

NFKK-konferens i Köpenhamn 2017.

Föredrag om **NO<sub>x</sub>-utsläpp från krematorier** 2017-09-07 förmiddagen / Torbjörn Samuelsson

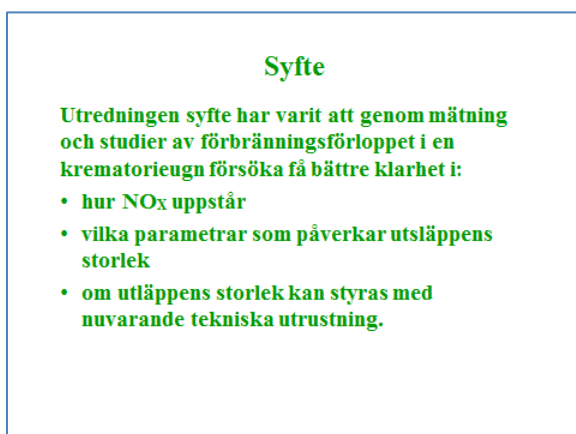
Bild 1:



Bakgrunden till den här utredningen är att några krematorier hade problem med sina utsläpp av kväveoxider, NO<sub>x</sub>, under 2014. Ca 20 krematorier i Sverige dvs en tredjedel har utsläppsvillkor för NO<sub>x</sub>. Vi har alla individuella tillstånd och villkor för varje krematorium. SKKF uppvaktade Naturvårdsverket och de svarade att de inte ansåg NO<sub>x</sub> lika prioriterat som kolmonoxid (CO), partiklar, kvicksilver och kolväten. Naturvårdsverket gav nu branschen ett andrum så att vi kunde agera. Vi fann att kunskapsläget var dåligt hos alla inblandade parter, hur NO<sub>x</sub> bildas etc.

Utredningen har genomförts genom bidrag från Forskningsstiftelsen för krematorieteknik, Sveriges kyrkogårds- och krematorieförbund, kisttillverkarna Nyarp AB och Fonus träindustri, Nyarp AB, Fonus Träindustri och Nilssons Trämanufaktur har bidragit med kistor och Sandvikens pastorat och MITAB i Forsbacka AB har bidragit med egen tid för utförande av prover mm.

Bild 2:



Texten på bilden läses upp

Bild 3:

**Kväveoxider NO<sub>x</sub>**

- Kväveoxider är föreningar av syre och kväve eller en blandning av sådana föreningar. NO<sub>x</sub> är ett samlingsnamn för de oxider av kväve som uppstår vid förbränning vid höga temperaturer, särskilt i förbränningsmotorer/processer. Inom atmosfärkemi, luftföroreningar och besläktade områden avser kväveoxider NO<sub>x</sub> kvävemonoxid NO och kvävedioxid NO<sub>2</sub>.
- Vid förbränning uppstår främst NO, som oxideras i luft till NO<sub>2</sub>. Dessa reagerar sedan med vattenmolekyler (H<sub>2</sub>O) i luften och bildar salpetersyra (HNO<sub>3</sub>).

Texten på bilden läses upp

Bild 4:

NO<sub>x</sub> kan vid förbränning bildas på tre olika sätt:

- sk **bränsle-NO<sub>x</sub>**: när det kväve som finns bundet kemiskt i bränslet reagerar med förbränningsluftens syre.
- sk **prompt NO<sub>x</sub>**: bildas genom att oförbrända kolväten från bränslet reagerar med kvävet i förbränningsluften under friställandet av en kväveradikal som sedan oxideras.
- sk **termisk NO<sub>x</sub>**: bildas genom att förbränningsluftens syre och kväve reagerar med varandra. Reaktionen sker inte i någon större utsträckning vid temperaturer under 1200-1300 °C, men ökar däröver exponentiellt med temperaturen.

Texten på bilden läses upp

Bild 5:

**Förberedelser**

Följande förberedelsearbeten utfördes:

- installation av gasanalysator som registrerar NO<sub>x</sub>
- installation av gasflödesmätare
- modifiering av styrsystemet för att ta emot signaler mm från installerade instrument
- förse kisttrucken med vägningsfunktion.

