

Hur och vad mäter man när man inte vet vad man letar efter?

Michael Norman,
SLB-analys,
Miljöförvaltningen, Stockholm stad

Exemplet sopbranden i Kagghamra, Botkyrka



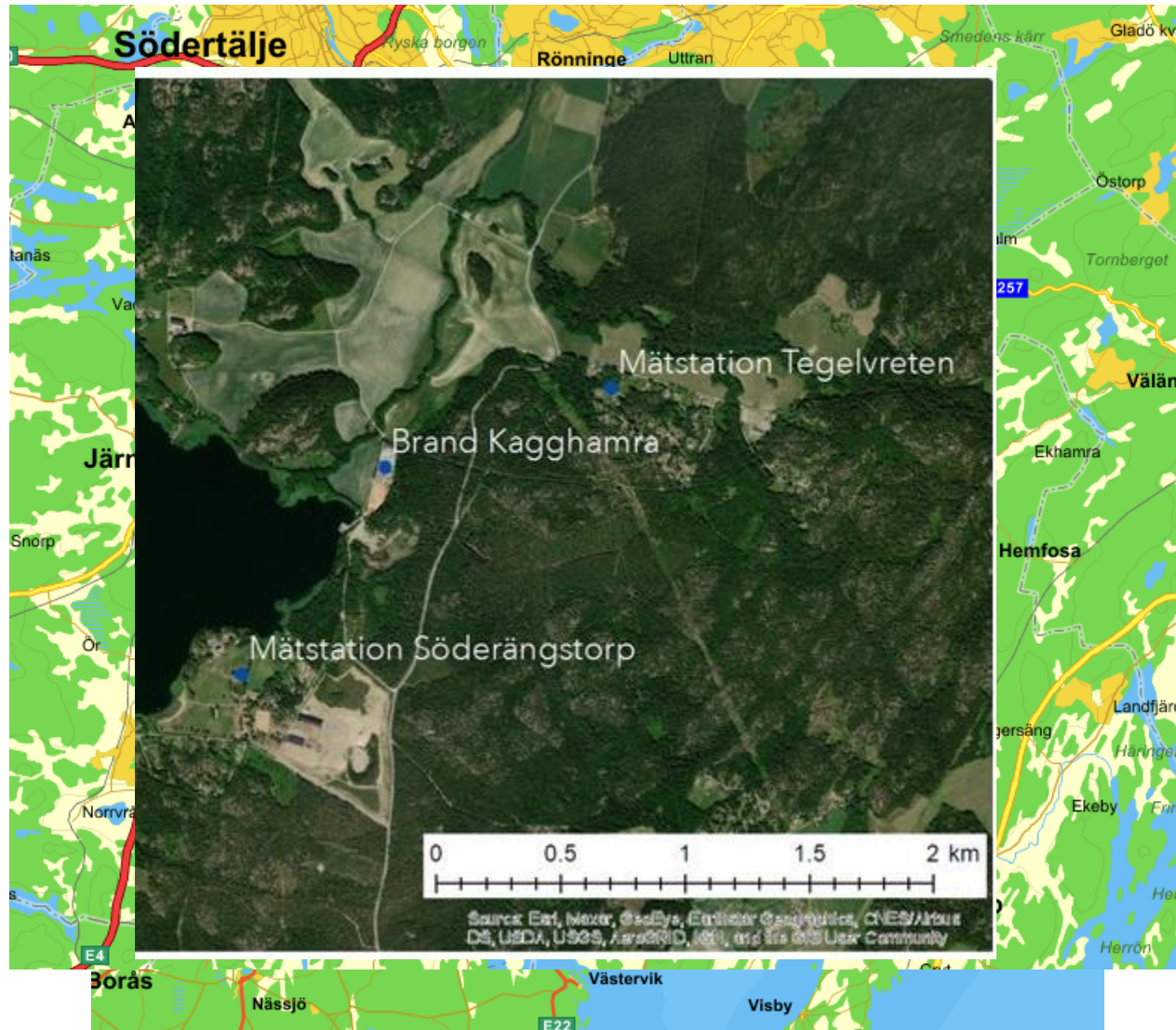
Michael Norman,
SLB-analys,
Miljöförvaltningen, Stockholm stad



Stockholms
stad



Kagghamra, Botkyrka. Var ligger det?



