



Handläggare, enhet  
Krister Larsson  
Energiteknik  
010-516 57 29, Krister.Larsson@sp.se

Simmons Akustik & Utveckling AB  
Christian Simmons  
Krokslätts fabriker 1  
431 37 MÖLNDAL

## **SBUF projekt "Stomljud från installationer" - provning av insättningsdämpning**

### **Uppdragsgivare**

Simmons Akustik och Utveckling AB.

### **Inledning:**

Denna rapport redovisar resultaten av mätningarna som har utförts i SP:s vattenlaboratorium. Mätningar gjordes av ljudnivåer i ett efterklangsrum, då olika typer av tekniska installationer vibrerade på utsidan av mättrumets så kallade installationsvägg. Installationerna monterades dels på normalt sätt (med tillverkarnas standardbeslag) och dels med olika typer av stomljudsisolerande åtgärder. Syftet var att bestämma insättningsdämpningar för olika principiella åtgärder mot stomljudsöverföring. Provingarna genomfördes med stöd av SBUF samt en grupp av leverantörer: OTIS Hiss, Myresjökök, Gustavsberg Rörsystem, POLOPLAST, Christian Berner AB och Vibratec AB. De provade åtgärderna är principiella och innebär inget bindande funktionsansvar från leverantörerna.

### **Mätdatum**

Mätningarna utfördes 2008-10-28 – 2008-10-29.

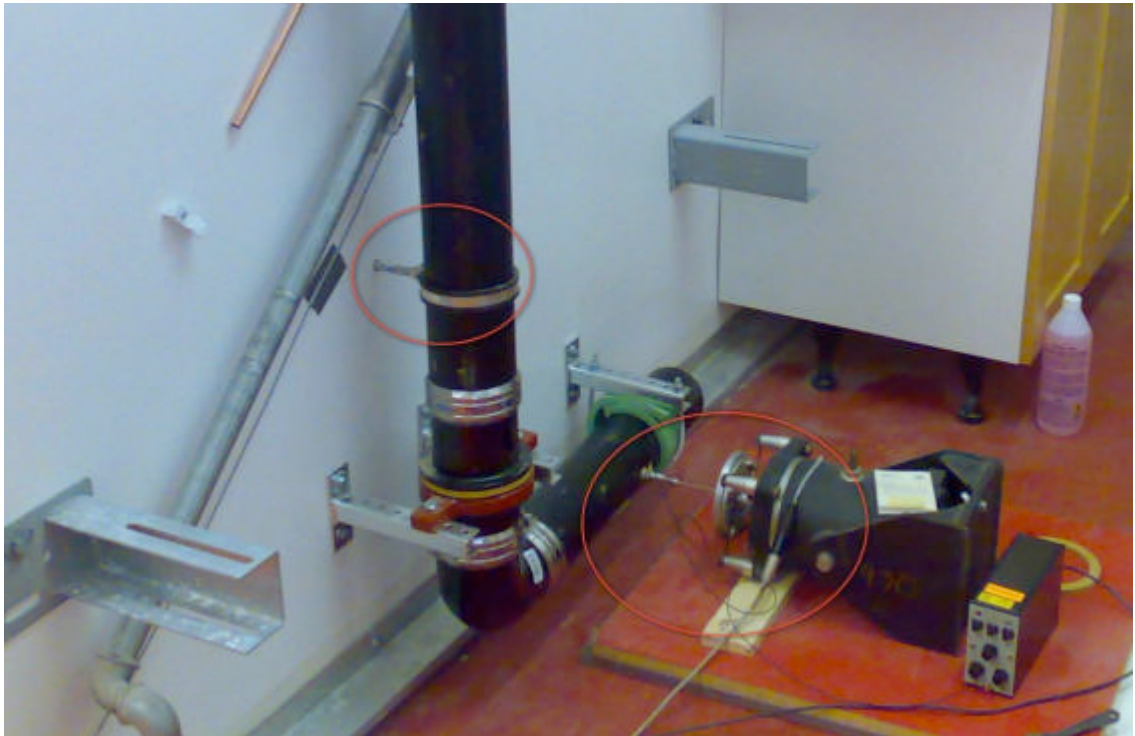
### **Provobjekt (installationer):**

Provingarna omfattade stomljud från följande installationer:

1. avloppsrör i gjutjärn, Gustavsberg Rörsystem med standardbeslag och MA ljuddämpande beslag
2. avloppsrör i 3-skiktets plast (ljuddämpade rör), standard klamsvep och PoloClips HS klamsvep
3. kall-/varmvattenrör, med och utan vibrationsdämpande material i infästning
4. hissgejder, fast monterade, med självhäftande duk av polyuretan mellan gejder och konsoler samt med tandade gummibrickor vid skruvfästningar.
5. köksöverskåp från Myresjökök, monterad med och utan mjuka gummibrickor vid skruvfästningar.

### **Mättrum:**

Mättrummet är ett litet efterklangsrum som har försettts med viss inredning för att skapa ett diffust ljudfält, se figur 2. Rummets volym är 52 m<sup>3</sup> och totala begränsningsytan 70,6 m<sup>2</sup>. Laboratoriets installationsvägg är uppbyggd av 10 cm betong som putsats på båda sidor, med en ytvikt om cirka 240 kg/m<sup>2</sup>. Installationerna monterades på utsidan av rummets kortvägg, se figur 1.



