

*Kartläggning av
bens(a)pyrenhalter i
Stockholms- och
Uppsala län samt
tätorterna Gävle och
Sandviken*

JÄMFÖRELSER MED MILJÖKVALITETSNORM

Innehållsförteckning

JÄMFÖRELSE MED MILJÖKVALITETSNORM	1
Innehållsförteckning	3
Förord	4
Sammanfattning	5
Inledning	6
Direktiv och förordning	6
Miljö kvalitetsnormen	7
Kemiska egenskaper	8
Atmosfärisk omvandling av PAH	8
Emission av bens(a)pyren	9
Utsläppsfördelning i Stockholms- och Uppsala län	9
Gävle och Sandviken	12
Regional bakgrundshalt.....	13
Urban bakgrundshalt	14
Mätning i trafikmiljö.....	18
Spridningsmodeller	20
Spridningsberäkningar	21
Referenser	23
Bilaga 1: Mätplatsbeskrivning	24



Miljöförvaltningen i Stockholm
Box 8136
104 20 Stockholm
www.slb.nu

Förord

Detta projekt är utfört på uppdrag av Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund.

Syftet med projektet har varit att kartlägga emissioner och halter av bens(a)pyren i kommunerna i Stockholms och Uppsala län samt i Gävle och Sandviken. Kartläggningen bygger på emissionsdata, modellberäkningar och mätta halter. Beräknade bens(a)pyren-halter jämförs med nuvarande

miljökvalitetsnorm vilken är formulerad som en bör-norm och gäller från 1:a januari 2013.

Projektansvarig har varit Magnus Brydolf.

I projektet har följande personer medverkat. Christer Johansson, Boel Lövenheim, Lars Törnquist, Malin Ekman, och Billy Sjövall.

Stockholm i mars 2010

Sammanfattning

Emissioner av bens(a)pyren har ursprung i både lokala och regionala utsläpp samt i källor utanför regionen. Den regionala bakgrundshalten, dvs halten utanför tätorterna i regionen, består till största delen av långdistanstransporterat haltbidrag. Den regionala bakgrundshalten är ca 0,045 µg/m³ i både Stockholms och Uppsala län, uppmätt vid Aspvreten i Södermanland. Den urbana bakgrundshalten motsvarar halterna i taknivå och i parker i tätorterna. I Stockholm är den urbana bakgrundshalten ca 0,07 ng/m³ uppmätt under ett år 2008-2009. Knappt halva den urbana bakgrundshalten i Stockholm utgörs således av lokala utsläpp och resterande del har sitt ursprung utanför regionen. Mätningar i urban bakgrundsmiljö i Uppsala och Sandviken 2003-2005 indikerar motsvarande nivåer.

De dominerande utsläppskällorna för bens(a)pyren i Stockholms och Uppsala län samt i Gävle och Sandviken är enskild uppvärmning med ved och vägtrafiken. Dessa båda sektorer står för mer än 95 % av de totala utsläppen i regionerna.

Enligt EG-direktiv, 2000/69/EG [1] och det fjärde dotterdirektivet till ramdirektivet för luft, skall varje medlemsland införa miljö kvalitetsnormen för bens(a)pyren. Enligt svensk lagstiftning, SFS 2001:527[2] och den reviderade förordningen SFS 2007:771 [3], skall varje kommun kontrollera att miljö kvalitetsnormer för bl.a. bens(a)pyren klaras i kommunen. Normen är en så kallad bör-norm som innebär att det skall eftersträvas att halten av

bens(a)pyren i utomhusluften inte överskrider 1,0 ng/m³ som årsmedelvärde efter 31 december 2012. Kontrollen skall ske genom mätningar, beräkningar eller annan uppföljning. Om kontrollen visar att normen med tillägg av toleransmarginal överskrids skall kommunen underrätta Naturvårdsverket och berörd länsstyrelse.

Syftet med denna kartläggning av bens(a)pyren är att identifiera och kvantifiera utsläppskällor och jämföra mätta och beräknade halter med kommande miljö kvalitetsnorm. Kartläggningen visar att miljö kvalitetsnormen klaras med god marginal i hela Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken. Vid regionens mest utsläppsbelastade gatuavsnitt, Hornsgatan i Stockholm uppmättes ett årsmedelvärde år 2008-2009 på 0,18 ng/m³. Osäkerheten gällande emissioner av bens(a)pyren är dock stor inom flera sektorer som från vedeldning och övriga biobränslen.

Beräkningsresultaten visas i kartor för varje kommun och avser halten av bens(a)pyren som årsmedelvärde år 2009. För Gävle och Sandviken visas kartor för respektive tätort med omgivning. Kartorna finns tillgängliga på Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbunds hemsida (<http://www.slb.nu/lvf>).

Inledning

Enligt EG:s rambdirektiv (96/62/EG) [1] har länderna i unionen, för att skydda innevånarnas hälsa, skyldighet att övervaka och säkerställa kvaliteten på utomhusluft i det egna landet. I rambdirektivet anges också principerna för hur övervakningen ska göras, bl.a. när mätningar och modellberäkningar ska användas. Rambdirektivet följs av dotterdirektiv med gränsvärden för olika luftföroreningar och krav på när dessa skall vara uppfyllda. Europaparlamentets och rådets dotterdirektiv 2004/107/EG [4] omfattar gränsvärde för bl.a. bens(a)pyren.

Bens(a)pyren ingår i gruppen polycykliska aromatiska kolväten, PAH, vilken är en stor grupp av organiska föreningar med en eller flera sammansatta bensenringar. I omgivningsluften existerar PAH både i partikulär- och gasform. Uppehållstiden för PAH i atmosfären varierar från några timmar upp till några dagar vilket betyder att utsläppens ursprung kan vara både lokala och regionala. En rad studier av

emissionerna och halterna av PAH har genomförts i Stockholmsregionen av SLB analys [11, 12, 13, 14]. Ett examensarbete genomfördes under 2004 [9] och ett forskningsprojekt har tidigare kvantifierat källor och halter av PAH i regionen [16]. En sammanställning av förekomsten av PAH och deras toxicitet presenterades av Boström et al. år 2002 [17].

Denna rapport omfattar en kartläggning av halterna av bens(a)pyren i Stockholm och Uppsala län samt tätorterna Gävle och Sandviken. I uppdraget ingår att identifiera de viktigaste utsläppskällorna, sammanställa resultat från mätningar samt att presentera kartor med bens(a)pyrenhalterna i länens kommuner och för tätorterna Gävle och Sandviken.

Direktiv och förordning

Syftet med direktiv 2004/107/EG [5] är att utvärdera och säkerställa kvaliteten i utomhusluften med avseende på bl.a. bens(a)pyren. Skälen till att reglera halterna i omgivningsluften av bens(a)pyren är de negativa effekter som utsläppen till luft kan förorsaka på människors hälsa och i miljön. Normvärdet för bens(a)pyren syftar till att begränsa människors exponering via inandning och spridningen i miljön.

Miljökvalitetsnormen för bens(a)pyren infördes i svensk lagstiftning 2007 via förordningen SFS 2007:771 [3], vilken är en revision av förordningen SFS 2001:527 [2]. Den skall tillämpas för utomhusluft med undantag för arbetsplatser samt väg- och arbetstunnlar. Normen är formulerad som ett målvärde vilket bör tolkas som motsvarande en bör-norm i svensk rätt. Enligt denna tolkning anses en bör-norm för utomhusluft vara överträdd då normen överskrids under ett meteorologiskt normalt år. Att överskridandet beror på verksamheter som varaktigt ger ett dominerande bidrag till överskridandet och att rimliga åtgärder inte redan har vidtagits för att begränsa utsläppen.

Direktivet anger också en övre och nedre utvärderingströskel. Överskrids den övre utvärderingströskeln ska kontrollen ske genom mätning som kan kompletteras med beräkning. Understiger halten den övre utvärderingströskeln får

kontrollen ske genom en kombination av mätning och beräkning. Om den nedre utvärderingströskeln klaras får kontrollen ske genom enbart beräkning eller objektiv uppskattning. Direktivet föreskriver att varje kommun skall kontrollera att miljökvalitetsnormen uppfylls inom kommunen. Kontrollen kan ske genom samverkan mellan flera kommuner. I tätbebyggelse ska kontrollen av miljökvalitetsnormen ske genom mätning. Tätbebyggelse avser områden med en folkmängd på 250 000 invånare eller fler eller om befolkningstätheten motiverar att luftkvaliteten säkerställs. I andra områden ska kontrollen ske genom mätning då det kan antas att normerna kan komma att överskridas. Mätningarna får kompletteras med beräkningar för att nödvändig information om luftkvaliteten ska kunna erhållas. Om kontrollen visar att normen kan komma att överskridas, ska kommunen underrätta Naturvårdsverket och berörda länsstyrelser.

Referensmetoden för mätning av bens(a)pyren i luften beskrivs i SS-EN 14902:2005 [5]. Referensmetoden bygger på manuell provtagning av PM10 (partiklar med en diameter mindre än 10 µm) motsvarande den som beskrivs i SS-EN 12341:1998 [6]. Insamlade filterprover efterbehandlas och analyseras med

hjälp av atomabsorptionsspektrometri eller ICP/masspektrometri. Kvalitetskraven på mätdata

gällande osäkerhet, datafångst och tidstäckning framgår av NFS 2007:7 [8].

