

Vårt ombud	Vår ref – uppdragsbeteckning	Ert ombud och postadress
Christian Simmons	2004167-D	Skanska Sverige AB (Skanska Teknik)
Mölnadal, vårt datum	Vårt dokument-ID	Rikard Espling
2007-02-23	SkanskaTkS-SAUra-Delrapport-D-SBUF.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)

Sammanfattning av förstudien Underlag till ansökan till SBUF och Nordtest

Sammanfattning av förstudien

I ansökan till SBUF och i vår uppdragsbeskrivning 2006-09-26 ingick ett antal moment som skulle 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 stomljudsalstrande 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

Arbetet med ovanstående punkter har nu genomförts, med ett antal intressanta resultat.

I **delrapport A** redovisas resultat av det första arbetsmomentet, att beskriva typiska riskkonstruktioner (stomljud) i bostadshus, beskriva omfattningen av några vanliga stomljudsdämpande åtgärder och uppskatta alternativkostnader för sådana åtgärder.

Det visades, att omfattningen av tilläggsisolering av tunga väggar mot stomljud varierar mellan olika projekt, beroende på hur lägenhetsskiljande väggar hamnar. 20 färdigställda bostadsbyggnader i Malmö, Örebro och Stockholm har inventerats med hjälp av planritningar och Skanskas kalkyldatabas. Antalet väggisoleringar har räknats, som kan anses föreskrivna enbart för att isolera mot ljud från stomljudskällor. Sammanfattningsvis visar inventeringen, att i cirka hälften (11 objekt av 20) var antalet tilläggsisoleringar marginellt eller förekom inte alls. I knappt hälften (9 av 20 objekt) fanns tilläggsisoleringar, till en schablonkostnad av 300 – 2000

simmons akustik & utveckling ab

postadress	telefon kontor/mobil	fax kontor/mobil	bankgiro	org.nr.
Kroksläatts 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

tkr per objekt (varav 5 objekt hade schablonkostnader för ca 1300 tkr eller mer). Jämförelser med uppgifter från andra projekt och från akustikkonsulter bekräftar bilden, av att tilläggsisoleringar förekommer i cirka 20-30% av alla lägenheter i flerbostadshus. Tilläggsisoleringar som saknas, men som borde ha ritats in som skydd mot ljudstörningar har inte tagits med i värderingen, men kan orsaka kostnader i senare skede på grund av åtgärder som måste vidtas i efterhand om det kommer in klagomål på ljudstörningar från de boende. Kostnader som åläggs installatörer för att vibrationsisolera eller balansera maskiner har inte heller tagits upp i värderingen.

Kostnader för produktion, projektering och bortfall av uthyrningsbar area blir sammanlagt i intervallet 9000-19000 kr per 10 m² tilläggsisolerad vägg, beroende på förutsättningarna i respektive projekt. Som en enkel schablon, för jämförelse med kostnader för alternativa åtgärder för att begränsa stomljudsalstring vid källan (istället för att tilläggsisolera på mottagarsidan), kan 1000 kr/m² eller 10 tkr/vägg vara en rimlig ansats. Stomljudsbegränsande åtgärder som är väsentligt billigare än så skulle alltså generera en vinst i varje projekt. Även dyrare åtgärder kan vara motiverade i vissa projekt.

I delrapport A redovisas även en riskanalys för tilläggsisoleringar, baserad på praktiska erfarenheter av vad som är utförandekänsligt och vad som krävs för att uppnå avsedd funktion. Kompletterande information om utförande av vissa konstruktioner redovisas i delrapport B.

I **delrapport B** redovisas resultat av de andra och tredje momenten, med prover och mätningar som illustrerar god verkan av tillgängliga stomljuddämpande åtgärder på några typer av installationer (köksskåp, tvättmaskiner). Ett antal kontakter och möten har genomförts med tillverkare av stomljudsalstrande installationer.

De tillverkare som tackat ja till att medverka är 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. Myresjökök, IDO, Ifö, Schindler hiss, Svensk ventilation (4 tillverkare), Christian Berner (vibrationsisolering), maxit och Electrolux Laundry Systems vill delta. Det finns en stomme till mätmetod för maskiner (se delrapport C), men den behöver utvecklas för respektive produkttyp och provas praktiskt. Förutsättningarna är goda för att resultaten av ett svenskt utvecklingsarbete kan inarbetas i kommande europeiska produktstandarder och akustikstandarder, genom ett aktivt samarbete med europeiska forskare och CEN-medlemmar.

