LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

Rapport 2004:26

Modellering av bidraget av bensen och PM10 i område med småskalig vedeldning

– samt effekten av konvertering till miljögodkända pannor alternativt biobränsleeldad närvärmecentral i området.

www.o.lst.se

VÄSTRA GÖTALANDSREGIONEN

GÖTEBORGS UNIVERSITET

VÄSTRA GÖTALANDSREGIONEN
MILJÖMEDICINSKT CENTRUM

GÖTEBORGS UNIVERSITET

Modellering av bidraget av bensen och PM_{10} i område med småskalig vedeldning samt effekten av konvertering till miljögodkända pannor alternativt biobränsleeldad närvärmecentral i området.

Anna Jonsson[1]

Sture Larsson-Jones[2]

Lars Barregård[1]

Gerd Sällsten[1]

1. Västra Götalandsregionens Miljömedicinska centrum, Arbets- och Miljömedicin, Sahlgrenska Universitetssjukhuset och Sahlgrenska Akademin, Göteborgs Universitet

2. Miljöskyddskontoret, Borås

Göteborg 2004-03-31

1 Sammanfattning

Ett av de största globala miljöproblemen människan ställs inför är klimatförändringar. Atmosfärens sammansättning störs som en följd av utsläpp av växthusgaser, främst från förbränning av fossila bränslen. Klimatförändringarna har lett till riksdagsbeslut om en omställning av det svenska energisystemet. Tillförseln av energi från förnybara energikällor, däribland bioenergi, ska öka.

Biobränslen har många fördelar, främst för den globala miljön, men den lokala miljön kan påverkas negativt om felaktig teknik används vid eldning. För att en ökning av biobränsleanvändningen ska kunna ske krävs därför att rätt teknik och kunskap finns tillgänglig.

Syftet med denna studie var att utvärdera ett geografiskt område som har en stor andel vedeldning och där klagomål på irriterande vedrök har kommit till kommunen. Haltbidraget till luft av partiklar och bensen från dagens pannbestånd beräknades, liksom hur bidraget ändras om befintliga pannor konverteras till miljögodkända eller ansluts till en närvärmecentral i området. I det undersökta målområdet finns 200 fastigheter, 12 vedpannor, 33 braskaminer och 4 öppna spisar.

Studien har lagts upp enligt följande:

- Inventering av energibehov för uppvärmning
- Identifiering av uppvärmningssystem i hushållen
- Beräkning av haltbidraget av PM10 och bensen från eldning för uppvärmning.

Bidraget till luftföroreningar har bedömts genom beräkningar i spridningsmodellen ALARM utifrån sex olika alternativ. Emissionsdata är hämtade från tre referensprojekt. Både medelvärden och 98-percentiler har beräknats.

Beräkningarna visar låga haltbidrag (vinterhalvårsmedelvärden < 1 $\mu g/m^3$ PM_{10} och < 0,1 $\mu g/m^3$ bensen). De lägsta haltbidragen erhölls som väntat i ”framtidsalternativen” vid konvertering till pelletspannor eller närvärmecentral. Haltbidraget för dessa alternativ är betydligt lägre än när icke miljögodkända pannor används. Beräkningarna för nuläget (med genomsnittlig energiförbrukning) ger också mycket låga haltbidrag. Det högsta haltbidraget beräknades vid användning av maximala emissioner angivna i referensprojekten. Vid perioder med låg temperatur och en högre energiförbrukning beräknas haltbidraget bli dubbelt så stort jämfört med genomsnittet.

De högsta beräknade halterna i området uppkommer ofta i den del där klagomål framförts. Liknande resultat ses för pelletspannor vilket innebär att de höga halterna inte enbart beror på dålig teknik utan att topografin och vindriktningen också bidrar till luftföroreningshalter. Bidraget från den småskaliga förbränningen för uppvärmning orsakar enligt beräkningarna inte några överskridanden av miljökvalitetsnormerna för bensen eller PM_{10}.

Inledning

Energisystemet i Sverige är under förändring. Den ökade oron för klimatförändringar har resulterat i en rad olika konventioner och riksdagsbeslut som påverkar användandet av fossila bränslen. Därutöver är kärnkraften i Sverige under avveckling vilket kräver en förändring i elsystemet. Målet är att en stor del av de fossila bränslen som används idag ska ersättas med förnybara energislag samtidigt som andelen el som används för uppvärmning ska minska (Prop 1996/97:84, 1996/97:176 samt 2001/02:55). Detta görs dels för att minska utsläppen av växthusgaser och dels för att minska användandet av el.

Småskalig eldning av biobränslen för uppvärmning är ett tänkbart förnybart alternativ till eldning med olja och till elvärme. Användandet av biobränslen kommer därför troligen öka i framtiden. Eldning av biobränslen är omdiskuterat då det kan medföra ett relativt stort bidrag av hälsofarliga luftföroreningar om eldningen sker på felaktigt sätt och med gammal teknik. Kommunerna har i dagsläget svårt att hindra vedeldning i dåliga pannor då det vid nyinstallation enbart behövs en anmälan till byggnadsnämnden och inget tillstånd (Ranhagen & Palm 2001).

1.1 Syfte

Syftet med denna studie var att utvärdera ett geografiskt område som i dagsläget har en stor andel vedeldning. Haltbidraget till luft av partiklar och bensen från dagens pannbestånd beräknades liksom hur bidraget ändras om de befintliga pannorna konverteras till miljögodkända pannor alternativt om hushållen ansluts till en närvärmecentral som placeras i området. Studien utfördes med medel från Länsstyrelsen i Göteborg inom området hälsorelaterad miljöövervakning.

2 Bakgrund

2.1 Biobränslen

I Sverige utgör biobränslen ungefär 16-17 procent av den totala energitillförseln och i världen totalt ca 11 procent (Statens energimyndighet, 2003).

Enligt Svensk Standard definieras biobränslen som ”ett bränsle där biomassa är utgångsmaterial”. Bränslet kan ha genomgått kemisk eller biologisk process eller omvandling och ha passerat annan användning”. Biomassa definieras enligt samma standard som ”ett material med biologiskt ursprung som inte eller i endast ringa grad omvandlats kemiskt eller biologiskt”. (Nilsson & Lönner, 1999)

Fördelar med biobränslen:

- En förnybar energikälla
- Koldioxidneutral energikälla, den koldioxid som bildas vid förbränning utgör inget nettotillskott till atmosfären, utan har en gång funnits i atmosfären, innan det bands in i växtens biomassa
- Miljökonsekvenserna vid transportolyckor är små jämfört med exempelvis olja
- Inhemsk energikälla, vilket minskar den relativa resursåtgången för transport samt gör Sverige mindre sårbart vid en internationell kris
- Användningen av biobränslen ger arbetstillfällen inom landet.

Nackdelar med biobränslen:

- Ger ett tillskott av hälsofarliga ämnen i luften, exempelvis VOC, PAH och partiklar, om felaktig teknik eller biobränslen av dålig kvalitet används
- Vedeldning ger även utsläpp av metan, som bidrar till växthuseffekten
- Grannosämja och irritation kan uppstå i områden där mycket vedeldning sker på felaktigt vis
- Ett icke uthålligt uttag av biobränslen kan riskera att utarma marken
- Biobränslens energiinnehåll är lägre per volym, jämfört med exempelvis olja, och ger därför lokalt ökade transporter.

Ursprungsmaterialet för biobränslen består oftast av trädrester, dvs. ved, grot, avverkningsrester, bark, spån och energigrödor. Dessa kan eldas i befintligt skick eller omvandlas till förädlade biobränslen genom homogenisering och komprimering. De största skillnaderna mellan förädlade och ickeförädlade biobränslen är att de förädlade innehåller mer energi per volymenhet, de har lägre fukthalt och jämnare struktur. Detta underlättar användningen och förbränningen blir jämnare samtidigt som transporterna till förbränningsanläggningarna kan effektiviseras eftersom mer energi kan transporteras i samma volym. Samtidigt åtgår energi vid produktionen av förädlade bränslen och transporterna ökar då bränslet inte går direkt från källan till användaren.

2.1.1 Icke förädlade biobränslen

Ved
Ved används som energikälla i många småhus, särskilt på landsbygden där veden ofta är en billig energikälla (Ranhagen & Palm, 2001). Vedens kvalitet avgör hur bra den är ur miljösynpunkt och faktorer som spelar in är exempelvis fukthalt och trädslag.

Flis
Flis tillverkas genom att skogsavfall eller träddelar huggs eller mals sönder och användningen sker idag främst i större anläggningar. Under 1970-talet var flis även populärt som bränsle för småskalig värmeproduktion, men p g a dess höga fukthalt (30-50 procent) uppkommer lätt mögel vid felaktig hantering. Hälsoriskerna med mögel gör att flis är olämpligt att lagra i enskilda hushåll och idag används det mest som bränsle i större anläggningar (Ranhagen & Palm, 2001). I sådana anläggningar är flis ur miljösynpunkt likvärdigt med förädlade biobränslen.

Spån
Spån är en restprodukt från sågverksindustrin och förekommer framförallt som bränsle i industrier där det bildas.

2.1.2 Förädlade biobränslen

De vanligaste råvarorna för förädlade biobränslen är trärester i någon form. Hyvel- och kutterspån, sågspån, bark och flis är de vanligaste och kommer ofta från sågverk eller andra industrier som bearbetar trä (Statens energimyndighet, 2003). Andra råvaror som används är hyggesrester, energigrödor och pappers- och träspill.

Pellets
Pellets är det viktigaste förädlade biobränslet i Sverige och kan användas både för småskalig värmeproduktion samt i större när- och fjärrvärmeanläggningar. Pellets är små, cylindriska stavar med en diameter på ca 6-12 mm och en längd på 10-20 mm. Vid tillverkningen mals råvaran till ett fint pulver som sedan pressas under högt tryck och hög temperatur. Pellets har en fukthalt på 12- 15 procent och energiinnehållet är 4,5-5 MWh/ ton alt 2,2-3,5 MWh/m^3 (NUTEK, 1999).

Briketter
Briketter tillverkas på liknande sätt som pellets men storleken är något större, diametern är 50-75 mm och längden 2-20 cm (NUTEK, 1999). Produktionstekniken är något billigare än för pellets och har lägre energiåtgång, vilket gör att produktionskostnaderna för briketter ligger ca 10-20 procent under kostnaderna för pellets (Statens energimyndighet, 2003). Fukthalt och energiinnehåll i briketter är densamma som för pellets (NUTEK, 1999). Briketter används framförallt i större anläggningar, från 1 MW och uppåt.

Träpulver
Träpulver består av finmald träråvara (vanligtvis spån och flis) och är ett mycket finfördelat bränsle som används i större anläggningar, oftast över 5 MW. Partikelstorleken är under 1 mm även om pulvret kan levereras som pellets som sedan mals

sönder (Statens energimyndighet, 2003). Fukthalten hos bränslet är 4-6 procent och energiinnehållet är 4,8-5,2 MWh/ton eller 1,0-1,3 MWh/m^3 (NUTEK, 1999).

