

Vårt ombud	Vår ref – uppdragsbeteckning	Ert ombud och postadress
Christian Simmons	2004167-B	Skanska Sverige AB (Skanska Teknik)
Mölnadal, vårt datum	Vårt dokument-ID	Rikard Espling
2007-01-28	SkanskaTk-SBUF-SAUra-B-Provmatn.doc	Drottningtorget 14
Anm.		S-20533 MALMÖ
Ert datum	Er beteckning	Er fax och e-postadress
		040-144788
		rikard.espling@skanska.se

Distribution
Ombudet 1 ex.

SBUF 11860 Stomburet installationsljud (121997)

Delrapport B. Möten med tillverkare, provmätningar

Uppdrag

I ansökan till SBUF och i vår uppdragsbeskrivning 2006-09-26 ingick ett antal moment som skall utföras inom projektets förstudie:

”Förstudien avser en första fas, där vi skall

1. beskriva typiska riskkonstruktioner och omfattningen av problem med stomljud
2. prova några praktiska ljuddämpande åtgärder som kan vidtas med dagens teknik
3. kontakta ett antal tillverkare av stomljudsalsstrande installationer för att få dem att påbörja interna arbeten med att både förbättra sina produkter och ta fram indata till de nya CEN-standardiserade beräkningsmetoderna för stomljud
4. prova att jämföra beräkningar (projektering) och jämföra mot mätningar i byggnad för en utvald typ av stomljudskälla”

- I delrapport A redovisades det första momentet, med beskrivningar av typiska riskkonstruktioner (stomljud) i bostadshus, omfattningar av några vanliga stomljuddämpande åtgärder och uppskattningar av alternativkostnader för sådana åtgärder
- I denna delrapport B redovisas andra och tredje momenten, prover och mätningar som illustrerar effekten av tillgängliga stomljuddämpande åtgärder på några typer av installationer. Ett antal kontakter och möten har genomförts med tillverkare av stomljudsalsstrande installationer
- I delrapport C redovisas arbete under punkt 4
- I delrapport D redovisas förslag till ansökan om huvudprojekt

simmons akustik & utveckling ab

postadress	telefon kontor/mobil	fax kontor/mobil	bankgiro	org.nr.
Kroksläotts Fabriker 1	+46 (0)31 27 66 00	+46 (0)709 72 71 65	5298 - 3426	556625-6417
SE-431 37 Mölnadal	e-post & internet	SMS/e-post mobil	plusgiro	innehar F-skattebevis
besök Göteborgsvägen 97	info@simmons.se	+46 (0)709 72 72 65	–	momsreg.nr./VAT.no
Mölnadal (vid Byggcentrum)	www.simmons.se	christian.simmons@euromail.se		SE556625641701

Tillverkare av stomljudsalstrande installationer

Ett antal tillverkare av stomljudsalstrande installationer har kontaktats

- WC: Ifö Sanitär och IDO
- Hissar: Kone och Schindler

Följande kontakter, möten och provningar har ordnats, med resultat enligt nedan:

- Köksinredning: Myresjökök
- Tvättmaskiner: Electrolux Laundry Systems
- Ventilationskanalsystem (ljuddämpare, don): Swegon (fd Stifab Farex)
- Ventilationsaggregat: Svensk Ventilation (branschföreningen), Swegon, Fläkt Woods, Systemair, IV Produkt
- Vibrationsdämpande lösningar: Christian Berner AB och maxit AB
- Mätmetod, CEN: CSTB Grenoble, TNO Delft/Eindhoven

De som tackat ja till att medverka är nu intresserade av att mäta sina produkters stomljudsalstring (källstyrka), prova några praktiska ljuddämpande åtgärder, och se om man kan dokumentera ljudegenskaperna för produkterna fortlöpande i sin egen produktionsmiljö eller i sitt produktlaboratorium. Det finns en stomme till mätmetod (se delrapport C), men den behöver utvecklas för respektive produkttyp och provas praktiskt.

Resultat

WC

Ifö Sanitär AB:

Företaget har levererat WC stolar med stomljuddämpande packning mot golv, till

- HSB Finnboda Stockholm, 100 wc-stolar
- Skanska Filmstaden. 24 stolar

Packningarna tillpassades på byggplatsen, och Ifö har fn. inte någon dämpande standardpackning att erbjuda.

IDO:

Företaget har tackat ja till att medverka i projektet genom VD i Sverige, men vi har inte kunnat nå ansvarig produktchef i Finland.

Christian Berner AB:

I tidigare projekt har följande lösning provats med bra resultat. Golvstående WC limmas med en vibrationsisolerande packning mot bjälklaget för att isolera mot störande stomljud vid urinering eller spolning (skvalljud). Underlaget måste vara helt jämnt för att ge en stabil uppställning (gäller oavsett vibrationsisolering/fast uppställning). Christian Berner AB har tagit fram en lämplig produkt, i form av ett 3 mm band av beständig polyurethan (med varunamnet Sylomer®).



Om skruvning av WC på packning föredras framför limning, läggs en fjädrande bricka mellan skruvskalle och WC-fot. Denna bricka behöver tas fram av WC-tillverkaren för att passa ihop med porslinets hålförm. Skruven skall gå ned i en gummiklädd expanderbult i bjälklaget. Här finns en fuktaspekt att lösa eftersom skruven går igenom fuktspärren i bjälklagets översida, och rörelserna kan bli något större då WC ställs på en elastisk packning.



Packningen har i aktuella projekt tillpassats på platsen, vilket bör kunna elimineras om tillverkaren gör en passning för aktuell WC-typ. Anslutning av WC till avlopp görs med en gummimuff eller annat eftergivligt material. Kallvatten ansluts med flexibel slang (PEX eller gummi) till WC.

Gärdhagen Akustik AB har mätt skvalljud under WC i ovanförliggande bostad, med olika stomljuddämpande lösningar enligt ovanstående bilder. Mätningarna gjordes med en improviserad metod, där vatten strilade ur en PET-flaska på 1 m höjd i WC:s vattenspegel. Denna metod bör preciseras och föras in i någon form av produktanpassad provningsmetod, t.ex. SS-EN ISO 16032. Utan packning erhöles på 25 cm massivt betongbjälklag cirka 27 dB ekvivalent A-vägd ljudtrycksnivå under spolning (cirka 31-32 dB maximalnivå med vägning Fast), vilket inte uppfyller ljudklass C. Skvalljudet var klart hörbart mot ca 20 dBA bakgrunds nivå, ljudet upplevs som mycket påträngande och störande. Med expander fick man ett knappt mätbart, men dock hörbart ljud vid denna låga bakgrunds nivå. Med limning av packningen gick det inte att urskilja något ljud alls.

Kvarstående frågetecken är om risken för mekaniska skador eller vattenläckage vid anslutning påverkas av att WC ställs på en elastisk packning. Skruvning mot expander, brickor mm bör anpassas till respektive WC-modell.

Andra stomljudsalstrande produkter i våtrum:

Badkar, KV-rör och VV-rör samt blandare kan ge stomljud i angränsande utrymmen om de fästs in stumt i tunga lägenhetsskiljande väggar. Det finns flera sätt att fästa in t.ex. duschblandare elastiskt i en tung vägg, såvida inte samma princip används som för WC.

WC/bad rakt ovanför sovrum, vardagsrum eller kök i underliggande våning är en riskabel lösning ur stomljudssynpunkt, även om WC ställs på en vibrationsisolerande packning. Det finns fler stomljudskällor som måste beaktas. Här sätter man i dagsläget oftast upp undertak för att ljudisolera, men detta påverkar rummets takhöjd vilket uppfattas som en avsevärd olägenhet, vid sidan av kostnaden. Stomljud fortplantas dessutom horisontellt, vilket medför att alla rum under eller vid sidan av våtrummet borde få undertak. Detta sker inte i praktiken.