Miljökvalitetsnormen

Miljökvalitetsnormer syftar till att skydda människors hälsa och naturmiljön. Normerna är bindande nationella föreskrifter vilka har utarbetats i anslutning till miljöbalken. Normvärden och begrepp grundas på gemensamma direktiv inom EU och ska spegla den lägsta godtagbara luftkvaliteten som människa och miljö tål enligt befintligt vetenskapligt underlag. En miljökvalitetsnorm ska klaras snarast möjligt, dock senast vid en för varje ämne angiven

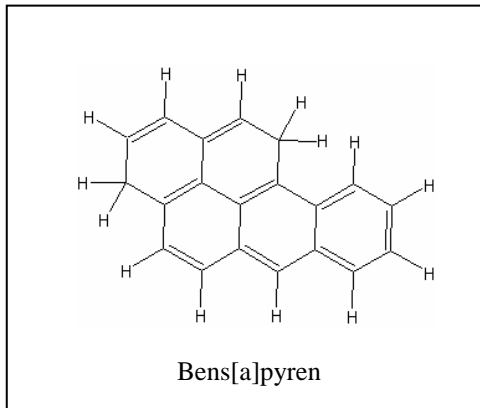
tidpunkt. För närvarande finns miljökvalitetsnormer för kvävedioxid, partiklar (PM10), bensen, kolmonoxid, svaveldioxid, ozon, bens(a)pyren, arsenik, kadmium och bly [3]. I tabell i nedan redovisas miljökvalitetsnormen för bens(a)pyren. Normen avser mätningar under ett kalenderår i PM10-fraktionen d.v.s. PAH bundet till inandningbara partiklar.

Tid för medelvärde	Normvärde (ng/m ³)	Utvärderingströsklar övre/nedre
Kalenderår	1.0 (årsmedelvärde)	0.6/0,4 (årsmedelvärde)

Tabell 1 Miljökvalitetsnorm för bens(a)pyren gällande from 1 januari 2013

Kemiska egenskaper

Bens(a)pyren ingår i gruppen polyaromater (PAH) som är en stor grupp av organiska föreningar bestående av tre eller fler sammansatta bensen ringar.



Alla är PAH:er är fettlösliga och densiteten är hos de flesta något större än vatten. De flesta PAH:er är stabila och i en del fall bioackumulerande d.v.s. inte biologiskt nedbrytbara och kan därför ansamlas i levande organismer. De PAH:er som är uppbyggda av fyra bensenringar kan föreligga både i gas och i partikelfas där jämvikten bl.a. bestäms av temperatur,

I figuren nedan visas bens(a)pyren molekylformel med fem bensenringar.

koncentration, relativa fuktighet, lösligheten för ämnet och de kemiska egenskaperna hos partikeln. Större PAH:er med fem eller flera sammansatta bensenringar som t.ex. bens(a)pyren är huvudsakligen bundna till partiklar. I urbana områden finner man de högsta halterna av PAH på sotpartiklar [9].

Atmosfärisk omvandling av PAH

Om man bortser från utsläppen av PAH finns det i huvudsak två orsaker till att halten lokalt kan förändras i omgivningsluften. Den ena är torr eller våt deposition av PAH:er från både gas- och partikelfas, den andra är en fotokemisk omvandling med hjälp av solljus och reaktiva molekyler som t.ex. ozon.

Deposition

Vid torrdeposition tas partiklar och gaser direkt upp på olika ytor; vatten, byggnader eller andra marktytor såsom växtlighet. Vid våtdeposition tas PAH i gas- eller partikel form upp av moln- och nederbördsdroppar och förs till marken via nederbörd.

Fotokemisk omvandling

PAH i gasfas omvandlas i ett antal fotokemiska processer. Viktiga oxidanter är hydroxyradikalen (OH), nitratradikalen (NO₃) och ozon (O₃). Fotokemisk oxidation är beroende av solljusets inverkan. Uppehållstiden för de mest reaktiva PAH:er under sommarhalvåret är enstaka timmar medan det

under vinterhalvåret är flera dygn. Partikelbundet PAH, såsom bens(a)pyren, finns adsorberade på eller i partiklar, där de kan vara skyddad mot fotokemisk omvandling. Partiklarna har olika egenskaper beroende på ursprung vilket gör det svårt att bestämma reaktionshastigheter och uppehållstider i atmosfären för partikelbundet PAH [9].

Emission av bens(a)pyren

Emissionsdata utgör indata i spridningsmodellen vid framräkning av halter av bens(a)pyren. Spridningsberäkningar med gaussmodellen för ABC-län har utförts med Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbunds länstäckande emissionsdatabas för år 2006 [10]. För Gävle har två emissionsdatabaser använts. Gvluppv_06 beskriver utsläppen från individuell vedeldning medan edb_s06 beskriver övriga utsläpp. Den senare emissionsdatabasen har även använts för haltberäkningar i Sandviken.

Osäkerheten gällande utsläpp från arbetsfordon är alltför stora och dåligt kartlagda i tid och rum. Dessa utsläpp har därför exkluderats i samtliga emissionsdatabaser både för ABC-län och för Gävle och Sandviken. Även om deras utsläpp kan vara betydelsefullt, förväntas de inte påverka den totala befolkningens exponering utan ha mer lokal påverkan vid t ex byggarbetsplatser där ett fåtal människor vistas under begränsade tidsperioder.

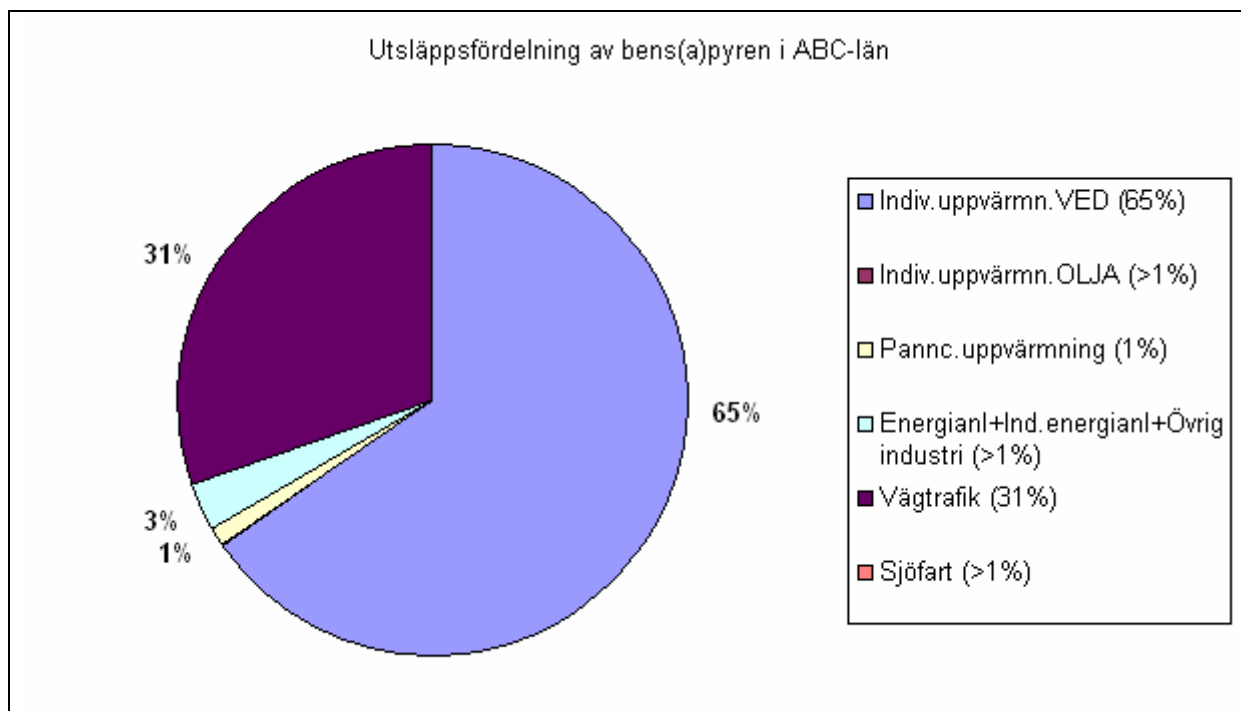
Utsläppsfördelning i Stockholms- och Uppsala län

Osäkerheten gällande utsläpp av bens(a)pyren är generellt stor inom alla sektorer i ABC-län. De två dominerande utsläppskällorna är enskild uppvärmning med ved och fordonsavgaser från vägtrafiken. Andra sektorer med betydligt mindre utsläpp är individuell uppvärmning med olja, panncentraler, energianläggningar, industri och sjöfart. För handelsfartygen i ABC-län används samma emissionsfaktor som färjetrafiken. Detta bedöms underskatta utsläppen då färjetrafiken har effektivare avgasrening och renare bränslen än handelsfartyg.

Tabell 2 visar emissioner av bens(a)pyren i kg/år för kommunerna i Stockholms och Uppsala län. De samlade utsläppen i länen uppgick till 73 kg år 2006. Emissionerna ligger till grund för de haltberäkningar som gjorts i Stockholms och Uppsala län. I figur 1 illustreras den procentuella fördelningen av totalutsläppen, sektorsvis i ABC-län.