Texten på bilden läses upp

Bild 6:

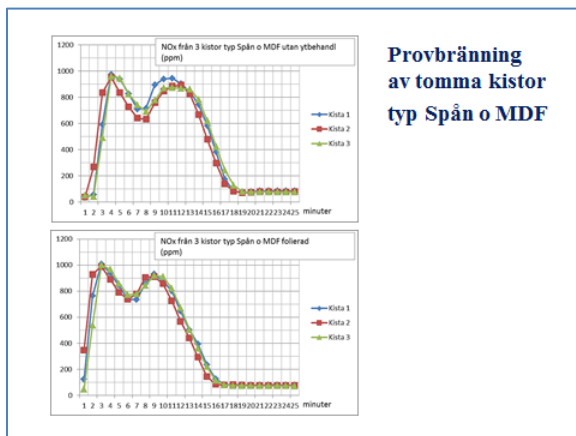
**Utförda prover**

**Förbränning och analys har utförts av:**

- **provbränning av de vanligaste kisttyperna, 3 kistor av varje typ (Nyarp 3 st, Fonus 3 st, Nilsson 1 st). Totalt 21 tomma kistor.**
- **analys av förbränningsresultaten från totalt 25 st helt vanliga kremationer i serier om 5.**
- **enbart brännare i drift, bränsle Eo1**
- **enbart brännare i drift, bränsle RME**

Texten på bilden läses upp

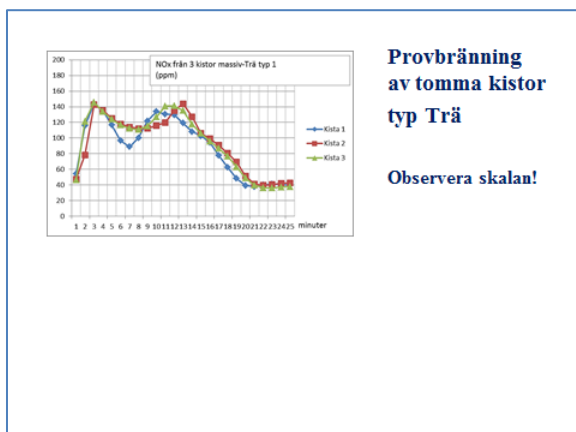
Bild 7:



Vi började med att bränna tomma kistor.

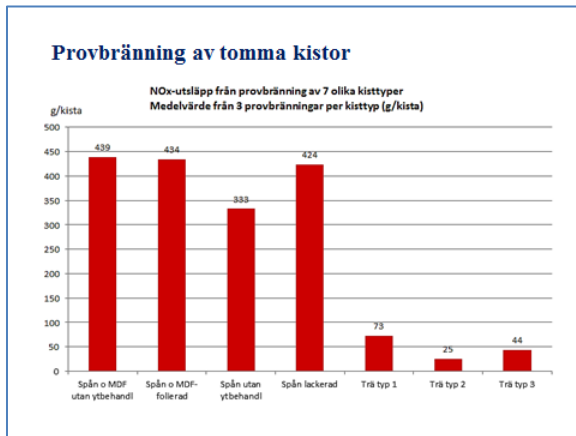
Bilden visar NOx-bildningen under förbränningens första 25 minuter. Efter ca 3-4 minuter så får vi en topp och efter ca 7-10 minuter en andra topp. Detta kan vi bara förklara med att det är först utsidan som brinner och sedan faller kistan ihop och då brinner insidan. Samma förlopp med liknande kurvor fick vi vid förbränning av samtliga kistor.

Bild 8:



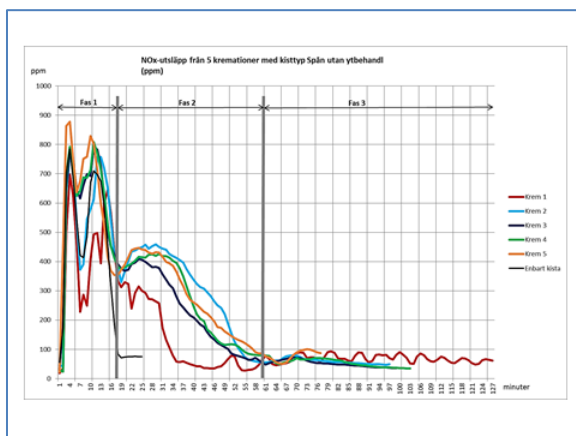
Här är det kistor av rent trä som redovisas. Förloppet är lika som på föregående bild men värdena är inte lika höga.

