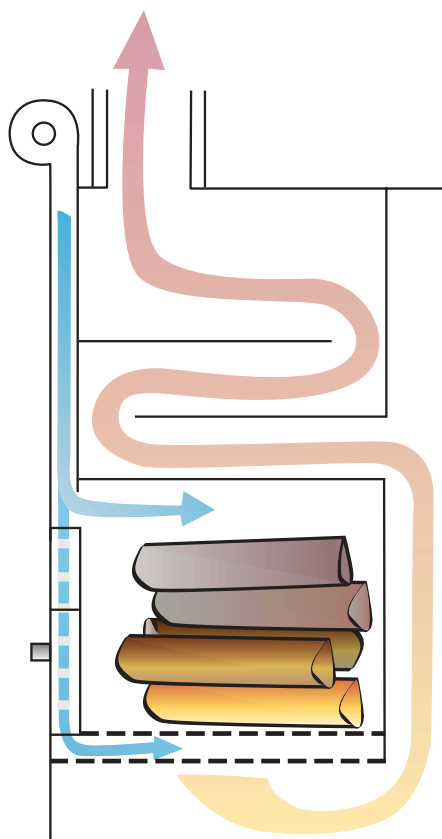


Emissioner från småskalig biobränsleeldning

– mätningar och preliminära mängdberäkningar



Linda Johansson, Lennart Gustavsson
Claes Tullin, David Cooper

Emissioner från småskalig biobränsleeldning

– mätningar och preliminära mängdberäkningar

Abstract

Emissions from domestic bio-fuel combustion - Calculations of quantities emitted

This report is based on work co-operation between SP (Swedish National Testing and Research Institute) and IVL (Swedish Environmental Research Institute) within the BHM research program (Bio-fuel, Health and Environment) financed by the Swedish Energy Agency. Further results will be presented in a final report. In this sub-report emission measurements of particles, volatile organic compounds exclusive of methane (NMVOC), methane (CH₄), organic gaseous compounds (OGC), benzene (C₆H₆), and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) from domestic wood and pellet combustion are presented. As a reference, domestic oil combustion is also included. The measurements were performed at SP's laboratory, and the results are based on 20 measurement cases for ten different combustion devices. The tested combustion devices were as follows:

- A wood boiler not “environmentally approved” (according to the Swedish National Board of Housing Building and Planning) and fired without a thermal heat storage tank (IMGPUA).
- A wood boiler not “environmentally approved” and fired with an added thermal heat storage tank (IMGPMA).
- An “environmentally approved” wood boiler fired with an added thermal heat storage tank (note that this is a requirement for the boiler to be environmentally approved).
- An “environmentally approved” wood boiler fired (according to the Nordic Ecolabelling system) with an added thermal heat storage tank (note that this is a requirement for the boiler to be environmentally approved).
- A pellet-fired boiler (PBR)
- An oil-fired boiler

In addition to the emissions from the above alternatives, Sweden's current total emissions from domestic bio-fuel combustion and for two future scenarios are also reported. Finally, the influence of domestic bio-fuel emissions on the greenhouse effect is illustrated for the different heating alternatives.

It is concluded that emissions from wood boilers that are “environmentally approved” are very low compared to wood boilers that not are “environmentally approved”. Since most wood boilers in Sweden are presently not “environmentally approved” and not connected to thermal heat storage tanks, the potential for emission reductions is large.

Wood boilers that not are “environmentally approved” and not equipped with thermal heat storage tanks lead to considerably larger emissions than “environmentally approved” boilers (equipped with thermal heat storage tanks). The emission of methane alone from boilers not “environmentally approved” may cause a contribution to the greenhouse effect that exceeds that for oil boilers. By connecting a thermal heat storage tank to a wood boiler that is not “environmentally approved”, emissions are significantly reduced, especially for particles. Emissions from a boiler that is not “environmentally approved” but equipped with a thermal heat storage tank are however still considerably larger than from an “environmentally approved” boiler (connected to a thermal heat storage tank).

Finally, it is noted that further work is needed to improve the statistic basis.

Key words: biomass, domestic combustion, emissions

**SP Sveriges Provnings- och
Forskningsinstitut**
SP Rapport 2003: 08
ISBN 91-7848-939-3
ISSN 0284-5172
Borås 2003

**SP Swedish National Testing and
Research Institute**
SP Report 2003: 08

Postal address:
Box 857,
SE-501 15 BORÅS, Sweden
Telephone: +46 33 16 50 00
Telex: 36252 Testing S
Telefax: +46 33 13 55 02
E-mail: info@sp.se

Innehållsförteckning

	Förord	5
	Sammanfattning	6
	Nomenklatur	8
1	Bakgrund	9
2	Utförande	9
2.1	Eldningsutrustningar och mätningar	9
2.2	Bränsle	11
2.3	Mätmetoder	12
3	Resultat och diskussion	14
3.1	Specifika utsläpp	14
3.2	Årliga utsläpp per enfamiljshus	17
3.3	Förändringar i emissioner om åtgärder vidtas	19
3.3.1	Framtidsscenario 1	20
3.3.2	Framtidsscenario 2	22
3.4	Utsläpp av flyktiga organiska ämnen (VOC)	23
3.5	Klimatpåverkan från olika uppvärmningsformer	23
4	Slutsatser	24
5	Fortsatt arbete	25

Förord

Det arbete som redovisas i denna rapport har utförts inom Energimyndighetens ramprojekt Biobränsle, Hälsa, Miljö (BHM) och är en del av Emissionsklustret i BHM. Rapporten baseras i huvudsak på delar av IVL - Svenska Miljöinstitutets och SP – Sveriges Provnings- och Forskningsinstitutets arbete inom Emissionsklustret. Den är också en preliminär rapport som publiceras innan projektet avslutats. Detta görs med anledning av önskemål från Energimyndigheten och Naturvårdsverket om förtida publicering av vissa mätresultat. Ytterligare resultat kommer att redovisas vid slutrapportering av SP/IVLs arbete inom BHM:s Emissionskluster. Rapporten innehåller också beräkningar av utsläppsmängder utgående från uppmätta emissionsdata. Vid dessa beräkningar har data bl a beträffande verkningsgrader för olika uppvärmningsalternativ, och antal anläggningar av olika slag tagits från andra källor, eller antagits.

Sammanfattning

Underlaget till rapporten har tagits fram inom Energimyndighetens ramprojektet Biobränsle, Hälsa, Miljö (BHM), och är en del av Emissionsklustret i BHM. Rapporten bygger på delar av det arbete IVL - Svenska Miljöinstitutet och SP - Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut utfört inom Emissionsklustret. Ytterligare resultat kommer att redovisas i slutrapporten för projektet.

I denna delrapport presenteras emissionsmätningar av stoft, flyktiga organiska ämnen exklusive metan (NMVOC), metan (CH₄), organiskt bundet kol (OGC), bensen (C₆H₆), och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) från ved- och pelletspannor. Som en referens ingår också två oljepannor. Mätningarna utfördes på SP:s laboratorium, och resultaten bygger på totalt 20 mätfall fördelat på 10 eldningsutrustningar. Vid presentation av emissionsdata görs uppdelning av eldningsutrustningar på följande uppvärmningsformer:

- icke ”miljögodkänd” vedpanna utan ackumulatortank
- icke ”miljögodkänd” vedpanna med ackumulatortank
- ”miljögodkänd” vedpanna (förutsätts ha ackumulatortank)
- Svanen-märkt vedpanna (förutsätts ha ackumulatortank)
- pelletseldad panna
- oljepanna

Uttrycket ”miljögodkänd” används för att beteckna att eldningsutrustningen uppfyller emissionskrav enligt Boverkets byggregler.

Rapporten åskådliggör skillnader i emissioner från olika uppvärmningsformer av småskalig biobränsleeldning. Sveriges samlade emissioner från småskalig biobränsleeldning beräknas för dagsituationen, liksom för två tänkta framtidsscenarion. Slutligen beräknas klimatpåverkan från olika uppvärmningsformer.

Det konstateras att emissioner från ”miljögodkända” vedpannor och pelletspannor är mycket låga i förhållande till icke ”miljögodkända” pannor. Det befintliga pannbeståndet i Sverige domineras dock av icke ”miljögodkända” vedpannor som inte är anslutna till ackumulatortank. Således är potentialen för att minska emissioner från vedeldningssektorn mycket stor.

Icke ”miljögodkända” vedpannor som eldas utan anslutning till ackumulatortank medför höga emissioner. Utsläppen av flyktiga organiska ämnen (VOC) från det befintliga beståndet av vedpannor domineras klart av icke ”miljögodkända” pannor. Slutligen konstateras också att bidraget till växthuseffekten, på grund av metanutsläpp, till och med är högre än vid uppvärmning med oljepanna! Anslutning av icke ”miljögodkänd” vedpanna till ackumulatortank medför en minskning av emissioner, speciellt för stoft. Ett byte från icke ”miljögodkänd” panna till ”miljögodkänd” panna med ackumulatortank innebär dock en betydligt kraftigare emissionsminskning.

