

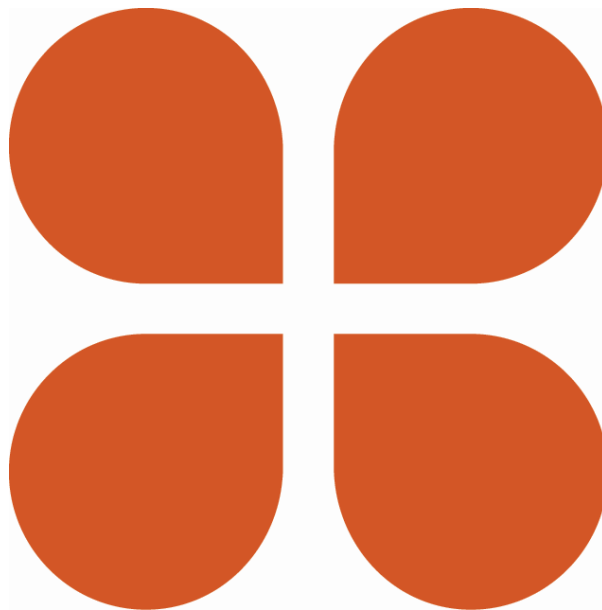
Rapport från Riksantikvarieämbetet

# Bra Vibrationer

– ett seminarium om sprängningsinducerade vibrationers påverkan på kulturmiljö

**Seminarie**sammanställning

25 november 2009



Beställare av rapporten är Stefan Lindgren enheten för kulturmiljöstöd,  
Riksantikvarieämbetet  
Talarens föredrag sammanfattades av journalisten Anna Larsdotter.

© 2010 Riksantikvarieämbetet

Box 1114

621 22 Visby

[www.raa.se](http://www.raa.se)

[riksant@raa.se](mailto:riksant@raa.se)

# Innehåll

Förord .....	5
Bakgrund .....	7
Föreläsarna.....	8
Mats Jonsäter .....	8
Maria Barkin .....	8
Emma Grimlund.....	8
Carl Thelin .....	9
K. Rainer Massarsch.....	9
Wolfram Jäger .....	10
Peter Ruge .....	10
Anna Heningsson .....	11
W. (Bill) Wei.....	11
Sammanfattning av seminariet.....	12
Värdet av den kulturhistoriska bebyggelsen .....	12
Lagskyddet.....	12
Sprängningsinducerade vibrationer ett hot mot kulturmiljön?.....	13
Sprängningsinducerad vibration i mark.....	14
Vibrations on historical buildings .....	15
Besiktning och riskreducering.....	15
Protecting cultural property during tunneling work and traffic.....	16
Sammanfattning/Frågestund .....	17
Seminarieprogram.....	18



## Förord

Ett av Riksantikvarieämbetets övergripande uppdrag är att vara samordnare för vård- och konserveringsfrågor rörande byggnader, föremål och annat kulturhistoriskt material. En del av detta samordningsuppdrag är att fånga upp frågor kring områden inom kulturmiljöområdet där det behövs ny kunskap eller där befintlig kunskap finns men behövs tillgängliggöras.

Ett område som väcker många frågor och diskussion är de insatser som görs för att lösa de problem som den moderna infrastrukturen har framförallt i tätbebyggda områden. En del av dessa insatser innebär att stora trafiklösningar läggs i tunnlår. På detta sätt kan det skapas förutsättningar för bevarande och hänsynstagande till befintliga bebyggelsemiljöer ovan mark och ändå klara ökade trafikbelastningar. Men även anläggandet av tunnlår innebär på olika sätt en påverkan på bebyggelsemiljön. En sådan påverkan är t.ex. sprängningar som i förekommande fall måste genomföras med sprängningsinducerad vibration som följd.