Många produkter är fortfarande inte anpassade för att hindra stomljud. Försöken visade, att förbättringen var påtaglig med vibrationsisolerande kuddar mellan köksskåp och vägg, respektive fundament och vibrationsisolatorer under tvättmaskiner. Slutsatsen blir att både köksinredning och tvättmaskiner kan vibrationsisoleras så effektivt, att platsgjutna fundament och tilläggsisoleringar (undertak) inte kommer att behövas för att skydda mot stomljud. Sannolikt kan även andra typer av "enkla" stomljudskällor åtgärdas relativt enkelt. En svårighet är dock, att alla stomljudsalstrande källor måste isoleras, även diskbänk respektive torktumlare och torkskåp. I huvudprojektet bör man därför beskriva ett antal åtgärder i en "katalog" som erfordras för hur alla ljudkällor i t.ex. kök och tvättstuga skall åtgärdas vid källan. Det finns dock goda förutsättningar för att eliminera behovet av kostsam tilläggsisolering av väggar och bjälklag.

Maskiner med roterande delar kan dock inte hanteras med schablonåtgärder (typ köksskåpsmellanlägg), eftersom maskinernas rotationskrafter samspelar med vibrationsisoleringarnas och bjälklagens egenfrekvenser. Åtgärder kräver beräkningar och dimensionering, med indata från maskintillverkarna och uppgifter om byggnadsstommen. Det finns förslag till metoder för hur projektörer skall beräkna stomburet ljud i angränsande utrymmen med hjälp av dessa indata.

I **delrapport C** redovisas vibrationsmätningar på olika tvättmaskiner, och beräkningar av stomburet ljud från dessa i ett angränsande rum. I delrapport C har vi kombinerat två mätmetodförslag i prEN 12354-5 med beräkningsmetoden i EN 12354-2 (avseende beräkning av stegljudsnivå i byggnad). Resultatet är förväntad ljudnivå från det stomburna ljudet från tvättmaskinen, som stämmer väl med några praktiska exempel i fält. En utvidgning av mät- och beräkningsmetoderna till lätta bjälklag diskuteras översiktligt.

I huvudprojektet bör både mät- och beräkningsmetoderna studeras och utvecklas vidare. Det finns pågående forskningsprojekt i Europa som är villiga att samarbeta i huvudprojektet, och det finns goda förutsättningar för att nå fram till praktiskt användbara mätmetoder, beräkningsmetoder och relevant produktredovisning från tillverkningsindustrin. Stomburet ljud kan därför göras "projekterbart" och standardiserat inom ett tvåårigt SBUF-projekt samt en efterföljande dokumentations- och utbildningsinsats hos såväl tillverkningsindustrin som byggindustrin.

Huvudprojekt. Ansökan till SBUF och Nordtest

i huvudprojektet: fortsätta arbetet i punkt 2, med att ta fram indata för fler stomljudsalstrande installationer, i samverkan med forskare från TNO och CSTB samt några intresserade tillverkare

i huvudprojektet: parallellt med mätningar och beräkningar även visa tillverkarna på möjliga förbättringar av deras produkter, så att aktuella ljudkrav klaras utan kostsamma tilläggskonstruktioner. Produktförbättringens kostnad kan jämföras med en relevant alternativkostnad (för den tilläggsisolering som annars skulle fordras). Några stomljudsalstrande installationer som skall analyseras i detta skede är

Tvätt- och torkmaskiner (avsedda för tvättstugor i flerfamiljshus)

Ventilations- och kylaggregat

WC (infästningar i golv eller vägg), avloppsrör, badkar, duschblandare

Köksskåp och köksbänk

Hissar, infästningsdon i schaktvägg mot boningsrum

De uppräknade installationerna omfattas av ljudkrav i ljudklassningsstandarderna SS 25267, -68 och nya BBR 12 (från 1/7-06).

Ett antal vanliga installationer för teknisk försörjning i byggnad enligt ovanstående väljs ut för en mer detaljerad analys, med mätningar på plats ute hos tillverkarna eller i laboratorium.