Sektor	Bens(a)pyren kg/år 2006
Individuell uppvärmning (ved)	48
Individuell uppvärmning (olja)	0,021
PC-uppvärmning (tot)	0,74
Energianl, Industri	2,2
Vägtrafik	22
Sjöfart	0,24
Summa	73

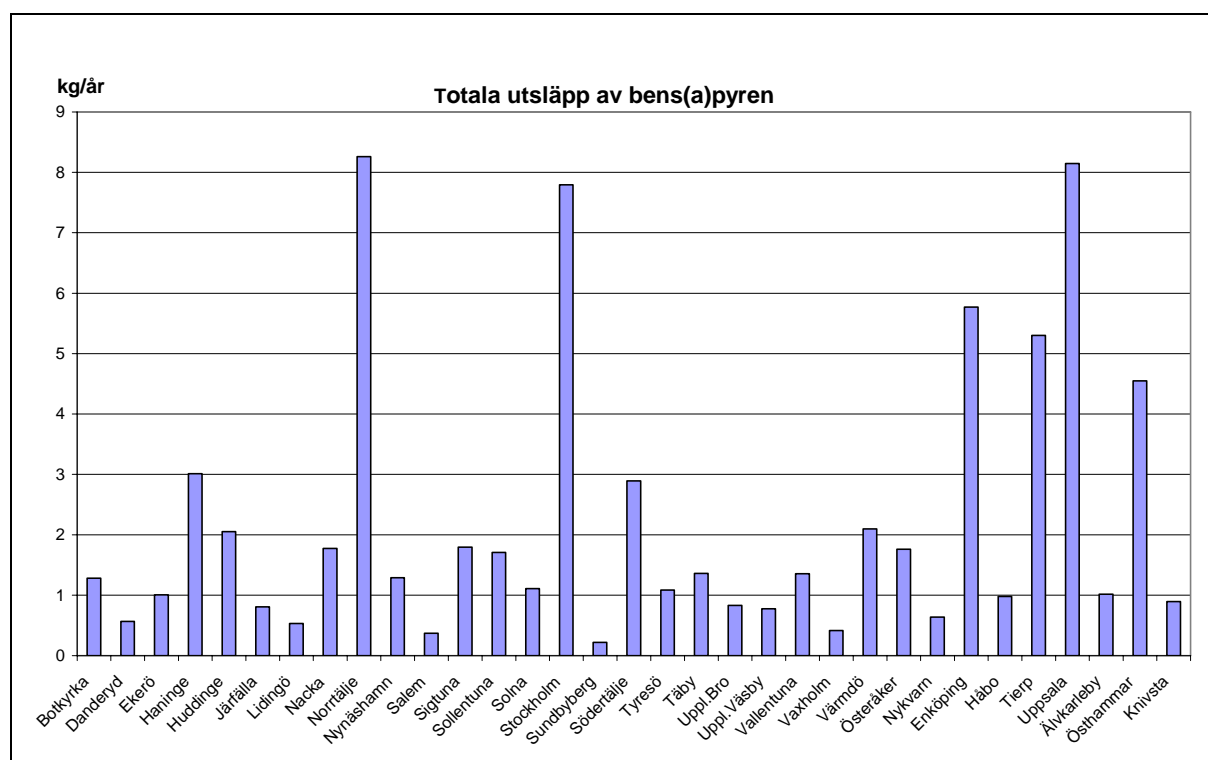
Tabell 2 Utsläpp av bens(a)pyren i kg/år i ABC-län år 2006



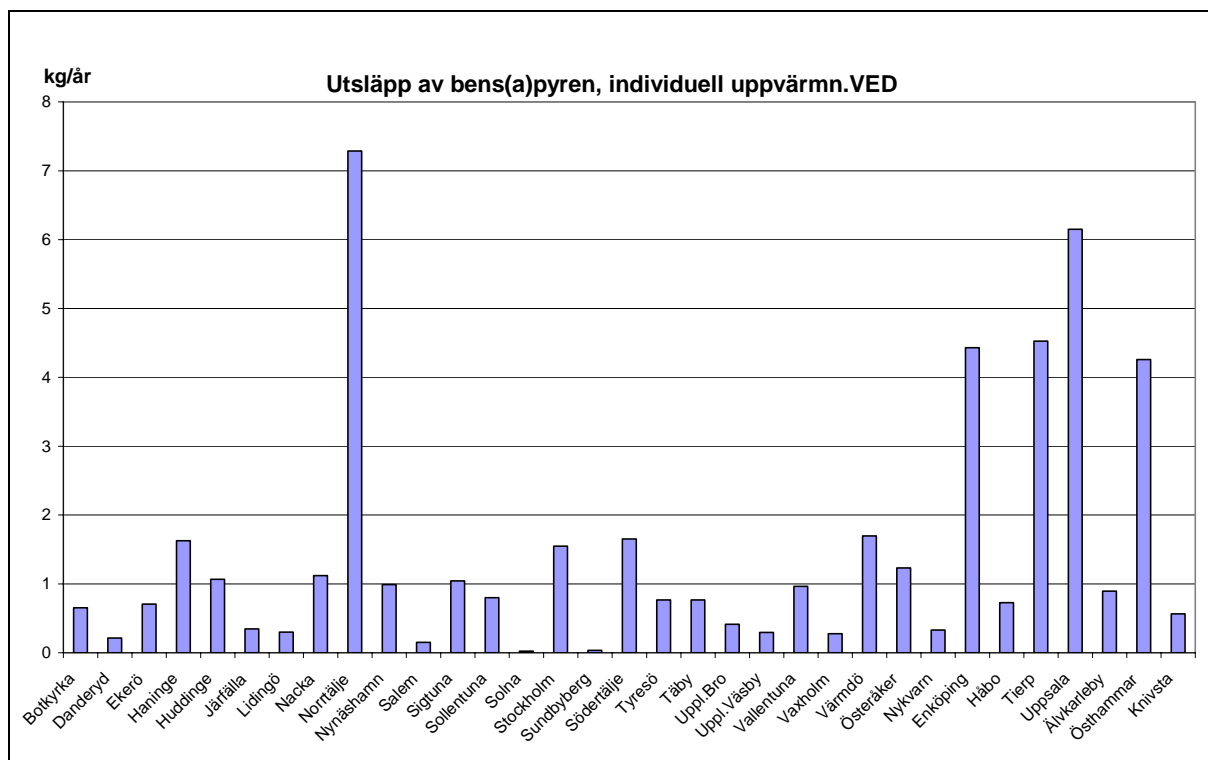
Figur 1 Utsläppsfördelning av bens(a)pyren i ABC-län år 2006

Figur 2 visar kommunernas samlade utsläpp av bens(a)pyren i ABC-län. Utsläpp från individuell vedeldning i figur 3 och från vägtrafik i figur 4,

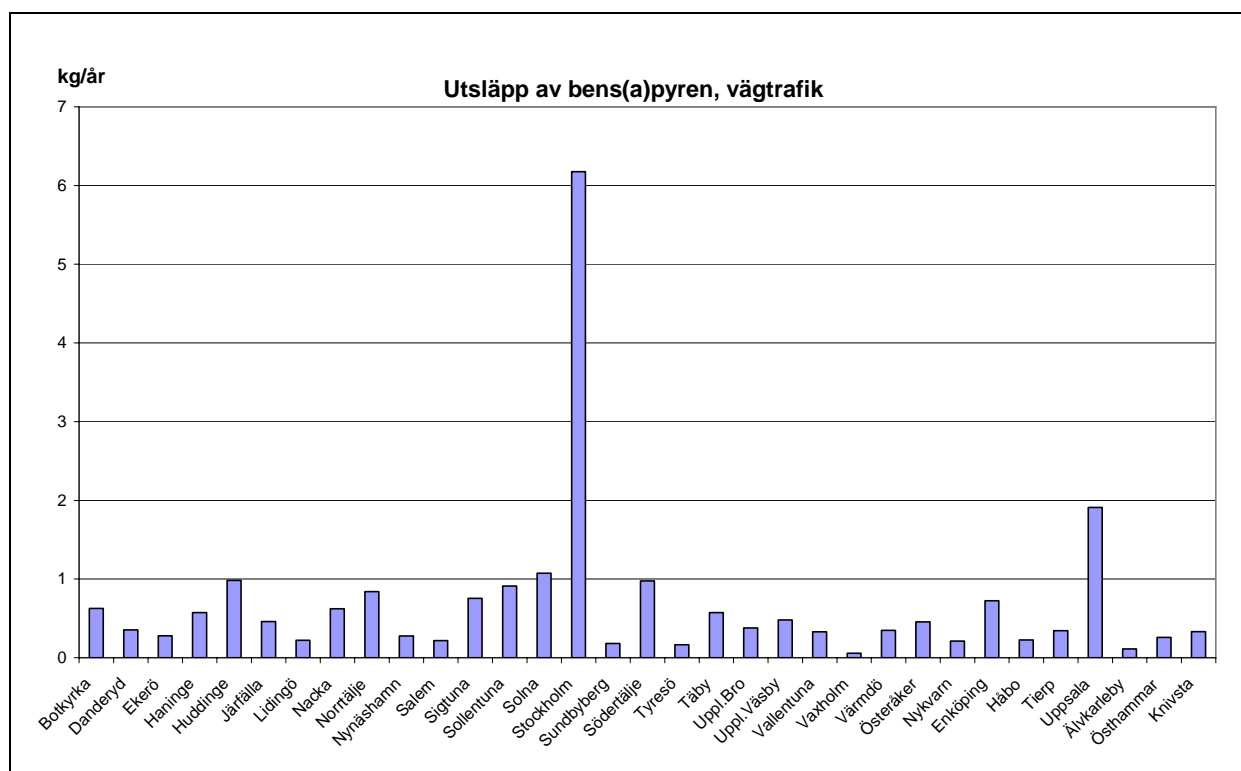
dominerar utsläppen och står för ca 96 % av de totala utsläppen.