Länsstyrelsen i Stockholm län är aktiv i pågående handläggning kring flera stora insatser kring stadens infrastruktur, bland annat anläggandet av nya tunnlår under Stockholms innerstad. De ställde förra året direkta frågor till Riksantikvarieämbetet kring vilka kunskaper som finns och vilka förutsättningar som gäller för påverkan genom sprängningsinducerad vibration i kulturhistoriska bebyggelsemiljöer. Ganska omgående kunde vi i diskussionen tillsammans med Länsstyrelsen, men också med berörda fastighetsägare som Svenska kyrkan och Statens fastighetsverk, konstatera att här fanns ett område där vi i dagsläget saknade överblick och att det fanns anledning att göra en insats för att samla befintlig kunskap.

Detta mynnade ut i seminariet ”Bra vibrationer – ett seminarium om sprängningsinducerade vibrationers påverkan på kulturmiljö”, som genomfördes den 25 november 2009 på Historiska Museet i Stockholm. Seminariet var resultatet av ett väl fungerade samarbete mellan Länsstyrelsen i Stockholms län, Svenska kyrkan, Statens fastighetsverk och Riksantikvarieämbetet.

Visby februari 2010

Christian Runeby

Chef för enheten för kulturmiljöstöd



# Bakgrund

Allt fler stora infrastrukturlösningar, vägar och järnvägar, läggs i tunnlar. Parkeringsbehov och andra byggnadsåtgärder löses under mark och kräver allt som oftast att vi tar oss fram under eller i anslutning till kulturhistoriskt känsliga miljöer. Arbetena omfattar ofta stora insatser med mycket sprängning under markytan. Hur mycket känner vi egentligen till om vilken påverkan detta har på kulturhistoriskt känsliga miljöer?

I Sverige tillämpas Svensk standard ”SS 460 48 66, Vibration- och stötriktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader”, för beräkning av riktvärden. Standarden används för bestämning av tillåtna vibrationsnivåer för byggnader vid sprängningsarbeten. Jämförs de svenska riktvärdena med internationella standards medger de svenska betydligt högre värden för de vibrationsnivåer som tillåts träffa byggnaderna.

Många historiska byggnader har ett högt kulturhistoriskt värde som dels är kopplat till själva byggnaden men också till den arkitekturbundna konsten som till exempel bemålad puts, stuckatur, förgyllningar och fast inredning. Byggnaderna och deras konstnärliga utsmyckning utgör en kulturskatt med unika och oersättliga värden.

För att diskutera dessa frågor bjöd Riksantikvarieämbetet, Statens fastighetsverk, Länsstyrelsen i Stockholms län och Svenska Kyrkan in till ett seminarium i Stockholm den 25 november 2009.

# Föreläsarna

**Mats Jonsäter**, Länsantikvarie Kulturmiljöenheten Länsstyrelsen i Stockholms län

**Maria Barkin**, Verksjurist Riksantikvarieämbetet

Maria Barkin är jur. kand.

**Emma Grimlund**, Verksjurist Riksantikvarieämbetet

Emma Grimlund är jur. kand.

Riksantikvarieämbetet är en statlig myndighet med ansvar för frågor som rör kulturmiljö och kulturarv. Vår uppgift är att vara pådrivande och samlande i kulturarvsarbetet och att verka för att kulturmiljön bevaras och brukas på bästa sätt.

Riksantikvarieämbetet är den centrala förvaltningsmyndigheten för frågor som rör kulturmiljö och kulturarv. Myndigheten lyder under Kulturdepartementet och vårt uppdrag fastställs av regeringen.

Viktiga mål för verksamheten inom kulturmiljöområdet är ett bevarat och försvarat kulturarv, respekt för olika gruppers kulturarv samt allas förståelse för, delaktighet i och ansvarstagande för den egna kulturmiljön.

## *Samarbete för ett hållbart samhälle*

Riksantikvarieämbetet har också till uppgift att stärka kulturarvets ställning som en positiv kraft i utvecklingen mot ett demokratiskt och långsiktigt hållbart samhälle.

Vår verksamhet bygger på ett samarbete med andra centrala myndigheter och organisationer, med länsstyrelser och läns museer samt med andra regionala och lokala aktörer. Tillsammans bygger vi upp och förmedlar kunskapen om kulturarvet och kulturmiljön, utvecklar nya arbetsmetoder och finner nya sätt att samarbeta kring frågor som rör kulturarv, människa och samhälle.

