

# Förbränningsanläggningar för energiproduktion inklusive rökgaskondensering

(utom avfallsförbränning)

BRANSCHFAKTA • UTGÅVA 2 • MARS 2005



## Förord

Naturvårdsverkets Branschfaktablad innehåller snabb och lättillgänglig information om en bransch, dess miljöproblem och tillgänglig teknik. Här redovisas exempel på krav som ställs för att begränsa miljöpåverkan från en viss bransch eller verksamhet. Branschfaktabladet är ett hjälpmedel för länsstyrelser, kommuner och miljöprövningsdelegationer vid handläggning av prövnings- och tillsynsärenden.

Tidigare branschfaktablad om förbränningsanläggningar är från 1993 och har bedömts vara i behov av uppdatering och komplettering. Det tekniska underlaget till det här faktabladet har i huvudsak tagits fram av Carl Bro Energikonsult AB.

Det här branschfaktabladet ingår i en serie, som du kan ladda ner som pdf, köpa i Naturvårdsverkets webbhandel eller låna i vårt bibliotek, se vidare på [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se).

Naturvårdsverket, mars 2005

## About this fact sheet

The Swedish Environmental Protection Agency's Industry Fact Sheets contain rapidly and easily accessible information about an industry, its environmental problems and its current technology. They report examples of requirements set to limit environmental impact by an industry or activity. The Industry Fact Sheet is intended as an aid to County Administrative Boards, municipalities and environmental review committees considering permits and supervisory matters.

This Fact Sheet is about combustion plants and is part of a series that you can download as pdf, buy in the EPA online bookshop or borrow from our library. Read more at [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se).

## Innehåll

Läsanvisning	6
Branschpresentation	6
Några definitioner	6
Elproduktion i förbränningsanläggningar	7
Värmeproduktion i förbränningsanläggningar	8
Pannbestånd	8
Rökgaskondensering	9
Verksamhetsbeskrivning	9
Processbeskrivning	9
Bränslen	12
Energieffektivitet	15
Miljöpåverkan	16
Utsläpp till luft	16
Utsläpp till vatten vid rökgaskondensering	20
Buller	21
Avfall	21
Kemikalier	23
Risker	23
Förbränning och de nationella miljö kvalitetsmålen	24
Åtgärder	24
Utsläpp till luft	24
Utsläpp till vatten	31
Buller	32
Hantering av bränsle och avfall	32
Mätteknik	32
Lokaliseringsaspekter	34
Skillnader mellan små och stora anläggningar	35
Miljökrav och styrmedel	35
Utsläpp till luft	36
Övergripande	37
Utsläpp till vatten	38
Tillsyn och egenkontroll	38
Allmänt om egenkontroll	38
Planering	38
Genomföra det som planerats	39
Undersökning och kontroll	40
Exempel på korrigerande åtgärder	40
Tillsynstips	41
Exempel på beslut och villkor	42
Exempel på driftvillkor	42
Exempel på villkor för utsläpp till luft	43
Exempel på villkor för utsläpp till vatten	44
Exempel på villkor för aska	45
Exempel på villkor för bränsle- och kemikaliehantering	45

---

Litteratur och länkar	46
Litteratur	46
Webbadresser	47

## Läsanvisning

Naturvårdsverkets Branschfaktablad innehåller snabb och lättillgänglig information om en bransch, dess miljöproblem och tillgänglig teknik. Branschfaktabladet är avsett att vara ett hjälpmedel för länsstyrelser, kommuner och miljöprövningsdelegationer vid handläggning av prövnings- och tillsynsärenden. Faktabladet innehåller inte råd eller anvisningar om vilka krav som bör ställas i enskilda fall utifrån skilda förutsättningar. Faktabladet är avsett att ge en kort redovisning av viktiga branschtypiska förhållanden och kan därmed aldrig bli heltäckande.

Branschfaktabladet för förbränningsanläggningar omfattar enbart förbränning av sådana bränslen som ej omfattas av regler för avfallsförbränning, även om vissa hänvisningar till - och jämförelser med - avfallsförbränning görs i texten. I princip omfattas alla anläggningsstorlekar från ”några hundra kW” och uppåt vilket betyder att viss generell beskriven reningsteknik i praktiken är mindre aktuell vid de minsta anläggningarna.

För att begränsa omfånget har faktabladet i vissa delar endast hänvisat till referenser där ytterligare information kan sökas.

## Branschpresentation

### Några definitioner

Förbränningsanläggningar för el- och/eller värmeproduktion kan indelas i kraftvärmeverk, kondenskraftverk och värmeverk.

I ett kraftvärmeverk produceras el och värme samtidigt. Energiinnehållet i bränslet omvandlas till värme som i sin tur omvandlas till elektrisk energi i en turbin. Värmen som finns kvar i ångan efter turbinen, eller efter avtappning, utnyttjas för produktion av fjärrvärme eller som processvärme/ånga inom industrin. Om värmen används inom industrin benämns kraftvärmen som industriellt mottryck.

Om anläggningen enbart producerar el, och den värme som produceras kyles bort till vatten eller luft, kallas anläggningen för ett kondenskraftverk. Elproduktionen i ett kondenskraftverk blir något högre än i ett kraftvärmeverk, men det totala bränsleutnyttjandet blir betydligt lägre. Vissa kraftvärmeverk kan också köras i kondensdrift.

I ett värmeverk produceras enbart värme. Mindre värmeverk kallas ofta för hetvattencentraler.

Gasturbiner används främst för ren elproduktion men kan även användas som kraftvärmeverk. En modern teknik är att kombinera gas- och ångturbin i en så kallad gaskombianläggning, vilket ger en hög elverkningsgrad.

Rökgaskondensering är den process där man utvinnet energi från rökgasen efter att den har lämnat pannan. Energin som utvinns kommer från både kylning och kondensering.

Beträffande tillstånds- och anmälningsplikt, för förbränningsanläggningar hänvisas till förordningen (1998:899) om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd (”FMH-bilagan”).

## Elproduktion i förbränningsanläggningar

Förbränningsanläggningar står för knappt en tiondel av elproduktionen i Sverige (8 % 2002), medan övrig elproduktion huvudsakligen sker med kärn- och vattenkraft. Den bränslebaserade elproduktionen domineras av kraftvärmeanläggningar i fjärrvärmesektorn och mottrycksanläggningar inom industrin. Kondenskraft och gasturbiner används i huvudsak enbart som höglast- och reservkapacitet. Den totala installerade effekten i kraftvärme-, mottrycks- och kondenskraftanläggningar uppgår till ca 7 GW. Elproduktionen från dessa anläggningar uppgår till omkring 10-12 TWh/år.

Inom fjärrvärmesektorn finns ett 30-tal kraftvärmeanläggningar med en total installerad effekt på drygt 2 GW. Kraftvärmeanläggningar dimensioneras vanligtvis utifrån värmeunderlagets storlek och elproduktionskapaciteten kan bara utnyttjas då det även finns ett värmebehov. Variationer i elproduktion från anläggningarna beror främst på förhållandet mellan elpriset (och elcertifikatpris) och produktionskostnader, inkl skatter o dyl. Om elpriset (och elcertifikatpriset) är tillräckligt högt kan en del av kraftvärmeverken även köra kondensproduktion. De höga elpriserna under 2002/2003 innebar att kraftvärmen slog rekord med 7,6 TWh elproduktion, varav cirka 1 TWh var kondensproduktion. Den ändrade kraftvärmebeskattningen i januari 2004 och elcertifikatsystemet förväntas bidra till ett fortsatt högt utnyttjande av anläggningarna.

Inom industrin finns knappt 1 GW installerad effekt i mottrycksanläggningar. Huvuddelen (ca 85 %) finns inom massa- och pappersindustrin. Utnyttjningstiden är generellt hög jämfört med kraftvärmeanläggningar i fjärrvärmesystemet pga. kopplingen till industriella processer. Elproduktionen från mottrycksanläggningarna uppgår till ca 4-5,5 TWh/år. Variationerna beror främst på elpriset och konjunkturen i pappers-, järn- och stålindustrin.

Den installerade effekten i kondenskraftverk uppgår till omkring 2 GW. Kondenskraften används av kostnadsskäl främst när det råder mycket stor efterfrågan på el. Flertalet kondenskraftverk togs ur drift eller lades i malpåse efter avregleringen av elmarknaden 1996. Även här har dock de höga elpriserna under 2002/2003 spelat roll och inneburit att anläggningarna åter blev kommersiellt intressanta för elproduktion. De flesta anläggningar som går att få i drift är nu åter tillgängliga för marknaden eller ingår i Svenska kraftnäts effektreserv.

Den installerade effekten i gasturbiner uppgår till omkring 1,5 GW, fördelat på ett tjugotal anläggningar, varav några används som kraftvärmeverk. Gasturbinerna har mycket höga rörliga kostnader och fungerar främst som störningsreserv för kraftsystemet. Ökad efterfrågan på el och ändrad kraftvärmebeskattning har gjort att gasturbiner i kraftvärmetillämpning i dag har blivit kostnadseffektiva, och det finns för närvarande (2004) olika långt gångna planer i landet för uppförande av två nya anläggningar, båda i mycket stor skala (300 MW el respektive 400 MW el).

Viss elproduktion sker också i ett större antal små stationära gasmotorer, t ex vid utvinning av gas från deponier och reningsverk. Dessutom finns ett fåtal större stationära motorer (i storleksordningen 7-8 MW) i landet.

## Värmeproduktion i förbränningsanläggningar

Den totala värmeproduktionen i förbränningsanläggningar uppgår till drygt 170 TWh. Omkring 50 % av värmeproduktionen sker i industripannor. Resterande del fördelar sig med ca 25 % vardera på pannor i fjärrvärmesektorn och enskilda pannor inklusive pannor i småhus.

Fjärrvärme försörjer bostäder, lokaler och industrier med värme för uppvärmning och tappvarmvatten. Fjärrvärme finns på ca 570 orter och svarar idag för nära hälften av all uppvärmning av bostäder och lokaler i Sverige. Leveranserna av fjärrvärme uppgår till ca 50 TWh/år, varav omkring en tiondel går till industrin. De omfattande fjärrvärmenäten utgör en betydande potential för elproduktion i kraftvärmeanläggningar, en potential som hittills bara utnyttjats delvis.

Omkring en tredjedel av fjärrvärmen produceras i kraftvärmeverk medan övrig bränslebaserad fjärrvärme produceras i värmeverk eller hetvattencentraler. Den installerade värmeeffekten uppgår till ca 25 GW. Parallellt med fjärrvärmesystem byggda för att försörja ett stort antal användare med värme, existerar småskaliga fjärrvärmesystem, så kallad närvärme. Närvärmesystem är oftast byggda för en fast population, t ex ett enskilt bostadsområde. Den kontinuerliga utbyggnaden av fjärrvärme innebär att småskaliga system ibland integreras i de större fjärrvärmesystemen. Tendensen är även att större fjärrvärmesystem i närliggande tätorter sammankopplas. Detta medger ytterligare ökad potential för kraftvärmeproduktion och utnyttjande av spillvärme.

De senaste åren har det även blivit allt vanligare med outsourcing av industriell värme. Detta innebär att industrierna säljer sina värmeanläggningar till fjärrvärmeföretag och köper tillbaka värmetjänsten, s.k. ”färdig värme”.

## Pannbestånd

Det finns ingen fullständig statistik över pannbeståndet i Sverige. Nedanstående resonemang bygger därmed på uppskattningar utifrån olika källor.

Det totala antalet pannor i fjärrvärmesektorn uppskattas till ca 3500. Av dessa är uppåt 2000 pannor i storleksordningen 1-5 MW och ca 1000 i storleksordningen 5-10 MW. Drygt 500 pannor är större än 10 MW, av vilka ett trettiotal finns i spannet 100-200 MW. Endast ett fåtal pannor har en högre effekt än 200 MW. Av NO<sub>x</sub>-registret<sup>1</sup> framgår att ca 250 pannor har en årlig energiproduktion överstigande 25 GWh.

Uppgifter om det totala antalet industripannor finns inte tillgängliga. Antalet pannor som har en årlig energiproduktion på minst 25 GWh framgår emellertid av NO<sub>x</sub>-registret och uppgår till ca 160 stycken. Detta omfattar dock inte det 40-tal sodapannor som finns på massabruken.

Nedan sammanställs branschvis storlekarna på de pannor som omfattades av NO<sub>x</sub>-registret 2003, dvs. de pannor som då användes för en energiproduktion överstigande 25 GWh. Övriga pannor är till stor del reserv- och spetslast pannor. Soda-pannorna, som registret inte omfattar, återfinns i storleksordningen över 100 MW.

---

<sup>1</sup> NO<sub>x</sub>-registret innehåller de pannor som är avgiftspliktiga enligt Lagen (1990:613) om miljöavgift på utsläpp av kväveoxider vid energiproduktion ("NO<sub>x</sub>-lagen").

---

**Tabell 1. Pannor med energiproduktion över 25 GWh år 2003 exklusive sodapannor.**

Antal pannor fördelade efter panneffekt	4-10 MW	11-50 MW	51-100 MW	101-200 MW	> 200 MW
Kraft- och värme	61	110	45	26	13
Kemiindustrin	3	18	9		
Livsmedelsindustrin	1	15	1		
Massa- och pappersindustrin	7	24	24	9	1
Metallindustrin		4		1	
Träindustrin	24	17			
<b>Totalt</b>	<b>96</b>	<b>188</b>	<b>79</b>	<b>36</b>	<b>14</b>

### Rökgaskondensering

Rökgaskondensering är en tämligen utbredd teknik för att öka verkningsgraden i förbränningsanläggningar. Tekniken kan användas på i stort sett alla bränslen som är fuktiga och/eller innehåller hög andel väte som kan bilda vattenånga vid förbränningen (t ex naturgas). På många anläggningar som eldar fuktiga bibränslen och torv finns en rökgaskondensator installerad. Antalet anläggningar med rökgaskondensatorer som är kopplade till fjärrvärmesystem beräknas uppgå till ett hundratal (2004), varav ett fåtal på naturgaseldade pannor. Med dagens energipriser har det blivit standard att förse nya anläggningar som uppförs för förbränning av fuktiga och/eller väterika bränslen med rökgaskondensering, även på mindre anläggningar. Bland befintliga fjärrvärmepannor kan rökgaskondenseringen sägas vara i stort sett fullt utbyggd där det i dag är lönsamt. En potential som har börjat utnyttjas på senare år är industriell rökgaskondensering där kondensvärmen utnyttjas i närliggande fjärrvärmenät.

## Verksamhetsbeskrivning

### Processbeskrivning

#### FÖRBRÄNNING AV FASTA BRÄNSLEN

Fasta bränslen förbränns i huvudsak på rost, i fluidbäddar eller med pulverbrännare.

#### *Rostereldning*

En roster är uppbyggd av järnstavar med hål i stavarna eller utrymmen mellan stavarna för lufttillförsel. Förbränningsluften tillförs i huvudsak från undersidan av ett galler och fungerar som ”gaspedal”, mer luft ger mer förbränning och större effekt. Roster används bland annat för förbränning av avfall och kol i anläggningsstorlekar upp till 75-125 MW och för förbränning av torv- och bibränsle i anläggningsstorlekar upp till 100 MW. De flesta bibränslerosterpannorna inom energisektorn finns i intervallet upp till 15-20 MW. De flesta rosterpannor som byggs idag är rörliga vilket innebär att stavarna flyttar bränslet framåt på rosten under



förbränningen. Vid torra bränslen används vattenkylda roster. Pelletsbrännare som används för små effekter (<1 MW) kan också liknas vid en rost även om man här har andra system för lufttillförsel.

#### *Fluidiserad bädd*

Fluidbäddtekniken innebär att man eldar i en bädd av varm sand. Förbränningsluften tillförs under sanden och får sanden att sväva. Vid bubblande bädd är hastigheten så låg att sanden stannar kvar i bädden, medan man vid cirkulerande bädd drar med sig sanden som en sandstorm genom hela förbränningsrummet fram till en cyklon, där sanden avskiljs och kyls innan den återförs till bädden. Förbränningen sker således i en sandbädd i vilken bränslet tumlar runt och blandas väl med luften samtidigt som det finns mycket värme att tillgå i den varma sanden innan bränslet antänds.

Fördelen med fluidbäddtekniken är att den klarar stora variationer i bränslets sammansättning och att en god förbränning erhålls genom att bränsle och luft blandas väl. Nackdelen är att det ställs stora krav på bränslets storlek. Fluidbädd används framför allt i större biobränsleeldade pannor (20 MW och uppåt). För avfall dominerar rosterpannor, mycket beroende på kraven på bränslets storlek vilket innebär att allt avfall måste malas före förbränning. Tidigare användes cirkulerande fluidbäddar för stora pannor och bubbelbäddar för små pannor. Under senare år har dock bubbelbäddarna växt varför teknikvalet idag snarare styrs av andra faktorer, som t ex bränsleflexibilitet.