2.1.3 Teknik för förbränning

Biobränslen används främst för förbränning för värmeutvinning. Detta kan ske i större anläggningar för exempelvis fjärrvärme eller för industrin, samt i mindre anläggningar för uppvärmning av enskilda hushåll. Biobränslen kan även användas för elproduktion, oftast i s.k. kraftvärmeverk som producerar både el och värme. Då många olika former av biobränslen finns tillgängliga finns även olika typer av förbränningsanläggningar. En kort genomgång av de vanligaste görs nedan. För biobränsleeldade anläggningar krävs tillstånd enligt miljöbalken om anläggningens effekt ligger över 10 MW. För anläggningar över 0,5 MW krävs en anmälan till kommunen (SFS 1998:899). Anläggningar för småskalig eldning och närvärmecentraler ligger oftast inom intervallet 0,05-10 MW (Nilsson & Lönner, 1999).

Värmepannor
Då biobränslen eldas för värmeproduktion används vanligen en värmepanna. Denna är kopplad till ett vattenburet system som distribuerar värmen i huset. Eftersom det är svårt att elda med en jämn effekt som motsvarar hushållets behov, ofta produceras mer värme än vad som behövs, bör en ackumulatortank vara kopplad till pannan. Denna lagrar överskottsvärmen och gör att denna kan utnyttjas senare, när eldningen avslutats.

- Enkelpannor - En enkelpanna har en eldstad som är anpassad för ett enda bränsleslag, exempelvis olje-, ved- eller gaspannor.

- Kombipannor - Kombipannor är ofta anpassade för oljeeldning men har en anordning så att oljebrännaren kan svängas undan och eldning med exempelvis ved kan ske.

- Dubbel- och trippelpannor - Dessa pannor har skilda eldstäder för olja, ved och el. Dessa pannor kan ge en dålig förbränning av ved, eftersom de sällan är anpassade till denna typ av bränslen. Dock kan en pelletsbrännare installeras som ger en jämnare förbränning och därigenom mindre utsläpp.

- Pelletsbrännare och -pannor - En pelletsbrännare är en insats som kan ersätta oljebrännaren i en oljepanna. Brännarna förses med bränsle från ett förråd i eller utanför pannrummet med hjälp av en skruv. Brännarna har ofta automatik för påfyllning av bränsle, tändning och reglering av förbränningsförhållanden och effekt. Pelletspannor liknar vanliga enkelpannor för andra bränslen, men är specialiserade för pelletseldning. En pelletsbrännare behöver ingen ackumulatortank, då den brinner när effekten behövs.

Lokaleldstäder
Lokaleldstäder installeras oftast som ett komplement till en annan energikälla samtidigt som de ger en ökad trivsel. Vanliga lokaleldstäder är öppna spisar, braskaminer,

pelletskaminer och kakelugnar. Förbränningen i dessa sker med olika effektivitet och med olika miljöpåverkan. En öppen spis är inte alltid bra ur miljösynpunkt då den har en låg verkningsgrad och det är även svårt att elda veden optimalt.

2.2 Luftföroreningar och biobränslen

Förbränning av biobränslen ger ett bidrag av olika ämnen till atmosfären, både i gas- och partikelfas. Utsläppen beror dels på bränslets sammansättning och dels på förbränningsbetingelserna. Utsläpp av koldioxid (CO_2), svaveloxider (SO_2, SO_3) samt till viss del även tungmetaller beror främst av bränslets sammansättning medan utsläpp av andra ämnen, exempelvis polyaromatiska kolväten (PAH), flyktiga organiska ämnen (VOC) samt partiklar, är kopplade till förbränningsbetingelserna (Haeger-Eugensson et al. 2002).

Eldning av biobränslen ger alltid ett tillskott av koldioxid (CO_2) som bildas då kolet som är inbundet i biomassan förbränns. Detta, till skillnad från fossila bränslen, utgör dock inget nettotillskott av CO_2 eftersom kolet redan funnits i atmosfären innan det bands in i biomassan.

Utsläpp av hälsofarliga luftföroreningar från eldning av biobränsleeldning varierar kraftigt beroende på vilken typ av anläggning och vilket bränsle som används. Dessutom påverkar den enskilde eldaren till stor del de förhållanden som bränslet eldas i, exempelvis lufttillförsel och mängd bränsle som eldas per tillfälle. Detta gör att det är svårt att avgöra hur mycket en panna påverkar omgivningen. En del studier har gjorts, bland annat inom projektet Biobränsle-Hälsa-Miljö (BHM) där emissioner från olika typer av anläggningar undersökts.

2.2.1 Lagstiftning

I miljöbalkens femte kapitel regleras bestämmelserna om miljökvalitetsnormer, MKN. Här finns definitioner på miljökvalitetsnormer för högsta halt av kvävedioxid, svaveldioxid, bly, bensen och PM10 i utomhusluft samt bestämmelser hur normerna skall uppfyllas och hur kommunerna skall kontrollera att dessa följs.

Tabell 1. Miljökvalitetsnormer för PM_{10} och bensen (MB 5 kap).

	PM_{10}	Bensen
Timmedelevärde (µg/m^3 luft)	-	-
Dygnsmedelvärde (µg/m^3 luft)	50	-
Årsmedelvärde (µg/m^3 luft)	40	5,0

3 Metod

3.1 Val av område

Studien har utförts i ett bostadsområde beläget i Viskafors i Borås Stad. Området har i dagsläget en omfattande andel vedeldning och många klagomål på irriterande vedrök har inkommit till kommunens miljöskyddskontor. I februari 2003 genomförde miljöskyddskontoret en enkätundersökning i den del av området som berördes av klagomålen vilken sedan följdes upp med ett tillsynsbesök där fuktinnehållet i veden kontrollerades. Inga anmärkningar noterades vid tillsynsbesöket. Kommunen skickade ut rekommendationer om eldning, via enkätutskicken och enkätsvaren, till de boende.

Figur 1. Karta över området (Upphovsrätt: Borås Kommun).

3.2 Identifiering av uppvärmningssystem

Information om befintliga uppvärmningssystem har fåtts från sotaren i Borås Stad (Johansson, 2003). Området består av cirka 200 fastigheter med varierande uppvärmningssystem. Dessa fastigheter har identifierats och lokaliserats med koordinater i rikets nät. Uppvärmning med hjälp av småskalig eldning sker i 94 fastigheter. Det finns 42 oljepannor, 33 braskaminer, 12 vedpannor, 4 öppna spisar och 3 pelletspannor installerade i området. Andelen energi som kommer från förbränning har uppskattats från de svar som inkommit från en enkätundersökning som kommunens miljöskyddskontor genomförde under februari 2003.

Figur 2. Vedupplag i området.

3.3 Inventering av energibehov för uppvärmning

För att kunna räkna ut utsläppsmängderna behövs information om energibehovet för uppvärmning i varje enskild fastighet. Detta har räknats ut enligt schablonvärden som bygger på bostadsyta och byggår, se tabell 2. Information om fastigheternas bostadsyta och byggår har erhållits från skattemyndighetens fastighetstaxeringsregister.

Tabell 2. Schablonvärden för energibehov (REPAB 1999).

Färdigställandeår	-1959	1960-1974	1975-
Energianvändning (kWh/m^{2}år)	210	160	130

Dessa schablonvärden ger det genomsnittliga energibehovet per år för att värma upp en fastighet till 20 grader. De är baserade på medelutomhustemperaturen i Västra Götaland, vilken är 6,9 grader (Luft i Väst, 2003). Denna energiförbrukning är dock inte jämn under hela året utan den största energimängden används under vinterhalvåret.

Dagar med låg utomhustemperatur kräver betydligt mer energi för uppvärmning än dagar med högre temperatur. Under kalla dagar är risken för inversion större och höga koncentrationer av luftföroreningar kan påträffas på låg höjd. Högre energianvändning innebär förbränning av större andel bränsle, med högre utsläpp av luftföroreningar som följd. Därför är det viktigt att ta hänsyn till detta i spridningsberäkningarna eftersom bidraget av föroreningar riskerar att bli högre än genomsnittet under

kyliga dagar. Energianvändningen för perioder då utomhustemperaturen är t.ex. minus 15 grader (E_{kallt}) har därför beräknats genom att dividera det genomsnittliga energibehovet (E_{medel}) med medeltemperaturen i området (t_{medel}) och sedan multiplicera detta med 22 (Δt, i detta fall skillnaden mellan –15 och + 7 ^{o}C).

$$Ekallt = \frac{Emedel}{\text{tmedel}} \times \Delta t$$

Värdena i tabell 2 har därför multiplicerats med en faktor 3.14 för att beräkna energiåtgången under kallare perioder (se nedan).

3.4 Använda emissionsdata

Utsläpp från småskalig förbränning av biobränslen är svåra att förutsäga. Uppgifter om emissionsdata för biobränsleeldning är i dagsläget begränsad och osäkerheten i de data som finns är stor. Utsläppen varierar dessutom mycket beroende på hur bränslet eldas och vilken kvalitet bränslet har. Några exakta värden på emissionerna går därför inte att få utan att göra direkta mätningar. En uppskattning av haltbidraget för PM_{10} och bensen kan däremot göras med användning av befintliga emissionsdata.

I denna studie har ett antal spridningsberäkningar gjorts i spridningsmodellen ALARM (Bilaga A) med olika emissionsfaktorer och energianvändning som grund. Emissionsfaktorerna är hämtade från tre olika referensprojekt (Johansson et al, 2003, Hansson et al, 2002, Haeger-Eugenson et al, 2003). Verkningsgraden hos olika typer av eldningsutrustning påverkar energiåtgången och därmed utsläppen. I tabell 3 anges verkningsgrader för olika panntyper vilka använts i denna studie.

Tabell 3. Verkningsgrader.

Typ av panna	Verkningsgrad
IMG vedpanna*	55%
MG vedpanna*	84%
Oljepanna**	90%
Braskamin*	50-75%
Öppen spis*	20-30%
Pellets*	80-90%

*Jansson, 2003 **Svenson, 2003

Alternativ 1-Nuläge
I alternativ 1 har emissionsfaktorerna i tabell 4 använts. Energiförbrukningen har antagits vara jämn under vinterhalvåret och medelvärden samt 98-percentil värden har beräknats.

Tabell 4. Emissionsfaktorer som används i alternativ 1.