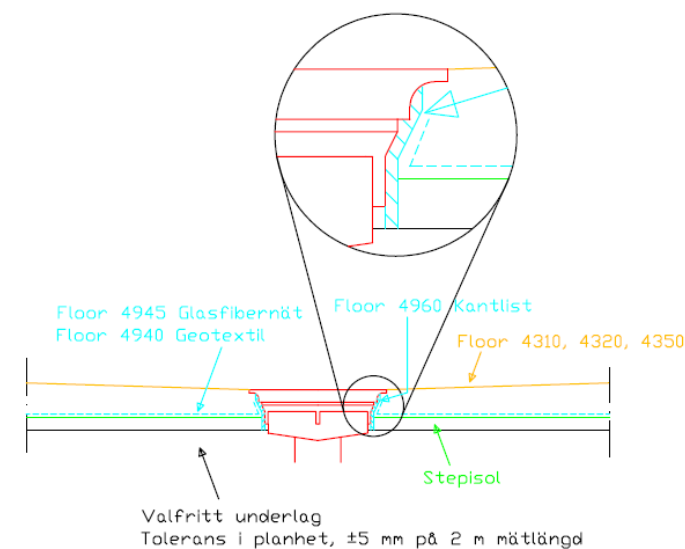
Med ett antal åtgärder mot stomljud kan undertak undvikas: Avloppsrör från WC som skall dras horisontellt i bjälklag och kringjutas, kan antingen utföras som rör-i-rör, eller svepas med en tunn isolerduk med förklistering, typ Sylomer 3 mm, upp till nivå färdigt golv plus cirka 5 mm. Avloppsröret skall kunna röra sig mot betongplatta och övergolv. WC ansluts med gummimuff.

Som alternativ till att ställa WC på en packning finns flytande golv, vilka isolerar även mot andra typer av stomljud från badrum, t.ex. stegljud, lekande barn i badkar, duschvatten mot golv, högfrekvent stomljud från tvättmaskin och torktumlare. Här ett exempel på föreskrift i ett ljud-PM (kv Aulan 2, Norra Bantorget Stockholm):

I badrum ovanför boningsrum läggs flytande golv "maxit ljudgolv" eller likvärdigt. Platsgjutna ljudgolv bör utföras av leverantörens certifierade entreprenörer med normala garantiåtaganden som innefattar den vibrations- och stegljudsisolerande funktionen för ljudgolvet. Ett förtydligande görs nedan, i tillägg till leverantörens (maxit) installationsanvisning, för att minimera risken för de stomljudsbyggor (kortslutning) som har visat sig vara typiska riskmoment i tidigare projekt.

Ljudgolvet avjämningsmassa skall läggas på ett tillhörande elastiskt underlag. Golvet skall utföras med rörelsefogar, så att det kan röra sig fritt. Avjämningsmassan får därför inte ligga an mot, eller vidhäfta till bjälklag, väggar eller rörgenomföringar i **någon** del. För att uppnå avsedd stegljudsisolering krävs stor noggrannhet och omsorg i utförandet.

Stepisolmatta, nät och geotextil skall läggas som ett **tätt** skikt innan avjämnning görs. Avstängningslister eller dukar skall vikas upp mot väggar, tröskel och samtliga rörgenomföringar, så som visas i installationsanvisningen. Listerna (duken) skall dras upp synliga ovanför färdigt golv. Strax före montering av tätningsmanschetter, skärs avstängningslisterna (duken) av i nivå med den färdiga avjämningsmassan.

**Installationsanvisningar**

1. Fäst Floor 4960 Kantlist runt brunnens vertikala delar så att denna ansluter utan överlappning. Tejpa för att hålla ihop kantlisten. Skär av i höjd med underkant på brunnens fläns.
2. Lägg Stepisol eller Floor 4902 Komfort fyllnadsskiva mot brunnskanten.
3. Rulla ut Floor 4940 Geotextil mot brunnen. Vik upp och tejpa mot kantlisten för att säkerställa en tät konstruktion. Rulla ut Floor 4945 Glasfibernät.
4. Avjämnning sker på sedvanligt vis runt brunnarna.

Eventuellt gjutspill skall då rensas bort och rörelsefogarna avsynas. Har avjämningsmassa eller cementhaltigt

vatten trängt ned i fogen skall detta åtgärdas. Tätskikt och klinkergolv sätts på sedvanligt sätt, men med några mm spalt mot väggar och rör genomföringar. Eventuell sarg med klinker på vägg skall sättas med några mm spalt mot golvet. I väggvinklar och mot rör sätts mjukfog (inte fogbruk). Tätskikt i väggvinkel, kan eventuellt utföras med fiberduk och tätningsdispersion, alt. med ett elastiskt tätband som viks upp på vägg. Lösningen bör föreslås/godkännas av golvleverantören eller fristående sakkunnig i fuktfrågor. Man behöver hålla undan cirka 5 cm i bjälklaget för ljudgolvet, beroende på tjockleken i golvbeläggningen utanför badrummet.

Golvbrunnen (grodan) gjuts in i bjälklaget på traditionellt vis, utan svepning med Sylomerduk. Ljudmässigt är det, som visas i ovanstående figur, inte optimalt att låta avjämningen gå emot brunnsringen, men denna utformning krävs för att leverantören skall kunna ta ansvar för fuktsäkerheten.

Vattenarmaturer väljs med mjukstängande stopp för att undvika ljud och vibrationer ("slag-i-rör").

Avloppsrör i schakt:

Mot tung vägg föreskrivs ibland att rören skall lindas med elastisk duk innanför de "svep" (rörklamrar) som normalt används. Mätningar i laboratorium med rör skruvade i en murad betongvägg visar att för plaströr i klamrar med en hopklämd hård gummipackning som fästs med stift direkt i väggen, kan man få upp till 25 dB A-vägd ljudtrycksnivå i mottagarområdet, enstaka toppar upp till 30 dB. I schakt erhålls upp emot 60 dB A-vägd ljudtrycksnivå med plaströr. Med avloppsrör av gjutjärn erhålls minst 10 dB lägre nivåer. Vibrationsisoleringen skall vara effektiv i området kring 160-200 Hz, vilket medger att relativt tunna/hårda packningar kan användas. Det borde därför gå att hitta kostnadseffektiva lösningar.

Avloppsrör skall aldrig klamras i en lätt schaktvägg mot rum med ljudkrav, oavsett material eller infästningsmetod. Mätningar på kv. Lagbasen, Skanska/Familjebostäder, visade att hörbara skvalljud klarade ljudklass B utan marginal, sannolikt därför att rören varit infästa i en lätt schaktvägg med 2x13 gips på 70 mm stålreglar. På kv Filmstaden (Skanska) uppfylldes inte ljudklass B pga. skvalljud vid spolning i WC, med lätta plaströr bakom lätt schaktvägg. Efter utfyllnad av schaktets mellanrum med cellulosa fibrer uppfylldes ljudkravet. Denna åtgärd bör inte tillämpas regelmässigt, men kan tillgripas då problem redan har konstaterats.

Hissar

Kone Hissar AB:

Företaget har tillfrågats om medverkan i projektet (2006-10-23) men har avböjt.

Schindler Hiss AB:

Schindler har tackat ja till att medverka i projektet. De får idag många frågor om ljud från hiss, men kan inte lämna några garantier för att innehålla en viss ljudklass. Det finns i princip inga data för beräkning av A-vägd ljudtrycksnivå i angränsande rum. I deras interna anvisningar sägs att det är arkitektens ansvar att se till att väggen har en viss minsta massa, och att man normalt innehåller L_{pAFmax} 30 dB i angränsande rum¹. De har gjort några fältprover med vibrationsisolerande material, men inte fört in sådana i sitt ordinarie produktsortiment. Deras bedömning var att åtgärderna har varit effektiva vid provtillfället.