#### *Pulvereldning*

Pulvereldning innebär att en ström av finmalt bränsle sprutas ut från ett munstycke och fås att brinna i form av en flamma på samma sätt som i en olje- och gasbrännare. Endast torrt, finmalt bränsle kan förbrännas i en pulverbrännare eftersom uppehållstiden i flaman är kort. Pulvereldning är bl.a. den vanligaste metoden för förbränning av kol i stora anläggningar. Eldning av kolpulver, minskar i Sverige främst pga. beskattning. Kolpulver, liksom torvpulver samförbränns dock med trädbränslen i viss utsträckning för att tillföra svavel till rökgaserna och därigenom minska korrosion i pannorna. I dag eldas nästan uteslutande träpulver. Detta sker antingen i större anläggningar som ursprungligen är byggda för kolpulver men som idag eldar träpulver med i princip samma utrustning. I mindre och medelstora anläggningar eldas torvpulver vanligtvis i pannor som är byggda för eldning av torrt träpulver eller konverterade oljepannor.

#### *Förgasning av fasta bränslen*

Vid förgasning av fasta bränslen (kol och biobränsle) framställs en bränningsgas som kan användas i en gaskombianläggning, vilket möjliggör att en större del av energin kan omvandlas till elektricitet. Tekniken används kommersiellt för kol, men har inte nått ett kommersiellt genombrott för biobränslen. Det fortsatta intresset kommer främst att styras av elpriset och politiska styrmedel för att främja förnybara energikällor.

## FÖRBRÄNNING AV FLYTANDE OCH GASFORMIGA BRÄNSLEN

### *Flytande bränslen*

Flytande bränslen förbränns nästan uteslutande i brännare. Vissa bränslen kan även blandas in i fluidbäddar. En brännare för flytande bränsle skall finfördela bränslet och blanda bränslet med luft samt ha recirkulation av varma gaser så att bränslet kan förångas innan antändning. Dessutom krävs någon form av flamhållning som håller kvar den flamma som bildas då bränslet brinner.

### *Gas*

Bränslen i gasfas förbränns liksom flytande bränslen i brännare. Här behövs ingen finfördelning eller förångning av bränslet. Dock ställs samma krav på flamhållning och blandning av bränsle och luft.

## RÖKGASKONDENSERING

Genom att kondensera vattenånga i rökgaserna kan ytterligare energi tillvaratas. Vattenånga i rökgaserna kan härstamma dels från fuktiga bränslen, dels från vatten som bildas vid förbränningen med bränslets väte. Därför används tekniken både vid fuktiga och/eller väterika (t ex naturgas) bränslen. Temperaturen på rökgasen ut från panna/rökgasrening ligger från drygt 100 °C upp till cirka 200 °C och innehåller varierande halt vattenånga. I rökgaskondensorn utvinns både kondenseringsenergin från vattenångan och energi från temperatursänkning. För att kunna utvinna ytterligare energi ur rökgasen kan en luftuppfuktare installeras. I denna kondenserar och kyls rökgasen ytterligare, samtidigt som fukthalten ökas i förbränningsluften till pannan via värmeväxling, och utvinns när rökgaserna passerar kondensorn nästa varv.

Generellt gäller att totalverkningsgraden ökar mer ju fuktigare och väterikare bränslen som eldas. En förutsättning för att kunna installera rökgaskondensering är dock att det finns en värmesänka, t ex ett fjärrvärmenät, med en tillräckligt låg temperaturnivå för att vattnet i rökgasen ska kondensera. Normalt krävs att kyltemperaturen (returtemperaturen på fjärrvärmenädet) ligger under 50-55 °C för att kondensering ska kunna ske.

Det finns i huvudsak tre olika typer av utrustningar för rökgaskondensering; tubkylare, lamellkylare och skrubber med extern värmeväxling. I de två förstnämnda sker direkt växling mellan fjärrvärme och rökgas. I den tredje cirkuleras vatten mellan skrubbern och den externa värmeväxlaren. De olika teknikernas prestanda skiljer inte avsevärt. Generellt kan dock sägas att skrubbern har något högre avskiljningsförmåga för föroreningar i rökgaserna men något sämre förmåga att återvinna energin ur rökgasen genom att den har två värmeväxlingar. Tillgängligheten är mycket hög för samtliga tekniker, omkring 98 %. Skrubberns konstruktion med extern värmeväxling har dock den bästa tillgängligheten, varför denna lösning ofta väljs för anläggningar med hög föroreningshalt i rökgaserna.

Rökgaskondensering byggs inte i första hand för att rena rökgaser utan för att utvinna värme. I vissa fall har rökgaskondenseringen dock dubbla syften, exempelvis vid anläggningar där kraven har blivit hårdare efter att anläggningen byggdes och emissionerna av framförallt svaveldioxid och/eller väteklorid annars är för

höga. Detta gäller i synnerhet anläggningar som samförbränner bibränslen och avfall.

## Bränslen

Inom den bränslebaserade elproduktionen dominerar bibränslen, olja och kol. Under de senaste decennierna har dock en förskjutning skett från en huvudsaklig användning av fossila bränslen till en ökad användning av olika bibränslen. Energigaser, främst naturgas, började användas i mitten av 80-talet, och har sedan haft en mindre, men stabil, andel av bränslemarknaden. En betydande ökning av naturgasanvändningen kan dock förväntas.

I fjärrvärmesystemen används i dag huvudsakligen bibränslen, avfallsklassade bränslen samt spillvärme från industrier och avloppsverk, ofta via värmepumpar. Förbränningsanläggningar för fossila bränslen används i huvudsak som reservanläggningar samt som spetslast vid hög belastning under t.ex. kalla vinterdagar. I många små fjärrvärmeverk har man valt en förenklad teknik för att elda bibränsle. Denna enklare teknik kräver mer förädlade bränslen, t.ex. pellets eller briketter.

Av skattetekniska skäl har en större andel fossilt bränsle använts inom industrin och vid kraftvärmeproduktion inom fjärrvärmesektorn, än vid enbart värmeproduktion. För att motverka detta har nya styrmedel som elcertifikat och handel med utsläppsrätter införts. De nya skattereglerna för kraftvärme som infördes i januari 2004 kom dock att återigen gynna fossilbaserad kraftvärmeproduktion. Detta kompenseras i viss mån av att man inte längre får fritt fördela bränslena såsom tidigare, då man skattemässigt ansatte att allt fossilbränslet användes för elproduktion medan bibränslet gick till värmeproduktion. I dag skall fördelningen av fossil bränsleinsats och bibränsleinsats till el- respektive värmeproduktion i kraftvärmeverk redovisas i förhållande till den faktiska proportionen insatta bränslen till anläggningen.

**Tabell 2. Energiproduktion uppdelat på energislag och bränsle år 2002.**

	Fjärrvärmeproduktion <sup>1</sup> i värme- och kraftvärmeverk (totalt ca 50 TWh värme)	Elproduktion i kraftvärmeverk <sup>1</sup> (totalt ca 5 TWh el)	Elproduktion i industriella mottrycksanläggningar <sup>2</sup> (totalt ca 5 TWh el)
Biobränsle (inkl avfall)	47 %	28 %	54 %
Torv	7 %	2 %	
Olja	7 %	17 %	40 %
Kol	3 %	39 %	2 %
Energigaser	7 %	10 %	3 %
Övrigt	29 % <sup>3</sup>	4 %	1 %

<sup>1</sup>Baserat på uppgifter från Svensk Fjärrvärme.

<sup>2</sup>Baserat på uppgifter från Energi och Miljöfakta.

<sup>3</sup>Industriell spillvärme, värmepumpar, mm.

I tabell 2 redovisas insatta bränslen för värme- respektive kraftvärmeproduktion inom fjärrvärmesektorn år 2002 och industriell mottrycksproduktion år 2001.

Det bör noteras att sammanställningen är baserad på uppgifter från tiden före de nya energiskattereglerna vilket innebär att fossila bränslen i första hand redovisas för elproduktion i kraftvärmeverken.

### BIOBRÄNSLEN

Den totala tillförseln av biobränslen uppgick 2004 till omkring 100 TWh/år. De vanligaste bränslena är trädbränslen (ca 52 %) och returlutar inom massa- och pappersindustrin (37 %). Övriga dryga 10 % utgörs bl.a. av diverse biobaserade avfallsbränslen och tallbecksolja. Användningen av biobränslen och torv, fördelar sig mellan industri, el- och värmeproduktion och enskild uppvärmning i småhussektorn med 52 %, 36 % respektive 12 %.

En stor del av alla biobränslen är avfallsklassade. Biobränslen som inte räknas som avfall är t ex. salix, energigräs och dylikt. Avfallsklassificeringen har främst betydelse för bedömningen av om bränslet omfattas av regelverket för avfallsförbränning eller ej<sup>2</sup>. Ett begrepp som har börjat användas är samförbränning. Begreppet är kopplat till vilken typ av bränsle som används, och avser förbränningsanläggningar med huvudsyfte att producera energi där returbränslen som omfattas av reglerna för avfallsförbränning utnyttjas som normalt bränsle eller tillskottsbränsle. Exempel på bränslen som detta berör är olika typer av returflis och slam från reningsverk.

Trädbränslen, t ex flis, bark, spån och energiskog, används i förbränningsanläggningar inom framför allt skogsindustrin och fjärrvärmesektorn. Inom fjärrvärmesektorn används framför allt avverkningsrester från skogen, vilket står för ca 30 % av energitillförseln i fjärrvärmeproduktionen. Biprodukter från skogsindustrin och sågverk i form av bark och sågspån samt spill från t.ex. möbelfabriker är andra exempel på trädbränslen som utnyttjas i förbränningsanläggningar. Ibland sker en förädling till ett mer energitätt och lätthanterligt bränsle i form av briketter, pellets eller pulver. En del återvunna trädbränslen, returflis och utsorterat bygg- och rivningsavfall omfattas av de nya regelverken för avfallsförbränning och anläggningar som förbränner dessa klassas därmed som samförbränningsanläggningar.

Den teoretiska tillgången på trädbränslen som kommer direkt från skogen är god, men den realiserbara uttagspotentialen beror på marknad, teknik, ekonomi och miljörestriktioner och är svårare att uppskatta. Import av förädlade och återvunna trädbränslen för fjärrvärmeproduktion är vanlig.

Biprodukter från massaindustrin, som returlutar, bark, slam och tall/tallbecksoljor används i första hand internt inom massaindustrin för energiproduktion. Tallbecksolja används även till fjärrvärmeproduktion (ca 3 % av den totala användningen) men är då ofta importerad.

I takt med att användning av biobränslen har ökat har också många nya typer av bränslen tagits fram. Energiskog (salix) började användas i början av 90-talet, men användningen är fortfarande begränsad. Det är i första hand jordbrukspolitiken som avgör vad jordbruksmarken skall användas till. Förutom salix används andra

---

<sup>2</sup> Förordningen om avfallsförbränning (2002:1060) samt Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2002:28) om avfallsförbränning som genomför direktiv 2000:76 om förbränning av avfall.

energiogrödor från jordbruket som bränsle i förbränningsanläggningar, t ex energi-gräs, halm och spannmål, dock fortfarande i begränsad omfattning. Andra produkter från jordbruket som har nått energimarknaden, och kan ha en framtida potential, är t ex spannmål, olivkärnor och hampa. Utöver detta finns i dag nya bränslen som hamnar på energimarknaden främst från kvittblivningssynpunkt, som t ex kött- och benmjöl producerat från slakteriavfall och slam från avloppsreningsverk.

#### TORV

Inom främst fjärrvärmesektorn används torv som enda eller inblandat bränsle i ett 35-tal värmeverk (totalt 3,8 TWh 2002). Tillsats av torv har positiv inverkan på förbränningsegenskaperna vid förbränning av trädbränsle. I svensk energipolitik omfattas användningen av torv delvis av samma styrmedel som biobränslen, genom att den är berättigad till elcertifikat och inte belastas av koldioxidskatt. I den internationella handeln med utsläppsrätter räknas dock torv som fossilt bränsle. Den framtida torvanvändningen beror till stor del av hur torv fortsatt kommer att betraktas inom svensk och internationell energipolitik.

#### OLJA

Sedan början av sjuttioalet har det varit ett energipolitiskt viktigt mål att minska oljeberoendet i det svenska energisystemet. Detta var ursprungligen en följd av oljekrisen, men har fortsatt att vara aktuellt av miljöskäl och i takt med att klimatfrågorna kommit allt mer i fokus. Politiken har varit framgångsrik. Oljeanvändningen har minskat väsentligt, och står i dag för omkring en tredjedel av den totala energitillförseln i Sverige (transportsektorn inkluderad). Den minskade oljeanvändningen är främst en följd av utbyggnad av fjärrvärme, där mindre oljepannor ersatts, och bränslebyten. I dag utgör olja endast en mindre del av de bränslen som används i förbränningsanläggningar. Inom fjärrvärmesektorn genererades 4,7 TWh värme 2002 (motsvarande knappt 10 % av total producerad mängd fjärrvärme) från olja, mestadels i form av spetslast under kalla dagar. Lättolja, Eo1, har lägst svavel- och askhalt, och är den olja som främst används vid låg förbrukning, t.ex. i spets- och reservanläggningar. Vid större förbrukning används oftare någon av de tjockare oljorna, Eo2-5, som kräver mer komplicerad hantering, men är billigare.

#### KOL

Fjärrvärmesektorns kolanvändning har minskat kraftigt under 1990-talet sedan koldioxid- och svavelskatten infördes. I de renodlade värmeverken har kolet nästan helt ersatts med biobränslen. I några kraftvärmeverk (7 st 2004) används fortfarande en del kol (ca 4 TWh/år) i kombination med biobränslen eftersom kol som utnyttjas för elproduktion inte belastas med energi- och koldioxidskatt. Ändrade regler för kraftvärmebeskattning 2004 (proportionering) innebär emellertid att all kolanvändning inte kommer att kunna hänföras till elproduktionen längre. En viss inblandning av svavelhaltiga bränslen som kol, liksom torv, i trädbränslet kan dock minska korrosionen och förbättra förbränningen, varför kol och torv även i fortsättningen kan förväntas sameldas med trädbränsle.

Inom industrin används energikol, metallurgiskt kol och koks. Användningen av energikol har ökat något under senare år och motsvarar ca 7 TWh/år. Metallurgiskt kol och koks som används i processen inom järn- och stålverk genererar s.k. koksugns gas och masugns gas. Gasen används för el- och värmeproduktion inom järn- och stålverk men även inom fjärrvärmesektorn (ca 1,6 TWh/år).

### ENERGIGASER

Energigas är ett samlingsnamn för naturgas, gasol, biogas, stadsgas, vätgas, mm. Den dominerande energigasen utgörs av naturgas, framför allt i större anläggningar. Naturgas är ett fossilt bränsle men innehåller relativt sett en mindre andel kol än olja och eldningskol och därmed frigörs mindre koldioxid per energienhet. En stamledning för distribution av naturgas löper mellan Malmö och Göteborg. Där naturgasen är etablerad kan användningen motsvara 20-25 % av den totala energi-användningen, jämfört med rikssnittet som är 2 %. Planer på utbyggnad av stamledningen finns, vilket kan öka den totala användningen upp till 15-20 % i Sverige. I september 2004 beviljade regeringen tillstånd för en ny ledning för naturgas mellan Rostock och Trelleborg (Baltic Gas Interconnector). Importen av naturgas motsvarar i dag knappt 10 TWh/år och industrier samt kraftvärme- och värmeverk står vardera för cirka 40 % av användningen.

Gasol används framför allt inom industrin (ca 5 TWh/år), och i mindre omfattning inom fjärrvärmesektorn (0,3 TWh/år). Användningen inom fjärrvärmesektorn har ökat under senare år genom att oljepannor har konverterats till gasolpannor för att användas som spetslast.

Biogas är en förnybar energikälla, som används framför allt till småskalig kraft- och värmeproduktion. Den största andelen biogas framställs ur röt-kammare vid avloppsreningsverk. Gasutvinning från deponier minskar i takt med att biologiskt nedbrytbart avfall inte längre tillåts deponeras, men det finns en stor outnyttjad utvinningspotential från andra avfallsprodukter. Energiproduktionen från biogas utgör totalt ca 1,4 TWh i dag.

### Energieffektivitet

Hur mycket av bränslets energiinnehåll som kan utnyttjas beror på bränslets egenskaper och olika tekniska faktorer som omvandlingsförluster i energiverken och distributionsförluster i fjärrvärme- och elnäten. Energieffektivitet är alltså dels bränsle- och dels anläggningsrelaterat.