*Figur 1. Mätplats vid installationsväggen utanför vattenlaboratoriets efterklangrum*



*Figur 2 Installationsväggen sett från mätrummet.*

## Resultat – mätupställningar och insättningsdämpningar:

### 1. Avloppsrör – gjutjärn

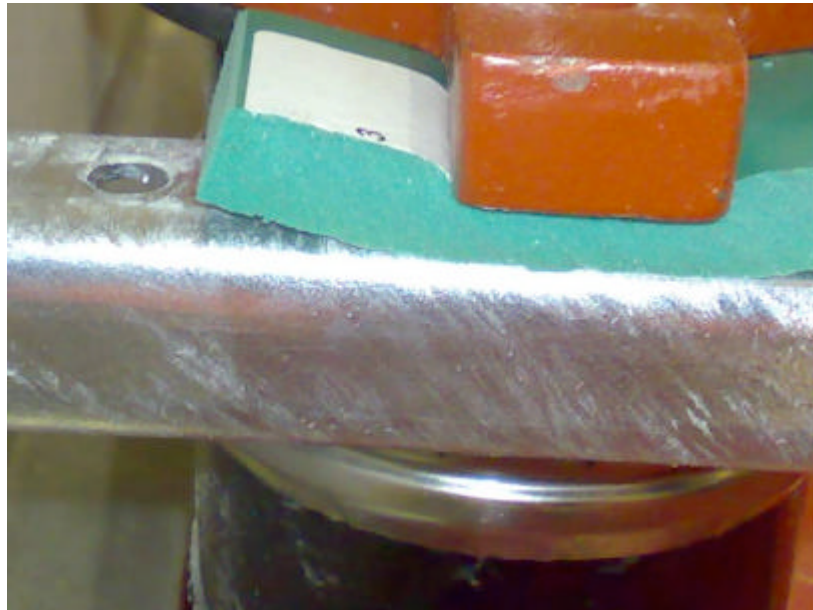
Vibratormonterades på änden av rörets horisontella del, se figur 3. En bricka limmades på röret med X60 lim. Kraftgivaren skruvades på brickan och en vek stång monterades mellan kraftgivaren och vibratorm för att ge huvudsakligen endast kraft i normalriktningen. Änden av avloppsröret hängdes i en vek upphängning bestående av 12 mm polyuretan för att undvika stomljudsöverföring via infästningen. Röret stöds vertikalt av två konsolbalkar samt av två väggstöd längs den vertikala delen av röret. Sammanlagt finns alltså tre kontaktpunkter för stomljudsöverföring till väggen. (Kortänden är effektivt avvibrerad och konsolerna sitter så tätt att de i praktiken fungerar som en samlad kontaktpunkt).

Montering av provobjekten utfördes av personal från Gustavsberg Rörssystem. Montering av mätutrustning och vibrator utfördes av SP personal.

För gjutjärnsrören provades två åtgärder, dels ersattes standard klamsvepen vid de två stödpunkterna i väggen med MA-dämpare, se figur 5 och dels provades vibrationsisolering vid vertikalstöden där polyuretankuddar placerades mellan väggkonsolerna och rörets stödfjänsar, se figur 4. Montering av åtgärderna utfördes av personal från Gustavsberg Rörssystem.



Figur 3. Montage av vibrator, kraftstång och kraftgivare mot avloppsrör av gjutjärn. Rörets horisontella del understöds i änden av ett mycket eftergivligt förband med 12 mm polyuretangummi och en löst åtdragen bygel. Vertikallasten bärs här av två konsoler som skruvats styvt i installationsväggen. Röret stöds även av 2 väggstöd med standard klamsvep.

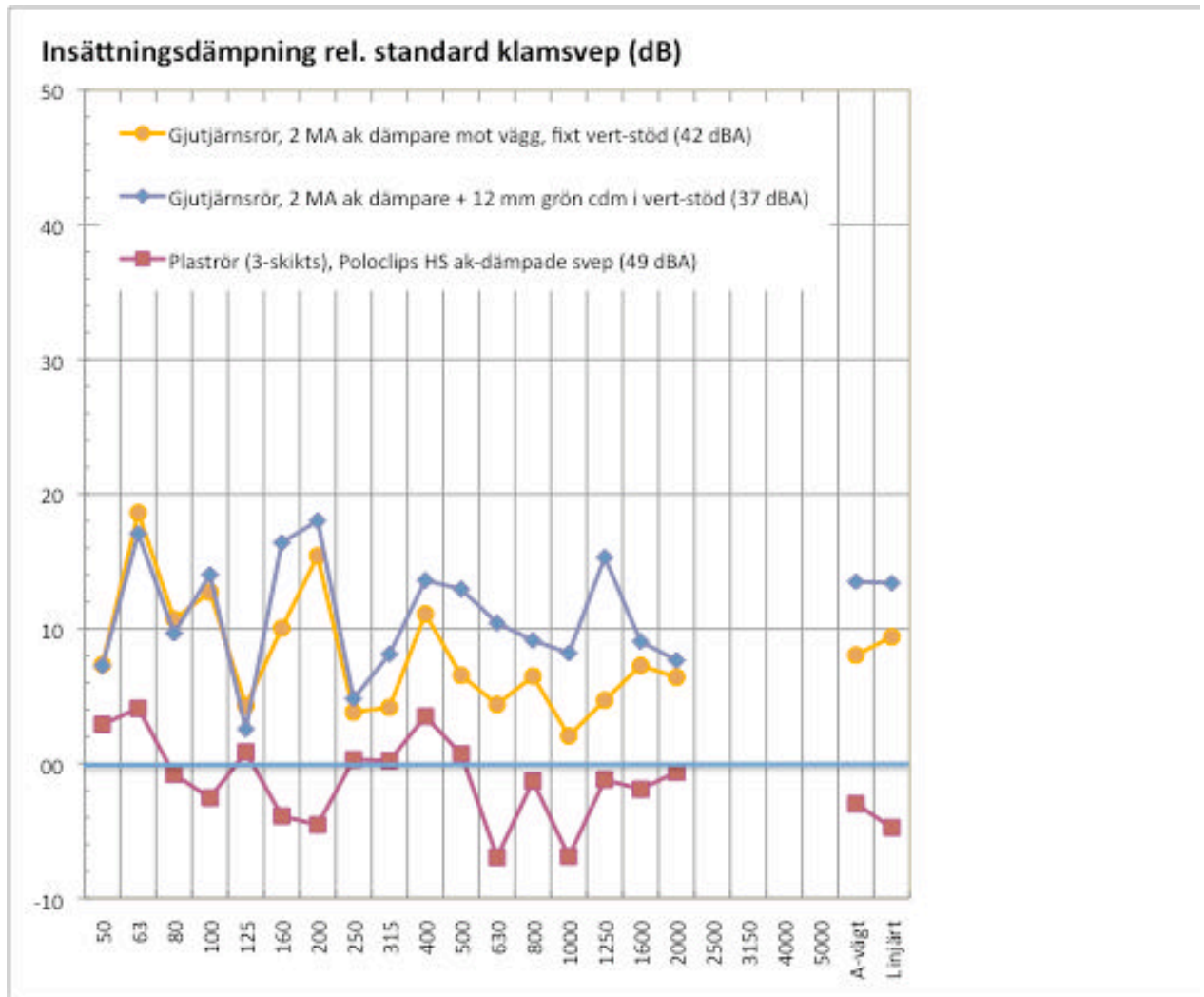


*Figur 4. I en provning dämpas även vertikalstöden med 12 mm polyuretankuddar (CDM). Avloppsröret har då inga delar fast förbundna med installationsväggen.*