Stockholms
stad



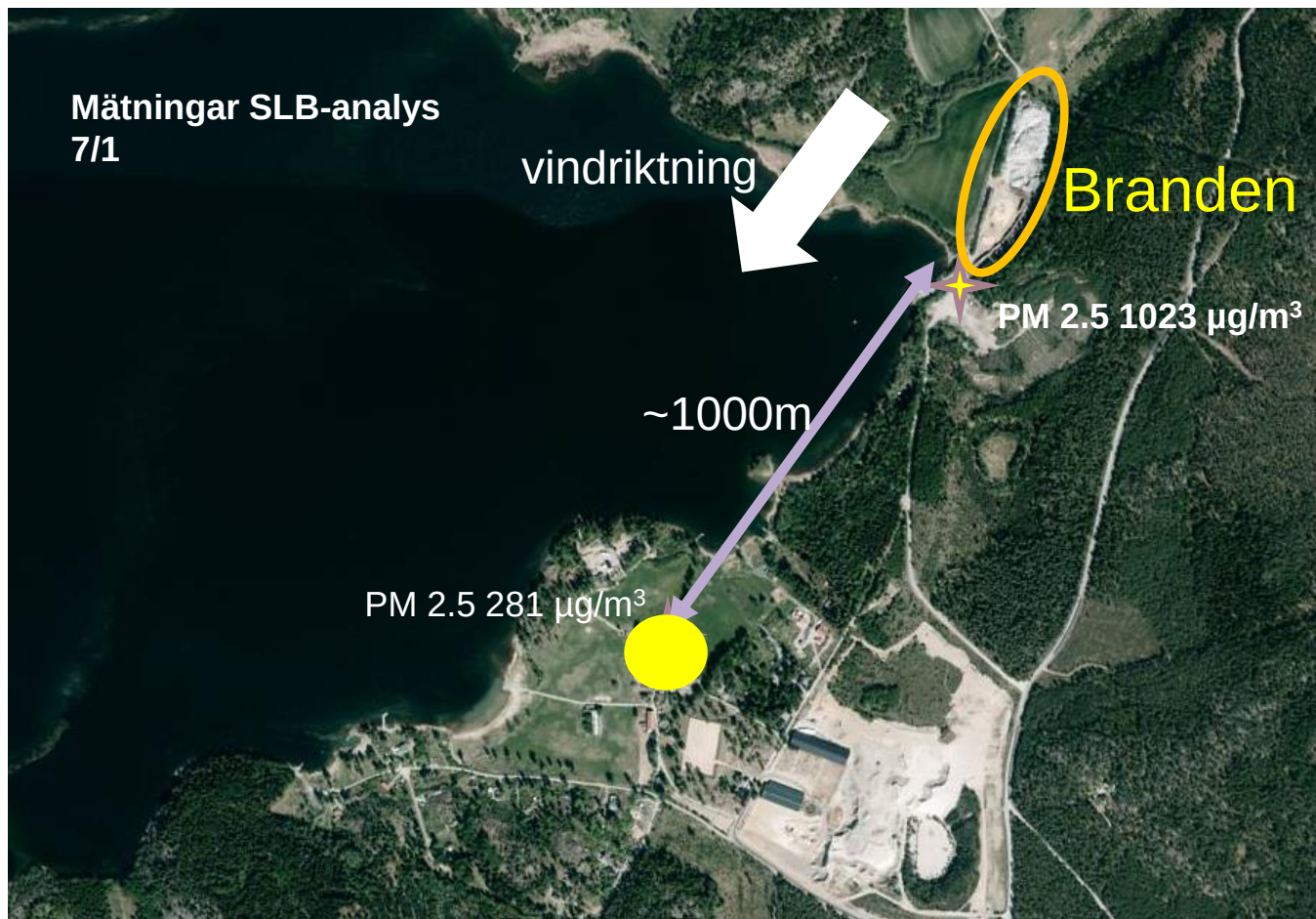
Inledande Tidslinje

- November 2020 En mindre del av högen brinner. Brandförsvaret släcker genom att gräva ut en del av högen som brinner
- 2020-12-23, Branden startar igen, nu i hela högen.
- 2021-01-05, Södertörns brandförsvär (SBFF) och Botkyrka kontaktar SLB-analys, pga problem med rökutveckling för boende
- 2021-01-07 fm, Inledande möte mellan SLB-analys och SBFF.
- 2021-01-07 em. SLB-analys inleder mätningar med mobil utrustning

Mobil mätutrustning vid bostadshus och intill branden



Initiala mätningar 7/1



Jämförelse: - Miljökvalitetsnorm för årsmedelvärde för PM2.5: 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Årsmedelvärde 2020 för PM2.5 på Hornsgatan i Stockholm: 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Stockholms
stad



Konsekvens av de mobila mätningar

- Mycket höga halter av PM2.5
- Botkyrka kommun beställer två fasta mätningar av SLB-analys
- Räddningstjänsten konstaterar att branden måste släckas



Två st fasta mätstationer intill bostäder, ~1000 m från branden

Startade 23 januari



Söderängstorp



Tegelvreten

1. Mätningar av partiklar (PM10, PM2.5, PM1 och sot) samt kväveoxider NO_x & NO₂.
Startade 23 januari
2. Insamling av partiklar på filter för analys av tungmetaller (Nickel, Arsenik, Kadmium, Kvikksilver, Bly mfl) samt PAH (polycykliska aromatiska kolväten).
Startade 29 januari

<https://www.slb.nu/slbanalys/kagghamra/>

Kompletterades senare

3) Provtagning på filter för oxidativ potential

Perfluorinated alkyl acids (PFAAs)

Klorerade, fluorerade och bromerade organiska föreningar (SU)

Studera partiklar i TEM (SU)