Bild 9:



Diagrammet visar NOx-värden för de olika kisttyperna vi proveldade. Vi ser att de kistor som är av spånskive – och MDF-material ger mycket högre värden än de av rent trä. Redovisade värden är medelvärdet av 3 kistor.

Bild 10:



Förbränningsförloppet studerades för

varje av de 25 analyserade kremationerna.

Diagrammet här visar NOx i ppm från 5 kremationer med samma kisttyp (spånskiva utan ytbehandling). I diagrammet är även redovisat tre förbränningsfaser där

Fas 1 – den fas där kistan brinner och NOx från kistan avgår

Fas 2 – den fas där kroppens fett mm brinner, största energiomvandlingsfasen

Fas 3 – den fas då utbränning sker

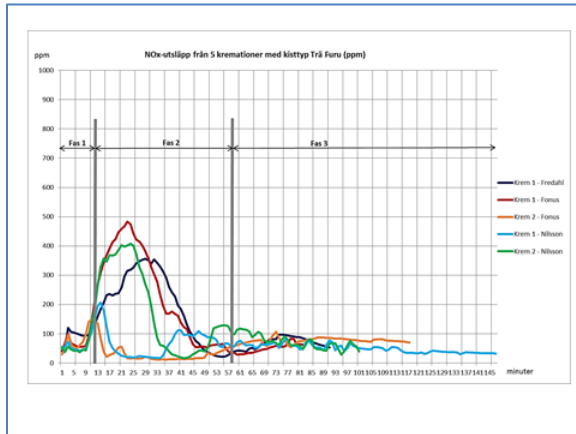
Övergången mellan fas 1 och 2 har satts vid den tidpunkt då NOx från kistan klingat av.

Övergången mellan fas 2 och 3 har satts mer ur förbränningsteknisk synpunkt, då sekundärluftspådraget stängt och det mesta innehållande kol är förbränt.

Tiderna för respektive fas varierar från kremation till kremation.

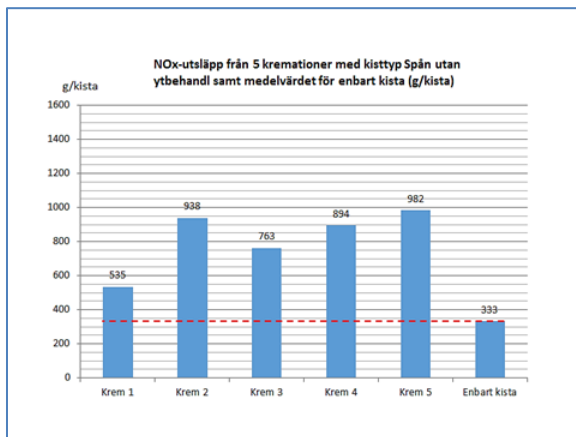
Av diagrammet framgår under fas 1 att NOx-bildningen följer i stort NOx-bildningen för tom kista. Under fas 2 kan konstateras att de flesta kremationer uppvisar en ökning av NOx-bildningen som i diagrammet visas som en "puckel". Det vi ser är NOx-bildningen beroende på kroppen, den avlidne. Under fas 3, utbränningsfasen, händer inte speciellt mycket, NOx-nivån är kvar på sin låga nivå.

Bild 11:



Motsvarande kurva för kremationer med ren trækista ser ut på motsvarande sätt, dock utan de högre NOx-värdena under fas 1. Fas 2 ser ut som i förra diagrammet.

Bild 12:



Nu följer 5 diagram där jag redovisar NOx för utförda kremationer per kisttyp med separat stapel för varje kremation. För varje kisttyp redovisas också enbart kista för att ge en bild av de stora variationer som erhålls även om kistans bidrag räknas bort.