För att få ett livscykelperspektiv kan man ta hänsyn till förluster vid bearbetning och transport av bränslen. Hur stora dessa förluster är beror på hur långt bränslet behöver transporteras, och är generellt sett lägre för inhemska bränslen som biobränslen än t.ex. olja.

Omvandlingsförlusterna varierar i olika typer av energiverk. Förlusterna blir relativt stora om enbart el produceras i rena kondenskraftverk. Kan värme vid lägre temperaturer tas till vara så kan en betydligt högre verkningsgrad uppnås i värme- och kraftvärmeverk. Verkningsgraden definieras som förhållandet mellan utvunnen energi och tillförd energi, utan hänsyn tagen till den energi som är bunden i rökga-

serna i form av vattenånga. Därför kan verkningsgraden överstiga 100 % när kondensationsvärme i rökgaserna frigörs och nyttiggörs via rökgaskondensering.

Nedan anges typiska verkningsgrader för olika typer av förbränningsanläggningar. Observera dock att verkningsgraden varierar med typ av bränsle och ålder på anläggningen. Även procentuell fördelning mellan värme- respektive elenergi av den totala producerade energin anges.

**Tabell 3. Typiska verkningsgrader för olika typer av förbränningsanläggningar.**

Anläggning	El- verkningsgrad (%)	Värme- verkningsgrad (%)	Total- verkningsgrad (%)	Ökning av total- verkningsgrad med rökgas- kondensor (%)
<b>Kondenskraft:</b>				
Kol/oljeeldad panna med ångturbin	39-47	-	39-47	
Olje/naturgaseldad gasturbin	34-40	-	34-40	
Olje/naturgaseldad gaskombi	50-60	-	50-60	
<b>Kraftvärme:</b>				
Olje/naturgaseldad panna med ångturbin	25-35	55-65	89-93	10-15
Olje/naturgaseldad gasturbin	32-39	50-55	88-91	
Olje/naturgaseldad gaskombi	45-53	40-50	88-91	
Biobränsleeldad panna med ångturbin	15-34	60-75	88-91	15-35
Biobränsleeldad panna för industriellt mottryck	15-25	65-75	88-91	15-40
<b>Värmeverk:</b>				
Olje/naturgaseldad panna		90-93	90-93	10-15
Biobränsleeldad panna		88-91	88-91	15-35

## Miljöpåverkan

### Utsläpp till luft

Utsläpp till luft från förbränningsanläggningar beror på en kombination av bränsle, förbränningsteknik och reningsåtgärder. Förekomsten av vissa föroreningar i förbränningsgaserna, som exempelvis koldioxid, svaveldioxid, stoft och tungmetaller är direkt beroende av bränslets sammansättning och egenskaper, medan halten av t.ex. kolmonoxid även i hög grad beror på förbränningsbetingelserna. Utsläppsnivån styrs dock i hög grad av gällande miljövillkor och av kostnaderna för att begränsa utsläppen. I allmänhet är det lättare att begränsa utsläpp från större anläggningar eftersom förbränningsbetingelserna blir bättre och reningstekniken kan vara mer avancerad. Utsläppsnivån av olika föroreningar kan också vara en fråga om optimering av driften, t.ex. vad avser relationen kväveoxider - kolmonoxid.

Nedan redovisas ungefärliga utsläpp från olika bränslen för svenska förhållanden. Det bör dock understrykas att de faktiska utsläppen från enskilda anläggningar beror på anläggningstyp och förbrännings- och reningsteknik. Angivna värden ska

därmed ses som storleksordningar. Där utsläppen anges i mg/Nm<sup>3</sup> avses halten i torr gas vid 3 % O<sub>2</sub> (gas, olja) respektive 6 % O<sub>2</sub> (fasta bränslen).

**Tabell 4. Utsläpp till luft från förbränning av olika bränslen<sup>1</sup>**

	Biobränslen <sup>2</sup>	Torv	Naturgas	Kol	Olja
Stoft (mg/Nm <sup>3</sup> )					
-små anläggningar (ca < 10 MW)	50-200	50-200	≈ 0	5-30	< 20 <sup>3</sup>
-större anläggningar (ca > 10 MW)	5-30 (100)	5-30 (100)		5-30	100-150 <sup>4</sup>
Kväveoxider (mg/MJ)	40-110	40-110	30-70	50-110	50-150 <sup>3</sup>
Svavel (mg/MJ)	1-20	1-60	≈ 0	25-95	10-12 <sup>2</sup> 50-100 <sup>3</sup>
Koldioxid (g/MJ)	96 <sup>5</sup>	107,3	56,5	90,7	74 <sup>3</sup> / 76,5 <sup>4</sup>
Kolmonoxid (mg/ Nm <sup>3</sup> )	50-500 <sup>7</sup>	50-500	<100	50-200	50-150
Kolväten (mg/MJ)	1-25	1-25	1-2 <sup>5</sup>	5-8 <sup>6</sup>	2-3 <sup>6</sup>
Lustgas (mg/MJ)	1-10	5-10	≈ 2	5-20	1-5
Ammoniak (mg/MJ)	1-5	1-2	0	1-2	1-2
Tungmetaller (µg/MJ):					
Bly	13	400	≈ 0	24	2,4 <sup>3</sup> / 15 <sup>4</sup>
Kadmium	1,0	1,0	≈ 0	0,5	0,2 <sup>3</sup> / 0,4 <sup>4</sup>
Kvicksilver	0,3	2	≈ 0	3	0,1 <sup>3</sup> / 0,06 <sup>4</sup>

1 Information om omvandling mellan olika sorter etc. ges i Naturvårdsverkets "Lathund" - Förbränning – Miljö / Begrepp – sorter – omvandlingar, Naturvårdsverkets rapport nr 4438, som kan laddas ner från [www.naturvardsverket.se/bokhandeln](http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln).

2 Avser biobränslen som inte omfattas av regelverken för avfallsförbränning.

3 Avser Eo1 (lättolja).

4 Avser Eo2-5 (tjockolja).

5 Sätts normalt till noll under antagandet att koldioxid från biobränslen ingår i ett kretslopp.

6 Avser kolväten exklusive metan.

7 Högre värden förekommer vid dåliga förbränningsförhållanden.

Källor: Tungmetaller: Naturvårdsverket (emissionsfaktorer från IVL).

Koldioxid, Kolväten (naturgas, kol, olja): Naturvårdsverket (rapportering till Klimatkonventionen)

Övriga parametrar: erfarenhetsvärden

## STOFT

Efter förbränningen innehåller rökgaserna fasta partiklar. Dessa består av dels aska från bränslet (oxider av exempelvis kisel, kadmium och alkali), dels sot (ofullständigt förbrända partiklar). Stoftbildningen påverkas främst av bränslets askinnehåll och förbränningstekniken. Då fasta bränslen i allmänhet har ett högre askinnehåll ger dessa högre stoftutsläpp relativt andra bränslen. Energigaserna som inte innehåller någon fast aska ger försumbara stoftmängder. Storleken på partiklarna varierar från < 0,1 µm till över 100 µm. Från hälsosynpunkt är de små partiklarna (< 10 µm) farligast, eftersom de har en större benägenhet att ta sig långt ner i luftvägarna. Små partiklar har i allmänhet även en högre koncentration av toxiska ämnen och är svårare att avskilja än större partiklar.



### KVÄVEOXIDER (NO<sub>x</sub>)

NO<sub>x</sub> är en samlingsbeteckning för kvävemoxid (NO) och kvävedioxid (NO<sub>2</sub>). NO<sub>x</sub> bildas ur luftens och/eller bränslets kväve. Förbränningsmetod och anläggningsutformning samt halten av kväve i bränslet är avgörande för hur mycket NO<sub>x</sub> som bildas. NO<sub>x</sub>-utsläppen från förbränningsanläggningar har minskat väsentligt efter införandet av kväveoxidavgiften i början av 90-talet och har nu nått en relativt stabil nivå. En viss minskning under de senaste åren har uppnåtts genom minskad förbränning av tunga oljor, övergång från olja till naturgas och gasol samt förbättrad rening av rökgaser. Utsläppen från förbränning av fasta bränslen (torv, trä och avfall) har emellertid ökat något på grund av ökad användning av dessa bränslen.

Förbränning står för ca 30 % av de totala kväveoxidutsläppen från svenska källor medan merparten av utsläppen av kväveoxider härrör från transportsektorn. De svenska utsläppen bidrar med ca 8 % av det totala kväveoxidnedfallet över landet.

### SVAVELDIOXID

Svaveldioxid bildas vid oxidation av svavel i bränslet och uppstår således vid förbränning av svavelhaltiga bränslen, som exempelvis kol, torv, olja och avfall. Utsläppen av svavel har minskat kraftigt i Sverige under de senaste årtionden. Orsakerna är främst svavelskatten och övergång till lågsvavligare bränslen, en generellt minskad oljeanvändning och förbättrade reningstekniker. De svenska utsläppen bidrar med cirka 7 % av det totala svavelnedfallet över landet.

### KOLDIOXID

All förbränning av kolhaltiga bränslen resulterar i koldioxidutsläpp. Om enbart biobränsle används i förbränningen räknas dock nettoutsläppen som noll. Av de fossila bränslena ger naturgas lägst koldioxidutsläpp, medan olja och kol medför ca 30 % respektive 60 % högre utsläpp. Koldioxidutsläppen har tillsammans med skogsskövlingen medfört att atmosfärens koldioxidhalt i dag är ca 30 % högre än den var i förindustriell tid. Koldioxid är den viktigaste växthusgasen och står i Sverige för ca 80 % av de samlade växthusgasutsläppen. Förbränning av fossila bränslen (exkl. transporter) står för drygt hälften av de totala koldioxidutsläppen i Sverige. Efter en påtaglig reducering under 1980-talet, främst till följd av kärnkraftsutbyggnaden och en övergång från olja till fjärrvärme med en stor andel förnybara bränslen, har de svenska utsläppen av koldioxid under senare år minskat mycket långsamt.

### KOLMONOXID

Kolmonoxid är en giftig gas som bildas vid ofullständig förbränning av kolhaltiga bränslen. Halten kolmonoxid vid förbränning fungerar som indikation för hur fullständig förbränningen är. Fullständig förbränning innebär ett bättre utnyttjande av bränslet och lägre halter av bl.a. kolväteföreningar, som också förekommer i rökgaserna då förbränningen inte är fullständig. Intrimning av anläggningar för att minska kväveoxidutsläppen medför ofta en ökning av koloxidhalten. Cirka 20 % av kolmonoxidutsläppen i Sverige härrör från ofullständig förbränning i samband med industri- och energiproduktion medan resten kommer från trafiken.

## KOLVÄTEN

Flyktiga organiska ämnen (VOC - Volatile Organic Compounds) är ett samlingsnamn för ett stort antal gasformiga ämnen, som kan vara skadliga för människors hälsa och miljön. VOC bildas vid ofullständig förbränning och utsläppen är generellt små från större förbränningsanläggningar med goda förbränningsbetingelser. Vid småskalig vedeldning inom bostadssektorn kan utsläppen dock vara betydande. Utsläppen från småskalig vedeldning utgör ca 90 % av de totala utsläppen från el- och värmeproduktion. En stor del av kolväteutsläppen utgörs av metan, som ofta exkluderas när utsläpp av VOC anges.

## LUSTGAS (DIKVÄVEOXID)

Lustgas kan bildas genom reaktion med luftkväve eller reaktion med kväve i bränslet, t.ex. vid förbränning av kol och torv. Bildningen sker särskilt vid låga förbränningstemperaturer. Lustgas kan även bildas vid anläggningar som använder sig av SNCR-teknik för NO<sub>x</sub>-reduktion, särskilt då urea används som reduktionsmedel. Förbättrad teknik för tillsättandet av urea har emellertid inneburit att detta problem minskat. Förbränningsanläggningar står endast för en mindre del av de totala lustgasutsläppen medan jordbruket, som är den största källan, står för ca 65 %.

## AMMONIAK

Ammoniak i rökgaserna härrör i huvudsak från icke reagerad ammoniak som tillsatts för reduktion av NO<sub>x</sub> med SNCR-teknik. Förhöjda halter av ammoniak förekommer särskilt vid överdosering, dålig inblandning eller för låg doseringstemperatur. I mindre omfattning kan ammoniak även bildas vid reaktion med bränselekväve vid dålig förbränning. Förbränning står endast för en liten del av de totala utsläppen av ammoniak. Den största källan till utsläpp är jordbruket.

## TUNGMETALLER

Tungmetaller som förekommer i rökgasutsläpp härrör från bränslet. Efter förbränning återfinns metallerna i bottenaska, i flygaska och i gasform i rökgaserna. De flesta tungmetaller är giftiga men utsläpp av kadmium, bly och kvicksilver är särskilt uppmärksammade på grund av deras giftverkan. Kviksilver förekommer främst vid avfallseldning. Vissa metaller (bl.a. kadmium och bly) har en tendens att i första hand fastna på de små partiklar som utgör flygaska (< 10 µm). Dessa partiklar är av stor vikt ur hälsosynpunkt, eftersom de tränger långt ner i luftvägarna. Utsläppen av metaller till luft är starkt beroende av stoftavskiljarnas och annan reningsutrustnings verkningsgrad och har minskat kraftigt under de senaste årtiondena.

## DIOXINER

Dioxiner är ett samlingsnamn för en grupp klorerade organiska ämnen som kan bildas vid förbränning av klorhaltiga bränslen vid närvaro av koppar, som fungerar som katalysator. Dioxiner kan bildas vid förbränning av olika typer av biobränslen. Klorinnehållet är normalt högre i avfallsbränslen, som innehåller t.ex. plast och hushållssalt, varför det i dagsläget är främst på avfallseldade anläggningar som dioxiner mäts och särskild rökgasrening finns installerad. När bestämmelserna om

avfallsförbränning träder i kraft för existerande anläggningar i december 2005, kommer även anläggningar som förbränner t.ex. förorenat returträ och bygg- och rivningsavfall, s.k. samförbränningsanläggningar, att omfattas av mät- och kontrollkrav, och eventuellt behöva installera extra rökgasrening.

Stränga krav på förbränningsbetingelser och reningsteknik vid avfallsförbränning innebär dock att utsläppen av dioxiner är mycket små (0,1 ng/Nm<sup>3</sup>). Det totala utsläppet från förbränning av hushållsavfall ligger i dag på omkring 1 gram årligen.

Även om mängden kontrollerad utsläppt dioxin har minskat betydligt sedan åtgärder började vidtas på 80-talet, finns det fortfarande många oidentifierade källor och arbete pågår att identifiera dessa. Förbränning av biobränsle kan vara en potentiell källa till dioxiner, då trä innehåller naturligt klor, framför allt om det härstammar från växtlighet i närheten av hav. Det totala utsläppet från här aktuella anläggningar är osäkert men kan uppskattas till mindre än 10 gram per år, sannolikt lägre (Naturvårdsverket, 2005).

**TOTALA UTSLÄPP TILL LUFT FRÅN FÖRBRÄNNINGSANLÄGGNINGAR**  
Nedan redovisas storleksordningen på de totala utsläppen av olika föroreningar i Sverige i dag, samt hur stor del som antas komma från energisektorn respektive från förbränning inom industrisektorn. Fördelningen mellan utsläpp från de båda sektorerna är något osäker.

**Tabell 5. Storleksordning på totala utsläpp till luft**

Ton/år	Energisektorn <sup>1</sup> 2002	Förbränning inom industrin 2002	Totalt i Sverige 2002 <sup>2</sup>	Totalt i Sverige 1990 <sup>2</sup>
Svaveldioxid	13 200	16 000	58 000	115 000
Kväveoxider	18 700	53 000	243 000	334 000
Koldioxid (kton/år)	9 220	10 400	55 000	56 000
Kolväten (exkl. metan)	2 550	6 700	295 000	ca 360 000
Lustgas	1 120	1 840	27 000	29 400
Ammoniak	ca 650	ca 1 000	54 000	60 000 <sup>3</sup>
Tungmetaller Bly; kadmium; kvicksilver	2,24; 0,11; 0,15	1,91; 0,08; 0,08	12,64; 0,52; 0,67	

1 Omfattar ej utsläpp från småskalig förbränning inom bostadssektorn

2 Exkl. utsläpp från internationell sjöfart och flygtrafik

3 Avser 1995

4 Utsläpp från identifierade källor

Källor: Tungmetaller: Naturvårdsverkets CLRTAP-rapportering

Övriga: Naturvårdsverkets rapportering till klimatkonventionen samt [www.miljomal.nu](http://www.miljomal.nu).