Stockholm universitet



Hälsorekommendation baserad på PM2.5

Framtaget av Prof. Tom Bellander, centrum för arbets- och miljömedicin, KI

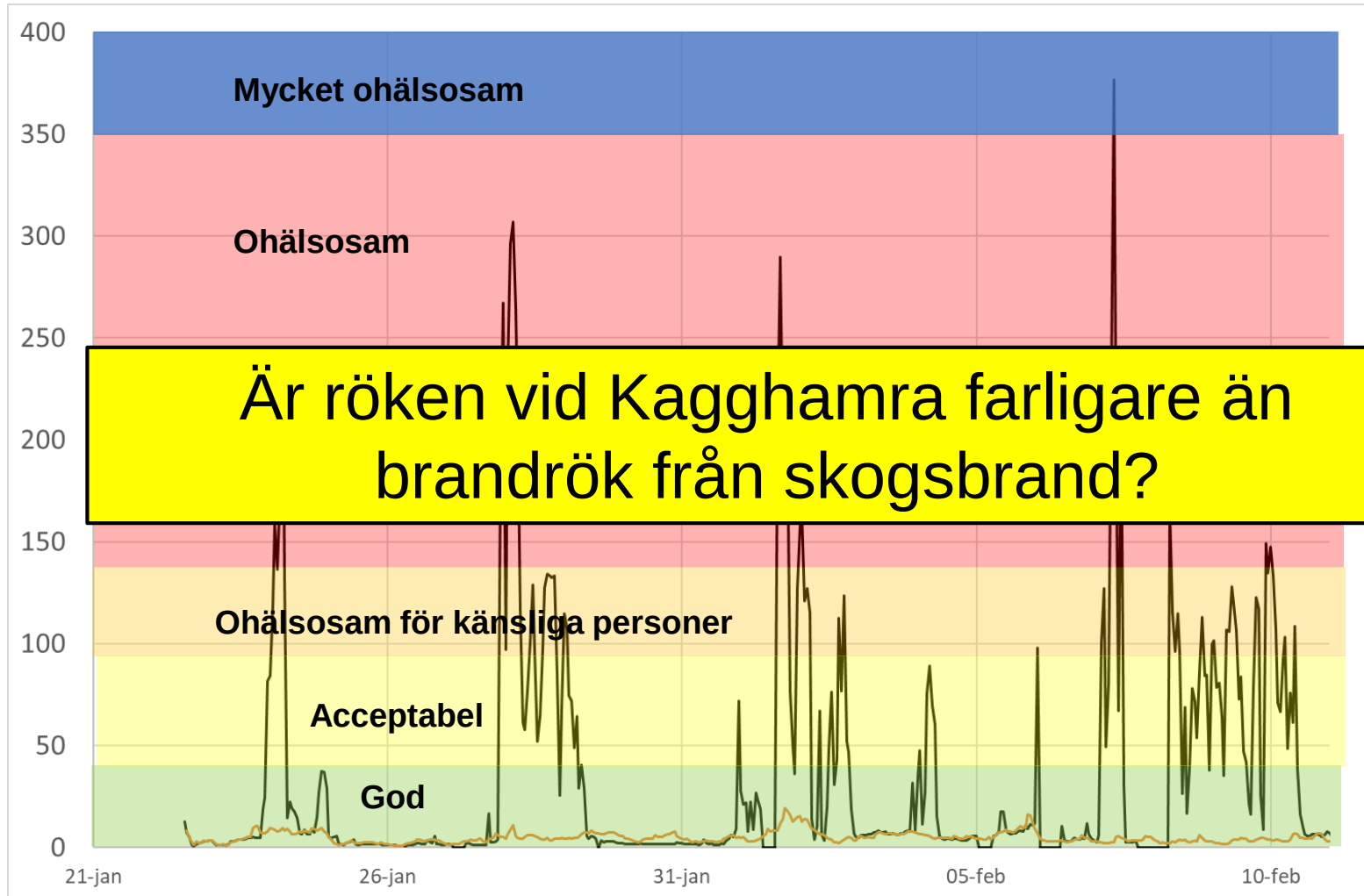
Baseras på råd i Kalifornien som gäller vid rök från skogsbränder

Med känsliga personer menas här personer med hjärt-kärlsjuklighet eller sjukdomar i andningsvägarna samt barn (upp till 18 år) och personer över 70 år. Gravida och ammande kvinnor bör också betraktas som känsliga, för att skydda foster och ammande spädbarn.

Luftkvalitet	Kortvarig exponering Partikelhalt (PM _{2.5} ; µg/m ³ ; 1-3 timmars medelvärde)	Långvarig exponering Partikelhalt (PM _{2.5} ; µg/m ³ ; 24 timmars medelvärde)	Råd
God	0-38	0-12	
Acceptabel	39-88	13-35	Särskilt känsliga personer bör överväga att begränsa ansträngande aktiviteter utomhus.
Ohälsosam för känsliga personer	89-138	36-55	Känsliga personer bör begränsa ansträngande aktiviteter utomhus.
Ohälsosam	139-351	56-150	Känsliga personer bör vistas inomhus och undvika ansträngande aktiviteter. Övriga bör begränsa vistelse utomhus.
Mycket ohälsosam	352-526	151-250	Alla bör vistas inomhus och undvika ansträngande aktiviteter.
Farlig	527-	251-500	Ingen vistelse utomhus bör förekomma.



Exempel från Söderängstorp



Innehåller röken högre halter av organiska gaser (VOC) än rök från skogsbrand?

