

# Lydforhold i undervisnings- og daginstitutionsbyggeri

## Resumé

Rapporten omhandler et projekt med det formål at analysere behov og muligheder for ændrede lydbestemmelser i bygningsreglementet til forbedringer af lydforholdene i undervisnings- og daginstitutionsbyggeri.

Analysen er blandt andet baseret på en videnindsamling omfattende tidligere gennemførte undersøgelser samt udenlandske lydbestemmelser.

Der anføres en række behov for forbedringer med hensyn til lydisolation, støj fra installationer og trafik samt lydregulering i skoler, børneinstitutioner og lokaler indrettet til heldagsklasser.

Projektets analyse vil kunne danne baggrund for konkrete forslag til næste generation af lydbestemmelser i bygningsreglementet.

By- og Boligministeriet har ikke medvirket ved udformningen af rapporten og deler derfor ikke nødvendigvis forfatterens synspunkter.

# Indholdsfortegnelse

Resumé .....	1
1 Indledning og baggrund .....	3
2 Undervisningsbyggeri .....	3
2.1 Baggrund .....	3
2.2 BR-95 .....	4
2.3 Tidligere undersøgelser .....	4
2.4 Udenlandske lydbestemmelser, vejledninger og undersøgelser .....	4
2.4.1 Sverige .....	5
2.4.2 Norge .....	6
2.4.3 Finland .....	6
2.4.4 Tyskland .....	6
2.4.5 Holland .....	7
2.4.6 Storbritannien .....	7
2.4.7 USA .....	8
2.5 Indflydelse på lydforhold .....	9
2.6 Behov og muligheder for forbedring af lydforhold ved nybyggeri .....	9
2.6.1 Generelt .....	9
2.6.2 Luftlydisolation .....	10
2.6.3 Trinlydniveau .....	11
2.6.4 Støjniveau fra installationer og trafik .....	11
2.6.5 Efterklangstid .....	11
2.7 Eksisterende skolebyggeri .....	13
3 Daginstitutionsbyggeri .....	13
3.1 Baggrund .....	13
3.2 BR-95 .....	14
3.3 Tidligere undersøgelser .....	14
3.4 Viden fra udlandet .....	16
3.4.1 Sverige .....	16
3.4.2 Norge .....	17
3.4.3 Finland .....	17
3.4.4 USA .....	17
3.5 Indflydelse på lydforhold .....	18
3.6 Behov og muligheder for forbedring af lydforhold ved nybyggeri .....	18
3.6.1 Generelt .....	18
3.6.2 Lydisolation .....	19
3.6.3 Støjniveau fra installationer og trafik .....	20
3.6.4 Efterklangstid .....	20
3.7 Eksisterende daginstitutionsbyggeri .....	21
4 Kombineret undervisnings- og institutionsbyggeri .....	21
4.1 Heldagsskole, heldagsklasser .....	21
4.2 Problemstilling .....	22
4.3 Lydbestemmelser for heldagsklasser .....	22
4.3.1 Generelt .....	22
4.3.2 Lydisolation .....	22
4.3.3 Støjniveau fra installationer og trafik .....	23
4.3.4 Efterklangstid .....	23
5 Projekter .....	23
5.1 Byggeprojekter .....	23
5.2 Bygningskonstruktioner og -materialer .....	24
5.3 Fremtidige projekter .....	24
6 Konklusion .....	25
7 Referencer .....	26
7.1 Litteratur .....	26
7.2 Kontakter .....	27

## 1 Indledning og baggrund

I de seneste par år har der været en del debat om støjniveauet i skoler og daginstitutioner. En række sager med tinnitus hos undervisere og institutionspersonale har været fremført samtidigt med konstateringer af, at kun det voksne personale og ikke børnene er beskyttet af arbejdsmiljølovgivningen. Støjniveauet i skoler og institutioner er blandt andet påvirket af antallet af børn i et lokale, deres adfærd og aktiviteter samt af lokalernes indretning.

Undervisningslokaler og - i mere begrænset omfang - daginstitutioners opholdsrum indretning er med hensyn til lydforhold reguleret af bygningsreglementets bestemmelser.

Bygningsreglementet [1] indeholder således krav til efterklangstid samt -for undervisningslokaler - også krav til lydisolation og støj fra installationer.

Visse kommuner har udnyttet en ændring i folkeskolelovens undervisningsbegreb til at undervise på tværs af klassetrin og fag og til at benytte de samme lokaler til undervisning og fritid. Dette kan betyde, at der er behov for ændring af lydreguleringen i forhold til den nuværende lovgivning og praksis.

I forbindelse med den generelle indsats med henblik på frembringelse af næste generation lydbestemmelser i bygningsreglementerne samt ud fra ønsket om en styrkelse af børnenes miljø i skoler og institutioner, har By- og Boligministeriet ønsket at få foretaget en analyse af behov og muligheder for forbedringer med hensyn til lydforhold i skoler og institutioner.

Projektet har taget udgangspunkt i den for Bygge- og Boligstyrelsen udarbejdede rapport: "Lydforhold i kontor, daginstitutioner- og skolebyggeri - Problemstillinger og handlingsmuligheder", rev. juni 1996 [2].

Analysen er blandt andet baseret på en videnindsamling i forlængelse af dette arbejde og omfatter - ud over behovet for ændringer med hensyn til nybyggeriet - også mulighederne for forbedringer i eksisterende skoler og daginstitutioner samt de særlige lydforhold i de såkaldte heldagsklasser.

Endelige forslag til fremtidige kravniveauer i bygningsreglementet forventes at kunne opstilles i en efterfølgende projektfase.

Den gennemførte analyse er foretaget med baggrund i instituttets bygnings- og rumakustiske viden og erfaring, og alene med henblik på behov og muligheder for forbedring af lydforhold gennem ændringer eller tilføjelser indenfor bygningsreglementets lydbestemmelser. Rapporten er udarbejdet uden medvirken fra faggrupper, der kunne bidrage med en vurdering af forhold som arkitektur, pædagogik, arbejdsmiljø, brand, fugt, indeklima, ventilation mv.

## 2 Undervisningsbyggeri

### 2.1 Baggrund

Som følge af udviklingen i børnetallet vil der fra nu af og i de følgende år igen være fokus på skolebyggeriet. Fra en situation med skolenedlæggelser og kun nødtørfigt vedligeholdelse af eksisterende bygninger vil der som følge af nye store årgange igen være behov for udvidelser og nybyggeri. Samtidigt betyder de ændrede undervisningsformer i tilknytning til den nye folkeskolelov [3], at der sker en opbrydning med hensyn til indretning og udformning af

undervisningsbyggeri. Klasselokalet i sin nuværende form må således i nybygnings- og renoveringssammenhæng forventes erstattet med mere fleksible rum, hvor mulighederne for alternative undervisningsformer i forhold til traditionel tavleundervisning skal tilgodeses.

I den følgende analyse af behov og muligheder for forbedringer med hensyn til lydforhold i undervisningsbyggeri er der primært taget udgangspunkt i forholdene i almindelige skoler og deres klasselokaler, men de fleste forhold vil også kunne overføres til andre typer af undervisning, dog er der ikke i analysen medtaget specielle lokaletyper som f.eks. musiklokaler, værksteder, gymnastiksale, svømmehaller, aulaer mv.

Lydforholdene i skoler har betydning både for lærernes og børnenes miljø, og bygningsreglementets lydbestemmelser omfatter begge parter (brugerne). Behov og muligheder for forbedringer er således vurderet fra både undervisernes og elevernes synsvinkel. For begge parter betyder utilfredsstillende lydforhold en ekstra belastning af hørelse, stemme og velbefindende i hverdagen, for eleverne herudover en risiko for en forringet indlæring.

## **2.2 BR-95**

En redegørelse for de nugældende lydbestemmelser for skoler og baggrunden for bestemmelserne findes i [2].

Bygningsreglementets minimumskrav, der er gengivet nedenfor efter [1], skal sikre, at bygninger til undervisningsformål har tilfredsstillende lydforhold, med hensyn til lydisolations, lydregulering og støj fra installationer.

Figur 1

BR-95, Kap. 9.3 [1].

I forbindelse med den forventede stigning i ny-, om- og tilbygningsaktiviteter inden for skolesektoren er det vigtigt at vurdere, om der på nogle områder er behov og muligheder for at revidere lydbestemmelserne.

## **2.3 Tidligere undersøgelser**

I [2] er der beskrevet en række tidligere undersøgelser, der blandt andet danner grundlag for den nuværende lovgivning. Projektet om "Akustiske problemer i skolebygninger" [4] blev netop igangsat i 1952 med den begrundelse, at der i de kommende år forestod et stort skolebyggeri her i landet.

Tilsvarende eksperimentelle undersøgelser, der kunne beskrive eventuelle problemer i undervisningsbygninger i 90'erne (herunder de bygninger, der er opført efter, at der er indført lydbestemmelser i bygningsreglementet) og derved danne grundlag for det næste byggeboom på skoleområdet [5], synes ikke at foreligge.

## **2.4 Udenlandske lydbestemmelser, vejledninger og undersøgelser**

Gennem kontakter til Sverige, Norge, Finland, Tyskland, Holland, Storbritannien og USA er det forsøgt at fremskaffe viden om udenlandske kravniveauer, anbefalinger, vejledninger og undersøgelser om lydforhold i undervisningsbyggeri.

Generelt må det konstateres, at der kun i nogle få lande synes at have været fokus på dette område inden for det sidste tiår. Det er således begrænset, hvad der har været publiceret af undersøgelser, og de fundne kravniveauer i vore nabolande vurderes at afspejle disse forhold.

I de følgende underafsnit er der trukket nogle eksempler frem til belysning af forholdene i udlandet. De enkelte landes krav og anbefalinger er kun delvist anført som talværdier, idet de opgivne betegnelser, betingelser, omfang og begrænsninger for lydbestemmelser i andre lande ikke nødvendigvis svarer til de danske i BR-95 og således vanskeliggør direkte sammenligning.

#### 2.4.1 Sverige

De svenske retningslinier for lydforhold i undervisningsbyggeri er samlet i "Att se, höra och andas i skolan, en handbok om skolans innemiljö" [6] udgivet i 1996 af Boverket og Arbetarskyddsstyrelsen. I bogen anføres dels de i Boverkets Byggregler, BBR 94 [7] givne bestemmelser og anbefalinger, dels en række hensigtsmæssige mål for lydforhold, som ikke er omfattet af bindende bestemmelser, jf. også "Ljudguiden" [8] udgivet 1994 af Byggeforskningsrådet.