Att skydda, dokumentera och vårda kulturmiljön är en viktig del av kulturarvsarbetet, liksom att verka för att kulturarvets värden tas tillvara i utvecklingen mot ett hållbart samhälle.



**Carl Thelin** Tekn. Dr Tyréns AB

Carl Thelin är teknologie doktor i arkitektur och civilingenjör med inriktning mot byggnadsvård.

Carl arbetar med historiska konstruktioner i kulturhistoriskt värdefulla miljöer och deras konstruktiva verkningssätt. Carls doktorsavhandling behandlar medeltida takkonstruktioner.

Carl är anlitad av Svenska kyrkan och Banverket sedan 2008, som tekniskt biträde åt kyrkan inför byggandet av Citybanan.

Tyréns AB är ett konsultföretag inom samhällsbyggnad.

Tyréns erbjuder tjänster inom områdena stadsbyggnad och infrastruktur samt byggnads- och fastighetssektorn.

Tyréns bedriver även forskning och utveckling och har samarbete med universitet och högskolor.

**K. Rainer Massarsch** Georisk & vibrationer Scandinavia AB.

Dr. K Rainer Massarsch anlitas i Sverige och internationellt som konsult inom grundläggningsteknik med särskilt inriktning mot riskhantering vid olika typer av vibrationsproblem.

Dr. Massarsch har varit professor i jorddynamik vid KTH, ordförande av ISSMGEs internationella geofysikkommitté och SGFs Markvibrationskommitté.

GRVs konsulter kombinerar mångårig praktisk och teoretisk erfarenhet inom markvibrationsområdet.

För närvarande anlitas GRV som rådgivare vid tunnelprojekt i Australien, Danmark, Irland, Hong Kong, Korea och Venezuela

**Wolfram Jäger**, Prof. Dr. Ing. Full University Professor for Structural Design School of Architecture, Dresden University of Technology

Specialization

Structural masonry, structural mechanics and numerical simulation, structural design maintenance and restoration of historical buildings, actions of natural and human made disaster on architectural and archaeological heritage, clearing and reconstruction of collapsed buildings

Full University Professor for Structural Design School of Architecture, Dresden University of Technology

Stakeholder and adviser of the Jäger Ingenieure GmbH Dresden-Radebeul (building construction and historical buildings) and the Jäger and Bothe Ingenieure GmbH Chemnitz (bridges).

**Peter Ruge**, Dr. Ing. habil Professor Emeritus Technische Universität Dresden.

Former Head of Lehrstuhl für Dynamik der Tragwerke. Consultant for Structural Dynamics.

Today's research on wave propagation and soil-structure interaction

Several Projects in vibration protection and vibration damping due to road and railway traffic, blasting, construction, wind, people and rotating machines

**Anna Henningsson**, Konservator (mineraliska material)

Anna Henningsson, är specialiserad inom materialen muralmåleri, sten och puts.

Konservatorsexamen från den 4-åriga konservatorsutbildningen vid universitetet i Köln.

Utöver detta har Anna Henningsson en bebyggelseantikvarisk bakgrund.

Anna är verksam i konservatorsföretaget KAH-Konservator Anna Henningsson (KAH)

Inom olika projekt har KAH rollen som praktiskt utförande konservator i entreprenader eller som sakkunnig för att ta fram och lösningar och kontrollsystem för arkitekturbunden konst.

Utöver detta deltar Anna i projekt inom tillämpad forskning för att utveckla och optimera lösningar för att bevara byggnader och dess fasta konst.

KAH har utvecklat en modell för att besiktiga och övervaka fast arkitekturbunden konst (muralmålningar, puts, stuckornament, mosaiker altare, predikstolar m.m.) inför och under vibrationsalstrande verksamhet. Anlitad av Banverket sedan 2006 för besiktningar och kontrollprogram för de kyrkor som berörs av Citybanan.

Företaget Konservator Anna Henningsson (KAH) är specialiserat inom konservering och restaurering av muralmålningar, mosaik, stuck, puts och stenobjekt. Med att bevara kulturobjekt. Företaget arbetar med samtliga moment i konserveringsprocessen; projektering och utförande samt uppföljning och kontroll.