SLB-analys tog kontakt med Oslo universitet som knappt 3 dygn efter beställning var på plats med sitt mobila laboratorium



UiO's mobile laboratory with the PTR-TOF 1000 QB analyzer.



Stockholms
stad



Analyserade VOC intill SLB mätstation

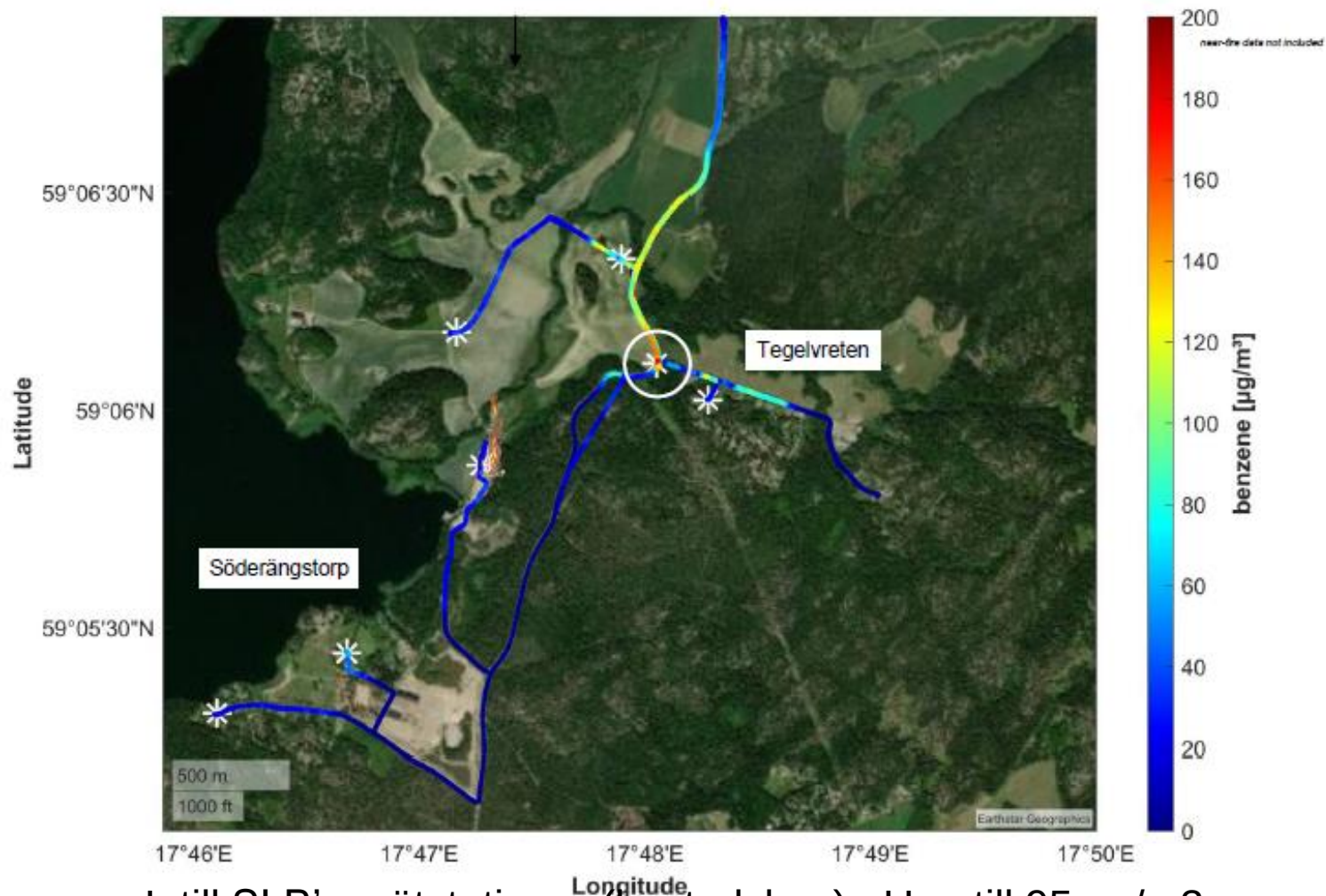
		Söderängstorp (SLB-analys station)	
		time:	09:40:57 - 10:00:11
		LAT:	59.0907
		LON:	17.7780
ion sum formula	compound assignment	VMR [ppbV]	Concentration [$\mu\text{g m}^{-3}$]
C1H3O1	formaldehyde	21.3	26.1
C1H5O1	methanol	52.1	68.2
C3H5	unspecific hydrocarbon signal (fragment)	*	*
C2H4N1	acetonitrile (=methyl cyanide)	3.5	5.9
C3H7	unspecific hydrocarbon signal (fragment)	*	*
C1H2N1O1	isocyanic acid	1.0	1.8
Formaldehyd: ögon/näsa irriterande, cancerogen			
C3H5O1	acrolein	1.7	3.8
		*	*
Acetaldehyd: cancerogen			
		12.0	28.4
		1.4	3.4
C2H5O2	acetic acid + glycolaldehyde	16.2	39.7
C4H5O1	furan	2.5	7.1
C4H7O1	methylvinylketone + methacrolein + crotonaldehyde	1.2	3.4