Ett utsträckande av utsläppsgränser enligt Boverkets byggregler till att också gälla nyinstallation utanför tätort kommer i sig att medföra mycket marginella minskningar av utsläppen från vedeldning. Orsaken är att antalet nyinstallationer av eldstäder med all säkerhet är mycket litet jämfört med de utbytesinstallationer som sker. För att åstadkomma en större utsläppsminskning behövs också en reglering av utbytesinstallationer och av befintliga anläggningar.

Slutligen noteras att för säkrare beräkningar av nationella emissionsnivåer från småskalig biobränsleförbränning behövs ytterligare arbete för att öka det statistiska underlaget.

Nomenklatur

IMGPMA	Icke ”miljögodkänd” panna med ackumulatortank, ”miljögodkänd” avser emissionskrav enligt Boverkets byggregler.
IMGPUA	Icke ”miljögodkänd” panna utan ackumulatortank, ”miljögodkänd” avser emissionskrav enligt Boverkets byggregler.
GWP-faktor	”Global Warming Potential”-faktor anger hur effektiv en gas är som klimatpåverkare i förhållande till koldioxid.
MGP	”Miljögodkänd” panna med ackumulatortank, ”miljögodkänd” avser emissionskrav enligt Boverkets byggregler.
NMVOG	Flyktiga organiska ämnen exklusive metan.
OGC	Organiskt bundet kol.
PAH	Polycykliska aromatiska kolväten.
PBR	Pelletpanna/pelletbrännare.
VOC	Flyktiga organiska ämnen.

1 Bakgrund

Arbetet i denna rapport har utförts i samarbete mellan IVL – Svenska Miljöinstitutet och SP – Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, inom Energimyndighetens ramprojektet Biobränsle, Hälsa, Miljö (BHM). Det är ett av fem delprojekt inom BHM:s Emissionskluster. SP:s och IVL:s del inom Emissionsklustret är att undersöka emissioner från vedpannor och pelletbrännare/pelletpannor. SP ansvarar i huvudsak för mätning och provtagning på laboratoriet medan ansvaret för framtagandet av en förenklad provtagningsmetod för fältmätning, samt för kemiska analyser ligger hos IVL. Som referens till eldning av biobränsle ingår också emissionsmätningar vid eldning av olja i villaskala.

I denna rapport redovisas delar av SP/IVLs arbete inom BHM Emissionskluster. Ytterligare resultat kommer att redovisas i slutrapporten för projektet. Syftet med denna delrapportering är att

1. Åskådliggöra tillgängliga data på utsläpp från olika typer av småskalig uppvärmning.
2. Göra beräkningar av vilka utsläppsreduktioner som kan förväntas om ändringar i lagstiftningen genomförs.
3. Illustrera klimatpåverkan från olika uppvärmningsformer.

2 Utförande

Detaljerade emissionsstudier gjordes i rökgas från två vattenmantlade vedpannor av äldre typ, två keramiskt infödrade vedpannor, och tre pelletbrännare. Som ett referensfall gjordes motsvarande mätningar också på två oljebrännare. Samtliga mätningar utfördes på SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut. De mätningar som redovisas i denna delrapport avser eldning av torr björkved, träpellets och villaolja.

2.1 Eldningsutrustningar och mätningar

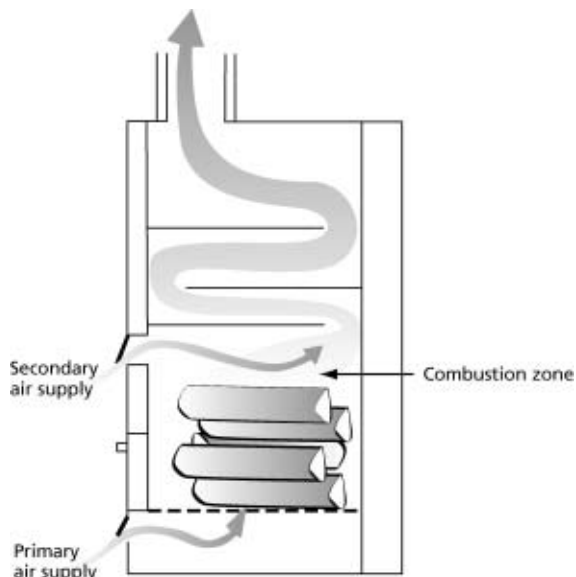
Uttrycket ”miljögodkänd” panna används då en panna uppfyller emissionskrav enligt Boverkets byggregler [1]. Vid presentation av emissionsdata görs uppdelning av eldningsutrustningar på uppvärmningsformer enligt tabell nedan.

Tabell 1 Indelning av eldningsutrustningar på olika uppvärmningsformer.

Uppvärmningsform	Mätfall (antal)
icke ”miljögodkänd” vedpanna utan ackumulatortank	4
icke ”miljögodkänd” vedpanna med ackumulatortank	2
”miljögodkänd” vedpanna (förutsätts ha ackumulatortank)	2
Svanen-märkt vedpanna (förutsätts ha ackumulatortank)	1
pelletseldad panna	10
oljepanna	2

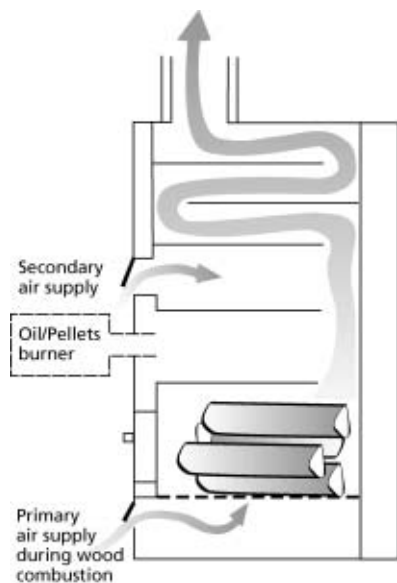
Varje vedeldningsförsök inleddes med en tändbrasa för att få upp pannan i temperatur. När den brunnit ut lades första vedinlägget in. Mätning startades sedan efter uppstartsfasen och förlöpte sedan över ytterligare ett vedinlägg.

En vattenkyld vedpanna och en vattenkyld kombipanna, båda konstruerade enligt överförbränningsprincip, representerar icke ”miljögodkända” vedpannor. Eldning enligt överförbränningsprincip visas i figur 1. Kombipannan kan användas för att elda ved, olja, eller pellets. En schematisk bild av kombipannan visas i figur 2. De viktigaste skillnaderna mellan pannorna är att kombipannan har mindre eldstadsutrymme för vedeldning och mindre värmeöverföringsyta.



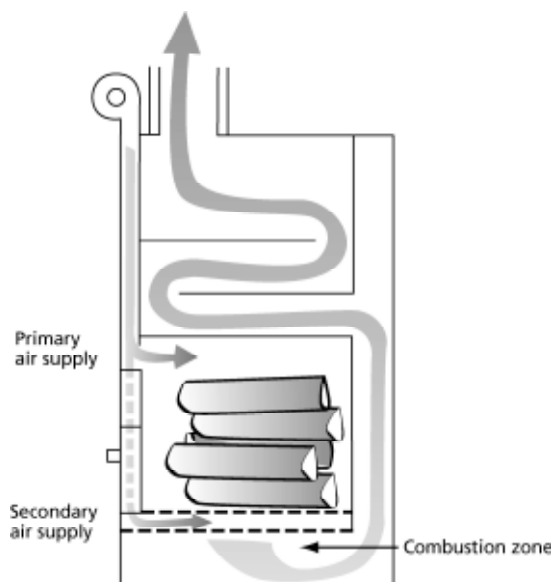
Figur 1 Vedpanna konstruerad enligt överförbränningsprincip.

Gruppen icke ”miljögodkänd” vedpanna utan ackumulatortank representeras av fyra mätfall, vilka delas mellan de två pannorna. Eldning utan anslutning till ackumulatortank gjordes på två olika sätt, vilka här benämns direkteldning och braseldning. Direkteldning representerar en användare som fyller eldstadsutrymmet med så mycket ved som möjligt och sedan reglerar avgiven effekt genom att strypa lufttillförseln. Braseldning utgör ett exempel på användare som är hemma under dagen och eldar med flera mindre vedinlägg. De båda icke ”miljögodkända” vedpannorna eldades också mot ackumulatortank.



Figur 2 Schematisk skiss av kombipannan som används i detta projekt.

