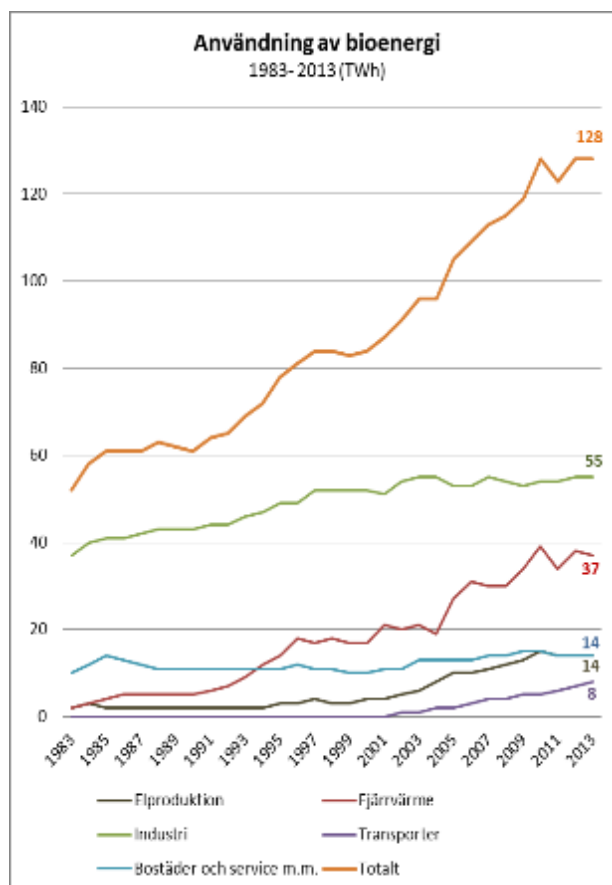


Bild 116. Bilden visar att industrisektorn, med 55 TWh, är den i särklass största användaren av bioenergi i landet. Men även fjärrvärmens med 37 TWh är betydande.

Anledningen till detta är att pannanläggningarna är mindre, energikostnadernas del inte lika betydelsefull men också att många inte tror att bioenergi kan vara ett realistiskt alternativ. Detta stämmer dock inte i dagsläget då tekniken utvecklats och oljepriset ökat i förhållande till bioenergi, samt ökar framöver via högre koldioxidskatt för industrier. Potentialen för att stärka de svenska industriernas konkurrenskraft samtidigt med minskad klimatpåverkan är stor och relativt enkel att nå på kort sikt.

Målgruppen är företag verksamma främst inom tvätterier, textil, livsmedel, betong och plastindustri men även andra företag som använder olja eller gas för ång- och hetvattenproduktion.

B2.3.1 Grund för övergång till bioenergi **(2- Kännedom)**

Bioenergi är ett förnybart, inhemskt och oftast relativt prisvärt alternativ med liten klimatpåverkan. Den är en naturlig del i kretsloppet och bör vara grunden för att förändra sin ång- och värmeproduktion. Inför en konvertering finns det några saker man bör tänka på.

- Kunskap om sin anläggning och förankring på ledningsnivå för energiområdet.
- Kunskap om tekniska lösningar, kostnader för investering och drift, tänkbara leverantörer.
- Miljöpåverkan och miljöprovning samt val av typ av bioenergi.
- Handlingsplan och åtgärder för att effektivisera energianvändningen har genomförts.

Första steget är att före konvertering till biobränsle gå igenom om anläggning, panna och värmesystem har rätt tryck och temperatur. När denna analys är klar gäller det att skapa en bild av hur stora laster man har på panna och i system så att effekt i form av kW eller kg ånga per timme är klart. Hur energin fördelas under en timme, dygn, vecka och över året för att klara ut dimensionering effekt- och energimässigt. Förankra hos ledningen och resurs- och tidsplanera.

Andra steget är det mer tekniska med att ta fram alternativa lösningar för anläggningen som berör pannors storlek. Detta bör ske i samverkan med egen personal men även externa aktörer som konsulter, leverantörer av teknisk utrustning och biobränsle, kommunen och berörda myndigheter som Länsstyrelsen. Ta lärdom av andra som redan gjort en konvertering (goda exempel) för att testa olika idéer för olika möjligheter.

Anläggningens nuvarande status, dimensionering, tryck etc styr ofta möjligheterna liksom om det finns plats för en förändrad anläggning. Då *varje objekt är unikt* måste en enskild analys göras. Tänk på att den befintliga anläggningen behövs under projektets genomförande samt att den ofta har en funktion som topplast och reservanläggning. Ofta kan det vara ekonomiskt att dimensionera en biobränsleanläggning för 75-90 % av maximalt effektbehov.

Ibland kan en bioenergianläggning bestå av flera enheter för att få bästa ekonomi och reglerbarhet. Miljöpåverkan sker förstås och här bör en tidig kontakt tas med den myndighet som har tillsyn av anläggningen, oftast kommunens miljö- och hälsoskyddskontor men för lite större anläggningar Länsstyrelsen. De faktorer som ska beaktas är transporter av biobränsle, stoftutsläpp liksom gaser som NO_x (kväveoxider), SO₂ (svaveldioxid), buller.



Biobränslets kostnad varierar efter bearbetning och kvalitet. För mindre anläggningar är ofta pellets ett bra och lönsamt alternativ, kanske upp till ett par MW i effekt. För större anläggningar med ett relativt stabilt behov blir flis som har lägre energipris ofta lönsamt. För anläggningar med stora skillnader i uttag är pellets och träpulver ett bra alternativ. Pelletsen mals på plats till pulver för effektiva transporter och lagerhållning mm.

På senare år har olika typer av biooljor kommit fram som passar för de flesta storlekar. Här bör också analyseras vad som finns tillgängligt av olika typer av biobränslen i det område där industrin är lokaliserad.

B2.3.2 Värmesystemet **(3- Information/tillägg)**

I industrin finns betydligt fler typer av värmesystem än i t ex lokaler och bostäder. Detta beror på att kraven på inomhusklimatet inte är lika reglerat samt att byggnadernas utformning och användning möjliggör detta.

Ett värmesystem består av tre olika delar:

1. Panna/fjärrvärmeväxlare
2. Distributionssystem (rör, växlare, ventiler etc)
3. Värmeutrustningar (radiatorer, värmebatterier, luftvärmare, golvärme, takvärmestrips etc)

I bästa fall ska dessa tre vara anpassade till varandra men då många industrier byggts om eller förändrats är så inte fallet. Varje del innebär energiförluster och ställer specifika krav på tryck, flöde och temperatur. I tillägg till detta finns också en rad decentraliserade värmesystem som t ex enskilda olje- eller eldrivna luftvärmare, elpannor och värmepumpar som värmer en viss lokal eller enbart som extra värme under kalla vinterdagar.

Vid konvertering från fossila bränslen är det *viktigt att få en helhetsöversyn*. Detta för att ju mer av den totala värmeförbrukningen som kan inkluderas desto bättre ekonomi. En annan aspekt är de temperaturkrav som olika delar av system kräver. Luftvärmare arbetar ofta med höga temperaturer vilket kanske inte alltid går att tillgodose efter konverteringen. Skall man då byta ut luftvärmare mot en annan värmeutrustning eller helt enkelt inte ta med denna i konverteringen?

Ett värmesystem inom industri och fastighet används huvudsakligen för:

- Uppvärmning, tappvarmvatten eller liknande
- Torkning och/eller processenergi
- Byggvärme under byggnationer.

Innan konvertering till bioenergi är det viktigt att se till att alla de olika delarna i ett värmesystem är så effektiva som möjligt. Som installatör är det viktigt att ta reda på vad som skall ingå och utreda om delar inte ska inkluderas. Nedan ges några viktiga råd om vad man bör tänka på innan för att både få en optimal storlek på anläggningen och bästa totalekonomi.

Processvärme kan det vara lämpligt och se om det går att sänka temperaturkraven, minska drifttiderna och utnyttja eventuell spillvärme. Se över förlusterna och isolera om möjligt processanläggningen. När det gäller *Lokaluppvärmning och tappvarmvatten* bör man alltid kontrollera klimatskalet och tilläggsisolera där det behövs. Anpassa drifttider efter arbetstider och optimera inomhustemperaturen. Byt ut ineffektiva värmewäxlare, pumpar, kranar etc och minska öppettider för stora portar.

B2.3.2.1 Tekniska lösningar

(2- Kännedom)

Hetvatten som media för processer och uppvärmning är ett väl beprövat system och möjliggör också många alternativ av tekniker och bränsleval. Varför ett företag använder ånga för värme och process har ofta en lång tradition och i vissa fall sker det slentrianmässigt. Den första tanken bör då vara, *behöver ånga användas eller kan energin överföras på något annat sätt*. Ett ångsystem är mer komplicerat och ofta är förluster större än i andra system. Detta p.g.a. höga temperaturer men kanske i första hand i att återföring av kondensat ofta har brister med stora förluster i läckage eller att det inte återförs alls. Pannor, matarvattenbehandling, höga tryck gör det även allmänt mer komplicerat.

