

Kan lydisolering planlegges?

Foredrag holdt 1. november 1966 ved overrekkelsen av Glavaprisen 1966

Av arkitekt **MNAL GUNNAR Ø. JØRGEN**

Norges byggforskningsinstitutt

NORGES BYGGFORSKNINGSINSTITUTT



nr 699.844
7/3.4

Kan lydisolering planlegges?

Av arkitekt MNAL GUNNAR Ø. JØRGEN, Norges byggforskningsinstitutt

Vi har nettopp fått en ny bygningslov. I tillegg til den kommer også, på ny-året, nye byggeforskrifter fra Kommunaldepartementet. Nordisk Råd har bedt om at disse forskriftene skal få et mest mulig ensartet innhold i de nordiske land. Stort sett har vi jo de samme bygningsmessige forutsetninger og de samme bruksmessige krav i de nordiske land.

De byggeforskriftene vi nå har, skriver seg fra 1949. Bestemmelsene om lydisolering er der meget godt utformet, etter min mening. På den tid var de formodentlig blant de beste, sammenlignet med andre land. Disse gamle byggeforskriftene er meget klart utformet. Kravene gis med enkle tall. Eksempler er gitt på vegger og dekker som kan oppfylle kravene. Man kan si at på den tid var alle leiegårder i prinsippet like, med solide teglsteinsvegger og solide betongdekker. Og fulgte man forskriftene, ble det automatisk en brukbar lydisolering.

Så har vi også tomannsboliger og firemannsboliger i trehus, men de er temmelig håpløse, uansett hvordan man prøver å løse lydisoleringen.

I våre dager, knapt 20 år etter, er stillingen helt anderledes. Med nye byggematerialer og moderne byggemetoder er vi nå istand til å bygge hus som har langt *dårligere* lydisolering enn før. Og det gjøres, i stor utstrekning.

Selvfølgelig er det også mulig, med disse materialene og metodene, å bygge hus med *god* lydisolering. De nye byggeforskriftene går rett på sak. De stiller ikke bare krav til veggene og dekkene. Først og fremst stiller de krav til det endelige og virkelige resultat i bygningen, når denne er ferdig.

Det krever en del kunnskap og erfaring å planlegge en effektiv lydisolering. Disse erfaringene skal samles, og de skal publiseres på en slik måte at de kan bli til nytte i byggefaget. Det ser ut til at vi, ved Norges byggforskningsinstitutt, skal være med i dette arbeidet. Vi gjør det i stor grad ved samarbeide med andre, først og fremst med universitetslektor Løchstør ved Fysisk institutt, og ved å studere faglitteratur og rapporter fra laboratorier i mange land.

Jeg vil gjerne fortelle om tre eksempler fra vår praksis.

Kontorskillevegger

Det første gjelder kontorskillevegger, særlig de typer som er monteringsferdige og demonterbare, med den magiske betegnelsen *fleksible*. Det er gjort mange laboratoriemålinger av slike veggtyper. Man får da en kurve på et papir, som kanskje ikke sier så meget for produsenten eller for kjøperen. Og man får en middel-verdi av resultatet: veggtypens lydreduksjonstall R.

Så setter man denne vegg opp i et kontorbygg, og dette gjøres kanskje etter alle kunstens regler: med tette fuger overallt, med god tilslutning til betonggulv, til betongtak og til solide sidevegger. Da får man en lydisolasjon som i beste fall er ca. 3 dB lavere enn laboratorietallet. I et laboratorium skal nemlig innbyggingsforholdene være ideelle i en grad som ikke er mulig i en vanlig bygning.

Men dessuten har vi denne vegg slik den virkelig blir i praksis: med tilslutning mot lette sidevegger, med åpen sprekke langs taket, med gjennomgående kanal fra rom til rom langs vindusbrystningen, eller

med gjennomgående nedføret tak. Da får man en effektiv oppnådd lydisolasjon som overhodet ikke ligner laboratorietallene; resultatet kan gjerne ligge 20 dB lavere. I praksis kan resultatet bety «ingen lydisolering». Men fremdeles har vi den fordel at man ikke kan se gjennom veggene, og det går an å henge bilder på den. I mange tilfelle er det tilstrekkelig, i kontorer.

En slik kontorskillevegg gir altså flere forskjellige resultater når det gjelder lydisolering. Ett av dem interesserer produsenten, ett av dem interesserer entreprenøren og ett av dem interesserer forbrukeren, som skal bo mellom disse veggene.