Figur 2 Totala utsläpp av bens(a)pyren i kommunerna i ABC-län, kg/år 2006



Figur 3 Kommunvisa utsläpp av bens(a)pyren från vedeldning i ABC-län, kg/år 2006



Figur 4 Kommunvisa utsläpp av bens(a)pyren från vägtrafik i ABC-län, kg/år 2006

Gävle och Sandviken

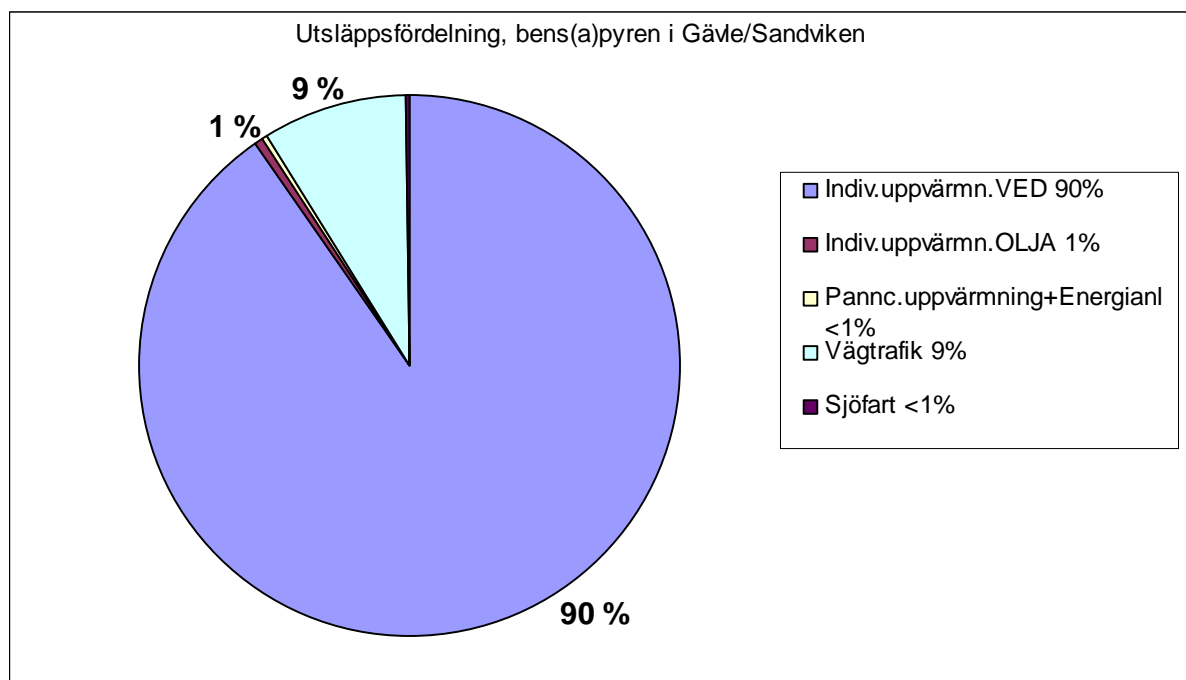
Även för Gävle och Sandviken är osäkerheten stor när det gäller utsläpp av bens(a)pyren. Enskild uppvärmning med ved som är den största källan finns beskriven som punktkällor i emissionsdatabasen för Gävle och som gridkälla i Sandviken. Det gäller även individuell uppvärmning med olja. Handelsfartygen i Gävle använder samma emissionsfaktor som

färjetrafiken i ABC-län vilket bedöms underskatta utsläppen från sjöfarten.

Tabell 2 visar emissionerna av bens(a)pyren i kg/år som finns beskrivna i emissionsdatabaserna. De samlade utsläppen år 2006 var 25 kg. I figur 5 illustreras den procentuella fördelningen av totalutsläppen, sektorsvis i Gävle och Sandviken.

Sektor	Bens(a)pyren kg/år 2006
Individuell uppvärmning (ved)	23
Individuell uppvärmning (olja)	0,12
PC-uppvärmning+Energianl	0,05
Vägtrafik	1,8
Sjöfart	0,04
Summa	25

Tab. 3 Utsläpp av bens(a)pyren i kg/år i Gävle och Sandviken år 2006



Figur 5 Utsläppsfördelning av bens(a)pyren i Gävle och Sandviken år 2006

Mätningar av bens(a)pyren

Mätningar av bens(a)pyren i både trafikmiljö och i urban bakgrund visar en trend av minskande halter sedan mitten av 1990-talet. Mätningar som ingått i IVL:s urbanmätnät visar att trenden av minskande halter är tydlig i både mindre och större tätorter över hela landet [20]. Den regionala bakgrundshalten visar däremot ingen minskning. Mätningar vid Aspvreten i Södermanland visar att halten av bens(a)pyren varit på ungefär samma nivå sedan 1997. Mätningar i hela landet visar en tydlig årstidsvariation med de högsta

halterna under vintermånaderna. En generell omräkningsfaktor för vinterhalvårsmedelvärden till årsmedelvärden saknas för bens(a)pyren. Presenterade vinterhalvårsmedelvärden från urbanmätnätet har räknats om till årsmedelvärden med faktorn 0,6. Faktorn är hämtad från mätningar under ett år, 2008-2009, på Torkel Knutssonsgatan och Hornsgatan i Stockholm.

Regional bakgrundshalt

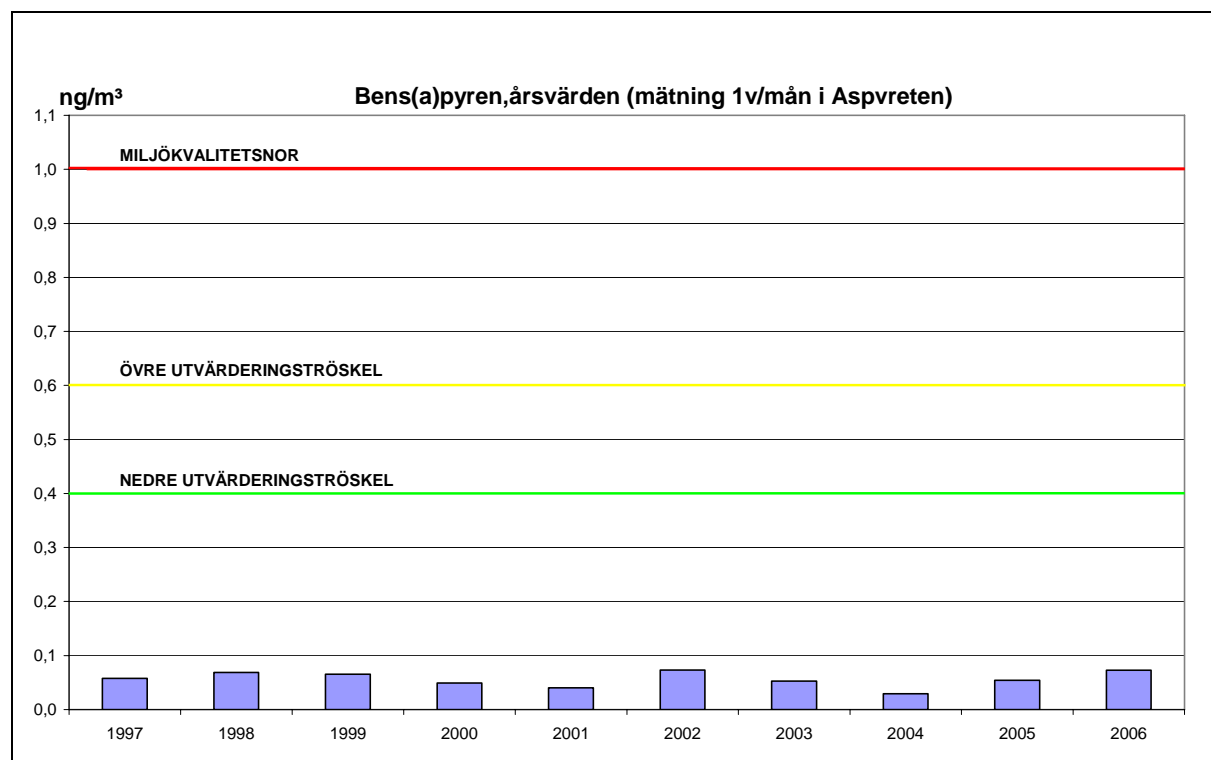
Den regionala bakgrundshalten domineras av haltbidrag från källor utanför regionen. Förorenad luft från främst kontinenten och Östeuropa transporteras in

med sydliga vindar och ger periodvis förhöjda halter. Lokala utsläpp adderas till den regionala bakgrundshalten till en totalhalt.

Aspvreten

Den regionala bakgrundshalten av bens(a)pyren i Stockholms och Uppsala län samt Gävle och Sandviken kommun representeras av halter vid Aspvreten i Södermanland [21]. Mätningar har pågått där sedan mitten av 1990-talet fram till år 2006.

Provtagningen har gjorts under en vecka varje månad och sammanställts till årsmedelvärden. Halten har varit relativt konstant med små variationer över tiden. Medelhalten under perioden är ca 0,06 ng/m³, se figur 6.



Figur 6 Halter av bens(a)pyren i PM10-fraktionen i ng/m³ vid Aspvreten. Regional bakgrundshalt.