Moderna ”miljögodkända” pannor representeras av två pannor konstruerade enligt principen omvänd förbränning, och med keramiskt infodrade slutförbränningszoner. Principen omvänd förbränning illustreras i figur 3. En av pannorna är utrustad med rökgasfläkt. Denna panna är också Svanen-märkt och uppfyller därmed nordiska miljömärkningskriterier [2]. Den andra pannan är istället konstruerad för självdrag. De moderna pannorna eldades endast anslutna till ackumulatortank.



Figur 3 Vedpanna konstruerad enligt principen för omvänd förbränning

Emissionsmätningarna från pelletsbrännare är baserade på mätningar på två olika pelletbrännare och en pelletpanna. En pelletpanna är en pelletbrännare integrerad med panna. Pelletbrännarna som testades installerades i den vattenmantlade kombipannan som också användes för vedeldning (figur 2). En av pelletbrännarna är av typen med framåtbrinnande flamma, och utrustad med elektrisk tändning. Den andra brännaren har uppåtbrinnande flamma, och konstruerad med underhållsfyr. Brännaren i pelletspannan har uppåtbrinnande flamma och underhållsfyr.

Emissioner undersöktes vid nominell effekt, 3 kW effektuttag, och 6 kW effektuttag, i samtliga brännare. I ett fall undersöktes också eldning vid förhöjt drag i skorsten. Eldning vid nominell effekt gjordes vid ca 80 % av fullt effektuttag och innebär kontinuerlig drift av brännaren. Normalt ligger dock effektbehovet i en villa betydligt lägre. Effektuttag på 3 och 6 kW är exempel på normala driftfall. Konstant effektuttag innebär att pelletbrännaren går till och från i cykliska perioder. Mätning vid effektuttag på 3 och 6 kW avser ett antal hela cykler.

Slutligen mättes också emissioner från två oljebrännare. En av oljebrännarna installerades i samma kombipanna som användes vid tidigare ved- och pelletseldningsförsök. Den andra oljebrännaren levereras ihop med en panna och denna enhet är Svanen-märkt [3]. Försöken gjordes vid nominell effekt.

2.2 Bränsle

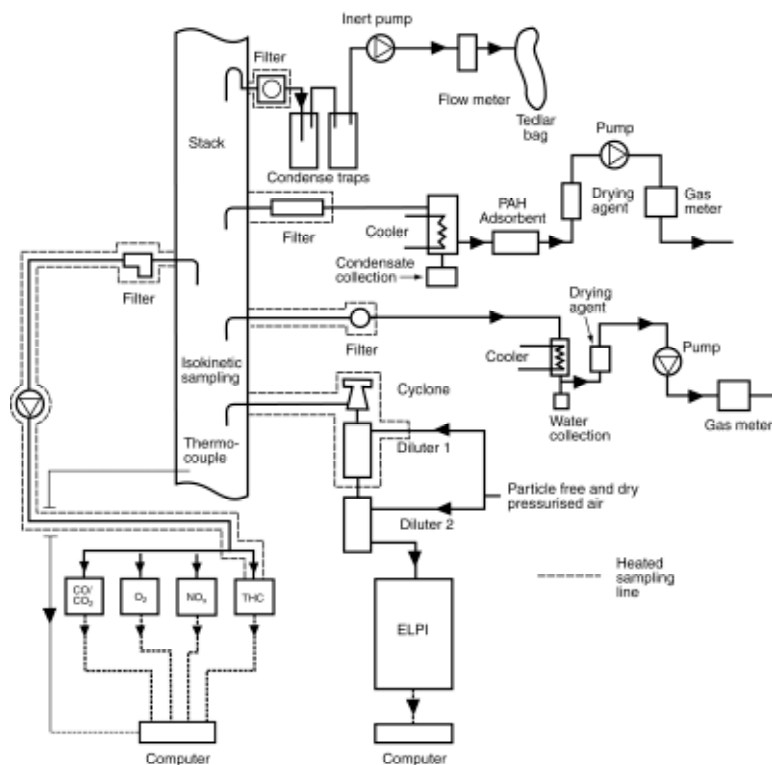
I denna rapport representeras bibränslen av björkved och träpellets. Bränsleanalyser visas i tabell 2. Den kemiska sammansättningen på ved och pellets är ganska lika, bortsett från fukthalten. Fukthalten i pellets är ungefär 8 % och i torr ved ungefär dubbelt så hög.

Tabell 2 Elementaranalyser och värmevärden på bränslena. Fukthalten är i viktprocent relaterat till fuktigt bränsle. Övriga data avser viktprocent relaterat till torrt bränsle.

	Pellets	Ved	Olja
Aska	0,5	0,3	0,6
Fukt	7,6	15	0
Undre värmevärde (MJ/kg)	19,0	19,0	43,1
Kol	50,2	50,6	87,5
Syre	43,2	42,7	0
Väte	5,9	6,4	12,7
Kväve	0,08	0,05	0,1
Svavel	<0,01	<0,01	0,09

2.3 Mätmetoder

Mätuppställningen visas i figur 4. Provtagningslinjen närmast eldningsutrustningen är avsedd för provtagning för mätning av antalet partiklar per megajoule tillfört bränsle (antalskoncentration), och partikelemissionen uppdelat på partikelstorlekar. Dessa mätningar ligger dock utanför denna delrapport. Nästa provtagningslinje används för mätning av stofthalt, d v s masskoncentration ($\text{mg}/\text{MJ}_{\text{tillfört bränsle}}$) av partiklar, enligt svensk standard. Rökgas sugts ut isokinetiskt (samma hastighet i röksgaskanal som i sondspets). Rökgasen får passera ett uppvärmt filter på vilket stoft samlas. Filtret konditioneras och vägs före och efter provtagning.



Figur 4 Mätuppställning.

Den tredje provtagningslinjen användes för kontinuerlig mätning av syre, koldioxid, kolmonoxid, kväveoxider, och totala kolväten (THC). CO/CO₂-instrumentet är av typen icke-dispersivt infrarött, O₂-instrumentet är paramagnetiskt, och NO_x-instrumentet bygger på principen kemiluminescens. Totala kolväten mättes (som metanekvivalenter) på varm rökgas med en flamjonisationsdetektor (FID).

Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) mättes genom insamling av ett antal stickprov vid varje mätfall. Provtagning görs i tre steg för senare extraktion och analys. I provtagningslinjen för PAH når gasen först ett uppvärmt kvartsglasfilter, därefter en kylare, och sist en adsorbent. Adsorbenten består av XAD-2 och polyuretanskum. Dessa tre prov analyserades tillsammans med tvättvätskan, vilken erhålls genom att skölja provtagningsystemet med aceton efter provtagning. (Likaså tvättas provtagningsystemet med aceton före provtagning). PAH-föreningarna som analyserades visas i tabell 3. De analyserade PAH-föreningarna summeras och redovisas som total-PAH.

Tabell 3 Förteckning över analyserade polycykliska aromatiska kolväten.

naftalen	fluoranten
2-metyl-naftalen	pyren
1-metyl-naftalen	reten
bifenyl, 2,6-dimetyl-naftalen	bens(a)antracen
acenaftalen	chrysen
acenaften	benso(b)fluoranten
2,3,5-trimetyl-naftalen	benso(k)fluoranten
fluoren	benso(e)pyren
dibensotiofen	benso(a)pyren
fenantren	perylene
antracen	indeno(1,2,3-cd)pyren
2-metyl-antracen	dibens(a,h)antracen
1-metyl-fenantren	benso(ghi)perylene
1-metyl-antracen	coronen

Sista provtagningslinjen användes för flyktiga organiska ämnen (VOC). Flera stickprov av rökgas togs under varje mätfall. Vid insamling av rökgas användes ett filter för att avlägsna partiklar och kylning för att avlägsna kondensat. Rökgasen samlades i en Tedlar-påse. Direkt efter insamling av rökgasen fördes rökgas över på dels adsorbenttrör av typen Carbopac, för senare analys av 1,3-butadien och dels av typen Tenax, för senare analys av tyngre VOC-föreningar, vilka specificeras i tabell 4. För analysen användes gaskromatograf/masspektrometer (GC/MS). Rökgasen i Tedlar-påsen analyserades också direkt med GC/MS, med avseende på lättaste VOC-föreningar (tabell 4).

Tabell 4 Förteckning över lättare VOC-föreningar, vilka analyserades direkt från Tedlar-påse, och tyngre VOC-föreningar, vilka analyserades från Tenax-adsorbent. (Dessutom provtogs 1,3-butadien från Carbopac-adsorbent.)