**W. (Bill) Wei**, Dr. Senior Conservation Scientist Netherlands Institute for Cultural Heritage – Research Department

Dr. Wei has a Bachelor's in Mechanical Engineering from Princeton University, USA 1977, and a PhD in Materials Science from the University of Illinois Champaign-Urbana, USA 1983. He was active in industrial research and development until 2001 as an expert for life prediction (mechanical/corrosion) of advanced materials and products in the aerospace, energy, and transportation industries.

He has been working with ICN since 1998, and has been part of the permanent staff since 2002. He also worked on the digital documentation of transport damage to paintings at the Doerner Institute 1993-1994 in the EC VASARI project.

Besides vibrations, his research areas include:

Effect of cleaning and aging of objects on their appearance perception (e.g., daguerreotypes / photographs, outdoor sculpture, paintings).

Effect of dust on the perception of objects.

# Sammanfattning av seminariet

**Pål-Anders Stensson** moderator från Riksantikvarieämbetet inledde mötet med att hälsa alla välkomna. Han berättade att konferensens utgångspunkt är det pågående arbetet med Citybanan i Stockholm, vilket aktualiserat frågan om tunnelsprängningars effekt på historiska byggnader.

## Värdet av den kulturhistoriska bebyggelsen

**Mats Jonsäter**, länsantikvarie och chef för kulturmiljöenheten vid länsstyrelsen i Stockholms län inledde sitt föredrag med att betona att enheten inte är motståndare till Citybanan, eller infrastruktursatsningar generellt. Länsstyrelsens uppgift är däremot att se till att så lite som möjligt av kulturarvet skadas. I Sverige har vi unika bevarandeförhållanden och även i framtiden vill vi – till exempel när det gäller det kyrkliga kulturarvet – ha kvar originalen, med sin konstnärliga utsmyckning och sina autentiska ytskikt, sa Mats Jonsäter.

Den som planerar ett ingrepp som berör kulturarvet måste också se till att det görs på ett så bra sätt som möjligt.

## Lagskyddet

Verksjuristerna **Maria Barkin** och **Emma Grimlund** från Riksantikvarieämbetet presenterade därefter de lagar som berör området. Huvudlagen är Kulturminneslagen, enligt vilken det är förbjudet att skada en fast fornlämning, ändra ett byggnadsminne, riva, flytta eller bygga om en kultur historisk värdefull byggnad.

Hur skyddar då kulturminneslagen mot sprängningsvibrationer? Barkin och Grimlund konstaterade att lagen är gammaldags så till vida att den inte ser till helheter utan huvudsakligen till enskilda objekt. Bestämmelserna är inte heller anpassade efter de indirekta skador som kan uppstå vid tunnelsprängning, till exempel vid skakningar i marken.

Enligt Miljöbalken ska områden utpekade som ”riksintressen” skyddas från åtgärder som påtagligt kan skada natur- eller kulturmiljön. Problemet är att sådana intressen – som i

exemplet Citybanan – kan krocka med andra nationella intressen, som viktiga kommunikationsleder.

Verksjuristerna tog också upp Plan och bygglagen, som reglerar planläggning av byggande och enligt vilken projekt som Citybanan prövas.

## Sprängningsinducerade vibrationer ett hot mot kulturmiljön?

I Sverige tillämpas Svensk standard (SS 460 48 66, vibration- och stötriktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader), för beräkning av riktvärden vid tunnelborringar. **Carl Thelin**, teknologie doktor vid konsultföretaget Tyréns, diskuterade i sitt anförande problemet med Svensk standards (SS) tillämpbarhet när det gäller riktvärden och dokumentation vid tunnelborring i samband med kulturarv.

SS innehåller en formel som bygger på svängningshastighet och beräknas på faktorer som markförhållande, undergrund, avstånd och byggnadstyp. Värdet anges normalt som ett riktvärde vilket anger svängningshastighet på avståndet tio meter mellan sprängplats och mätpunkt. (Ett riktvärde är ett villkorat värde vars överskridande enligt miljöbalken medför skyldighet att vidta åtgärder så att värdet kan hållas.)

