

provats, som har granskats av hisstillverkaren Otis och bör kunna användas i byggnader med deras produkter. Vissa lösningar har dock visat sig vara alltför utförandekänsliga eller inte fungera alls, till exempel tunna gummibrickor utan genomföringshylsa respektive vibrationsisolerade fästen för avloppsrör av plast. Observera, att de lösningar som visas i rapporten är avsedda att driva på utvecklingen och innebär inget bindande ansvar från projektets parter. Man bör därför ha kontakt med respektive tillverkare och be dem att föreslå robusta produkter med erforderlig dämpning i varje aktuellt fall. För att utvecklingsarbetet ska komma igång måste branschen ställa krav på dokumentation av produkternas stomljudsalstring/dämpning. En mätmetod för produkter föreslås nedan. Projektörerna kan inte jobba rationellt om det inte finns indata för beräkningar och "fältmässiga" åtgärder att sätta in, så det måste till en del utveckling ute hos tillverkarna. Se vidare i projektets slutrapport och bilagor, som kan hämtas på www.sbuf.se.

SBUF-rapporten föreslår principlösningar för dämpning

I SBUF-rapportens första del beskrivs hur ansvaret för att planera, upphandla och genomföra åtgärder mot stomljud kan fördelas mellan olika parter under byggprocessens gång, så som rekommenderas i Boverkets handbok "Bullerskydd i bostäder och lokaler".

I den andra delen beskrivs ett antal vanliga problem samt praktiska åtgärder som har visat sig minska överföringen av stomljud. Åtgärdsförslagen bör anpassas till rådande förhållanden, eftersom de i vissa fall kan påverka andra funktioner, till exempel stabilitet eller skador på utrustningar. Tillverkarna av olika installationer bör ta fram lösningar för sina produkter som även uppfyller övriga krav (till exempel på säkerhet, fukttålighet, kostnader med mera). Stomljud som orsakas av turbulenta luftströmmar i ventilationskanaler respektive markburet stomljud beskrivs bara kortfattat.

I den tredje delen beskrivs mät- och beräkningsmetoder som kan användas för att mäta på produkter (stomljudsalstringen), vid dimensionering av åtgärder och kontroll i byggnad.

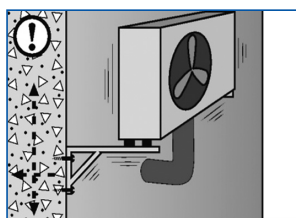
I bilagorna beskrivs resultat av tester både i laboratorium (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut) och i fält, där olika åtgärder har provats praktiskt. Skälet till att en del provningar gjordes i laboratorium var att det är svårt att mäta de förhållandevis svaga ljudet är fråga om i byggnad, där det pågår allehanda aktiviteter. Det betyder också att man måste vara mycket noggrann när man mäter i byggnad, och vara medveten om att bakgrundsljud kan störa mätningen. Vissa "knep" beskrivs i rapporten, hur man kan minska risken för att ovidkommande bak-

grundsljud stör mätningen av ljud från en viss installation och göra resultatet lättare att tolka för produktansvariga.

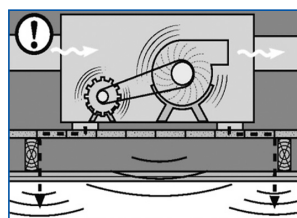
Nya mät- och beräkningsmetoder

Det finns nu metoder för att mäta vilken stomljudeffekt eller vibrationsnivåskillnad en viss maskin eller installation har, med vissa förbehåll för vilken typ av ram den har och vilket underlag den monteras emot (betong eller lätta strukturer). En ny Europastandard för laboratoriemätningar (EN 15657-1) och en Nordtestmetod för fältmätningar (NT acou 117) har utvecklats under projektets löptid. Stomljudeffekten eller vibrationsnivåskillnad mot en referensskälla (stegljudsapparat eller kraftgivare) kan nu användas som jämförelsetal mellan olika fabrikat eller som indata för beräkning av vilken ljudnivå som kan förväntas i en aktuell byggnad. För beräkning krävs det uppgifter om bjälklagstyp, bärande upplag med mera.