*Figur 5. Gustavsberg Rörsystem MA-dämpare skruvad i stift i vägg och mot standard klamsvep (bilden tagen av leverantören). Rörligheten mellan klamsvep och vägg sker inuti dämparen, där ett membran av EPDM gummi medger relativt stora rörelser längs dämparen. Dämparen får inte belastas i vinkel, då bildas en stomljudsbygga mellan plåtkanterna. Laster i rörets plan tas upp med väggkonsoler, se bild 3.*

Resultaten av provningarna visas i figur 6 nedan. Dämparen ger cirka 8 dB reduktion av den A-vägda ljudtrycksnivån och 10 dB av den C-vägda nivån. Då vertikalfästena avvibreras enligt figur 4 förbättras dämpningen vid mellan och höga frekvenser. Den A-vägda ljudnivån minskar cirka 12 dB.



Figur 6. Mätt insättningsdämpning för akustikdämpare för avloppsrör av järn och plast.

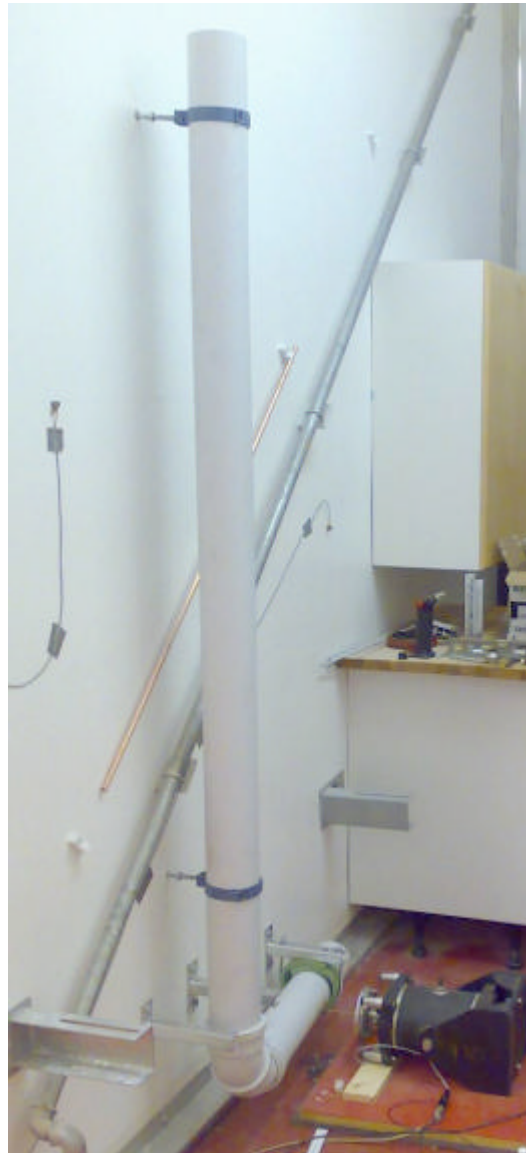
## 2. Avloppsrör- plaströr (3-skikts)

Vibratorn monterades på motsvarande sätt som för gjutjärnsröret, se figur 7, förutom att väggkonsolerna inte användes, den vertikala lasten bars av klamsvepen på den vertikala stammen. Två standardsvep skruvades stumt i väggen längs rörets vertikala del, se figur 8. Rörets korta horisontella del monterades i en mycket vek upphängning med 12 mm polyuretan i en löst dragen bygel. Montering av provobjekten utfördes av uppdragsgivaren.

I detta fall monterades kraftgivaren med genomgående bult till vibratorns stång för att undvika rörelser i manteln på röret, se figur 12. Montering av mätutrustning utfördes av personal från SP.

Den åtgärd som provades var att ersätta de två standardsvepen med ljuddämpande svep för plaströr, Poloclip HS, med elastiska lameller, se figur 9 och 10.





*Figur 7. Montering av vibrator mot avloppsrör av plast. Kortänden understöds av ett mycket eftergivligt förband med 12 mm polyuretangummi och en löst åtdragen bygel. Vertikallasten bärs av 2 klamsvep som skruvats styvt i installationsväggen.*