Thelin påpekade hur komplexa dessa frågor är när det gäller sprängningar i närheten av kulturbyggnader. Historiska hus och kyrkor är inte sällan byggda av okända material vars hållfasthet vi inte vet något om. De kan dessutom ha dolda skadebilder. Forskningen på området är liten och diskussionen präglas av olika attityder till problemen. De som jobbar med kulturarv pekar på den osäkerhet som bristande kunskap medför i ett långtidsperspektiv, medan de som jobbar med sprängning vill ha en effektiv arbetsgång och hänvisar till en lång erfarenhet av sprängningsarbeten i stadsmiljö.

Också när det gäller synen på skador skiljer sig attityderna åt, sa Carl Thelin.

Sprängexperter menar att man i effektivitetens och ekonomins namn ibland måste prioritera mindre försiktiga sprängningar även om det eventuellt innebär reparationskostnader. Att prissätta en skada är dock närmast omöjligt, sa Thelin och konstaterade att det i efterhand kan vara svårt att se om sprickor i en byggnad åsamkats av vibrationer eller om det handlar om naturligt åldrande.

Vad gäller Svensk standard sa Carl Thelin att denna tillåter betydligt högre vibrationsvärden än till exempel den tyska DIN 4150. Den tyska tar också delvis hänsyn till kulturbyggnader unicitet, vilket inte den svenska gör. Kanske behöver vi i Sverige en alternativ standard, tillämpbar på just kulturbyggnader?

För att undvika skador på ovärderligt kulturarv måste vi upprätta anpassade riskanalyser och besiktningrutiner, konstaterade han. Det måste också finnas ett kontrollsystem som bevakar vad som händer under arbetets gång och som planerat för åtgärder om något oförutsett skulle inträffa.

## Sprängningsinducerad vibration i mark

Också **Rainer Massarsch**, teknologie doktor vid konsultföretaget Geo Risk och Vibration Scandinavia, var kritisk mot Svensk standard när det handlar om sprängning i miljöer med kulturbyggnader. En av slutsatserna av hans föredrag var att SS, som bygger på erfarenheter från 1970-talet, inte är tillämpbar här. Ett grundproblem med Svensk standard är att den endast mäter vibrationerna i vertikal riktning, vilket inte är tillräckligt, menade Rainer Massarsch. Det är nämligen inte alls säkert att det är där som vibrationerna är som störst.

För att skapa en tillförlitlig helhetsbild krävs mätningar i tre olika riktningar, uppmanade Rainer Massarsch. Det är också viktigt att givarna installeras korrekt och att vibrationerna utvärderas både när det gäller storlek och våglängd. Vibrationens våglängd – deras frekvensinnehåll – kan nämligen medföra en resonansförstärkning som i sin tur kan öka skaderisken på en gammal byggnad.

Tittar man på dessa faktorer och sammanför dem med kunskaper om jordlager och byggnadernas konstruktion kan man genomföra en säker sprängning utan att förlita sig på en idag föråldrad Svensk standard, menade Rainer Massarsch.

## Vibrations on historical buildings

Det vi pratar om är fysik! sa **Peter Ruge**, professor emeritus vid Dresdens tekniska universitet, i inledningen av sitt föredrag. Sambandet mellan vibrationshastighet och dynamisk påfrestning på en byggnad är direktrelaterat på samma sätt som till exempel temperaturskillnader och i relation till fukt kan påverka ett hus eller en kyrka.

Ruges viktigaste budskap när det gäller sprängningar i kulturarvsrik miljö var att varje byggnad måste utvärderas individuellt. Genom att identifiera och undersöka en fastighets känsligaste delar och utföra mätningen där går det att komma fram till ett gränsvärde för vibrationshastigheten. Ruge avslutade med att säga att arbeten med tunnelsprängningar i samband med kulturarv alltid innebär kompromisser och att det är upp till det samhälle som genomför sådana att bestämma vilken vikt det vill lägga vid sina historiska byggnader. Hur viktig är autenticiteten?