Ljudnivåer från hiss beror av ett antal faktorer, vilka bör studeras närmare i huvudprojektet. Injustering av jämnhet i korgens gång, hastighet samt variabelt maskinvarvtal som träffar olika resonanser i gejdor och schaktväggar inverkar på ljudalstringen.

¹ VDI 2566-2:2004 prescribes a maximum permissible A-weighted sound level L_{pAmax} in adjacent rooms of 30 dB(A). It is the responsibility of the architect/building designer to ensure that the walls and roof of the shaft provide enough air-borne and structure-borne noise attenuation. The main parameter is the area-specific mass of the hoistway wall. Table 2 of VDI 2566-2:2004 provides rules for the design of the walls depending on the room configuration.

Bernström Akustik har gjort mätningar åt JM Bygg, där man visat att man klarat ljudklass B i rum bredvid hisschakt, utan tilläggsisolering, med undantag av rum direkt bakom hissmaskin. Förutsättningen angavs vara, att schaktväggen består av minst 20 cm betong.

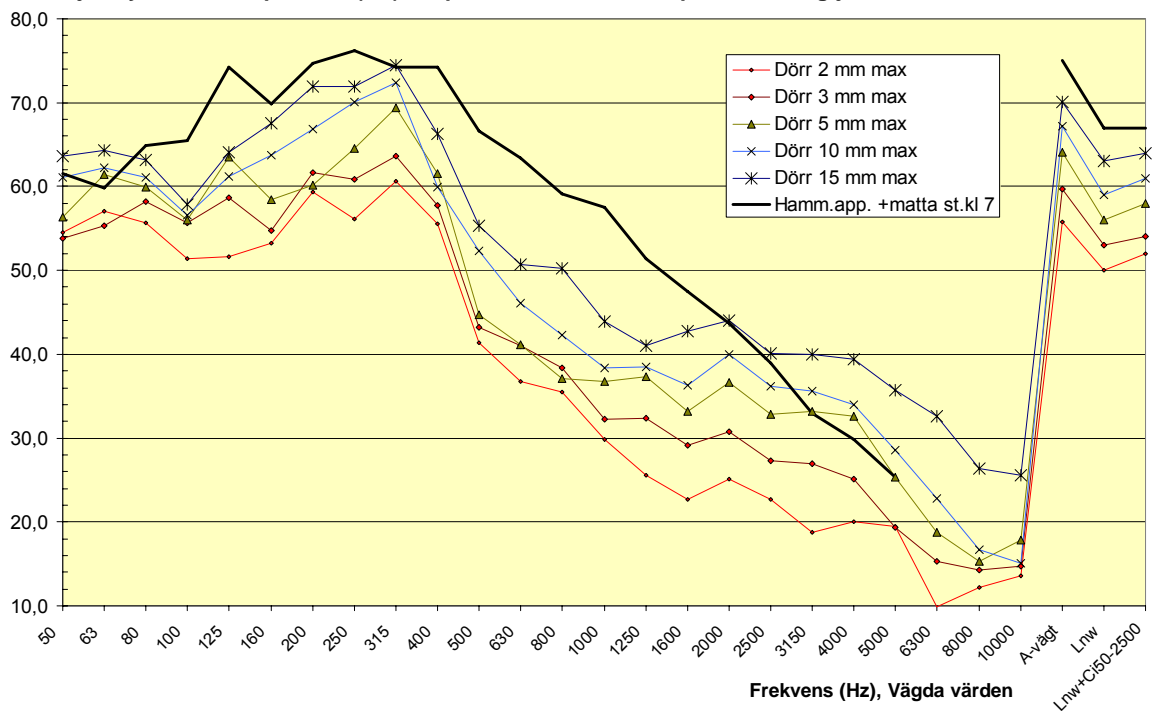
Mätningar på kv. Lagbasen, Skanska/Familjebostäder, visade att hissjud klarade ljudklass B utan marginal, trots att vägg mot schakt var tilläggsisolerad med 2x13 gips på 70 mm stålreglar, en lösning som borde ha gett avsevärd marginal till krav. Ljudet från hissorg i gång, stoppslag, dörrmanövrering mm var tydligt hörbart i rummet, trots normala bakgrundsljud från ventilation och trafik. Tilläggsisoleringens effekt begränsas av flanktransmission ut i bjälklagen.

Köksinredning

Tidigare erfarenheter:

I ett tidigare projekt (kv. Lagbasen, Stockholm) gjorde SP mätningar med slag från köksskåp som lades löst med ryggen mot stegljudslaboratoriets betongbjälklag. Skåpluckan fick falla från olika höjd och de maximala ljudtrycksnivåerna mättes i underliggande rum. Som jämförelse mättes maximalnivåer även med den standardiserade hammarapparaten för stegljudsnivå, placerad på en stegljudsdämpad plastmatta (klass 7).

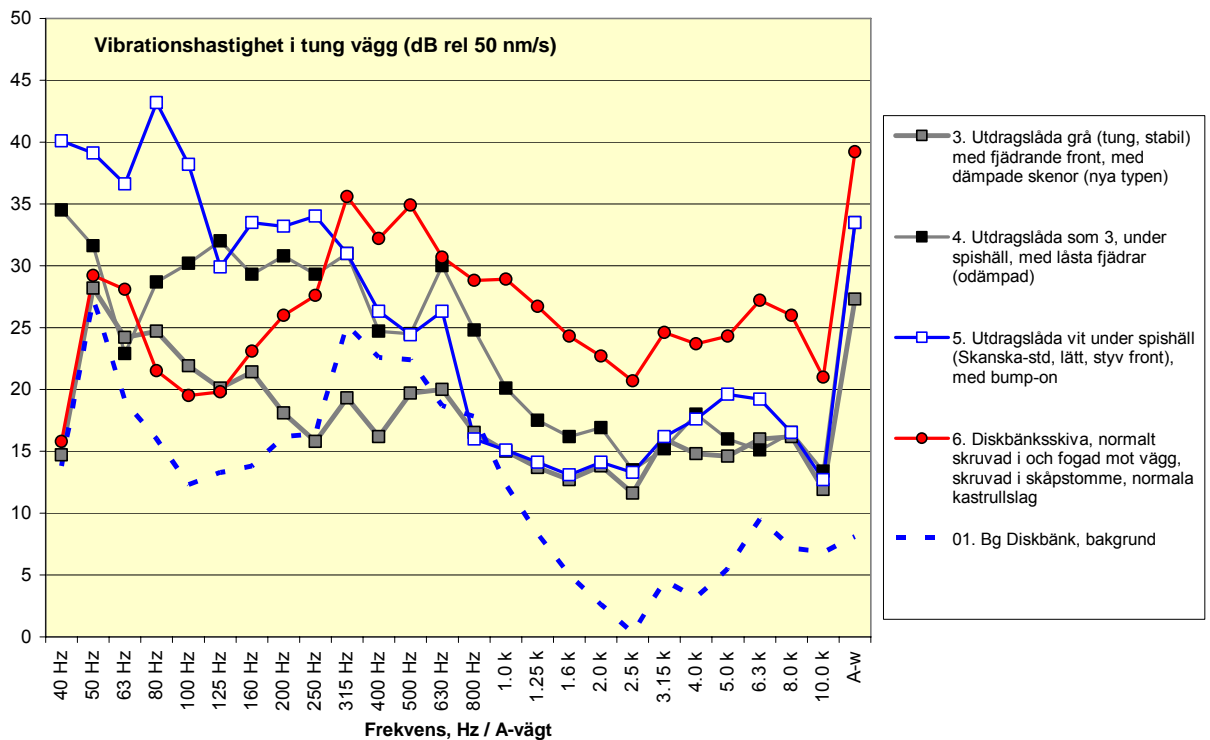
Ljudtrycksnivåer LpAFmax (dB) vid prov med fallande skåplucka i stegljudslaboratorium



Exemplen visar, att köksluckan ger lägre nivåer än hammarapparaten, men tillräckligt höga för att ge störande ljud i angränsande lägenhet redan vid måttliga slag med dörren.