De flesta befintliga system med ånga är därför att det finns ett behov av ånga som energibärare och då får man förhålla sig till det. Frågan om konvertering till biobränsle är först och främst en teknisk, miljömässig och kostnadsfråga. Det är beroende av storlek och enligt figuren till höger så passar olika bränslen för olika storlekar, där högre förädlingsgrad som pellets, briketter och pulver ger högre energikostnad men högre reglerbarhet, enklare utrustning och hantering och för mindre bearbetade bränslen som flis vice versa.

För pannor upp till cirka 1 MW finns brännare för pellets som en bra lösning. Den andra tekniken med rosterpannor som används från 500 kW till 20 MW kan dels vara av typ fast roster för de lite mindre och rörlig för större. Bioolja kan användas för alla typer och storlekar. Val av teknisk lösning och bränsle beror på faktorer som hur variabel energianvändningen är, status och storlek på nuvarande anläggning, plats för ny anläggning och bränslehantering och leveranser.

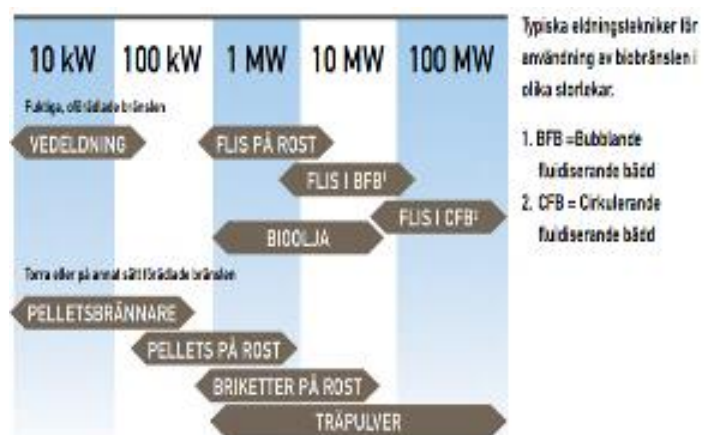


Bild 117. Typiska effektintervall där olika tekniker passar bäst.

(2- Kännedom)

Förenklat kan man säga att ju mer förädlad biobränslet är desto enklare teknik för förbränning och bränslehantering kan användas. Ofta med högre reglerbarhet. Å andra sidan ger ett mindre förädlat bränsle som t ex flis lägre bränslekostnader.

De typer av reningsanläggningar för rökgaser som är vanliga för anläggningar upp till några MW är multicyklon (se bild till höger) eller textilfilter, för lite större anläggningar används elfilter. Mer om rökgasrening i kap 7.5.

En viktig roll i dels rening men primärt för att öka effektuttaget är att för fuktiga bränslen (flis) från cirka 5 MW och uppåt använda en rökgaskondensering där energiuttag beroende av systemtemperatur kan öka med 10-20 %.

Tekniska krav kan sammanfattas enligt nedan.

- Bränslehantering ska vara automatisk.
- Förbränningssystem också automatiska inkl. askhantering.

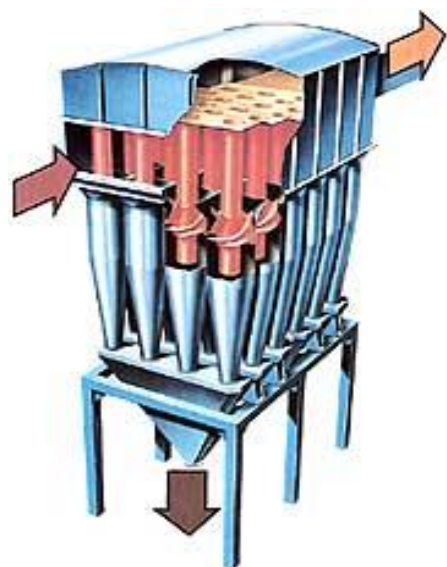


Bild 118. Exempel på hur en multicyklon ser ut i genomskärning

- Förbränningsteknik bör klara variationer på 30-100 % last.
- Rökgasrening efter bästa möjliga teknik.
- Låga returtemperaturer är bra och gynnar rökgaskondensering.

B2.4 Mer om ånga

(2- Kännedom)

Ånga är en relativt vanlig energibärare i t ex livsmedelsindustri, tvätterier mm. Processånga är effektiv för att överföra stora mängder energi och vatten. Ofta är bränslet till ångpannan olja eller gas vilket är ett dyrt alternativ. Här kan bioenergi vara ett lönsamt alternativ.

Ångan distribueras från pannan i ett rörledningssystem ut till användningsområdena. Detta ledningssystem med olika armaturer samt alla maskiner och processer som drivs av ångan är, i förhållande till hetvattensystem betydligt högre trycksatt vilket gör att risken för förluster och läckage samt ångavgång till atmosfären är högre. Det är därför viktigt att ha ett bra, genomtänkt och energieffektivt ångsystem.

Det finns olika typer av ånga för olika tillämpningar. Mättad ånga kallas den ånga som bildas när vatten övergår till ånga. Överhettad ånga är ånga som överhettats över mättnadstemperaturen. Denna ånga innehåller mer energi och kondenserar inte lika snabbt vid expansion eller kylning. Med torr ånga avses ånga som inte innehåller något vatten.

Ångans totala värmeinhåll (entalpi) kan delas upp i tre olika delar:

- Vätskevärme är vattnets värmeinhåll upp till kokpunkten. Vid atmosfärstryck kokar vatten vid 100°C och då är vattnets vätskevärme 417 kJ/kg (0,12 kWh).
- Ångbildningsvärme är den energi som åtgår för att ombilda vatten till ånga (mättad ånga). Vid atmosfärstryck åtgår 2258 kJ/kg (0,63 kWh) till detta. Alltså över fem gånger mer än att värma vattnet till kokpunkten.
- Överhettningvärme är den energi som tillförs den mättade ångan för att höja temperaturen över 100°C. Överhettningen börjar när allt vatten i ångan har blivit ånga (s.k. torr ånga). Överhettning sker i överhettare som är helt skilda från vattnet i ångpannan. I annat fall kommer energin att åtgå för att förånga mer vatten.



Bild 119. Bilden ovan är från Atria som är en stor tillverkare av livsmedel under varumärken som Sibylla, Lithells och Ridderheims. Under hösten 2015 tog Atria i drift en ny ångcentral som kan leverera 6 MW ånga med träpulver till fabriken i Sköllersta. Se filmen [här](http://www.petro.se/Om-Petro/Referenser/Ny-panncentral-hos-Atria) (<http://www.petro.se/Om-Petro/Referenser/Ny-panncentral-hos-Atria>)

B2.4.1 Ångans egenskaper

(2- Kännedom)

När trycket stiger kokar vattnet inte längre vid 100°C utan vid en högre temperatur. Exempelvis är vattnets kokpunkt 170,5°C vid 8 bar (a). Då behövs en större värmemängd för att värma vattnet till kokpunkten men en mindre värmemängd för att få det att koka.

- Vätskevärmets ökar med ökande tryck.
- Ångbildningsvärmets minskar med ökande tryck.
- Ångans volym ändras med trycket.

Vid trycket 221,2 bar (a) är ångbildningsvärmets = 0, dvs vattnet övergår okontrollerat till ånga utan att värme tillförs. Detta kallas det kritiska trycket.



Om 1 kg vatten omvandlas till ånga får vi 1 kg ånga. Volymen hos 1 kg ånga vid atmosfärstryck är 1,694 m³. Vid trycket 10 bar (a) upptar samma mängd ånga endast 0,194 m³. Volymen på 1 kg vatten är 1 liter (0,001 m³). Densiteten erhålls genom att invertera volymiteten.

Densiteten för ånga vid atmosfärstryck är 0,5904 kg/m³ och vid 10 bar (a) 5,147 kg/m³. Densiteten för vatten är 1000 kg/m³.

B2.4.2 Ångsystemet

(3- Information/tillägg)

Med hänsyn till värmeförlusterna och investeringar i rörledningarna är det för det mesta bäst med så högt tryck som möjligt i ångnätet. Vid förbrukningsstället bör ångans tryck reduceras så långt som möjligt för att få tillräckligt värmeutbyte. Man måste dock ha tillräckligt tryck för att bli av med kondensatet. Vid dimensionering av ångledningar skall man också ta hänsyn till att ånghastigheten inte blir så hög att det medför oljud.

B2.4.3 Kondensatsystemet

(3- Information/tillägg)

När mättad ånga kommer i kontakt med en yta med lägre temperatur än sin egen börjar den omedelbart att värma upp ytan genom att avge sin värme. Detta sker vid konstant tryck och temperatur. Ångan avger kontinuerligt sin ångbildningsvärme och omvandlas då till vatten, kondensat, med bibehållet tryck och temperatur. Detta innebär att ångan kondenserar.