Lättare VOC-föreningar		Tyngre VOC-föreningar	
metan	1-buten	oktan	toluen
etan	cis-2-buten	nonan	etyl-bensen
eten	iso-pentan	dekan	o-xylen
propan	pentan	undekan	m+p-xylen
propen	trans-2-penten	dodekan	1,3,5-trimetyl-bensen
iso-butan	cis-2-penten	“C13H28”	1,2,4-trimetyl-bensen
butan	2- & 3-metyl-pentan	“C14H30”	1,2,3-trimetyl-bensen
etyln	hexan	bensen	
trans-2-buten			

3 Resultat och diskussion

Inom ”Biobränsle, Hälsa, Miljö” har fokus legat på detaljerade emissionsmätningar. Mätningar har gjorts på olika pannor och brännare som är vanligt förekommande i svenska villor. Totalt omfattar denna delrapport 20 mätfall. Resultaten skall alltså betraktas som typiska emissionsvärden för respektive uppvärmningsform. För att presentera mer exakta data behövs ytterligare arbete. Speciellt för typen äldre vedpannor är variationsvidden i utsläppen mycket stor. Variationer i emissionsvärden förekommer till exempel på grund av olikheter i eldningsutrustningar, eldningsbeteende, bränsle, samt installation av eldningsutrustning. Medelvärden för emissionsdata för respektive uppvärmningsform kan förbättras genom fler fältmätningar, eller enkäter med vedeldare, eller fler mätningar på laboratorium.

3.1 Specifika utsläpp

Utsläppsdata för följande parametrar redovisas:

- stoft
- flyktiga organiska ämnen, exklusive metan (NMVOC)
- metan
- organiskt bundet kol (OGC)
- bensen
- polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

OGC utgör ett mått på totalhalten oförbrända kolväten i rökgaserna och är den enhet som används för de gränsvärden som anges i bl a Boverkets Byggregler. I tabell 6 redovisas de sammanställda utsläppsvärdena uttryckta i mg/MJ_{tillfört bränsle}, och i figur 5-8 åskådliggörs utsläppsnivåerna grafiskt.

Tabell 6 Specifika utsläpp av stoft, flyktiga ämnen (NMVOC, exklusive metan), metan, organiskt bundet kol (OGC), bensen och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) för olika typer av uppvärmningssystem.

	Stoft (mg/MJ)	NMVOC (mg/MJ)	Metan (mg/MJ)	OGC (mg/MJ)	Bensen (mg/MJ)	PAH (mg/MJ)
Icke ”miljögodkänd” vedpanna utan ackumulatortank ¹	900	1100	2700	1800	56	31
Icke ”miljögodkänd” vedpanna med ackumulatortank ²	95	430	670	930	66	13
”Miljögodkänd” vedpanna (förutsätts ha ackumulatortank) ³	30	8	8	39	3	1
Svanen-märkt vedpanna (förutsätts ha ackumulatortank) ⁴	27	2	1	12	0,5	0,2
Pelletseldad panna ⁵	35	6	4	47	0,4	1
Oljepanna ⁶	9	1	0,5	1	0,02	0,09

¹ Fyra mätfall.

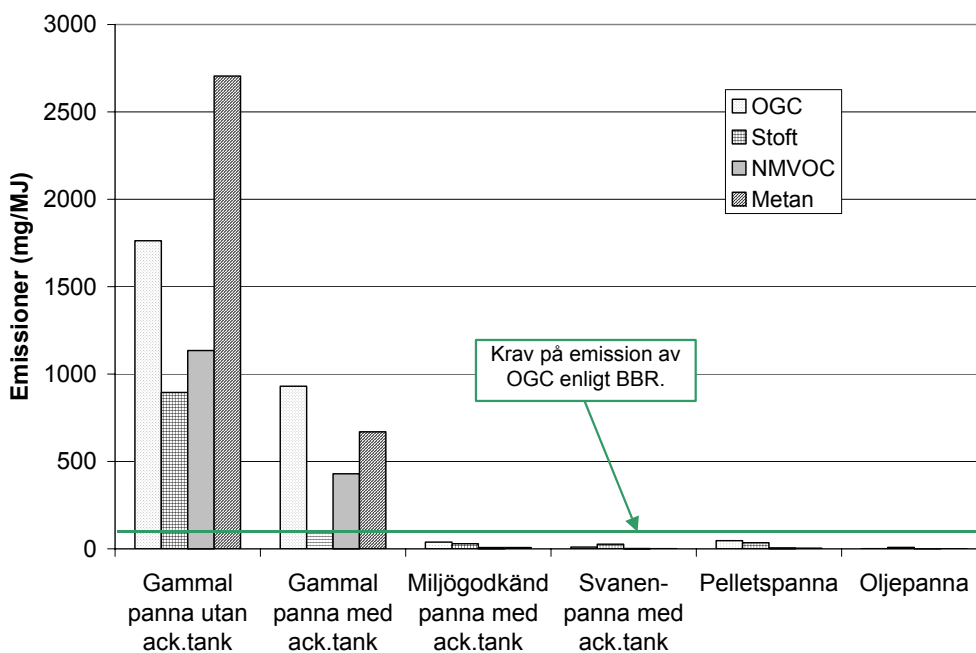
² Två mätfall.