*Figur 8. Standardsvep till plaströr (hårdplast)*

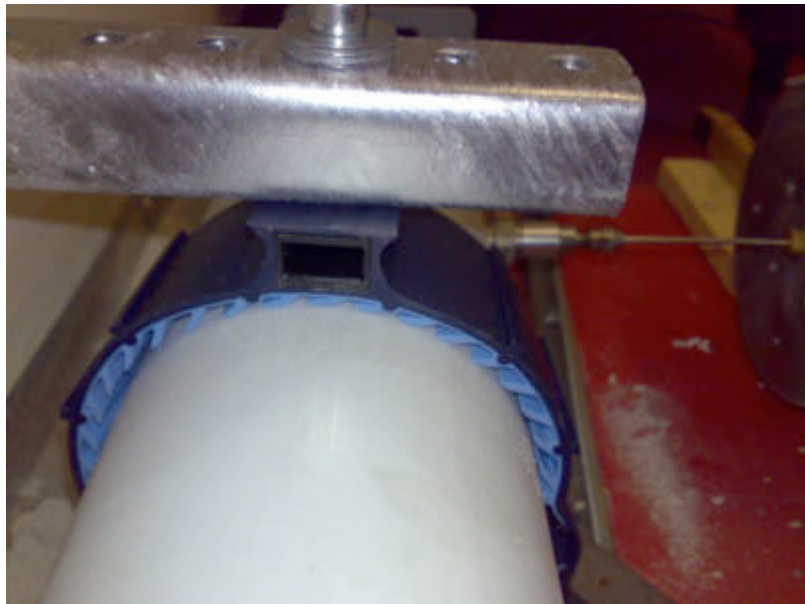


*Figur 9. Ljuddämpande svep till plaströr Poloclip HS, med elastiska lameller.*



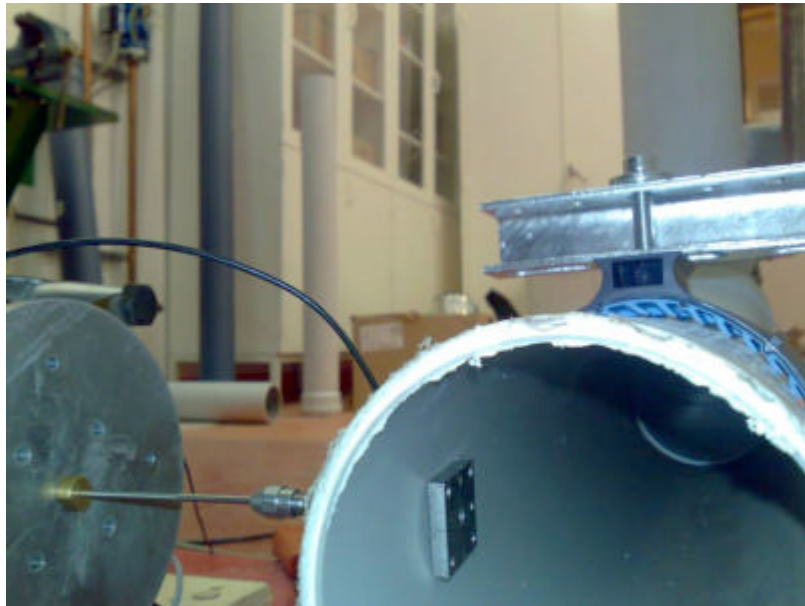
*Figur 10. Vid snett infäst stift vrids det ljuddämpande svepet och får sämre elasticitet mot röret.*

Ett kompletterande prov med ett tredje HS-svep istället för gummiduk och bygel i den horisontella infästningen gav väsentlig ökning av ljudnivån vid mellanfrekvenser.



*Figur 11. Om stiftets längd mot konsolen inte justeras in exakt trycks lamellerna samman i HS-svepet med sämre elasticitet som följd.*





*Figur 12. Plaströret monterades med genomgående bult till vibratorns stång för att undvika rörelser i manteln på röret, enligt leverantörens anvisning.*

Mätresultat redovisas i figur 6, se föregående avsnitt. Figur 6 visar att stomljudsöverföringen för standardsvepet för plaströr är likvärdig, eller till och med något lägre än det svep som används för stomljuddämpning, PoloClip HS.

***Kommentar:***

Det förefaller troligt, att PoloClip HS klamsvep är alltför styvt för att ge någon väsentlig dämpning av lätta plaströr. Vid försöken konstaterades också, att det var avsevärt svårare än förväntat att uppnå en tillräcklig eftergivlighet i stödet till höger om vibratorm, ”trots” den tjocka gummilisten som lades emellan. När den omgivande bygeln lossades mer än vad som kan bedömas realistiskt minskade inspänningen och vibrationsisoleringen fungerade väl.

***3. Kall-/varmvattenrör (12 mm kopparrör)***

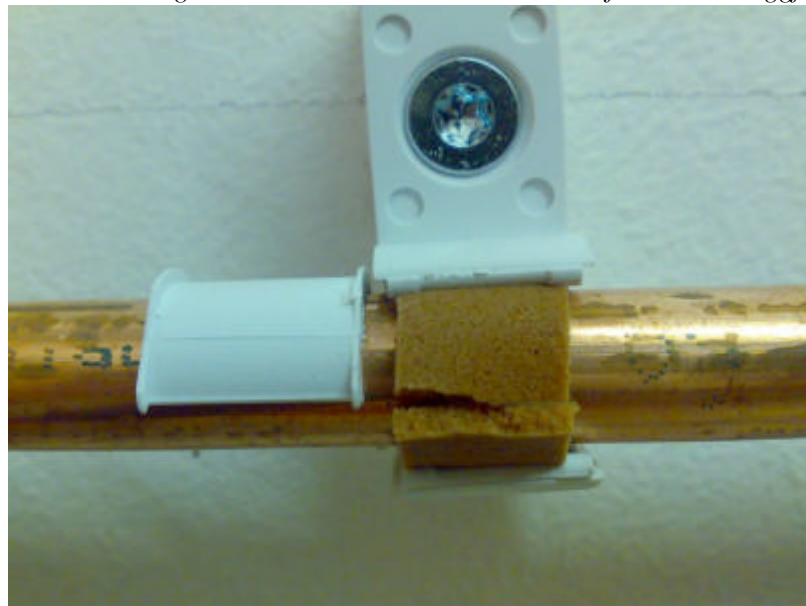
Av praktiska skäl var det inte möjligt att fästa vibratorm och kraftgivaren på kopparröret. Provnigen gjordes därför med en hammare, som slogs lätt och regelbundet (32 slag/32 s). Hammarexciteringen utfördes av uppdragsgivaren.

Kall-/varmvattenrören monterades i två väggfästen med ca 60 cm avstånd. Båda fästena var avsedda för 15 mm rör och distanser användes för att anpassa dem till 12 mm rör, se figur 13. Monternigen av väggfästena utfördes av en erfaren snickare.

Den åtgärd som provades var att ersätta distansen i fästena med en självhäftande duk av polyuretan som klämdes mellan rör och fäste, se figur 14. Monternigen av den självhäftande duken utfördes av uppdragsgivaren.