	Stoft (mg/MJ)	Bensen (mg/MJ)
IMG vedpanna*	900	56
MG vedpanna*	30	3
Oljepanna*	9	0,02
Braskamin**	110	110
Öppen spis**	110	110
Pellets*	35	0,4

*Johansson et al, 2003 **Hansson et al, 2002

Alternativ 2-Nuläge, kallare perioder
Även i alternativ 2 har emissionsfaktorerna i tabell 4 använts men energiförbrukningen har anpassats till att motsvara en utomhustemperatur på –15 grader. För detta alternativ har enbart 98-percentilen beräknats. En medelvärdesberäkning skulle ge felaktiga halter eftersom energibehovet inte är representativt för hela året.

Alternativ 3-Nuläge, beräknade med högre emissioner för braskaminer
I Viskafors finns en stor del braskaminer och emissionsfaktorerna för denna typ av anläggningar skiljer sig mycket åt i tidigare genomförda studier. I detta alternativ används något högre emissionsfaktorer för braskaminer, jämfört med alternativ 1. Detta för att se hur stor skillnaden i haltbidrag blir.

Tabell 5. Emissionsfaktorer som används i alternativ 3.

	Stoft (mg/MJ)	Bensen (mg/MJ)
IMG Vedpanna*	900	56
MG Vedpanna*	30	3
Oljepanna*	9	0,02
*Braskamin***	*900*	*60*
Öppen spis*	110	110
Pellets*	35	0,4

*Johansson et al, 2003 **Haeger-Eugenson et al, 2003

Alternativ 4-Nuläge, beräknade med högsta emissionsfaktorerna för olika panntyper
Utsläppen från olika anläggningar beror som tidigare nämnts av många olika faktorer och ofta spelar den enskilde eldaren stor roll i sammanhanget. I alternativ 4 används de högsta emissionsfaktorer som återfinns i de två olika referensstudierna, se tabell 6.

Tabell 6. Emissionsfaktorer som används i alternativ 4.

	Stoft	Bensen
IMG Vedpanna*	2200	91
MG Vedpanna*	32	5,8
Oljepanna*	12	0,04
Braskamin**	900	110
Öppen spis**	110	110
Pellets*	35	0,4

*Johansson et al, 2003 **Haeger-Eugenson et al, 2003

Alternativ 5-Konvertering till miljögodkända pannor
I alternativ 5 görs en spridningsberäkning för hur situationen kan se ut om dagens pannbestånd konverteras till miljögodkända pannor. Emissionsfaktorerna som använts motsvarar de i tabell 7.

Tabell 7. Emissionsfaktorer som används i alternativ 5.

	Stoft	Bensen
MG Vedpanna*	30	3

*Johansson et al, 2003

Alternativ 6-Konvertering till närvärmecentral
I alternativ 6 görs en spridningsberäkning där en närvärmecentral försörjer de beräknade fastigheterna med energi. Närvärmecentralen eldas med grot och briketter, emissionsfaktorerna som använts motsvarar de i tabell 8.

Tabell 8. Emissionsfaktorer som används i Alternativ 5.

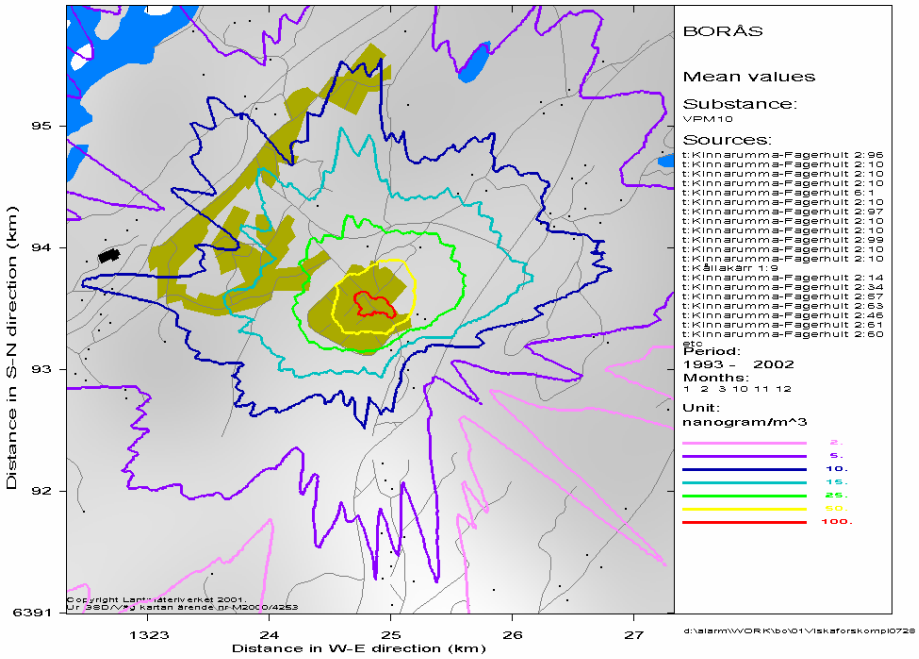
	Stoft	Bensen
Närvärmecentral*	42,5	1,05

*Padban, 2003

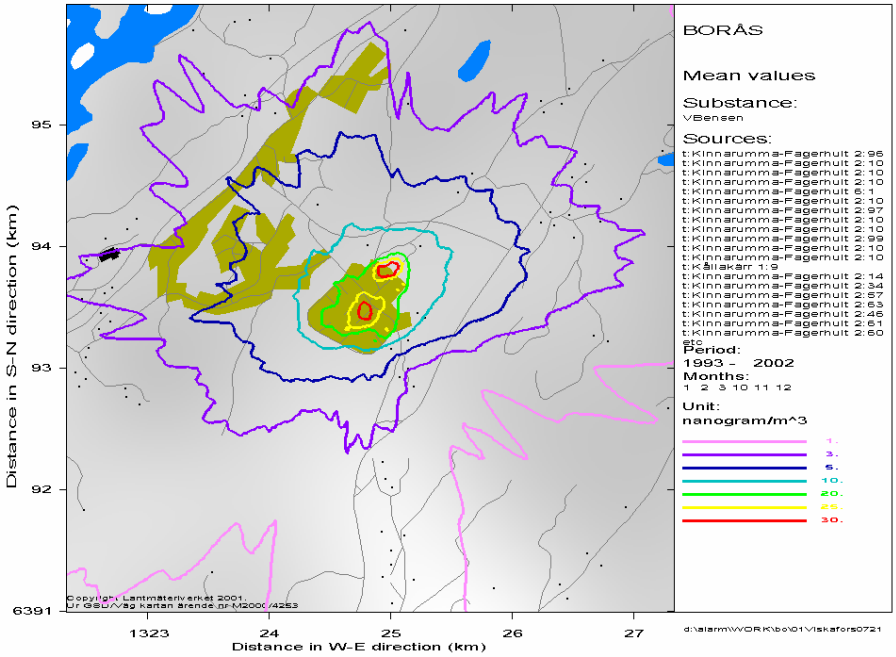
4 Resultat

Alternativ 1-Nuläge
I alternativ 1 antogs energiförbrukningen vara jämn under året och emissionsfaktorerna motsvarar de i tabell 4.

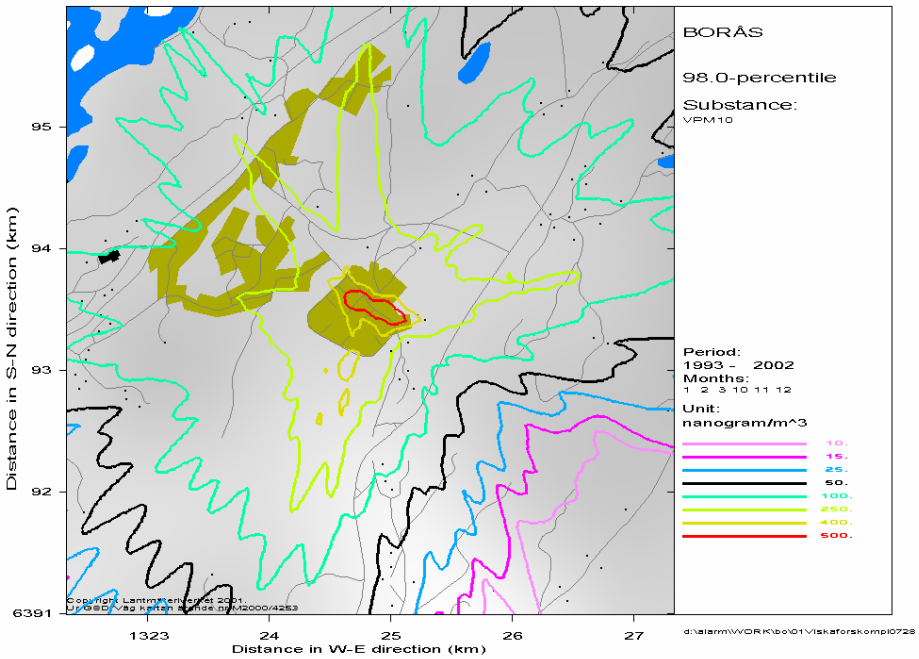
Enligt kartorna nedan kan man se att haltbidraget för både PM_{10} och bensen är lågt. För PM_{10} varierar medelvärdet mellan 0,025-0,1 µg/m^3 och för bensen mellan 0,01-0,030 µg/m^3. Det högsta värdet för PM_{10} uppkommer på en relativt liten yta i de centrala delarna av området och avtar sedan tämligen snabbt. För bensen återfinns de högsta koncentrationerna i två områden, dels i de centrala delarna och dels i de norra delarna av området. För 98-percentilberäkningarna är haltbidraget högre än medelvärdesberäkningarna. Haltbidraget för PM_{10} varierar där mellan 0,250-0,500 µg/m^3 och maxhalterna uppkommer i de centrala delarna av området. För bensen varierar haltbidraget mellan 0,050-0,125 µg/m^3 och här ligger maxpunkterna till stor del utanför själva området.



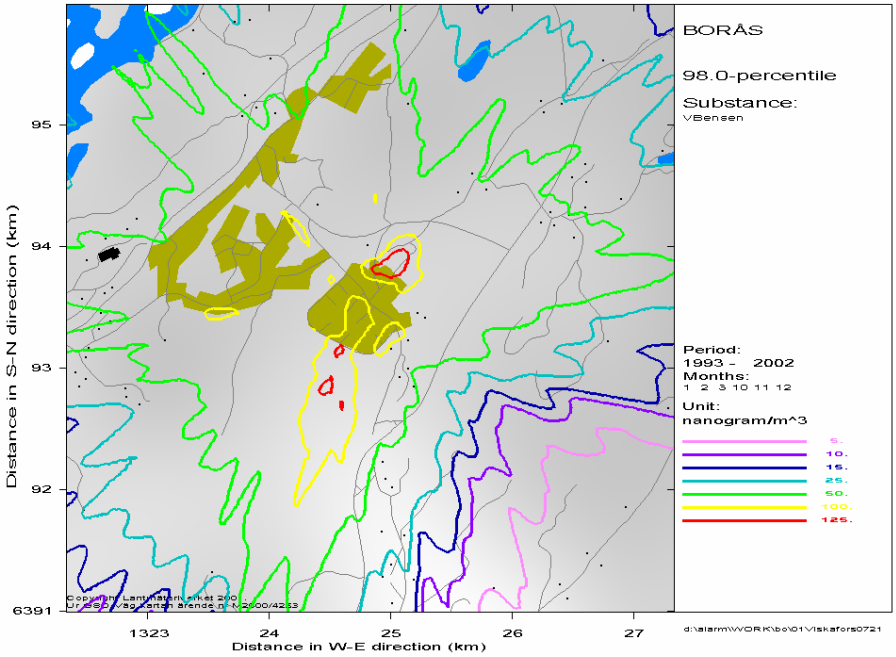
Figur 3. Haltbidrag av PM10 i luft. Medelvärde (ng/m^3).