Bild 13:

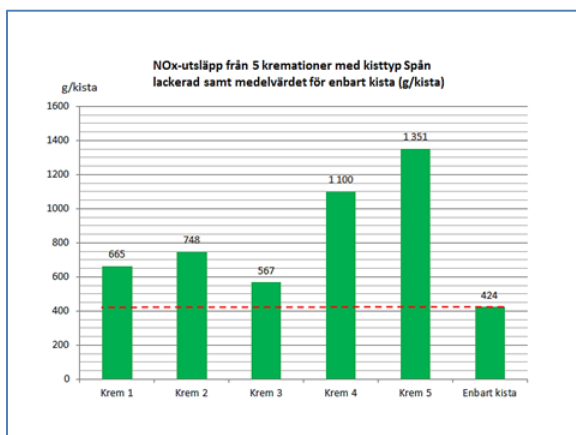


Bild 14:

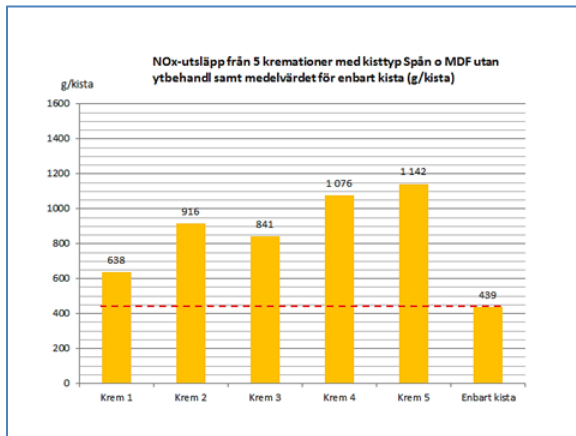


Bild 15:

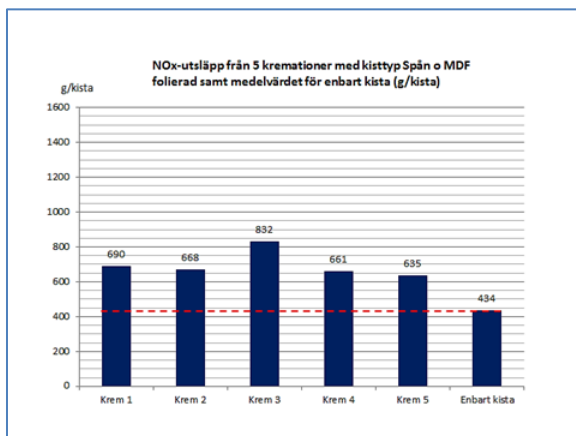
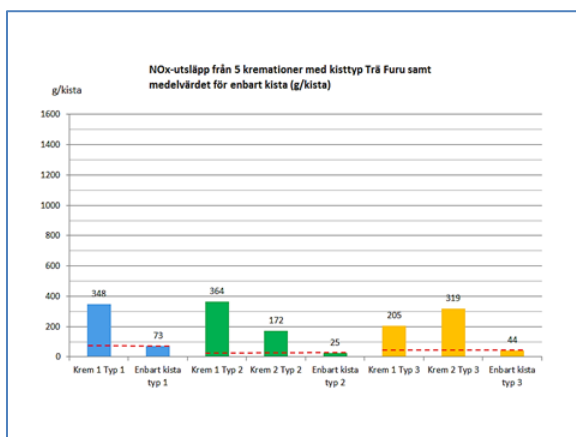


Bild 16:



Ni ser att variationerna är stora oavsett

kisttyp

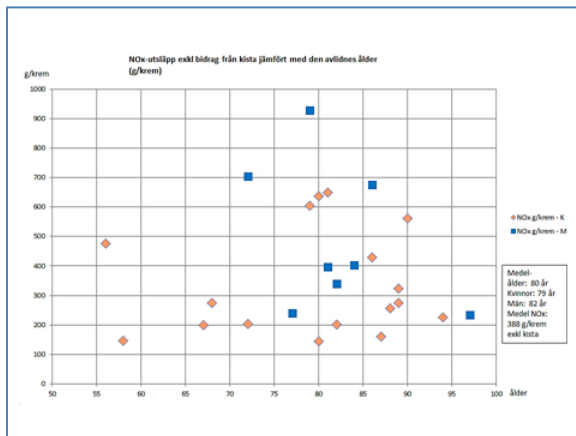
Bild 17:

**Sammanställning NO<sub>x</sub> från utförda kremationer**

		inkl kista g/krem	exkl kista g/krem
Medelvärde för samtliga 25 kremationer		722	388
Kremationer där kistan är spånbaserad, 20 st	medel	832	425
	max	1351	927
	min	535	144
Kremationer där kistan är av rent trä, 5 st	medel	282	240
	max	364	339
	min	172	147

Tabellen sammanfattar värdena vi kom fram till. Som ni återigen ser så är variationerna stora.