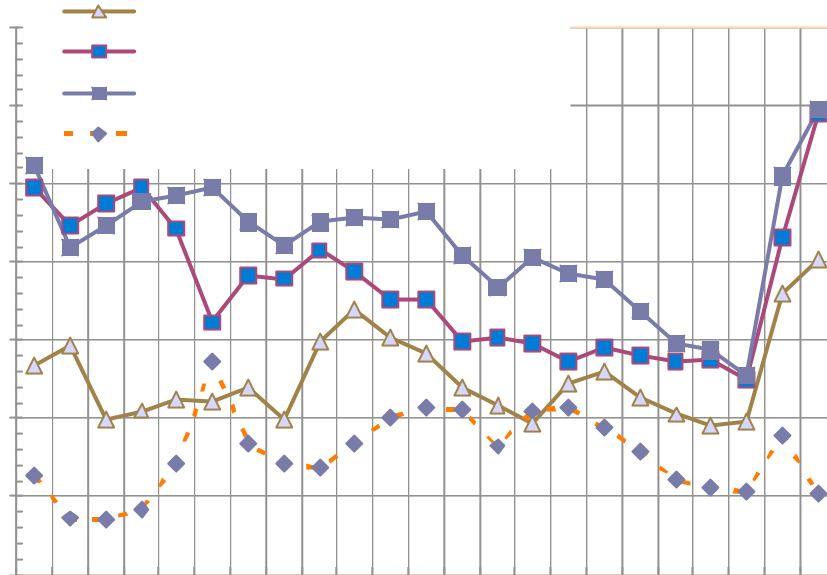


*Figur 13. Normal montering av KV/VV-rör 12 mm, med distans för 15 mm väggfäste.*



*Figur 14. Elastisk montering av KV/VV-rör 12 mm, 2 mm självhäftande duk av porös polyuretan (Sylomer) istället för distans, i 15 mm väggfäste (25% kompression av Sylomerduken). Dukens självhäftande baksida underlättade att klistra den mot röret. Det var lätt att klämma ned rör med duk i vägghållaren. Täckkåpa kan monteras som vanligt.*

Mätresultat visas i figur 15. Resultaten visar att den A-vägda nivån är 8 dB lägre med åtgärden vid den aktuella exciteringen. I fallet med fast montering med distanser gjordes 30 hammarslag under mättiden 32 s, och med sylomertejpen gjordes 32 hammarslag under mättiden. Skillnaden i den C-vägda nivån är mindre än 0,5 dB.

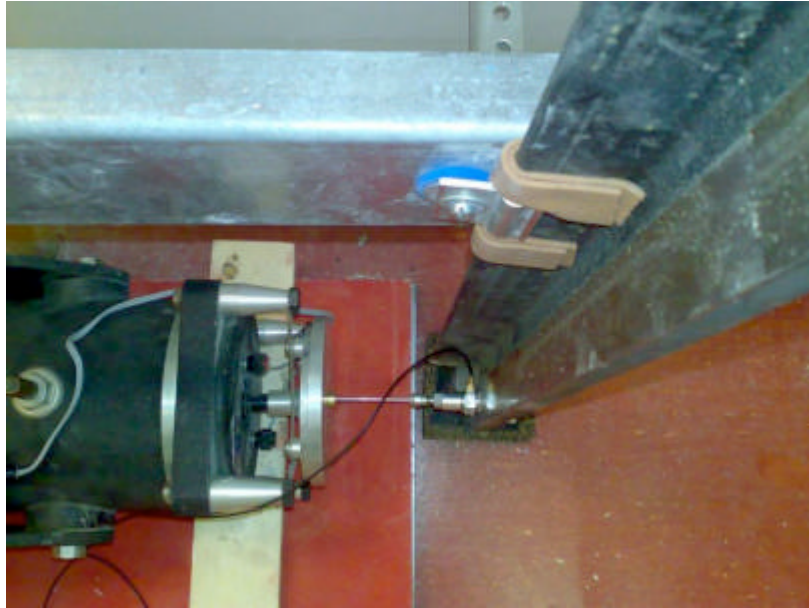


Figur 15. Ljudnivåskillnad med/utan gummiduk mellan rör och väggfäste. Insättningsdämpningen som visas i figuren är ljudnivåskillnaden utan korrektion för eventuell skillnad i kraftnivå.

#### 4. Hissgejder

För hissgejden monterades två horisontella konsoler i väggen av en erfaren snickare. Gejden skruvades därefter i väggfästena enligt tillverkarens anvisningar. Vibratorn monterades nära gejderns underkant och exciteringen skedde horisontellt vinkelrätt mot gejden, se figur 16 och figur 17.

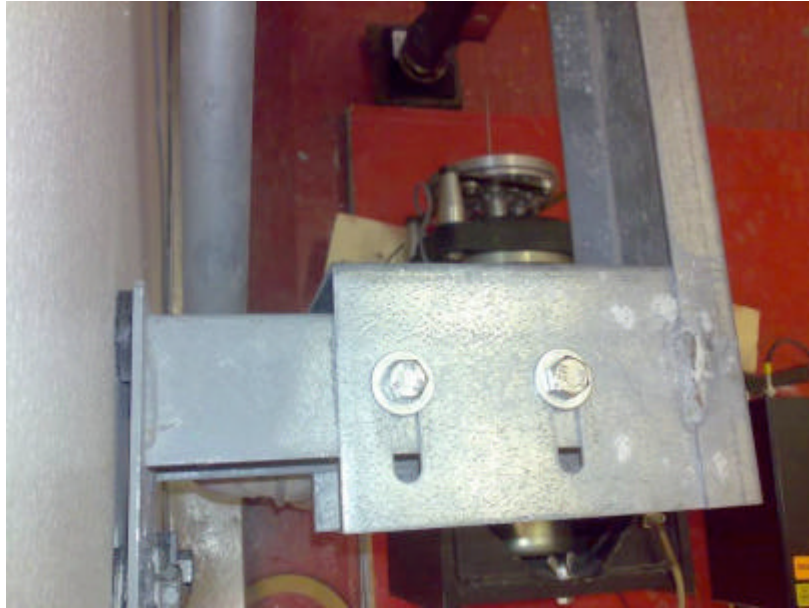
Försöken delades upp så att gummbrickor mellan väggfäste/vägg provades separat samt i kombination med isolerande duk och brickor mellan gejder och väggfästet. Figur 18 visar gummbrickor vid väggkonsolernas infästning i väggen. Figur 19 visar vibrationsisoleringen av gejden mot konsolen med polyuretanduk samt brickor i skruvinfästningen. Montering av åtgärderna utfördes av uppdragsgivaren och personal från SP.