Figur 4 Haltbidrag av bensen i luft. Medelvärde(ng/m^3).



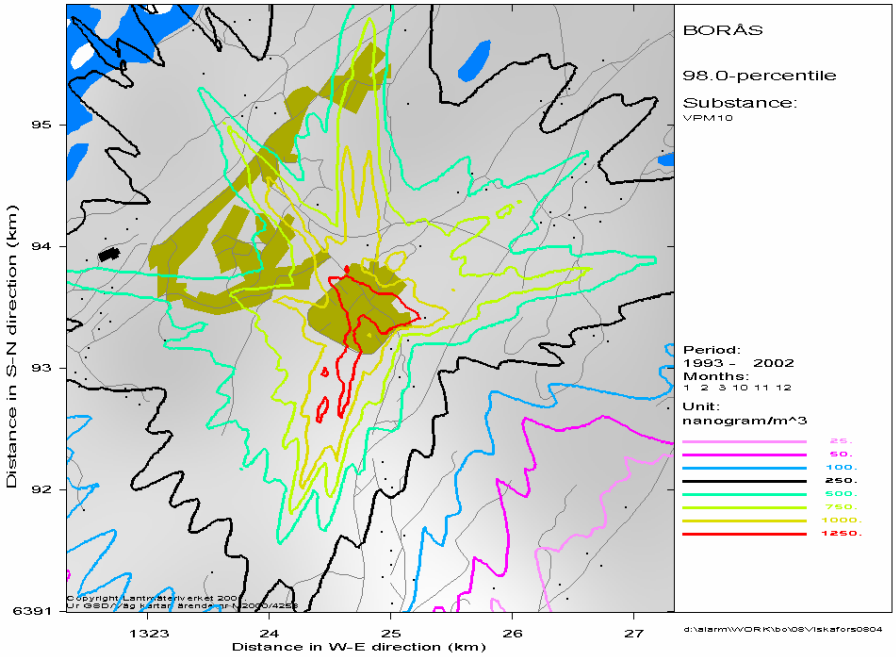
Figur 5. Haltbidrag av PM_{10} i luft. 98-percentil (ng/m^3).



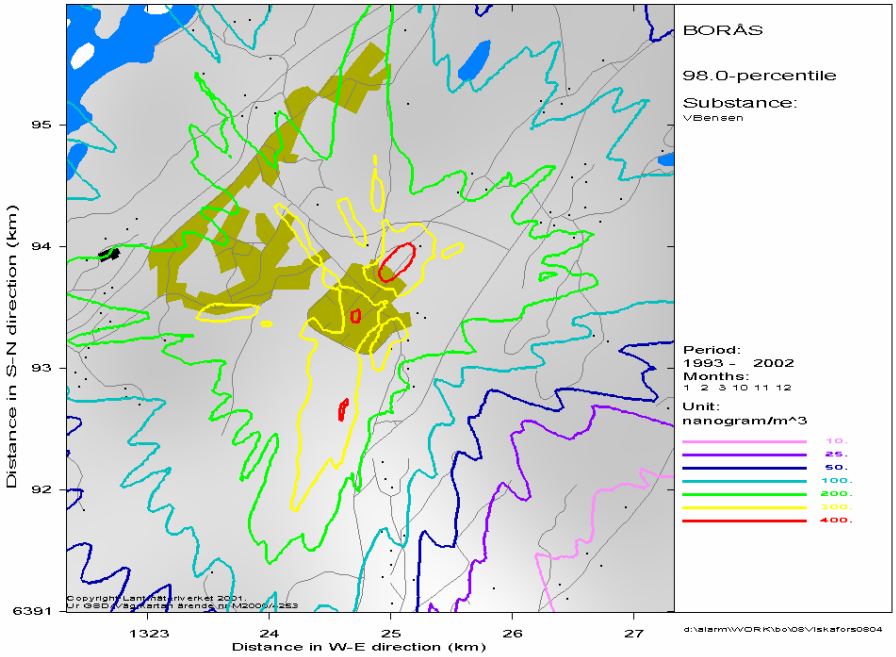
Figur 6. Haltbidrag av bensen i luft. 98-percentil (ng/m^3).

Alternativ 2-Nuläge, energiförbrukning korrigerad till lägre utomhustemperatur
För alternativ 2 korrigerades energianvändningen så att den motsvarar den mängd som behövs vid en utomhustemperatur på -15 grader. Därefter beräknades 98-percentilerna för denna utsläppsmängd.

Från spridningskartorna nedan kan man se att haltbidraget av PM_{10} blir högre än i alternativ 1, halterna inom bostadsområdet ligger mellan 0,750-1, 25 µg/m^3 och maxhalterna återträffas i de centrala delarna av området samtidigt som de flyter ut längs med dalgången. Haltbidraget av bensen varierar mellan 0,200 -0,400 µg/m^3 och maxhalterna ligger delvis utanför bostadsområdet.



Figur 7. Haltbidrag av PM_{10} i luft. 98-percentil (ng/m^3).



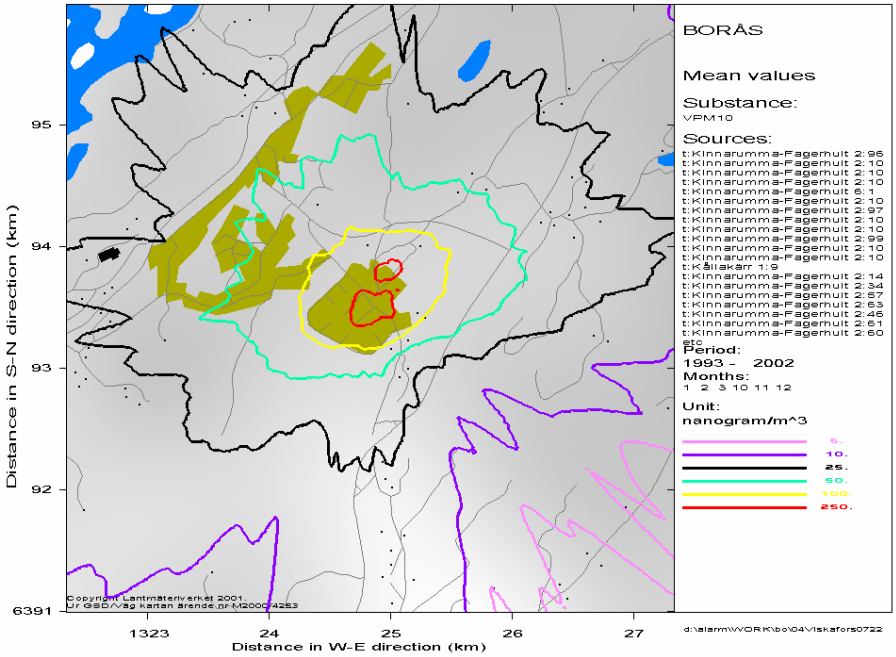
Figur 8. Haltbidrag av bensen i luft. 98-percentil (ng/m^3).

Alternativ 3
I alternativ 3 antogs energiförbrukningen vara jämn under året och emissionsfaktorerna motsvarar de i tabell 5.

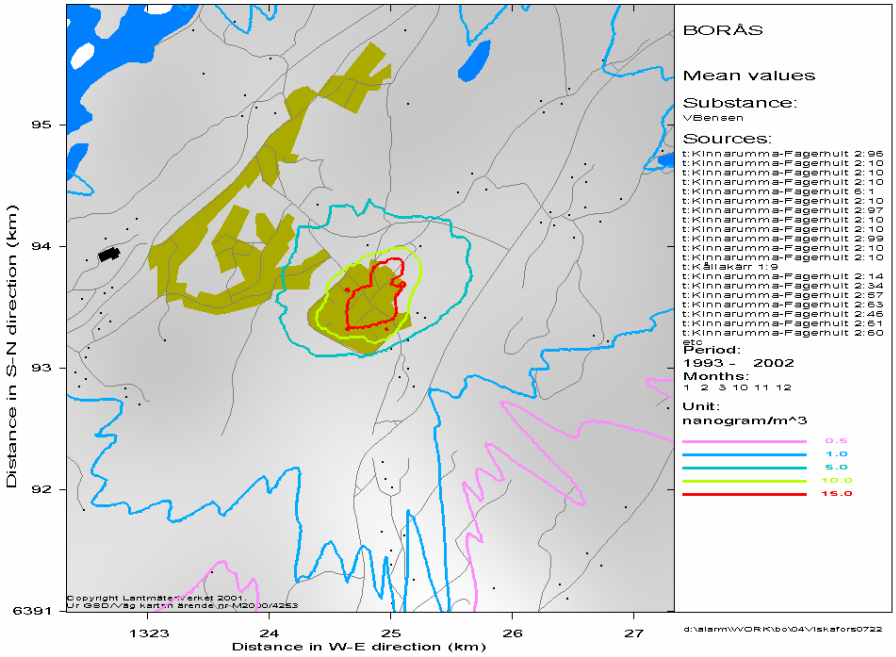
Haltbidraget för PM_{10} för medelvärdesberäkningarna varierade mellan 0,050-0,25µg/m^3. Detta är relativt låga värden, men fortfarande högre värden än i alternativ 1, där lägre emissionsfaktorer användes. Haltbidraget för bensen uppgår i medelvärdesberäkningarna till 0,005-0,015µg/m^3 vilket också är mycket lågt. Spridningen av båda ämnena är relativt lika, maxhalterna uppkommer främst i två delar av området, dels de centrala delarna och dels de nordligare.

Anmärkningsvärt för detta alternativ är att spridningen av PM_{10} och bensen är mer lika än i alternativ 1. För PM_{10}, som i alternativ 1 hade maxhalterna i de centrala delarna av området, är maxhalterna här uppdelade på två områden, dels de centrala delarna och dels de norra. Detta beror antagligen på att ett antal braskaminer är belägna i den norra delen av området och att andra emissionsfaktorer för braskaminer har använts i detta alternativ.