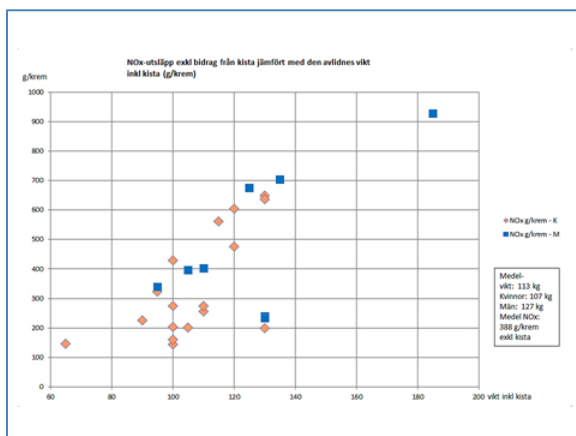
Bild 18:



påverka NO<sub>x</sub>-utsläppet. Svaret är nej!

Vi tittade på om den avlidnes ålder kunde

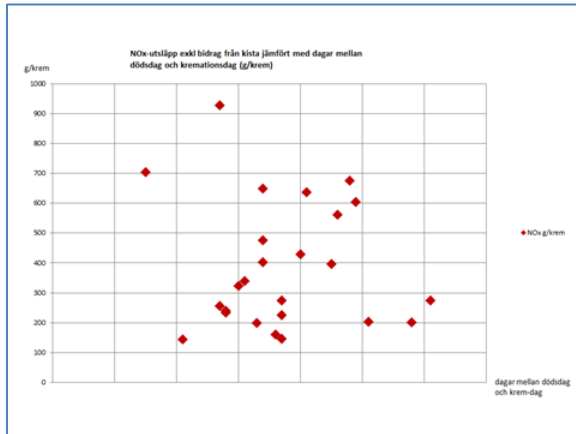
Bild 19:



Diagrammet visar sambandet mellan den avlidnes vikt inkl kista i förhållande till NO<sub>x</sub>-utsläppet. Finns det något samband? Man kan möjligen se en tendens till högre utsläpp vid högre vikt men tendensen är inte helt säker.

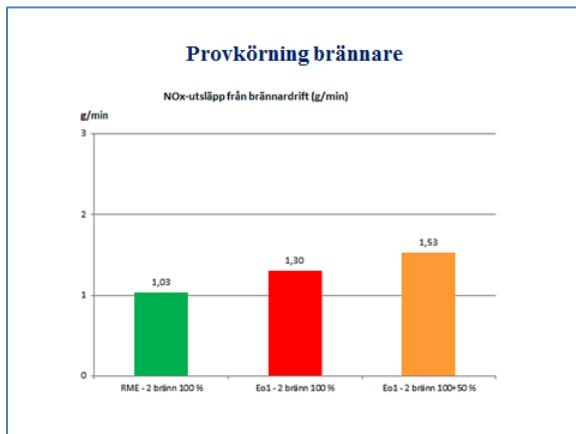
Diagrammet visar sambandet mellan den

Bild 20:



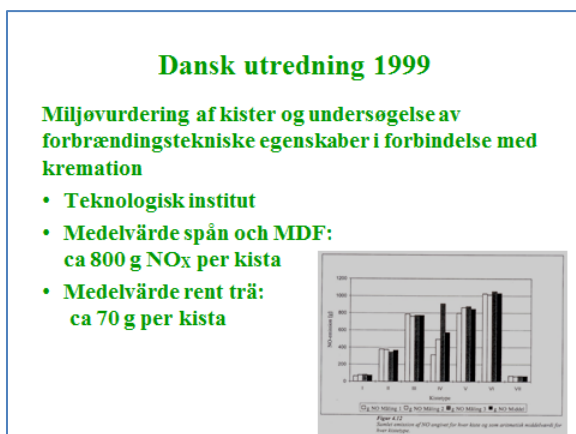
Vi studerade även om antalet dagar mellan dödsfall och kremation kunde påverka NOx-halten men svaret är nej!