Myresjökök:

De är intresserade av att medverka i projektet. Ett första besök på fabriken och utvecklingsavdelningen, samt några enkla provmätningar i utställningsköken genomfördes 2006-11-22. Provmätningar med dämpade draglådor (för bestick och redskap) visade följande resultat:

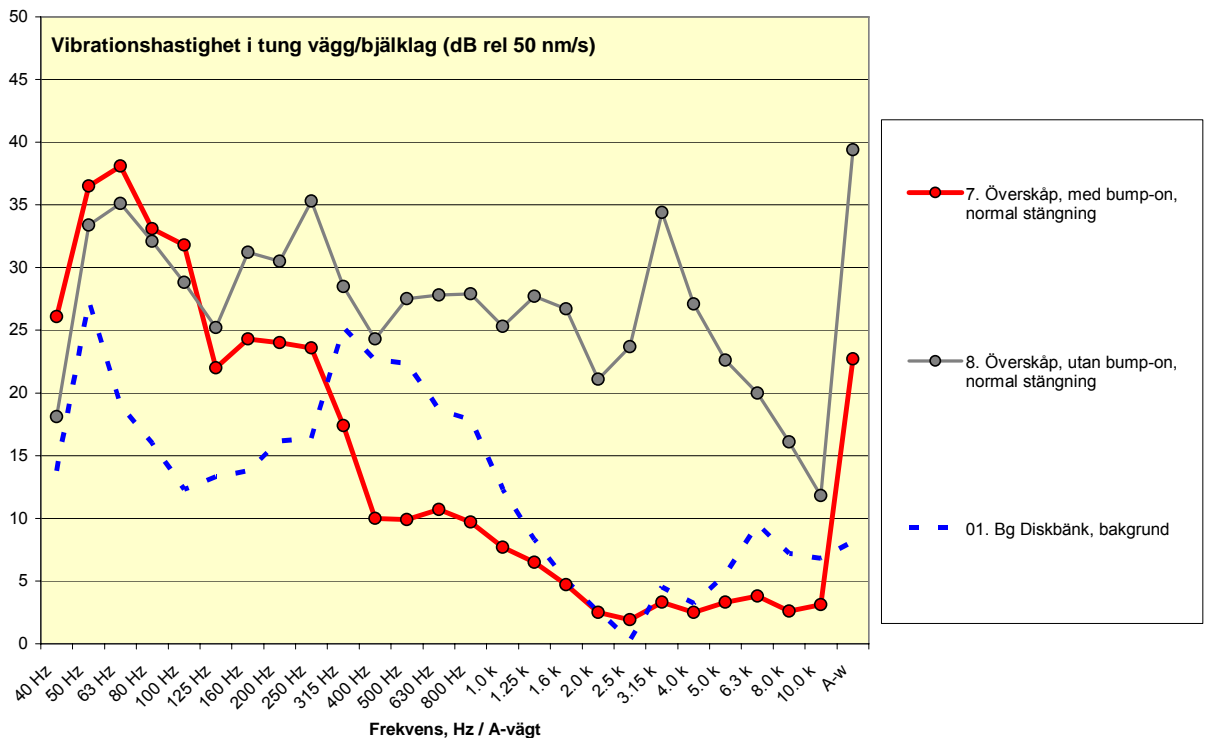


Mätningen indikerar, att en ny typ av utdragslåda med fjädrande front och dämpade skenor (tillval) är effektiv. Mätta nivåer ligger i nivå med bakgrundsvibrationerna. Den enklare vita lådan, som levereras som standard, ger höga nivåer vid låga frekvenser. De högre frekvenserna dämpas av så kallade "bump-ons" (koniska plastkuddar) på insida av lådfronten. Dessa är utförda i ett material som behåller sin elasticitet, och fästa med ett självhäftande material som gör att kuddarna sitter kvar under lång tid. Tidigare typer av bump-ons har varit i ett hårt material och inte suttit på plats efter en tid.



Diskbänken ger (odämpad) väsentligt högre nivåer vid höga frekvenser, även vid ganska försiktig hantering av kastruller och porslin. Att dämpa skåpluckor och draglådor är därför inte en tillräcklig åtgärd, men kan tillgripas i färdigmonterade kök där man störs av stomljud.

En serie med mätningar, där dämpande koniska plastkuddar placerades mellan underskåp och betongstomme, samt mellan skåpdörr och skåpstomme, visas nedan:

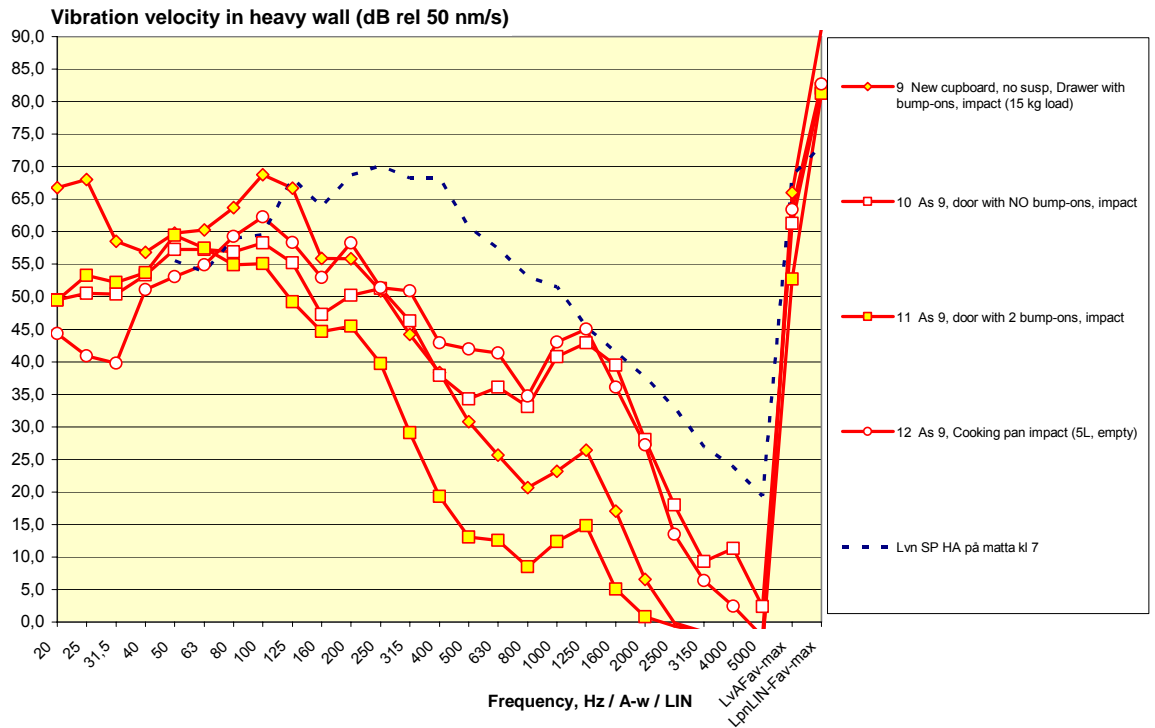


Mätningen indikerar, att stömljud vid mellan- och höga frekvenser dämpas av "bump-ons" på insida skåplucka. Bump-ons även mellan stomme och vägg ger ytterligare dämpning vid lägre frekvenser, se stomskåp. Skåp med kolvdämpare provades inte, men de ger så långsam stängningsrörelse att de kan bedömas ge ohörbara ljud, även vid ganska oförsiktig stängning. Anordningen är så effektiv att stömljud inte kan mätas på denna provplats (pga bakgrundsljud i fabriken). Anordningen hindrar dock inte stömljud från hantering av porslin mm på hyllor.