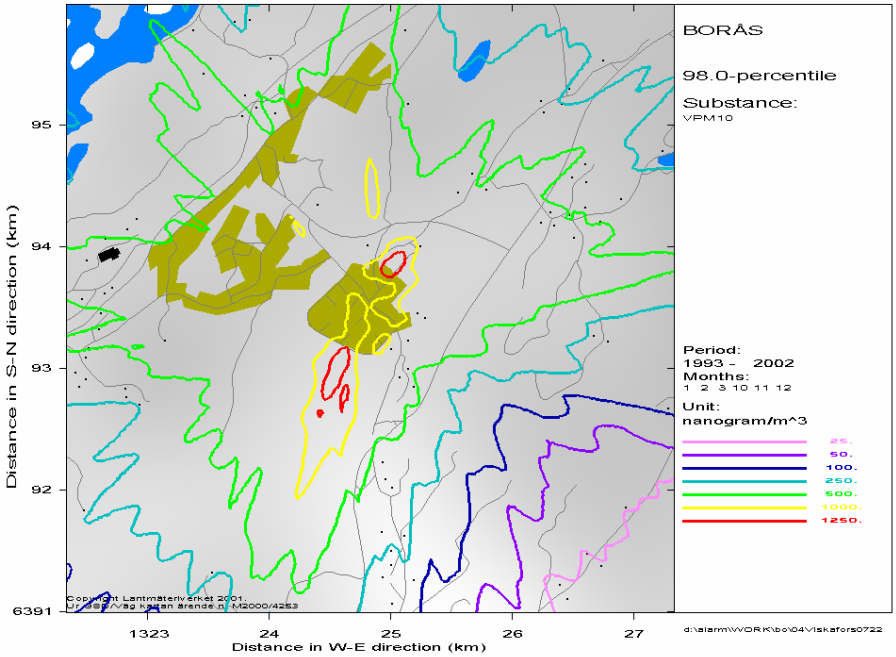
För 98-percentilerna är haltbidraget högre. Halterna av PM_{10} uppgår till 0,500-1,25µg/m^3. Denna siffra är identisk med beräkningarna i alternativ 2, men om spridningen inom området studeras syns att de olika koncentrationerna en annorlunda spridning i de olika alternativen. Halterna av bensen ligger här mellan 0,050-0,075µg/m^3 vilket är betydligt lägre än i alternativ 2. Spridningen för båda ämnena sker som tidigare med utgångspunkt i de centrala samt norra delarna av området och maxpunkterna ligger delvis utanför området.



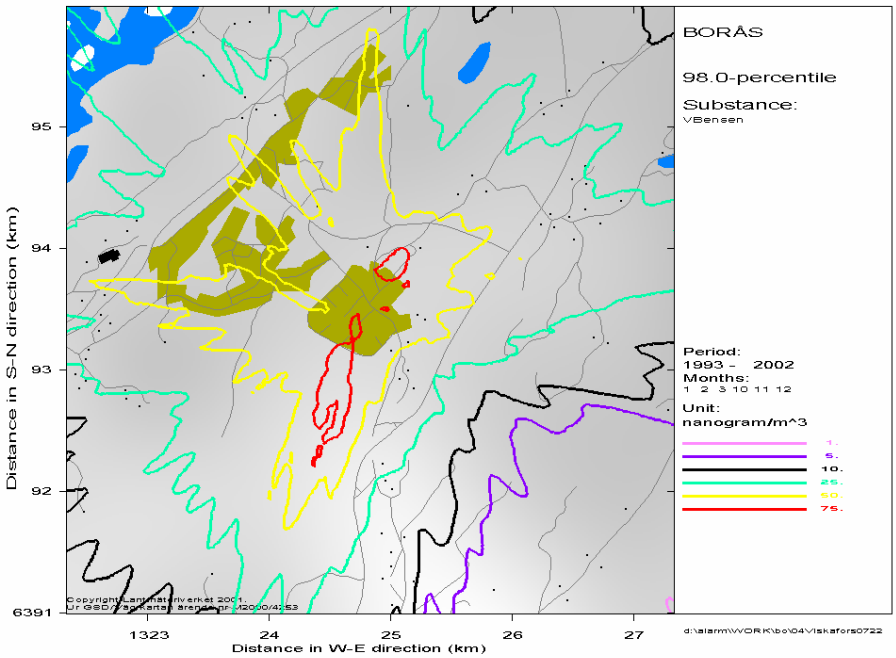
Figur 9. Haltbidrag i av PM_{10} i luft. Medelvärde (ng/m^3).



Figur 10. Haltbidrag av bensen i luft. Medelvärde (ng/m^3).



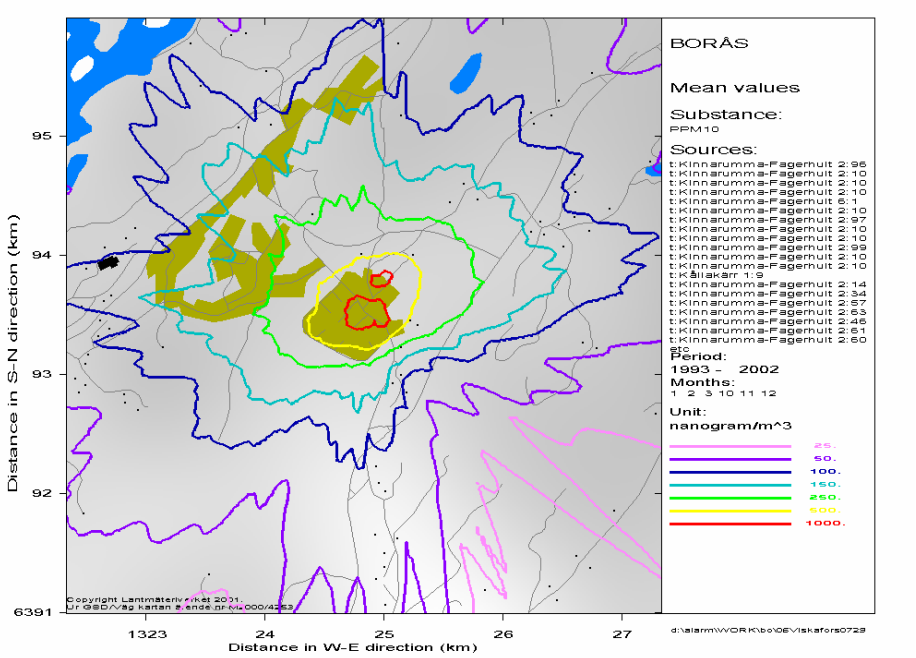
Figur 11. Haltbidrag av PM_{10} i luft. 98-percentil (ng/m^3).



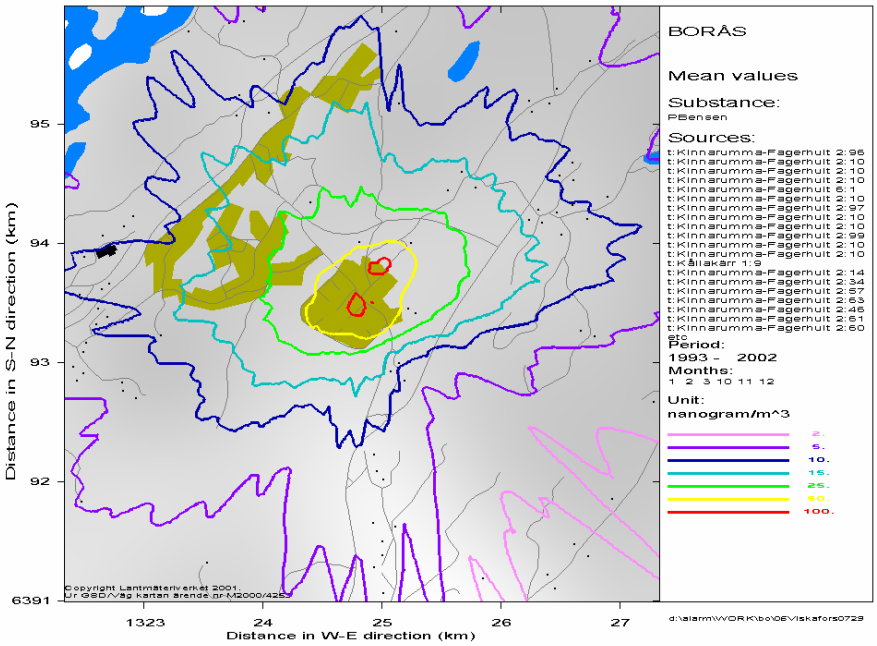
Figur 12. Haltbidrag av bensen i luft. 98-percentil (ng/m^3).

Alternativ 4
I alternativ 4 används de högsta emissionsfaktorer som återfinns i de två olika referensstudierna, se tabell 6.

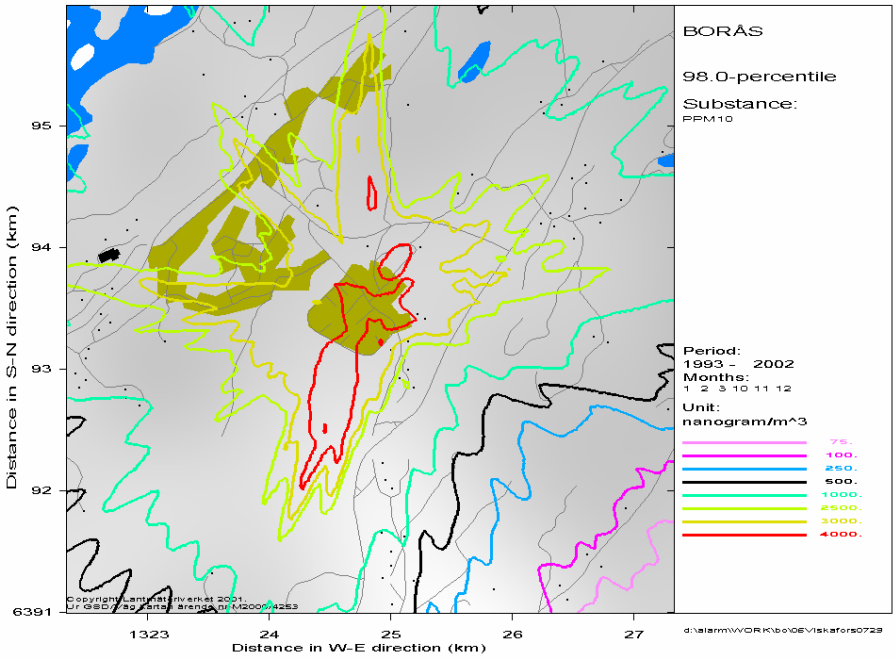
I detta alternativ erhålls de högsta haltbidragen från båda ämnena. Medelvärdesberäkningarna för PM_{10} visar att haltbidraget ligger mellan 0,250-1,00µg/m^3 och för bensen mellan 0,025-0,100µg/m^3. Spridningen för båda ämnena ger de högsta värdena i mitten samt i de norra delarna av området och därefter avtar koncentrationerna. För 98-percentilerna erhålls ett haltbidrag mellan 3,0-4,0µg/m^3 för PM_{10} och 0,250-0,4µg/m^3 för bensen.