C6H11	pentenes, methylketones, HC fragment	*	*
Acreolin: irriterande för övre luftvägar			
			8.3
			19.0
C6H7	benzene	15.4	49.2
C5H6N1	pyridine + pentadienenitriles	0.9	2.8
C5H7O1	methylfurans	6.3	21.1
		*	*
1,3 Butadien: cancerogen			
		0.7	2.3
C5H9O1	3-methyl-3-buten-2-one + cyclopentanone + isomers	1.4	4.9
C6H13	unspecific hydrocarbon signal (fragment)	*	*
C4H7O2	2,3-butanedione + methyl acrylate + isomers	1.5	5.3
C5H11O1	C5-ketones/aldehydes	0.8	2.7
C4H9O2	methyl propanoate + isomers	0.8	2.9
C7H9	toluene	8.3	31.3
Bensen: hematotoxisk, cancerogen			
		4.6	17.8
		1.8	7.1
		1.0	3.8
C5H9S	not identified	0.6	2.5
C7H6N1	benzonitrile (=phenyl cyanide)	1.0	4.3
C8H9	styrene	5.4	22.8
C8H11	xylenes / ethylbenzene	7.3	31.8
C7H9O1	methylphenols (=cresols) + anisol	2.8	12.5
C9H11	methyl styrenes + indane + propenyl benzenes	1.7	8.0
C9H13	C3-benzenes	1.4	6.8
C8H11O1	C2-phenols + methyl anisol	1.4	7.0
C10H9	naphthalene	1.2	6.5