### Utsläpp till vatten vid rökgaskondensering

Det vatten som bildas vid rökgaskondensering innehåller de ämnen som avskiljs från rökgaserna; sulfater och klorider, stoft som innehåller tungmetaller och tyngre kolväten (PAH) samt ammoniak. De försurande gaserna neutraliseras i vattenre-

ningen och bildar klorider och sulfater. Utsläppskrav som ställs på dessa ämnen är beroende av recipienten, men påverkas också av att de kan ge upphov till betongkorrosion vid höga halter. I stort sett alla tungmetaller och PAH som återfinns i rök-gaskondensatet härstammar från stoftet i rökgasen.

Halterna varierar beroende på vilket bränsle som används, rök-gasreningsteknik och vattenreningsteknik. I tabellen nedan anges ungefärliga utsläppshalter vid ”moderna anläggningar” (erfarenhetsvärden).

**Tabell 6. Utsläpp till vatten (erfarenhetsvärden från moderna anläggningar).**

Ämne	Enhet	Indikativ utsläppsnivå (modern teknik)
Suspenderade ämnen	mg/l	5-10
Arsenik, As	µg/l	5-10
Kadmium, Cd	µg/l	1-5
Krom, Cr	µg/l	10-25
Kvicksilver, Hg	µg/l	1-5
Nickel, Ni	µg/l	5-10
Bly, Pb	µg/l	10-50
Zink, Zn	µg/l	300
NH <sub>4</sub> -N <sup>1</sup>	mg/l	30
PAH <sup>2</sup>	µg/l	0,5-1
Dioxin <sup>3</sup>	ng/l	0,3

1 Värdet gäller för en anläggning antingen utan SNCR eller med avdrivning av ammoniak. En anläggning med SNCR utan avdrivning ligger runt 100 mg/l.

2 Underlaget för denna uppgift är idag mycket begränsat

3 Värdet bygger på krav för avfallsförbränningsanläggningar och motsvarar en nivå som är fullt möjlig att uppnå med modern teknik. De få mätvärden som finns indikerar dock att halten kan vara mycket lägre.

## Buller

Eftersom värme- och kraftvärmeverk ofta byggs i anslutning till tätbebyggda områden, är det viktigt att bullerfrågor beaktas. Det huvudsakliga bullret uppstår vid transporter och hantering av i första hand fasta bränslen. I mindre omfattning uppstår även buller från själva förbränningsprocessen (gasströmning mm.) samt från fläktar och annan hjälputrustning.

## Avfall

Avfall från förbränningsanläggningar består huvudsakligen av

- bottenaska/slagg från rostereldning,
- bottenaska/sand från fluidbäddpannor,
- flygaska,
- avfall från rök-gasrening (t ex filterkaka och avsvavlingsprodukt samt slam från våt rök-gasrening och vattenrening i samband med rök-gaskondensering)

I en rosterpanna uppkommer huvuddelen av askan i form av bottenaska, medan andelen bottenaska i förhållande till övrigt avfall blir lägre i en fluidbäddpanna.

Mängden av olika avfall liksom deras egenskaper beror på bränsle (askhalt och föroreningshalt), förbränningsteknik (utbränningsgraden) samt reningsteknik (utformning och tillsatser).

Det finns ingen fullständig statistik över avfall från energibranschen. Svenska Energiaskor har gjort en uppskattning över askmängder från energiproduktion 2003, vilka redovisas i tabellen nedan. Utöver detta uppkommer omkring 300 000 ton årligen inom massa- och pappersindustrin samt 600 000 ton (450 000 ton slag och 150 000 ton avfall från rökgasrening) från avfallsförbränning.

**Tabell 7. Uppskattning av askmängder från energiproduktion 2003.**

Ton/år <sup>1</sup>	Bottenaska	Flygaska inklusive avfall från rökgasrening
Rostereldning	240 000	110 000
Pulvereldning	30 000	70 000
Fluidiserad bädd	80 000	95 000
Totalt	350 000	275 000

<sup>1</sup> Avser huvudsakligen våt vikt

Askhalten i bränslet utgör för träbränslen ca 1-5 %, för torv ca 2-9 %, halm, ca 6-7 %, kol 7-20 % och olja 0,005-0,1 %, allt räknat på torr vikt. I askan ingår också oförbränt bränsle vilket förklarar att uppkomna askmängder för ett visst bränsle kan vara olika i olika pannor.

En åtgärd för att minska mängderna oförbränt kan vara att gå ned i panneffekt. Det finns också pannor med höga halter av oförbränt i aska där flygaska och/eller bottenaska återförs till eldstaden för omförbränning. Detta fungerar bäst för askor som avskilts i föravskiljare, som grovcyklon. Askor som avskilts senare innehåller en stor andel finpartikulärt oförbränt, som skulle följa med rökgaserna ut ur pannan en gång till vid omförbränning. Omförbränning av askan kan dock ge problem med erosion och korrosion i pannan eftersom askmängden ökar markant. Från och med 2005 råder förbud mot deponering av organiskt avfall i Sverige<sup>3</sup>, vilket för förbränningsanläggningar innebär att restprodukter med mer än 18 viktsprocent total mängd organiskt kol (TOC) inte får deponeras.

Askorna kan ge upphov till miljöpåverkan genom damning vid hanteringen samt i samband med slutanvändning och omhändertagande. I syfte att få ett bättre resursutnyttjande kan återanvändning ske i form av utfyllnad vid t.ex. vägbyggen, eller som fyllnadsmaterial i betong, och ersätter då andra material som t.ex. naturgrus. Detta är alltid förenat med någon typ av kvalitetssäkring och kräver ofta tillstånd för miljöfarlig verksamhet. Det kan också handla om återföring av askor från biobränsleledning till skogen.

År 2002 förändrades regelverket för hur klassificering av askor skall gå till. Askor som uppkommer till följd av avfallsförbränning eller samförbränning samt avfall från rökgasrening skall genomgå en klassificering för att bedöma om avfallet

<sup>3</sup> Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2004:4) och allmänna råd om hantering av brännbart avfall och organiskt avfall.

skall klassas som farligt avfall<sup>4</sup>. En del biobränslen, såsom returträbränslen, berörs av detta.

För biobränslen går utvecklingen mot kvalitetssäkring av askorna och återföring till skogen. Syftet är att kompensera för näringsuttag från skogen som skett i samband med uttag av skogsbränslen och därigenom upprätthålla skogens produktionsförmåga. Hittills har denna utveckling har gått långsamt, bl.a. av ekonomiska skäl. Ökad askåterföring anses dock vara en viktig förutsättning för fortsatt uttag av bioenergi från skogen. Hantering av aska kontaminerad med cesium-137 är reglerad i Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter (2005:1) med allmänna råd.

Flygaska från koleldning används bland annat inom cementindustrin som en råvara samt i vissa fall till utfyllnad vid t.ex. vägbyggen och hamnområden.

### **Kemikalier**

I förbränningsanläggningar används kemiska produkter av olika slag i den dagliga driften, främst vid rökgasreningen, vattenreningen och för att rena matarvattnet. Någon kemikalie, vanligtvis kalk, används för att neutralisera rökgaserna (främst vid koleldning) innan stoftavskiljningen och vid behov kan också aktivt kol tillsätts för att förbättra avskiljningen av dioxiner. Tillsats av aktivt kol förekommer dock hittills i stort sett endast vid avfallsförbränning. Ammoniak eller urea används för reduktion av kväveoxider i rökgaserna. Vid våt rening och/eller rökgaskondensering behövs kemikalier för att behandla avloppsvatten. Alkali och syra är t.ex. vanligt för pH-justering i vattenreningens olika steg, och olika kemikalier för flockning (t.ex. polymerer eller järnsulfat) och/eller fällningskemikalier (sulfider) kan tillsättas. Matarvattnet till pannan behöver behandlas kemiskt genom bland annat pH-justering, exempelvis med ammoniak. Vidare används kemikalier, t.ex. natriumklorid, för att regenerera avhårdare till matarvattnet. Dessutom används i mindre mängder tekniska oljor, färg, rostskyddsmedel, avfettningsmedel etc.

### **Risker**

Vid anläggningar för förbränning av fasta bränslen finns risk för bränder i bränslelager och det finns flera kända fall av självantändning. Det finns även brand- och explosionsrisk i samband med lagring, malning, krossning, bandtransport, mm. Dammexplosioner kan orsaka personskador och omfattande materiella skador på maskiner/utrustning och byggnader. Viss brand- och explosionsrisk finns också vid lagring och hantering av flytande och gasformiga bränslen.

Haverier och driftstörningar kan även orsaka tillfälligt ökade utsläpp till luft och vatten. Haverier som medför tillfälligt bortfall av utrustning för begränsning av t.ex. svavel och kväveoxidutsläpp kan dock inte anses medföra akuta miljö- eller hälsorisker. Exempel på driftstörningar är brott på slangfilter, stopp i utmatning från stoftavskiljare, igensättning av svavelreningsutrustning, kemikalieläckage, etc. Brister i system för hantering och lagring av olja kan medföra risk för att olja läcker ut till avloppssystem eller till yt- och grundvatten. Regelbunden översyn och förebyggande underhåll begränsar riskerna för driftstörningar och genom reservdelshållning av viktiga komponenter kan uppkomna fel åtgärdas snabbt.

---

<sup>4</sup> Avfallsförordningen (2001:1063)

## Förbränning och de nationella miljö kvalitetsmålen

Miljöpåverkan från förbränningsanläggningar kan delas in i kategorier baserat på om påverkan huvudsakligen är lokal, regional eller global. Utsläpp som exempelvis stoft, kolmonoxid och kolväten har främst en lokal påverkan på människors hälsa. Kväveoxider och svaveldioxid har främst en regional påverkan och bidrar till försurning av sjöar och skogsmark. Kväveoxider bidrar även till övergödning av vattendrag. När kväveoxid och kolväten genom inverkan av solljus bildar marknära ozon kan påverkan dock vara både lokal och regional. Växthusgaser (koldioxid, lustgas) har en global påverkan genom att uppehållstiden i atmosfären är lång och utsläppen sprids globalt. Även vissa långsamt nedbrytbara gifter som dioxiner har en global påverkan, då utsläppen sprids över stora områden, dels via luften i samband med utsläppen, dels i anrikningsskedjan.

De av riksdagen fastställda 15 nationella miljö kvalitetsmålen berörs i olika utsträckning av miljöpåverkan från förbränningsanläggningar. Utsläpp till luft och vatten av olika föroreningar berör främst målen *Begränsad klimatpåverkan* (utsläpp av koldioxid och lustgas), *Ingen Övergödning* (utsläpp av kväveoxider, ammoniak), *Bara naturlig försurning* (utsläpp av svaveldioxid och andra sura gaser, kväveoxider), *Frisk luft* (utsläpp av stoft, kolväten) och *Giftfri miljö* (utsläpp av tungmetaller, dioxiner).

Användning av biobränslen och torv berör även målen *Levande skogar* (uttag av trädbränslen), *Ett rikt odlingslandskap* (nyttjande av energigrödor mm) och *Myllrande våtmarker* (uttag av torv). Miljö kvalitetsmålet *God bebyggd miljö* berörs bl.a. av buller och risker förknippade med förbränningsanläggningar.

## Åtgärder

### Utsläpp till luft

Utsläpp till luft kan minskas genom processtekniska (förbränningstekniska) eller reningstekniska åtgärder samt genom val av bränsle.

#### STOFT

De vanligaste teknikerna för rening av stoft utgörs av olika typer av dynamiska avskiljare, t.ex. enkel cyklon och multicyklon, elektrofilter (elfilter) samt textila spärrfilter (slangfilter). Även rökgaskondensorer har en renande effekt vad det gäller stoft. Storleken på partiklarna är avgörande för avskiljningsgrad. De metoder som når en god effektivitet avseende även mycket finpartikulärt material (<1 µm) är textila spärrfilter, venturiskrubbrar och elfilter.

Förbränning av naturgas ger mycket låga utgående stofthalter och några särskilda åtgärder är inte nödvändiga. Oljeeldning ger upphov till stoftutsläpp motsvarande askhalten samt en del oförbränt, totalt <1 g/kg olja för tjockolja och WRD ("tunn tjockolja", Wide Range Distillate) samt < 0,1 g/kg olja för de tunnare oljorna. Vid eldning av tjockolja på större anläggningar förekommer cyklonavskiljare eller i några fall elfilter som sänker stofthalten till <0,5 g/kg olja. Tillsatser i oljan

kan också användas för att sänka stoftutsläppen från oljeeldning, dock kommer man även med tillsats sällan under dubbla askinnehållet.

Vid förbränning av fasta bränslen kan betydande stoftutsläpp förekomma. Val av reningstekniken beror i stor utsträckning på utsläppskraven.

### *Multicyklon*

Multicyklonen består av ett antal parallellkopplade småcykloner som sammankopplats till en enhet. Avskiljningen bygger på att partiklarna med hjälp av centrifugalkraften separeras från rökgasflödet. Partiklarna faller ner i cyklonens nedre koniska del och matas ut till container. Avskiljningsförmågan är låg för partiklar mindre än 5 µm och ger därmed låg tungmetallavskiljningsgrad. Utsläppsnivån efter multicykloner ligger inom intervallet 100-250 mg/Nm<sup>3</sup>, beroende på typ av bränsle och andra betingelser. Utsläppsnivåer lägre än 100 mg/Nm<sup>3</sup> kan förekomma vid eldning med homogent bränsle och stabil förbränning. Utsläppsnivån kan också bli högre än 250 mg/Nm<sup>3</sup>, t.ex. vid halmeldning.

Multicyklonaggregat används i de allra flesta små (i storleksordningen någon eller ett par MW) anläggningar, eller som föravskiljare till elektrofilter, textila spärrfilter eller rökgaskondensorer. Tekniken är enkel och billig, men medger inte högeffektiv rening, särskilt inte vad avser finare partiklar. Priserna ligger i storleksordningen från 25 uppemot 100 kkr/MW panneffekt.

### *Elektrofilter*

Elektrofilter innehåller ett antal strömsatta stålspiraler. Tekniken bygger på att stoftpartiklarna bibringas en negativ laddning varefter de fälls ut på de positiva utfällningsplåtarna. Stoftet avlägsnas från plattorna med slagverk, varefter det faller ner i en ficka för borttransport till en container. Avskiljningsförmågan är hög för merparten av partiklar och elektrofilter ger därmed hög stoft- och metallavskiljningsgrad. Avskiljningsgraden kan variera beroende på dimensionering (uppehållstid i filtret). Utsläppsnivån efter elektrofilter ligger vanligen inom intervallet 0,1-20 mg/Nm<sup>3</sup>.

Elektrofilter är vanligt förekommande i anläggningar där stofthalten i rökgaserna skall vara mindre än 100 mg/m<sup>3</sup>. Ofta används någon form av cyklon som föravskiljare, vilket minskar dimensionen och slitaget på elektrofiltret och därmed även kostnaden. Tekniken är enkel men betydligt dyrare än multicykloner, speciellt på mindre anläggningar. Priset ligger grovt omkring 250-600 kkr/MW panneffekt. Flertalet nya biobränsleeldade anläggningar över ca 3 MW byggs med elektrofilter. Dock börjar textila spärrfilter vinna mark.

### *Textila spärrfilter*

Textila spärrfilter (slangfilter) består av ett antal trådkorgar av stål varpå filtren (slangarna / strumporna) är uppträdda. På mindre filter finns även system med kassetter i stället för slangar. Gasen passerar genom dessa slangar från utsidan varvid stoftet avskiljs. När ett visst differenstryck har uppnåtts över filtret låter man en tryckluftsimpuls rensa slangarna från insidan, varvid stoftet faller ner in ficka för borttransport till container. Avskiljningsförmågan är hög för merparten av par-



tiklarna och ger därmed hög stoft- och metallavskiljningsgrad. Avskiljningsgraden kan variera beroende på dimensionering, men utsläppsnivån ligger oftast inom intervallet  $<1 - 10 \text{ mg/Nm}^3$ .

Textila spärrfilter är vanligt förekommande i större anläggningar (omkring 10 MW och uppåt) med höga miljökrav. Slangfilter har dock på senare tid åter kommit till användning på mindre anläggningar då slangmaterialet successivt har utvecklats. Ofta används någon form av cyklon som föravskiljare, vilket minskar dimensionen och slitaget på filtret och därmed även kostnaden. En föravskiljare minskar även risken för skador från gnistor. Tekniken är enkel men betydligt dyrare än multicykloner, speciellt på mindre anläggningar. Prismässigt ligger de i nivå med elektrofilter, eller något lägre.