Bild 21:



Vi testade också hur mycket stödbränslet gav i NOx-utsläpp. Som ni ser så ger bränslet väldigt lite. Med två brännare i drift ca 30 minuter så blir utsläppet ca 30 – 50 g per kremation. RME är rapsmetylester, Eo1 är vanlig eldningsolja.

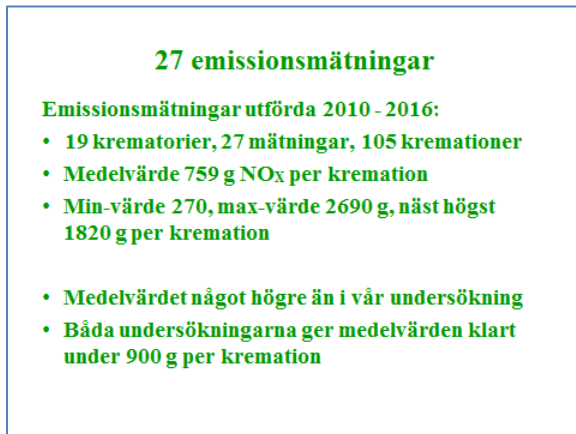
Bild 22:



Vi ville också jämföra våra resultat med andra undersökningar. I Danmark genomfördes 1999 en liknande undersökning av Teknologisk institut. Vår undersökning stämmer väl med resultatet som man kom fram till i Danmark.

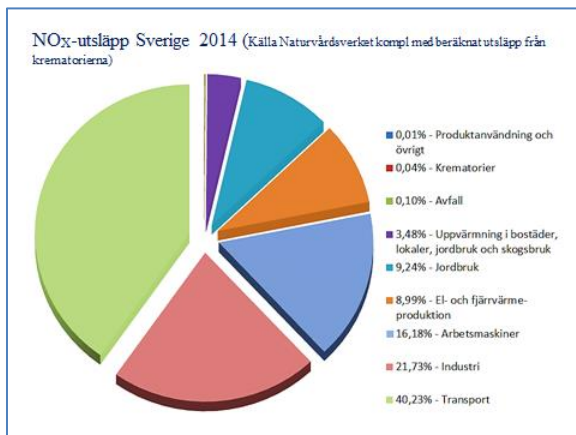


Bild 23:



Varje år så ber vi krematorierna som utfört emissionsmätningar att skicka in rapporterna till SKKF. Samtliga mätningar är utförda av ackrediterade företag. Jag har samlat värden från dessa mätningar mellan 2010 och 2016. Det är från 19 krematorier, 27 mätningar och totalt 105 kremationer, Medelvärdet blev 759 g NO<sub>x</sub> per kremation och ni ser att det är stort hopp mellan min- och max-värdena. Resultatet är något högre än våra mätningar och medelvärdet är klart lägre än 900 g per kremation som ofta är villkoret i våra tillstånd.

Bild 24:



Hur stort är utsläppen från krematorierna i jämförelse med andra NO<sub>x</sub>-utsläpp i Sverige? Krematorierna utgör 0,04 % och ingår i det smala strecket kl 12 i diagrammet. Vi talar alltså om en mycket liten del av Sveriges samlade NO<sub>x</sub>-utsläpp 2014.

Bild 25:

**Sammanfattning NO<sub>x</sub>-utredningen**

- Kista av spånskiva eller likn ger ca 430 g per kista
- Kista av rent trä mindre än 70 g per kista
- Medelvärde för utförda kremationer 722 g per kremation inkl kista, 388 g exkl kista
- NO<sub>x</sub>-värdena varierar kraftigt
- Liten påverkan av vikten, ingen av ålder eller antal dagar mellan dödsdag och kremation
- Utredningens resultat överensstämmer med andra utredningar och mätningar
- Mycket litet bidrag från brännare, även vid användning av RME

Texten på bilden läses upp

Bild 26:

**Sammanfattning NO<sub>x</sub>-utredningen**

- Utsläppens storlek kan inte påverkas i krematoriet med dagens teknik, vare sig med ugnen eller med rökgasreningen
- NO<sub>x</sub> från krematorier mycket liten del av totala utsläppen i landet

Texten på bilden läses upp

Bild 27:

**Tack för att ni lyssnade!**



Se [www.skkf.se](http://www.skkf.se)  
för nedladdning av  
rapporten

Texten på bilden läses upp

Då är ni välkomna med era frågor.