*Figur 16. Montering av vibrator mot gejderns underkant. Gejdern står på en platta av cirka 50 mm korkblandat gummi (CDM) och en stålbricka.*



*Figur 17. Infästning i vägg, sett snett underifrån.*

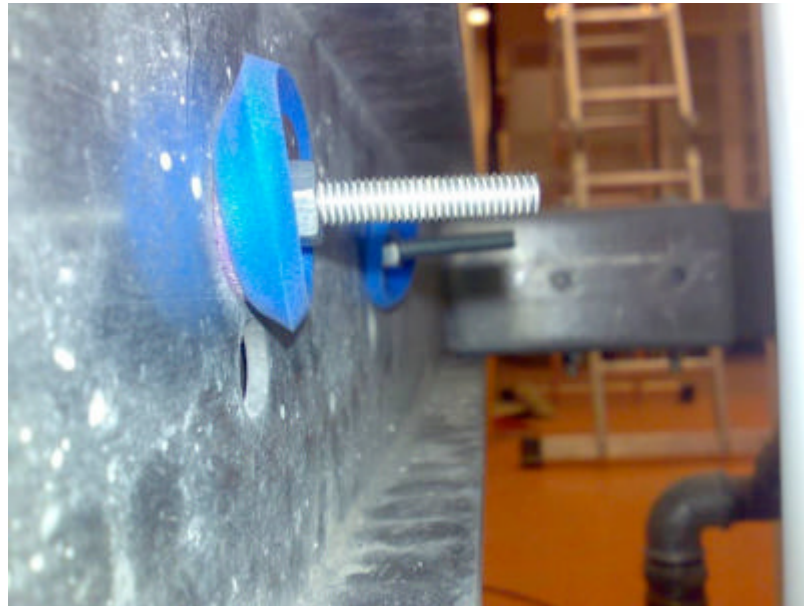


*Figur 18. Gummibrickor (Vibratec) mellan väggfäste och vägg. Deformationen av gummibrickorna berodde helt av vilket moment man drog åt med. En styv hylsa genom brickorna hade underlättat monteraget och medgett en fast åtdragning av stålbulten i väggen.*



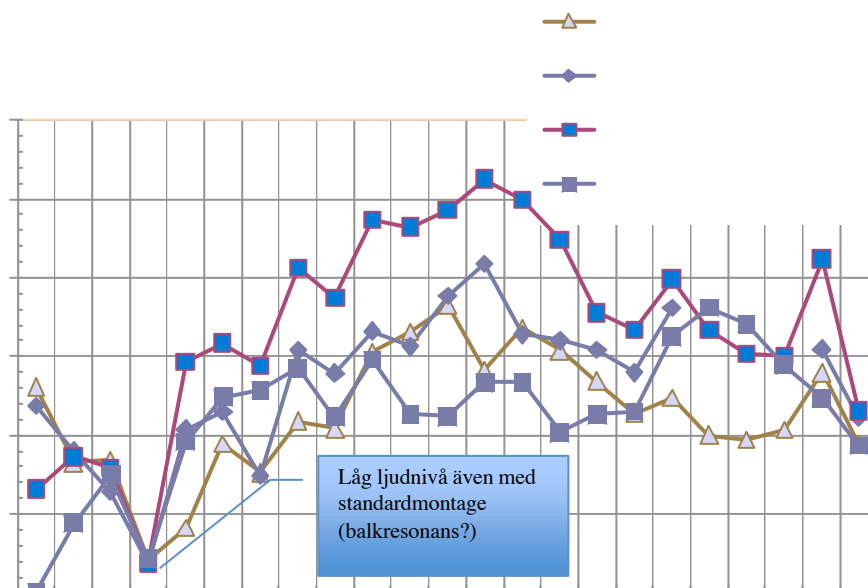
*Figur 19. Brickor och självhäftande band av Sylomer (Christian Berner) monterades mellan gejdern och beslaget. Flänsen på beslaget pressas stumt mot gejdern (Sylomerduken sitter ovanför och under beslaget). Beslagets rörlighet beror helt av att den genomgående bulten kan röra sig. Mellan bult och balk sattes en Sylomerhylsa för att säkerställa en elastisk funktion. Sylomerhylsan skadades dock av de vassa stålkanterna i hålen. Hade man använt genomgående stålhylsor hade dessa säkerställt att bulten löpt fritt och att Sylomerhylsan inte skadats.*





Figur 20. På baksidan av balken pressades Sylomerbrickorna av för små stålbrickor.

Mätresultaten visas i figur 21. Dämpare enbart i skruvfästen vid väggen gav en dämpning av den A-vägda nivån med 18 dB och den C-vägda nivån med 9 dB. Dämpare i väggen samt dämpning i det nedre gejderfästet närmast exciteringspunkten gav en dämpning av den A-vägda nivån med 21 dB och den C-vägda med 12 dB. Dämpare i vägg samt i båda gejderfästena i konsolen gav en insattdämpning av den A-vägda nivån med 32 dB och den C-vägda med 13 dB.



Figur 21. Ljudnivåskillnad med/utan gummibrickor vid infästning i vägg samt gummidukoch gummibrickor mellan gejder och nedre och övre konsolfäste. Insättningsdämpningen som visas i figuren är ljudnivåskillnaden korrigerad med skillnaden i kraftnivå.

### ***1. Köksöverskåp***

Köksöverskåpet monterades i installationsväggen av personal från Myresjökök. Det fästes i två skruvfästningar i överkant av skåpet. Vibratorn monterades i närheten av det övre högra gångjärnet, se figur 22. En bricka limmades på skåpstommen med cyanakrylatlim.

Kraftgivaren skruvades på brickan och vibratorn anslöts till kraftgivaren via en vek stång. Den vänstra skåpssluckan monterades på gångjärnen och användes för att mäta ljudnivåer vid luckstängning.