³ Två mätfall

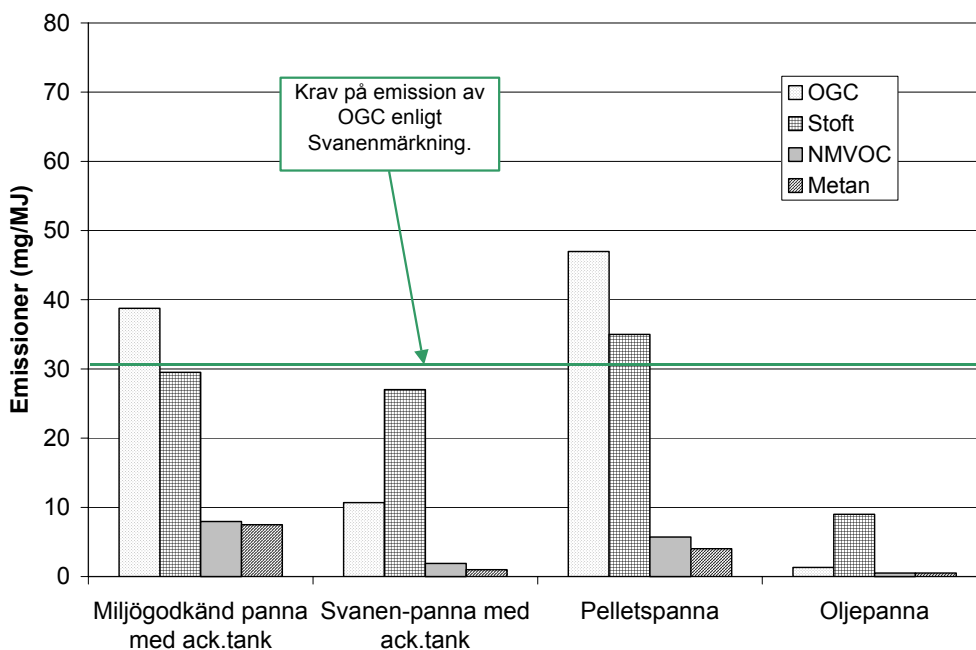
⁴ Ett mätfall

⁵ Tio mätfall

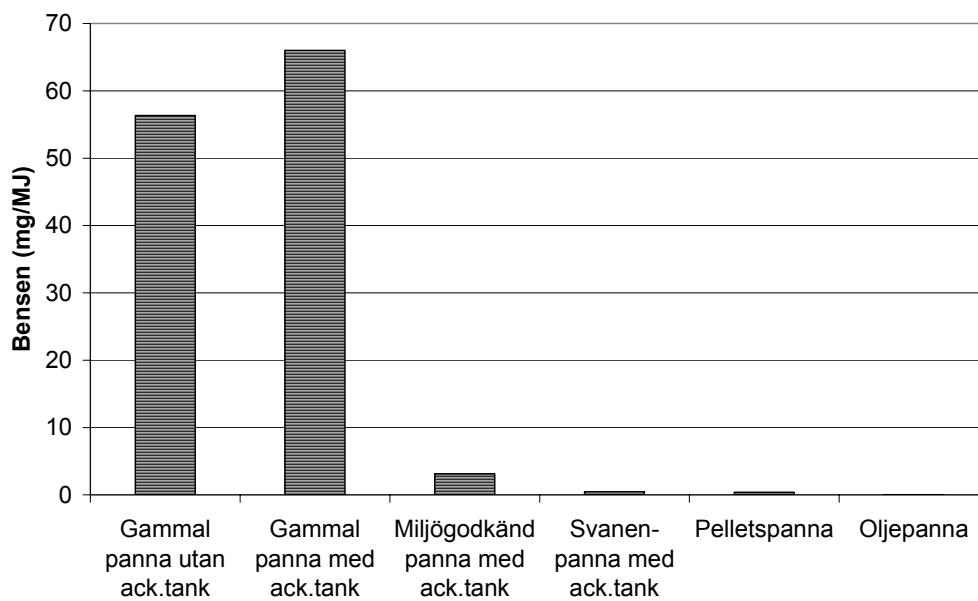
⁶ Två mätfall



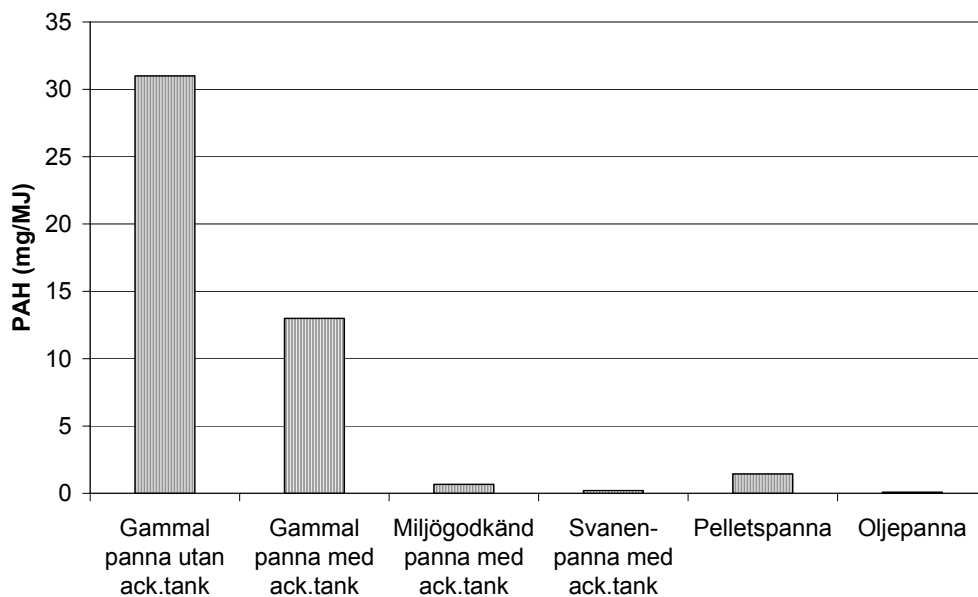
Figur 5 Specifika emissioner av organiskt bundet kol, stoft, flyktiga organiska ämnen exklusive metan, och metan.



Figur 6 Specifika emissioner av organiskt bundet kol, stoft, flyktiga organiska ämnen exklusive metan, och metan från anläggningar som uppfyller Boverkets emissionskrav på organiskt bundet kol. Figuren är en uppförstoring av föregående bild. Miljögodkänd panna och "Svanen"-panna representeras av data som ej inkluderar uppstartfas, vilken ingår i eldningscykeln och är känd för att ge höga emissioner. Pelletspanna representeras däremot av mer fullständiga eldningscykler. På grund av dessa olikheter är vedpannefallen inte direkt jämförbara med pelletspanna.



Figur 7 Specifika emissioner av bensen.



Figur 8 Specifika emissioner av PAH.

3.2 Årliga utsläpp per enfamiljshus

Beräkningar har vidare utförts för att uppskatta de årliga utsläppen från ett typiskt enfamiljshus för de olika uppvärmningsformerna. Följande förutsättningar antas gälla för beräkningarna:

Totalt energibehov/år: 25 000 kWh/år

Verkningsgrader:

- ”miljögodkänd” vedpanna	70 %
- icke ”miljögodkänd” panna	50 %
- pelletseldad panna	70 %
- oljepanna	90 %

I tabell 7 redovisas de beräknade utsläppen per år för ett enfamiljshus med olika uppvärmningsformer, och i figur 9-11 redovisas dessa grafiskt.

Tabell 7 Årliga utsläpp av stoft, flyktiga ämnen exklusive metan (NMVOC), metan, organiskt bundet kol (OGC), bensen och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) från ett enfamiljshus med nettoenergiebehovet 25 000 kWh/år vid olika uppvärmningsformer.

	Stoft (kg/25000 kWh)	NMVOC (kg/25000 kWh)	Metan (kg/25000 kWh)	OGC (kg/25000 kWh)	Bensen (kg/25000 kWh)	PAH (kg/25000 kWh)
Icke ”miljögodkänd” vedpanna utan ackumulatortank ¹	160	200	490	320	10	5,6
Icke ”miljögodkänd” vedpanna med ackumulatortank ²	17	77	120	170	12	2,3
”Miljögodkänd” vedpanna ³ (förutsätts ha ackumulatortank)	3,8	1,0	1,0	5,0	0,40	0,09
Svanen-märkt vedpanna ⁴ (förutsätts ha ackumulatortank)	3,5	0,24	0,13	1,4	0,06	0,03
Pelletseldad panna ⁵	4,5	0,73	0,52	6,0	0,05	0,19
Oljepanna ⁶	0,9	0,07	0,05	0,13	0,002	0,01

¹ Fyra mätfall.

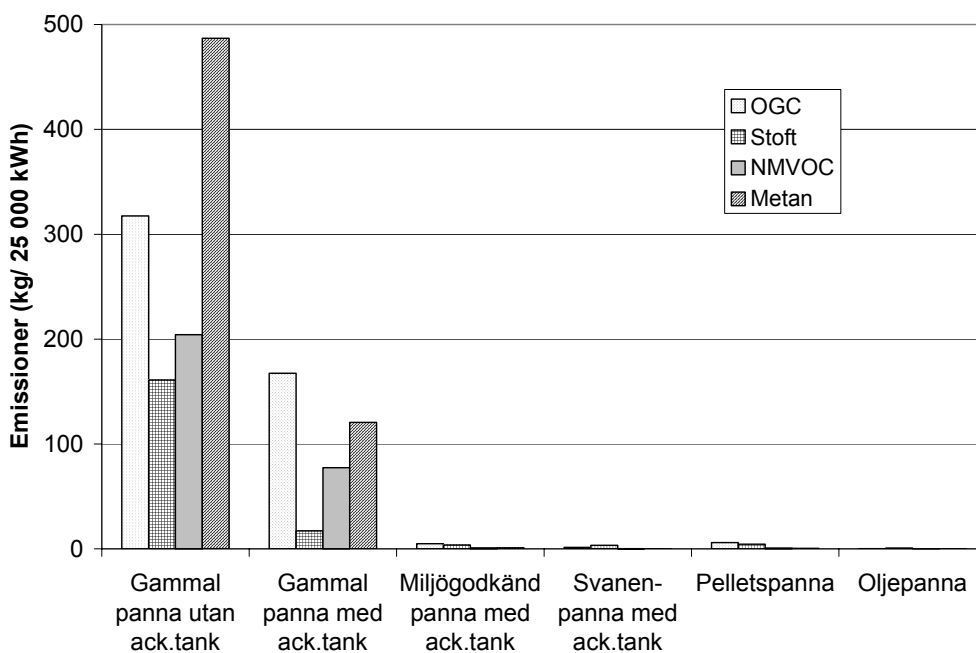
² Två mätfall.