#### *Skrubbrar och rökgaskondensering*

Det går även att avskilja stoft med olika typer av våta reningssteg, skrubbrar, i vilka vatten används för att rena gasen. Effektiviteten beror på utformningen av skrubbern i kombination med hur stort tryckfallet över skrubbern är. En skrubber föregås i stort sett alltid av någon form av föravskiljare typ multicyklon, elektrofilter eller textilt spärrfilter för att minska beläggningar och erhålla låga emissioner.

Den mest effektiva skrubbertypen är en venturiskrubber, i vilken det går att avskilja både fint och grovt stoft effektivt, dock på bekostnad av ett högt tryckfall på rökgassidan. I praktiken används i stället skrubbrar som är designade för ett lägre tryckfall, vilka dock har en lägre avskiljningsgrad för finpartikulärt stoft, i storleksordningen under  $1 \mu\text{m}$ . En rökgaskondensator, där värme tas ut från kondensering av vattenånga, fungerar också som en skrubber, med en renande effekt. Stoftavskiljningen i en rökgaskondensator är emellertid också mer effektiv för avskiljning av grövre stoft än för fint stoft. Skrubber utan värmeåtervinning förekommer i dagsläget enbart på avfallseldade anläggningar med höga utsläppskrav.

Våta reningsmetoder kan vid höga salthalter i skrubbervätskan ge upphov till ett mycket finkornigt stoft i form av salter och karbonater som uppstår då vätskedroppar som följer med rökgaserna indunstar. Mätning av stoftemissioner omfattar även detta finkorniga stoft. Vid bra droppavskiljning minskar dessa problem.

Gemensamt för alla våta stoftavskiljningsmetoder är att de ger upphov till avloppsvattenflöde som måste renas från partiklar och tungmetaller. Behovet av rening är delvis beroende på typ av föravskiljare. Om skrubbern föregås av elektrofilter eller textilt spärrfilter är behovet för vattenrening betydligt mindre samtidigt som risken för igensättningar minskar i skrubbern eller kondensorn om kalk används för att höja pH-värdet.

En väl fungerande rökgaskondensator kan avskilja mellan 50-75 % av stofthalten, förutsatt att stofthalten är i normal storleksordning. Vid användning av multicyklon som föravskiljare kan stoftnivåer runt  $30-100 \text{ mg/Nm}^3$  erhållas. Vid användning av elektrofilter eller textilt spärrfilter som föravskiljare, är ingående stoftnivåer mycket låga, och skrubberns ytterligare renande effekt blir då marginell.

Det primära syftet med rökgaskondensorn är dock oftast att utnyttja kondenseringsenergin i och kylningen av rökgaserna, inte att utgöra ett led i rökgasreningen. Tekniken är etablerad och ekonomiskt motiverad genom den extra energi som kan

utnyttjas. Tillskottet till reningsgraden kan då ses som en bonus. I vissa fall har den dock en betydande plats i rökgasreningen, och används även när inte fullt värmeunderlag för kondensering finns, t.ex. under sommarperioder. Prisnivån för en rök-gaskondensator ligger i storleksordningen 1 000-2 000 kkr/MW installerad rök-gaskondenseringseffekt, beroende på bränsle.

### KVÄVEOXIDER

Bränslets kväveinnehåll, förbränningsmetod och anläggningsutformning är avgörande för hur mycket kväveoxider som bildas vid förbränning. De faktorer som i övrigt kännetecknar ”bra” förbränning (hög temperatur och tillgänglighet till syre) gynnar samtidigt bildningen av kväveoxider.

NO<sub>x</sub>-utsläpp kan reduceras genom förbränningstekniska åtgärder, som ofta behöver förstärkas med reningstekniska åtgärder. Reningstekniska åtgärder (rökgasrening) är selektiv katalytisk reduktion (SCR) och selektiv icke katalytisk reduktion (SNCR). Förbränningstekniska åtgärder är generellt billigare att genomföra än reningstekniska men också mindre effektiva. Kostnader för att genomföra åtgärder beror på typ av förbränningsanläggning och förhållandena i de enskilda fallen. Generellt kan sägas att investeringskostnaden för en SCR-installation är omkring tio gånger högre än för en SNCR, medan driftskostnaden när katalysatorn räknas bort är lägre<sup>5</sup>. År 2000 fanns 92 SNCR/SCR installationer vid de pannor som omfattas av NO<sub>x</sub>-avgiften (totalt 364 stycken), varav sju var SCR-installationer och tre var en kombination av de båda metoderna.

#### *Förbränningstekniska åtgärder*

Förbränningstekniska åtgärder i form av driftsoptimering och trimning av förbränningsbetingelserna kan vara sänkning av luftöverskott, förbättrad processtyrning och jämnare fördelning av luft och bränsle. Det är också vanligt att stegvis förbränning och lufttillförsel och/eller rökgasåterföring införs för att hålla nere temperaturen och därmed NO<sub>x</sub>-bildningen. Vatten- och ånginsprutning samt befuktning av förbränningsluft är metoder som tidigare har använts, men som ger låg effekt för fastbränslen. Effekten är dock god på naturgas och olja.

När det gäller naturgas har man nått så långt med förbränningstekniska åtgärder som t.ex. tvåstegsförbränning och rökgasrecirkulation, att hittillsvarande utsläppskrav har klarats utan att ytterligare åtgärder behövt vidtas. Vid förbränning i gasturbiner kan NO<sub>x</sub>-utsläppet med modern s.k. torr låg-NO<sub>x</sub>-teknik begränsas till storleksordningen 25 mg/MJ. Även vid oljeeldning når man relativt goda resultat med förbränningstekniska åtgärder och gör normalt inga ytterligare åtgärder, delvis pga. att drifttiden med olja generellt är låg. Vid fastbränsleeldning har man nått långt med förbränningstekniska åtgärder via datorsimuleringar, förträngningar i eldstaden och lufttillsatser på strategiska ställen. Tvåstegsförbränning är vanligt liksom rökgasåterföring. På mindre anläggningar nöjer man sig generellt med för-

---

<sup>5</sup> Kostnadsuppgifter i kr/kg reducerad NO<sub>x</sub> för olika typer av förbränningsverksamhet finns framräknade i rapport Miljöavgift på utsläpp av kväveoxider vid energiproduktion år 2002 – resultat och statistik. Naturvårdsverket promemoria, augusti 2003.

bränningstekniska åtgärder medan man på större anläggningar även vidtar reningsåtgärder.

#### *Selektiv katalytisk reduktion (SCR)*

SCR (katalytisk rökgasrening) innebär att  $\text{NO}_x$  omvandlas till kväve och vatten med ammoniak eller urea som reduktionsmedel i närvaro av en katalysator. SCR är den mest effektiva kommersiellt tillgängliga metoden att reducera  $\text{NO}_x$ -utsläpp. Reduktionsgraden är i allmänhet 70–80 %, men vid goda förutsättningar kan verkningsgraden vara över 90 %. SCR ger relativt låga utsläpp av överskottsammoniak, så kallad ammoniakslip. Utrustningen är dock relativt dyr och är främst kostnadseffektiv för stora, koleldade pannor med höga initialutsläpp. SCR kan också användas vid gasturbiner och utsläppen kan därmed minskas från ca 25 mg/MJ (jfr ovan) till mindre än 10 mg/MJ till en kostnad kring 40 kr per kg  $\text{NO}_x$ . De få SCR-installationer som finns i  $\text{NO}_x$ -avgiftskollektivet finns på större kol- och biobränsleeldade kraft- och kraftvärmeanläggningar och på några anläggningar i kombination med SNCR.

Katalysatorn kan installeras före eller efter rökgasreningen. Installation före rökgasreningen har fördelen att katalysatorn kan placeras direkt i rätt temperaturområde, men även nackdelen att allt stoft måste passera katalysatorn vilket kan kräva sotningsutrustning. De orenade rökgaserna kan också innehålla ämnen som ”förgiftar” katalysatorn och omöjliggör denna placering. Rökgaserna måste i allmänhet renas vid temperaturer som är väsentligt lägre än katalysatorns arbetstemperatur varför rökgaserna först måste värmas före katalysatorn, om den placeras efter rökgasreningen. För att inte tappa verkningsgrad på anläggningen måste rökgaserna sedan åter kylas efter katalysatorn. Denna värmning och kylning av rökgaser före och efter katalysatorn kräver både energi och utrymme vilket är det främsta argumentet mot att installera katalysatorn efter rökgasreningen.

#### *Selektiv icke katalytisk reduktion (SNCR)*

Vid SNCR reduceras kväveoxiderna termiskt genom tillsats av ammoniak eller urea direkt i pannan, utan närvaro av katalysator. Reaktionerna sker vid mycket högre temperatur än vid SCR och inom ett relativt smalt temperaturområde. Med tillsats av ytterligare ämnen kan reaktionerna ske vid något lägre temperatur. SNCR-metoden är enklare och billigare att installera än SCR, men har i gengäld lägre verkningsgrad och större kemikalieåtgång. Reduktionsgraden ligger runt 30–50 %. Risk finns för en viss mängd ammoniakslip. Huvuddelen av icke reagerad ammoniak (slip) avskiljs normalt i fasta restprodukter, men en mindre andel släpps ut med rökgasen. Om anläggningen är utrustad med rökgaskondensator avskiljs huvuddelen av överskottsammoniak i denna. Används urea finns det dessutom risk för bildning av lustgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) vid SNCR. På små anläggningar finns inget bra ”temperaturfönster” för tillsats av reduktionsmedel.

#### SVAVELOXIDER

Utsläpp av svaveloxider från förbränning beror på innehållet av svavel i bränslet. Utsläppen kan begränsas genom åtgärder vid förbränningen, genom rökgasrening

eller genom byte av bränsle eller bränslekvalitet. Naturgas innehåller enbart organiska svavelföreningar som tillsatts för lukt (för att kunna spåra läckage) och i så små mängder att det inte blir några relevanta utsläpp. Miljökrav och skatter har också drivit fram användningen av oljor med låga svavelhalter. Ett stort kraftverk har dock investerat i avancerad våt avsvavlingsutrustning för att därmed kunna bredda användningen av de olika typer av oljor som finns på marknaden. Biobränslen har generellt ett lågt innehåll av svavel och huvuddelen av svavlet binds dessutom naturligt till bränsleaskan. Vissa biobränslen, exempelvis halm, kan dock innehålla större halter svavel. Svavelutsläppet blir emellertid inte nödvändigtvis högre än för andra biobränsle då dessa bränslen normalt även innehåller mycket höga halter av alkali som fångar upp svavlet vid förbränningen.

Vid eldning av vissa avfallsbränslen och kol krävs någon form av rening. För fluidbäddpannor kan detta göras genom att kalk tillsätts till bädden, vilket kan ge en avskiljning på mer än 80 % av svavlet. Det finns även metoder där kalk sprutas in i rosterpannor. Metoden kan ge en avskiljning på upp till 90 %, men då de flesta pannor optimeras med avseende på låga NO<sub>x</sub>-utsläpp blir förbränningsbetingelserna sådana att kalken reagerar sämre med svavlet varför avskiljningsgraden i praktiken blir betydligt lägre.

Det finns ett stort antal metoder för svavelavskiljning efter pannan. För större kolkraftverk används normalt våt avskiljning som är placerade efter stoftfiltret. Den vanligaste typen är en sprayskrubber där en kalkslurry sprayas in i rökgasen. Denna typ av rening är även vanlig för avfall. Den kombineras då även med skrubber för avskiljning av väteklorid. För storskalig svavelavskiljning finns det även utrustning där rökgasen sugas igenom ett vätskebad via en silbotten. För mindre anläggningar kan avsvavlingen ske med hjälp av tillsats av kalk eller bikarbonat direkt före ett slangfilter.

Det är möjligt att förbättra avskiljningsgraden för svavel vid kalkanvändning om temperaturen före slangfiltret sänks. Detta görs normalt med hjälp av vattentillsats till rökgaserna i en reaktor före slangfiltret. Avsvavlingsreaktionen sker då både i reaktorn och i filterkakan. Avskiljningsgraderna för denna så kallade semi-torra metod är mycket god och metoden används vid ett stort antal anläggningar för både kol och avfall. Denna typ av avsvavlingsanläggning kan användas för alla storlekar av avfallsanläggningar, men vid koleldning används metoden främst på de mindre och medelstora anläggningarna, upp till 300 MW.

En rökgaskondensator fungerar som en skrubber och kommer att bidra till reningen av främst väteklorid men även svavel. Många avfallsanläggningar byggs idag med våt rökgasrening där svavel och väteklorid avskiljs i skrubbrar med olika surhetsgrad. Dessa skrubbrar kan kombineras med värmeåtervinning så att de även får en funktion som rökgaskondensator.

## KOLDIOXID

Utsläpp av koldioxid härrör från kolet i bränslet. Det finns idag inga kommersiellt tillgängliga metoder för avskiljning av koldioxid, men forskning och utveckling av olika metoder för avskiljning och lagring av koldioxid pågår. Idag kan utsläppen av koldioxid från förbränning minskas genom användning av bränslen med lägre kol-

halt (olja har lägre kolhalt än kol, naturgas har lägre kolhalt än olja) eller genom att använda biobränslen där den frigjorda koldioxiden ingår i ett kretslopp.

### KOLMONOXID

Kolmonoxid bildas vid ofullständig förbränning i miljöer med dålig syretillförsel. Införandet av NO<sub>x</sub>-avgiftssystemet har gjort det lönsamt att minska utsläppen av kväveoxider. Den viktigaste faktorn för att minska NO<sub>x</sub>-bildningen är en minskad syrehalten i rökgasen, vilket normalt samtidigt ger en ökat kolmonoxidbildning. En annan mycket viktig faktor för bildandet av kolmonoxid är bränsleberedning och bränsleinmatning. För att få en god förbränning krävs att ingående bränsle håller ett jämnt värmevärde och att inmatningen sker i ett jämnt flöde.

I nya pannor är det möjligt att klara låga CO-nivåer genom bl.a. flödesberäkningar som möjliggör förbättrad utformning av pannan och tillsats av luft. I äldre pannor kan det vara svårare att begränsa utsläppen.

Svavel, i elementär form eller i förening (t.ex. ammoniumsulfat), som tillsätts med syfte att minska korrosionen i högttemperaturområden, har visat sig ge en markant sänkning av kolmonoxidutsläpp vid förbränning av biobränsle i pulvereldade och fluidbäddpannor. Effekten i rosterpannor är ännu inte lika tydligt dokumenterad. Vid tillsats av ammoniumsulfat har man även kunnat påvisa en samtida reduktion av NO<sub>x</sub>-utsläppet. Den troliga orsaken till den CO-sänkande effekten, är att det bildas en stor andel finpartikulärt stoft, som har en katalyserande effekt, när svavel tillsätts. Det finpartikulära stoftet kan dock ge problem på anläggningar med dålig stoftavskiljning.

### KOLVÄTEN

Utsläppen av kolväten har ett direkt samband till utsläpp av kolmonoxid. Vid fullständig förbränning är kolvätehalten låg. Liksom för kolmonoxid kan bildningen av kolväten öka när förbränningstekniska åtgärder för att begränsa NO<sub>x</sub>-utsläppen vidtas. Vid en god förbränning med kolmonoxidhalter under 250 mg/Nm<sup>3</sup> ligger kolväteutsläppet på låg nivå, ca 1 mg/Nm<sup>3</sup>.

### LUSTGAS (DIKVÄVEOXID)

Utsläpp av lustgas har tidigare varit ett problem vid injicering av reduktionsmedel, särskilt urea, i samband med SNCR i CFB- (cirkulerande fluidiserad bädd) pannor där temperaturen är lägre än i andra typer av pannor. Genom ökad kunskap kring hur urean ska tillsättas är det i dag lättare att undvika detta, och problemet har därför reducerats.

### AMMONIAK

Utsläpp av ammoniak beror i huvudsak på slip, dvs. överskott från SNCR- och SCR-anläggningar. Ett visst överskott av ammoniak doseras alltid då NO<sub>x</sub>-reduktionen därmed blir bättre. Normalt styr man ammoniak- och ureatillsatsen så att slippen är strax under gränsen för att uppnå maximal NO<sub>x</sub>-reduktion. Dålig inblandning och för låg doseringstemperatur kan också bidra till ökat slip.

Låga halter ammoniak (motsvarande 1-5 mg/MJ tillförd energi) kan förekomma i rökgaserna även utan injicering via SNCR eller SCR. Detta kan bland annat bero på stråkbildning i pannan.

Rökgaskondensering och andra våta metoder avskiljer ammoniak effektivt från rökgaserna. I syfte att förbättra NO<sub>x</sub>-reduktionen blir det allt vanligare att separera ammoniaken från skrubber- eller kondensatvattnet eftersom man då kan öka doseringen av ammoniak utan att utsläppen till luft och vatten från anläggningen ökar. Den avskiljda ammoniaken kan därefter återanvändas som reduktionsmedel, vilket också ger en resursbesparande effekt.