Stockholms
stad



Kartläggning av bensenhalterna



- Intill SLB's mätstationer (bostadshus). Upp till $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Högsta uppmätta halter längs bilvägen: $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Miljökvalitetsnorm EU årsmedelvärde: $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Stockholms
stad



Hälsorekommendation

Framtaget av Prof. Tom Bellander, centrum för arbets- och miljömedicin, KI

Baseras på råd i
Kalifornien som
gäller vid rök från
skogsbränder

Luftkvalitet	Kortvarig exponering Partikelhalt (PM _{2.5} ; µg/m ³ ; 1- 3 timmars medelvärde)	Långvarig exponering Partikelhalt (PM _{2.5} ; µg/m ³ ; 24 timmars medelvärde)	Råd
God	0-38	0-12	
Acceptabel	39-88	13-35	Särskilt känsliga personer bör överväga att begränsa

Är röken vid Kagghamra farligare än
brandrök från skogsbrand?

Onänsam	139-351	56-150	Känsliga personer bör vistas inomhus och undvika ansträngande aktiviteter. Övriga bör begränsa vistelse utomhus.
Mycket ohälsosam	352-500		Alla bör vistas inomhus och undvika ansträngande aktiviteter.
Farlig	527-1000	251-500	Ingen vistelse utomhus bör förekomma.

JA!

Uppdaterad Hälsorekommendation

Åtgärder 5 februari:

- Uppdaterad rekommendation från centrum för arbets- och miljömedicin till Botkyrka
- Att vara inomhus ger inte fullt tillräckligt skydd
- Samtliga boende inom 3 km från branden erbjuds luftrenare från Botkyrka kommun

Filteranalyser start 29 januari

Första resultat 12 mars

Jämförelse mellan det värsta dygnet miljökvalitetsnorm (för kalenderår)

Tyvärr kan inte PAH och tungmetaller analyseras på samma filter

Ämne	Högsta dygnmedelvärde Kagghamra		Miljökvalitetsnorm årsmedelvärde	I nivå eller något högre än MKN, men lägre än Millenieskiftet
Bly	1000		500	
Arsenik	10		6	
Nickel	<1		20	
Kadmium	7,5		5	
Zink	1600			
Krom	7,1			
B(a)P	8,7		1	

Tungmetaller, PAH

(främst negativ hälsopåverkan på lång sikt)

- **Förhöjda halter av:**

- Kadmium, Cd
- Arsenik, As
- Krom, Cr
- Zink, Zn
- Bly, Pb
- PAH
 - Bens(a)pyren, B(a)P
 - Pyren
 - Krysen
 - Flouranten
 - mfl.