³ Två mätfall

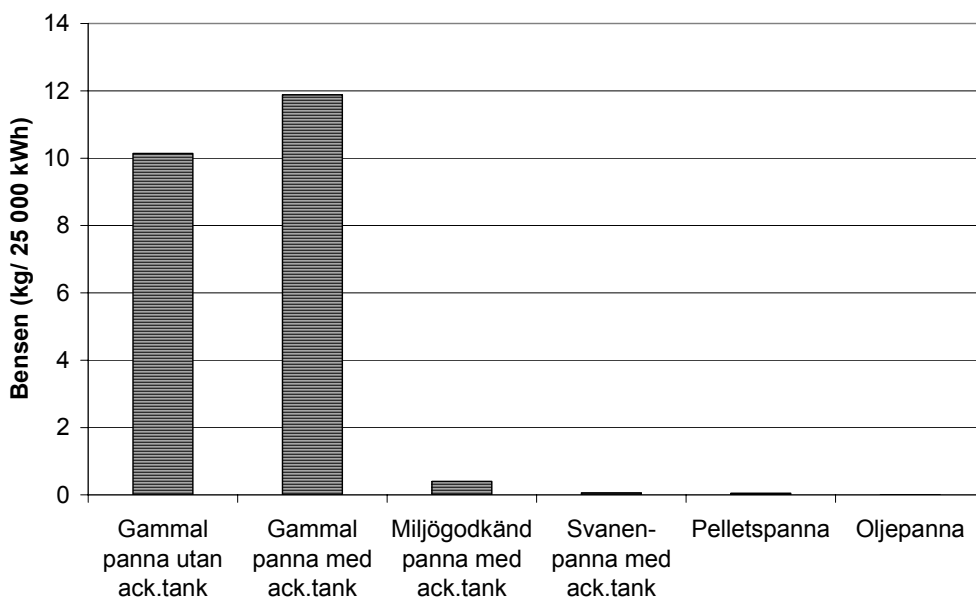
⁴ Ett mätfall

⁵ Tio mätfall

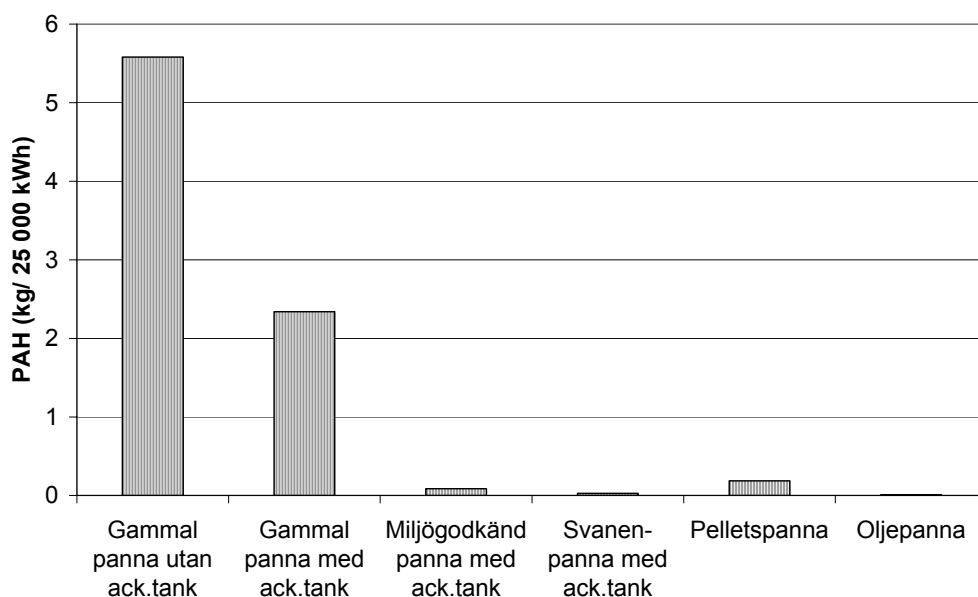
⁶ Två mätfall



Figur 9 Beräknade årsvisa emissioner av organiskt bundet kol, stoft, flyktiga organiska ämnen (exklusive metan), och metan från ett typiskt enfamiljshus med 25 000 kWh uppvärmningsbehov.



Figur 10 Beräknade årsvisa emissioner av bensen från ett typiskt enfamiljshus med 25 000 kWh uppvärmningsbehov.



Figur 11 Beräknade årsvisa emissioner av PAH från ett typiskt enfamiljshus med 25 000 kWh uppvärmningsbehov.

3.3 Förändringar i emissioner om åtgärder vidtas

För att undersöka hur emissionerna skulle påverkas av att icke ”miljögodkända” vedpannor fasas ut undersöks två möjliga framtidsscenarier enligt följande:

1. Icke ”miljögodkända” vedpannor måste minst anslutas till ackumulatortank.
2. Icke ”miljögodkända” pannor förbjuds.

Beräkningen av totala årliga utsläpp från biobränsleeldning i villapannor baseras på dels uppgifter om antal anläggningar av olika typer enligt Skorstensfejarnas statistikunderlag 2001 till Räddningsverket [4], dels muntliga uppgifter från Bengt-Erik Löfgren, ÄFAB [5].

I beräkningen har antagits att 70 000 av de 105 000 anläggningarna med 16/20 veckors sotningsfrist utgörs av ”miljögodkända” pannor. Detta innebär att resterande 35 000 pannor med denna frist antas vara sådana som endast i mindre omfattning eldas med ved. Dessa har ej tagits med i beräkningen.

Följande data har därmed använts:

- Antal ”miljögodkända” pannor (MGP)	70 000 st
- Antal icke ”miljögodkända” pannor, utan ackumulatortank (IMGPUA)	150 000 st
- Antal icke ”miljögodkända” pannor, med ackumulatortank (IMGPMA)	10 000 st
- Antal pelletseldade pannor (PBR)	30 000 st

Beräkningen bygger på samtliga pannor skall tillgodose ett årligt energibehov på 25 000 kWh.

3.3.1 Framtidsscenario 1

I rapporten ”Eldning med fasta bibränslen i småhus – Miljömål, regelverk, rättspraxis och rättstrygghet – Åtgärder för att minska utsläppen”, författad av Tore Jansson, föreslås vissa förändringar i lagstiftningen med syfte att minska utsläppen. Enligt förslaget skall alla anläggningar senast 1 januari 2008 ha tillstånd enligt Miljöbalken för att få användas. Detta torde innebära att alla pannor som eldas med ved minst måste anslutas till ackumulatortank. Alternativt kan den gamla pannan bytas ut till ”miljögodkänd” panna med ackumulatortank, eller övergång till t.ex. pelletseldning ske.

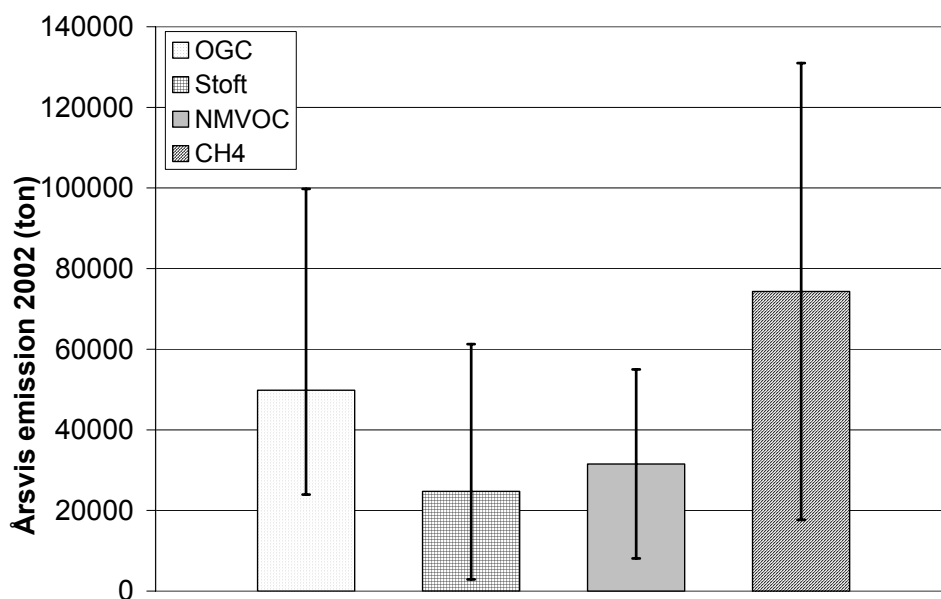
Beräkningar av totala årliga utsläpp efter att Tore Janssons förslag görs under antagandet att 60 % av innehavarna av vedpannor av gammal typ nöjer sig med att ansluta sin gamla vedpanna till en ackumulatortank, 30 % passar på att samtidigt byta till en modern ”miljögodkänd” vedpanna, och 10 % byter till pelletspanna, d v s:

- 60 % av IMGPUA kompletteras med ackumulatortank (IMGPMA)
- 30 % av IMGPUA ersätts av MGP
- i resterande 10 % ersätts IMGPUA av PBR

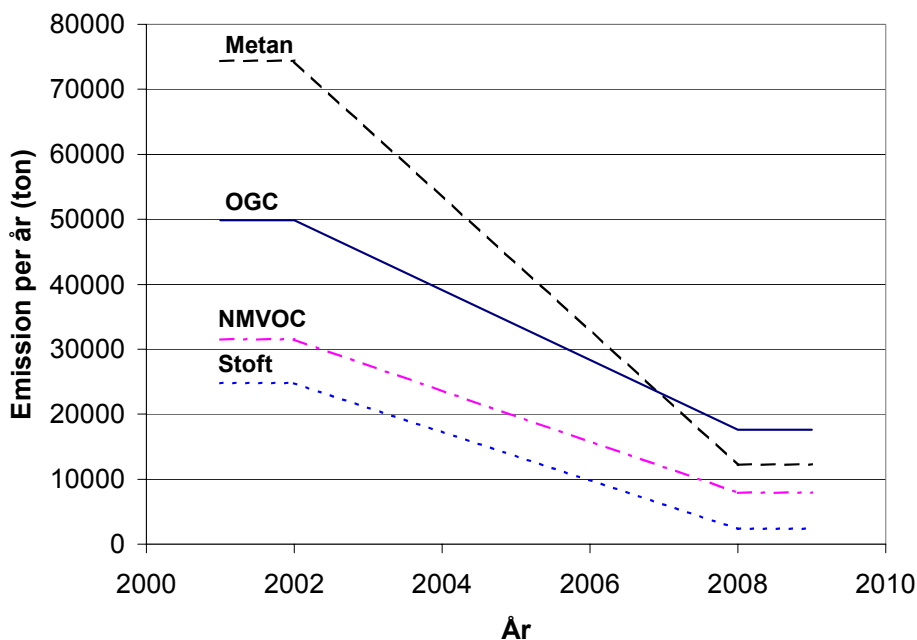
De uppskattade totala utsläppen från vedpannor i nuläget samt om dessa åtgärder genomförs redovisas i tabell 8. Årsvisa emissioner i form av medelvärden och med osäkerheter, d v s med redovisning av identifierade emissionsintervall i figur 12. Effekten på totalutsläppen av åtgärder enligt detta framtidsscenario åskådliggörs grafiskt i figur 13.