### TUNGMETALLER

Tungmetaller avskiljs huvudsakligen med stoftet, men vissa tungmetaller såsom kvicksilver emitteras även i gasform. Vid torr/semitorr rening sker den huvudsakliga avskiljningen i filterkakan med aktivt kol som tillsätts före filtret. Avskiljning kan också ske i sura skrubbar vid våt rökgasrening och i viss mån i rökgaskondensorer. Vid höga kvicksilverhalter kan en våt skrubber där kvicksilverklorid oxideras till elementärt kvicksilver användas som ett sista steg. De idag aktuella konventionella bränslena i landet medför dock normalt relativt låga utsläpp och inga speciella reningsåtgärder har aktualiserats.

### DIOXINER

Dioxinbildningen undviks främst genom förbränningstekniska åtgärder, som innebär att hålla hög temperatur under tillräckligt långt tid och att zoner med luftunderskott undviks. Vid rökgasernas kylning nybildas dioxiner vid temperaturer mellan 250°C och 600°C varför man försöker att ha en kort uppehållstid för rökgaserna i detta temperaturområde. Reningstekniska åtgärder tillsätts som komplement vid förbränning av t.ex. avfall. Den dioxid som bildas kan, liksom kvicksilver, avskiljas genom tillsats av aktivt kol före filtret. En viss dioxinavskiljning kan också erhållas i en rökgaskondensator genom att aktivt kol kan tillsättas i skrubbervattnet eller genom att fyllkroppar dopas med aktivt kol. Särskilda insatser för begränsning av dioxinutsläpp har hittills främst aktualiserats vid avfallsförbränning och inte vid förbränning av konventionella bränslen.

### Utsläpp till vatten

Utsläpp till vatten sker dels vid våt rening och rökgaskondensering, dels genom läckage till yt- och grundvatten vid exempelvis hantering av bränslen och restprodukter. Det vatten som bildas vid våt rening och rökgaskondensering innehåller de ämnen som avskiljs:

- Sulfater och klorider
- Stoff som innehåller tungmetaller och PAH (polyaromatiska kolväten)
- Ammoniak

Oftast måste rökgaskondensatet renas på något sätt. Bland de enklaste sätten är neutralisering och sandfiltrering och detta räcker i de flesta fall. Är föroreningshal-

terna högre kan fällning, flockning, lamellseparering, sandfiltrering och kolfiltrering vara den metod som krävs. Mängden avloppsvatten och resursförbrukning kan minskas genom återanvändning av vatten i processen som pannvatten. Fullt utbyggd väl fungerande återvinning med hjälp av RO-filtrering (omvänd osmos) finns i dag på ca fem anläggningar. Vid filtreringen hamnar ammoniaken i ett koncentrat som efter vidare behandling eller rening kan återanvändas som NO<sub>x</sub>-reduktionsmedel.

### **Buller**

De viktigaste bullerbegränsande åtgärderna är att bygga in transportband, krossar, etc., att ljudisolera fläktar och dylikt samt att använda tystgående arbetsmaskiner. Vidare kan det vara aktuellt att begränsa transporter av bränsle och restprodukter till och från anläggningen till vissa tider på dygnet.

### **Hantering av bränsle och avfall**

Hantering och lagring av bränslen samt hantering av avfall som uppkommer vid förbränningen kan utgöra en miljöpåverkan i form av damning.

Bottenaska från FB-pannor hanteras normalt i slutna system och utgör då inget problem. Bottenaskan från rostereldning hanteras vanligen våt och är i allmänhet så grov att den inte utgör något problem även om den torkar. I enstaka fall kan problem förekomma vid små bioanläggningar om torr hantering av bottenaska väljs för att förenkla återföringen av askan till skogen. Flygaskan hanteras sluten för att undvika damning. Flygaskan kan blandas med slam eller vatten innan den transporteras till deponi för att undvika damning under transport och deponering. Alternativet är sluten transport av torrt material, i storsäck eller bulkbil.

Damning vid hantering av bränslen som flis och pulver undviks genom att hanteringen sker i slutna system i så stor utsträckning som möjligt. Under lagringen är damningsrisken i allmänhet mindre, men undviks genom att lagra i slutna system när risk föreligger.

Åtgärder för att minska läckage och spridning av föroreningar till lakvatten till yt- och grundvatten vid lagring av bränslen kan vara lagring under tak, lagring på hårdgjorda ytor när fasta bränslen lagras öppet, samt invallning av oljecisterner och oljeavskiljare på dagvattensbrunnar. Sedimenteringsbassäng för avrinnande vatten samt pH-jutsering av lakvatten är andra åtgärder som förekommer.

### **Mätteknik**

#### **UTSLÄPP TILL LUFT**

Kontinuerlig mätning av gashalter kan ske enligt två principer, in situ och extraktivt. I fallet in-situ mäter man direkt i rökgaskanalen, medan man vid extraktiv mätning leder ut ett delgasflöde av rökgasen för analys. Vanligt förekommande analysmetoder bygger på absorption av ljus inom UV- och IR-området, elektrokemiska celler, laser och kemiluminiscens. Analys kan ske direkt på den fuktiga rökgasen (fg), alternativt på torkad gas (tg) med ett extraktivt kondenserande mätsystem med mätagaskylare. Med torra mätsystem reduceras interferens från H<sub>2</sub>O (be-

tydande i IR-området), medan vissa analyser måste utföras i fuktig gas då komponenterna annars faller ut i kylaren. Korrektion för interferenser kan ske i instrument som mäter flera komponenter.

Kontinuerliga stoftmätare baseras vanligen på optiska mätmetoder där antingen stoftpartiklarnas absorption eller reflektion registreras. Då stofthalter redovisas som massa per volymenhet krävs manuella parallellmätningar för att fastställa förhållandet mellan mätresultat och stofthalt.

Kostnaden för ett komplett system för mätning och rapportering av NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> och O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> uppgår i medeltal till ca 500 000 kr. Komplettering för mätning av parametrarna N<sub>2</sub>O och NH<sub>3</sub> uppgår i medeltal till ca 100 000 kr per parameter. Drift-, underhåll- och kalibreringskostnader för denna typ av instrument beräknas till ca 50 000 kronor per instrument och år. Kontinuerliga stoftmätare kostar ca 50 000-80 000 kronor. De löpande kostnaderna för stoftmätare uppskattas till ca 25 000 kronor per instrument och år. Kostnaden för att anlita en mätkonsult för att utföra stickprovsmätningar av dessa parametrar uppgår till ca 15 000-30 000 kronor per mättillfälle.

För anläggningar som samförbränner avfall, anläggningar som omfattas av lagen om NO<sub>x</sub>-avgift och anläggningar som har en fast installerad effekt större än 50 MW finns generella bestämmelser för vad som ska mätas i rökgaserna och hur detta ska ske, liksom för hur kvalitetssäkring ska ske. Mätningarnas utförande regleras i övrigt av eventuella villkor för verksamheten och egenkontrollen. I övrigt ska verksamhetsutövaren själv bedöma behovet av gashaltsmätningar och utforma dem efter syftet med mätningarna. Det finns ett flertal standarder för mätmetoder inom luftemissionsområdet som bl.a. specificerar kraven på mätplatser, samplings-tider och mätosäkerheter. I Värmeforsks Mäthandbok finns många av dessa standarder samlade. Ett intensivt standardiseringsarbete pågår i Europa där speciellt SS-EN 14181 kan nämnas, i vilken kvalitetskraven för kontinuerlig mätutrustning vid avfallsförbränning och vid stora förbränningsanläggningar (>50 MW) finns definierade.

#### UTSLÄPP TILL VATTEN

De parametrar som vanligen bestäms med kontinuerlig mätning vid utsläpp av industriellt avloppsvatten är pH, suspenderade ämnen och temperatur. Principen för bestämning av pH-värdet är att man mäter spänningsskillnaden mellan en jon-specifik elektrod som har ett pH-känsligt glasmembran och en referenselektrod fylld med KCl.

Kontinuerlig bestämning av suspenderade ämnen bygger på att man optiskt genomlyser vätskan. Den i vätskan absorberade ljusmängden ger ett förhållande till mängden suspenderade ämnen. Temperatur mäts vanligen med resistanstermometer, där resistansen förhåller sig till temperaturen i vätskan.

Tungmetaller analyseras nästan uteslutande på externa laboratorier. Proven tas antingen manuellt men vissa större anläggningar har automatiska provtagare där prov tas ut flödesproportionerligt. De konserverade proven skickas normalt månadsvis eller kvartalsvis.



## Lokaliseringsaspekter

En förbränningsanläggning kan påverka omgivningen lokalt genom utsläpp, buller och transporter, samt damning vid hantering av bränslen och askor och spridning av lakvatten från bränslelagring. Åtgärder för att undvika denna miljöpåverkan beskrivs under avsnitten ovan.

Eftersom värme- och kraftvärmeverk ofta byggs i anslutning till tätbebyggda områden, särskilt när anläggningen skall producera fjärrvärme, finns det vidare en rad lokaliseringsaspekter att beakta vid nyetablering av en anläggning för att förebygga påverkan på närmiljön. Dessa är främst:

- Skyddsavstånd till närmaste bostadsbebyggelse för att undvika störningar från drift av anläggningen samt kringaktiviteter. Boverket<sup>6</sup> anger följande riktvärden:

**Tabell 8. Riktvärden för skyddsavstånd till bostadsbebyggelse.**

Anläggningsstorlek, tillförd effekt	Olje-anläggningar	Fastbränsle-anläggningar
101-250 MW	300 m	700 m
51-100 MW	200 m	500 m
11-50 MW	100 m	400 m
2-10 MW	50 m	200 m
upp till 1 MW	50 m	

- Beaktande av yt- och grundvattenskydd. Lokalisering inom vattenskyddsområde bör undvikas (jfr Naturvårdsverkets handbok (2003:6) om vattenskyddsområde), för att undvika risker med läckage till yt- och grundvatten vid haverier, spridning av lakvatten från bränslelager osv. Inom vissa vattenskyddsområden kan det finnas föreskrifter som reglerar hanteringen av bl.a. petroleumprodukter.
- Spridning av rökgaser utifrån förhärskande vindriktning. Spridnings- och skorstenshöjdsberäkningar<sup>7</sup> som även tar hänsyn till topografi kan vara aktuella.
- Skyddsintressen, såsom riksintressen, områdesskydd för natur- och kulturmiljö, nyckelbiotoper, fågelskyddsområden, landskapsbild och insyn, osv.
- Anläggningens placering i förhållande till huvudleder för vägtrafik, användning av mindre vägnät nära bebyggelse för transporter, osv.
- Utöver dessa finns en mängd lokala aspekter att beakta, t.ex. framtida exploateringsplaner, flygtrafik och militära områden.

<sup>6</sup> Bättre plats för arbete, Boverkets allmänna råd 1995:5

<sup>7</sup> Som vägledning för beräkning av skorstenshöjd finns Naturvårdsverkets allmänna råd 90:3 (Skorstenshöjd – beräkningsmetod) och, förenklat för mindre anläggningar Naturvårdsverkets allmänna råd 87:2 (Fastbränsleeldade anläggningar 500 kW-10 MW). I svårbedömda fall kan expertis på spridningsberäkningar behöva anlitas.

### **Skillnader mellan små och stora anläggningar**

Större anläggningar, i storleksordningen från omkring 10 MW panneffekt och uppåt, har mer kontroll och styrning av både förbränning och rening då kostnaderna för dessa åtgärder relativt den totala anläggningskostnaden blir lägre. Därmed är det lättare att räkna hem åtgärderna ekonomiskt i form av högre verkningsgrad och lägre kostnader för kemikalier eller emissioner. En större anläggning kan dessutom bära högre kostnader för att bereda bränslet, medan små anläggningar är hänvisade till att köpa bränsle av god och jämn kvalitet. Detta förklarar varför förädlade bio-bränslen används mest i små bioanläggningar.

Tekniken för flytande och gasformiga bränslen skiljer sig mycket lite mellan stora och små anläggningar. Den största skillnaden är att små anläggningar oftast är byggda med så kallade eldrörspannor i vilka förbränningen sker i ett så kallat eldrör med begränsad volym vilket begränsar möjligheterna att hålla nere NO<sub>x</sub>-emissionerna och även omöjliggör användningen av SNCR för NO<sub>x</sub>-reduktion.

Tekniken för eldning av biobränsle skiljer sig markant mellan stora och små anläggningar. I små anläggningar eldas bränslet ofta i en separat okyld ugn som producerar rökgas. Rökgaserna kyls i en eldrörspanna, vilket omöjliggör SNCR. Reningen för de minsta fastbränsleanläggningarna består ofta enbart av multicyklon medan man vid något större ("några MW") anläggningar ofta har både multicyklon och el- eller slangfilter. På större anläggningar har man oftast enbart elektrofilter eller kombinationer av cykloner och slangfilter. Eldningstekniken skiljer sig också. Vid små förugnar styrs i allmänhet luft och bränsle enbart på syrehalt och ibland på temperaturen i förugnen. Automatiken för att fördela och styra om luften till olika delar i ugnen är oftast mycket enkel, det mesta sköts för hand. Vid större pannor styr man luftfördelningen i flera delar av pannan och har i allmänhet även flera temperaturer och andra mätvärden som används för styrning. Mer information om biobränsleeldade anläggningar <10 MW återfinns i rapporten Underlag för utformning, ansökan/anmälan, tillsyn och uppföljning av biobränslebaserade värmeanläggningar, 0,3-10 MW - miljökrav och tekniska råd. Energimyndigheten/Energikontor Sydost, juni 2004.

## **Miljökrav och styrmedel**

Generella utsläppskrav för förbränningsanläggningar finns i form av förordningar, föreskrifter och allmänna råd. Dessutom finns vissa riktlinjer för utsläpp som fastställts av regering och riksdag. Slutligen har praxis som utvecklats vid prövning av anläggningar medfört en form av "inofficiella" riktlinjer.

Generella regler för utsläpp från förbränningsanläggningar finns endast vad avser utsläpp till luft. Utsläpp till luft är den dominerande miljöfrågan vid förbränningsanläggningar medan utsläpp till vatten främst förekommer vid anläggningar med rökgaskondensering där kraven utvecklats genom praxis vid prövning (jfr avsnittet om villkor).

Mer detaljerade utsläppskrav gäller då samförbränning av avfall sker, se Naturvårdsverkets föreskrifter om avfallsförbränning (NFS 2002:28), som baseras på EG-direktivet 2000/76/EG.

Förutom direkta utsläppskrav finns en rad generella styrmedel av energipolitisk karaktär i syfte att t.ex. stimulera till ökad användning av biobränslen. Dessutom finns ekonomiska styrmedel inriktade på specifika föroreningar. Övergripande internationella överenskommelser om nationella utsläpps begränsningar innebär också indirekt krav på utsläppsminskningar.

En växande del av regelverken baseras på EG-direktiv.

## Utsläpp till luft

### SVAVEL

Utsläpp av svavel regleras i förordningen (1998:946) om svavelhaltigt bränsle som innehåller både direkta utsläppskrav och krav på svavelinnehåll i bränsle ([www.lagrummet.gov.se](http://www.lagrummet.gov.se)). Kraven i EG-direktivet 1999/32/EG om svavelhalt i oljor är införda i nämnda förordning. Utsläppen av svavel från stora förbränningsanläggningar (>50 MW tillförd effekt) regleras i Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2002:26)<sup>8</sup> ([www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)), som grundas på EG-direktivet 2001/80/EG<sup>9</sup>. Det finns ännu ingen reglering på EU-nivå för mindre anläggningar. Sedan 1992 finns en svavelskatt (30 kronor per kg svavel) på olja, kol och torv. Denna skatt stimulerar både till minskad svavelhalt i bränsle och till ökad rökgasrening ([www.skatteverket.se](http://www.skatteverket.se)).

### KVÄVEOXIDER (NO<sub>x</sub>)

Regeringen presenterade 1988 och 1991 ”riktlinjer” för begränsning av NO<sub>x</sub>-utsläpp från förbränningsanläggningar. (Prop. 1987/88:85 och Prop. 1990/91:90). Dessa riktlinjer är dock något föråldrade och har i princip spelat ut sin roll. Utvecklad praxis vid tillståndsprövning och, framför allt, NO<sub>x</sub>-avgiften (se nedan) är numera de egentliga styrmedlen. Bindande generella utsläppskrav finns endast för stora förbränningsanläggningar (NFS 2002:26, jfr ovan). 1992 infördes NO<sub>x</sub>-avgiften för förbränningsanläggningar genom lagen (1990:613) om miljöavgift på utsläpp av kväveoxider vid energiproduktion. Information om NO<sub>x</sub>-avgiften återfinns på [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se).