- **Låga halter av:**

- Nickel, Ni
- Kobolt, Co
- Vanadin, V
- Kviksilver, Hg

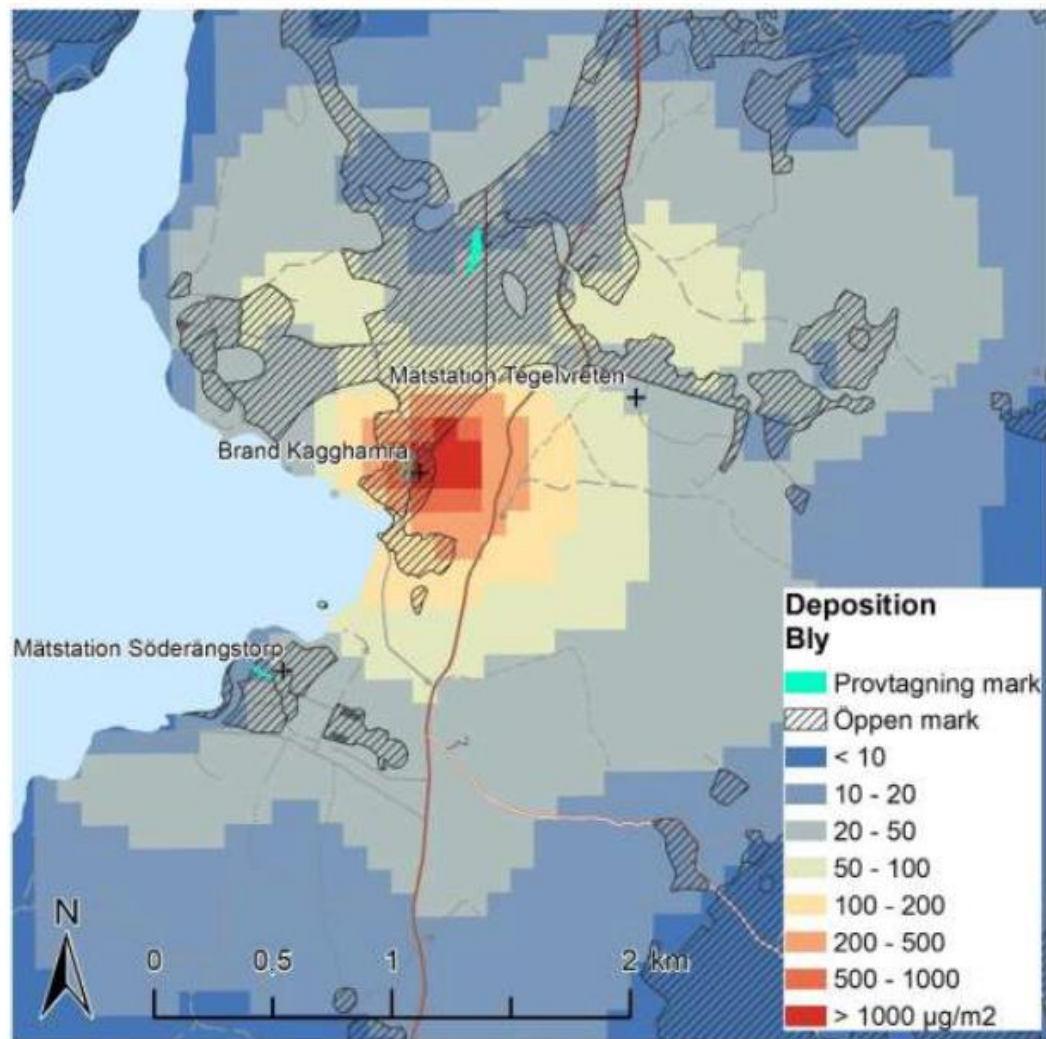


Nedfall?

- Viktigt för att ta reda på var och hur mycket tex grödor och betesmark har påverkats
- Skattning av utsläpp görs och spridningsberäkning av utsläppet görs för hela brandperioden
- Brandperioden före våra mätningar startade får vi anta medelkällstyrka utifrån den data som finns
- Samband mellan uppmätta halter av PM2.5 och tex metaller kan användas
- Depositionssamband för olika ytor



Deposition Bly



- Utsläppen av bly från branden beräknades till 1,3 ton
- Totala utsläppen i Sverige 8 ton (Nvv)
- Depositionen inom 1 km från branden 0,4-40 $\mu\text{g} / \text{m}^2$ & dygn
- Bakgrund i södra Sverige 0,3-0,8 $\mu\text{g} / \text{m}^2$ & dygn

Summering & Perspektiv

- Under perioder med rök från branden så var halterna av partiklar PM2.5 höga
- Höga halter av VOC, främst bensen (hematotocic och cancerogen
- Förhöjda halter av PAH (tex bens(a)pyren) cancerogen