I håndbogen fremhæves blandt andet:

- at et godt indeklima er en vigtig forudsætning for stimulerende og effektiv indlæring
- vigtigheden i at iagttage indemiljøfaktorer ved både ny-, om- og tilbygning
- at moderne pædagogik sammen med ny teknologi stiller nye krav til skolens lokaler.

Godt lydmiljø beskrives ved:

- ro, der er ikke støj fra stoleskrab, pulte, apparater, ventilation, trafik og omgivende rum
- oplevelse, akustikken er i overensstemmelse med det visuelle indtryk af rummet, hverken overdæmpet eller klangfuldt
- komfort, det føles let at tale i rummet, og man opfatter uden besvær, hvad der bliver sagt.

Med hensyn til lydisolation mellem klasserum svarer niveauet af de svenske anbefalinger ( $R'_{w} 48$  dB,  $L'_{n,w} 64$  dB) til bestemmelserne i BR-95. For trinlyd fra lette etageadskillelser anbefales det yderligere at benytte et udvidet frekvensområde for at forebygge problemer ved lave frekvenser. Betydningen af en god planløsning, hvor f.eks. rum for støjende aktiviteter samles for sig, og rum med kraftigt trinlydgivende aktiviteter ikke placeres direkte over klasserum, fremhæves.

Desuden findes der svenske anbefalinger om indendørs trafikstøjniveau og egentlige krav til installationsstøj. Hertil kommer en anbefaling vedrørende lavfrekvent støj fra installationer.

Som hensigtsmæssigt mål for efterklangstid i undervisningsrum anføres 0,6 sek., også angivet ved, at der anvendes en god absorberende på et areal svarende til 90% af loftet.

---

I [22] omtalt nedenfor i Afsnit 3.3 findes en oversættelse af en svensk artikel om børn og støj. Denne omhandler blandt andet undersøgelser af, hvordan skolebørn genereres af støj i klasselokaler, herunder indflydelse på deres kognitive færdigheder (behandling af viden og

information). Det fremhæves, at børn er særligt sårbare over for ventilationsstøj, uvedkommende snak i undervisningssituationer og støj fra fly- og vejtrafik. De negative virkninger af støj i et klasselokale kan mindskes ved lydisolering og lydregulering og ved at begrænse og afgrænse den støj, der produceres i lokalet.

#### 2.4.2 Norge

De norske byggebestemmelser findes i en teknisk forskrift [9] fra 1997. Der gives heri overordnede krav vedrørende lydforhold, mens de konkrete bestemmelser, der anses tilstrækkelige for at opfylde forskriften, er anført under klasse C i den norske standard for lydklasser NS 8175 [10] fra 1997.

Bestemmelserne om luftlydisolation for skoler og andre bygninger til undervisning ( $R'w \geq 48$  dB) svarer til BR-95, men der er foretaget en opdeling mellem adskillende konstruktioner uden og med døre og i sidstnævnte tilfælde stillet krav til den samlede konstruktion ( $R'w \geq 34$  dB).

Også bestemmelserne med hensyn til trinlydniveau ( $L'n,w \leq 63$  dB) svarer til BR-95, dog er der strengere krav til trinlyd fra gange og trapper ( $L'n,w \leq 58$  dB).

Grænseværdier for støj fra installationer er givet som maksimale lydtrykniveauer. Herudover er der krav til indendørs og udendørs lydniveau fra udendørs lydkilder.

For efterklangstid er kravet i undervisningsrum 0,8 sek. Når der stilles højere lydkrav, jf. klassebetegnelserne A og B, er grænseværdien 0,6 sek. og for syns- eller hørehæmmede helt ned til 0,3 sek.

---

Vejledning om, hvordan der opnås gode lydforhold i blandt andet skoler, findes i "Lydforhold i skoler, fritidshjem og barnehager" [11] udsendt 1994.

#### 2.4.3 Finland

Finland har fået nye bygningbestemmelser med ikrafttræden i oktober 1998.

Det vejledende kravniveau til luftlydisolation mellem klasselokaler ( $R'w \geq 44$  dB) er 4 dB lavere end mellem lokaler vandret ifølge BR-95. Der er ikke krav til trinlydniveau.

Kravet til efterklangstid i klasselokaler er anført som 0,6 ... 0,9 sek.

---

I en finsk undersøgelse fra 1990 [12] er der påvist en tydelig effekt på "evnen til at skelne ord" ved at sænke efterklangstiden i undervisningslokaler. Jo højere baggrundsstøjniveauet er, desto tydeligere er effekten.

#### 2.4.4 Tyskland

I Tyskland findes der krav til lydisolering og installationsstøj for skoler i normen DIN 4109 [13], senest udsendt i 1989.

Kravene til lydisolering adskiller sig primært fra BR-95 ved, at der for etageadskillelser kræves højere lydisolering, herunder specielt et 10 dB strengere trinlydkrav. ( $R'_{w} \geq 55$  dB,  $L'_{n,w} \leq 53$  dB)

Yderligere er der krav til facadeisolering mod trafikstøj. Der er derimod ikke krav vedrørende efterklangstid i denne norm.

Herudover findes der i delstaten Baden-Württemberg - og sandsynligvis tilsvarende i andre delstater - en såkaldt "Schulbauempfehlung" [14] fra 1983, der stadig anses for gyldig.

I al sin enkelthed anbefaler den vedrørende rumakustik, at undervisningsrum skal have en god forståelighed og musikrum en god klang!

#### 2.4.5 Holland

De aktuelle lydbestemmelser vedrørende undervisningsbyggeri i Holland fremgår af en oversigt udgivet 1989 af det hollandske undervisnings- og videnskabsministerium [15].

De hollandske enkelttalsværdier for lydisolering er ikke direkte sammenlignelige med de danske størrelser, men kravniveauet for lydisolering mellem undervisningsrum i Holland ligger ca. 10 dB under det hollandske kravniveau for boliger. Herudover findes bestemmelser om lydisolering mod udendørs støj.

Med hensyn til lydregulering anføres efterklangstider på 0,7 til 0,9 sek. i almindelige undervisningsrum.

#### 2.4.6 Storbritannien

Der er ikke bindende, konkrete lydbestemmelser vedrørende undervisningsbyggeri i Storbritannien. Derimod findes et overordnet krav samt en vejledning [16] med praktiske anvisninger til, hvordan det overordnede krav kan opfyldes.

I vejledningen anbefales maksimale grænseværdier for baggrundsstøj fra udendørs arealer, ventilation og trafik.

Anbefalinger til luftlydisolering er anført som en matrix opdelt efter toleranceniveau i modtagerummet og støjbelastning i det tilstødende rum. De angivne talværdier er ikke umiddelbart sammenlignelige med BR-95.

For klasserum anbefales en efterklangstid på 0,5 til 0,8 sek., i mindre grupperum dog ned til 0,4 sek.

---

I [17] fra 1998 gengives resultaterne af en undersøgelse af baggrundsstøjsniveauer i klasselokaler med henholdsvis stille og aktive børn. Herudover omtales resultater af endnu ikke offentliggjort forskning, der beskriver indflydelsen fra høj baggrundsstøj og lang efterklangstid på taleforståeligheden og hermed indlæringen. Det anføres

· at børn tilbringer 75% af skoledagen med at lytte og tale, og at det således er oplagt, at klasserum skal have et godt akustisk miljø

- at de seneste års forskning viser, at lydforhold i klasselokaler er utilfredsstillende med heraf følgende mangelfuld indlæring. Børn forstyrres mere af baggrundsstøj end voksne, og mange børn har varig eller midlertidig hørenedsættelse.

- at mens det er muligt for en lærer at blive hørt, når eleverne er stille, vil det være praktisk talt umuligt at opfatte lærerens stemme klart, mens eleverne taler og arbejder, netop situationen i dagens klasserum, hvor læreren taler med en gruppe, mens resten af klassen arbejder rundt om dem.

#### 2.4.7 USA

Det offentlige amerikanske "handicapråd" Architectural and Transportation Barriers Compliance Board har i 1998 i forbindelse med en begæring om regler/lovgivning med hensyn til lydforhold i undervisningslokaler udsendt en "Request for Information"[18].

Det anføres i oplægget:

- at dårlige lydforhold er ligeså alvorlig en barriere for personer med et hørehandicap, som trapper er for kørestolsbrugere

- at lang efterklangstid og baggrundsstøj er problemet

- at nyere amerikanske undersøgelser viser, at 13% af børn mellem 6 og 19 år har høretab på mere end 16 dB ved høje frekvenser og 7% ved lave frekvenser, et niveau, hvor modtagelse og forståelse af ord påvirkes

- at et stigende antal børn oplever forbigående hørenedsættelse som følge af mellemørebetændelse mv.

- at der er rapporteret undersøgelser, der viser, at mellem 1/4 og 1/3 af børnene i et klasselokale for børnehave- eller første klasse på en given dag ikke vil høre normalt. De fleste høretab vil være ikke-diagnosticerede

- at børn med indlærings-, tale- og udviklingsproblemer har en højere grad af unormal hørelse og tilbagevendende øreproblemer

- at børn under 15 generelt er dårligere til taleopfattelse end voksne. Rummets indflydelse er derfor mere væsentlig, og børn med moderate hørenedsættelser vil være yderligere påvirket af dårlige lydforhold.

De normalt anbefalede efterklangstider i USA - uden hensyn til børn med hørenedsættelse - er 0,6 til 0,8 sekund.

Der er i dag ingen lydkrav i amerikanske design- eller bygningsbestemmelser, men der er etableret en ANSI standardiseringsarbejdsgruppe vedrørende klasserumsakustik, jf. [19] fra 1998.

Det fremgår heraf, at der er stor aktivitet for at få standarder eller guidelines i USA med maksimalværdier for baggrundsstøj og krav til efterklangstid. Det anføres, at merpris for god akustik bør afvejes med omkostninger ved forringet indlæring, dårligere uddannelsesniveau osv.

## **2.5 Indflydelse på lydforhold**

De faktorer, der med den velkendte tavle/katederundervisning har indflydelse på lydforholdene i et undervisningslokale, er typisk støj fra omgivelserne (ude eller inde) eller fra installationer samt lokalets efterklangstids afpasning til en organiseret kommunikation mellem lærer og elever.