Tabell 8 Totala utsläpp av stoft, flyktiga ämnen exklusive metan (NMVOC), metan, organiskt bundet kol (OGC), bensen och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) år 2002 samt år 2008 om föreslagna åtgärder i Tore Janssons rapport genomförs. För emissionsdata år 2002 markeras också osäkerheter genom redovisning av emissionsintervall inom parentes. Undre och övre gränser i intervallen markerar emission som erhålls genom att beräkning utgående från lägsta, respektive högsta, uppmätta emission för respektive uppvärmningsform.

	Stoft (ton)	NMVOC (ton)	Metan (ton)	OGC (ton)	Bensen (ton)	PAH (ton)
År 2002	24 700 (2 900- 61 300)	31 500 (8 100- 55 000)	74 300 (17 700- 131 000)	49 800 (23 900- 99 800)	1 700 (990- 2 600)	870 (400- 1 800)
År 2008	2 300	7 900	12 200	17 600	1 200	250



Figur 12 Årsvisa emissioner från småskalig vedeldning i det befintliga pannbeståndet. Staplar för respektive emission är baserad på medelvärden av emissionsfaktorer. Osäkerheter markeras genom att emissionsintervall markeras med felstaplar. Undre gränser för felstaplar är beräknade utgående från lägsta uppmätta emissioner för samtliga uppvärmningsformer medan övre gränser indikerar högsta uppmätta emissioner för samtliga uppvärmningsformer.



Figur 13 Framtidsscenario för emissioner av OGC, NMVOC (flyktiga organiska ämnen exklusive metan), metan, och stoft, vid genomförande av åtgärder enligt "Eldning med fasta biobränslen i småhus – Miljömål, regelverk, rättspraxis och rättstrygghet – Åtgärder för att minska utsläppen", av Tore Jansson. Figuren bygger också på ovanstående beskrivna antaganden.

3.3.2 Framtidsscenario 2

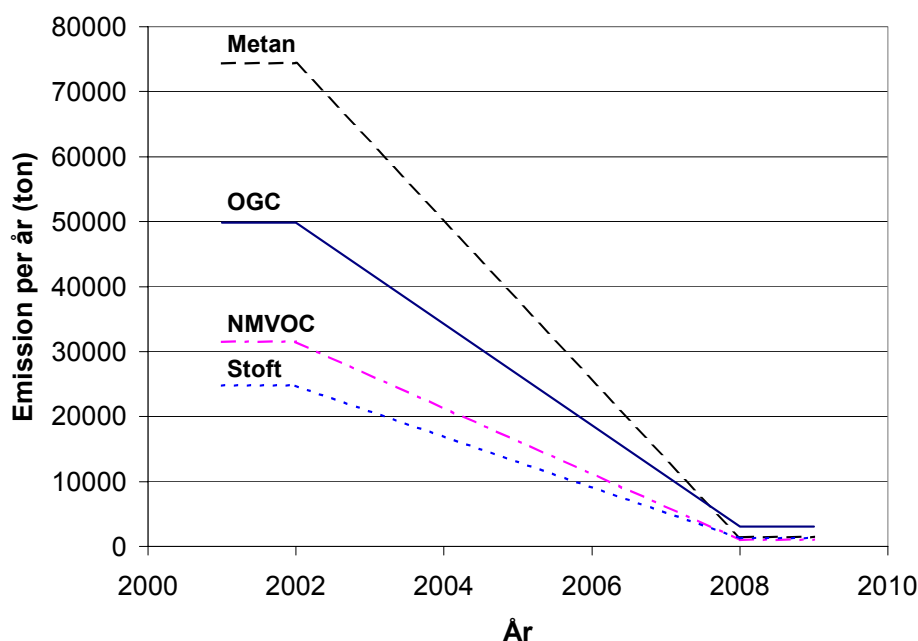
I framtidsscenario 2 antages att år 2008 kommer 90 % av icke ”miljögodkända” pannor ha bytts mot miljögodkända pannor med ackumulatortank och 10 % mot pelletbrännare, d v s:

- 90 % av IMGPUA ersätts av MGP
- 10 % av IMGPUA ersätts av PBR

De uppskattade totala utsläppen från vedpannor i nuläget samt om dessa åtgärder genomförs redovisas i tabell 9, och åskådliggörs grafiskt i figur 14.

Tabell 9 Totala utsläpp av stoft, flyktiga ämnen exklusive metan (NMVOC), metan, organiskt bundet kol (OGC), bensen och polycykliska aromatiska kolväten (PAH) år 2002 samt år 2008 om 90 % av alla icke ”miljögodkända” pannor utan ackumulatortank byts mot ”miljögodkända” pannor med ackumulatortank och 10 % mot pelletbrännare. För år 2002 markeras osäkerheter genom redovisning av emissionsintervall inom parentes (se tabell 8).

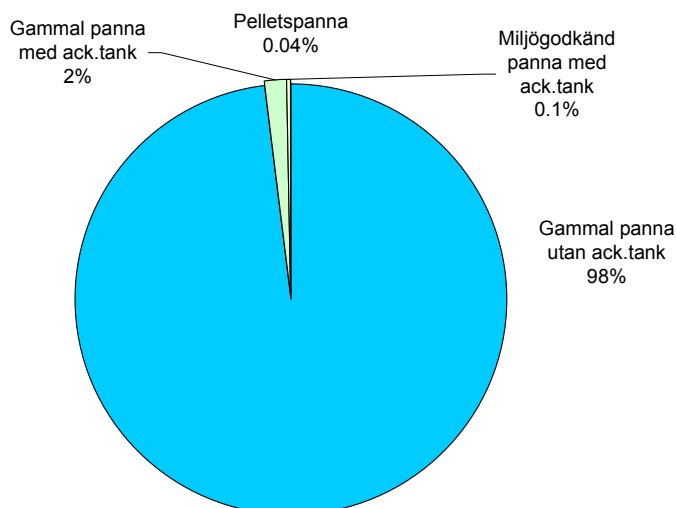
	Stoft (ton)	NMVOC (ton)	Metan (ton)	OGC (ton)	Bensen (ton)	PAH (ton)
År 2002	24 700 (2 900- 61 300)	31 500 (8 100- 55 000)	74 300 (17 700- 131 000)	49 800 (23 900- 99 800)	1 700 (990- 2 600)	870 (400- 1 800)
År 2008	1 200	1 000	1 400	3 000	210	51



Figur 14 Framtidsscenario för emissioner av OGC, NMVOC (flyktiga organiska ämnen exklusive metan), metan, och stoft, om 90 % av icke ”miljögodkända” pannor utan ackumulatortank byts mot ”miljögodkända” pannor med ackumulatortank och 10 % byts mot pelletbrännare.

3.4 Utsläpp av flyktiga organiska ämnen (VOC)

En jämförelse av hur utsläppen av flyktiga organiska ämnen (VOC) i nuläget fördelas mellan olika typer av enskild uppvärmning i för befintligt pannbestånd har genomförts och resultatet visas i figur 15. Det framgår att nästa hela utsläppet av VOC från småskalig biobränsleeldning kommer från icke ”miljögodkända” vedpannor utan ackumulatortank.



Figur 15 Årsvisa VOC-emissioner fördelat på olika uppvärmningssystem. VOC-emissionen från respektive uppvärmningssystem har beräknats genom att multiplicera summan NMVOC och metan från ett hus under ett år (se tabell 2) med antal uppvärmningssystem av respektive slag.