Eftersom vattenfasen endast innehåller vätskevärme måste den avgivna värmemängden utgöras av ångbildningsvärme. Sammanfattningsvis innebär detta att ångbildningsvärmens utför arbetet.

B2.4.3.1 Kondensatets värmeinnehåll – Hur kan det utnyttjas?

(2- Kännedom)

Vattnet har vid kondensering lika hög temperatur som ångan och kan tyckas vara ett lika gott uppvärmningsmedia som ångan. Så är dock inte fallet. När kondensat avger sitt vätskevärme sjunker dess temperatur till skillnad från ångans temperatur, som hela tiden förblir konstant. Ångbildningsvärmets är dessutom tre till fem gånger större än vätskevärmets. Avgörande är därför att ångan får tillträde till hela den yta som ska värmas upp.

Detta kan endast ske om kondensatet inte täcker den yta som skall värmas upp. Därför är det en förutsättning att kondensatet dräneras så snart det bildas och då friställer den yta som skall värmas upp för maximal tillgång av ångan. Vätskevärmets kan användas på annat håll i anläggningen.

Det bästa sättet är att återleda det till pannan och där återanvända det som matarvatten vid ångproduktion eller använda det för uppvärmning av till exempel lokaler. När ångan avgivit sitt ångbildningsvärme och omvandlats till hett kondensat måste detta, på ett kontrollerat sätt dräneras från ångrummet utan att ånga följer med. Hur ånga och kondensat separeras och kondensatet dräneras

För att detta ska vara intressant för båda parter krävs vanligtvis ganska långa avtalsperioder med exit/utlösen och restvärdesklausuler samt att priset på färdig ånga indexeras på något sätt. Det är vanligt med mobila lösningar (containers mm) vilket innebär att det inte är fast egendom och ingen besittningsrätt av industrin vilket möjliggör finansiering av tredje part.

Historiskt sett så har industriföretag fått skattesubventioner för energiskatt och koldioxidskatt i förhållande till andra energianvändare som fastigheter och transporter. Detta regleras i Lag om skatt på energi (1994:1776). **Eftersom den skattesubvention som den tillverkande industrin (SNI-kod för tillverkande industri) har för tillverkningsprocesser och uppvärmning försvinner helt 2018 kommer kostnaden för olja att öka.**

Exempel på priser som vi fått fram under 2014 för industrier. Exkl. moms.

BRÄNSLEKOSTNAD	KR/MWh	KR/ENHET
Bioolja (bio 0,05, 12C)	560	5220 kr/m ³
Skogsflis	220	176 kr/m ³
Pellets	300	1500 kr/ton
Olja (E01)	760	7600 kr/m ³

B2.5.1 Checklista (1- Kunskap)

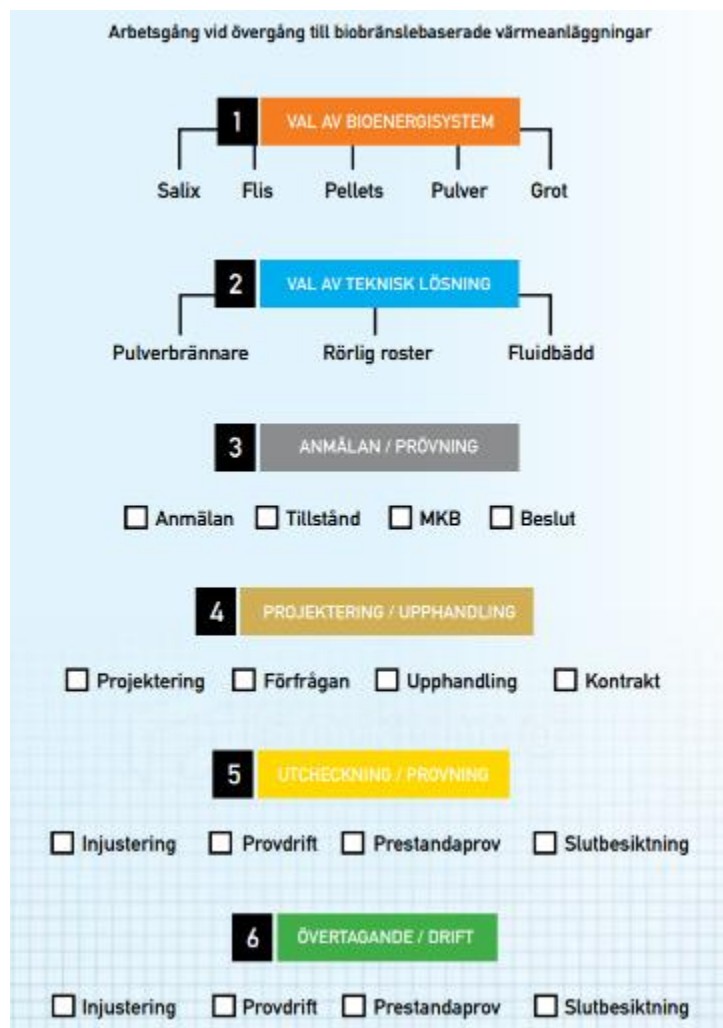
Lönsamheten i konvertering från olja eller gas till bioenergi beror starkt på vilka unika förutsättningar och begränsningar som finns. Det är svårt att säga att en viss lösning alltid är lönsam eller inte. **Därför rekommenderar vi att man går igenom checklisten nedan.**

Lämpligt bränsle. Bioenergi är ett samlingsbegrepp för många olika typer av bränslen med olika för- och nackdelar. De vanligaste är:

Flis: är relativt billigt men kräver mer robust teknik, lagerutrymme samt leveranser. Service och underhåll är större än för olja och gas. Har man ett jämt uttag av ånga eller hetvatten och gott om plats kan detta vara ett alternativ. Särskilt om man kan hitta en lokal bränsleleverantör och eventuellt för service och underhåll. Befintlig olja/gaspanna bör vara kvar eller bytas till ny för att fungera som reserv

Pellets/briketter: är ett mer homogent bränsle än flis och har högre energiinnehåll. Detta gör att tekniken blir billigare och mer lättskött samt mindre lagervolymer. Å andra sidan är pellets dyrare än flis (för själva bränslet). Pelletstekniken har högre regleringsmöjligheter vilket är bra om man har variationer i uttag av ånga och hetvatten. Idag finns flertal leverantörer för både teknik, bränsle och drift.

Lönsamheten i konvertering från olja eller gas till bioenergi beror starkt på vilka unika förutsättningar och begränsningar som finns. Det är svårt att säga att en viss lösning alltid är lönsam eller inte. Därför rekommenderar vi att man går igenom checklisten nedan.



Träpulver, kan ofta konvertera befintlig panna (speciellt efter ett energieffektiviseringsprogram där pannan är för stor) och ger i stort sett samma lastföljning som olja/gas. Större anläggningar utgår från pellets som de själva mal. Mindre anläggningar kan köpa färdigmalt träpulver av rätt kvalitet.

Bioolja: ett enkelt sätt att konvertera från olja då man antingen byter ut oljebrännaren eller installerar ytterligare en brännare. Väldigt små förändringar behöver ske på systemet. Dock är bioolja dyrare än både pellets och flis. Detta kan vara ett alternativ om man har en bra och relativt ny panna eller om man har stora variationer i uttag av ånga och hetvatten. Systemet fungerar i stort sett lika som för olja.

Biogas: detta alternativ kräver stora förändringar för verksamheten och bygger på att man har ett organiskt avfall som kan rötas på plats och sedan använda gasen för ångproduktion (eller hetvatten eller el). Kan vara lämplig lösning för större livsmedelsindustrier. **Vilket av dessa alternativ fungerar för er?**

Drift och service. Bioenergi kräver i vanliga fall mer resurser för drift, underhåll och service samt kunskap om anläggningen och hur den skall styras. Har man inte denna kunskap internt bör man utbilda någon person eller köpa in denna. Huvudregeln är ju billigare bränsle desto mer drift- och servicekostnader, jämför t ex flis mot bioolja. **Kan/vill ni ta hand om pannan själva?**

Pannan Vid användning av olja eller gas så dimensioneras pannan för att täcka hela effektbehovet i en panna. Vid eldning med bioenergi är pannorna något mindre flexibla. Det kan därför vara lönsamt att investera i en mindre bioenergipanna som går som baslast och en annan för topplast, alternativt ha kvar den befintliga olje-/gaspannan för topplast. Detta ger ett högre utbyte och flexibilitet. Pellets- och träpulveranläggningar dimensioneras oftast för att klara hela effektbehovet pga deras högre flexibilitet. **Bör ny panna täcka hela behovet eller baslast?**

Eftersom de allra flesta industrier behöver sin ånga eller hetvatten för att produktionen ska fungera så måste ångtillförseln vara säker. Detta löses med reservpanna och/eller ångackumulator.

Är den befintliga pannan i sådant skick så den kan användas under mer än fem år framöver?