Disse faktorer suppleres nu i højere grad af støjniveauet frembragt i selve lokalet. Dette ses som en naturlig følge af den generelle udvikling med hensyn til undervisningsformer og pædagogik samt til elevers adfærd og opførsel.

Som en følge af den nye folkeskolelov fra 1993 [3] er undervisningsformer som differentieret undervisning, undervisning af en klasse samlet, gruppevis eller individuelt, projektarbejde og undervisning på tværs af klasser, klassetrin og fag blevet almindelige.

Det betyder, at lokalerne udnyttes anderledes, f.eks. i højere grad til gruppearbejde, hvor læreren trækker væk fra katederet, møbleringen ændres, og lydniveauet som følge af, at flere skal kommunikere indbyrdes samtidigt, forøges.

Herudover kan det medføre mere - og tidsmæssigt spredt - cirkulation både internt i lokalet og til og fra dette. Også dette bidrager til støj i lokalet, f.eks. med stoleskrampen eller ved trommelyd fra gang på gulvet.

Det vurderes, at elevers adfærd og opførsel under indflydelse af opdragelse og pædagogik, herunder f.eks. evnen til at forholde sig roligt, lyttende og afvente, at det bliver ens tur til at tale, i dag har stor betydning for støjniveauet i undervisningssituationen.

De ændrede undervisningsformer må forventes at medføre krav om mere plads og nye indretningsformer. Arbejdet i projektgrupper vil f.eks. kunne betyde, at der skal foregå mange forskellige aktiviteter samtidigt i et større lokale, eller at der skal inddrages tilstødende grupperum eller gangarealer.

Nye indretningsformer kan omfatte større klasselokaler, flere mindre grupperum, mulighed for udnyttelse af informationsteknologi, mulighed for projektfremstillinger, stor fleksibilitet med muligheder for at sammenlægge/opdele lokaler med åbninger med eller uden lette adskillende konstruktioner og udnyttelse af gang- og fællesarealer. Åbenplan løsninger med store fælles undervisningsområder og flytbare vægge vurderes dog at være mindre sandsynlige indretningsformer.

Andre forhold, der har og vil få indflydelse på lydforhold i undervisningsbyggeri, er betinget af valg eller fravalg af materialer (f.eks. fravalg af ældre tæppebelægninger, overflader med fiberafgivelse) og konstruktionsprincipper (f.eks. valg af naturlig ventilation) som følge af ressourcebevidsthed, miljørigtig projektering, økologi, energisparehensyn og indeklimaforhold. Det er vigtigt gennem et helhedssyn at sikre en balance mellem disse faktorer og mulighederne for at opnå tilfredsstillende lydforhold.

## **2.6 Behov og muligheder for forbedring af lydforhold ved nybyggeri**

### **2.6.1 Generelt**

I [2] er der i skemaform som diskussionsoplæg angivet forslag til nye krav/retningslinier for lydforhold i skoler. I det følgende er der - med udgangspunkt heri og med baggrund i de tidligere afsnit - for hver enkelt type af bestemmelse og med fokus på undervisnings-/klasserum givet en

analyse af behov og muligheder for at forbedre lydforholdene i forhold til de nuværende bestemmelser. Det skal i denne forbindelse fremhæves, at der - ved en efterfølgende endelig fastlæggelse af de fremtidige lydbestemmelser i bygningsreglementet - også som hidtil bør opstilles lydkrav til trapperum og fællesgange, gymnastiksale og svømmehaller samt yderligere til lærerværelse, kantine, kontorer mv.

Som det fremgår af Afsnit 2.4 er det på det foreliggende grundlag begrænset, hvad der kan tilføres det danske bygningsreglement på baggrund af udenlandske erfaringer/bestemmelser. Det må således fremhæves, at bygningsreglementet med få undtagelser afspejler det nordeuropæiske niveau for bestemmelser og viden.

Det ses dog også af Afsnit 2.4, at der flere steder er skærpet opmærksomhed på betydningen af gode akustiske forhold i relation til indlæring, sprogfærdigheder og uddannelsesniveau.

De fleste af de ovenfor beskrevne forventede nye indretningsformer passer ikke umiddelbart til den nuværende opdeling/beskrivelse af rumtyper og bestemmelser i bygningsreglementet. Det kan således, blive nødvendigt med generelle ændringer og tilføjelser med hensyn til rumtyper.

Mulighederne for forbedring af lydforhold ligger primært i lovgivningsmæssige stramninger, men for nogle forhold vil også vejledninger, anvisninger og anden information kunne benyttes som supplerende påvirkningsmulighed. Et eksempel herpå er branchevejledningen fra 1987 om ALyd- og støjforhold på undervisningsområdet@ [20].

## 2.6.2 Luftlydisolation

Der vurderes ikke at være behov for ændringer af det nuværende kravniveau med hensyn til luftlydisolation mellem undervisningsrum samt mellem undervisningsrum og fællesrum vandret og lodret. Dette synes også begrundet med de refererede udenlandske bestemmelser og anbefalinger. Det bør dog overvejes, om ikke alle former for grupperum, multimedierum, fremlæggelsesrum mv. skal betragtes som undervisningsrum.

Derimod kan der være behov for at definere, hvordan de ovenfor beskrevne tendenser med hensyn til fleksible rumopdelinger og rum, der er mere eller mindre i åben forbindelse med fællesrum, grupperum osv., skal håndteres. Det er ikke vurderingen, at der her nødvendigvis er tale om undervisningsområder som i tidligere tiders åbenplan skoler, men at der kan blive tale om hybridløsninger, hvor der med glaspartier, foldevægge mv. skabes en let, fleksibel markering af rumgrænser, men uden umiddelbar tanke om at tilvejebringe de i bygningsreglementet stillede krav til luftlydisolation mellem de enkelte delrum.

Det vil i de fleste tilfælde ikke være umuligt at indbygge f.eks. glaspartier og foldevægge, der kan opfylde bygningsreglementets krav til lydisolation, men der vil så ofte være tale om specielle, tætte og tunge konstruktioner.

Såfremt der skal åbnes mulighed for at fravige de velbegrundede krav til lydisolation mellem rum i undervisningsbyggeri, bør det ikke ske i form af dispensationer fra bestemmelserne, men snarere ved en kombination af nogle reducerede krav til lydisolation og supplerende krav vedrørende absorptionsforhold, rumindretning, @lydsluser@ mv. Der ses en mulighed i - som f.eks. i Norge - at stille krav til vægge med dør som et reduceret krav til den samlede konstruktion incl. dør, foldedør, vinduesparti eller lignende. Fastlæggelse af sådanne krav bør baseres på en erfaringsindsamling, f.eks. i forbindelse med igangsatte og påtænkte forsøgsbyggerier.

Det anses for meget vigtigt, at der ikke i de nye indretningsformer risikeres en gentagelse af åbenplanproblemerne. Det må således fastslås, at det i almindelighed ikke er muligt alene ved rumakustiske foranstaltninger at opnå tilfredsstillende undervisningsforhold i ikke-aflukkede undervisningsområder, hvor der forekommer andre, støjende aktiviteter.

Der ses ikke noget behov for at skærpe det forhøjede krav mellem rum med mere støjende aktiviteter og undervisningsrum, men der kunne være behov for forbedringer med hensyn til lydisolering mellem undervisningsrum og lokaler, hvor der kan forekomme særligt støjende aktiviteter, f.eks. musikoverum, aulaer mv. Dette kunne eventuelt behandles i en vejledning om lydforhold i undervisningsbyggeri.

### 2.6.3 Trinlydniveau

Kravet til trinlydniveau i undervisningsrum fra gulve i omliggende rum anses ikke for tidssvarende. Selv med opfyldelse af bygningsreglementets krav til trinlydniveau vurderes der således at kunne være ikke-ubetydelige trinlydgener blandt andet i forbindelse med stoleskramlen og gangaktivitet i nabolokalerne. Der vurderes således at være behov og mulighed for at reducere disse gener gennem en skærpelse af trinlydkravet med f.eks. 5 dB.

Som for luftlyd vil fleksible rumopdelinger og/eller åbninger kunne give problemer med overholdelse af trinlydkravet, og det må tilsvarende overvejes, om der skal fastsættes nye grænseværdier på baggrund af indhentede erfaringer.

I samme forbindelse skal trommelyden - dvs. den lyd, der opstår i et rum ved gang på rummets gulv - nævnes. Det anses ikke for umiddelbart forstående at stille bindende krav til trommelydniveauet, men med større lokaler, flere åbninger og større cirkulation under undervisningen vil der være behov for vejledning omkring trommelydforhold. Herudover kan også valg af møbeltyper have betydning for omfanget af stoleskramlen i et lokale.

### 2.6.4 Støjniveau fra installationer og trafik

Det nuværende kravniveau for støj fra tekniske installationer anses for dækkende, men der kan være behov for at supplere med et krav til begrænsning af gener fra den lavfrekvente støj, der kan være knyttet til f.eks. store ventilationsanlæg. Der er i øjeblikket forskellige holdninger til, hvordan et sådant krav bedst formuleres og kontrolmåles, og et evt. vilkår bør afvente en nærmere afklaring af disse spørgsmål.

Som det er tilfældet i de fleste omliggende lande, bør der også være en bestemmelse i bygningsreglementet om trafikstøj for undervisningslokaler. Bedst er det selvfølgelig, hvis byggeriet kan placeres således, at det er muligt at holde vinduerne åbne for ventilation under undervisningen, men ellers anbefales en bestemmelse om isolering mod udefra kommende støj svarende til kravet for beboelsesbygninger mv. Herved vil det, afhængigt af det udendørs støjniveau, blive nødvendigt at anvende lydisolerede vinduer og udeluftventiler. Støjdæmpende foranstaltninger vil også skulle iagttages i forbindelse med åbninger til brug for naturlig ventilation.

### 2.6.5 Efterklangstid

Det foreslås, at efterklangstider som en forenkling fremover måles og beregnes som 1/1 oktavværdier. Dette benyttes i forvejen ved de fleste rumakustiske anvendelser. Da man ikke opfattelsesmæssigt kan kompensere en lang efterklangstid ved nogle frekvenser med kort efterklangstid ved andre, foreslås det, som i [2], at man forlader middelværdibegrebet og i

stedet fastsætter enten maksimumværdier eller et interval, indenfor hvilket hver 1/1 oktavværdi skal befinde sig.