A. Åtgärds katalog - praktisk utformning av enkla vibrationsisoleringar

Häri beskrivs och provas praktiska lösningar för stomljudsisolering av vissa installationer med slagpåverkan på stommen. Lösningarna tas fram av tillverkarna med stöd av projektledningen. Åtgärderna gäller installationer som inte kräver beräkningar och anpassning för frekvensinnehåll, vilket i princip gäller installationer utan roterande komponenter. Hit hör

- kök: överskåp, arbetsbänkar, underskåp, draglådor mm
- bad: golvstående och vägghängda WC, duschhandtag/duschstång, blandare, badkar
- schakt: vattenrör, avloppsrör
- hiss: dörrar, manöverenheter (ej maskin och gejdor, se B)
- dörrar, portar: entrédörr, tvättstugedörr, tamburdörrar, garageport

Ljud- och vibrationsdata för de ljudalstrande utrustningarna mäts upp av tillverkarna, både med standardutförande och med förbättrade lösningar. Typlösningar och riskmoment belyses

för isolering av respektive produkttyp. Tillverkarna tar fram monteringsanvisningar där informationen om stomljudsisolering inarbetas.

B. Dimensioneringsmetod för installationer med roterande maskiner

Mätmetod – utveckling:

Tvättmaskiner, torktumlare, kondensstorkskåp, hissmaskiner, fläktar, roterande värmeväxlare, kylkompressorer mm har numera oftast någon form av varvtalsstyrning, och kan ge stora obalanskrafter redan vid låga frekvenser. För att det skall gå att konstruera lösningar utan stomljudspåverkan krävs en dimensionering med hänsyn till aktuella varvtal, egenfrekvenser i bjälklag och väggar, samt vibrationsisoleringars egenfrekvenser. För lätta bjälklag och balkramar är det vanligt att deras egenfrekvenser sammanfaller med maskinens drivfrekvenser, vilket bör kontrolleras i varje enskilt fall och åtgärdas innan montering. En förenklad metod för provning av effektiv vibrationsisolering av maskiner på ett typiskt lätt träbjälklag, med en lätt "bjälklagsmockup" skruvad ovanpå ett betongbjälklag (enligt ISO 140-11) studeras. Om det finns förutsättningar föreslås metoden till CEN/TC 126/WG 7 och kan eventuellt provas i huvudprojektet.

Risikanalys kan här implementeras i form av en checklista för dimensionering och utförliga monteringsanvisningar för olika byggnadsstommar.

Mätmetod – jämförelseprovning:

Samtidigt med SBUF ansökan lämnas även en ansökan till NORDTEST för ett delmoment i projektet. Där provas den föreslagna mätmetoden från CEN/TC 126WG 7¹ praktiskt av några nordiska laboratorier, och ger en uppskattning av mätosäkerheten (reproducibilitet) mellan olika mätoperatörer / laboratorier. Resultat av jämförelseprovningar underlättar i senare skede att få acceptans inom CEN för den föreslagna provmetoden. Se även delrapport C.

Vid utvecklingen av mätmetoden inför jämförelseprovningarna, bör det även ingå en riskanalys, så att Nordtestprojektet löper minsta möjliga risk att resultera i dålig reproducibilitet. Avsikten är att tillverkarna därefter skall kunna använda en enhetlig (standardiserad) metod för att deklarerar stomljudsemission för sina produkter. Ur svensk synvinkel vore det önskvärt med data för maskiner på lätta bjälklag och vi bör därför försöka inarbeta denna del av provningsmetoden i jämförelseprovningarna.

C. Samarbete

Forskningsledare för några pågående forskningsprojekt i Tyskland, Holland, Frankrike och England kontaktas, där man samarbetar om att utveckla beräkningsmetoder för stomljudsutbredning och utstrålning från både tunga och lätta byggnadsstommar. Flera av dessa forskningsledare är tillfrågade och skulle välkomna ett svenskt initiativ till att få fram data för vanliga installationsbullerkällor. Vi deltar i några möten i CEN/TC 126/WG 2, där vi bidrar med information och kan få fram gemensamma beslut om vilken mätmetod som tillverkarna bör använda. Vi får därmed tidig insyn i de beräkningsmetoder som föreslås ingå i EN-standarden, och kan därvid också bevaka att vanligt förekommande nordiska byggkonstruktioner inte oavsiktligt diskrimineras. (Det finns exempel på att t.ex. håldäck, regelväggar, sandwichelement, tunna parkettgolv mm inte har beaktats i tidigare standardförslag).