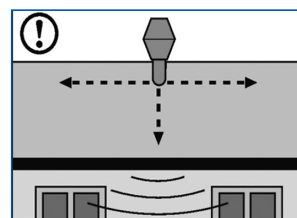
Beräkningarna av ljudnivå i angränsande rum kan göras antingen enligt en ny del av Europastandarden EN 12354 del 5 (från stomljudeffekt), eller enklare, räknad som en "stegljudsnivå" enligt del 2 av samma standard (från skillnader i vibrationsnivå eller luftljudsnivå). Några exempel ges sist i rapporten. De tidigare delarna av denna standard behandlar beräkning av luft- och stegljudsisolering, trafikbullerisolering samt rumsakustik. För dessa delar finns beräkningsprogram och produktdatabaser som har kommit till bred användning (Bastian). Det är nu möjligt att komplettera dessa så att stomljudsberäkningar kan göras samtidigt som övrig ljuddimensionering utförs, förutsatt att tillverkarna tar fram data för sina produkter. Det är också viktigt att alla hjälps åt att göra jämförande fältmätningar och rapportera dem öppet, så att vi får fram den sammantagna osäkerheten i beräkningar och fältmätningar, som kan



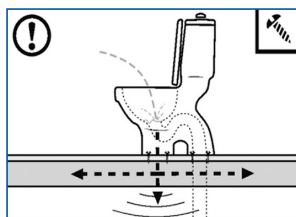
Värmevärmepump, kylare



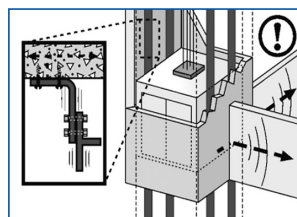
Fläkt



Takfläkt, kanal, luftintag, utblås



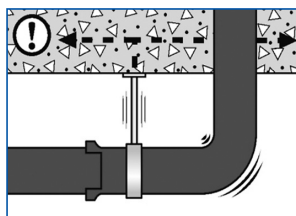
WC-stol



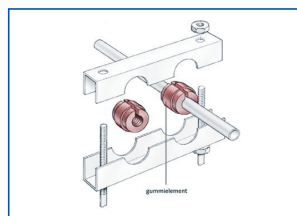
Hiss



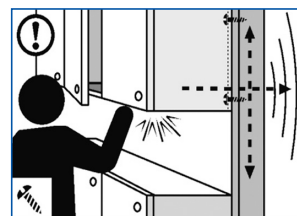
Trappor (stegljud), sopnedkast



Avlopp, fjärrvärme, sopsug



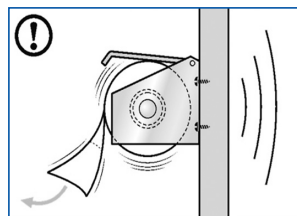
Tappvatten, värmestammar



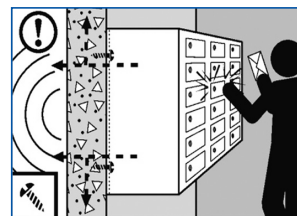
Skåp, bänk, maskiner, TV



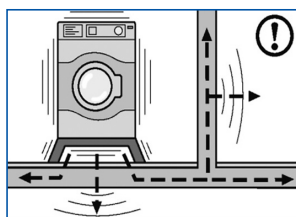
Dörr entré, tvättstuga, soprum



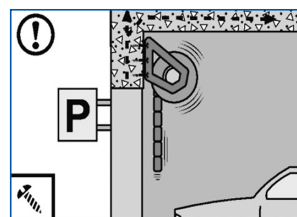
Pappershållare, dusch, bad



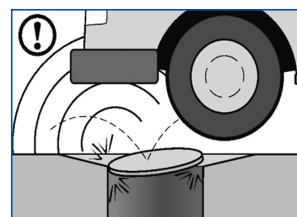
Postfack, sopkärl, BV-rum



Tvättmaskin, tork, mangel mm



Garageport, varmluftsaggregat



Gata, spår, brunnar, bulor

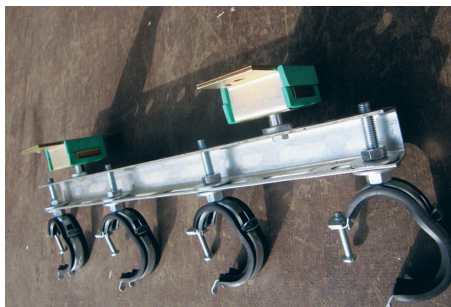
Installationer och inredningsprodukter som kan generera störande stomljud i byggnad.

användas som marginal vid dimensionering.

Rapporten visar också många exempel på stomljudsbygggar, som kortsluter vibrationsisoleringen. Lösningarna måste vara robust utformade. Monteringsanvisningarna från tillverkaren måste vara tydliga med hur sådana ska undvikas, och entreprenören bör ha med kontrollpunkter i sina checklistor som förebygger att sådana ändå uppstår av misstag, eller av oakt-samhet.