### Klasserum

Ved fastsættelse af efterklangstiden i et undervisningsrum skal der tages hensyn til både en god taleforståelighed og en kraftig absorption af den uvedkommende støj.

Det nugældende niveau (0,9 sek.) for efterklangstiden i klasserum blev anset som tilfredsstillende ved tavle/katederundervisning af en klasse med stille børn, men allerede i [20] anføres det, at efterklangstiden erfaringsmæssigt bør være noget lavere.

Under hensyn til de, jf. ovenfor, ændrede undervisningsformer, hvor f.eks. flere grupper i et rum er i aktivitet samtidigt, mens læreren taler med én gruppe, vil der være behov for en betydelig sænkning af efterklangstiden.

Som det fremgår af de i Afsnit 2.4 omtalte udenlandske anbefalinger og bestemmelser, vil en efterklangstid på omkring 0,6 sek. i højere grad kunne forventes at give tilfredsstillende lydforhold ved både normal klasseundervisning og gruppe- eller projektundervisning.

Et krav om en kortere efterklangstid i klasserum bør dog følges op af en vejledning om, hvordan der ved valg og placering af absorbenter og reflekterende overflader kan sikres en god taleforståelighed også ved mere traditionel undervisning, projektfremleggelse mv.

Det må antages, at andelen af børn med diagnosticerede eller ikke-diagnosticerede varige eller midlertidige hørenedsættelser også i Danmark er betydeligt. Det er almindeligt udbredt [21], at der, såfremt en elev med nedsat hørelse skal optages i en klasse, skal sikres bedre lydforhold i den pågældendes klasselokale end bygningsreglementets bestemmelser foreskriver. Der kunne derfor her være en mulighed for at ophæve en barriere med hensyn til indlæring ved at tilnærme de almindelige bestemmelser til de forhøjede krav. Herved kan der opnås forbedringer, der ikke blot er til gavn for de hørehæmmede, men også for normalthørende og for børn med koncentrations- og indlæringsproblemer.

I små rum som grupperum, multimedierum, rum til særundervisning og lignende er der behov for endnu kortere efterklangstid. En efterklangstid omkring 0,4 sek. vil formentlig være passende. Det samme gælder for de under Afsnit 2.6.2 omtalte fleksible rum med åbninger til omliggende rum.

### Undervisningsområder

Kravet til undervisningsområder, der i BR-95 er angivet som et krav til det ækvivalente absorptionsareal, anses for rimeligt for lavloftede lokaler ud fra en betragtning om, at det vil svare til efterklangstider omkring 0,4 sek. Kravet kan derimod ikke anses for acceptabelt ved indretning af lokaler med højt til loftet. Der henvises i øvrigt til advarslerne i Afsnit 2.6.2.

### Trapper og fællesgange

Med de udvidede muligheder for at være inde i frikvartererne er gange og trappearealer ofte skolernes mest støjbelastede arealer. Der synes derfor at være et behov for også på dette område at skærpe kravene til efterklangstid.

Anvendelsen af gangarealer til gruppearbejde taler også for, at efterklangstiden skal være kortere end de nugældende regler, f.eks. omkring 0,4 til 0,6 sek.

## **2.7 Eksisterende skolebyggeri**

Behov for forbedring af lydforholdene i eksisterende skolebygninger vil, jf. ovenfor, primært opstå i forbindelse med indførelse af nye undervisningsformer eller indretningsformer, herunder i forbindelse med renovering, om- eller tilbygning.

Det vurderes dog, at der eksisterer et stort antal skoler, der - uanset undervisningsformer - kan forventes at have utilfredsstillende lydforhold. Dette kan således være tilfældet i skolebyggeri fra før ca. 1966, hvor der ikke er stillet krav til lydforhold, og i skolebyggeri, hvor der af indeklimaårsager er fjernet tæpper eller absorberende væg- eller loftmaterialer uden kompensation for de ændrede lydforhold.

Bygningsreglementets lydbestemmelser vil oftest kun kunne bringes i anvendelse ved væsentlige ændringer i lokalers benyttelse, i forbindelse med væsentlige ombygningsarbejder eller ved egentlige tilbygninger.

Disse forhold vil således kræve en egentlig byggesagsbehandling med heraf følgende ajourføring af lydforhold efter gældende bygningsreglement.

Som mulige eksempler herpå kan nævnes væsentligt ændret anvendelse i forbindelse med inddragelse af fællesarealer til undervisningsbrug (gruppearbejde), hel eller delvis ændring af lokalebenyttelse fra undervisningsbrug til fritidsaktiviteter (SFO) eller heldagsklasser, jf. Afsnit 3.7 og Afsnit 4, samt væsentlige ombygninger, der omfatter nedrivning eller opbygning af vægge, ændring af etageadskillelser eller etablering af ventilationsanlæg.

De nye undervisnings- og indretningsformer, det stigende pres på klassekvotienten og den generelle pladmangel kan i nogle tilfælde medføre sådanne væsentlige ændringer, men generelt må det forventes, at behovet for at få gennemført forbedringer af lydforholdene i eksisterende undervisningsbyggeri næppe reguleres ved bestemmelser i bygningsreglementet.

For lokaler, der ikke som nybyggeri har været omfattet af krav til lydforhold, og for andre lokaler, der af den ene eller den anden grund, herunder ændringer i undervisningsformen eller antallet af elever, ikke har tilfredsstillende lydforhold, kunne der derimod være mulighed for gennem vejledningsmateriale at give information om, hvordan lydforholdene kan forbedres, f.eks. i forbindelse med renovering og mindre ombygninger.

Ved bygningsmæssige ændringer, der kan have indflydelse på lydforholdene, f.eks. fjernelse eller overmaling af overflader, der bidrager til et lokales absorptionsareal, bør det sikres, at byggeriet fortsat opfylder de ved opførelsen gældende lydbestemmelser. Herudover vil der gennem vejledningsmateriale som nævnt ovenfor, kunne gøres opmærksom på mulighederne for evt. yderligere forbedringer. Som det fremgår af Afsnit 2.6.5 vurderes der, blandt andet for at kunne gennemføre projekt- og gruppearbejde, at være ikke-uvæsentlige behov for reduktion af efterklangstiden i undervisningslokaler, og dette gælder selvfølgelig også for eksisterende klasserum.

## **3 Daginstitutionerbyggeri**

### **3.1 Baggrund**

Både udviklingen i børnetallet og den såkaldte pasningsgaranti har i de seneste år afstedkommet et øget behov for institutionspladser til børn. Dette har medført, og vil også i den nærmeste fremtid medføre, en stigende efterspørgsel på nye børneinstitutioner samt i et vist omfang et stigende pres på de eksisterende institutioner gennem merindskrivninger.

I analysen af behov og muligheder for forbedringer med hensyn til lydforhold i institutionsbyggeri er der primært taget udgangspunkt i forholdene i daginstitutioner for børn

(0-6 år plus skolefritidsordninger, SFO), men vurderingerne vil også i et vist omfang kunne overføres til andre typer af institutioner. Specielle lokaletyper som f.eks. øvelokaler til musik, værksteder med maskiner, boldhaller osv. indgår ikke i analysen.

Både personale og børn påvirkes af lydforholdene i daginstitutionerne, og i det følgende er behov og muligheder for forbedringer således vurderet fra begge synsvinkler. For alle ansatte og børn i institutionerne betyder utilfredsstillende lydforhold en ekstra belastning af hørelse, stemme og velbefindende i dagligdagen, og for børnenes vedkommende kommer hertil en række risici med hensyn til udvikling, herunder sproglig udvikling.

Der er i øjeblikket meget fokus på støjniveauet i børneinstitutionerne. Dels som arbejdsmiljøproblem, jf. f.eks. BUPL's rapport [22] om støj og indeklima, omtalt i Afsnit 3.3, dels med hensyn til børns fysiske miljø, jf. f.eks. Socialministeriets "Miljøregler for børn" [23].

Derfor er der også for eksisterende institutioner konstateret stor interesse for foranstaltninger, der kan medvirke til at nedbringe støjbelastningen, indbefattet muligheder for at forbedre lydforholdene gennem bygningsmæssige indgreb.

### **3.2 BR-95**

En redegørelse for de nugældende lydbestemmelser for institutioner og baggrunden for disse findes i [2].

Bygningsreglementets minimumskrav, der er gengivet nedenfor efter [1], skal sikre, at opholdsrum i daginstitutioner har tilfredsstillende forhold med hensyn til lydregulering.

Figur 2

BR-95, Kap. 9.4 [1].

I forbindelse med den forøgede interesse for nyt institutionsbyggeri og debatten om støjbelastningen i institutionerne, er det vigtigt at vurdere, om der på nogle områder er behov og muligheder for at revidere eller supplere bygningsreglementets lydbestemmelse.

Det anses dog for givet, at traditionelle bygningsmæssige foranstaltninger, som kunne følge af nye eller reviderede lydbestemmelser i bygningsreglementet, næppe alene vil være tilstrækkelige til at undgå høje støjniveauer i institutioner.

Støjbelastningen som sådan hører - for personalets vedkommende - under arbejdsmiljølovgivningen, jf. f.eks. [24].

### **3.3 Tidligere undersøgelser**

Nogle tidligere undersøgelser fra midten af 80'erne er beskrevet i [2]. I det følgende er der beskrevet tre helt aktuelle undersøgelser.

BUPL - forbundet af pædagoger og klubfolk - har i 1998 udsendt en rapport om støj og indeklimaforhold i danske daginstitutioner [22]. BUPL har ønsket at dokumentere det nødvendige i at tage støj- og indeklimaproblemerne i de danske børneinstitutioner alvorligt, og rapporten redegør for en omfattende institutionsundersøgelse af støj- og indeklimaforholdene i

vuggestuer, børnehaver og skolefritidsordninger. Undersøgelsen omfatter målinger af støjniveau og efterklangstid, samt en række indeklimaparametre i 176 institutioner.

Herudover er der gennemført en spørgeskemaundersøgelse om støj og indeklima blandt ansatte i daginstitutioner og skolefritidsordninger med 391 besvarelser.

Rapporten redegør yderligere for en række forskningsresultater vedrørende sundhedsmæssige og andre konsekvenser af dårlige støj- og indeklimaforhold med særlig vægt på betydningen for børns sundhed og udvikling.