Urban bakgrundshalt

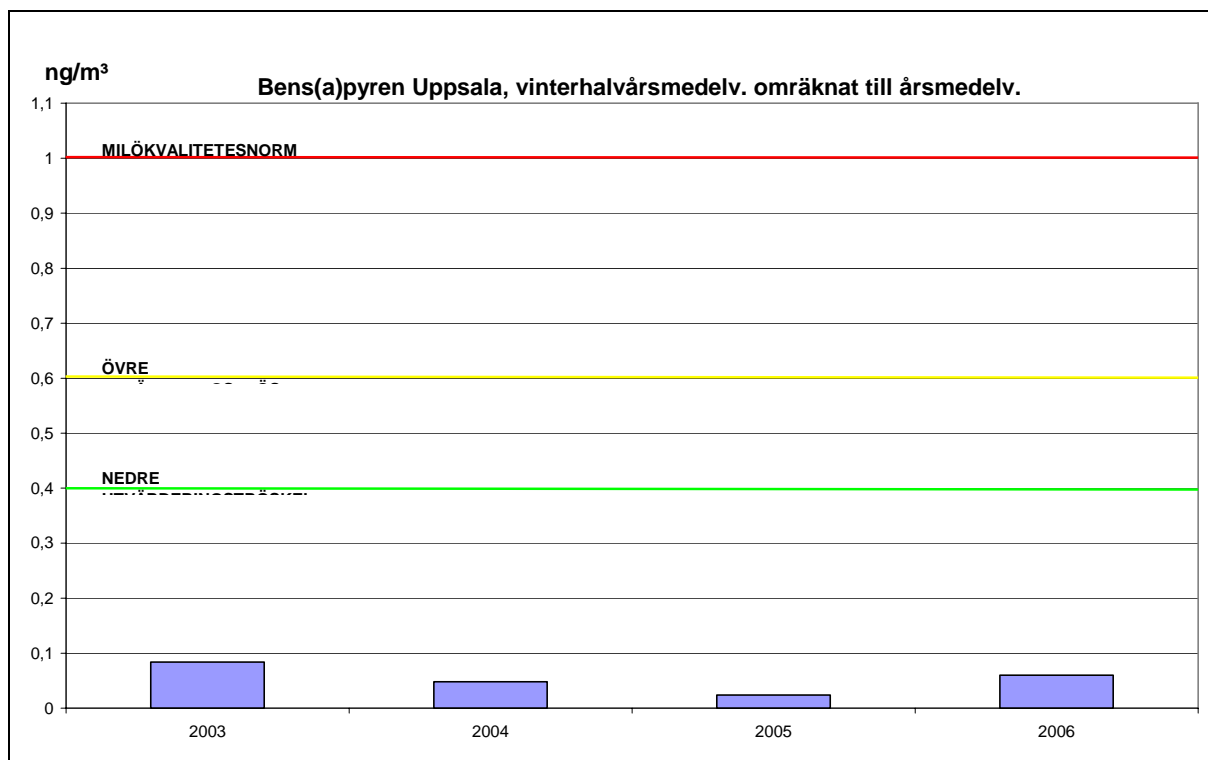
Urban bakgrundshalt representerar halten på lågt utsläppsbelastade platser i tätorter och urbana

områden t.ex. ovan taknivå, på innergårdar och längs gågator.

Uppsala

Inom projektet urbanmätnätet har IVL utfört mätningar av bens(a)pyren i Uppsala under fyra vinterhalvår från 2002/2003 till 2005/2006 [20]. Mätningarna gjordes i urban bakgrundsmiljö på en gågata i centrala Uppsala. Mätmetoden var dygnsvis provtagning på filter med fraktionsavskiljning för

PM10. I figur 7 visas vinterhalvårsmedelvärden omräknade till årsmedelvärden med faktor 0,6. Haltnivåerna år 2003 var 0,08 ng/m³, år 2004 0,05 ng/m³, år 2005 0,02 ng/m³ och 2006 0,06 ng/m³. Normvärdet klarades med god marginal.

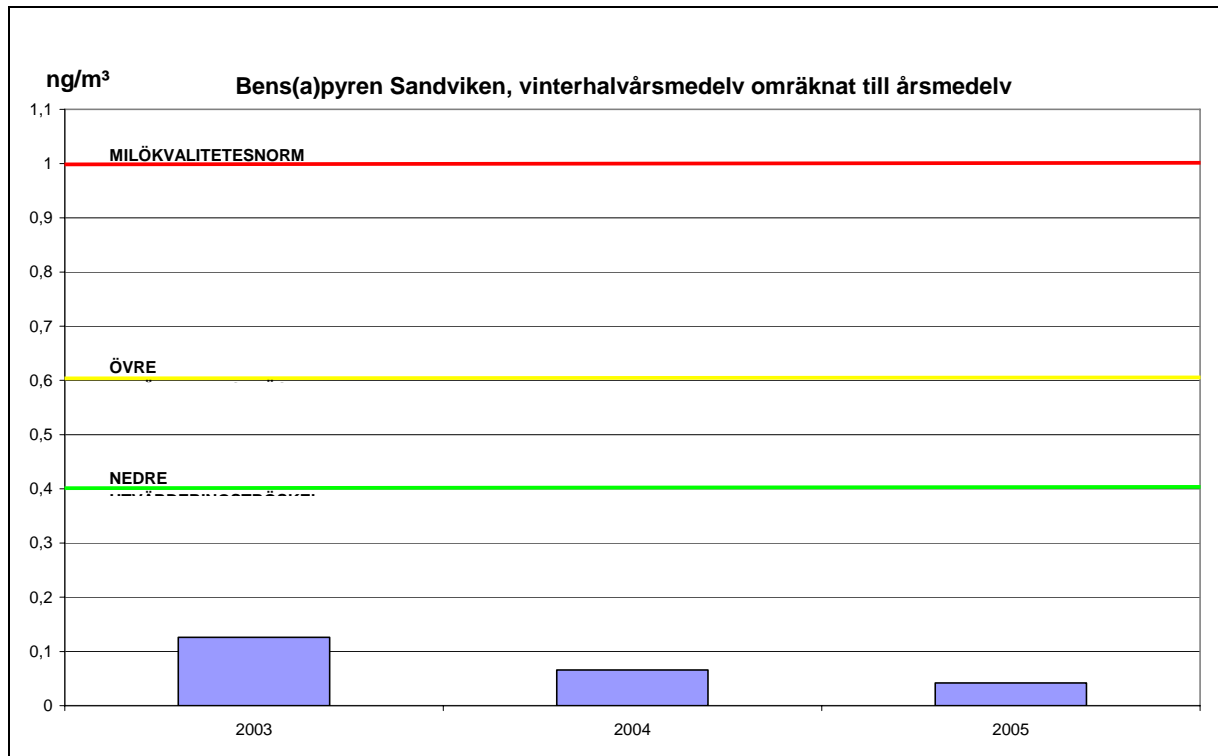


Figur 7 Halter av bens(a)pyren i PM10-fraktionen i ng/m³. Urban bakgrundshalt

Sandviken

I Sandviken har IVL också utfört mätningar som pågick under tre vinterhalvår från 2002/2003 till 2004/2005 i urban bakgrundsmiljö [20]. Mätningarna utfördes på motsvarande sätt som i Uppsala. I figur 8 framgår uppmätta vinterhalvårsmedelvärden

omräknade till årsmedelvärden med en faktor 0,6. Haltnivåerna år 2003 var 0,13 ng/m³, år 2004 0,07 ng/m³ och 2005 0,04 ng/m³. Normen klarades med god marginal under samtliga år.

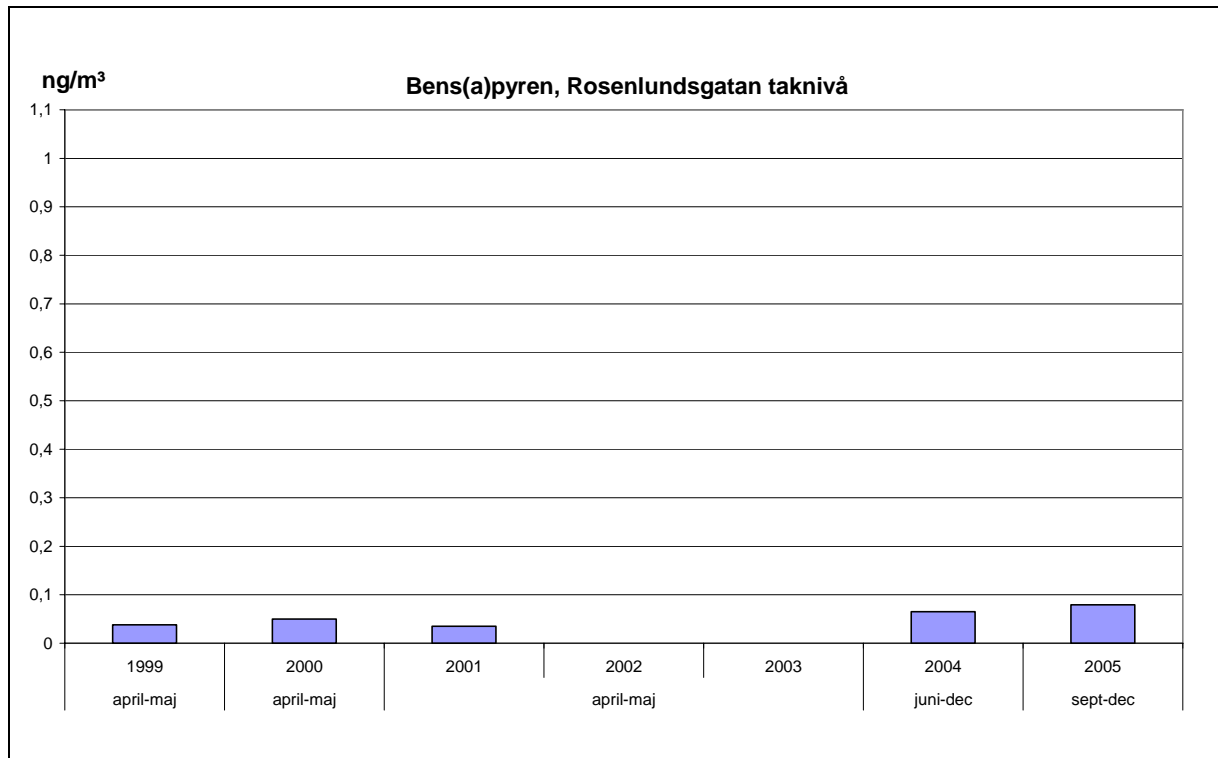


Figur 8 Halter av bens(a)pyren i PM10-fraktionen i ng/m³. Urban bakgrundshalt.