Det jeg vil frem til er at laboratoriemålinger nok hører med i en vitenskapelig undersøkelse. Men de er uten interesse i byggepraksis, når det gjelder å få vite hvilken lydisolering vi kan oppnå i det ferdige bygg.

Rekkehus

Eksempel nr. 2 gjelder rekkehus. Det er en vanlig boligtype. Her er det lettere å få god lydisolering, fordi husene har bare én vegg felles. Denne vegg kan enten være en tung og massiv vegg: betong eller tegl, eller den kan tvertimot være en lettvegg: et dobbelt sett stolpeverk med en tynn gipsplate på hver side, og mineralull i mellomrommet. Med denne lette dobbeltveggen kan man oppnå en slik lydisolering som kreves i de nye byggeforskriftene mellom rekkehus, nemlig 52 dB.

Ingeniør Alvestad og jeg har gjort mange målinger i praksis, bl. a. i et rekkehusanlegg med helt likedanne hus, oppført samtidig av samme entreprenør, som er av de beste når det gjelder å arbeide omhyggelig og ansvarlig. For veggene i dette anlegget varierte den effektive lydisolasjon fra 47 dB til 58 dB. Noen lå altså 5 dB lavere enn kravet, andre lå 6 dB høyere enn kravet. De beste resultatene kommer opp imot det maksimum som overhode lar seg oppnå i vanlige bygninger.

Forskjellen på 10–11 dB er overordentlig stor. Årsakene kan være mange. Ofte er feilen at lyden kan passere fra hus til hus gjennom øvre takbjelkelag, som bare har varmeisolasjon, men ingen lydisolasjon. Andre steder kan lyden passere fra hus til hus via ytterveggen, eller det kan være luftlekkasje ved brannmur, ved plateskjøter, etter krymping av treverket, osv.

Skal denne veggtypen bli god, kreves en permanent kontroll av hver enkelt vegg; det må stå en mann på stedet uavbrutt i de tider da det utføres arbeidet på plassen av strategisk viktighet.

Trinnlydisolering

Det tredje eksempelet gjelder trinnlydisolering, dvs. demping av den støyen som oppstår når noen går på et gulv, slik at det ikke høres for godt i etasjen under.

I flerfamiliehus, blokker, er det vanlig hos oss å bruke massive betongdekker med et eller annet gulvbelegg. Av hensyn til luftlydisoleringen bør dette dekket være 18 cm tykt og veie 430 kg/m². Luftlyd er f. eks. tale, sang, radiomusikk o. l.

Den trinnlydisolasjon man får, avhenger dessuten av mange andre ting, bl. a. av veggene i huset. Er

det lette massiv-vegger, vil det overføres trinnlyd fra etasje til etasje langs *veggene*, selv om dekket i seg selv er aldri så godt.

Dessuten er gulvbelegget avgjørende. Det må være tilstrekkelig mykt, men ikke så mykt at det får inntrykkingsmerker av stolben eller stiletthæler. Det er mange typer av belegg å velge mellom, f. eks. linoleum på korkunderlag, eller vinyl på filtunderlag.

Det viser seg nå at med slike gulvbelegg vet man ikke uten videre hva trinnlydisoleringen blir. Først og fremst er den avhengig av kvaliteten av korkunderlaget eller filtunderlaget. Vi har også gjort en lang rekke målinger for å se hvordan lime-betingelsene slår ut; belegget skal jo limes til betongdekket.

Vi brukte én og samme type belegg, med en rekke forskjellige limtyper som finnes i handelen. Det ble brukt meget eller lite lim; limet ble strøket ut og fikk ligge lang eller kort tid før belegget kom på, og trinnlydisoleringen ble målt etter én dag, én uke, etter én måned, og etter tre måneder. Det viste seg da at det resultat vi fikk, med én og samme type gulvbelegg, kunne variere med inntil 10 dB. Dette er en enorm forskjell. Det viser bl. a. at med enkelte limtyper, eller med en uheldig limeteknikk, er det overhode ikke mulig å få den trinnlydisolasjon mellom boliger som byggeforskriftene vil ha. Hertil kommer at de myke gulvbeleggene også vil gi noe svakere trinnlydisolasjon etterhvert som de blir mindre myke med tiden.

Kan lydisolering planlegges?