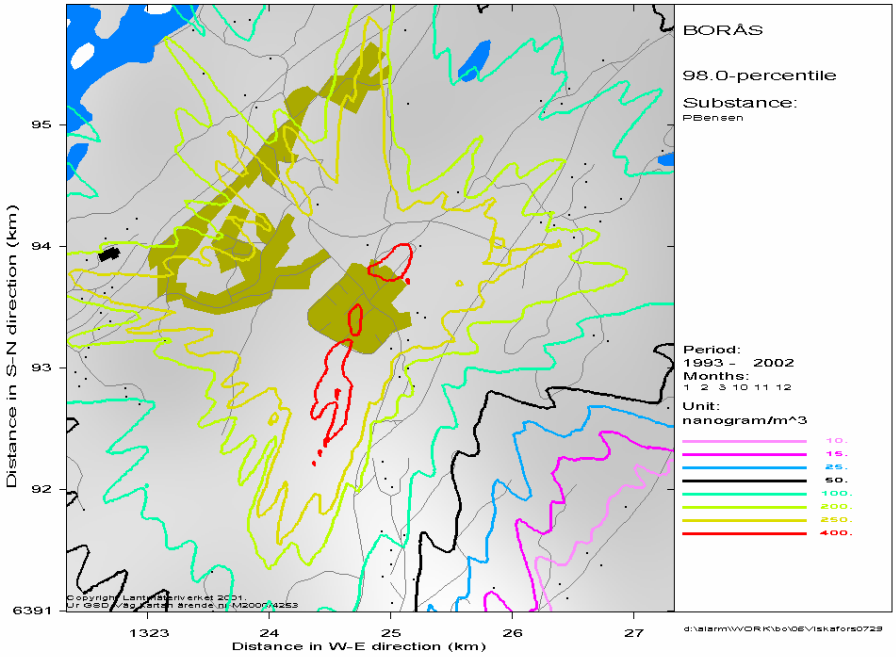
Figur 13. Haltbidrag av PM_{10} i luft. Medelvärde (ng/m^3).



Figur 14. Haltbidrag av bensen i luft. Medelvärde (ng/m^3).



Figur 15. Haltbidrag av PM_{10} i luft. 98-percentil (ng/m^3).

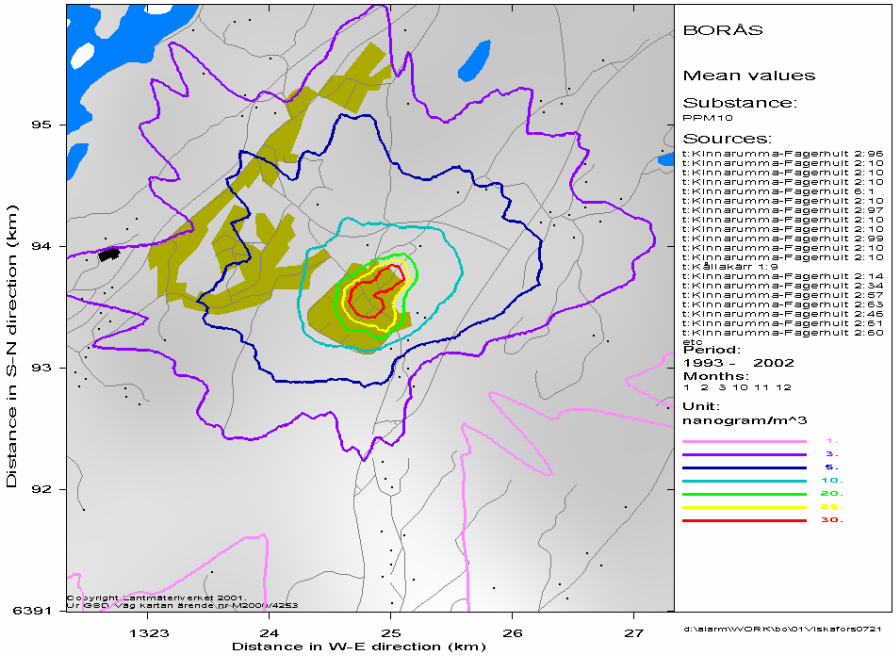


Figur 16. Haltbidrag av bensen i luft. 98-percentil (ng/m^3).

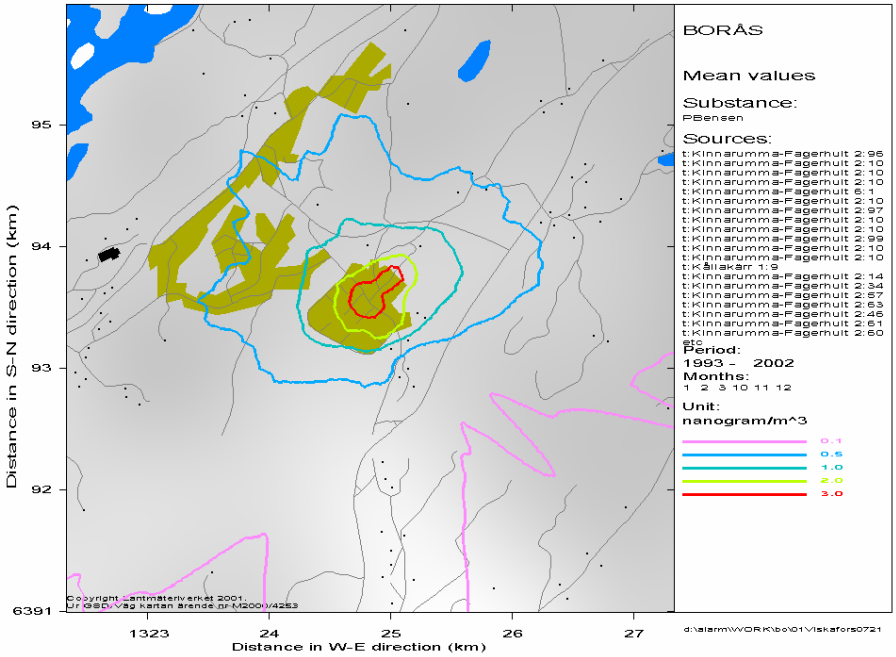
Alternativ 5

I alternativ 5 görs en spridningsberäkning för hur situationen kan se ut om dagens pannbestånd konverteras till miljögodkända pannor. Emissionsfaktorerna som använts motsvarar de i tabell 7.

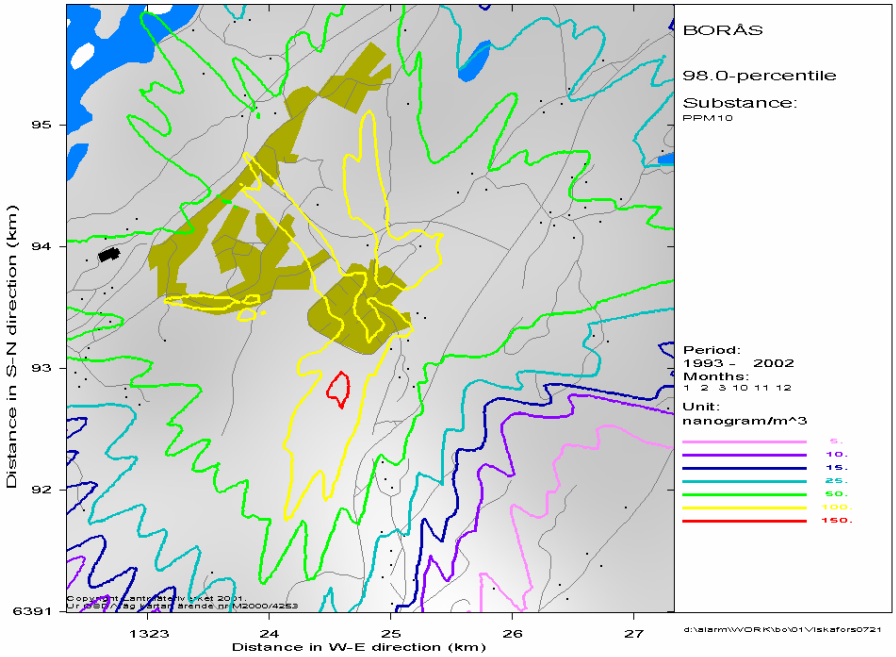
I detta alternativ observeras en tydlig minskning av haltbidraget jämfört med tidigare alternativ. Bidragen är i det närmaste försumbara, medelvärdet för PM_{10} varierar mellan 0,005-0,03 µg/m^3 och för bensen mellan 0,0005-0,003µg/m^3. För 98-percentilerna varierar bidraget mellan 0,050-0,150µg/m^3 för PM_{10} och 0,005-0,015µg/m^3 för bensen.



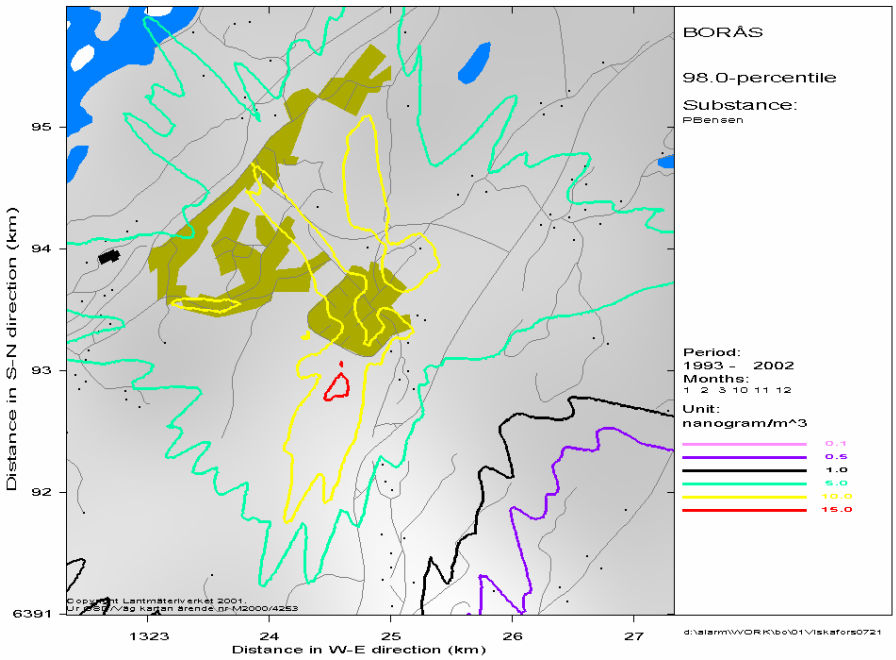
Figur 17. Halter av PM_{10} i luft. Medelvärde (ng/m^3).