Støjmålingerne er udført som en kombination af dosimeter- og rummålinger og omregnet med henblik på en sammenligning med Arbejdstilsynets bekendtgørelse om støjgrænser på arbejdspladsen [24]. Der er endvidere foretaget en omfattende statistisk bearbejdning af måleresultaterne blandt andet til beregning af forventede antal institutioner, der har støjniveauer over bekendtgørelsens støjgrænser. Det konkluderes, at det med undersøgelsen er dokumenteret, at bekendtgørelsens grænseværdi på 80 dB(A), hvor de ansatte skal tilbydes høreværn, overskrides i ca. halvdelen af de danske børneinstitutioner, og at det må forventes, at støjgrænsen på 85 dB(A) overskrides i op mod 25% af skolefritidsordningerne.

Der er gennemført orienterende målinger af efterklangstid i de undersøgte opholdsrum. Disse målingerne viser generelt, at bygningsreglementets grænseværdi på 0,6 sek. er overholdt med god margin for et stort flertal af de 176 institutioner, men at efterklangstiden overstiger 0,6 sek. i ca. 10% af institutionerne.

En analyse af de målte efterklangstider i forhold til de målte og bearbejdede støjniveauer, med henblik på at vise støjens afhængighed af efterklangstiden, viser ingen signifikant sammenhæng for vuggestuer, mens der for børnehaver og SFO'er er fundet en signifikant sammenhæng, dvs. støjniveauet vokser med længere efterklangstid. For børnehaver er indflydelsen på støjniveauet fundet til 5 dB pr. sek. ændring af efterklangstiden, for SFO'er 3,4 dB pr. sek. ændring af efterklangstiden. Det konkluderes, at den generelle støjdemping, der vil kunne opnås ved akustisk regulering, ikke er stor.

Der er også gennemført en analyse af sammenhængen mellem støjniveauet og antallet af børn pr. m<sup>2</sup> i de undersøgte rum. Det fremgår af konklusionen, at der er en stærkt signifikant sammenhæng mellem antallet af børn pr. m<sup>2</sup> og støjniveauet, der vokser med øget børnetæthed. Det anføres dog også, at børnetætheden kun kan forklare en mindre del af støjens variation, og at konklusionerne ikke kan udvides til at dække konsekvenser ved ændrede normeringer.

Det fremgår eksempelvis af analysen, at en fordobling af antallet af børn pr. m<sup>2</sup> - fra 0,5 barn pr. m<sup>2</sup> til 1 barn pr. m<sup>2</sup> - i et rum i en børnehave indebærer, at støjniveauet gennemsnitligt vokser med 1 dB.

---

I Roskilde Kommune er der gennemført et projekt "støjvogter". Gennem information og motivation synes der her opnået en positiv udvikling med hensyn til støjniveauet i de deltagende institutioner. De gennemførte tiltag har omfattet indretningsmæssige forhold, pædagogiske forhold, inventar og beskæftigelsesmaterialer. Herudover er der gennemført støjmålinger i et antal institutioner, også med henblik på at dokumentere støjbelastningens fordeling over en dag, hvilke episoder, der eventuelt bidrager mere end andre, og effekten af "støjvogter" indsatsen. Projektet forventes videreført.

En undersøgelse af børnepædagoger er udført ved Bispebjerg Hospital [25]. Undersøgelsen har omfattet 31 pædagoger, der klagede over tinnitus som følge af deres arbejde. Støjbelastningen på deres arbejdspladser beskrives som 80-85 dB(A) i rum med en gennemsnitlig efterklangstid på 1,12 sek. Det konkluderes, at der ikke er fundet konsekvent støjbetinget høretab hos pædagogerne. Endvidere, at det er et åbent spørgsmål, om der er en risiko for støjbetinget påvirkning af hørelsen, og om tinnitus kan være et første symptom for støjskader for denne beskæftigelse.

### **3.4 Viden fra udlandet**

Som for skoler er det forsøgt at fremskaffe viden fra udlandet, og nedenfor er der givet nogle eksempler til belysning af bestemmelser og undersøgelser med hensyn til lydforhold i daginstitutionsbyggeri i udlandet. Det synes begrænset, hvad der findes af nyere publiceret viden fra udlandet, og kun de færreste steder ser der ud til at være egentlige lovgivningsmæssige lydkrav.

#### **3.4.1 Sverige**

I Boverkets Byggregler, BBR 94 [7] findes de svenske bestemmelser og anbefalinger for daginstitutionsbyggeri, der stort set svarer til forholdene for skoler.

De egentlige krav gælder støj fra installationer, mens der med hensyn til lydisolering er tale om vejledende værdier med henblik på at opfylde de overordnede krav.

Der er angivet vejledende værdier for blandt andet luftlydisolation mellem rum for søvn og hvile og omliggende rum ( $R'w \geq 48$  dB) og trinlydniveau i rum for søvn og hvile ( $L'n,w \leq 64$  dB). Yderligere er der givet en vejledende grænseværdi for indendørs støjniveau fra vejtrafik i daginstitutioner.

---

I opholdsrum i børneinstitutioner arbejdes der i Sverige i dag med efterklangstider på 0,5-0,6 sek.

---

Udover den i [2] omtalte undersøgelse findes der også fra 1986 en rapport om "Akustik i förskolar" [26]. Denne rapport opsummerer undersøgelser af lydforhold i børneinstitutioner i forbindelse med et omfattende institutionsudviklingsprojekt påbegyndt i midten af 70'erne.

Akustikprojektet har fokuseret på de komplekse relationer mellem pædagogisk aktivitet, organisation og rumudformning samt disses indvirkning på lyd klimaet. Undersøgelserne var indrettet på at observere samspillet mellem børn og personales aktivitet og adfærd i forskellige gruppesammensætninger, ved samtidige tidssynkroniserede observationer og støjmålinger.

Undersøgelserne har omfattet et stort antal målinger af støjniveau i daginstitutioner. Rapporten opsummerer resultater fra målingerne udført dels med mikrofoner placeret i loftet, dels ved en kombination af faste og personbårne mikrofoner.

Undersøgelserne viser, at der i den udviklede institutionstype er væsentligt lavere støjniveauer, end der er fundet i traditionelle svenske børneinstitutioner. Det konkluderes, at en efterklangstid på 0,6 sekund synes at være tilstrækkeligt for at opnå en acceptabel rumakustik, men at dette

forhold ikke forbedrer lydpåvirkningen ved øret. Herudover angives en række sammenhænge mellem lydniveau og pædagogik, aktiviteter, lokaleudnyttelse, organisation og samarbejde, gruppestørrelser, alderssammensætning, impulslyde mv.

### 3.4.2 Norge

For institutionsbyggeri gælder som for skoler, at de norske byggebestemmelser [9] giver de overordnede krav vedrørende lydforhold, mens de konkrete bestemmelser, der anses tilstrækkelige for at opfylde forskriften, er anført under klasse C i den norske standard NS 8175 [10], der indeholder et selvstændigt afsnit om børnehaver og fritidshjem.

I Norge er der bestemmelser vedrørende luftlydisolation og trinlydniveau mellem rum for søvn og hvile, samtalerum og personalerum og andre fællesrum/arealer uden dørforbindelse ( $R'w \geq 48$  dB,  $L'n,w \leq 58$  dB) og med dørforbindelse ( $R'w \geq 34$  dB,  $L'n,w \leq 63$  dB).

Grænseværdier for støj fra installationer er givet som maksimale lydtrykniveauer. Herudover er der krav til indendørs og udendørs lydniveau fra udendørs lydkilder.

For efterklangstid er kravet til opholdrum 0,6 sek. Hvis der stilles høje lydkrav, jf. f.eks. klassebetegnelsen A, er grænseværdien 0,5 sek., og i lokaler for syns- eller hørehæmmede 0,3 sek.

Der er også givet et krav til efterklangstid for trapperum og fællesgange på 1,3 sek.

---

Vejledning om, hvordan man opnår gode lydforhold i blandt andet børnehaver og fritidshjem, findes i Byggforskserien [11]. Der mangler dog en opdatering i forbindelse med de nye konkrete krav til lydisolation.

### 3.4.3 Finland

De nye finske bygningsbestemmelser indeholder et vejledende krav til efterklangstid i "legerum" på 0,6 sek.

### 3.4.4 USA

Der synes ikke at være egentlige bestemmelser i USA vedrørende lydforhold i daginstitutioner.

I [27] fra 1998 refereres resultatet af en undersøgelse, der angives at være den første af sin art, der sammenkæder indendørs støjbelastning og læsefærdigheder for børn i 3-5 års alderen.

Forskerne har tidligere påvist sammenhæng mellem støj og sprogudvikling for skolebørn under indflydelse fra flystøj, jf. omtalen i [22], men de nye forskningsresultater er fundet ved sammenligning af børn i førskolealderen i et "day care center" før og efter en gennemført forbedring af lydreguleringen (ved opsætning af absorberende materiale) i lokalerne. Støjniveauet blev signifikant lavere (ca. 5 dB) efter den gennemførte opsætning af absorberende lofter. Det konkluderes blandt andet, at kronisk udsættelse for højt indendørs støjniveau har negativ indflydelse på førskolebørns sprog og tidlige læsefærdigheder, og at arkitekter skal være mere opmærksomme på akustiske egenskaber, f.eks. rumform, loftshøjde, overflader og omgivelser, for lokaler anvendt til små børn.

### **3.5 Indflydelse på lydforhold**

Der er ofte høje støjniveauer i daginstitutioner, uden at det - udover at det er børnene, der er støjklenderne - er klart for de involverede parter, hvilke faktorer der har indflydelse på disse lydforhold.

Som for skoler må det konstateres, at den væsentligste belastning kommer fra det samlede støjniveau frembragt i selve lokalet af de tilstedeværende personer.

Erfaringsmæssigt vil mange børn på få m<sup>2</sup>, mange børn i ét lokale og manglende muligheder for at sprede børnene ud til forskellige aktiviteter i forskellige rum være medvirkende til høje støjniveauer i daginstitutioner. Det anføres således, at bestemmelser vedrørende f.eks. areal pr. enhed, netto- og bruttoarealer, rumdefinitioner mv. har væsentlig større betydning for støjbelastningen end lydbestemmelserne.

Børnenes adfærd har også betydning. Børn leverer ofte en aktiv markedsføring af sig selv, muligheden for at opnå opmærksomhed hos jævnaldrende og voksne ligger i at råbe, og opdragelsen omfatter ikke nødvendigvis grænser eller tradition for at vente.