Efter de eksemplene jeg har nevnt, kan man spørre seg selv med god grunn: Er det overhode mulig å planlegge på forhånd den lydisolasjon man vil få når et nybygg er ferdig? Jeg vil her gi et sitat fra det danske Boligministeriet, i en veiledning om det nye Bygningsreglement som gjelder i Danmark fra april neste år, i sin helhet først fra april 1968. Det sier:

«Da det ikke er mulig på forhånd å beregne romisolasjonen, og da avgjørelsen av om en planlagt bygning vil kunne oppfylle kravene, delvis beror på et skjønn basert på måleresultater fra laboratorie- og bygningsmålinger, er det gitt bygningsmyndighetene adgang til å kreve målinger foretatt i den ferdige bygning, innen den tas i bruk. Såfremt måleresultatene viser at kravene ikke er oppfylt bør de gi anledning til at den eventuelt resterende del av byggeforetaket kreves forbedret; det samme gjelder fremtidige konstruksjoner av lignende art.»

Hva er det så som avgjør hvilken lydisolering vi får?

Skal man oppnå den effektive lydisolasjon som er tilsiktet, må det i alle fall brukes en veggtype eller en dekketype som er god nok. Dessuten må de tilstøtende vegger og dekker være gode nok, ellers vil de lede lyden utenom. Fugen mot tilstøtende vegger og dekker må være lufttett. Det må ikke være gjennomgående kanaler eller nedføringer som fører lyden utenom. Arbeidet må være utført håndverksmessig riktig, og dessuten slik at lydisoleringen ikke forringes med årene. Endelig må man ta hensyn til forholdet mellom romvolumet og størrelsen av den flaten som lyden passerer igjennom. Hvis alle disse syv vilkår er oppfylt, vil man oppnå den lydisolasjon som er tilsiktet.

Byggeforskriftenes utforming

Slik er virkeligheten. Det er på denne bakgrunn vi helst skulle lage enkle, greie regler for hvordan lydisolering planlegges. Det har derfor budt på en del problemer når vi skulle gi Kommunaldepartementet råd om teksten i de nye lydisoleringsforskriftene.

De gamle byggeforskriftene oppga lydisolasjons-tall for en del vegger og dekker. Man kunne bare gå nedover i tabellen med en pekefinger og finne en type som passet. Dette var tilstrekkelig for 17 år siden. Men ikke nå lenger, med dagens byggemetoder.

Som nevnt har Nordisk Råd sett det som en fordel om byggeforskriftene kunne være mest mulig ensartet i de nordiske land. Motivet var bl. a. å gjøre det lettere for eksport og import av monteringsferdige bygningsdeler; i alle tilfelle er tanken fornuftig.

Svenskene har en innarbeidet form for sine Anvisninger. Dels inneholder de selve kravene, dels utgjør de en hel liten lærebok. Danskene og vi synes ikke dette er en god kombinasjon. En lærebok bør kunne forandre seg oftere enn byggeforskriftene. Dessuten blir læreboken så knapp at den kan bli misvisende.

Svenskene er mer avansert enn oss og følger moteretninger i akustikken etterhvert som de svinger. Svenske lydisoleringsforskrifter har derfor hatt et helt nytt målegrunnlag etter hver av de siste revisjoner som skjer med 10 års mellomrom. Svenskene er forøvrig innstilt på å følge det tyske mønster, som er svært laboratorie-preget.

Det danske Bygningsreglement gir kort og godt den rent fysikalske definisjon av lydisoleringskravene. Nødvendig teknisk informasjon blir gitt på annen måte. Dette synes vi er fornuftig. Her i Norge bruker vi de samme definisjonene, men vi beskriver dem ganske kortfattet, på en måte som kanskje er mer forståelig i byggefaget. Det synes vi er en fordel. Men i et nordisk samarbeide har nok svenske eller danske forslag lettere for å vinne gehør. Vi er derfor blitt enige med danskene om å bruke deres opplegg. De nye norske lydisoleringsforskriftene er bygget opp etter dette mønster. Jeg tror jeg kan garantere at ikke noe menneske i byggefaget vil begripe det som står i disse forskriftene. Dette er da et offer på det nordiske samarbeidets alter. Men det er ikke så farlig. En teknisk informasjon er likevel nødvendig, og Kommunaldepartementet har bedt oss lage en liten bok som skal si det nødvendige.