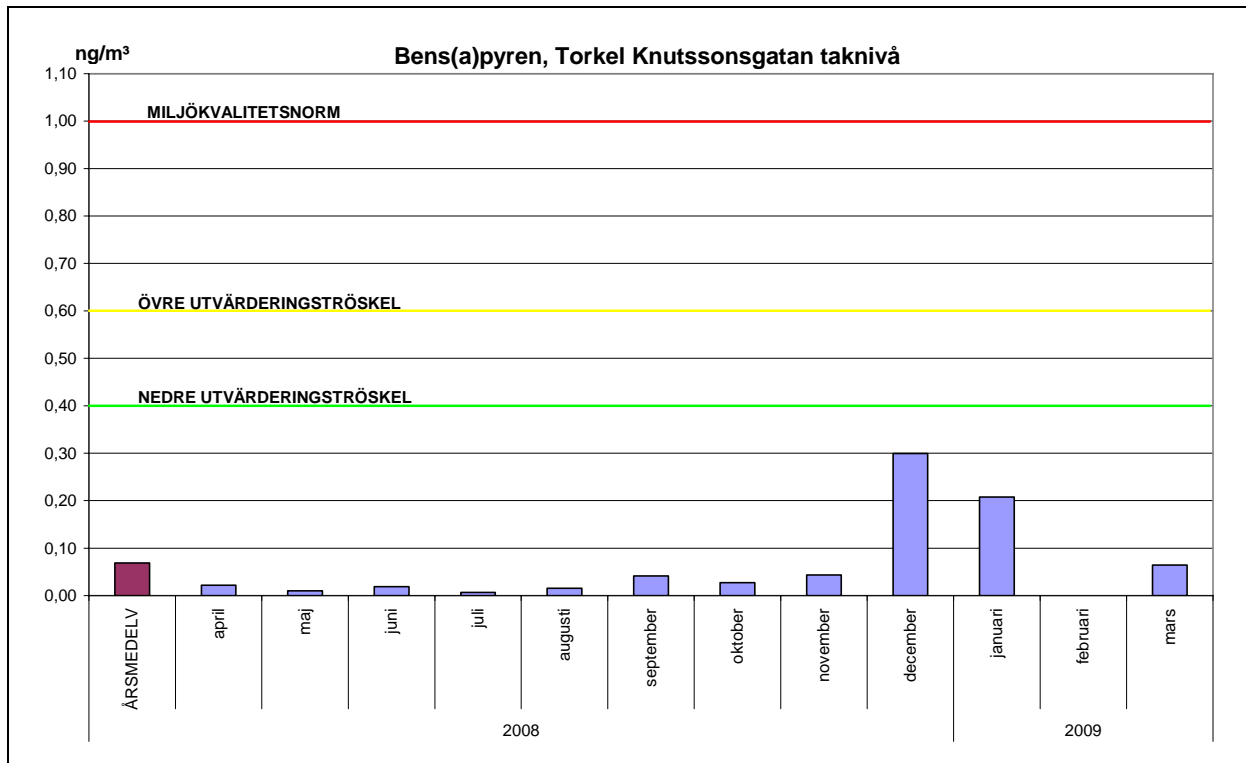
Stockholm

Mätningar ovan taknivå vid Rosenlundsgatan i Stockholm utfördes av SLB-analys från år 1999 till 2001 samt 2004 och 2005. Mätperioderna har varierat under åren från två till sju månader per år, se figur 9. I figur 10 visas månadsvariationen och årsmedelvärde på Torkel Knutssonsgatan under 2008-2009. Mätplatsen Torkel Knutssonsgatan taknivå finns

beskriven på Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbunds hemsida (www.slb.nu/lvf). Mätmetoden var dygnsvis provtagning på filter med fraktionsavskiljning för PM10 under en vecka per månad. Årsmedelvärdet på 0,07 ng/m³ understiger normvärdet med stor marginal..



Figur 9 Halter av bens(a)pyren i PM10-fraktionen i ng/m³. Urban bakgrundshalt vid Rosenlundsgatan

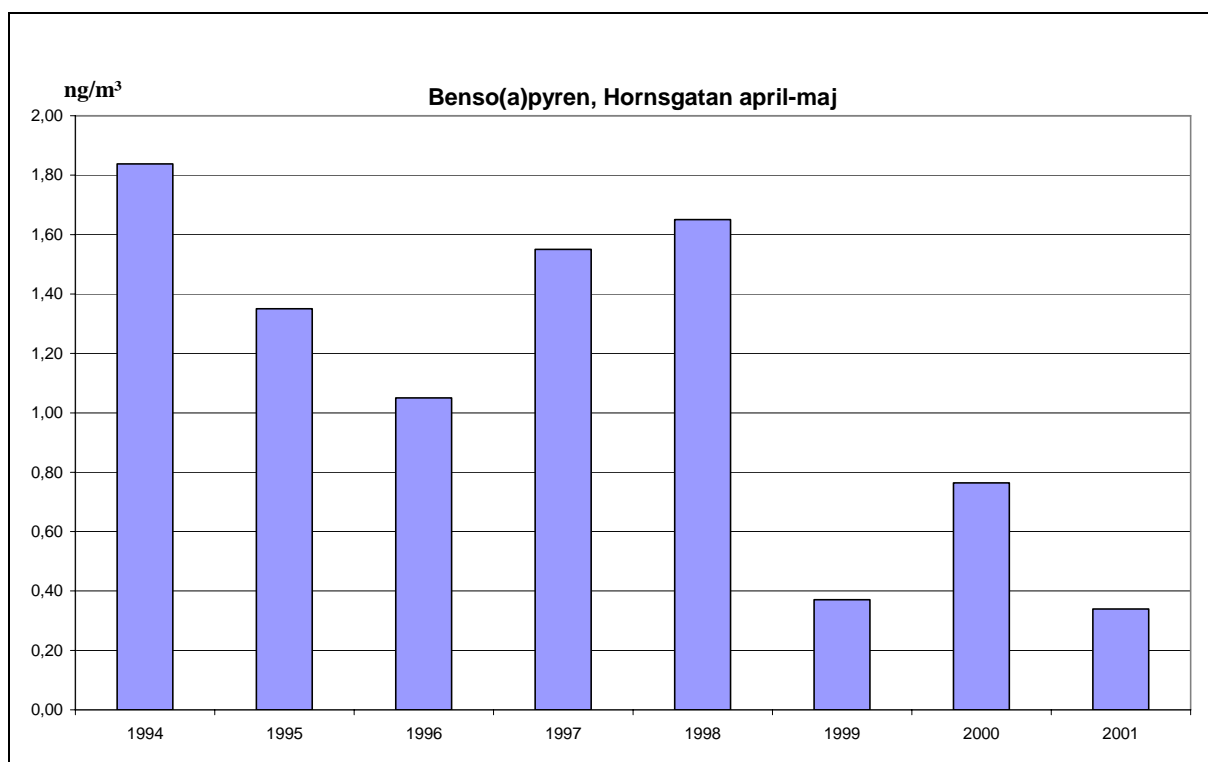


Figur 10 Halter av bens(a)pyren i PM10-fraktionen i ng/m³. Urban bakgrundshalt vid Torkel Knutssonsgatan

