

Lydforhold i heldagsklasser

***Rapport udarbejdet af
Dan Hoffmeyer
DELTA***

Rekvirent: By- og Boligministeriet

December 2000

Forord

I forbindelse med den aktuelle interesse for skolebyggeri og begrebet heldagsklasser har By- og Boligministeriet ønsket at få foretaget en vurdering af konsekvenserne af, at lydforholdene tilpasses både undervisnings- og fritidsaktiviteter ved indretning af heldagsklasser.

Projektet tager udgangspunkt i dels de nugældende lydbestemmelser i Bygningsreglement 1995, dels den af DELTA for By- og Boligministeriet udarbejdede rapport: ”Lydforhold i undervisnings- og daginstitutionsbyggeri”, 1999, og de forslag vedrørende lydbestemmelser, der her er givet som oplæg til senere kravfastsættelse.

Vurderingen omfatter blandt andet en analyse af de teknisk-økonomiske konsekvenser ved nybyggeri eller ombygning til heldagsklasser.

Rapporten er udarbejdet af DELTA.

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

Indholdsfortegnelse

| | |
|--|-----------|
| 1. Baggrund | 4 |
| 2. Formål, fremgangsmåde og afgrænsning | 5 |
| 3. Lydbestemmelser | 6 |
| 3.1 Dagens kravniveau | 7 |
| 3.2 Forslag til fremtidens kravniveau | 8 |
| 4. Vurdering af de teknisk-økonomiske konsekvenser | 10 |
| 4.1 Valg af lokaleudformning..... | 10 |
| 4.2 Nybyggeri | 12 |
| 4.3 Ombygning..... | 17 |
| 5. Vurdering med hensyn til indretning og brugerforhold | 23 |
| 6. Vurdering med hensyn til absorbenttyper og brugerforhold | 25 |
| 7. Konklusion..... | 26 |
| 8. Referencer..... | 28 |

1. **Baggrund**

Visse kommuner vil under begrebet heldagsklasser benytte de samme lokaler til undervisning og fritidsaktiviteter. Dette er blandt andet tilfældet ved indretning af indskolingshuse mv., hvor skolen og skolefritidsordningen (SFO) deles om en bygnings lokaler. For disse lokaler er der specielt behov for gennem fastsættelsen af kravniveauet at sikre, at lydbestemmelserne svarer til opfyldelse af behovene ved den akustisk mest krævende aktivitet.

I forbindelse med de følgende års børnetalsbetingede fokus på skolebyggeriet, hvor der vil skulle ny- og ombygges et stort antal skoler, har By- og Boligministeriet ønsket at få foretaget en vurdering af konsekvenserne af, at lydforholdene tilpasses både undervisnings- og fritidsaktiviteter ved indretning af heldagsklasser.

DELTA har tidligere for By- og Boligministeriet gennemført en analyse af behov og muligheder for forbedringer med hensyn til lydforhold i skoler og institutioner, jf. rapporten: "Lydforhold i undervisnings- og daginstitutionsbyggeri", 1999 [1].

Det fremgår heraf, at der i forbindelse med de nye undervisnings- og indretningsformer, der følger af folkeskoleloven fra 1993, er behov for en række ændringer i lydbestemmelserne for undervisningslokaler. Der vil således i højere grad blive tale om gruppe- og projektarbejde samt fleksible indretninger af undervisningsarealerne, hvilket stiller ændrede krav til lydisolation og efterklangstid. Yderligere vil der for lokaler, der benyttes til både undervisning og fritidsaktiviteter, være særlige behov.

2. Formål, fremgangsmåde og afgrænsning

Projektets formål er en vurdering af konsekvenserne af, at lydforholdene tilpasses både undervisnings- og fritidsaktiviteter ved indretning af heldagsklasser.

Vurderingen omfatter både indretning efter de nugældende lydbestemmelser i Bygningsreglement 1995 og indretning efter forslag til fremtidens kravniveau.

Projektet tager udgangspunkt i den for By- og Boligministeriet udarbejdede rapport: ”Lydforhold i undervisnings- og daginstitutionsbyggeri”, 1999 [1], og de forslag vedrørende lydbestemmelser, der her er givet som oplæg til senere kravfastsættelse.

Projektets analyse omfatter både nybygning og ombygning til heldagsklasser.