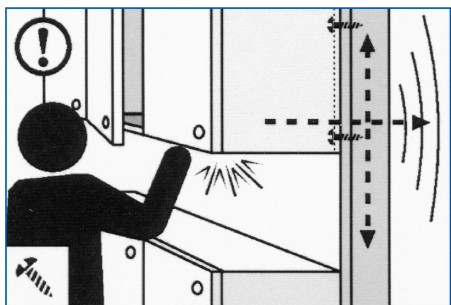
Exempel på lösningar

Rörupphängning, där svepen sitter monterade i en U-profil. Profilen fästs mot bjälklaget med särskilda dämpare. Här ut-



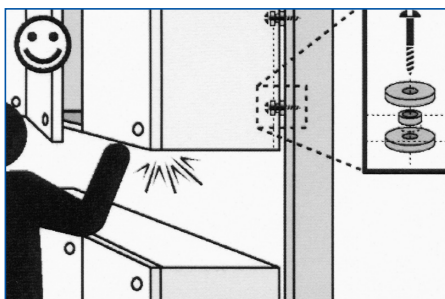
sätts dämpelementet för tryckbelastning inne i polyuretankudden (minimal risk för dragbelastning eller kortslutning). Monteringsarbetet i högt läge går lättare (arbetsmiljö).

Köksskåp, bänk, postfack, vägghängd TV och liknande är inte installationer i den mening som avses i SS 25267 och SS



25268, men de finns normalt i en bostad, bland annat för att uppfylla andra krav (än ljud) i Boverkets byggregler (BBR). Hantering av porslin i köksskåp, matberedning på bänk, disk och vibrationer från olika köksmaskiner kan ge störande stomljud inne i angränsande lägenhet om skåpstommar och bänk sitter stumt infästa i en gemensam betongvägg. Fältmätningar på stängning av köksskåp visar upp emot 50 dB A-vägd maximalnivå och man hör tydligt vad som görs på andra sidan av väggen.

Skåp och bänk ska alltså fästas elastiskt mot lägenhetsskiljande tung vägg. Det finns nu brickor, band och genomföringshylsor som är avpassade för skåp och som dämpar stomljudsöverföring från bänkar och skåp effektivt. Genomföringshylsan är väsentlig. Den gör att man kan dra åt med normalt moment och den



hindrar oacceptabla sättningar eller vibrationer i händelse av att det vibrationsisolerande materialet trycks ihop för hårt eller skadas på annat sätt.

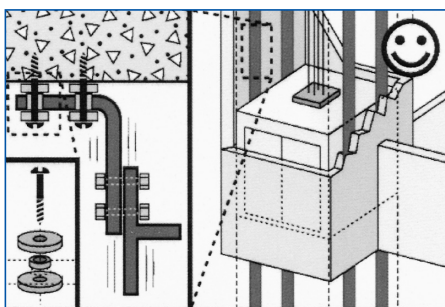
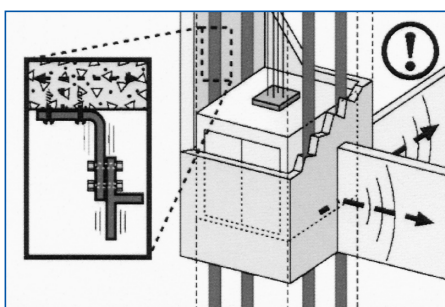
Det finns ganska många stomljudskällor i ett kök, förutom kyl, frys och disk-



maskin. Bussningar mellan vägg och skåp/bänk blockerar stomljud från dessa att nå in till grannen – en billig åtgärd för att lösa ett ljudproblem, om åtgärden vidtas vid nyinstallation.

Andra inredningsdetaljer som bör åtgärdas mot stomljud är vägghängda hylsor, TV-apparater, stereohögtalare, datorhögtalare med mera med inbyggda bashögtalare. Om man hänger dem i fjädrande bussningar ger de minimalt med stomljud in i väggen.

I hissar har det visats, att gummibussningar mellan väggfästena och schaktväggen, eller mellan väggfästena och ge-