En bioenergipanna tar betydligt större plats än en olje/gaspanna. Dessutom så kanske man bör ha kvar den befintliga pannan som reserv och topplast. Detta gör att man ibland måste bygga större pannrum alternativt ha en annan plats för bioenergipannan. **Finns det utrymme för ny panna i befintligt pannrum?**

Behövs ett nytt pannrum måste man bestämma bästa placering för detta. Det ska vara lätt att komma till med bränsleleveranser samtidigt som en inkoppling mot befintligt ång-/värmesystem ska vara så enkel och kostnadseffektiv som möjligt. En containerlösning kan i många fall vara ett enkelt sätt att lösa detta.

Bränslehantering Biobränsle tar betydligt mer plats än olja och gas. Pellets kräver ca 3 gånger så stor volym som olja och flis kräver ca 10 gånger så stor volym. Detta löser man både med större lagervolym och tätare leveranser. Vid dimensionering av lagerutrymme så ska detta göras så att man kan ta emot en full transport vid varje tillfälle. Tätheten av leveranser beror då på vilket bränsle man valt. Flis kräver betydligt tätare leveransintervall än pellets. **Lagerutrymme för bränsle?**

Är det lämpligt med tätare leveranser inom området och kringliggande industrier och bebyggelse? Kan man reglera dessa leveranser för att minimera framtida störningar. Ett exempel är leveranser utanför drifttid eller då andra leveranser av gods ej sker. **Transportvägar för bränsleleverans, tidpunkter för detta?**

Inkoppling Väljer man ett helt nytt bioenergissystem eller ett komplement till olje/gas pannan så bör man noga utreda var man ska koppla in sig mot befintligt system för att få bästa totallösning. Kan man t ex använda befintlig matarvattentank/ar (MAVA), ångdom etc eller är det bättre med separata tankar för bioenergissystemet? **Hur koppla in mot befintligt ångsystem?**

Högt tryck innebär ofta högre investeringar i panna och ångsystem. Vid en konvertering är det viktigt att utreda om delar av ångsystemet och dess komponenter kan fungera med lägre tryck. Olika trycknivåer kan innebära både mindre investeringen men också bättre möjligheter för återvinning och effektivitet.

Effektivisera först Inför konvertering är det viktigt att se till att använda sin energi effektivt. Förutom själva energibesparingen så kan detta leda till lägre investering samt en jämnare last vilket gynnar ett högre utbyte av bioenergi pannan och bättre totalekonomi. Idag (2016) finns bidrag för energikartläggning för företag som använder mer än 500 MWh/år (ca 50 m³ olja) inkluderat både bränslen, el och transporter. Passa på att göra detta först. Det är ytterst lönsamt i de allra flesta fall

B2.6 Rökgasrening

(2- Kännedom)

De krav som (2016) gäller utsläppen för de här aktuella närvärmeanläggningarna upp till cirka 500 kW följer det som anges i EN 303-5:06/2012. För större anläggningar än 500 kW gäller andra krav:

Många kommuner tillämpar hårdare krav än de som angivits ovan, till exempel enligt Naturvårdsverkets förslag och rekommendationer. När man kommit till projekteringsstadiet bör man därför ta tidig kontakt med kommunen om bygglov och bygganmälan, med miljö- och hälsoskyddskontoret om miljöbalkens regler och med sotaren om brandskydd och sotning. Vi rekommenderar att man använder bästa möjliga teknik med hänsyn till miljön. En av de stora fördelarna med gemensam närvärme är just att man kan klara detta tekniskt och med god ekonomi jämfört med alternativet individuella fastighetspannor.

B2.6.1. Multicyklon

(2- Kännedom)

Denna reningsteknik är en mekanisk avskiljning för att avskilja de grövsta partiklarna. Genom att nyttja centrifugalkraften som uppstår i varje liten cyklon, slungas partiklarna ut mot väggen och på detta sätt avskiljs de från rökgaserna.

Verkningsgraden är hög men att avskilja de allra finaste partiklarna är ytterst svårt då egenvikten på varje partikel är för liten för att kunna avskiljas från rökgasen. Driftkostnaden är extremt låg då cyclonen är helt mekanisk på så när stoftslussen under cyclonen. Beroende på vilket bränsle som eldas kan vi klara stofthalter ner till 150 mg/Nm³.

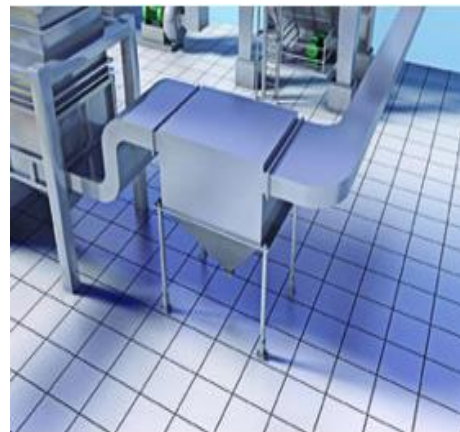


Bild 120. Multicyklon (se även bild 118)

B2.6.2 Elektrofilter

(3- Information/tillägg)

Anläggningar som placeras nära tätort kräver i de flesta fall ytterligare ett reningssteg utöver multicyklon. Genom att leda in gaserna i en stor kammare och sänka rökgashastigheten samt ladda de fina partiklarna elektriskt med negativ spänning från elektroden skapar vi en rörelse mot den positiva polen som utgörs av utfällningselektroden. Stoftpartiklarna har nu fastnat på elektroden och rensas rena genom att en hammare slår på elektroden så partiklarna faller ner till botten av elektrofiltret för vidare transport ut till askcontainern.

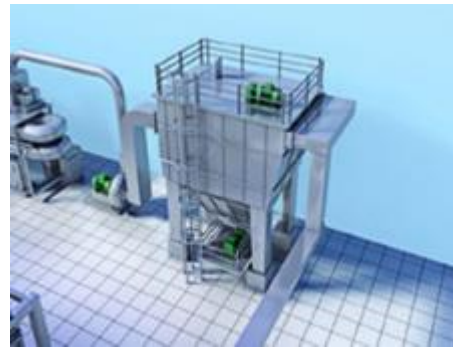


Bild 121 Elektrofilter (oftast i riktigt stora anläggningar då detta är kostsamt)

Ett elektrofilter har hög avskiljningsgrad, hög drifttillgänglighet och bra serviceutrymmen. De passar som bäst där stoftkraven är mellan 10-150 mg/ Nm³.

B2.6.3 Rökgaskondensering

(3- Information/tillägg)

I samarbete med flertalet ledande leverantörer av rökgaskondensering kan vi erbjuda en integrerad lösning i de fall där denna teknik passar. Här nyttjar vi den kvarvarande energin i rökgaserna. De leds genom en skrubber och då både utvinns energin i rökgaserna och skrubbern används också som tvättkraft till att sänka stofthalten. Energin överförs via en värmeväxlare till övrigt system medan stoft avskiljs från vattnet genom vattenbehandling. Beroende på förutsättningarna kan utvinningen bli ca 25% av pannkapaciteten och stoftutsläppet ner till ca 30 mg/ Nm³.



Bild 122. Rökgaskondensering är ett alternativ som även ökar verkningsgraden.

B2.7 Klimatpåverkan från energianvändning

(1- Kunskap)

Klimatvärdering av ett fastighetsbestånd betyder att man beräknar de utsläpp av växthusgaser som uppstår till följd av energianvändningen i ett fastighetsbestånd.

B2.7.1 Så beräknas klimatpåverkan

(1- Kunskap)

Utsläpp av växthusgaser kan ske både direkt från en panna i en fastighet och hos producenten som producerar den fjärrvärme eller el som används. SABOs rekommendation är att klimatvärderingen av en fastighet eller ett fastighetsbestånd inkluderar utsläpp från egen panna, utsläpp från fjärrvärmeanläggningen som fastigheten är kopplad till och utsläpp från produktionen av el som fastigheten använder. Klimatpåverkan beräknas genom att alla dessa utsläpp summeras.

Växthusgaser brukar ofta antas vara synonymt med koldioxid, men det finns flera gaser som bidrar till växthuseffekten. Vid beräkning av klimatpåverkan tas utsläpp av koldioxid, metan och dikväveoxid (lustgas) med. Utsläpp av metan och dikväveoxid från produktion av energi är väldigt små i förhållande till koldioxidutsläppen. *De är dock ändå relevanta på grund av att metan och dikväveoxid är betydligt mer potenta växthusgaser än koldioxid.* Klimatpåverkan räknas om till koldioxidekvivalenter, för att kunna beskriva gasernas klimatpåverkan relativt den påverkan som samma mängd koldioxid skulle ha. **Metan och lustgas är 21 respektive 310 gånger mer kraftfulla växthusgaser än koldioxid,**

det vill säga klimatpåverkan hos 1 kg metan motsvarar klimatpåverkan hos 21 kg koldioxid, se diagram till vänster. Vidare anses endast koldioxid från fossila bränslen bidra till växthuseffekten. Koldioxid som uppkommer vid förbränning av biobränslen ökar inte koldioxidhalten i atmosfären eftersom biobränslen är förnyelsebara.