Nye tider, nye tanker

Jeg har lyst til å nevne en annen liten fornøyelighet i denne forbindelse.

Hele vår lille vitenskap er bygget opp på grunnlag av teorier og eksperimenter. Vi kan bygge på et utall av målinger fra mange andre land, f. eks. fra Danmark, og enda mer fra Sverige med deres store ressurser. Vår oppgave blir da å finne frem til det som er av interesse for byggefaget og bringe det over i en form som byggefaget kan bruke.

Selve målemetodene bygger på teorier som vel i stor grad kom fra Tyskland. Målemetodene er nå internasjonalt standardisert. Neste trinn, hvordan man skal vurdere resultatene av målingene, bygger også i stor grad på tyske synspunkter. En del slike vurderingsprinsipper blir standardisert i disse dager, gjennom den Internasjonale Standardiserings-Organisasjon, ISO. Det fornøyelige ligger nå deri at denne standardiseringen blir foretatt i det øyeblikk da det viser seg at disse målemetodene og vurderingsprinsippene er temmelig tvilsomme. Dette er en lang historie; jeg vil bare antyde hva det dreier seg om.

La oss si at vi skal måle luftlydisoleringen av en vegg. I rommet på den ene siden av veggen lager vi da en serie basstoner og diskanttoner som alle sammen er like sterke, fysikalsk sett. Så måler vi hvor meget av hver enkelt lyd som slipper igjennom til det

andre rommet. Differansen, det er veggens isolerende evne overfor bass-toner og diskanttoner. Dette tegnes opp i form av en kurve.

Det viser seg nå, tilfeldigvis, at en teglsteinsvegg eller en betongvegg gir en lydisolasjon som stemmer bra overens med denne kurven. Man strammer opp denne kurven litt i linjeføringen og sier at dette er et bra mønster. Andre vegger og dekker er bra hvis de gir et resultat som ligner denne referansekurven. Dette er logisk, og hele systemet er nå høytidelig standardisert på internasjonal basis.

Saken er nå bare den at det nylig var en fornuftig tysker som tok fatt i det aller første ledd i tankerekken. Han spør: Hvordan er nå egentlig den typiske støyen som faktisk forekommer i boliger? Dette undersøker han meget omstendelig, og det viser seg at den typiske støyen i boliger aldeles ikke består av bass- og diskanttoner med samme fysikalske styrke. Tvertimot er det en svær overvekt av styrke ved mellomfrekvensene.

På den annen side undersøker han frekvenssammensetningen av den støy som ligger like opptil grensen av å være tolerabel for mennesker. Differansen mellom de to typer av støy skulle da svare til den isolasjon som veggen helst skulle gi. Dermed kommer han frem til en referansekurve av en helt annen fasetning, og denne bør være målestokken for vegger og dekker mellom boliger.

Det viser seg altså at vi idag vurderer luftlydisoleringen på en noe primitiv måte. Veggene bør formodentlig ha bedre egenskaper i andre frekvensområder enn de vi hittil har lagt størst vekt på.

Trinnlydisolering er et nyere område innen faget. Pionérarbeidet ble gjort for en 15—20 år siden, fortrinnsvis i Tyskland. Å vurdere denne slags isolasjon er vanskeligere, fordi man aller først må bli enige om hvilken trinnlyd som egentlig skal måles.

Den lyden som oppstår når en person går på et gulv, er nemlig tross alt så svak at den ikke er lett å måle i etasjen under. Det ble derfor konstruert et hammerapparat som banker kontinuerlig på gulvet. Denne lyden måler man i etasjen under. Hammerlyden er kolossalt kraftig, og den er kontinuerlig forat man i det hele tatt skal få noe å måle. Men den har en frekvenssammensetning som er aldeles anderledes enn lyden av fottrinn. Det viser seg at den standardiserte lyden fra hammerapparatet ikke har noen som helst likhet med lyden av fottrinn på gulv, men opprinnelig antok man at frekvensfordelingen var noenlunde proporsjonal, og så ble det enighet om å bruke hammerstøyen som en standardisert trinnlyd.

Denne «trinnlyd» ble målt på en dekketype som var vanlig i Tyskland i 1950-årene. Resultatet ble en kurve på et papir. Man har da strammet opp denne kurven i linjeføringen, modifisert den ut fra diverse hensyn, og sier at dette er et bra mønster. Andre dekker er bra hvis de gir et resultat som ligner denne referansekurven. Alt dette er logisk, og hele systemet er nå høytidelig standardisert på internasjonal basis.