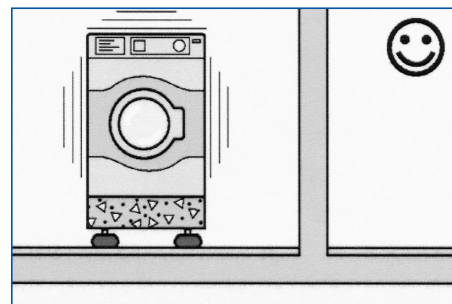
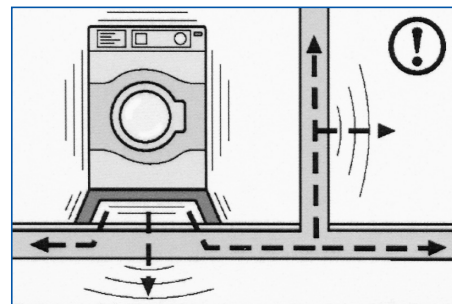


derskenan, dämpar stomljudet effektivt. Även infästningar av hissdörr och kontaktorskåp bör förses med bussningar för

att hindra stomljud. Kostnaderna för bussningarna är en bråkdel av vad tilläggsisoleringar mot rum kostar. De påverkar inte heller säkerheten, i och med att bultarna går in i betongen på sedvanligt sätt. Vibrationsdämpningen ligger i bussningen, mellan bultarna och den infästa detaljen.

Tvättmaskiner och utrustning i tvättstugor, hushållsmaskiner

Electrolux Laundry Systems har tagit fram ett standardfundament (cirka 180 kg) med kraftiga vibrationsisolatorer, som är av-



passade för deras standardmaskiner. Med dessa lösningar behövs inga uppgjutna fundament på normala betongbjälklag. Uppställning på träbjälklag kräver dock speciella åtgärder, milt uttryckt. Rapporten beskriver fler åtgärder för att förebygga de vanligaste ljudproblemen i tvättstugor, flertalet av dessa är mycket enkla och billiga.

WC på golv

Packningar under WC kan utföras med en 2 mm gummilist, som limmas mot golvet (och WC mot list). Springan försluts med



en silikonfog. Lösningen är fördelaktig ur fuktsynpunkt, eftersom man slipper punktera tätskiktet med skruvar. Risken för sprickor i godset minskar, packningen jämnar ut lokala punktlaster. Om pack-

ningen utförs i rätt material är det ingen risk för att WC rör sig för mycket när någon sätter sig, förutsatt att golvet är plant. Underlaget måste vara plant, eventuella rillor i golvklinker, brutna fall med mera måste först avjämnas med en tunn strängsättbruk eller dylikt.

En mätmetod från Nordtest för så kallat "pink noise" i WC finns i Boverkets handbok "Bullerskydd i bostäder och lokaler". Den gör att man kan mäta på ett enhetligt sätt både vid produktprovningar och ute i fält. Metoden har visats vara tillräckligt stabil för att fungera praktiskt, till

skillnad från några andra metoder där strömmande vatten används som stomljuds-källa.

Av någon anledning verkar det som om vägghängda WC inte ger besvärande stomljud, möjligen med reservation för montering i lätta väggar. Det vore intressant att se mätningar av vibrationsnivåskillnad (se nedan) för dessa produkter, att jämföras med golvstående WC.

Stegljud från trapphus

Det förekommer att man tilläggsisolerar rum mot trapphus för att inte riskera att

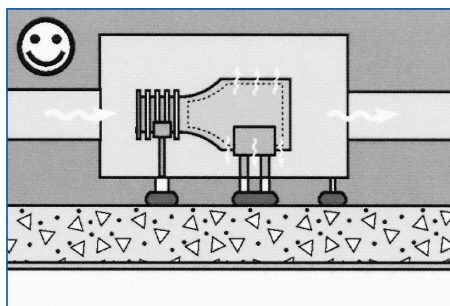
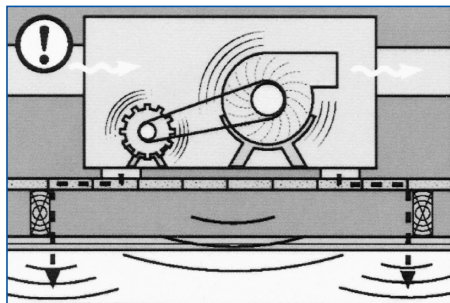
stegljud från trappor och vilplan ska överskrida kraven. Men de vibrationsisolerade lösningar som finns kan räcka för att uppfylla kraven med tillräcklig marginal, om de utförs korrekt. Undersökningar i fält visar dock som framgår av bilderna ovan, att det är lätt gjort att efterlaga upplagen på ett sätt som kortsluter rörelser mot stommen. En "slarvig" lagning medför då att man inte klarar kraven. Fältmätningar har visat, att man i mer än vartannat fall överskrider stegljudskraven vid mätning från vilplan, även när man har trott att man har gjort rätt. Det finns därför anled-



ning att se på antingen en hårdare kontroll av utförandet, eller bättre, mer "fältmässiga" byggmetoder som klarar normala toleranser i utförandet. Det är svårt att "finhålla" betong i ett hål från en stor hink, oavsett vad man skriver på ritningar!