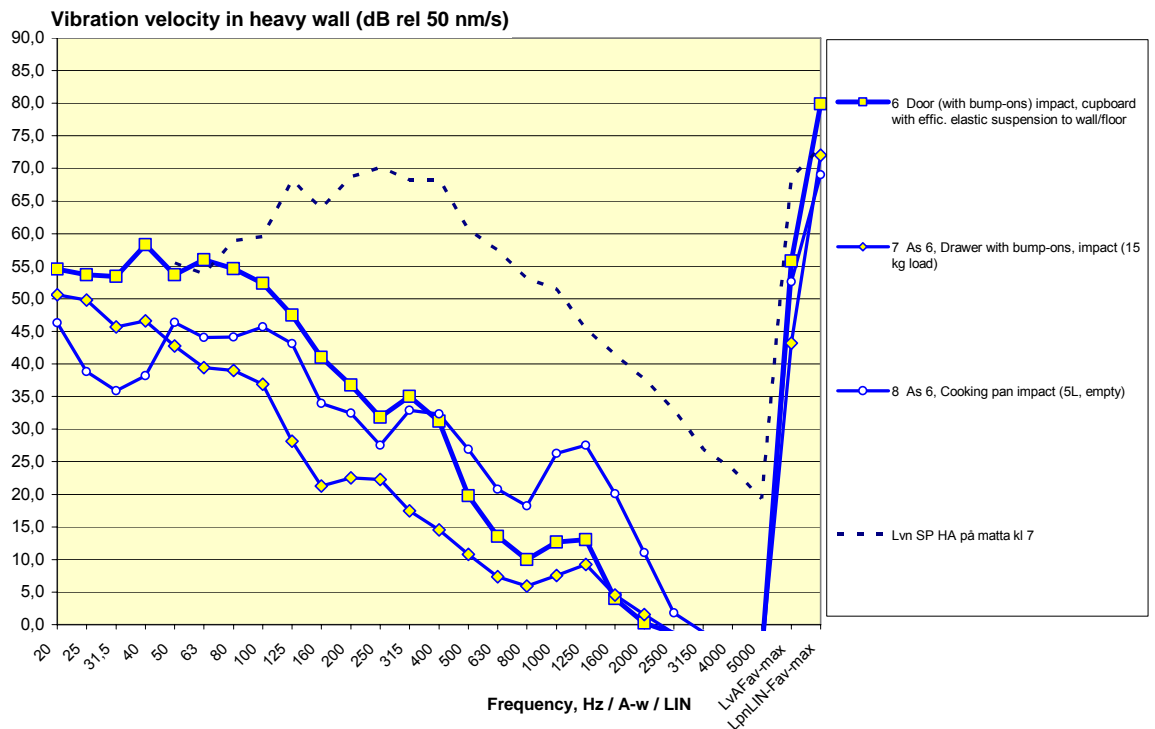
Resultaten indikerade att stömljudsdämpande "bump-ons" skulle kunna monteras som standard, eller som ett billigt tillval. Fabriken genomförde därför ett provmontage på en provvägg, där bänkar och skåp monterats konventionellt respektive stömljudsdämpat.

2007-01-31 genomfördes kompletterande mätningar på dessa provmonterade skåp, med olika former av vibrationsisolering. Den första mätningen visar ett konventionellt monterat bänkskåp med en laminerad bänkskiva fastskruvad i skåpets överkant. Skåpet står på tasslar och den inbyggda fästlisten är fastskruvad i betongväggen. Som jämförelse finns inlagd en mätning i SP:s stegljudslaboratorium, med hammarapparaten verkande på en stegljudsdämpad plastmatta (klass 7).

Frekvensvärden från 20-5000 Hz avser vibrationshastighetsnivåer (dB, rel 50 nm/s). De båda värdena längst till höger avser momentana ljudtrycksnivåer i ett normalmöblerat rum 12 m² bakom väggen, beräknade från uppmätta vibrationsnivåer.



Mätningen visar, att slagljuden från kastruller och skåpsluckor utan dämpare på insidan (kurva med romber) ger lägre ljudnivåer vid medel- och höga frekvenser i jämförelse med kraftiga steg på ett ovanliggande bjälklag med plastmatta, men slagljud från köket kommer sannolikt att ändå uppfattas som störande. Slagljud från diskbänk ger höga ljudnivåer.



Med mjuka dämpare på insidan (sk bump-ons) dämpas de höga frekvenserna relativt effektivt, men de låga frekvenserna blir till och med något förstärkta. Denna typ av åtgärd kan övervägas som efterhandsåtgärd, men är inte tillräcklig för att helt ersätta en tilläggsisolering

av betongvägg. Isoleringen är effektiv om skåpet monteras med "bump-ons" på skåpkanterna, både i överkant och i underkant. Alla typer av hanteringsljud dämpas med isolering mellan skåp och vägg, även slagljud på diskbänk.

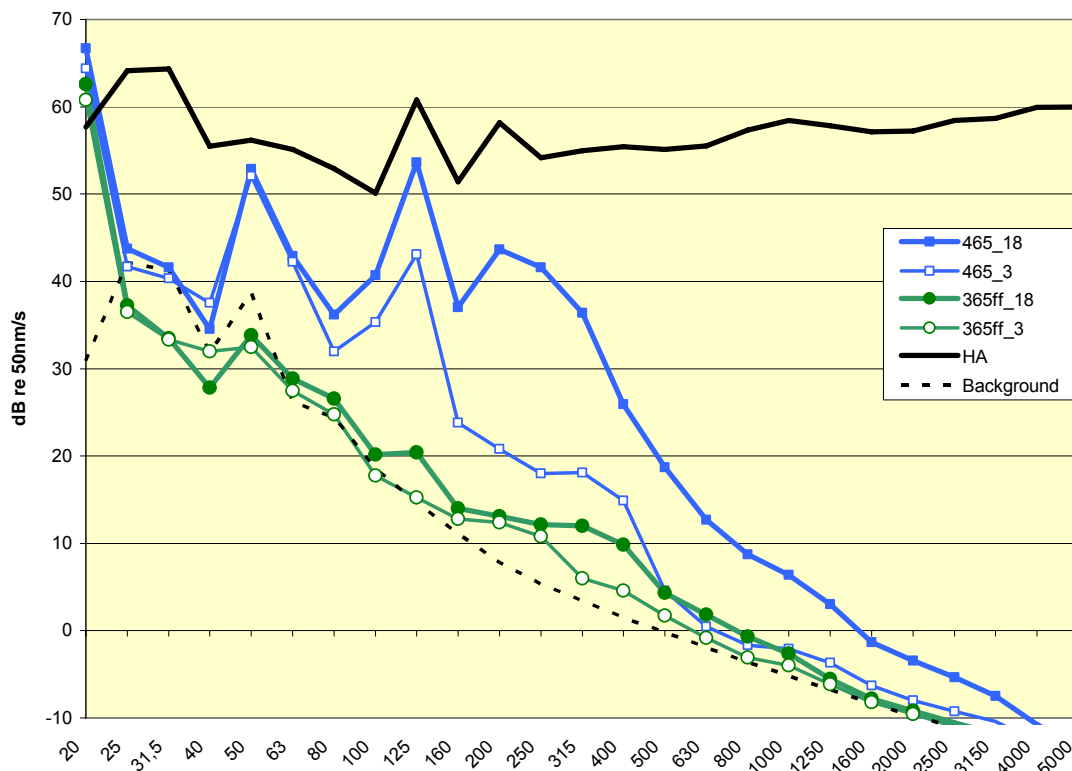
Åtgärden är dock känslig för utförandet. I en första mätserie var hålen för skruvarna i fästlisten alltför smala, vilket gjorde att skruvarna gängade genom listen och skapade en stomljudsbygga mellan skåp och vägg. Hantering av kastrull mot bänk gav då höga vibrationsnivåer.