Der vurderes også at være en sammenhæng mellem lydniveau og pædagogik, institutionskultur og valget af aktiviteter, jf. f.eks. [26]. Af parametre, der kan have positiv eller negativ indflydelse på støjniveauet, kan f.eks. anføres: åbne døre, frihed til at færdes i hele institutionen, grænser med hensyn til indendørs fysisk aktivitet, samling/spisning i store grupper, opdeling og tilbud i mindre grupper, indretning af tumlerum, prioritering af udendørs aktiviteter samt opmærksomhed på virkemidler.

En mulig indflydelse fra de bygningsakustiske forhold skal ses i relation til disse nok så betydningsfulde faktorer, der ikke kan forventes reguleret i bygningsreglementets lydbestemmelser.

De akustiske faktorer, der derimod kunne tænkes reguleret gennem lydbestemmelser, er blandt andet dem, der har indflydelse på lydforholdene gennem at påvirke baggrundsstøjen i institutionernes lokaler, omfattende støj fra omliggende lokaler (lydisolation), støj fra installationer (ventilationsanlæg, opvaskemaskine mv.) og støj udefra (vejtrafik mv.).

Dette gælder yderligere de væsentlige faktorer omkring lokalets lydregulering, omfattende efterklangstid, lokalets form, placering af absorbenter, valg af absorbenttyper mv., der har indflydelse på lydforholdene med hensyn til både støjniveau og opfattet akustisk komfort.

Herudover vil valg af byggematerialer til indvendige overflader (trommelyd fra gulve, hårde overflader på vægge), valg af inventar (skrabelyde mv.) og valg af legetøj (f.eks. legetøj, der selv frembringer lyd, eller legetøj, der giver støj ved brug) have indflydelse på lydforholdene.

### **3.6 Behov og muligheder for forbedring af lydforhold ved nybyggeri**

#### **3.6.1 Generelt**

Bygningsreglementets lydbestemmelser skal sikre tilfredsstillende lydforhold i daginstitutioner.

Det synes dog - blandt andet med henvisning til de foregående afsnit - tydeligt, at regulering af lydbestemmelserne alene ikke vil kunne betyde en markant sænkning af støjbelastningen i børneinstitutionerne. Dertil er der for mange andre parametre, som kan have indflydelse på støjniveauet.

Modsat vurderes der at være behov for gennem ændrede lydbestemmelser at skabe de bedst mulige forudsætninger for, at også andre foranstaltninger vil kunne virke. Udgangspunktet for at kunne begrænse støjniveauet i institutioner må fortsat være, at de bygningsmæssige lydforhold er i orden.

I [2] er der som diskussionsoplæg medtaget et skema med forslag til nye krav/retningslinier for lydforhold i daginstitutioner. I det følgende er der - med udgangspunkt heri og med baggrund i de tidligere afsnit - for hver enkelt type af lydbestemmelse givet en analyse af behov og muligheder for at forbedre lydforholdene. Ved en efterfølgende endelig fastlæggelse af de fremtidige lydbestemmelser i bygningsreglementet kan der også være behov for at opstille lydkrav til de lokaletyper, der ikke gennemgås i den foreliggende analyse, f.eks. kontorer, personalerum, øvelokaler, værksteder, boldhaller mv.

Udover mulighederne for forbedring af lydforhold gennem stramninger og tilføjelser i bygningsreglementets lydbestemmelser, vil der også for nogle forhold kunne benyttes vejledninger eller anvisninger om lydforhold på daginstitutionsområdet.

### 3.6.2 Lydisolation

Der er ikke i dag nogle krav til lydisolation i børneinstitutioner. I [2] foreslås krav til luftlydisolation mellem hvile- og aktivitetsrum og krav til trinlydniveau for opholdsrum, og i Sverige og Norge angives lydisolutionsværdier for rum til søvn og hvile, se Afsnit 3.4.1 og 3.4.2.

Det vurderes, at der er behov for bestemmelser om lydisolation i daginstitutioner, men problemstillingen synes at være i hvor stort omfang og til hvilke lokaletyper, der skal stilles krav. En antagelse om en klar opdeling i selvstændige aflukkede opholdsrum vurderes ikke at stemme overens med den aktuelle brug af børneinstitutionernes indearealer. Aktiviteterne kan i samme lokale således tænkes at variere fra stille hvile og højtlesning til støjende fri leg.

Hvor det vil være naturligt, at der stilles krav til lydisolationen indbyrdes mellem opholdsrum, der ikke har direkte forbindelse via døre eller foldevægge, synes det mere tvivlsomt om der skal stilles tunge lydisolutionskrav mellem f.eks. opholdsrum og fælles opholdsrum, eller ved de almindelige interne opdelinger af opholdsrummene, hvor dørene, der i øvrigt oftest vil være med indbyggede ruder, står åbne det meste af dagen. For rum, der benyttes som sove- eller hvilerum, bør der tilvejebringes en tilstrækkelig lydisolation, men institutionens fleksibilitet reduceres, hvis kun få rum kan benyttes til dette formål.

En mulig fremgangsmåde vil være, at der stilles et alment, absolut minimumskrav til indbyrdes luftlydisolation og trinlydniveau mellem alle typer af rum i børneinstitutioner. Kravet kan som i Norge opdeles i to niveauer svarende til adskillende konstruktioner med og uden døre. Herved kan det sikres, at der ikke bygges institutioner med meget ringe intern lydisolation, og at der kan opnås en rimelig lydisolation, når døren eller foldevæggen til et rum ønskes lukket.

For rum, der permanent fordrer en højere lydisolation, på grund af enten følsomhed for eller udøvelse af særligt støjende aktiviteter, kan der eventuelt fastsættes supplerende krav eller retningslinier. Det er i den forbindelse vigtigt, at støj fra særlige aktiviteter ikke spredes over hele institutionen.

Trommelyden - dvs. den lyd der opstår i et rum ved gang på rummets gulv - har ofte en betydelig indflydelse på støjniveauet i daginstitutioners fællesrum og gennemgangsarealer. Som nævnt i Afsnit 2.6.3 anses det ikke for umiddelbart forestående at stille bindende krav til trommelydniveauet, men der vil være behov for en vejledning omkring trommelydforhold, valg af gulvtyper mv.

Ved nybyggeri i flere etager eller ved indretning af institutioner i eksisterende etageejendomme er der behov for bestemmelser i form af forhøjede krav til luftlydisolation og især trinlydniveau.

### 3.6.3 Støjniveau fra installationer og trafik

Det er behov for at begrænse eventuelle gener fra ventilationsanlæg, vand- og afløbsinstallationer mv. gennem en bestemmelse om støj fra tekniske installationer. Det bør her præciseres, hvordan institutionernes hårde hvidevarer som opvaskemaskiner, varmeskabe mv., skal behandles. Tilsvarende som for undervisningsbyggeri kan der, efter nærmere afklaring, suppleres med et krav til begrænsning af gener fra den lavfrekvente støj, der kan være knyttet til f.eks. store ventilationsanlæg.

Også for daginstitutioner langs veje og jernbaner, bør der være en bestemmelse i bygningsreglementet om trafikstøj. Bedst er det selvfølgelig, ikke mindst af hensyn til udearealerne, hvis institutioner kan placeres således, at der ikke er gener fra trafikstøj, men det anbefales at indføre en bestemmelse om isolering mod udefra kommende støj svarende til kravet for beboelsesbygninger mv.

### 3.6.4 Efterklangstid

I børneinstitutioner ses der ofte at være børn alle vegne, og det anses således ikke for tilstrækkeligt at stille krav til efterklangstiden i egentlige opholdsrum, men i alle institutionens rum, der kan benyttes af børn og voksne til ophold, leg eller gennemgang, f.eks. gang- og garderobearealer, værksteder, bordtennisrum mv.

Som det fremgår af Afsnit 3.4.1 og 3.4.4 m.fl. vurderes efterklangstidens indflydelse på støjniveauet i børneinstitutioner forskelligt. Det anføres også i [8], at den generelle støjdæmpning, der vil kunne opnås ved akustisk regulering, ikke er stor. Undersøgelsens tal viser dog, at den forventede reduktion af støjniveauet i en børnehave som følge af en halvering af efterklangstiden fra 0,6 sek. til 0,3 sek. er større end reduktionen som følge af en halvering af antallet af børn pr. m<sup>2</sup> fra 1 barn pr. m<sup>2</sup> til 0,5 barn pr. m<sup>2</sup>.

Tilsvarende forslaget for skoler, kan efterklangstider måles og beregnes som 1/1 oktavværdier, og grænseværdier gives som maksimumværdier for hver 1/1 oktavværdi. For rum i daginstitutioner vil det herefter ikke være nødvendigt med det ofte ønskede krav til maksimal afvigelse fra middelværdien.

Som foreslået i [2], vurderes det fortsat, at der er god mening i at sænke kravet til efterklangstid i daginstitutioner fra 0,6 sek. til ca. 0,4 sek. uanset rumstørrelse.

I rum med en kort, dagligstueagtig efterklangstid vurderes der at være større chance for, at der også kommunikerer mere afdæmpet, samtidigt med at støj, der kommer ind via åbne døre mv. dæmpes mere effektivt. Det vurderes også, at der i et godt dæmpet rum skal flere børn til, før niveauet for alvor stiger, og at der vil være flere muligheder for at lege i mindre grupper uden at genere hinanden. Yderligere opfattes et dæmpet rum subjektivt som et mere tilfredsstillende lyd miljø. Det skal dog samtidigt - igen - påpeges, at regulering alene af lydbestemmelserne ikke vil kunne betyde en markant sænkning af støjbelastningen i børneinstitutionerne.

Også i småbørnsinstitutionerne må der - som i skolerne - på en tilfældig dag forventes at være mange børn, der enten permanent eller forbigående på grund af mellemøreproblemer har nedsat hørelse. Disse børns forventelige særlige problemer med støjniveauet taler også for en reduktion af efterklangstiden.

En vigtig forudsætning for at få udbytte af en lav efterklangstid er fordelingen i rummet af de absorberende materialer. Er alt absorptionsmateriale placeret i loftet af et højloftet lokale, anses virkningen i den del af lokalets volumen, hvor børnene opholder sig, ikke så effektiv som hvis der også var absorberende materialer på lodrette flader og i nærheden af støjkilderne (børnene). Dette stiller selvfølgelig store krav til valg og vedligeholdelse af absorbenter, se også Afsnit 5.2 og 5.3.