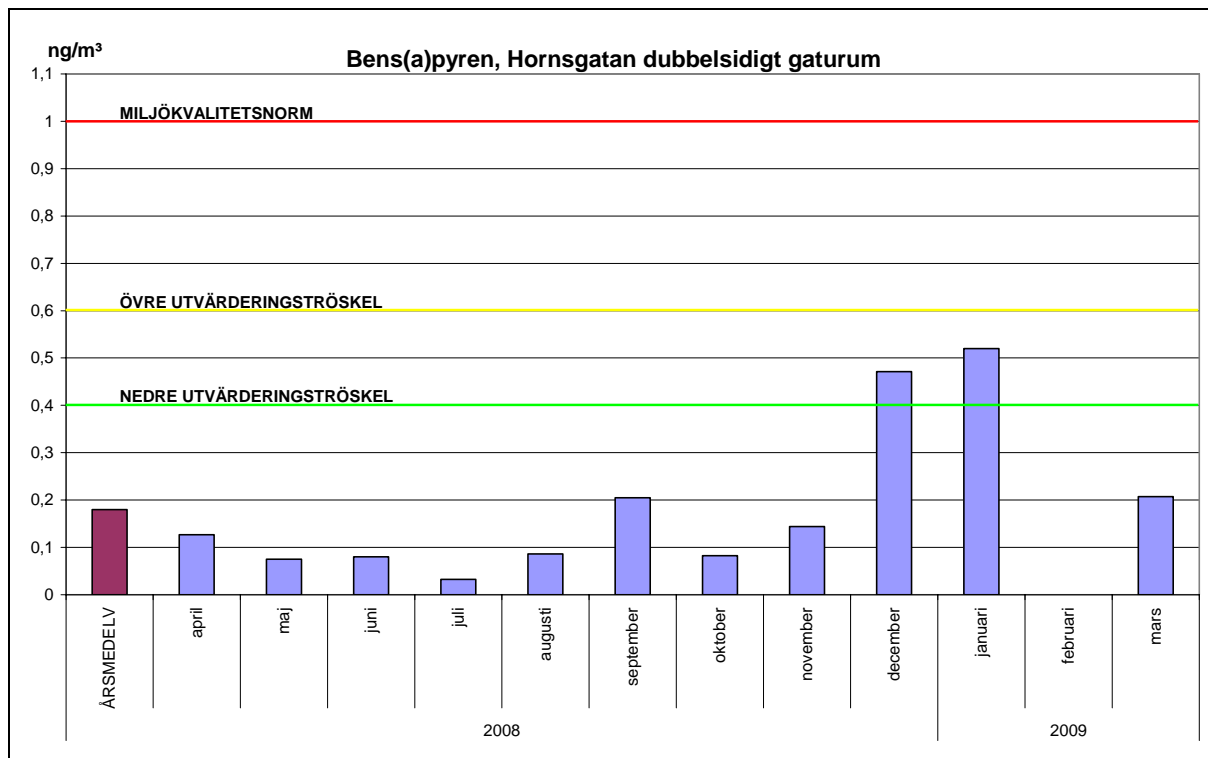
Mätning i trafikmiljö

De högsta halterna i trafikmiljö uppkommer i vägtunnlar, längs infartsleder i de större tätorterna och i hårt trafikbelastade gaturum. Bens(a)pyren har mätts i liten omfattning i trafikmiljö i Stockholms och Uppsala län. Under perioden 1994-2001 gjordes årliga mätningar under april-maj på Hornsgatan i Stockholm. Mätmetoden var veckovis provtagning på filter utan fraktionsavskiljning (partikelavskiljningen varierar; mindre än 50 – mindre än 100 μm) ca två meter ovan gatunivå. I figur 11 visas mätta halter vid Hornsgatan 110. Halterna minskade kraftigt från 1994 till 2001. Orsaken bedöms vara införandet av citydiesel som minskade utsläppen från den tunga trafiken och en allt större andel fordon med katalytisk avgasrening.

I figur 12 visas månadsvariationen och årsmedelvärde uppmätt ca 3,5 meter ovan gatunivå vid Hornsgatan 110 under ett år 2008-2009. Mätmetoden var dygnsvis provtagning på filter med fraktionsavskiljning för PM10. Hornsgatan är en av regionens mest utsläppsbelastade gatuavsnitt med dåliga ventilationsförhållanden i och med dubbelsidig bebyggelse och ett smalt gaturum. Årsmedelvärdet på 0,18 ng/m^3 understiger ändå miljökvalitetsnormen med stor marginal.



Figur 11 Totalhalter bens(a)pyren i ng/m^3 . Periodmedelvärden april-maj ca 2 meter ovan gatunivå



Figur 12 Halter av bens(a)pyren i PM10-fraktionen i ng/m³, ca 3,5 meter ovan gatunivå

Spridningsmodeller

Spridningsberäkningar för bens(a)pyren har utförts med hjälp av SMHI-Airviro-gaussmodell och SMHI-Airviro-vindmodell [11].

SMHI-Airviro-gaussmodell

SMHI-Airviro gaussiska spridningsmodell har används för att beräkna den geografiska fördelningen av luftföroreningshalter två meter ovan öppen mark. I områden med tät bebyggelse representerar beräkningarna halter två meter ovan taknivå. Gridstorleken, dvs. beräkningsrutornas storlek varierar från 100x100 meter till 500x500 meter. För att beskriva haltbidragen från utsläppskällor som ligger utanför det aktuella området har beräkningar gjorts för hela Stockholms och Uppsala län. Haltbidragen från källor utanför länen har erhållits från mätningar vid Aspvreten.

SMHI-Airviro-vindmodell

Halten av luftföroreningar kan variera mellan olika år beroende på variationer i meteorologiska faktorer och intransport av långväga luftföroreningar. När luftföroreningshalter jämförs med

miljökvalitetsnormer ska halterna vara representativa för ett normalår. Som indata till SMHI-Airviro vindmodell har därför en klimatologi baserad på meteorologiska mätdata under en flerårsperiod (1993-2005) använts. De meteorologiska mätningarna hämtas från en 50 meter hög mast i Högdalen i Stockholm och inkluderar horisontell och vertikal vindhastighet, vindriktning, temperatur, temperaturdifferensen mellan tre olika nivåer samt solinstrålning. Vindmodellen tar även hänsyn till variationerna i markanvändningen och de lokala topografiska förhållandena som påverkar meteorologin. För Gävle och Sandviken kommun har en klimatologi använts som baserats på en sk virtuell mast i Valbo under perioden januari 2003 till september 2005. Data till den virtuella masten kommer från SMHI's analysystem för väderobservationsdata, MESAN (Mesoskaligt analysystem) [18]. I MESAN interpoleras data, från olika typer av observationssystem, till ett rikstäckande nät av analyspunkter med tätheten 11 km.

Osäkerhet i beräkningarna

Modellberäkningar av luftföroreningshalter innehåller osäkerheter. Systematiska fel uppkommer när modellen inte på ett korrekt sätt förmår ta hänsyn till alla faktorer som kan påverka halterna. Kvaliteten på indata är en annan parameter som påverkar hur väl resultatet speglar verkligheten. För att få en uppfattning om den totala noggrannheten i hela beräkningsgången dvs. emissionsberäkningar, vind- och stabilitetsberäkningar samt spridningsberäkningar har modellberäkningarna jämförts med mätningar av både luftföroreningar och meteorologiska parametrar i länet. Hänsyn har också tagits till intransporten av luftföroreningar baserat på mätningar vid bakgrundsstationen Norr Malma, 15 km nordväst om Norrtälje. Spridningsberäkningar jämförs fortlöpande med kontinuerliga mätningar i olika utsläppsbelastade

miljöer i Stockholms och Uppsala län. Jämförelserna visar att beräknade halter av kvävedioxid (NO₂) och inandningsbara partiklar (PM10) gott och väl uppfyller kraven på överensstämmelse mellan uppmätta och beräknade halter enligt Naturvårdsverkets föreskrift om kontroll av miljökvalitetsnormer för utomhusluft, NFS 2007:7 [8]. För benso(a)pyren kan osäkerheterna vara större på vissa platser beroende på osäkerheterna i emissionerna, exempelvis i områden där vedeldning är den största källan. Osäkerheterna i vedeldningens utsläpp hänger samman med många faktorer såsom mängden ved som förbrukas, typ av anläggning och hur veden eldas [19].

Spridningsberäkningar

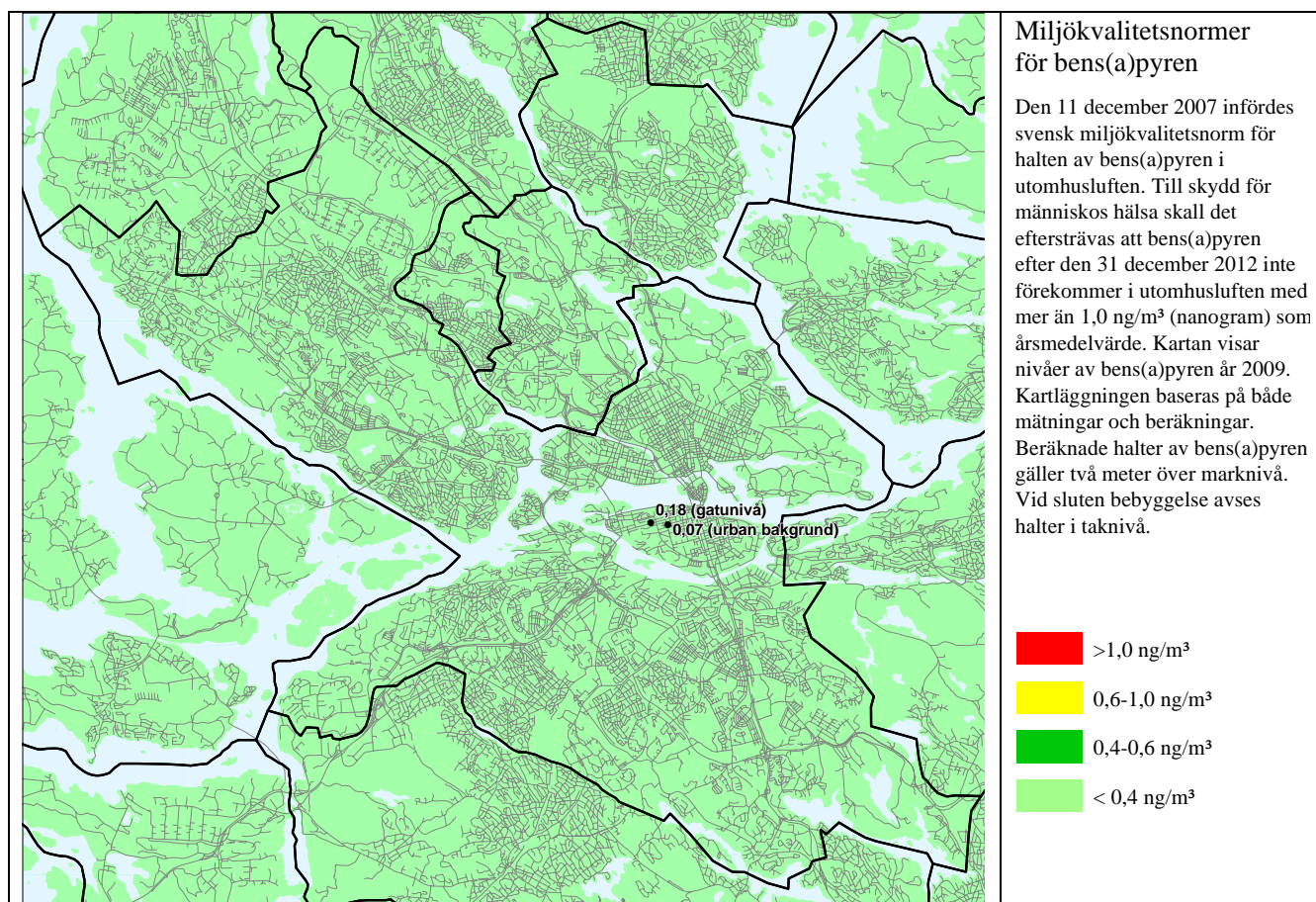
Spridningsberäkningarna i denna kartläggning av bens(a)pyren-halter i ABC-län samt i tätorterna Gävle och Sandviken avser år 2009. Till de beräknade halterna har en regional bakgrundshalt (0,045 ng/m³) adderats, uppmätt i Aspvreten i Södermanland.