Sammanfattningsvis visar försöken, att det är möjligt att skapa effektiva vibrationsisoleringar mellan köksskåp och stomme, men utförandet påverkar i hög grad vilken stomljudsöverföring som erhålls. Tillverkarna bör därför utforma robusta lösningar, som bygger in vibrationsisoleringen i fästlisten till skåpstommen, och gör den ljudtekniska funktionen mindre känslig för små variationer i hur skåpen monteras.

Dämpanordningar för skåpluckor och draglådor ger "kvalitetskänsla" och komfort för den boende, förutom att minska stomburet ljud till angränsande bostäder. En uppsättning dämpare för lådor och skåp i ett normalkök bedöms kunna kosta cirka 3 tkr. Dämparna kan eftermonteras. Åtgärden hindrar dock inte alla former av hanteringsljud, t.ex. från diskbänk.

Tvättmaskiner

Ett möte och en serie provmätningar genomfördes 30 januari 2007 hos Electrolux Laundry Systems i Ljungby. Nedanstående figur visar vibrationshastighetsnivåer på en 20 cm referensbetongplatta, upplagd på en sandbädd i företagets utvecklingscenter:



- Heldragen svart linje visar vibrationsnivåer för den standardiserade hammarapparaten.
- Blå kraftig linje med fyllda fyrkanter visar vibrationsnivåer med en standard tvättmaskin WH 465 i centrifugeringsläge, med 1,6 kg excentrisk maxlast (plåtband i trummans

ytterkant). Tunn linje med vita fyrkanter visar samma maskin med 0,34 kg excentrisk last.

- Gröna linjer visar mätningar med maskintyp WH365, men skillnaden ligger i att maskinen skruvades fast på ett betongfyllt plåtfundament (180 kg) och detta ställdes upp på en ny typ av vibrationsisolerande fötter.

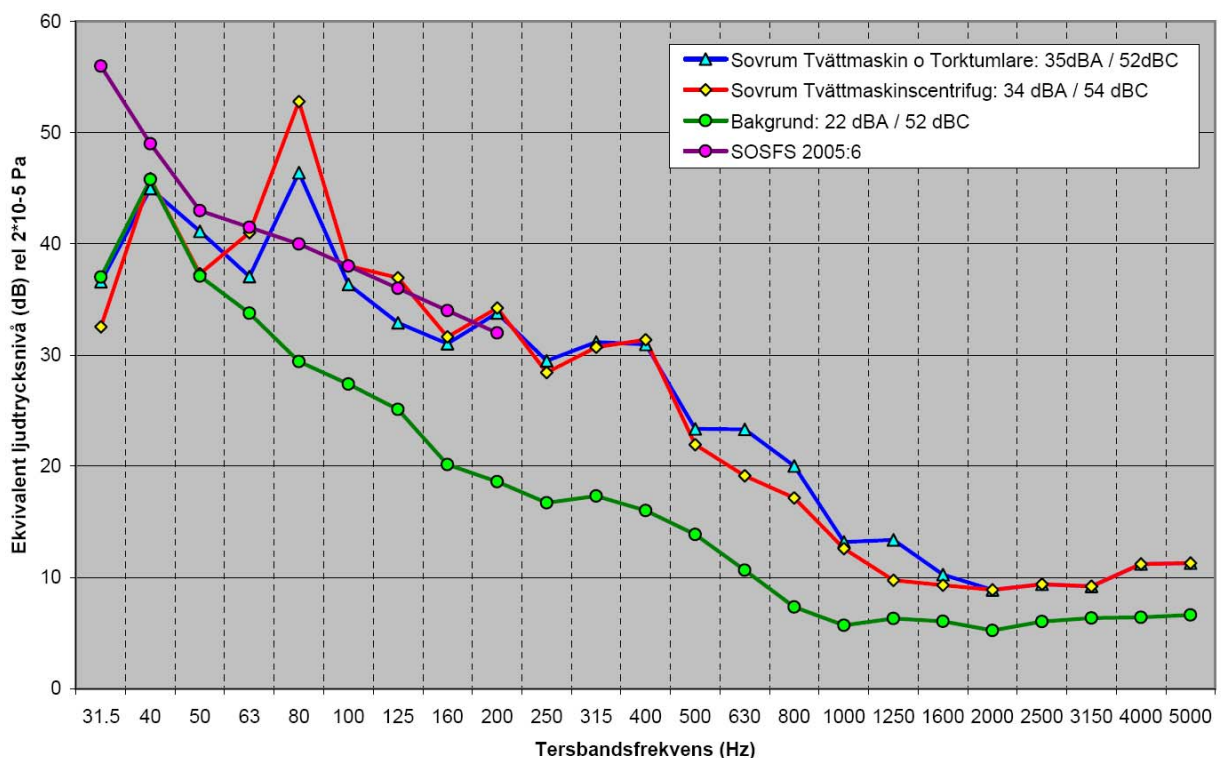
Förbättringen med fundament och vibrationsisolatorer var påtaglig. Trots en stor belastning i form av de excentriskt placerade plåtvikterna blev vibrationsnivåerna knappt mätbara (mot bakgrunden). Förbättringen vid 50 och 125 Hz blev 20-30 dB mot en konventionell uppställning, vilket knappast är möjligt att åstadkomma med en tilläggsisolering av t.ex. undertak (med rimliga dimensioner).

Slutsatsen blir att tvättmaskiner kan vibrationsisolerats så effektivt, att några platsgjutna fundament och tilläggsisoleringar (undertak) inte kommer att behövas för att skydda mot stömljud. Detta bör då innebära, att även torktumlare och torkskåp med inbyggda kompressorer (kondensmaskiner) kan isoleras mot stömljud med motsvarande åtgärder.

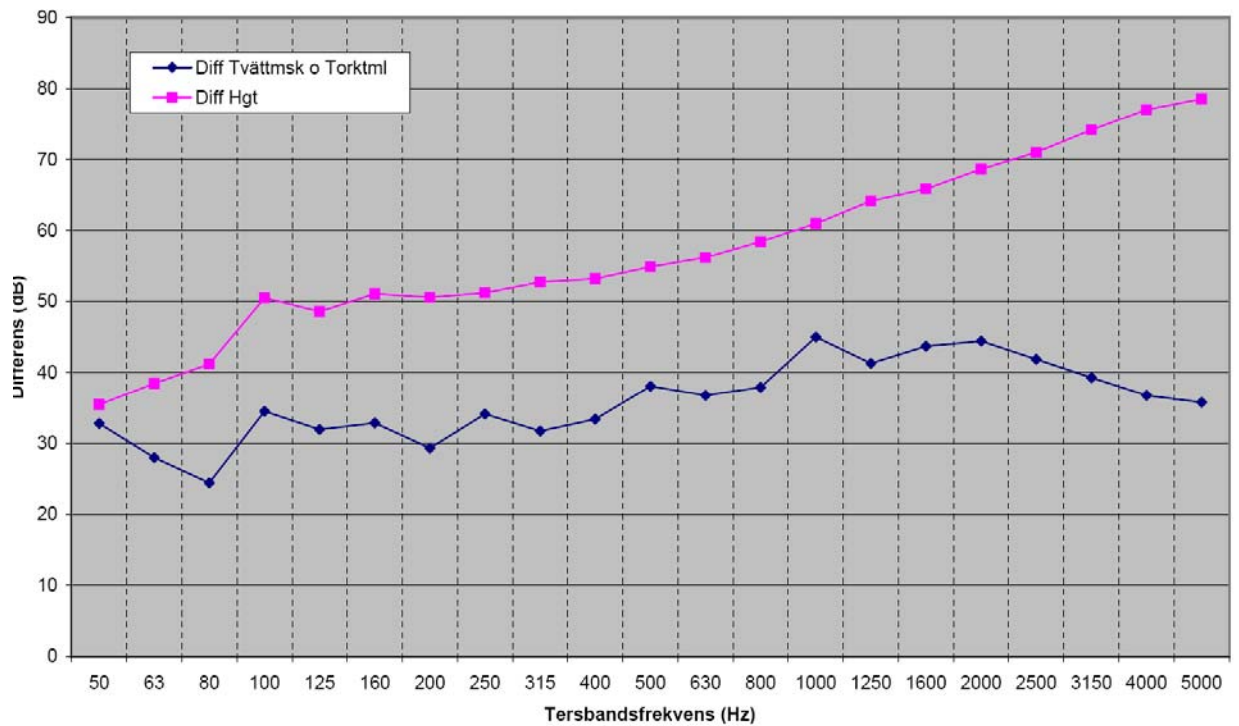
Det återstår dock att beskriva ett antal åtgärder för att man skall kunna säga att alla ljudkällor i en tvättstuga kan åtgärdas vid källan, och behovet av kostsam tilläggsisolering av väggar och bjälklag helt kan uteslutas. Se nedan.