Der kan således enten medtages en bestemmelse i bygningsreglementet om fordeling af lydabsorberende materialer på lokalets overflader, eller dette kan indgå i en vejledning om lydforhold i børneinstitutioner. I en sådan vejledning vil det også være muligt at beskrive betydningen for et rums akustiske komfort af lokalets form (højt til loftet, skrå loftsflader, hemse, buede vægge, spidse vinkler), valg af absorbenttyper mv. Beslutning om disse indflydelsesrige parametre træffes ofte ud fra helt andre kriterier og uden hensyn til de akustiske konsekvenser.

### **3.7 Eksisterende daginstitutioner**

Behovet for forbedring af lydforhold i eksisterende børneinstitutioner forventes først og fremmest at være knyttet til problemerne med høj daglig støjbelastning for børn og voksne.

Bygningsreglementets lydbestemmelse vil oftest kun kunne bringes i anvendelse ved væsentlige ændringer i lokalers benyttelse, i forbindelse med væsentlige ombygningsarbejder eller ved egentlige tilbygninger.

I nyere institutioner, hvor dagens krav til efterklangstid ikke er opfyldt, f.eks i institutioner indrettet i eksisterende bygninger og i institutioner, hvor det på grund af manglende dokumentation ikke har været erkendt, bør der gennem en målrettet indsats overfor kommunerne som minimum sikres at bygningsreglementets krav er opfyldt, jf. også By- og Boligministeriets vejledning fra 1998 om kommunernes byggesagsbehandling [28], der blandt andet berører problematikken omkring institutioner (SFO'er) indrettet i tidligere undervisningslokaler. Det skal i denne forbindelse påpeges, at SFO'er ikke kun indrettes i klasselokaler, men ofte også i gange og fællesarealer, hvor efterklangstiden kan være endnu længere.

Herudover anses det - for både eksisterende daginstitutioner, der ikke har været omfattet af bygningsreglementets lydkrav, og et stort antal institutioner, der opfylder dagens krav til efterklangstid - at kunne være en fordel, at tilvejebringe en kortere efterklangstid og en bedre fordeling af absorptionen i lokalene, jf. Afsnit 3.6.4. For disse børneinstitutioner vil der gennem vejledningsmateriale kunne gives information om muligheder og nødvendige afvejninger. Dette kunne med fordel ske som en del af en generel vejledning omkring også ikke-akustiske forholds betydelige indflydelse på støjniveauet i daginstitutioner.

## **4 Kombineret undervisnings- og institutionsbyggeri**

### **4.1 Heldagsskole, heldagsklasser**

Der har i den seneste tid været forskellige indikationer af, at kommunerne i et vist omfang har ønsket at ændre på den hidtidige opdeling af børns skoletid og fritid, med fysisk og personalemæssigt adskilte undervisningslokaler og skolefritidsordninger.

Begreber som heldagsskole og heldagsklasser er benyttet i disse sammenhænge, hvor undervisning og pasning af børn ønskes kombineret i fælles fysiske rammer.

## **4.2 Problemstilling**

I heldagsskoler og heldagsklasser vil man som nævnt ovenfor udnytte de samme lokaler til både undervisning og fritid. Bygningens lokaler skal således indrettes med henblik på, at børnene kan opholde sig i de samme og trygge omgivelser hele dagen.

Som følge af de på nogen områder forskellige akustiske behov, der knytter sig til de to anvendelser, vil der i denne forbindelse kunne opstå problemer omkring fastsættelse af lydbestemmelser og akustisk indretning af lokalerne. Som eksempel herpå kan anføres de tilbagevendende problemer ved benyttelse af klasselokaler til SFO-lokaler.

Man kunne mene, at der i de ændrede undervisningsformer med prioritering af gruppe- og projektarbejde kan ske en tilnærmelse af kravene til undervisningslokaler, se Afsnit 2.6, henimod noget, der ligner fritidslokaler, men det må samtidigt med henvisning til Afsnit 3.6 anføres, at kravene til skolefritidsordninger foreslås yderligere skærpet som følge af problemer med støjniveauet.

## **4.3 Lydbestemmelser for heldagsklasser**

### **4.3.1 Generelt**

Som udgangspunkt må der for heldagsklasser fastsættes et kravniveau for lydbestemmelser svarende til opfyldelse af behovene ved den akustisk mest krævende aktivitet, som lokalerne tænkes anvendt til.

Endelige forslag til fastlæggelse af krav bør baseres på en erfaringsindsamling, f.eks. i forbindelse med eventuelle gennemførte eller påtænkte nybyggerier eller ombygninger. På denne baggrund vil der også kunne udformes en vejledning, der behandler de særlige aspekter ved lydforhold i heldagsskoler og heldagsklasser.

Det kan i denne forbindelse fremhæves, at hvadenten heldagsklasser indrettes i forbindelse med nybyggeri eller ved ændret anvendelse af eksisterende byggeri, bør der som en del af kommunens beslutningsgrundlag gennemføres en egentlig akustisk projektering.

### **4.3.2 Lydisolation**

Med hensyn til lydisolation vurderes undervisningssituationen at stille de største krav til uforstyrrelighed fra omgivelserne.

Alle former for klasserum, grupperum, multimedierum, fremlæggelsesrum mv. bør betragtes som undervisningsrum, og der bør fastsættes krav til lydisolation mellem disse indbyrdes og mellem disse og skolens fællesarealer. Disse krav bør svare til de nuværende bestemmelser for luftlydisolation og til eventuelt skærpede bestemmelser til trinlydniveau, jf. Afsnit 2.6.3.

Med henvisning til Afsnit 2.6 om nye indretningsformer, vil der også for heldagsklasser være behov for at definere, hvordan fleksible rumopdelinger, rum, der er mere eller mindre i åben forbindelse med fællesrum, grupperum mv. samt glaspartier, foldevægge og andre fleksible markeringer af rumgrænser skal håndteres.

Det kan, jf. Afsnit 2.6.2, være en mulig løsning at stille kravet til lydisolation i form af et reduceret krav til den samlede konstruktion, når denne indeholder en dør, en foldedør, et vinduesparti eller lignende.

Advarslerne mod åbenplanløsninger skal også gentages her.

#### 4.3.3 Støjniveau fra installationer og trafik

På dette område må det også være undervisningssituationen, der sætter kravniveauet. Det nugældende krav for undervisningsrum om støjniveauet fra tekniske installationer kan overføres til heldagsklasser og bør suppleres med et krav til det indendørs trafikstøjniveau.

#### 4.3.4 Efterklangstid

For efterklangstiden giver især anvendelsen til fritidsaktiviteter, jf. Afsnit 3.6.4, behov for en kort efterklangstid omkring 0,4 sek., men også i rum med åbne forbindelser til omliggende rum er der behov for en sådan kort efterklangstid.

Ved en reduktion af efterklangstiden i heldagsklasser svarende til det for børneinstitutioner foreslåede, risikeres det dog, som følge af mangelen på gavnlige refleksioner fra rummets overflader, at man nærmer sig den nedre grænse for at kunne gennemføre almindelig klasseundervisning. Dette forventes dog i de fleste tilfælde at kunne afhjælpes ved hensigtsmæssig placering af absorbenter og reflekterende overflader, i nogle sammenhænge måske ved placering af en egentlig reflektor enten over tavlevæggen eller ved en anden naturlig taleposition i lokalet.

En mulighed ses også i at indrette lokalerne således, at der forefindes egentlige auditorier med en efterklangstid omkring 0,6 sek. til tavleundervisning og fremlæggelser, mens resten af lokalerne er effektivt dæmpede til brug for projektarbejde og fritidsaktiviteter.

Angående brug af gangarealerne gælder, jf. tidligere bemærkninger, at der også her er behov for en kort efterklangstid, da de naturligt indgår i det areal, hvor børnene ikke blot færdes, men også leger eller arbejder.

## 5 Projekter

### 5.1 Byggeprojekter

Der er i de seneste år kun gennemført et begrænset antal nybyggerier af skoler i Danmark. Som eksempler kan nævnes Stege Skole og Holsted Skole. Herudover er der udført nogle større om- eller tilbygninger, f.eks. på Holbergskolen, København og Usserød Skole.

Nye byggeprojekter er på vej med ombygningen af Statens pædagogiske forsøgscenter [29] i Rødovre og i forbindelse med Undervisningsministeriets, Kulturministeriets og Byggedirektoratets konkurrence om fremtidens skole i Roskilde, Odense og Svendborg kommuner.

I disse projekter er der sket, eller vil der i forskellig grad ske, en indarbejdning af de nye undervisnings- og indretningsformer i medfør af ændringerne i folkeskoleloven [3]. Som nævnt tidligere kan erfaringerne fra disse byggerier inddrages i endelige forslag til fremtidige kravniveauer i bygningsreglementets lydbestemmelser.

Modsat af, hvad der er tilfældet for skoler, er der nybygget et stort antal daginstitutioner over hele landet. Der forventes også fortsat at være stor byggeaktivitet, og der har også været afholdt arkitektkonkurrence om fremtidens daginstitutioner, jf. [5]. Der kan således også for

daginstitutioner forventes nye indretningsformer, der bør indgå i udarbejdelsen af en vejledning om lydforhold, jf. Afsnit 3.6.4.

## **5.2 Bygningskonstruktioner og -materialer**

Valg af bygningskonstruktioner, tekniske installationer og overflader vil altid være underlagt et stort antal krav og påvirkninger. Udover de traditionelle krav til styrke, brand, varme- og fugtisolering har hensynet til indeklimaforholdene haft en fremtrædende plads i de senere år. I de kommende år må der forventes yderligere fokus på økologi, ressourcebesparelser, energibesparelser mv.

Som eksempel herpå kan nævnes et EFP 99 projekt, hvor SBI vil skabe det nødvendige grundlag for projektering og drift af fremtidens energieffektive skoler, med særligt sigte på ventilation og belysning.

Flere af de ovenfor nævnte forhold vil have stor betydning for mulighederne for at opnå tilfredsstillende lydforhold i undervisnings- og daginstitutioner. Der vil således i et vist omfang være tale om decideret modsatrettede interesser og behov, hvor det vil kræve en aktiv indsats at sikre en rimelig balance.

Eksempler herpå kan være:

Ressourcebesparelser: - ønske om lette skillevægge og etageadskillelser

- over for behov for vægt af hensyn til lydisolering.