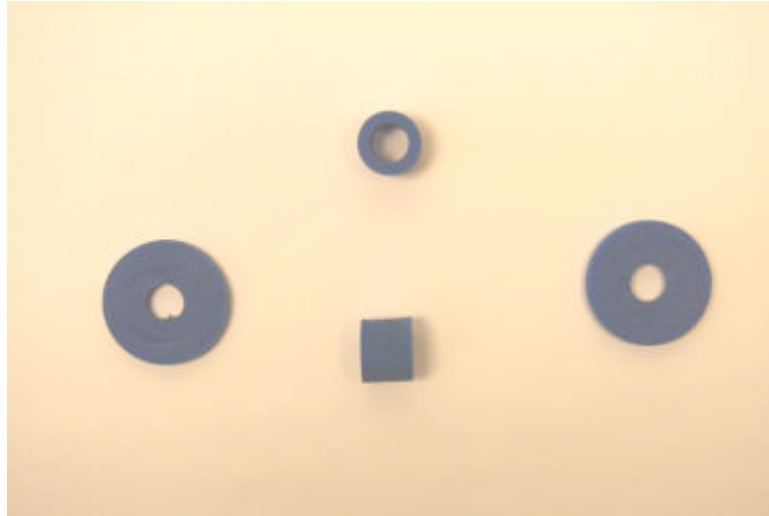
De åtgärder som provades var sylomerbrickor vid skruvfästningarna för att undvika direktkontakt mellan skåp och vägg, se figur 23. När en bricka användes förekom kontakt mellan skåpstomme och vägg på grund av väggens ojämnheter. Eftersom väggen var ojämn monterades även självhäftande polyuretanduk längs skåpets baksida och extra sylomerbrickor vid skruvfästningarna för att undvika kontakt, se figur 24. Åtgärderna monterades av uppdragsgivaren och personal från SP.



*Figur 22. Montering av vibrator mot skåpstomme, nära gångjärn.*



*Figur 23. Täckbricka över Sylomerbricka. Bulten hindras från att komma emot skåpsstommen med genomgående Sylomerhylsa och en plasthylsa, som medger normalt åtdragningsmoment. Lösningen kändes robust att montera.*

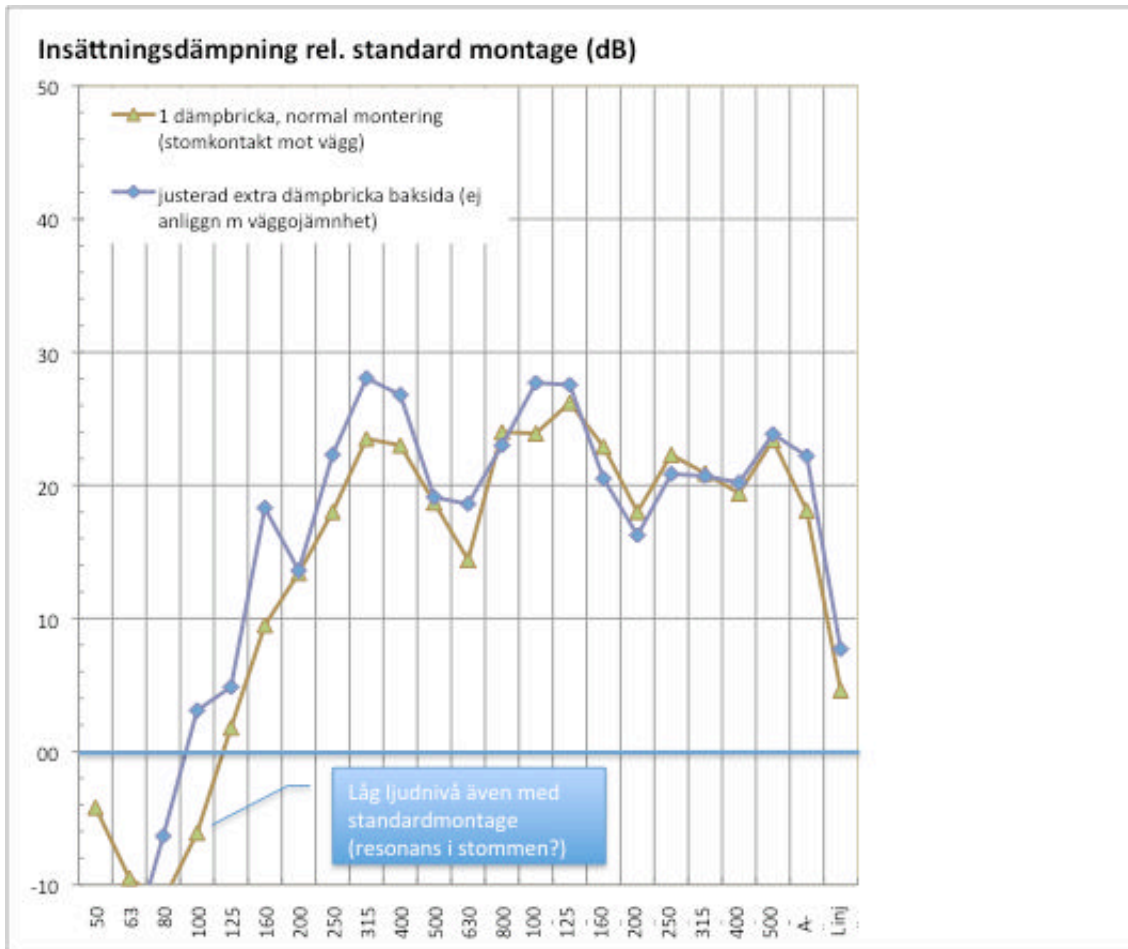


*Figur 24. Sylomerbricka och hylsa som användes för infästning av skåpen. Även en plasthylsa monterades inuti sylomerhylsan för att medge normalt åtdragningsmoment.*