3.5 Klimatpåverkan från olika uppvärmningsformer

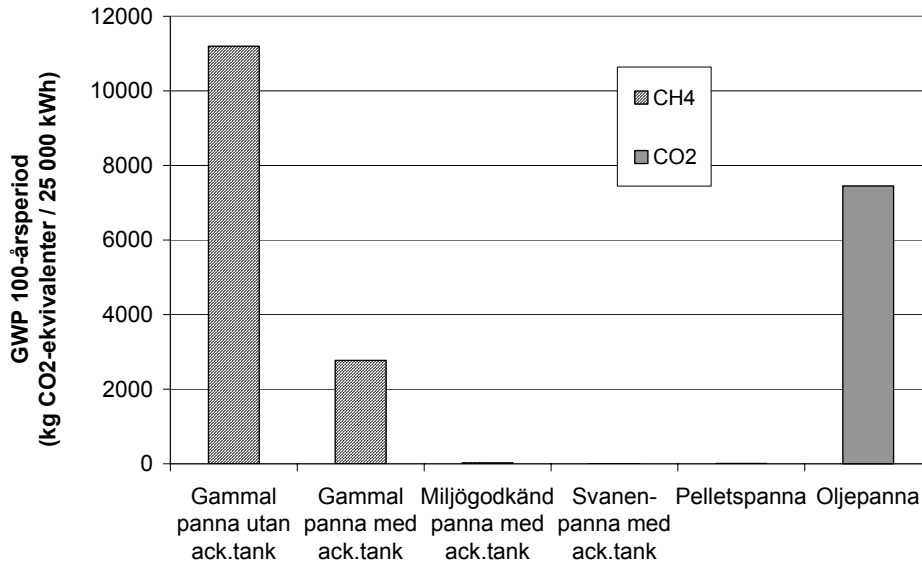
Klimatpåverkan från olika uppvärmningsformer beräknas utgående från emissionsfaktorer för de klimatpåverkande gaserna koldioxid och metan. Koldioxid från eldning av biobränslen inte bidrar till växthuseffekten, men koldioxid från oljeeldning gör det eftersom olja är ett fossilt bränsle. Metanemissioner från både eldning av biobränsle och olja har en klimatpåverkande effekt och inkluderas i beräkningarna.

Växthuseffekten från ett uppvärmningsalternativ (t ex icke ”miljögodkänd” vedpanna utan ackumulatortank) kan beräknas genom att addera olika växthusgasers bidrag. Olika gaser är dock olika effektiva som klimatpåverkare vilket måste tas hänsyn till. Klimatpåverkande effektivitet uttrycks som GWP-faktor (GWP = global warming potential), och visas i tabell 10. GWP-faktor anger hur effektiv gasen är som klimatpåverkare i förhållande till koldioxid och anges i tabellen i tjugoårsperspektiv (GWP_{20}) och hundraårsperspektiv (GWP_{100}). Växthuseffekten från ett uppvärmningsalternativ beräknas alltså genom att först multiplicera mängden av olika gaser med respektive gas GWP-faktor. Produkterna adderas. Summan som erhålls är växthuseffekt uttryckt som CO_2 -ekvivalenter.

Tabell 10 Olika föreningars klimatpåverkande potential [6].

Växthusgas	Livstid (år)	(GWP_{20}) (kg CO_2 -ekv / kg gas)	(GWP_{100}) (kg CO_2 -ekv / kg gas)
Koldioxid/ CO_2	120	1	1
Metan/ CH_4	10	63	23

Klimatpåverkan från olika uppvärmningsformer jämförs i figur 16. Figuren har tagits fram genom att multiplicera emissionsdata för metan (tabell 7) med motsvarande GWP-faktor. Klimatpåverkan från CO₂ från bibränsleeldning har satts till noll. Årligt utsläpp av CO₂ från ett enfamiljshus med oljepanna beräknas till 7 400 kg vid ett nettoenergibehov på 25 000 kWh/år (utgående från 74 490 mg CO₂/MJ).



Figur 16 Klimatpåverkan från olika uppvärmningsformer sett ur ett 100-årsperspektiv för en villa med ett årligt uppvärmningsbehov på 25 000 kWh.

4 Slutsatser

Följande slutsatser kan dras utifrån resultaten:

1. Emissioner från ”miljögodkända” vedpannor och pelletspannor är mycket låga i förhållande till icke ”miljögodkända” pannor, men det befintliga pannbeståndet domineras av icke ”miljögodkända” pannor. Således finns det en mycket stor potential att minska emissionerna från småskalig bibränsleeldning genom att byta ut icke ”miljögodkända” pannor mot ”miljögodkända” eldningsutrustningar.
2. Icke ”miljögodkända” vedpannor som eldas utan anslutning till ackumulatortank medför höga emissioner av organiska ämnen och stoft, både för pannor i det befintliga beståndet och vid eventuell nyinstallation. Utsläppen av flyktiga organiska ämnen (VOC) från det befintliga beståndet av vedpannor domineras klart av icke ”miljögodkända” pannor. Slutligen konstateras också att bidraget till växthuseffekten, på grund av metanutsläpp, till och med är högre än vid uppvärmning med oljepanna!
3. Anslutning av icke ”miljögodkänd” vedpanna till ackumulatortank medför en minskning av emissioner, speciellt för stoft. Ett byte från icke ”miljögodkänd” panna till ”miljögodkänd” panna med ackumulatortank innebär dock en betydligt kraftigare emissionsminskning.

4. Ett utsträckande av utsläppsgränser enligt Boverkets byggregler till att också gälla nyinstallation utanför tätort kommer i sig att medföra mycket marginella minskningar av utsläppen från vedeldning. Orsaken är att antalet nyinstallationer av eldstäder med all säkerhet är mycket litet jämfört med de utbytesinstallationer som sker. För att åstadkomma en större utsläppsminskning behövs också en reglering av utbytesinstallationer och av befintliga anläggningar.
5. För säkrare beräkningar av nationella emissionsnivåer från småskalig biobränsleeldning behövs ytterligare arbete för att öka det statistiska underlaget. Framst saknas underlag på inverkan av praktiskt eldningsbeteende och bränsletyp.

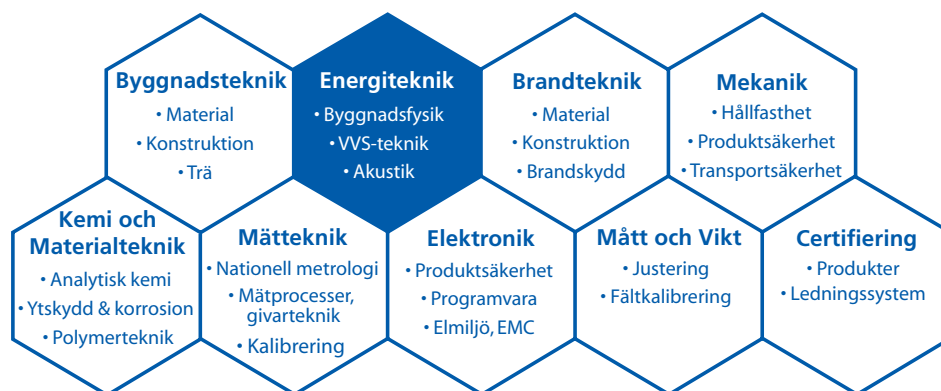
5 Fortsatt arbete

Ytterligare resultat för mer detaljerade mätningar av partiklar och gasformiga ämnen kommer att redovisas i slutrapporten för SP/IVLs arbete inom BHM Emissionsklustret. Dock kommer vissa frågor att kvarstå. För säkrare beräkningar av nationella emissioner från småskalig biobränsleeldning kan ytterligare underlag genereras med hjälp av den enkla fältmetod som tagits fram i SP/IVLs arbete inom BHM. Detta gäller både för vedpannor och för lokaleldstäder (vilka ej ingått i denna studie).

Referenser

- [1] Boverkets byggregler, ”BBR”, (BBS 1998:38)
- [2] Nordisk miljömärkning av pannor för uppvärmning med fasta bränslen, ”Svanen”-märkning, <http://www.svanen.nu>
- [3] Nordisk miljömärkning av oljebrännare och oljebrännare i kombination med panna, ”Svanen”-märkning, <http://www.svanen.nu>
- [4] Skorstensfejarnas statistikunderlag till Räddningsverket, 2001
- [5] Löfgren, Bengt-Erik , ÄFAB, muntliga uppgifter
- [6] Naturvårdsverkets web-sida: www.naturvardsverket.se

SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut utvecklar och förmedlar teknik för näringslivets utveckling och konkurrenskraft och för säkerhet, resurshushållning och god miljö i samhället. Vi har Sveriges bredaste och mest kvalificerade resurser för teknisk utvärdering, mätteknik, forskning och utveckling. Vår forskning sker i nära samverkan med högskola, universitet och internationella kolleger. Vi är mer än 500 ingenjörer och forskare som bygger våra tjänster på kompetens, effektivitet, opartiskhet och internationell acceptans.



SP Energiteknik
SP RAPPORT 2003:08
ISBN 91-7848-939-3
ISSN 0284-5172



SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut

Box 857
501 15 BORÅS
Telefon: 033-16 50 00, Telefax: 033-13 55 02
E-post: info.sp.se, Internet: www.sp.se

A Member of

 **United Competence**