Figur 18. Halter av bensen i luft. Medelvärde (ng/m^3).



Figur 19. Halter av PM_{10} i luft. 98-percentil (ng/m^3).

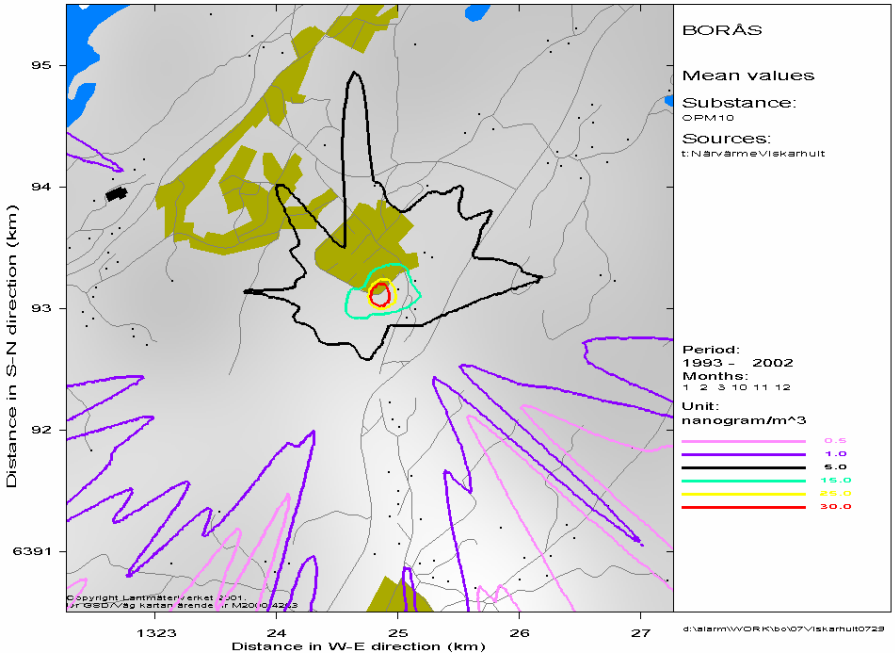


Figur 20. Halter av bensen i luft. 98-percentil.

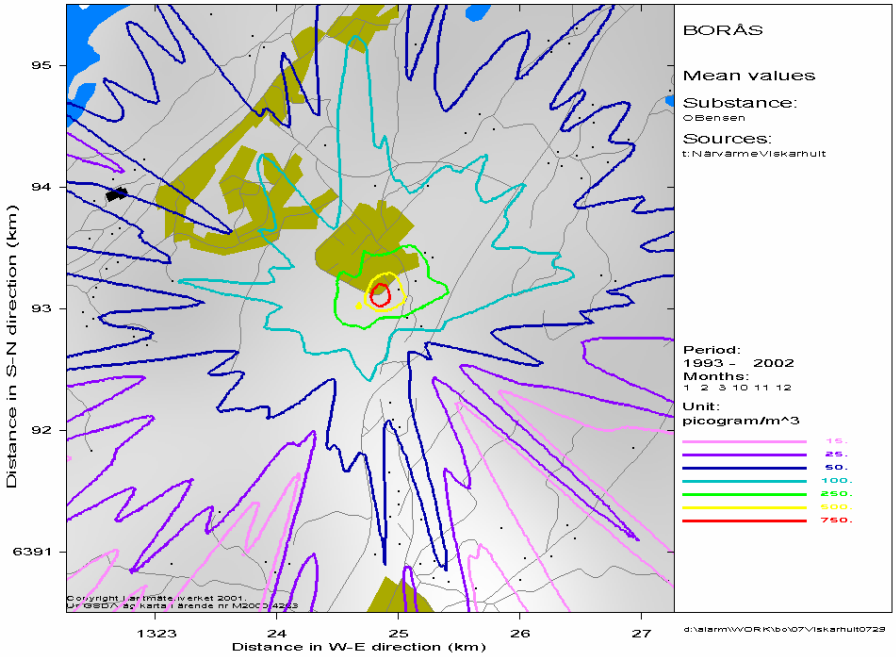
Alternativ 6
I alternativ 6 görs en spridningsberäkning för en närvärmecentral som försörjer de beräknade fastigheterna med energi. Närvärmecentralen eldas med grot och briketter, emissionsfaktorerna som använts motsvarar de i tabell 8.

Detta alternativ ger de absolut lägsta haltbidragen av PM_{10} och bensen. Medelvärdet för PM_{10} ligger mellan 0,0001-0,030 $\mu g/m^3$ och för bensen mellan 0,0001-0,000750 $\mu g/m^3$. Dessutom är närvärmecentralen placerad utanför området och har en högre skorsten än en villaskorsten vilket innebär att maxhalterna ligger utanför området och utspädningen av de olika ämnena blir större.

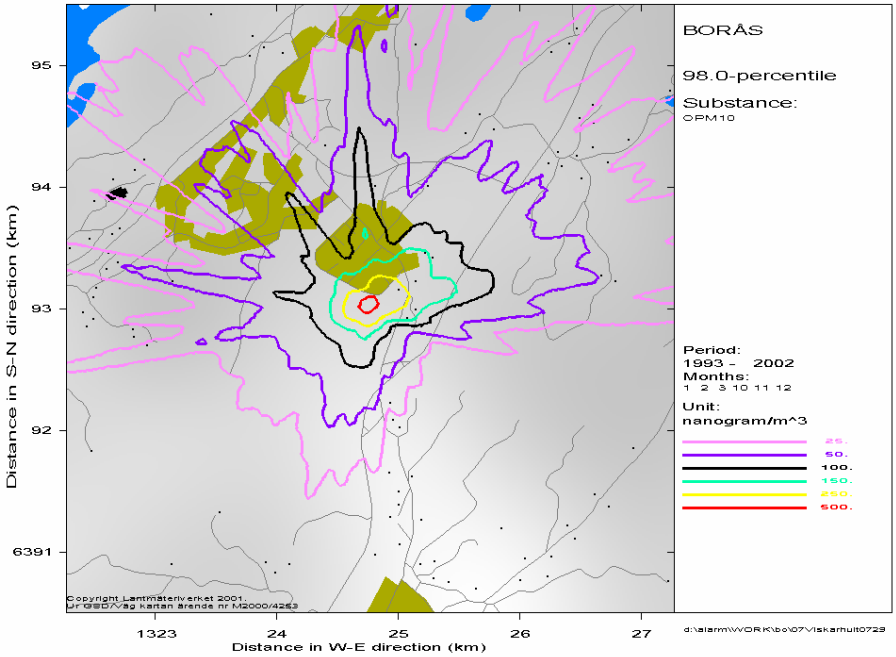
För 98-percentilerna uppgår haltbidraget av PM_{10} till 0,05-0,5 $\mu g/m^3$ och av bensen 0,001-0,1.



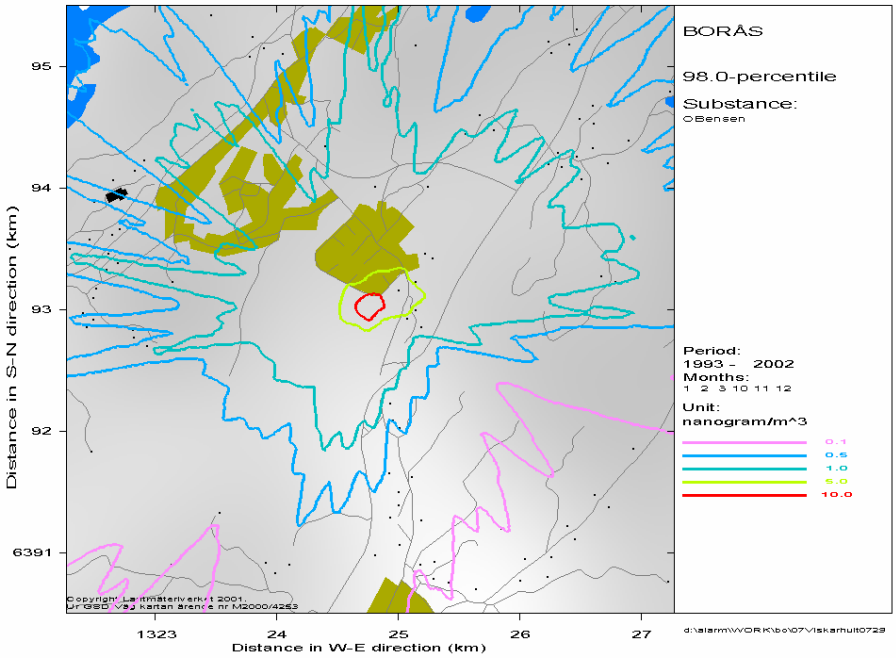
Figur 21. Halter av PM_{10} i luft. Medelvärde (ng/m^3).



Figur 22. Halter av bensen i luft. Medelvärde (pg/m^3).



Figur 23. Halter av PM_{10} i luft. 98-percentil (ng/m^3).



Figur 24. Halter av bensen i luft. 98-percentil.

Tabell 9. Sammanställning av resultat.

	Alternativ 1	**Alternativ 2**	**Alternativ 3**	**Alternativ 4**	**Alternativ 5**	**Alternativ 6**
Beskrivning	Nuläge 1	Energiförbruk-ning anpassad till kallare dagar	Nuläge 2	Högsta emissionsfaktorer från referens-projekten	Miljögodkända pannor	Närvärmecentral
Haltbidrag partiklar Medelvärde (µg/m^3)	0,025-0,1	-	0,050-0,25	0,25-1,0	0,0050-0,030	0,0001-0,03
Haltbidrag partiklar 98-percentil (µg/m^3)	0,25-0,50	0,75-1,25	0,50-1,25	3,0-4,0	0,050-0,15	0,050-0,50
Haltbidrag bensen Medelvärde (µg/m^3)	0,010-0,030	-	0,0050-0,015	0,025-0,10	0,00050-0,0030	0,00010-0,00075
Haltbidrag bensen 98-percentil (µg/m^3)	0,050-0,125	0,20 -0,40	0,050-0,075	0,25-0,40	0,0050-0,015	0,0010-0,10

5 Diskussion

Haltbidraget som erhålls från spridningsberäkningarna är genomgående relativt lågt. Enbart bidraget från den småskaliga förbränningen för uppvärmning orsakar inte några överskridanden av befintliga miljökvalitetsnormer.

Spridningsberäkningarna för alternativ 1 och 3, nulägesberäkningarna som är beräknade med den genomsnittliga energiförbrukningen per år som grund, ger mycket låga och knappt mätbara haltbidrag. Vinterhalvårsmedelvärdet för partiklar uppgår till högst 0,1- 0,25 µg/m^3 och för bensen till 0,015-0,030 µg/m^3 (alt 1 resp alt 3). Skillnaden mellan alternativen beror på att emissionsfaktorer för braskaminer skiljer sig mellan de två alternativen. Det högsta bidraget av partiklar och bensen observeras för alternativ 4, som är beräknat med de maximala emissionsfaktorer som anges i referensprojekten. Medelvärdet här uppgår till högst 1,0 µg/m^3 för partiklar och 0,10 µg/m^3 för bensen.