**Wolfram Jäger**, också han professor vid Dresdens tekniska universitet, berättade hur han med hjälp av avancerade beräkningsmodeller kan simulera sprängningsvibrationers påverkan på en byggnad. Modellerna kan också användas för att hitta punkter som måste förstärkas inför en sprängning. Jäger poängterade att det är viktigt att känna till olika materials hållfasthet för att kunna göra en korrekt analys. Liksom Ruge underströk han att varje byggnad är unik och kräver en individuell analys för att i görligaste mån undvika skador.

## Besiktning och riskreducering

Konservator **Anna Henningsson** driver ett företag som specialiserat sig på restaurering av muralmålningar, puts och stenobjekt. I sitt föredrag presenterande hon den besiktningssmodell hon tagit fram för att identifiera och minimera risker för skador på arkitekturbunden konst (till exempel kyrkoinventarier, stenornament och väggmålningar) inför Citybaneprojektet.

Tanken med modellen är att den ska vara bättre anpassad för kulturbyggnader än vad Svensk standard är och därmed ge ett bättre skydd mot skador.

Henningsson berättade att modellen kräver ett omvänt perspektiv, det vill säga den syftar inte till reparation utan till att hitta ställen där vibrationsskador kan uppkomma och försöka

förebygga dessa. Modellen består av tre delar: statusbesiktning, riskreducering och anpassad kontroll.

Genom statusbesiktningen kartläggs olika typer av material, dess hållfasthet prövas och svaga punkter identifieras. Riskreduceringen kan ske direkt, genom olika typer av konstruktioner eller skydd på det hotade objektet, eller indirekt genom att omgivningen förstärks för att förhindra skador.

Kontrollen är skräddarsydd för varje objekt och innebär regelbunden besiktning under lång tid.

Anna Henningsson fick flera frågor från publiken. En gällde om modellen kan tillhandahålla exakta gränsvärden som sprängarna kan rätta sig efter? Nej, det kan den inte, löd svaret, möjligen skulle man kunna tala om ”gränsvärdesintervaller”. Men oavsett nivå utsätts historiska byggnader för risk vid sprängning och modellens fördel är att den kan ringa in riskzoner och på sätt skapa större trygghet.

## Protecting cultural property during tunneling work and traffic

Fil dr **Bill Wei**, som arbetar med konserveringsvetenskap vid den nederländska motsvarigheten till Riksantikvarieämbetet, ICN, tog upp ett problem som ofta uppstår i projekt där konservatorer och ingenjörer ska samarbeta: de pratar inte samma språk. Bill Wei påpekar att det som garanterat kommer att inträffa skador med de vibrationsnivåer som nämnts under dagen och som blir ett resultat av SS. ”Frågan är inte om det blir skador utan hur stora skadorna blir.”

Ett vanligt missförstånd gäller det grundläggande begreppet vibration, vilket för folk inom till exempel museivärlden inte sällan betyder samma sak som chockverkan. Men vibration handlar inte om chock utan om cyklisk belastning under lång tid. Cyklisk last är kumulativ och kan ge utslag först efter många år, slog Bill Wei fast, och gjorde en jämförelse med ljus, som långsiktigt kan förstöra målningar och fotografier.

Begreppet utmattning, som används inom industrin när det gäller till exempel bilar, vore användbart även inom kulturarvssektorn, konstaterade Bill Wei.

Hur kan man då göra för att undvika skador åsamkade av vibration? Först och främst bör mätningar utföras på själva objektet, och inte bredvid (till exempel på en tavelram). Annars



blir inte värdena korrekta. Wei har själv erfarenheter av testmätningar gjorda med laser på objekt i Stedelijkmuseum i Amsterdam, efter vilka ett gränsvärde för vibrationer har kunnat fastställas. För känsliga föremål kan man hitta olika lösningar, till exempel specialtillverkade piedestaler eller fjädrande upphängningsanordningar.

Bill Wei avslutade med att uppmana konferensdeltagarna till fortsatt diskussion om vilka risker som kan accepteras och om vem som egentligen bryr sig om att något blir förstört?

## Sammanfattning/Frågestund

Avslutningsvis sammanfattade Carl Thelin föredragen och därefter följde en frågestund, ledd av Pål-Anders StenSSon.