Med inspiration fra en række konkrete indretningsprojekter er der til brug for den teknisk-økonomiske konsekvensvurdering konstrueret to typeeksempler med hensyn til lokaleudformning i forbindelse med heldagsklasser: det ene til beskrivelse af en mulig udformning ved nybyggeri, det andet til beskrivelse af en mulig ombygningssituation.

De to typeeksempler dækker almindelige lokalestørrelser til undervisnings- og fritidsaktiviteter samt gangarealer, men ikke værkstedslokaler, fællesrum mv.

Den gennemførte teknisk-økonomiske konsekvensvurdering er således afgrænset til følgende situationer ved indretning af heldagsklasser:

- Heldagsklasser etableres ved nybyggeri med lydforhold efter dagens kravniveau. Lokaleudformning i henhold til typeeksempel for nybyggeri.
- Heldagsklasser etableres ved nybyggeri med lydforhold efter forslag til fremtidens kravniveau. Lokaleudformning i henhold til typeeksempel for nybyggeri.
- Heldagsklasser etableres ved ombygning med lydforhold efter dagens kravniveau. Lokaleudformning i henhold til typeeksempel for ombygning.
- Heldagsklasser etableres ved ombygning med lydforhold efter forslag til fremtidens kravniveau. Lokaleudformning i henhold til typeeksempel for ombygning.

3. **Lydbestemmelser**

Ved indretning af heldagsklasser, som f.eks. kan forekomme i heldagsskoler, forskoler, fødeskoler, indskolingshuse eller -afdelinger, ønskes undervisning og pasning af børn kombineret i fælles fysiske rammer.

Som udgangspunkt må der for heldagsløsninger, hvor de samme lokaler anvendes til undervisnings- og fritidsaktiviteter, gælde et kravniveau for lydbestemmelser svarende til opfyldelse af behovene ved den akustisk mest krævende aktivitet, som lokalerne tænkes anvendt til.

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

Alle former for klasserum, grupperum, multimedierum, fremlæggelsesrum mv. bør i denne forbindelse betragtes som undervisningsrum, og brug af åbenplanløsninger, hvor det i almindelighed ikke er muligt at opnå tilfredsstillende undervisningsforhold, bør også ved indretning af heldagsklasser undgås.

Vedrørende krav til efterklangstid giver især anvendelsen til fritidsaktiviteter behov for en kort efterklangstid.

Ved korte efterklangstider (kortere end 0,6 sekund) risikeres det dog, som følge af manglen på gavnlige refleksioner fra rummets overflader, at man nærmer sig den nedre grænse for at kunne gennemføre almindelig klasseundervisning uden at anstrenge stemmen. I de fleste tilfælde vil dette 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 bygningerne således, at der forefindes egentlige auditorier til tavleundervisning og fremlæggelser, mens resten af lokalerne er effektivt dæmpede til brug for projektarbejde og fritidsaktiviteter.

Angående brug af gangarealerne gælder, 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.

Som det fremhæves i [1], bør der, hvad enten heldagsklasser indrettes i forbindelse med nybyggeri eller ved ændret anvendelse af eksisterende byggeri, som en del af kommunens beslutningsgrundlag gennemføres en egentlig akustisk projektering. Herved sikres det, at kommunerne får fastlagt det kravniveau, som de ønsker, at lokalerne skal leve op til, og at lydforholdene kan være i orden fra det tidspunkt, lokalerne tages i brug.

3.1 Dagens kravniveau

De lydbestemmelser, der i henhold til Bygningsreglement 1995 [2] gælder for skoler og skolefritidsordninger (SFO), samt de lydbestemmelser, der heraf - med dagens kravniveau - må gælde for heldagsklasser med både undervisnings- og fritidsaktiviteter, er opstillet i Tabel 1.