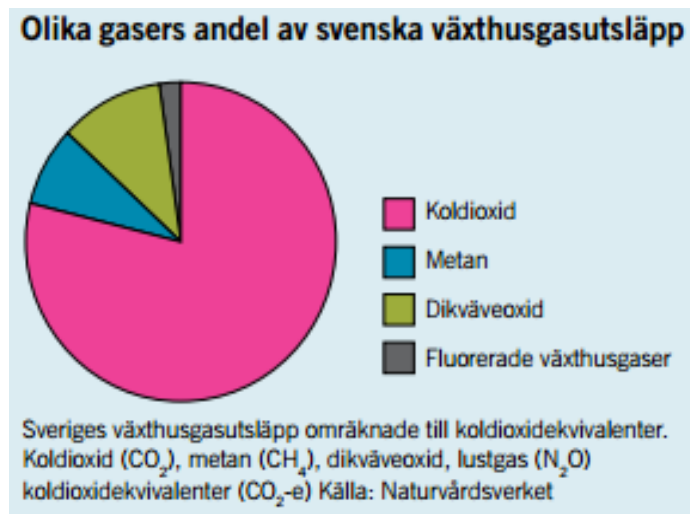


Bild 123. Figuren ovan visar Sveriges växthusgasutsläpp omräknade till koldioxidekvivalenter

Klimatvärderingen baseras på faktisk energianvändning. Normalårskorrigerad innebär att den faktiska, verkliga energianvändningen räknas om till den energianvändning som man skulle ha om vädret var som det är i genomsnitt över flera år. I Skåneinitiativet används den normalårskorrigerade energianvändningen för uppföljning av energianvändningen.

Normalårskorrigeringen görs med energiindexmetoden. Då man beräknar utsläpp av växthusgaser baserat på den normalårskorrigerade energianvändningen blir det lättare att se trender över tid och

utvärdera effektiviseringsåtgärder eller byte av energikälla. Men resultatet blir ändå svårtolkat eftersom de faktorer som används för att beräkna klimatpåverkan från fjärrvärme och el ändras från år till år. Till exempel används mer olja vid fjärrvärmeproduktion och mer kol vid elproduktion ett kallt år och det blir därmed högre utsläpp av växthusgaser. Om man istället vill ha en redovisning av de faktiska utsläppen av växthusgaser ska den verkliga energianvändningen väljas vid beräkning.

Syftet med en klimatvärdering kan vara att:

- Höja medvetenheten om hur energianvändningen påverkar miljön.
- Få ett värde på föregående års verkliga utsläpp för att kunna redovisa dessa till hyresgäster och ägare.
- Ställa krav på fjärrvärme- och elleverantörer.

B2.7.2 Vilka utsläpp bör inkluderas vid klimatvärdering av en fastighet? (2- Kännedom)

SABO har nyligen i det s k Skåneinitiativet gjort en genomlysande miljövärdering i ett fastighetsbestånd.

Det är viktigt att bestämma vilka utsläppskällor som bör tas med vid en klimatvärdering av ett fastighetsbestånd. *Det känns självklart att ansvara för utsläpp från en egen oljepanna, men är det lika självklart att ansvara för sin del av utsläppen från importerad el från Danmark?*

Eftersom en stor del av de relevanta utsläppen inte sker i den egna fastigheten handlar det egentligen om att definiera vilka utsläpp som fastighetsägaren ska ta ansvar för. Vid beräkning av klimatpåverkan ansvarar respektive energikonsument (i detta fall fastighetsägaren) för sin del av utsläppen från den energi man använder oavsett var utsläppet sker geografiskt. Från egen panna och för fjärrvärme kommer utsläpp från produktion, distribution och förbränning tas med – för att det bättre återspeglar de verkliga utsläppen.

Eftersom Skåneinitiativet endast omfattar energianvändningen i bostadsföretagens byggnader och inte till exempel företagens transporter innebär det att de beräknade utsläppen endast kommer att omfatta de utsläpp av växthusgaser som uppstår till följd av energianvändningen i byggnaderna (exklusive hushållsel). Utöver det som redovisas i denna handledning, bör man för att göra en fullständig inventering även räkna med transporters klimatpåverkan som uppkommit i samband med driften av fastigheterna. Sett över fastighetsbeståndets livstid bör även utsläpp från produktion av material, byggnation, renoveringar samt rivning inkluderas.

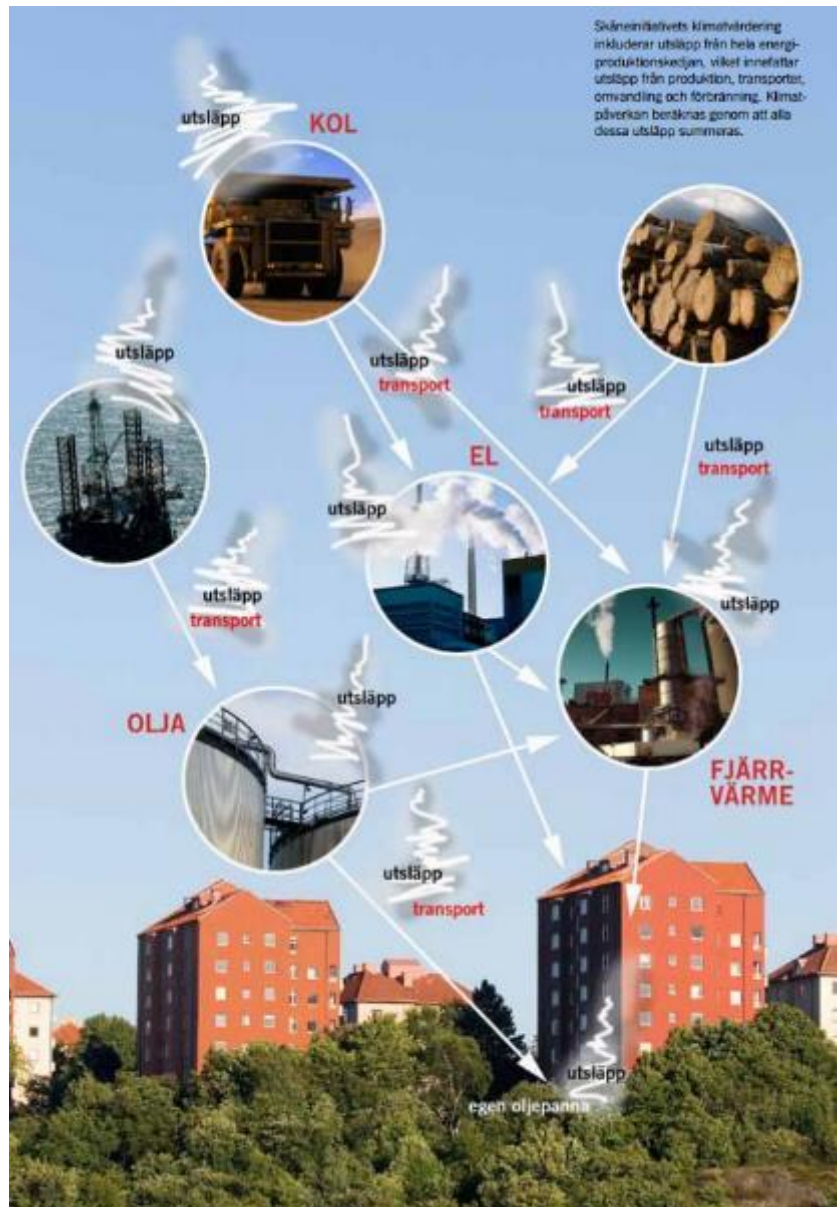


Bild 124. Skåneinitiativets klimatvärdering inkluderar utsläpp från hela energiproduktionskedjan, vilket innefattar utsläpp från produktion, transporter, omvandling och förbränning. Klimatpåverkan beräknas genom att alla dessa utsläpp summeras

B2.7.3 Nyckeltal för jämförelse av klimatpåverkan

(2- Kännedom)

Liksom för alla typer av redovisningar finns det även ett antal nyckeltal som används för klimatredovisning. Det mest använda nyckeltalet är *klimatpåverkan per omsatt krona* som är ett branschoberoende nyckeltal. För fastighetsbranschen finns ett nyckeltal som kallas klimatprestanda som mäter *klimatpåverkan per areaenhet*. Klimatprestanda lämpar sig väl för jämförelser mellan olika fastighetsbestånd. För att klimatvärdera energi finns nyckeltalet koldioxidintensitet som anger *klimatpåverkan per energienhet*.

B2.7.4 Klimatvärdering av bränslen till uppvärmning, fjärrvärme och el

(2- Kännedom)

Energianvändningens totala klimatpåverkan redovisas genom att använt bränsle multipliceras med en utsläppskoefficient, en så kallad emissionsfaktor. Dessa koefficienter är framtagna så att de tar

hänsyn till de utsläpp som uppstår i samband med brytning, utvinning, produktion, distribution och förbränning av bränslet. På grund av skillnader i produktion, transport och det stora antalet fjärrvärmeverk varierar utsläppen för samma bränsle. Därför är det inte rimligt att beräkna de exakta utsläppen för alla olika bränslen och anläggningar. Istället används schablonvärden för respektive bränsle- och energityp.