### STOFT

Bindande generella krav för stoftutsläpp finns endast för stora förbränningsanläggningar (NFS 2002:26, jfr ovan). För fastbränsleeldade anläggningar 0,5-10 MW har Naturvårdsverket utarbetat allmänna råden Fastbränsleeldade anläggningar (AR 87:2). För biobränsleeldade anläggningar anges nivån 100 mg/m<sup>3</sup> (högre värde utanför ”tätort”). Numera är det vanligt med betydligt lägre utsläppsgränser utom vid de minsta anläggningarna i detta storleksområde (jfr avsnittet om villkorsexempel).

---

<sup>8</sup> Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2002:26) om utsläpp till luft av svaveldioxid, kväveoxider och stoft från förbränningsanläggningar med en installerad tillförd effekt på 50 MW eller mer.

<sup>9</sup> EG-direktiv 2001/80/EG om begränsning av utsläpp till luften av vissa föroreningar från stora förbränningsanläggningar.

### KOLMONOXID (CO)

Hittills har det inte funnits bindande generella krav på CO-nivå vid förbränning. Nyligen har dock Naturvårdsverket utarbetat förslag till föreskrifter som omfattar fastbränsleeldade pannor med nyttiggjord energiproduktion >25 GWh. Förslaget innebär i korthet följande utsläppsgränser: 500 mg CO/m<sup>3</sup> ntg (6 % O<sub>2</sub>) som dygnsmedelvärde för befintliga anläggningar och, för nya anläggningar, 250 mg/m<sup>3</sup> som dygnsmedelvärde och 500 mg/m<sup>3</sup> som timmedelvärde.

### KOLDIOXID

Utsläppen av koldioxid är bränsleberoende. Koldioxidskatt infördes 1991 i syfte att tillsammans med energiskatten stimulera till ökad biobränsleanvändning och därmed minskade utsläpp av koldioxid. ([www.skatteverket.se](http://www.skatteverket.se)). Från och med 2005 införs inom EU ett system med handel av utsläppsrätter med syftet att begränsa koldioxidutsläppen på ett kostnadseffektivt sätt, se lagen (2004:656) om utsläpp av koldioxid och förordningen (2004:657) om utsläpp av koldioxid. ([www.lagrummet.gov.se](http://www.lagrummet.gov.se))

### ÖVRIGA FÖRORENINGAR

Förutom ovan nämnda ämnen kan nämnas ammoniak, lustgas och olika kolväten. Här saknas generella riktlinjer och föreskrifter. Kolväten kan dock indirekt sägas regleras genom krav på CO. Utsläpp av lustgas och ammoniak, som främst beror på tillsatser av urea eller ammoniak för att begränsa NO<sub>x</sub>-utsläppen, har reglerats vid enskilda tillståndsprövningar (Naturvårdsverket, Fakta okt 2002, Utsläpp av ammoniak och lustgas).

### Övergripande

År 2003 infördes elcertifikat för att främja elproduktion med förnybara energikällor och därmed minska utsläppen av koldioxid, se lagen (2003:113) om elcertifikat och förordningen (2003:120) om elcertifikat. I EG-direktivet 2001/77/EG om främjande av el producerad från förnybara energikällor anges bl.a. icke bindande produktionsnivåer av el från förnybara energikällor. Dessa övergripande styrmedel främjar således elproduktion utan koldioxidutsläpp men har också viss indirekt effekt på svavel- och NO<sub>x</sub>-utsläppen.

Vidare finns övergripande, direkt föroreningsinriktade, internationella överenskommelser i form av direktiv (2001/81/EG) om nationella utsläppstak för vissa luftföroreningar (det s.k. Takdirektivet) ([www.europa.eu.int/eurlex/en/oj/index.html](http://www.europa.eu.int/eurlex/en/oj/index.html)) och ”Göteborgs-protokollet” (1999) (protokoll inom konventionen om långväga transport av luftföroreningar, UNECE-LRTAP, [www.unece.org](http://www.unece.org)). Dessa regelverk anger maximala totalutsläpp för respektive land vad avser svavel- och kväveoxider, ammoniak och flyktiga organiska ämnen (VOC).

Direktiv 96/61/EG om samordnade åtgärder för att förebygga och begränsa föroreningar (IPPC-direktivet (Integrated Pollution Prevention Control)) innebär bl.a. att många industrianläggningar, bl.a. stora förbränningsanläggningar, skall ha utsläppsnivåer motsvarande bästa tillgänglig teknik, BAT (Best Available Technique). BAT-dokument (s.k. BREF, BAT REFERENCE document) utgör underlag för

myndigheternas bedömning av BAT och utarbetas inom EU för olika branscher, däribland för stora förbränningsanläggningar (<http://eippcb.jrc.es - Activities>).

### Utsläpp till vatten

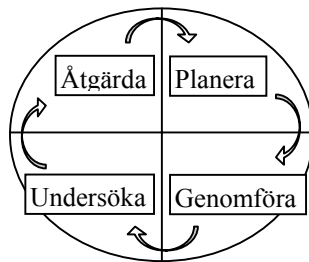
Det finns inga generella bindande krav vad gäller utsläpp av vattenföroreningar från förbränningsanläggningar. I praktiken brukar villkor anges för utsläpp av suspenderade ämnen (vanligen 10 mg/l) från rökgaskondensering. Ibland anges också nivåer för enskilda metaller och ammonium (jfr exempel på villkor). I de fall samförbränning av avfall förekommer gäller bindande gränsvärden enligt Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2002:1028) om avfallsförbränning.

## Tillsyn och egenkontroll

### Allmänt om egenkontroll

Genom att bedriva egenkontroll ska verksamhetsutövare kunna genomföra och upprätthålla de krav som följer av miljöbalken och myndigheternas beslut. Bestämmelser om egenkontroll finns i 26 kap. 19 § miljöbalken och förordningen (1998:901) om verksamhetsutövares egenkontroll (FVE). Naturvårdsverket har också gett ut allmänna råd (NFS 2001:2) och handbok 2001:3 om egenkontroll. I lagstiftningen betonas verksamhetsutövarens skyldighet att genom egenkontroll styra, kontrollera, följa upp och ha kunskap om verksamheten så att miljöbalken och dess föreskrifter, samt beslut rörande verksamheten följs.

Processen för egenkontrollen, som beskrivs i figur 1, är cyklisk och består av momenten planera, genomföra, undersöka och åtgärda.



Figur 1. Processen för egenkontrollen

För de verksamheter som har ett kontroll- eller ledningssystem kan egenkontrollen lämpligen samordnas med dessa. Hur egenkontrollen fungerar och ansvaret inom organisationen för de arbetsuppgifter som följer av egenkontrollen ska fastställas och dokumenteras.

### Planering

För att kunna ha kontroll över verksamheten och styra den behövs en god planering. Verksamhetsutövaren är skyldig att se till att verksamheten följer lagstiftning och krav som ställs på anläggningen. Genom de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken, föreskrifter och meddelade villkor för verksamheten ställs det krav på verk-

samhetsutövaren att genomföra försiktighetsmått. Försiktighetsmått är ett samlingsbegrepp för det man gör i en verksamhet för att skydda miljön. Enligt miljöbalken skall bl.a. bästa möjliga teknik användas om det inte kan anses orimligt att uppfylla det.

I planeringsfasen bestäms vilka åtgärder som ska genomföras för att uppfylla dessa krav. Det kan handla om att installera ny teknik, men också om att ta fram nya rutiner eller att se till att rutiner genomförs som avsikten var. I detta steg bestäms också vilka mätningar och undersökningar som ska genomföras. Vilka mätningar som ska genomföras regleras delvis i 2§ FVE. Naturvårdsverket har också gett ut föreskrifter om genomförande av mätningar och provtagningar i vissa verksamheter (NFS 2000:15) som är tillämpliga på förbränningsanläggningar. Det är viktigt att verksamhetsutövaren själv gör en bedömning av vilka åtgärder och rutiner som behöver genomföras för att egenkontrollen ska fungera och risker för miljön begränsas.

Planering sker ofta i samband med verksamhetsplanering en gång per år, men även kontinuerligt under året på dygns, vecko- eller månadsbasis. I samband med detta ser man också över vem som är ansvarig för vilka moment.

### **Genomföra det som planerats**

I denna fas genomförs det som har planerats., dvs. ny teknik installeras, rutiner införs och följs. Detta kallas också för att genomföra försiktighetsmått. Det handlar om att skydda miljön och sköta anläggningen.

Dokumenterade rutiner för att fortlöpande kontrollera att utrustning för drift och kontroll är i gott skick ska finnas enligt 5 § FVE. Instruktioner för drift och skötsel av pannor, ugnar, sotning och reningsutrustning är, liksom intervall för översyn och kalibrering av styr- och reglerinstrument, exempel på sådant som är viktigt att dokumentera. För mätinstrument dokumenteras vanligtvis mätarfabrikat, mätområde, mätprincip, kalibreringsmetod och kalibreringsrutiner. Det är också viktigt att ha rutiner och system för hur man upptäcker att något inte fungerar som det ska, och hur det hanteras.

Utöver vad som kontinuerligt registreras eller dokumenteras enligt ovanstående kan det t.ex. vara lämpligt att föra separata journaler över nedanstående:

- Mängd förbrukade kemikalier (kalk, ammoniak, urea mm.).
- Mängd förbrukat bränsle.
- Resultat från kalibrering av instrument för drift och kontroll/mätning. Underhåll och service på instrument (bl.a. stoft, kolmonoxid, koldioxid och syre samt utförda emissionsmätningar).
- Uppkommet avfall

Även här är det viktigt att verksamhetsutövaren själv gör en bedömning av vad som det är lämpligt att föra journal över och kan motivera det.

## Undersökning och kontroll

Syftet med undersökningarna är att verksamhetsutövaren ska skaffa sig en samlad bild av verksamheten och risker med den, uppmärksamma brister i skötseln samt säkerställa en god kvalitet på egenkontrollen. Verksamhetsutövaren anpassar lämpligen inriktningen, omfattning och frekvens till behoven. En riskbedömning kan också ligga till grund för bedömning av vilka mätningar som ska genomföras.

Periodiciteten på undersökningarna varierar normalt mellan årligen till en gång vart tredje år beroende på anläggningens storlek och vilket/vilka bränslen som används. Större fastbränsleeldade anläggningar undersöks nästan undantagslöst årligen. Ålder på utrustningen eller kända brister kan också vara skäl till att tätare eller kompletterande undersökningar genomförs. Undersökningarna omfattar både en okulär undersökning och emissionsmätningar.

Kontrollmätningarna omfattar normalt uppmätning av partiklar, koloxid, kväveoxider, svaveloxider, syre eller koldioxid samt buller. Även dikväveoxid och ammoniak kan vara aktuellt om anläggningen är försedd med rökgasrening avseende kväveoxider. Genom att välja laboratorium som är ackrediterat för respektive kontrollmätning säkerställs en hög kvalitet. CEN och Svensk Standard (SIS) har tagit fram standarder för mätmetoder, se också Värmeforsks mättehandbok. För att säkerställa representativa mätvärden, anges också kriterier för mätstället i standarderna, bl.a. raksträckor före och efter mätpunkten. Dessa regler är särskilt viktiga för partikel- och flödesmätningar för att undvika stråkbildningar.

Vid gashaltmätningar, där rökgasen passerat fläkt och stoftreningsutrustning, är det inte lika viktigt att det finns långa raksträckor före och efter mätstället eftersom koncentrationsprofilen då oftast blivit jämn.

Resultaten av undersökningarna ska dokumenteras.

## Exempel på korrigerande åtgärder

Korrigerande åtgärder kan genomföras kontinuerligt under året eller i samband med större projekt. Genom att kontinuerligt utvärdera resultat från undersökningar, riskbedömningar, kontinuerliga mätningar, kalibreringar och kontrollmätningar kan korrigerande åtgärder identifieras och genomföras. Vissa åtgärder kräver mer planering än andra innan de kan genomföras. För anläggningar som är certifierade enligt ISO 9001 eller 14001 ingår detta som en naturlig del i uppdraget att ständigt förbättra sig. På en förbränningsanläggning genomförs många större åtgärder i samband med längre revisionsstopp på pannan.

Vanliga förekommande korrigerande åtgärder är t.ex. förbättrad reglering av lufttillförsel vid förbränningsprocessen och förbättrad inmatning av bränslen så att jämnare bränsleflöde erhålls. Andra korrigerande åtgärder som förekommer är reviderade rutiner för underhåll av oljeavskiljare, avfallshantering samt oljelagring liksom underhåll av mätinstrument.

Driftstörningar eller haverier som kan leda till olägenheter för människors hälsa eller miljön ska rapporteras till tillsynsmyndigheten enligt 6 § FVE. Det är viktigt att verksamhetsutövaren utreder och rättar till orsaken till händelsen för att förhindra en upprepning.

### Tillsynstips

Tillsynen är ett medel för att säkerställa miljöbalkens syfte. Tillsynen bör bedrivas så att den stärker verksamhetsutövarens egenkontroll. Naturvårdsverket har gett ut allmänna råd (NFS 2001:3) om tillsyn och en handbok (2001:4) om operativ tillsyn.

Nedan anges exempel på frågor som kan tas upp vid tillsyn av förbränningsanläggningar. Generellt är det viktigt att ta reda på om verksamhetsutövaren har kontroll på vilka risker för miljön och vilken miljöpåverkan som verksamheten medför och vad som görs för att begränsa dem.

### FÖRBRÄNNING

Hur märker man när förbränningen inte fungerar så bra? Vad gör man då? Vilka är de vanligaste orsakerna till dålig förbränning?

Hur regleras lufttillförseln? (O<sub>2</sub>, CO, fast luft/bränsle kvot m.m.)

Hur sker/regleras bränsleinmatningen?

Hur sker sotning (våt/torr) och hur ofta genomförs den?

Har man problem med att klara ställda villkor på anläggningen?

### RENINGSUTRUSTNING

Finns oljeavskiljare och följer de SS-EN 858? Vilka rutiner finns för kontroll av oljeavskiljarfunktionen?

Vilka rutiner finns för driftkontroll av reningsutrustning (cykloner, filter, elektrofilter, SNCR, SCR, rökgasavsvavling mm)?

Hur hanteras restprodukter (flyg- och bottenaska, slagg, avsvavlingsprodukter, slam, vatten från rökgaskondensering mm)?

Hur bestäms rökgasflödet? Hur kvalitetssäkras ingående konstanter till beräkningsprogram för t.ex. rökgasflöde?

Vilka rutiner finns för att återanvända släckvatten?

Vilka rutiner finns för att omhänderta processvatten från betning/kemisk rengöring av pannor?

### TRANSPORT

Hur transporteras bränslen till/restprodukter från anläggningen?

Vilka rutiner finns för att minska miljöpåverkan från transportererna som orsakas av verksamheten?

### LAGRING

Hur omhändertas dagvatten från bränslelager?

Hur är bränslelagret lokaliserat med hänsyn till buller och damning?

Hur förvaras flytande/fasta bränslen?

Vilka kemikalier hanteras på anläggningen?

Hur är lagringen av bränslen/kemikalier/avfall invallad?

Vilka skydd och rutiner finns mot utläckage av bränslen/kemikalier/avfall?

### KONTROLL

Kontrolleras vattenkvaliteten i yt- och grundvatten?



Uppfyller mätsträckorna för rökgasmätningarna kraven på störningsfria raksträckor före och efter mätplanen (SS EN 13284-1)?

Hur ofta kalibreras mätsystemen?

Vad händer om avvikelsen är för stor vid kalibrering?

Hur sker registrering, beräkning och utvärdering av mätresultaten?

Mätsystemens tillgänglighet?

Vilka riskanalyser finns framtagna?

Sker några kontrollmätningar?

Utförs undersökningar med lämplig frekvens på viktig utrustning?

#### AVFALL

Vilka olika typer av avfall uppstår på anläggningen?

Hur hanteras askan?

Om askan återförs till skogen, vilka rutiner finns för att kvalitetssäkra askan?

## Exempel på beslut och villkor

I meddelade tillståndsbeslut för förbränningsanläggningar har utsläppsvillkor i huvudsak inriktats på luftfrågor och i viss mån på vattenfrågor. På senare tid har dock avfallsfrågorna fått ökad uppmärksamhet.

Enligt miljöbalken skall bästa möjliga teknik användas. Kravet på bästa möjliga teknik gäller om det inte kan anses orimligt att uppfylla det. Särskilt vid fastställande av utsläppskrav avseende stoft kan två olika nivåer diskuteras. Den lägsta kravnivån innebär småcykloner med låga installations- och driftkostnader. Den högre kravnivån innebär textil- eller elektrofilter med betydligt högre installationskostnader.