Tabellen indeholder kun bestemmelser for almindelige klasserum, fællesgange og opholdsrum, jf. afgrænsningen i Afsnit 2.

| Lydbestemmelser | Skole | SFO | Heldags- klasse |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Luftlydisolation, R'_w | | | |
| Mellem undervisningsrum, horisontalt (gælder også folde- og mobilvægge, glaspartier mv.) | ≥ 48 dB | - | ≥ 48 dB |
| Mellem undervisningsrum, vertikalt | ≥ 51 dB | - | ≥ 51 dB |
| Dør mellem undervisningsrum | ≥ 37 dB | - | ≥ 37 dB |
| Mellem undervisningsrum og fællesgang (gælder også folde- og mobilvægge, glaspartier mv.) | ≥ 48 dB | - | ≥ 48 dB |
| Dør mellem undervisningsrum og fællesgang | ≥ 27 dB | - | ≥ 27 dB |
| Trinlydniveau, $L'_{n,w}$ | | | |
| I undervisningsrum | ≤ 63 dB | - | ≤ 63 dB |
| Efterklangstid, T | | | |
| Klasserum/opholdsrum | $\leq 0,9$ s ¹⁾ | $\leq 0,6$ s ²⁾ | $\leq 0,6$ s ²⁾ |
| Fællesgang (for SFO og heldagsklasse er det forudsat, at fællesgang – som det normalt vil være tilfældet – indgår som opholds- og legeareal) | $\leq 0,9$ s ³⁾ | $\leq 0,6$ s ²⁾ | $\leq 0,6$ s ²⁾ |
| Støjniveau, L_{Aeq} | | | |
| I undervisningsrum fra tekniske installationer | ≤ 35 dB | - | ≤ 35 dB |

1) Gennemsnitsværdi i frekvensområdet 125-2000 Hz. Afvigelser fra gennemsnitsværdien må ikke i noget frekvensinterval overstige 0,2 sekund.

2) Gennemsnitsværdi i frekvensområdet 125-2000 Hz.

3) Gennemsnitsværdi i frekvensområdet 500-3150 Hz.

Tabel 1

Lydbestemmelser (dagens kravniveau).

3.2 Forslag til fremtidens kravniveau

Forslag til fremtidens kravniveau for lydbestemmelser tager som nævnt i Afsnit 2 udgangspunkt i den tidligere udarbejdede rapport [1] og de forslag vedrørende lydbestemmelser, der her er givet som oplæg til senere kravfastsættelse.

| Lydbestemmelser | Skole | SFO | Heldags- klasse |
|--|--------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Luftlydisolation, R'_w | | | |
| Mellem undervisningsrum, horisontalt | ≥ 48 dB | – ¹⁾ | ≥ 48 dB |
| Mellem undervisningsrum, vertikalt | ≥ 51 dB | – ¹⁾ | ≥ 51 dB |
| Mellem undervisningsrum med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør, folde- og mobilvægge, glaspartier mv.) | ≥ 44 dB | – ¹⁾ | ≥ 44 dB |
| Mellem undervisningsrum og fællesgang | ≥ 48 dB | – ¹⁾ | ≥ 48 dB |
| Mellem undervisningsrum og fællesgang med dørforbindelse (samlet lydisolation for væg med dør, folde- og mobilvægge, glaspartier mv.) | ≥ 36 dB | – ¹⁾ | ≥ 36 dB |
| Trinlydniveau, $L'_{n,w}$ | | | |
| I undervisningsrum | ≤ 58 dB | – ¹⁾ | ≤ 58 dB |
| Efterklangstid, T | | | |
| Klasserum/opholdsrum | $\leq 0,6$ s ²⁾ | $\leq 0,4$ s ²⁾ | $\leq 0,4$ s ^{2) 3)} |
| Fællesgang (for SFO og heldagsklasse er det forudsat, at fællesgang – som det normalt vil være tilfældet – indgår som opholds- og legeareal) | $\leq 0,4-0,6$ s ²⁾ | $\leq 0,4$ s ²⁾ | $\leq 0,4$ s ²⁾ |
| Støjniveau, L_{Aeq} | | | |
| I undervisningsrum fra tekniske installationer og trafik | ≤ 30 dB | – | ≤ 30 dB |

¹⁾ Forslag til kravværdier for lydisolation i SFO er ikke fastlagt. Kravene til lydisolation antages dog at være lempeligere end eller svare til kravene i skoler.

²⁾ Bør i princippet overholdes for hver 1/1-oktavværdi i frekvensområdet 125-4000 Hz, evt. mulighed for mindre afvigelse ved 125 Hz.

³⁾ Hertil kommer krav om placering af reflekterende overflader for at sikre mulighed for almindelig klasseundervisning trods den lave efterklangstid.

Tabel 2

Lydbestemmelser (forslag til fremtidens kravniveau).