Fältmätningar (WSP Göteborg) visar ett praktiskt exempel på hur det kan bli vid installation av tvättmaskiner och centrifuger bredvid bostadsutrymmen. I en första mätning konstateras att man har ett överskridande av både Boverkets och Socialstyrelsens allmänna råd:

Bullernivåer i sovrum från maskiner i tvättstuga



Om differensen i ljudtrycksnivå är mycket mindre med maskiner i drift än vid provning med högtalare är ljudet i angränsande utrymme sannolikt stomburet. En kontroll med högtalare bekräftar att det är stömljud som svarar för överskridande av SoSFS vid 80 Hz:

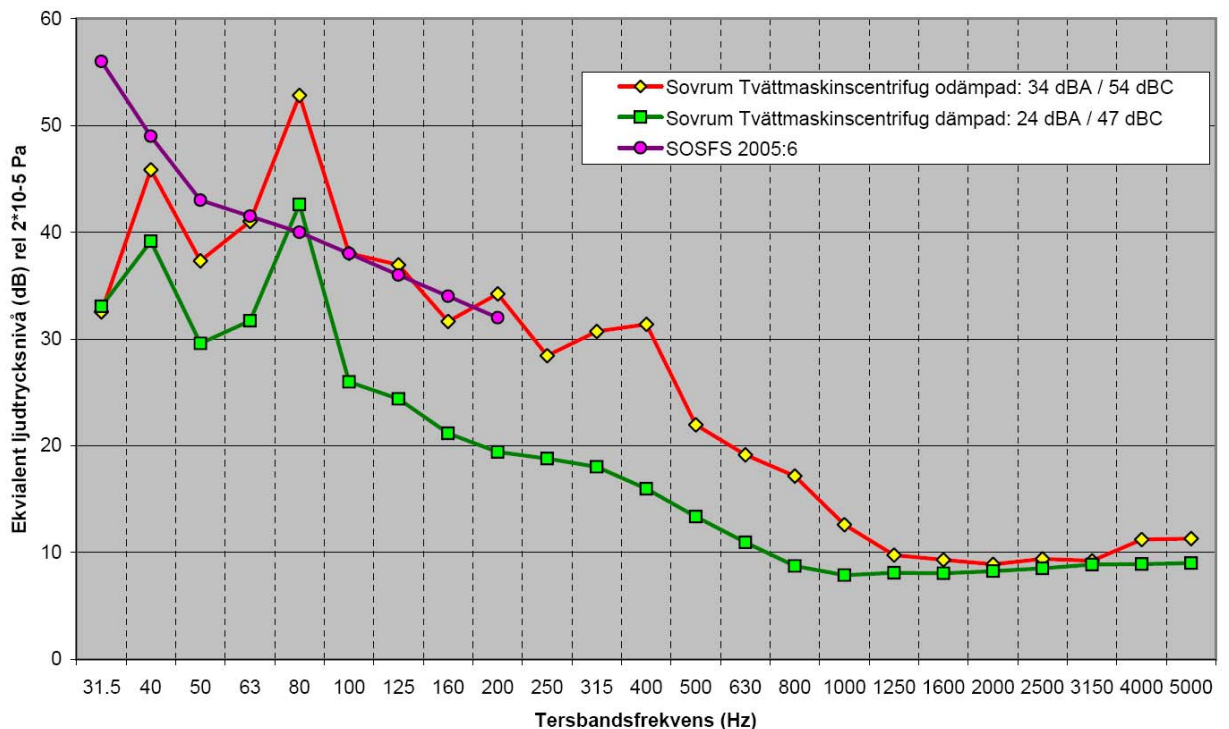


När man granskade uppställningen blev det ganska tydligt att maskinen var bultad till underliggande fundament:



Konventionell vibrationsisolering av maskinfötter och flexslangar till kallvattenmatningen gav följande förbättrade resultat (inom SoSFS, utom ett försumbart övertramp vid 80 Hz):

Bullernivå i angränsande lägenhet med centrifugerande tvättmaskin med och utan vibrationsisolering



Electrolux Laundry Systems har tidigare frågat sina säljare om erfarenheter av de vanligaste ljudproblemen i tvättstugor. Följande ljudkällor beskrevs då (från delrapport A):

- tvättvagnar som körs på klinkergolv, över trösklar och över golfogar
- ljudmällar från stängning av entrédörren, mangel
- klinker och kakel förstärker ljudnivån från maskiner och gör att samtalsnivån ökar
- kompressorer från kondensaggregat (tumlare, torkskåp och avfuktare) ger stomljud, i samma storleksordning som tvättmaskiner vid maximal hastighet och tvättlast
- tillfälliga tjut från tvättmaskiner vid acceleration och retardation
- slag i ventiler (vid automatisk manövrering)
- ventilationsljud från luftkanaler

Enligt en nyligen genomförd undersökning från Hyresgästföreningen, se vidstående bild (Göteborgs-Posten 6 febr 2007), finns det ett behov av att dämpa luftburet ljud från högljudda samtal i tvättstugor, vilket görs effektivt med ljudabsorberande och ljudisolerande plattor under bjälklaget. Lägenheter vid sidan av en tvättstuga bör uppfylla $R'_w + C_{50-3150} \geq 61$ dB.

Det finns sammanfattningsvis goda anledningar till att upprätta en katalog över åtgärder som skall vidtas vid utformning av tvätt-

Räkna med bråk i tvättstugan

STOCKHOLM: Tvättstugan är ingen plats för den som är rädd för konflikter. Hot, stölder och fysiska påhopp är vanliga.

Tidningen Hem & Hyra har granskat svenskarnas tvättvanor och resultatet avslöjar att stölder och hot hör till vardagen i de svenska tvättstugorna.

Var femte hyresgäst uppger att de råkat i konflikt med grannarna i tvättstugan. Den vanligaste källan till konflikt är bristande respekt för andras tvätt- och torktider och dålig städning. Men även stölder, hot och påhopp förekommer. Elva procent av de tillfrågade uppger att de blivit hotade eller attackerade i tvättstugan.

En vanlig orsak till konflikt är kvarglömt ludd i torktumlar. 21 procent av de tillfrågade uppger ludd som skäl till bråket.

Trots alla bråk och stölder tycker över hälften av de tillfrågade om sin tvättstuga men 48 procent uppger att de skulle föredra att ha egen tvättmaskin och tvätta i bostaden.

Undersökningen bygger på telefonintervjuer med 1 009 slumpvis utvalda medlemmar i Hyresgästföreningen under december i fjol.