- Förhöjda halter av tex bly, kadmium, koppar och zink

Summering & Perspektiv (2)

- Trots de höga uppmätta halterna så föreligger ingen risk för överskridande av miljökvalitetsnormer för luftkvalitet!
- I Sverige finns inga gränsvärden eller hälsorekommendationer för bränder
- De boende hann utsättas för röken ganska lång tid innan mätningar och rekommendationer fanns på plats



Branden släcktes mha sand

- Släckningsarbetet gick snabbt och högen är helt täckt med sand.



Foto: Södertörns brandförsvär

Summering: Vad har vi mätt

Gaser:

- NO_x, NO, NO₂
 - 2 stationer Botkyrka
 - mobila
- VOC (Oslo Uni)
 - ~50 olika VOC
 - mobil
- CO₂
 - 2 stationer Botkyrka

Partiklar

- PM₁₀, PM_{2.5}
 - 2 stationer Botkyrka
 - 2 stationer Nynäshamn
 - Mobila mätningar
- Tungmetaller
 - 10 olika metaller + Hg
- PAH
 - 15 olika PAH
- Klorerade, fluorerade och bromerade organiska föreningar (SU, inte klar)
- Studera partiklar i TEM (SU, inte klart)

Kanske en av de bättre dokumenterade sopbränderna?