Vidare skall anläggningen förläggas på lämplig plats. Dessa frågor är av stor betydelse för mindre biobränsleeldade närvärme- och fjärrvärmecentraler där ökade utsläpp orsakade av ökade värmeförluster och ökade kostnaderna orsakade av fjärrvärmekulvertar skall vägas mot minskade miljö- och hälsostörningar för närboende.

Nedan återfinns ett antal exempel på villkor för förbränningsanläggningar som beslutats de senaste åren. Observera att detta är exempel, som inte utan vidare kan tillämpas generellt. Hänsyn till förutsättningarna i det enskilda fallet måste tas.

### Exempel på driftvillkor

Vid oljeeldning skall pannorna vara försedda med instrument för kontinuerlig mätning och registrering av röktäthet, syre eller koloxid. Vid fastbränsleeldning skall pannorna vara försedda med instrument för kontinuerlig mätning och registrering av:

- kväveoxider,
- koloxid,
- röktäthet eller stofthalt samt
- syre eller koldioxid. (2004)

Fastbränsleeldade pannor skall vara försedda med instrument som kontinuerligt mäter och registrerar temperatur, koloxid samt syre eller koldioxidhalt i rökgaserna. (2004)

*Kommentar: koloxid används för att kontrollera förbränningen, röktäthet/stoft används för att kontrollera filtret.*

### Exempel på villkor för utsläpp till luft

Utsläppspunkten för rökgaserna skall vara belägen minst xx meter över mark. Rök-gashastigheten i skorstenen får som riktvärde inte understiga (1-8) m/s.

*Kommentar: Rök-gashastigheten bestäms ofta utgående från av sökanden genomförda spridningsberäkningar.*

Nedan återfinns två tabeller över exempel på gräns- och riktvärden för utsläpp till luft. För omräkning mellan olika sorter, se Naturvårdsverkets rapport 4438.

**Tabell 9. Exempel på rikt- och gränsvärden för utsläpp till luft pannor större än 5 MW**

Parameter	Värde	Enhet	O <sub>2</sub>	Bränsle	Effekt	Panna	År <sup>1</sup>	riktvärde	Gränsvärde
S	0,05	%		Eo1	600 MW	GT <sup>2</sup>	2004		Momentant
S	0,1	%		Eo1			2004		År
S	25	mg/MJ		Eo5	770 MW		1992		år (from 1997)
S	50	mg/MJ		kol, bio	240 MW	Pulver	1998		År
S	75	mg/MJ		biololja	45 MW		2000	år	
S	100	mg/MJ		Eo5	45 MW		2000	år	
NO <sub>x</sub>	25	mg/m <sup>3</sup>	15%	naturgas	600 MW	GT	2004		År
NO <sub>x</sub>	70	mg/MJ		Eo5	770 MW		1992		år (from 1999)
NO <sub>x</sub>	80	mg/MJ		biobränsle	20 MW		2002	momentant	År
NO <sub>x</sub>	90	mg/MJ		biololja	46 MW		2000	år	
NO <sub>x</sub>	115	mg/MJ		Eo5	46 MW		2000	år	
NO <sub>x</sub>	260	mg/m <sup>3</sup>	3%	olja	30 MW		2004	momentant	år
NO <sub>x</sub>	150	mg/m <sup>3</sup>	3%	naturgas	30 MW		2004	momentant	år
stoff	15	mg/m <sup>3</sup>	3%	Eo1	15 MW		2003	momentant	
stoff	30	mg/m <sup>3</sup>	6%	biobränsle	130 MW		2003	momentant	
stoff	5	mg/MJ		bio, torv kol	50 MW		1994	besiktning	månad
stoff	10	mg/MJ		biobränsle	50 MW		1994	besiktning	månad
stoff	13	mg/MJ		Eo5	60 MW		2002	momentant	
CO	60	mg/MJ		olja	25 MW		2004	timme	månad
NH <sub>3</sub> (SCR)	5	ppm		naturgas	600 MW	GT	2004	dygn	
NH <sub>3</sub> (SNCR)	5	ppm		bio/torv	100 MW	FB <sup>3</sup>	2000	år	
NH <sub>3</sub> (SNCR)	10	ppm		bio/torv	100 MW	FB	2000	månad	
N <sub>2</sub> O (SNCR)	10	mg/MJ		bio	20 MW		2002	momentant	
N <sub>2</sub> O	10	mg/MJ		bio	20 MW		2004	momentant	

1) Årtal för meddelat beslut.

2) Gasturbin

3) Fluidbädd

Med mg/m<sup>3</sup> avses mg per normal kubikmeter (273K, 101 kPa) torr gas.

**Tabell 10. Exempel på villkor för utsläpp till luft för anläggningar mindre än 5 MW (bio-bränsle)**

Parameter	Värde	Enhet	O <sub>2</sub>	Bränsle	Effekt	Panna	År <sup>1</sup>	riktvärde	Gränsvärde
NO <sub>x</sub>	100	mg/MJ		Biobränsle	4 MW		2003	momentant	År
NO <sub>x</sub> <sup>1</sup>	100	mg/MJ		Spån, bark, flis	4 MW				
NO <sub>x</sub>	100	mg/MJ		Pellets	1,3 MW				
NO <sub>x</sub>	100	mg/MJ		biobränsle	0,7 MW	Roster	2000	besiktning	
NO <sub>x</sub>	200	mg/MJ		Pellets	0,6 MW				
Stoft	50	mg/m <sup>3</sup>	6 %	biobränsle	4 MW		2003	momentant	
Stoft <sup>1</sup>	100	mg/m <sup>3</sup>	10 %	Spån, bark, flis	4 MW				
Stoft	50	mg/m <sup>3</sup>	6 %	Träpellets	3 MW				
Stoft	100	mg/m <sup>3</sup>		Pellets	1,3 MW				
Stoft	100	mg/m <sup>3</sup>	6 %	Biobränsle	0,8 MW				
Stoft	100	mg/m <sup>3</sup>	6%	Biobränsle	0,7 MW		2000	besiktning	
Stoft	200	mg/m <sup>3</sup>	6 %	Pellets	0,6 MW				
Stoft	350	mg/m <sup>3</sup>	6 %	Träpellets	0,27 MW				
CO	150	mg/m <sup>3</sup>	6 %	fastbränsle	5 MW		2004	dygn	
CO	250	mg/m <sup>3</sup>	6 %	bio	4 MW		2003	dygn	
CO <sup>1</sup>	500	mg/m <sup>3</sup>	10 %	Spån, bark, flis	4 MW				
CO	500	mg/m <sup>3</sup>	6 %	Pellets	1,3 MW				
CO	90	mg/MJ		bio	0,7 MW	Roster	2000	dygn	

1. Förslag till beslut

Med mg/m<sup>3</sup> avses mg per normal kubikmeter (273K, 101 kPa) torr gas.

### Exempel på villkor för utsläpp till vatten

Dagvattnet från bränsleupplaget skall passera genom en sedimentationsanläggning/slamavskiljare före utsläpp. Utsläppet av fenol får som riktvärde inte överstiga 0,1 mg/l. Avledning av dagvatten från bränsleupplag skall ske i samråd med tillsynsmyndigheten och VA-verket. (2004, provisorisk föreskrift, 25 MW, biobränsle)

Utsläppet av kadmium får som riktvärde och som månadsmedelvärde inte överstiga 0,8 µg/l och som årsmedelvärde inte överstiga 0,15 kg/år. (1994, 100 MW, bio/torv)

Vatten från asksläckning, sotning eller liknande skall återanvändas i värmeverket och får inte släppas till det kommunala avloppsreningsverket eller till recipient. Vatten till asksläckning och liknande skall i första hand tas från ovannämnda vattenfraktioner. (2003).

I tabell 11 återfinns två exempel på villkor för utsläpp till vatten från rökgaskondensering.

**Tabell 11. Exempel på villkor för utsläpp till vatten från rökgaskondensering.**

Parameter	25 MW, bibränsle, provisorisk föreskrift 2004 (månadsmedelvärden, gränsvärden)	70 MW, bibränsle, BFB-panna, rökgaskondensering med reningsutrustning (2003) (riktvärden)
Suspenderade ämnen	10 mg/l	10 mg/l
pH	6,5-9,0	6,5-9,0
Temperatur	>40°C	
Arsenik, As	10 µg/l	
Kadmium, Cd	1 µg/l	1,5 µg/l
Krom, Cr	20 µg/l	
Kvicksilver, Hg	1 µg/l	1,5 µg/l
Nickel, Ni	20 µg/l	
Bly, Pb	20 µg/l	50 µg/l
Koppar, Cu	20 µg/l	
Zink, Zn	300 µg/l	1000 µg/l
Totalkväve	20 mg/l	
Ammoniumkväve		80 mg/l

*Kommentar: Jämför även med tabell 6.*

### Exempel på villkor för aska

Aska från verksamheten (biobräsleledning) skall om möjligt återvinnas för, i första hand, kompensations- och vitaliseringsgödning i skogsmark eller, i andra hand, för att nyttiggöras på annat sätt. Om askan inte kan återvinnas skall den deponeras på avfallsupplag med tillstånd att omhänderta askan. Bolaget skall årligen informera tillsynsmyndigheten hur askan omhändertagits. (2004, 25 MW biobränsle).

Bränsle och aska skall vid lagring och hantering behandlas så att besvärande damning, lukt eller brandfara inte uppstår. Om olägenhet uppstår skall bolaget vidta åtgärder. (2004, 14 MW, biobränsle, förslag från Lst)

### Exempel på villkor för bränsle- och kemikaliehantering

Eldningsolja skall lagras i en invallad cistern där invallningen rymmer hela cisternens volym. Tapp- och påfyllnadsplatser samt rörledningar för olja skall ingå i det invallade tankområdet eller på annat sätt säkras för utsläpp av olja till omgivningen. Invallningen inklusive ledningsgenomdragningar m.m. skall vara utförd i material som ej är genomsläppligt för petroleumprodukter. Invallningen skall vara skyddad från nederbörd. (2003, 35 MW olja)

Kemiska produkter samt farligt avfall skall förvaras i täta behållare på ogenomsläppligt underlag. Flytande kemiska produkter och flytande farligt avfall skall förvaras på ogenomsläpplig invallad yta eller ha motsvarande typ av säkerhetssystem för uppsamling av vätska. Uppsamlingsvolymen skall minst motsvara den största behållarens volym plus 10 % av summan av övriga behållares volym. Vid förvaring utomhus skall invallningen vara skyddad mot nederbörd. (2004, förslag)

## Litteratur och länkar

### Litteratur

Nedan följer ett urval av rapporter och publikationer som berör olika områden som är kopplade till förbränningsanläggningar och som till stor del fungerat som faktabas till detta faktablad.

Avancerad rening av rökgaskondensat, Värmeforsk 895, november 2004.

Askåterföring till skog, vardande blir verklighet? SLU rapport nr 11, 2004.

Begränsning av koloxidhalt i rökgas från fastbränsleeldning, Naturvårdsverkets rapport nr 5140.

Betydelsen av konstruktionstyp och föravskiljning för stoftavskiljningsgrad, funktion och tillgänglighet vid rökgaskondensering vid bibränsleeldade anläggningar – en förstudie. Värmeforsk 122, november 2004.

Bränslehandbok, Värmeforsk 911, 2005.

Energigas och miljö. Svenskt Gastekniskt Center, januari 2003.

Energi och Miljöfakta: [www.energiochmiljo.se](http://www.energiochmiljo.se), ÅF Energi och Miljö.

Energiläget 2003. Energimyndigheten, november 2003.

Fjärrvärme och kraftvärme i framtiden. Svensk Fjärrvärme, februari 2004.

Förbränning av avfall – En kunskapssammanställning om dioxiner. RVF Rapport 01:13

Förslag för kostnadseffektiv minskning av kväveoxidutsläpp, Naturvårdsverket Rapport 5356, mars 2004

Lathund, Förbränning – miljö/begrepp – sorter – omvandlingar, Naturvårdsverkets rapport nr 4438.

Miljöavgift på utsläpp av kväveoxider vid energiproduktion år 2002 – resultat och statistik. Naturvårdsverket promemoria, augusti 2003.

Miljötillstånd och emissioner för bibränsleeldade anläggningar. Svensk Fjärrvärme, maj 2000.

Praktiska konsekvenser för förbränningsanläggningar vid införandet av Vattendirektivet. Nya reningstekniker och förbättringsåtgärder vid utsläpp till vatten. Värmeforsk 894, november 2004.

Sammanställning av bränsledata, Halter och bränslenyckeltal, Naturvårdsverkets rapport nr 5401.

Studie av rökgaskondensering för bibränsleeldade kraftvärmeanläggningar. Värmeforsk nr 719, januari 2001.

Svenska Värmenät. Svensk Fjärrvärme, mars 2003.

Sweden's National Inventory Report 2004, Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change, Naturvårdsverket.

Underlag för utformning, ansökan/anmälan, tillsyn och uppföljning av bibränslebaserade värmeanläggningar, 0,3-10 MW - miljökrav och tekniska råd. Energi-myndigheten / Energikontor Sydost, juni 2004.

Utsläpp av ammoniak och lustgas från förbränningsanläggningar med SNCR/SCR. Naturvårdsverket Fakta, okt 2002.

Utsläpp av oreglerade ämnen vid förbränning av olika bränslen, Svenskt Gastekniskt Center AB, Juni 1998.

Vägledning för klassificering av förbränningsrester enligt Avfallsförordningen. Värmeforsk nr 866, maj 2004.

Värmeforsk Mäthandbok 2000. Värmeforsk 694, maj 2000.

### Webbadresser

Nedan följer en rad länkar till myndigheter, bransch- och intresseorganisationer och andra faktakällor, som är relevanta för förbränningsanläggningar. Det stora flertalet av nedanstående länkar, samt rapporter och publikationer som har utgivits i de olika organisationernas regi, utgör referenser för detta faktablad.

Biobränsle Hälsa Miljö, forskningsprogram	<a href="http://www.itm.su.se/BHM">www.itm.su.se/BHM</a>
Det Naturliga Steget (hållbar utveckling)	<a href="http://www.detnaturligasteget.se">www.detnaturligasteget.se</a>
Elforsk	<a href="http://www.elforsk.se">www.elforsk.se</a>
Energimyndigheten	<a href="http://www.stem.se">www.stem.se</a>
IVL Svenska Miljöinstitutet AB	<a href="http://www.ivl.se">www.ivl.se</a>
Länsstyrelserna i Sverige	<a href="http://www.lst.se">www.lst.se</a>
Naturvårdsverket	<a href="http://www.naturvardsverket.se">www.naturvardsverket.se</a>
Näringsdepartementet (skatter, energi- och	<a href="http://www.naring.regeringen.se">www.naring.regeringen.se</a>

klimatpolitik)

Skogsvårdsstyrelsen (tillgång på trädbränslen)	<a href="http://www.skogsstyrelsen.se">www.skogsstyrelsen.se</a>
Svenska Bioenergiföreningen	<a href="http://www.svebio.se">www.svebio.se</a>
Svenska Energiaskor	<a href="http://www.energiaskor.se">www.energiaskor.se</a>
Svenska Kolinstitutet	<a href="http://www.kolinstitutet.se">www.kolinstitutet.se</a>
Svenska Renhållningsverksföreningen, RVF	<a href="http://www.rvf.se">www.rvf.se</a>
Svenska Torvproducentföreningen, STPF	<a href="http://www.torvproducenterna.se">www.torvproducenterna.se</a>
Svensk Energi	<a href="http://www.svenskenergi.se">www.svenskenergi.se</a>
Svensk Fjärrvärme	<a href="http://www.fjarrvarme.org">www.fjarrvarme.org</a>
Svenska Gasföreningen	<a href="http://www.gasforeningen.se">www.gasforeningen.se</a>
Svenskt Gastekniskt Centrum	<a href="http://www.sgc.se">www.sgc.se</a>
Sveriges miljömål	<a href="http://www.miljomal.nu">www.miljomal.nu</a>
Swedish Standards Institute	<a href="http://www.sis.se">www.sis.se</a>
Teknikföretagen	<a href="http://www.teknikforetagen.se">www.teknikforetagen.se</a>
Värmeforsk	<a href="http://www.varmeforsk.se">www.varmeforsk.se</a>

# Förbränningsanläggningar för energiproduktion inklusive rökgaskondensering

(utom avfallsförbränning)

BRANSCHFAKTA

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 91-620-8196-9

Det här branschfaktabladet handlar om förbränningsanläggningar i storleksordningen från några kW och uppåt och behandlar även rökgaskondensering. Avfallsförbränning tas inte upp.