Miljö kvalitetsnormen på 1,0 ng/m³ inklusive övre och nedre utvärderingströskel klaras på de allra flesta platser i kartläggningsområdet, även i hårt trafikbelastade gaturum med dubbelsidig bebyggelse i Stockholms innerstad.

Resultat

Kartläggningen av bens(a)pyren presenteras med kartor för varje kommun i ABC-län och med tätortskartor för Gävle och Sandviken. Kartorna återfinns på Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbunds hemsida (<http://www.slb.nu/lvf>).

Figur 13 visar beräknade halter av bens(a)pyren i Stockholms kommun samt uppmätta halter i trafikmiljö på Hornsgatan och i bakgrundsmiljö på Torkel Knutssongsgatan ovan taknivå.



Figur 13 Årsmedelhalter av bens(a)pyren i ng/m³ i Stockholms kommun år 2009

Hälsoeffekter

WHO har uppskattat att livstidsrisken för lungcancer orsakad av bens(a)pyren är 1 per miljon vid en genomsnittlig lufthalt på cirka 0,01 ng/m³. I Sverige har bens(a)pyren uppskattats stå för cirka hälften av den cancerframkallande effekten av PAH i tätortsluft. [16]. Lågrisknivån är 0,1 ng/m³ vilken riskerar att överskridas t.ex. i slutna gaturum med stor trafikbelastning som vid Hornsgatan i Stockholm. Det största intaget av PAH i Sverige sker via födan och inandningsluften. PAH omvandlas i människokroppen

och blir vattenlösliga. I övergången till vattenlöslighet bildas reaktiva elektrofila intermediärer som kan vara giftigare än modersubstansen. Dessa intermediärer kan påverka DNA-strukturer och kan ge upphov till cancer. Exempel på arbetsmiljöer med förhöjda PAH-halter är aluminiumsmältverk, järn- och stålgjuterier, koks industri samt asfaltsläggning [9].

Referenser

1. Europarådets direktiv 96/62/EG om utvärdering och säkerställande av luftkvaliteten
2. Miljödepartementet 2001, Förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft (SFS 2001:527).
3. Miljödepartementet 2007, Reviderad förordning om miljö kvalitetsnormer för utomhusluft (SFS 2007:771).
4. Förslag till miljö kvalitetsnormer för arsenik, kadmium, nickel och bens(a)pyren, Konsekvensanalys för införande i svensk lagstiftning av direktivet 2004/107/EG, Naturvårdverket
5. SS-EN 14902:2005 Utomhusluft – Standardmetod för mätning av Pb, Cd, As och Ni i PM 10-fraktionen av svävande partiklar
6. SS-EN 12341:1998 Air quality – Determination of the PM10 fraction of suspended particulate matter – Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods
8. NFS 2007:7 Naturvårdverkets föreskrifter om kontroll av miljö kvalitetsnormer för utomhusluft.
9. Polycykliska aromatiska kolväten I stadsluft – källor spridning och betydelse för folkhälsan. Peter Sundkvist, examensarbete I miljö- och hälsoskydd, Stockholms universitet, 2004
(http://slb.nu/slb/rapporter/pdf8/uni2004_Ex1.pdf).
10. LVF 2007:9. Luftföroreningar i Stockholms och Uppsala län – utsläppsdata 2006, Stockholms och Uppsala läns Luftvårdsförbund
11. SMHI Airviro Dispersion:
<http://www.smhi.se/airviro/modules/dispersion/dispersion-1.6846>
12. Johansson C, Hansson HC, Westerholm R, Pettersson M, Johansson P-Å och Burman L., 1998. Luftföroreningar i staden, PAH. Projekt rapport Monitor. Stockholms Miljöförvaltning Luft och Buller Analys, Box 38024, 100 64 Stockholm.
13. Johansson, C., Pettersson, M., Burman, L., Johansson, P.-Å. & Höglund, P., 2000. Beräknade halter av PAH, bensen och partiklar. SLB-analys, rapport 2000:7.2, Miljöförvaltningen, Box 38 024, 100 64 Stockholm.
14. Larnesjö, P., Johansson, C. och Pettersson, M. Utsläpp av PAH, bensen och partiklar i Stockholm. Stockholms och Uppsala läns luftvårdsförbund, Rapport nr. 2000:7.1. Göta Ark 190, 118 72 Stockholm.
15. Hellebuyck, A., Jonsson, A. and Johansson, C., 2002. PAH i sediment i Stockholmsområdet – halter och källor. SLB analys, rapport nr. 1:2002. Miljöförvaltningen, Box 38 024, 100 64 Stockholm.
16. Johansson, C., Wideqvist, U., Hedberg, E., Vesely, V., Swietlicki, E., Kristensson, A., Westerholm, R., Elswar, L., Johansson, P.Å., Burman, L., Pettersson, M., 2001. Cancerframkallande ämnen – Olika källors betydelse för spridningen och förekomsten i Stockholm. Institutet för tillämpad miljöforskning (ITM), Stockholms universitet, ITM rapport 90, ISSN 1103 341X.
17. Boström, C.E., Gerde, P., Hanberg, A., Jernström, B., Johansson, C., Kyrklund, T., Rannung, A., Törnqvist, M. Victorin, K., and Westerholm, R., 2002. Cancer risk assessment, indicators, and guidelines for polycyclic aromatic hydrocarbons in the ambient air. Environmental Health Perspectives, 110, supplement 31, 451-488.
18. Häggmark L., Ivarsson K.I., Gollvik S. and Olofsson P.O.: Mesan, an operational mesoscale analysis system. Tellus 52A, pp. 1-20, 2000.
19. Johansson, C., Pettersson, M. & Omstedt, G., 2003. Metodik för utvärdering av den lokala vedeldningens påverkan på luftkvalitet - Erfarenheter från BHM. ITM Stockholms universitet. Rapport nr. 118.
20. Svenska miljöinstitutet (IVL). Urbanmätnätet. <http://www.ivl.se/>
21. Institutet för tillämpad miljöforskning (ITM) Stockholms universitet

Bilaga 1: Mätplatsbeskrivning

Hornsgatan 110, Stockholm: Mätplatsen beskriven på Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbunds hemsida (www.slb.nu/lvf)

Torkel Knutssonsgatan, taknivå , Stockholm: Mätplatsen beskriven på Stockholm och Uppsala läns luftvårdsförbunds hemsida (www.slb.nu/lvf)

Uppsala: Mätplatsen beskriven på IVL:s hemsida (www.ivl.se)

Sandviken: Mätplatsen beskriven på IVL:s hemsida (www.ivl.se)

Aspvreten: Mätplatsen beskriven på ITM:s hemsida (www.itm.su.se/reflab)



Stockholms- och Uppsala Läns Luftvårdsförbund är en ideell förening. Medlemmar är 31 kommuner, länens två landsting samt ett antal företag och statliga verk. Samarbete sker med länsstyrelserna i de två länen. Målet med verksamheten är att samordna arbetet vad gäller luftmiljö i länen med hjälp av ett system för luftmiljöövervakning, bestående av bl a mätningar, emissionsdatabaser och spridningsmodeller. SLB-analys driver systemet på uppdrag av Luftvårdsförbundet.



POSTADRESS:
Göta Ark 190, 118 72 Stockholm
BESÖKSADRESS:
Medborgarplatsen 25, 1 tr.
TEL. 08 – 615 94 00
FAX 08 – 615 94 94
INTERNET www.slb.nu/lvf