Värden för utsläppen från *själva förbränningen* av respektive bränsle har hämtats framför allt från Naturvårdsverket för att beräkna klimatpåverkan från ett bränsle tas hänsyn till utsläpp av koldioxid, metan och lustgas. Merparten av värdena för utsläpp av växthusgaser som härrör från *produktion och distribution av bränslen* har hämtats från *Miljöfaktaboken från IVL*.

Total klimatpåverkan från ett urval av bränslen			
Bränsle	Förbränning	Produktion & distribution	Totalt g CO ₂ -e/kWh
Kol	357	64	421
Olja	270	21	291
Pellets	6	2	8
Flis	9	3	12

Bild 125. Tabellen visar en sammanvägning av klimatpåverkan från olika energibärare.



Exempel Klimatpåverkan vid förbränning av olja

Klimatpåverkan från 1 kWh olja (emissionsfaktorn i fet stil):

$$1 \text{ kWh} \cdot 270 \text{ g CO}_2\text{-e/kWh} = 270 \text{ g CO}_2\text{-e}$$

Exempel Total klimatpåverkan från olja

För olja är utsläppen som härrör från produktion och distribution 21 g CO₂-e/kWh_{olja}.

Det innebär att den totala klimatpåverkan från olja är $270 + 21 = 291 \text{ g CO}_2\text{-e/kWh}_{\text{olja}}$.



Exempel Klimatpåverkan vid förbränning av pellets

Fossila koldioxidutsläpp: 0 g CO₂/kWh_{pellets}

Utsläpp från metan: 0,0095 g CH₄/kWh_{pellets}

Utsläpp dikväveoxid: 0,018 g N₂O/kWh_{pellets}

$$0 \text{ g CO}_2 + 0,0095 \text{ g CH}_4 \cdot 21 + 0,018 \text{ g N}_2\text{O} \cdot 310$$

Klimatpåverkan förbränning av pellets = 6 g CO₂-e/kWh_{pellets}

Det är viktigt att notera att bibränslen har klimatpåverkan vid förbränning trots att det inte släpps ut någon fossil koldioxid. Denna klimatpåverkan beror istället på utsläpp av metan och lustgas (se exemplet ovan).

Exempel total klimatpåverkan från pellets

För pellets är utsläppen som härrör från produktion och distribution 2 g CO₂-e/kWh_{pellets}.

Det innebär att den totala klimatpåverkan från pellets är $6 + 2 = 8 \text{ g CO}_2\text{-e/kWh}_{\text{pellets}}$.

Bild 126. Exempel hur klimatpåverkan beräknas från förbränning av olja och pellets redovisas nedan. Notera att bibränslen har klimatpåverkan vid förbränning trots att det inte släpps ut någon fossil koldioxid. Denna klimatpåverkan beror istället på utsläpp av metan och lustgas.

Vid beräkning av **klimatpåverkan av fjärrvärme** har emissionsfaktorer för alla fjärrvärmenät i Sverige beräknats individuellt, eftersom skillnaden mellan näten är stora. Denna faktor multipliceras sedan med mängden använd fjärrvärme för att beräkna utsläppen.

Emissionsfaktorn för ett fjärrvärmenät beräknas enligt följande metod:

- Klimatpåverkan från respektive bränsle och/eller värmekälla som används för fjärrvärmeproduktion beräknas.
- Utsläppen summeras.
- Utsläppen divideras med mängd såld värme.

Exempel Beräkning av emissionsfaktor för ett fjärrvärmenät

Förutsättningar:

Insatt bränsle i fjärrvärmeanläggningen:

100 MWh eldningsolja och 200 MWh pellets

Såld värme i hela nätet: 240 MWh

Beräkningsgång:

1. Klimatpåverkan från 100 MWh olja:

$100 \text{ MWh} \cdot 291 \text{ kg CO}_2\text{-e/MWh} = 29,1 \text{ ton CO}_2\text{-e}$

Klimatpåverkan från 200 MWh pellets:

$200 \text{ MWh} \cdot 8 \text{ kg CO}_2\text{-e/MWh} = 1,6 \text{ ton CO}_2\text{-e}$

2. Summering $29,1 + 1,6 = 30,7 \text{ ton CO}_2\text{-e}$

3. Utsläppen divideras med mängd såld värme

$30,7 \text{ ton CO}_2\text{-e} / 240 \text{ MWh} = 128 \text{ kg CO}_2\text{-e/MWh}$

Emissionsfaktorn för det exemplifierade fjärrvärmenätet är således $128 \text{ kg CO}_2\text{-e/MWh}$.

Den tredje punkten innebär att konsumenterna kommer att ansvara för utsläpp som uppkommer på grund av värmeförluster vid distribution av fjärrvärmen.

För de produktionsenheter där både värme och el produceras samtidigt, så kallad kraftvärme, har utsläppen allokerats, delats upp, på el och värme enligt den så kallade alternativproduktionsmetoden¹³. Emissionsfaktorerna varierar kraftigt mellan olika fjärrvärmenät och faktorerna för Sveriges alla fjärrvärmenät 2011 återfinns på Svensk Fjärrvärmes hemsida. Statistik för bränslen för fjärrvärmeproduktion har hämtats från Svensk Fjärrvärmes hemsida.



Klimatvärdering av el. Det finns flera sätt att bestämma elens klimatpåverkan ur ett bokföringsperspektiv, det vill säga de växthusgasutsläpp som den använda elen har gett upphov till. Vilket synsätt man väljer kommer att vara avgörande för elens miljöbelastning trots att det är samma el som man använder. Utsläppen kan variera mellan uppskattningsvis 0 – 1000 g CO₂/kWh, 0 för ursprungsmärkt grön el och 1000 för så kallad marginalet. De stora skillnaderna förklaras av att elnätet inte är fysiskt avgränsat på samma sätt som fjärrvärmenäten är, att el kan transporteras långa sträckor och att el som används i Sverige produceras i en stor mängd produktionsanläggningar i flera länder. Det medför att det inte exakt går att avgöra vilka utsläpp som just din elanvändning orsakar.

Det finns tre huvudsakliga synsätt för att bedöma elens klimatpåverkan ur ett bokföringsperspektiv:

Emissionsfaktorer för olika elmixar och produktionssätt	
El	Emissionsfaktor [g CO ₂ -e/kWh]
Nordisk elmix (2007, 2008, 2009)*	100, 70, 85
Vindkraftsel (egen nybyggd)	0
Grön/miljömärkt (ej vindkraft), kärnkrafts- och vattenkraftsel (2007, 2008, 2009)*	100, 70, 85
Europeisk elmix (medelvärde)*	415
Dansk kolkraftsel (ungefärligt värde)*	780
Svensk elproduktion (medelvärde)*	20

¹³ Läs mer om alternativproduktionsmetoden i ”Ett energieffektivare Sverige” SOU 2008:25

Medelelmix eller elmix innebär att elens klimatpåverkan beräknas genom att utsläppen från elproduktionen divideras med den använda elen i systemet. Beräkningen baseras på total produktion och användning av el i systemet. Vidare kan man välja att inkludera eller exkludera utsläpp från import eller export av el över systemgränsen.

Beroende på hur man väljer systemgränser kommer den framräknade emissionsfaktorn att variera. Vanligast är att prata om svensk, nordisk eller europeisk elmix där produktion respektive användning avgränsas av landgränser och inte av tekniska förutsättningar. Tidigare användes ofta svensk elmix som inte tog hänsyn till import eller export av el till andra länder. På senare år har dock det synsättet ersatts av nordisk elmix som korrigeras med import och export av el till närliggande länder. Detta för att den nordiska elmixen bäst återspeglar elsystemets fysiska utseende där de nordiska länderna (inte Island) i princip har obegränsad överföringskapacitet sinsemellan medan överföringen till övriga Europa är begränsad.

Fördelen att värdera elen enligt Nordisk elmix är att metoden speglar de verkliga utsläppen för produktion av el samt att de summerade utsläppen från all elanvändning inom systemgränsen blir lika stora som de totala utsläppen.

Ursprungsmärkt el. All el ska enligt ett EU-direktiv ursprungsmärkas. Detta innebär att elhandlaren är skyldig att till slutkund redovisa den sålda elens ursprung samt den miljöpåverkan i form av koldioxidutsläpp och kärnbränsleavfall som elproduktionen gett upphov till. Syftet med detta krav är att kunden ska få bekräftat att den el som levereras är av det ursprung som kundens avtal avser och att medvetandegöra vilken produktionskälla som använts samt vilken miljöpåverkan som elanvändningen ger upphov till. På detta sätt ska kunden kunna göra aktiva val av elavtal på andra grunder än pris.