Fläktar, ventilationsaggregat och kanalsystem

Stomljud från fristående radialfläktar med remdrift som ställs på ett träbjälklag ger stor risk för ljudproblem. Direkt drivna



kammarfläktar som ställs på betongbjälklag ger troligen avsevärt lägre stomljudsnivåer. Valet av installation gör stor skillnad i vilka obalanskrafter i motor, fläkt och transmission som man sedan måste dimensionera tilläggsisoleringen mot. I dagsläget arbetar man med enkla schabloner om massa i bjälklaget samt krav på teoretisk avvibrering av storkrafter. Det finns bättre sätt att jobba på. I rapporten föreslås ett sätt att mäta och räkna som sannolikt kan möjliggöra förenklingar utan att riskera ljudproblem. Se vidare nedan.

Livslängd – risk för skador

Det finns tyvärr exempel på billiga men olämpliga material som använts, som har gett sättningskador och bristfällig dämpning redan efter en kort tid. Skadorna be-



ror ofta på miljöpåverkan, då materialen utsätts för tryck, fukt, alkali, värme, kyla med mera. De dämpmaterial som föreslås och provats i detta projekt kostar något mer men har erfarenhetsmässigt visat sig fungera under lång tid. Produkter vars elasticitet baseras på innesluten gas är rent allmänt osäkrare än produkter med högre densitet, vars materialstruktur tar upp såväl de statiska som de dynamiska lasterna. Alla material är känsliga för överdriven sammanpressning, och de ska alltid anpassas för de aktuella statiska belastningarna. Både för mjuka och för hårda produkter fungerar sämre än rätt avpassade produkter. Återvinningsmaterial typ "pyttipannamattor" måste genomgå kontinuerliga tillverkningskontroller för att undgå fel som beror på ojämn materialkvalitet i produktionen. Ansvaret för att ställa rätt krav på tillverkaren ligger hos inköparen, så att priser jämförs mellan likvärdiga material.

VVS-AMA

Det pågår ett arbete med att revidera VVS-AMA när det gäller restobalanskrafter och vibrationshastigheter i fläkt och lagerhus. VVS-AMA:s krav skulle kunna kompletteras med redovisning av uppmätt vibrationsnivåskillnad för maskin vid jämförelse med standardiserad kraftkälla (stegljudsapparat) på ett angivet referensbjälklag, enligt NT acou 117. Mätning på ett bjälklag blir ett tydligare bevis för hur maskinen fungerar på ett realistiskt underlag än en teoretiskt beräknad storkraft och vibrationsisolering under idealiserade förhållanden. Dessut-

om kan mätning på ett betongbjälklag översättas till förväntad nivå på ett annat betongbjälklag, genom beräkning enligt EN 12354-2 (Bastian).

Inverkan av stommen

För att vibrationsisoleringen i fjäderelementen ska fungera som avsett krävs att underlaget "håller emot". All rörelse ska



idealt sett tas upp i vibrationsisolatorerna. Eftergivlighet i bjälklag och väggar är en vanlig orsak till bristande funktion och för höga stomljudsnivåer. Man bör därför kontrollräkna de första egenfrekvenserna i bjälklag och väggar (vid låga frekvenser) och vid behov förstärka stommen. Beräkningen av A-vägd ljudnivå i angränsande rum i frekvensområdet 25 till 2 500 Hz har beräknats för några maskiner, vars vibrationsnivå relativt stegljudsapparaten har mätts upp, se tabell 1 nedan. ■

Tabell 1: Beräkningen av A-vägd ljudnivå i angränsande rum, vibrationsnivå relativt stegljudsapparaten, i frekvensområdet 25 till 2 500 Hz för några maskiner.

Bjälklags-tjocklek	L_{pAeq} (dB)	Bjälklags-tjocklek	L_{pAeq} (dB)
Stort fläktaggregat med intern vibrisolering			
10 cm betong	52	20 cm betong	42
Tvättmaskin på: Lätt plåtfundament			
10 cm betong	61	20 cm betong	50
Tvättmaskin på: Betongfundament på stålklossar			
10 cm betong	60	20 cm betong	46
Tvättmaskin på: Betongfundament på mjuka klossar			
10 cm betong	43	20 cm betong	31
Köksskåp stängs (utan dämpare)			
10 cm betong	52	20 cm betong	41
Köksskåp stängs (snickarmonterade dämpare)			
10 cm betong	44	20 cm betong	32
Köksskåp stängs, justerade dämpare (fritt vägg)			
10 cm betong	40	20 cm betong	28