TT

stugor i anslutning till bostäder eller andra utrymmen med ljudkrav:

- golvbeläggningar, trösklar mm utan stora ojämnheter
- förslag på långsamma (men kraftfulla) dörrstängare
- lämpliga ljudabsorbenter för tak och vissa väggytor,
- krav på att tillverkare av undertak även redovisar produkternas inverkan på luftljudisoleringen mot angränsande utrymme (rel. betongbjälklag /vägg)
- vibrationsisolerande lösningar för alla maskiner med roterande eller slående delar
- mjukstängande ventiler eller stötpuftpågande kompensatorer/flexislangar mot vattenmatningen
- luftljuddämpare i frånlufts kanal, elastiska stosar mellan maskin och luftkanal

Ventilationskanalsystem (ljuddämpare, don för kanalburet luftljud)

Vi hade kontakt med Swegon redan under 2005, och återtog denna kontakt 2006-11-10. Swegon tillhandahåller kostnadsfritt beräkningsprogrammet ProAc, som beräknar ljudutbredningen längs kanaler med delningar, sektionssäkringar, spjäll, ljuddämpare och don. I ett tidigare uppdrag har vi granskat ProAc och kunnat bekräfta att programmet följer den modell som i praktiken tillämpas av akustiker, en så kallad energimodell. Denna är tillräckligt noggrann för ingenjörsmässiga tillämpningar, men ger i vissa fall ganska stora fel. Mer komplexa beräkningsmetoder, så som tvåpolsmodeller utvecklade bland annat vid KTH, kräver dock indata som inte finns tillgängliga för närvarande. Det skulle vara angeläget att ProAc uppdaterades så att programmet räknar konsekvent efter standardförslaget prEN 12354-5. Fortsatta kontakter med Swegon och Svensk Ventilation upprätthålls i huvudprojektet.

Ventilationsaggregat

Ett möte ordnades 2007-01-24 hos Fläkt Woods i Jönköping². Tillverkarna hänvisar idag akustiker och konstruktörer till VVS AMA 98 avsnitt QE sid. 114-117 och RA 98 VVS sid. 265, när det gäller obalanskrafter. Mätning av A-vägd ljudtrycksnivå sker idag enligt SS-EN-ISO 16032 "på plats", tidigare med SS 02 52 63 (indragen).

Tidigare förslag till mätmetoder för bestämning av källstyrka hos vibrerande utrustning har baserats på mätningar av mekanisk mobilitet i sex frihetsgrader per maskinfot, samt den fria (obelastade) vibrationshastigheten i respektive maskinfot. Metoderna har varit alltför komplicerade för industriellt bruk. I nyare förslag har man valt den så kallade referensplattemetoden, som är avsevärt mer praktisk. Tillverkarna av ventilationsutrustningar anger två punkter att beakta vid val av mätmetod:

- Mätning i hela fläktens varvtalsområde rekommenderas (dito för andra roterande apparater)
- Antalet "produktmodeller" blir stort därför att aggregaten byggs med många typer av tilläggsutrustning (ljuddämpare, filter, kylare, värmeåtervinning etc) och storlekar. Det vore därför önskvärt om man kan mäta på varje typ av "fläktenhet" i en standardform

² Mikael Lönnberg/Systemair, Mats Sandor/Systemair, Stellan Åkesson/FläktWoods, Gunnar Berg/Swegon, Bengt Svensson/IV Produkt, Christian Simmons, Magnus Everitt/Svensk Ventilation

- Mätmetoden måste ta hänsyn till de stora skillnader som förekommer på storlek, vikt, rotationshastighet, montagealternativ, uppställningsalternativ och drivordningar som används för fläktar och aggregat
- Val av lämpliga referensplattor (alternativt befintliga bjälklag) för mätning av data
- Erfarenheter av projektet bör leda till en ny Nordtestmetod och därefter initiativ till inarbetande av mätmetoden i någon internationell produktstandard eller ljudstandard. Tillverkarna är beredda att delta med egen tid och egna resurser. Samfinansiering i övrigt är svårare att ordna fram från föreningens medlemmar

Mätmetod

Ett möte anordnades 2007-01-15 hos CSTB i Grenoble (www.cstb.fr), vars forskningsledare Michel Villot är ordförande i arbetsgruppen inom CEN, TC 126/WG 7. De har arbetat med metoder för bestämning av källstyrka, som harmoniseras med de modeller som finns i prEN 12354-5 för stomljudsutbredning och utstrålning i byggnad. Enligt WG 7 föreslås referensplattemetoden bli standard. I denna metod monteras den stomljudsalstrande (vibrerande) apparaten på en referensplatta av cirka 10 cm betong, och stomljudet/ vibrationerna mäts i plattan då apparaten är i normal drift. Källstyrkan bestäms på samma sätt som för luftljudseffekt i laboratorium enligt ISO 3740-serien, med en direkt metod (där man mäter stomljuds-förlusterna i plattan och antar att dessa balanserar den inmatade effekten). I analogi med standarderna för luftljud föreslås i prEN 12354-5 att man även skall kunna använda en substitutionsmetod för apparater med veka stommar (typ stålramar). I den senare metoden jämförs vibrationsnivåerna för aktuell apparat med vibrationsnivåer från den standardiserade hammarapparaten för mätning av stegljud

- $\Delta L = L_{HA,lab} - L_{aggregat,lab}$ (HA för hammarapparat)
- $L_{aggregat,byggnad} = L_{HA,byggnad} - \Delta L$

ΔL bestäms i laboratorium. $L_{HA,byggnad}$ bestäms med mätning eller beräkning (EN 12354-2)

Vid mötet diskuterades två aspekter av båda mätmetoderna:

- mätning direkt på fabriksbjälklaget vore praktiskt och önskvärt (normalt platta på mark)
- referensmetod viktig, som gör olika produkter/fabrikat jämförbara (produktdeklaration)
- mätning på lätta bjälklag, eller med en "mock-up" ovanpå betongbjälklaget, kommer att krävas eftersom det är på sådana man får flest ljudstörningar

Referensbjälklaget måste vara ganska väl dämpat för att ge realistiska resultat, men man kan inte eller ha alltför hårt dämpade bjälklag eftersom man vill att ett "diffust" efterklangsfält skall byggas upp i plattan. CEN-metoden är för närvarande inte anpassad för att mäta på lätta bjälklag, men den metod med en "bjälklagsmockup" som utvecklades vid SP³ och införlivades i ISO 140-11 skulle möjligen kunna tillämpas även för vibrerande utrustning. Detta bör undersökas i huvudprojektet. Vid låga och mellanfrekvenser är noggrannheten tillräcklig för att bedöma effektiviteten i insättningsdämpningen med olika typer av stomljuddämpande anordningar. De absoluta ljudnivåerna i angränsande rum är dock avsevärt svårare att bedöma med tillgängliga metoder, när det gäller byggnader med lätta stommar. Det har dock alldeles nyligen initierats en arbetsgrupp (CEN/TC 126/WG/AHG 3) som arbetar med att hitta beräkningsmodeller som skall klara beräkningar med lätta byggelement på ett sätt som liknar dagens standarder (EN 12354 delarna 1-3) för tunga byggdelar.

³ Nordtest Project 1544-01 SP Rapport 2001:37

I delrapport D redovisas en preliminär ansökan till SBUF och Nordtest, där olika delmoment i samarbetet med industrin beskrivs, med målet att få tillverkarna att deklarerera vibrationsegenskaper (stomljudskällstyrka) för sina produkter med hjälp av en standardiserad provmetod.

Vi tackar för uppdraget. Eventuella synpunkter på denna rapport ber vi Er lämna inom 8 dagar.

Med vänlig hälsning
simmons akustik & utveckling ab

Christian Simmons

Bilagor: Inga