Men så opptrer igjen den fornuftige tyskeren; Fasold heter han. Dels måler han støyen fra hammerapparatet, og dels måler han lyden av virkelige fottrinn på gulv. Det viser seg stor forskjell hvis det er en mannsperson, en dame med høye hæler, eller et barn som travler omkring; men i alle tilfelle er det en vesensforskjell mellom disse støyspektrene og de man får fra hammerapparatet.

Han gir ikke opp, men finner ut hvordan de observerte støykurvene bør korrigeres, når man nå engang

er henvist til å bruke hammerapparatet som støykilde. Den korrigerede trinnstøyen sammenligner han så igjen med den støyen som er tolerabel for mennesker. Dermed kommer han frem til en helt annen referansekurve for trinnlyd. Den er i all enkelhet en horisontal rett linje, sett i forhold til støyen fra hammerapparatet. Den avviker dermed helt fra de referansekurvene som nå brukes i forskjellige land. Jeg kan forøvrig nevne at den referansekurven som brukes i Danmark og Norge, og den som brukes i England, er de som ligger nærmest opp til Fasold's foreslåtte kurve.

På samme tid har amerikanske forskere, bl. a. ved Bolt Beranek and Newman, ved Armstrong Cork Company og ved Geiger & Hamme, foretatt støymålinger av virkelige fottrinn på gulv. Også de kommer til at hammerapparatet er lite brukbart når man vil foreta en gradering av forskjellige dekker m.h.t. deres evne til å isolere mot trinnlyd. De er i gang med å finne en annen fremgangsmåte for å lage en vel definert trinnstøy som kan måles.

Den tyske metoden for trinnlydmålinger, som var epokegjørende for 15—20 år siden, ser ut til å være primitiv og avlegs allerede nå. Tyskerne har forøvrig vesentlig svakere trinnlydkrav enn de som brukes i Vest-Europa.

Lydisolering kan planlegges

Man vil kanskje forstå at midt oppe i alt dette er det ikke helt enkelt å lage nye byggeforskrifter eller gi råd som kan føre til god lydisolering i bygg.

Når det gjelder selve målemetodene, tar vi det ikke så tungt at de kanskje kunne vært bedre. Lydisoleringmålinger gir tross alt ikke presisjonsresultater. Stort sett viser det seg at lydisoleringen blir akseptabel når de nåværende krav er oppfylt. Og stort sett viser det seg at folk er misfornøyd hvis resultatene ligger en del lavere enn kravet.

Vi vil ikke, som svenskene, hoppe på nye varianter etterhvert som de dukker opp. Vi ser tiden an, i 10 år kanskje, om det da er kommet et vurderingssystem som er bedre og som er tatt i bruk av de større, toneangivende land.

Når det gjelder teknisk veiledning, kan vi dessverre ikke bli stående ved den enkle og oversiktlige formen i de gamle byggeforskriftene. De må nå omfatte alle de momenter som er avgjørende hvis vi skal få akseptabel lydisolering med moderne byggemetoder.

Jeg stilte spørsmålet: Kan lydisolering planlegges? Og jeg tror det kan besvares med: Ja, forutsatt at man bruker omtanke og sunn fornuft.

Det blir jo også spørsmål om å kontrollere lydisoleringen i ferdige bygg. I Tyskland, iallfall i noen av delstatene, er det visstnok slik at offentlige lån eller lånegaranti til boligbygg ikke blir effektiv hvis kontrollmåling viser at lydisoleringen er for svak.

I Sverige begynner det å bli litt av et statussymbol for kommunene å ha minst én spesialbuss med lyd-målingsutstyr og stort mannskap. Hos oss ved Byggeforskningsinstituttet foregår det slik i all enkelhet at ingeniør Alvestad tar apparatene med i sin stasjonsvogn og drar ut og foretar målingene. Det kan sikkert være nyttig å utvide denne kontrollvirksomheten. Vel så viktig er det kanskje at vi har et nyttig samarbeide med de store byggeselskapene og entreprenørfirmaene og med produsenter av byggematerialer. De er interessert i å finne frem til gode konstruksjonskombinasjoner, gunstige materialkvaliteter og å vite hvordan materialtypene skal brukes for å gi den riktige lydisoleringen.