Några praktiska ljudtester genomförs i verkliga byggnader med stomljudsallstrande installationer, för att se om beräkningsstandarden kan utnyttas i framtida utvecklings- och projekteringsarbete, eller om överensstämmelsen är så dålig att den måste omarbetas. Med ett antal jämfö-

¹ CEN/TC 126/WG7 doc N 527 N (WG 7 E24), WI 00126061, draft october 2005: Laboratory measurement of airborne and structure borne sound from building equipment – Part 1: simplified cases where equipment mobilities are much higher than the receiver mobilities, taking whirlpool baths as an example

relser mellan mätning och beräkning i byggnad fås en uppfattning om beräkningsmetodens tillförlitlighet.

Information: Efterhand jämförelser görs kan osäkerheter i projekteringen minskas, vilket sammantaget minskar entreprenörens riskexponering. Kunskaper om felkällor och avvägda marginaler blir en affärs-kritisk kunskap som kan läggas in i beräkningsprogram, indata mm, vilket ger konkurrensfördelar för svenska byggföretag. Uppenbara brister kan påtalas och initiera fortsatt forskning, t.ex. för att minska beräkningsosäkerhet eller ändra konkurrenshämmande regler i de standardiserade beräkningsmeto-
derna.

Tidplan

Avsikten är att arbetet skall kunna bedrivas aktivt under 2007-2008:

- ❶ Provmetoden för källstyrka utvecklas under 2007-Q2. Metoden utvidgas i samarbete med tillverkarna med ett förslag till provning av vibrerande utrustning som ställs upp på lätta bjälklag eller hängs in i en lätt väggkonstruktion
- ❷ Nordtestansökan lämnas 2007-Q3, jämförelseprovningar påbörjas, blir klara under 2008-Q2. Nordtestmetod (förslag till) kan lämnas i slutet av 2008-Q2. Forskningsgrup-
pen bakom WG 2 och WG7 får ta del av resultaten, och kan inarbeta dessa i CEN mät-
standarden (fn WI 00126061) och ljudprojekteringsstandardEN 12354-5
- ❸ Praktiska dimensioneringar utförs i provobjekt, med mätdata för prototyper av stom-
ljudsisolerade maskiner och installationer som utformats av tillverkarna och provats
under Nordtestprojektet. Uppföljande mätningar görs i skarpa byggprojekt. Fältprov-
ningarna visar vad som behöver förbättras i beräkningsmetoden, och resulterar i råd
om rimliga säkerhetsmarginaler för dimensionering (2008-Q3)
- ❹ Produktdatabas för något befintligt beräkningsverktyg tas fram för snabb och enkel di-
mensionering av maskin / stomme enligt EN 12354-5. Inledningsvis kommer det att
finnas data endast för provade prototyper. Standardprodukter kan läggas till när de bli-
vit provade (2008-Q4)
- ❺ Eurovent / CEN projekt för ventilationsaggregat kan initieras av Svensk Ventilation un-
der 2008-Q3 med stöd av Nordtestmetoden (ingår ej i SBUF-projektet). Andra produkt-
kommittéer får motsvarande information via CEN/TC 126/WG 5 (akustikexperter som
stöttar CEN:s TC produktkommittéer)
- ❻ Eurovent guidelines och eller CEN akustikstandard för ventilationsaggregat kan bli kla-
ra 2009-2010, i anslutning till att EN 12354-5 blivit klar (ingår ej i SBUF-projektet).
- ❼ Tillverkarna deklarerar standardiserad stomljudseffekt (källstyrka) i sina produktblad,
och utvecklar förhoppningsvis bättre produkter som alstrar mindre stomljud och ger
konkurrensfördelar. Beräkningsverktyget och databasen uppdateras fortlöpande, på
samma sätt som sker idag med ljudisolerande byggprodukter, se www.bastian.nu.
Ingår ej i SBUF-projektet.

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