Diskussionen huruvida det går att värdera kulturbyggnader kom upp. Ska vi värdera risker måste vi också veta vad vi riskerar, framhöll en av konferensens deltagare. Idag värderar vi ju människoliv, då måste det väl även gå att värdera kulturarv? En representant för Statens fastighetsverk höll med om att värden borde gå att räkna fram men påpekade samtidigt att beslutet att bygga Citybanan getts med villkor att kulturarvet *inte* skadas. Då är det det som gäller, oavsett värderingsgrund.

En annan konferensdeltagare, präst i Gustav Vasa kyrka, konstaterade att hans församling inte på några villkor ville ha en påse pengar istället för sitt altare. Det är ovärderligt. Han efterlyste samarbete mellan alla inblandade parter för att hitta en lösning på det stora problem som sprängningsvibrationer kan innebära.

En annan deltagare, representant för sprängningsbranschen, påminde om de framgångsrika arbeten som redan gjorts i Stockholm med hjälp av specialanpassningar till Svensk standard. Samma sak kommer att ske när det gäller Citybanan, påpekade han.

Bill Wei påminde i sin tur om att bara för att ett projekt lyckats behöver det inte betyda att alla gör det.

/Anna Larsdotter 2009-12-09

Föreläsarnas presentationer kan av upphovsrätt inte bifogas utan vi hänvisar att kontakta respektive föreläsare.

# Seminarieprogram

Moderator **Pål-Anders Stensson** Riksantikvarieämbetet

9.00-9.30 Registrering och kaffe

9.30-9.45

**Mats Jonsäter**, Länsantikvarie. Chef för Kulturmiljöenheten,  
**Länsstyrelsen** i Stockholms län

**Värdet av den kulturhistoriska bebyggelsen.**

**Maria Barkin**, Verksjurist **Riksantikvarieämbetet**

**Emma Grimlund**, Verksjurist **Riksantikvarieämbetet**

**Lagskyddet**

- KML
- PBL
- Miljöbalken

9.45-10.15

**Carl Thelin**, Tekn. Dr

**Sprängningsinducerade vibrationer ett hot mot kulturmiljön?**

- Svensk standard
- Internationella standards
- Forskningsläget
- Vibrationer och skador

10.15-11.00

**K. Rainer Massarsch**, Tekn. Dr

**Sprängningsinducerad vibration i mark**

- Vibrationer förorsakade av sprängning
- Vibrationsutbredning i jord och berg
- Hur karakteriseras vibrationer?
- Prognos av markvibrationer från sprängning
- Hur kan vibrationer påverka historiska byggnader?
- Sprängningsövervakning, kontrollprogram, riskanalyser

Svensk standard, bakgrund och tillämpbarhet samt begränsningar.

11.00-12.00

**Wolfram Jäger**, Prof. Dr. Ing.

**Peter Ruge**, Dr. Ing.

**Vibrations on historical buildings.**

- What are the risks - structurally, the materialsurfaces and the art objects?
- When and how can vibrationinduced damage occur and what levels and types of vibration can cause damage to historic buildings and architectural integrated art?
- Examples of other projects there vibrations and historic buildings have been an issue.
- What are the regulations in an international perspective and how are they implemented in projects?

12.00-13.00 **Lunch**

13.00-13.45

**Anna Heningsson**, Konservator mineraliska material

**Besiktning och riskreducering**

- En modell för att identifiera, värdera och reducera vibrationsrelaterade risker för arkitekturbunden konst

13.45-14.30

**W. (Bill) Wei**, Dr.Senior Conservation Scientist

**Protecting cultural property during tunnelling work and traffic.**

- Standards and techniques for allowable vibrations for objects in museums, historic buildings.
- Object and material endurance under vibration loading.
- Prevention based on the fact that vibrations have a cumulative effect on the object.

14.30-14.45 **Kaffe**

14.45-15.00

**Carl Thelin**, Tekn. Dr

**Sammanfattning**

15.00-15.30

**Frågestund, paneldiskussion**

Ledd av moderator **Pål-Anders Stensson**