Eftersom det inte går att fastställa var elen som används har producerats kan inte heller utsläppen beräknas. För att komma runt det har systemet med ursprungsmärkning utarbetats vilket innebär att fysisk el skiljs från dess egenskaper, så kallade attribut, vid elproduktion. Elens attribut består av dess produktionskälla samt mängden koldioxid och kärnbränsleavfall som produktionen genererat. Attributen handlas separat från den fysiska elen som vilket värdepapper som helst. Begreppet grön el betyder egentligen att den fysiska elen som kunderna köper säljs tillsammans med ett attribut från koldioxidfri elproduktion. I praktiken kan en elhandlare köpa fysisk el från ett kolkraftverk tillsammans med motsvarande mängd attribut från vattenkraft och sälja elen till kund som ursprungsmärkt vattenkraft eller grön el.

All el som av någon anledning inte blir ursprungsmärkt läggs samman och kallas residualmix. Emissionsfaktorn för residualmixen tas fram genom att de sammanlagda utsläppen från ej ursprungsmärkt el summeras. Med andra ord är residualmixen en medelelmix för den icke ursprungsmärkta elen. Den framräknade residualmixen för Norden 2011 är mycket hög, hela 291 g CO₂/kWh. Det beror på att länder i Europa har köpt attribut för vattenkraft från Norge (utan leverans av fysisk el) vilket ger den nordiska residualmixen ett högre värde än vad den annars hade haft.

Produktionen av så kallad grön el i Sverige överstiger vida efterfrågan, vilket innebär att ett aktivt val att köpa grön el inte bidrar till någon ny elproduktion i dagsläget. Val av grön el innebär därför endast att ansvarsfördelningen för utsläppen omfördelas från den som har valt grön el till den som inte har gjort ett aktivt val och därför får residualmixen. De totala utsläppen från all elproduktion påverkas dock inte och därmed har ett val av grön el ingen positiv påverkan på miljön som situationen är idag.

Ursprungsmärkningen är i dagsläget inte färdig, Energimarknadsinspektionen har i uppdrag att ta fram ett fungerande system för ursprungsmärkning av el.

Marginalen. Det finns de som förespråkar att elens bokförda klimatpåverkan ska beräknas som den sist tillkomna produktionen av el i elsystemet, den så kallade marginaelen. Det för att en minskning av elanvändningen får konsekvensen att elproducenterna momentant väljer bort den el som är dyrast att producera. Vilken el som är marginalproduktion beror på den totala elanvändningen i varje ögonblick. Vid en hög total elanvändning är marginaelen troligtvis producerad i ett kolkraftverk.

Vid en låg total elanvändning är marginaelen sannolikt mindre koldioxidintensiv än vid en stor total elanvändning. Att välja detta synsätt är dock problematiskt då de summerade utsläppen från all elanvändning inom det valda systemet blir större än de totala utsläppen. Marginael passar därför inte för att beräkna klimatpåverkan ur ett bokföringsperspektiv utan det passar bättre för att utvärdera effekten av en förändrad elanvändning.

Bostadsbolaget SABO rekommenderar att el ska miljövärderas genom att använda emissionsfaktorn för Nordisk elmix korrigerat för import och export för att den bäst återspeglar elsystemets fysiska status. Ett undantag görs dock när det specifikt gäller egenägd vindkraft eller solceller som ger ny koldioxidfri el, då räknas inga utsläpp vid elanvändningen.

B2.7.5 Resursanvändning som uppkommer av energianvändning **(3- Information/tillägg)**

Med resursanvändning menas hur mycket av jordens resurser, mätt i så kallad primärenergi, som har tagits i anspråk för att producera energin som används. *Detta mått illustrerar om den energi som använts är spillenergi, det vill säga annars hade den inte kunnat tas tillvara, eller en resurs, i form av ett träd eller olja som kunde använts för annat ändamål och som är ändlig.* Förnybar primärenergianvändning är att föredra trots att redovisning av primärenergi inte visar om energin är förnybar eller ej. Till exempel har kol en lägre primärenergianvändning än pellets.

Resursanvändning beräknas på liknande sätt som utsläpp av växthusgaser i och med att utsläppen baseras på hur mycket bränsle som använts i hela kedjan för att producera den energi som använts i fastigheten. På samma sätt som för utsläppen så beräknas resursanvändningen genom att respektive energikällas totala resursanvändning summeras. Resursanvändning baseras på normalårskorrigerad förbrukning för att trender lättare då kan följas.

För jämförande redovisning av primärenergianvändning används nyckeltalet *primärenergianvändning per areaenhet – kWh primär /m²Atemp.*

Energianvändningens resursanvändning redovisas genom att använt bränsle multipliceras med en resursanvändningskoefficient, så kallad primärenergifaktor. Förhållandet mellan primärenergianvändning och slutlig användning av energi kallas primärenergifaktor.



Exempel Resursförbrukning olja:

Resursförbrukning för 100 kWh olja (primärenergifaktor i fet stil):
 $100 \text{ kWh} * 1,2 = 120 \text{ kWh}$
För att producera 1 kWh olja har 1,2 kWh primärenergi använts.

Primärenergifaktorn 1,11 i exemplet till vänster betyder att 11 kWh energi har använts för att producera de 100 kWh olja som används. I vissa fall kan primärenergifaktorn vara mindre än ett. Till exempel spillvärme har en primärenergifaktor som är noll då denna energi inte hade kunnat användas till någonting annat utan gått till spillo.

Dessa koefficienter är schabloner, precis som koefficienterna för klimatvärdering. Det beror på att den sammanlagda resursanvändningen varierar för varje bränsle på grund av skillnader vid produktion, förädling och distribution.

Vid beräkning av resursanvändning från fjärrvärme har primärenergifaktorn för alla fjärrvärmenät i Sverige beräknats individuellt. Denna faktor multipliceras sedan med mängden förbrukad fjärrvärme för att beräkna resursanvändningen.

Primärenergifaktorn för ett fjärrvärmenät beräknas enligt följande metod:

- Primärenergifaktorn för respektive bränsle och värmekälla som används vid produktion av fjärrvärme tas fram.
- Faktorn multipliceras med mängden insatt bränsle och/eller värmekälla vilket ger resursanvändningen.
- Resursanvändningen summeras.
- Resursanvändningen divideras med mängd såld värme.

Primärenergifaktorerna varierar kraftigt mellan olika fjärrvärmenät. I tabellen till höger återfinns ett urval av primärenergifaktorer som visar på de stora skillnaderna.

Exempel Beräkning av primärenergifaktor för ett fjärrvärmenät

Förutsättningar:

Insatt bränsle: 100 MWh eldningsolja och 600 MWh spillvärme
Såld värme: 600 MWh

Beräkningsgång:

1. Primärenergifaktor för olja: 1,11
Primärenergifaktor för spillvärme: 0
2. Olja: $1,11 \cdot 100 = 111$ MWh
Spillvärme: $0 \cdot 600 = 0$ MWh
3. $120 + 0 = 120$ MWh
4. $120/600 = 0,2$

Primärenergifaktorn för fjärrvärmenätet i exemplet är 0,2.