Ventilation: - ønske om naturlig ventilation med åbninger og stor loftshøjde

- over for behov for lydisolation mellem rum og mod det fri og

behov for placering af lydabsorberende lofter i lav højde.

Belysning: - ønske om dagslysadgang via store glasarealer i tag og facade

- over for behov for lydisolering mod trafikstøj og behov for

lydabsorberende lofter.

Indeklima: - ønske om allergivenligt, støvfrit indeklima

- over for behov for porøse lydabsorbenter på lodrette flader.

Der må ved forskning og anvisninger vedrørende fremtidens bygningskonstruktioner, tekniske installationer og overfladematerialer anlægges et helhedssyn, således at der opnås en god balance mellem de forskellige faktorer, der indbyrdes ikke kan undgå at påvirke hinanden.

## **5.3 Fremtidige projekter**

Projektets analyse vil kunne danne baggrund for konkrete forslag til næste generation af lydbestemmelser i bygningsreglementet.

I det omfang det er muligt, bør der dog inddrages erfaringer fra de seneste års byggerier. Der foreslås derfor igangsat projekter, der kan indsamle data om og belyse konsekvenserne af nye indretningsformer mv. for både skoler, daginstitutioner og eventuelle heldagsklasser.

Yderligere må det anbefales, at der ved nogle fuldskalaforsøg skabes mulighed for at inddrage og analysere de forslag til forbedringer af lydforhold, der er indeholdt i de foregående Afsnit 2.6, 3.6 og 4.3. Forsøgsmæssig indretning af lokaler og udformning af konstruktioner og overflader kan blandt andet tænkes gennemført i sammenhæng med forsøg omkring pædagogiske principper og teorier.

Erfaringerne fra sådanne projekter vil som vejledningsmateriale kunne benyttet som et væsentligt supplement til bygningsreglementets bestemmelser for undervisnings- og daginstitutioner.

Herudover er det vigtigt at få igangsat forskningsarbejde parallelt til de projekter, der kan forventes på energibesparelsesområdet, herunder energieffektive forsøgsbyggerier. Der kan herved bedre anlægges en helhedsbetragtning med henblik på en afvejning af hensynet til blandt andet ventilation, belysning og akustiske forhold i skoler.

Ønsket om fordeling af absorbenter på flere flader i undervisnings- og institutionslokaler vil kunne igangsætte udviklingsprojekter for absorbenttyper, der udover gode lydmæssige egenskaber, også kan placeres indenfor nåhøjde og opfylde indeklimakrav om støv og rengøring mv, brandkrav samt krav til vandalsikkerhed, robusthed mv.

## 6 Konklusion

Den gennemførte videnindsamling og analyse fører til en række behov og muligheder for ændrede lydbestemmelser i bygningsreglementet til forbedringer af lydforhold i skoler, børneinstitutioner og lokaler indrettet til heldagsklasser.

Sammenfattende knytter behovene sig:

- for skoler primært til ændringer i forbindelse med de nye undervisnings- og indretningsformer, der følger af folkeskoleloven fra 1993. Der vil således i højere grad blive tale om gruppe- og projektarbejde, og der kan forventes mere fleksible indretninger af undervisningsarealerne. Dette medfører blandt andet forslag til ændrede lydbestemmelser for lydisolation og efterklangstid.
- for børneinstitutioner især til mulighederne for at bidrage til en reduktion af det til tider høje støjniveau fra børnenes stemmer. Der foreslås ændring af lydbestemmelsen for efterklangstid, samt nye bestemmelser på flere andre områder. En markant sænkning af støjbelastningen i børneinstitutionerne kan dog ikke forventes opnået ved en regulering af lydbestemmelserne alene, dertil er indflydelsen fra en række andre faktorer for stor.
- for heldagsklasser specielt til at sikre, at lydbestemmelserne svarer til opfyldelse af behovene ved den akustisk mest krævende aktivitet, som lokalerne skal bruges til. For efterklangstiden fører dette til et ønske om kraftigt dæmpede rum til fritidsaktiviteterne, hvilket uden særlige foranstaltninger kan medføre problemer ved traditionel undervisning.

Projektets analyse kan danne baggrund for:

- opstilling af endelige forslag til fremtidige kravværdier i bygningsreglementet

- akustisk evaluering af nyere gennemførte byggeprojekter
- forsøg i tilknytning til projekter omfattende f.eks. pædagogiske principper, energi- eller indeklimaforhold.
- udarbejdelse af vejledningsmateriale

Videnindsamlingen fra udlandet viser i øvrigt, at man kun på få områder er længere fremme med hensyn til krav og anbefalinger om lydforhold i undervisnings- og daginstitutionsbyggeri. Der synes dog at kunne spores en tiltagende international interesse for lydforholdenes indflydelse på indlæring, læse- og sprogfærdigheder i skoler og børneinstitutioner.

## 7 Referencer

### 7.1 Litteratur

- [1] Bygningsreglement 1995, Bygge- og Boligstyrelsen, 1995. (BR-95)
- [2] "Lydforhold i kontor, daginstitutions- og skolebyggeri - Problemstillinger og handlingsmuligheder", Bygge- og Boligstyrelsen, Rapport rev. juni 1996. Udarbejdet af Birgit Rasmussen og Jens Holger Rindel, Laboratoriet for Akustik, Danmarks Tekniske Universitet.
- [3] Bekendtgørelse af lov om folkeskolen, LBK nr. 739, Undervisningsministeriet, 1998. (Lov om folkeskolen, 1993).
- [4] "Akustiske problemer i skolebygninger", Statens Byggeforskningsinstitut, Rapport nr. 23, 1957.
- [5] "Boom i skolebyggeri", Ingeniøren &., Temaartikler, Nr. 9, 1998.
- [6] "Att se, höra och andas i skolan - en handbok om skolans innemiljö", Boverket & Arbetarskyddsstyrelsen, Sverige 1996.
- [7] Byggregler, Boverket, BBR 94, BFS 1993:57, Sverige 1993.
- [8] "Ljudguiden. Val av ljudkvalitet i byggnader", Byggeforskningsrådet, T12:1994, Sverige 1994.
- [9] "Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven", Kommunal- og arbeidsdepartementet og Miljøverndepartementet, nr. 33, Norge 1997.
- [10] "Lydforhold i bygninger, Lydklassifisering av ulike bygningstyper", Norsk Standard, NS 8175, Norge 1997.
- [11] "Lydforhold i skoler, fritidshjem og barnehager", Byggeforskserien, Norges Byggeforskningsinstitut, A 527.305, Norge 1994.
- [12] "Effect of Sound-Absorbing Treatment on Speech Discrimination in Rooms", E. Pekkarinen and V. Viljanen, Audiology 29, 219-227, 1990.
- [13] "Schallschutz im Hochbau", DIN 4109, Tyskland 1989.
- [14] "Allgemeine Schulbauempfehlungen für Baden-Württemberg", Ministerium für Kultus und Sport, Tyskland 1983.

- [15] "Veiligheid Gezondheid Milieu", Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen & Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Holland 1989.
- [16] "Guidelines for Environmental Design in Schools", Department for Education and Employment, Building Bulletin 87, Storbritannien 1997.
- [17] "Can You Hear Me at the Back? Effective Communication in Classrooms". S.L. Airey, D.J. MacKenzie and R.J.M. Craik, Noise Effects '98, Australien 1998.
- [18] "Petition for Rulemaking; Request for Information on Acoustics", Architectural and Transportation Barriers Compliance Board, Federal Register, USA 1998.
- [19] "Need and Issues for American Standards and Guidelines for Classroom Acoustics" B.M. Brooks et al, Noise Effects '98, Australien 1998.
- [20] "Lyd- og støjforhold på undervisningsområdet", Branchevejledning nr. 6, BSR 12, Arbejds miljøfondet, 1989.
- [21] "Retningslinier for lyd- og lysforhold i undervisningslokaler til børn med hørenedsættelse", Børneaudiologisk Laboratorium, 1986.
- [22] "Støj og indeklima. Rapport om støj og indeklimaforhold i danske børneinstitutioner", BUPL - forbundet for pædagoger og klubfolk, Rapport med 3 bilag, 1998.
- [23] "Miljøregler for børn. Regler og retningslinier mv. af direkte eller indirekte betydning for det fysiske miljø i dagtilbud til børn", Socialministeriet, 1998.
- [24] "Bekendtgørelse om støjgrænser på arbejdspladsen", Arbejdstilsynet, Bekendtgørelse nr. 801, 1993.
- [25] "Noise-Induced Hearing Loss and Tinnitus in Kindergarten Teachers", P. Nilsson, Noise Effects '98, Australien 1998.
- [26] "Akustik i Förskolar", Kungliga Tekniska Högskolan - Stockholm, Sektion för Arkitektur - Avd. Formlära, Sverige 1986.
- [27] "Interior Noise Exposure and Reading Readiness among Preschool Children", L.E. Maxwell and G.W. Evans, Noise Effects '98, Australien 1998.
- [28] "Vejledning om kommunernes byggesagsbehandling i egne byggesager på daginstitutionsområdet", By- og Boligministeriet, Departementet, 10. kontor, 1998.
- [29] "Konkurrence om Statens Pædagogiske Forsøgscenter", NOVA 5 arkitekter a/s, 1998.

## **7.2 Kontakter**

I forbindelse med projektet har der været kontakt til:

S. Aggerholm, SBI, Hørsholm

N. Bang Hansen, BUPL, København

P. Blichfeldt, Danmarks Lærerforening, København

K. Engelund Thomsen, SBI, Hørsholm  
S. Falk, ISS Juniorservice, København  
L. Hansen, Roskilde Kommune Sikkerhedskontor, Roskilde  
K. Johnsen, SBI, Hørsholm  
S. Koch, Fraunhofer IBP, Stuttgart, Tyskland  
J. Kreiner-Møller, NOVA 5 arkitekter a/s, København  
L. C. J. van Luxemburg, TNO, Eindhoven, Holland  
C. Møller Petersen, Acoustica - Carl Bro as, Glostrup  
G. Olsen, BUPL, København  
J. Parmanen, VTT, Esbo, Finland  
H. Petersen, Kastrupgårdskolen, Kastrup  
J. H. Rindel, Byggforsk, Oslo, Norge  
K. P. Roy, Armstrong, Lancaster, USA  
F. Serup, BUPL, Roskilde  
C. Simmons, SP, Borås, Sverige  
I. Turunen-Rise, NBR, Oslo, Norge