I alternativ 2, där energianvändningen är korrigerad för att motsvara behovet vid en lägre utomhustemperatur, är halterna dubbelt så höga som i alternativ 1. Båda alternativen har beräknats med samma emissionsfaktorer men alternativ 1 har en lägre energianvändning som grund. En motsvarande ökning av halterna för 98-percentilerna är att vänta i samtliga alternativ vid perioder med lägre utomhustemperatur.

De lägsta halterna observeras i alternativ 5 och 6. Dessa alternativ visar hur situationen skulle bli om det befintliga pannbeståndet, inklusive oljepannor, skulle konverteras till miljögodkända vedpannor alternativt ersättas av ett närvärmenät som kopplas till en närvärmecentral. Haltbidraget för dessa två alternativ är betydligt lägre än när icke miljögodkända pannor används. Detta är ett positivt resultat med tanke på de målsättningar som finns i Sverige idag om att ersätta fossila bränslen och elvärme med förnybara energikällor. Framtida teknik beräknas även ha lägre emissioner än dagens miljögodkända teknik (Cooper et al. 2003). Om denna omställning görs under kontrollerade förhållanden och med den bästa tillgängliga tekniken kan bidraget av luftföroreningar från biobränsleeldning bli relativt lågt.

För medelvärdesberäkningarna observeras de högsta halterna inom det studerade området. Intressant är att de högsta halterna av föroreningarna ofta uppkommer i den del av Viskafors som berörs av klagomålen. Detta gäller både alternativen som behandlar dagens pannbestånd och alternativ 5, som visar hur situationen ser ut om pannorna konverteras till bästa teknik. Detta innebär att de höga halterna inte enbart beror på att dålig teknik används i fastigheterna i denna del av området utan att även topografin och vindriktningen bidrar till att luftföroreningar ackumuleras där.

Spridningen för 98-percentilerna är något annorlunda. Eftersom det antagligen råder inversion i området större delen av den tid som 98-percentilerna berör, minskar omblandningen och föroreningarna flyter ut mot de lägst belägna delarna av området. De högsta värdena uppkommer generellt sätt sydost om området men halterna i området är fortfarande betydligt högre än i medelvärdesberäkningarna.

I liknande studier har högre halter från biobränsleeldning modellerats fram (Jonsson, 2003, BHM). Detta kan delvis bero på att andra emissionsfaktorer har använts, att en mindre andel av villorna har vedpannor installerade i denna studie samt att luftkvalitetsförutsättningarna ser olika ut på bostadsområdena i de olika studierna.

Att tänka på när denna typ av spridningsberäkningar görs är att resultaten blir ganska osäkra. Detta gäller särskilt vid utredningar om småskalig biobränsleeldning, då kunskapen om emissionsfaktorer är bristfällig och utsläppen dessutom varierar väldigt mycket på hur den enskilde eldaren sköter sin utrustning. Eldningsintervallen och omfattningen av eldningen är svåra att förutsäga och många antaganden måste göras. Därför skall resultaten läsas med försiktighet och bör ses som uppskattningar av hur situationen kan tänkas se ut snarare än exakta siffror. För att göra en helhetsbedömning av hur luftkvaliteten i området ser ut måste även övriga källor tas med i beräkningarna, till exempel trafik, bakgrundshalter och eventuella industrier som påverkar och dessutom bör man helst komplettera med mätningar. Vi hade initialt planerat att jämföra modellerade halter med mätningar i detta projekt. Resultaten ovan talar dock för att haltbidraget blir för lågt för att vara möjligt att påvisa vid faktiska mätningar utomhus. Det haltbidrag som beräknats i alternativ 2-4 skulle kunna påvisas, men man hade då behövt kunna förutsäga vilka dagar som ”98-percentilförhållanden” föreligger. Vinterhalvårsmedelvärdet vid mätning av PM_{10} i ”urban bakgrundsluft” i Borås var 2002-2003 20-25 $\mu g/m^3$ (Persson 2004).

Spridningsberäkningarna är ändå ett bra verktyg att använda när misstanke om att luftkvaliteten i ett område av någon anledning är försämrad. I detta fall fanns misstanke om att dålig vedeldning påverkar luftkvaliteten negativt. Studien visar att den småskaliga eldningen för uppvärmning, främst vedeldning, under vissa förhållanden bidrar med halter som märkbart kan påverka luftkvaliteten. Den visar också att det antagligen inte enbart är bristfällig kunskap och felaktig eldningsteknik som ligger bakom problemet utan att området redan från början har topografiska och meteorologiska förhållanden som ibland kan ge ansamlingar av höga koncentrationer av luftföroreningar på låg höjd.

Tack

Tack till David Svensson från Luft i Väst för hjälp i samband med modelleringar i Alarm samt till Pär Ängerheim för synpunkter och hjälp med karta.

6 Referenser

Cooper, D., Gustavsson, L., Hedman, H., Hagström, M., Johansson, L., Liljeblad,L., Löfgren, B.EW., Nordin, A., Padban, N., Strand, M., Westerholm, R. 2003. Bio-bränsle-Hälsa-Miljö. *Preliminär slutrapport juni 2003. Rapport till Energimyndig-heten från delprojekten inom Emissionsklustret.* http://www.itm.su.se/bhm/rapporter/BHM%20EmKl-slutrapport%20juli-2003.pdf

Haeger-Eugensson, M., Sjöberg, K., Lövblad, G., Liljeberg, M., Dahlroth, B. 2002. *Den framtida energins påverkan på luftkvaliteten Scenarier för Stockholmsområdet.* IVL rapport B1500. http://www.ivl.se/rapporter/pdf/B1500.pdf

Hansson, HC., Forsberg, B., Johansson, C., Padban, N. 2002. *Biobränsle-Hälsa-Miljö- Statusrapport 10 november 2002.*

Jansson, T. 2003. *Eldning med fasta biobränsleni småhus Miljömål, regelverk, rätts-praxis och rättstrygghet Åtgärder för att minska utsläppen.* Projekt inom Energimyndighetens program ”Utsläpp och luftkvalitet”.

Johansson, K., Gustavsson, L., Tullin, C., Cooper, D. 2003. *Emissioner från små-skalig biobränsleeldning-mätningar och preliminära mängdberäkningar.* SP Rapport nr 2003:08. http://www.sp.se/energy/sv/rapporter.htm#2003

Jonsson, A. 2003. *Konvertering till biobränslebaserade uppvärmningssystem-lokala miljöeffekter.* Examensarbete 002 2003. SLU Institutionen för bioenergi. www.bioenergi.slu.se

Nilsson, P.O och Lönner, G. 1999. *Energi från skogen.* SLU. Uppsala

NUTEK. 1996. *Vedpärmen*. Informationsmaterial om vedeldning, framtagen av Novator media på uppdrag av NUTEK inom programmet småskalig förbränning av biobränsle. http://www.novator.se/bioenergy/wood/

Persson, K., Haeger-Eugensson, M. Sjöberg, K.2004. Mätningar av luftföroreningar i Västar Götaland. IVL-rapport U-909. Luft i Väst 2004.

Ranhagen, U. & Palm, U. 2001. *Plats för eldning-Strategier för bättre livsmiljö och energieffektivitet*, *Remissupplaga*. Luleå tekniska universitet (http://www.stem.se/web/stod.nsf /FilAtkomst/remiss.pdf/$FILE/remiss.pdf)

Regeringens proposition 1996/97:176. 1996. *Lag om kärnkraftens avveckling*

Regeringens proposition 1996/97:84. 1996. *En uthållig energiförsörjning*

Regeringens proposition 2001/02:55. 2001. *Sveriges klimatstrategi*

REPAB Fakta. 1999. *Årskostnader Bostäder- Nyckeltal för kostnader och förbrukningar.* REPAB AB. Mölndal

SFS 1998:899. 1998. *Förordning om miljöfarlig verksamhet*

Statens energimyndighet. 2003. *Växande energi Bioenergin i Sverige – en marknad i utveckling.* Energimyndighetens förlag. Eskilstuna.

Personliga referenser:

Johansson, Magnus. 2003. Sotare i Borås stad.
Padban, Nader. 2003. Termiska processer i Studsvik AB
Svenson, David. 2003. Luft i Väst.

Spridningsmodellen ALARM (Advanced Lokal And Regional Modelling system)

För beräkningarna har utnyttjats en spridningsmodell som är utvecklad vid Meteorologiska institutionen vid Uppsala universitet. Denna spridningsmodell tar hänsyn till terrängen i det aktuella området. Ett stort antal vind- och turbulensfält har simulerats för det aktuella området med hjälp an en mycket avancerad meteorologisk modell. De simulerade vind- och turbulensfälten är sparade i en databank och kan tas fram och förses med föroreningsutsläpp. Spridningsberäkningar med hjälp av databanken kan utföras såväl för "case studies", där man är intresserad av föroreningsbilden i en viss situation, som för planeringsändamål, då materialet kombineras med meteorologisk statistik.

Spridningsmodellen är validerad mot mätningar utförda i Vänersborg-Trollhätte-regionen och ett område i Coloradoflodens dalgång i USA. Dessutom har modellen validerats mot mätningar i Atén, Grekland. Modellen har visat sig ge mycket god överensstämmelse mot mätdata.

Jämförelse mellan utförda beräkningar av vindenergi och uppnådda resultat från ett 20-tal vindkraftverk i Västra Götalands län visar också på en mycket god överensstämmelse.

Beräkningar kan göras för alla kommuner i Västra Götalands län.

98-Percentiler

98-percentil visar högsta timmedelvärde under 98 % av tiden. Under 14 timmar per statistisk månad kan värdena således ligga över 98-percentil-koncentrationerna.

Väderdata

För sin verksamhet har Luft i Väst ett omfattande system för insamling av väderdata Väderstatistiken har hämtats från de senaste 10 årens mätningar i regionen.

Mätning sker dels med 8 mätmaster – 10 meter höga – och dels med 3 SODAR-anläggningar som mäter vindhastighet och vindriktning upp till 300 meters höjd. Genom temperaturmätningar i masterna bestäms förutom vindhastighet och vindriktning även temperaturgradienterna. I beräkningarna ingår således även då försämrade inblandningsförhållanden råder – inversioner.

Bakgrundshalter

Bakgrundshalten för svaveldioxid ligger för detta område på ca 1 mikrogram per kubikmeter och för kvävedioxid på ca 3-5 mikrogram per kubikmeter.

Källa: David Svenson, Luft i Väst

LÄNSSTYRELSEN
VÄSTRA GÖTALANDS LÄN

www.o.lst.se