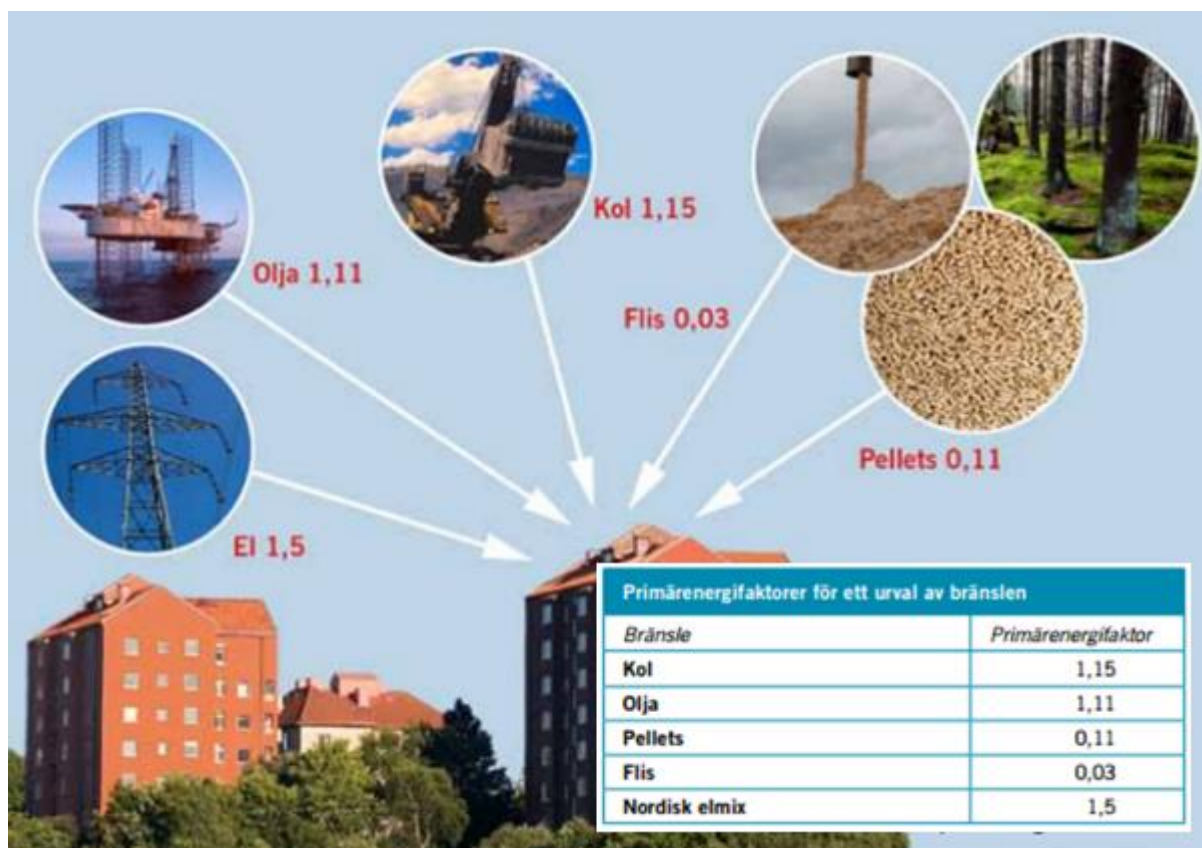


Bild 127. Energianvändningens resursförbrukning redovisas genom att använt bränsle multipliceras med en resursförbrukningskoefficient, så kallad primärenergifaktor.

Bilaga 3

Europastandard EN ISO 17225-2:2014

Table 1 — Specification of graded wood pellets for commercial and residential applications

	Property class, Analysis method	Unit	A1	A2	B
Normative	Origin and source, ISO 17225-1		1.1.3 Stemwood 1.2.1 Chemically untreated wood residues ^a	1.1.1 Whole trees without roots 1.1.3 Stemwood 1.1.4 Logging residues 1.2.1 Chemically untreated wood residues ^a	1.1 Forest, plantation and other virgin wood 1.2 By-products and residues from wood processing industry 1.3.1 Chemically untreated used wood
	Diameter, D ^b and Length L, ^c ISO 17829 According to Figure 1	mm	D06, 6 ± 1; 3,15 < L ≤ 40 D08, 8 ± 1; 3,15 < L ≤ 40	D06, 6 ± 1; 3,15 < L ≤ 40 D08, 8 ± 1; 3,15 < L ≤ 40	D06, 6 ± 1; 3,15 < L ≤ 40 D08, 8 ± 1; 3,15 < L ≤ 40
	Moisture, M, ISO 18134-1, ISO 18134-2	w-% as received, wet basis	M10 ≤ 10	M10 ≤ 10	M10 ≤ 10
	Ash, A ^d, ISO 18122	w-% dry	A0.7 ≤ 0,7	A1.2 ≤ 1,2	A2.0 ≤ 2,0
	Mechanical durability, DU, ISO 17831-1	w-% as received	DU97.5 ≥ 97,5	DU97.5 ≥ 97,5	DU96.5 ≥ 96,5
	Fines, F ^e, ISO 18846	w-% as received	F1.0 ≤ 1,0	F1.0 ≤ 1,0	F1.0 ≤ 1,0
	Additives ^f	w-% as received	≤ 2 Type and amount to be stated	≤ 2 Type and amount to be stated	≤ 2 Type and amount to be stated
	Net calorific value, Q, ISO 18125	MJ/kg or kWh/kg as received	Q16.5 ≥ 16,5 or Q4.6 ≥ 4,6	Q16.5 ≥ 16,5 or Q4.6 ≥ 4,6	Q16.5 ≥ 16,5 or Q4.6 ≥ 4,6
	Bulk density, BD ^g, ISO 17828	kg/m ³ as received	BD600 ≥ 600	BD600 ≥ 600	BD600 ≥ 600
	Nitrogen, N, ISO 16948	w-% dry	N0.3 ≤ 0,3	N0.5 ≤ 0,5	N1.0 ≤ 1,0
	Sulfur, S, ISO 16994	w-% dry	S0.04 ≤ 0,04	S0.05 ≤ 0,05	S0.05 ≤ 0,05
	Chlorine, Cl, ISO 16994	w-% dry	Cl0.02 ≤ 0,02	Cl0.02 ≤ 0,02	Cl0.03 ≤ 0,03
	Arsenic, As, ISO 16968	mg/kg dry	≤ 1	≤ 1	≤ 1
	Cadmium, Cd, ISO 16968	mg/kg dry	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
	Chromium, Cr, ISO 16968	mg/kg dry	≤ 10	≤ 10	≤ 10
	Copper, Cu, ISO 16968	mg/kg dry	≤ 10	≤ 10	≤ 10
	Lead, Pb, ISO 16968	mg/kg dry	≤ 10	≤ 10	≤ 10
	Mercury, Hg, ISO 16968	mg/kg dry	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
	Nickel, Ni, ISO 16968	mg/kg dry	≤ 10	≤ 10	≤ 10
	Zinc, Zn, ISO 16968	mg/kg dry	≤ 100	≤ 100	≤ 100
Informative	Ash melting behaviour ^h, CEN/TS 15370-1 [4]	°C	Should be stated	Should be stated	Should be stated

^a Negligible levels of glue, grease and other timber production additives used in sawmills during production of timber and timber product from virgin wood are acceptable, if all chemical parameters of the pellets are clearly within the limits and/or concentrations are too small to be concerned with.

^b Selected size D06 or D08 of pellets to be stated.

^c Amount of pellets longer than 40 mm can be 1 w-%. Maximum length shall be ≤ 45 mm. Pellets are longer than 3,15 mm, if they stay on a round hole-sieve of 3,15 mm. Amount of pellets shorter than 10 mm, w-% recommended to be stated.

^d For household burners and stoves an ash content < 0.5 % is recommended.

^e At factory gate in bulk transport (at the time of loading) and in small (up to 20 kg) and big bags (at time of packing) or when delivering to end-user.

^f Type of additives to aid production, delivery or combustion (e.g. pressing aids, slagging inhibitors or any other additives like starch, corn flour, potato flour, vegetable oil, lignin).

^g It is recommended actual value of bulk density to be stated. This is especially important for household burners and stoves with no automatic control of air supply and thus are sensitive to variations in bulk density. Maximum value of bulk density 750 kg/m³.

^h It is recommended that all characteristic temperatures (shrinkage starting temperature (SST), deformation temperature (DT), hemisphere temperature (HT) and flow temperature (FT)) in oxidizing conditions should be stated. Pre-ashing temperature other than 550 °C should be stated.

Bilaga 4

Beskrivning av beräkningar av minskade växthusgasutsläpp för ansökningar i Klimatklivet



SWEDISH ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

Beskrivning av beräkningar av minskade växthusgasutsläpp för ansökningar i Klimatklivet

Sammanfattning Växthusgasutsläpp vid utvinning, transport, omvandling och förbränning av bränslen ska beaktas. Utsläppsfaktorer tas från Miljöfaktaboken 2011: Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter utgiven av Värmeforsk. All el motsvarar genomsnittlig elproduktion i Norden och orsakar utsläpp på 125 g CO₂-ekvivalenter per kWh. Lokala utsläpp från fjärrvärmeproduktion ska beaktas. Utsläpp p.g.a. användning av olika energislag utan stöd och med stöd under åtgärdens livslängd ska jämföras. Total minskning av växthusgasutsläpp delat med investeringskostnad ger utsläppsminskning per investeringskrona, huvudkriteriet för att rangordna ansökningarna.

Faktorer för växthusutsläpp, CO₂-ekvivalenter

att använda för ansökan inom Klimatklivet

	g/MJ kg/GJ	g/kWh kg/MWh
(Fast) biobränsle för värme, t ex skogsflis	2,6	9
Biogas från avfall, gödsel	11	40
Biogas från grödor	20	72
Biogas från slam	3,1	11
Diesel med knappt 5 % FAME och drygt 8 % HVO	86,3	311
El	35	125
Fjärrkyla	Lokalt värde	
Fjärrvärme, rikssnitt om lokalt värde saknas	17	60
Fordonsgas ⁴	32	117
Gasol	72	259
Naturgas för värme, naturgas som drivmedel	69	248
Olja, eldningsolja 1, Eo1	80	288
RME, bioolja	18	65
Träpellets	5,2	19
Bark	1,6	6
E85 (85 % etanol)	35	126
Eldningsolja 2-5 (EO2-5)	82	295
Etanol från sockerbetor	11	40
Etanol från vete	29	104
Flygfotogen	78	281
Hushållsavfall	40	144
HVO	16	56
Returträ (RT-flis)	0,9	3
Biobränsle från energiskog (Salix)	7,8	28
Solvärme	5,2	19
Spån, sågverksrester	1,6	6
Stenkol	107	385
Torv	118	425
Trädbriketter	5,8	21
Verksamhets-, grovavfall	26	94

Utdrag ut Naturvårdsverket PM; 2015-10-30 Ärendenummer NV-06064-15