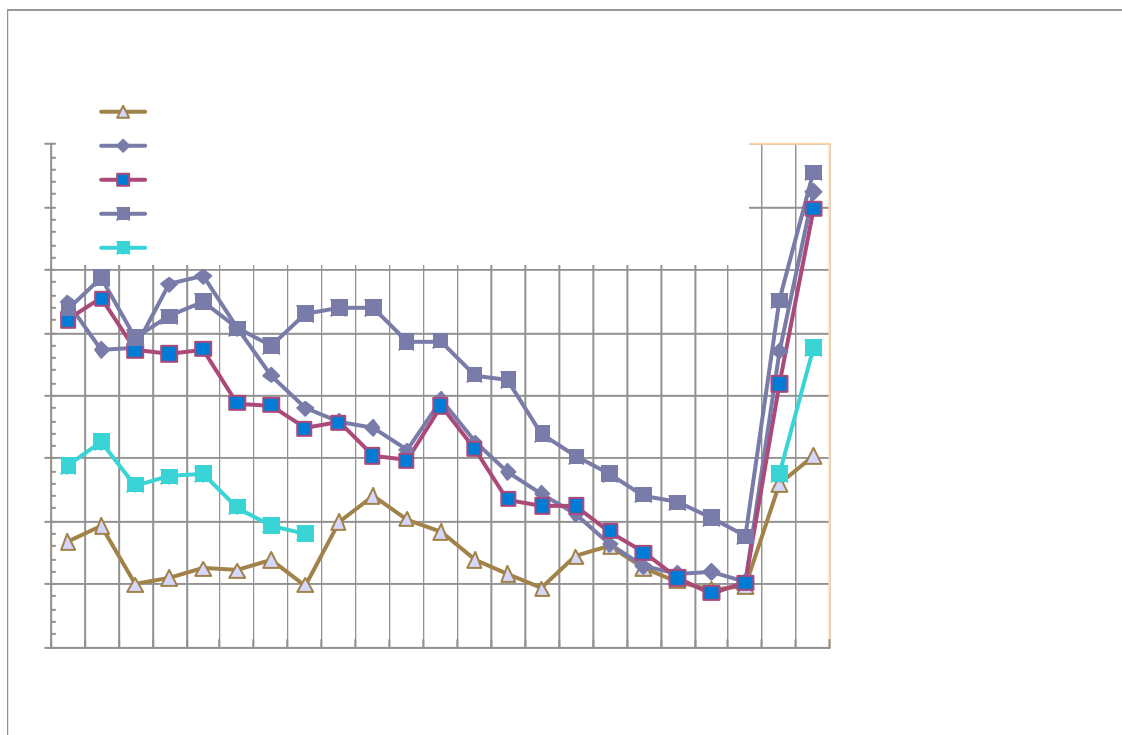


*Figur 25. Med endast en Sylomerbricka (4 mm) på baksidan kom skåpets baksida (en i överkant och en i underkant, på respektive sida av skåpet) att vila mot en ojämnhet i väggen. Med två brickor säkerställdes att skåpet inte låg an emot väggen*

Mätresultaten redovisas i figur 26. Resultaten visar att en dämpbricka mellan vägg och skåp gav en dämpning av den A-vägda nivån på 18 dB och den C-vägda nivån på 5 dB. De extra brickorna gav en dämpning av den A-vägda nivån på 22 dB och den C-vägda nivån på 8 dB.



Figur 26. Resultat från mätning av insättdämpning med enkel eller dubbel dämpbricka.



Figur 26. Resultat från mätning av ljudnivåer i mätrummet när skåpslucka stängs av luckans egna stängningsanordning.

Figur 26 visar uppmätta medelljudnivåer, när köksskåpets lucka föll igen med den stängningskraft som gångjärnet orsakar (från stillastående dörr på glänt). Utan dämpåtgärder mättes cirka 55 dBA, med dämpåtgärder på skåpsstommen cirka 45 dBA, med mjukstängande gångjärn mindre än 30 dBA. Omräkning till 20 cm betongvägg i byggnad ger cirka 10 dB lägre ljudnivåer än med den 10 cm betongvägg som användes vid mätningarna.

### Mätmetod:

Provningarna utfördes (med vissa avsteg) enligt tillämpliga delar av metoden SS-EN 14366:2004 (Akustik – Mätning i laboratorium av buller från installationer för avloppsvatten). I denna provning påfördes dock installationerna störkrafter med hjälp en elektroakustisk vibrator för att efterlikna de krafter och vibrationer som påverkar installationerna vid normal användning. Skälen till att inte använda installationerna på normalt sätt (t.ex. med störttappning av vatten) var dels att förenkla provningarna, dels att fokusera på att bestämma insättningsdämpningen av olika åtgärder. Därvid är det väsentligt att kunna bestämma den påverkande kraften noggrant. Vid användning av strömmande vatten, stängning av köksluckor eller transport av en hisskorg, så kan inte störkrafterna mätas på något enkelt sätt. Det är också svårt att repetera försöket med god noggrannhet. Med vibratorm kunde en kraftgivare monteras mellan kraftstång och provobjekt, och de uppmätta ljudnivåerna refereras till samma exciteringskraft.

Vibratorm drevs med sk rosa brus (jämn energinivå vid alla frekvensband). Vibrationerna i installationen fortplantades via väggfästena till installationsväggen, som strålade ut ljud (stomljud) inne i efterklangsrummet. Utstrålning av ljud från själva provutrustningen och installationen utanför efterklangsrummet påverkar inte de uppmätta ljudnivåerna vid de angivna frekvenserna 50 Hz-2500 Hz. Luftljudsnivåerna mättes inne i efterklangsrummet med hjälp av en roterande mikrofon med 1,1 m radie och 32 sekunders omloppsbana. Insättningsdämpningen bestämdes som differensen mellan ekvivalentnivåer i mättrummet under 32 sekunder (1 varv), först med standardmontage och sedan med angiven dämpåtgärd på provobjektet. I flertalet provningar upprepades mätningen och resultatet bestämdes som ett aritmetiskt medelvärde av båda provningarna då skillnaderna var små mellan delresultaten.

### Mätutrustning:

<i>Instrument</i>	<i>fabrikat</i>	<i>typ</i>	<i>Serienr. / SP nr</i>
Accelerometer	Brüel & Kjær	4507 B 002	202580
Accelerometer	Brüel & Kjær	4507 B 002	202545
Vibrationskalibrator	Brüel & Kjær	4294	2028972
Mikrofon	Brüel & Kjær	4942-A-021	202835
Mikrofonkalibrator	Brüel & Kjær	4231	502289
Roterande bom	Brüel & Kjær	3923	500312
Kraftgivare	Brüel & Kjær	8200	502718
Laddningsförstärkare	Brüel & Kjær	2635	502509
Analysator/generator	01dB	Harmonie	202543
Förstärkare	Labgruppen	SS1300	501530
Equalizer	Boss	GE131	ZA01281
Vibrator	Goodman Industries	790	341

Utrustningen kalibrerades före och efter provningarna. Mikrofonen kalibrerades med hjälp av en elektroakustisk kalibrator. Kraftgivaren kalibrerades med hjälp av bestämning av en accelerometer som fästs styvt till en känd motvikt på kraftgivaren.





**SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut**  
**Energiteknik - Akustik**

Krister Larsson  
Tekniskt ansvarig/handläggare