De i Tabel 2 opstillede lydbestemmelser må således kun ses som et eksempel på, hvordan lydkravene vil kunne udformes. Bestemmelserne gør det altså ikke ud for et endeligt forslag til fremtidige kravværdier i bygningsreglementet, men tjener alene det formål at danne grundlag for den ønskede konsekvensvurdering af, at lydforholdene tilpasses både undervisnings- og fritidsaktiviteter.

Tabellen indeholder – som for dagens kravniveau – kun bestemmelser for almindelige klasserum, fællesgange og opholdsrum.

Med hensyn til efterklangstid kan det tilføjes, at forhold omkring størrelse og anvendelse af visse lokaletyper kan berettige til afvigelser fra de anførte kravværdier. Således bør efterklangstiden for små undervisningslokaler som grupperum, multimedierum mv. svare til 0,4 sekund, mens efterklangstiden for store SFO-fælleslokaler kan øges til 0,5-0,6 sekund. For fællesgange, der ikke benyttes til ophold, leg, gruppearbejde mv., kan efterklangstiden øges til 1,0 sekund.

4. **Vurdering af de teknisk-økonomiske konsekvenser**

Konsekvenserne ved at indrette lokaler til heldagsklasser – med de deraf følgende krav til lydforhold – er vurderet for to udvalgte typeeksempler med hensyn til lokaleudformning.

Det ene beskriver en mulig udformning ved nybyggeri, det andet svarer til en mulig ombygningssituation.

For hvert af disse typeeksempler er der – efter henholdsvis dagens kravniveau og forslag til fremtidens kravniveau – givet eksempler på de lydteknisk nødvendige ændringer af konstruktioner og overflader ved indretning som heldagsklasser, og på dette grundlag er meromkostningerne i forhold til indretning af lokalerne alene til undervisningsbrug beregnet.

Det skal her fremhæves, at der ikke er foretaget en modregning med de forventeligt store besparelser, der vil være ved dobbeltanvendelse af lokaler som heldagsklasser frem for anvendelse af to separate sæt lokaler til skole og SFO. Ved bedømmelse af de fundne meromkostninger ved indretning efter lydbestemmelser for de mest krævende aktiviteter er dette vigtigt at have i erindring. Der er således som udgangspunkt tale om en besparelse i en hel anden størrelsesorden end de merudgifter, der her er beregnet.

4.1 **Valg af lokaleudformning**

De valgte lokaleudformninger er som tidligere nævnt konstruerede typeeksempler til brug for den teknisk-økonomiske konsekvensvurdering.

Begge eksempler omfatter et klasselokale/opholdsrum af almindelig størrelse og med et tilknyttet gangareal.

Der er således taget udgangspunkt i en traditionel lokaleopdeling og -placering ved et gangareal.

Vel vidende at mange nyindretninger – under indtryk af de nye krav til undervisningsformer og heraf nye indretningsformer, f.eks. med udvidet brug af fleksible rumdelinger, alternative udformninger af gangarealer, udnyttelse af fællesområder mv. – vil afvige væsentligt fra denne opdeling, vurderes denne model at være et realistisk grundlag for de ønskede sammenligninger.

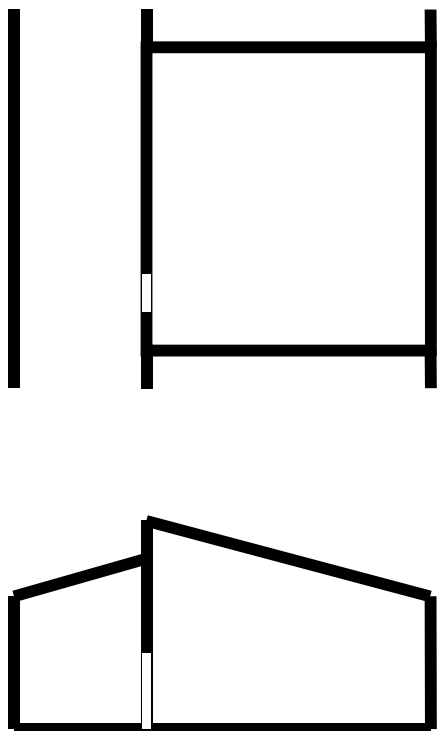
Beskrivelse af typeeksempel for nybyggeri

Figur 1 viser det valgte typeeksempel på lokaleudformning for nybyggeri. En lokaleudformning af denne type ville kunne forekomme f.eks. ved nybyggeri af et indskolingshus.

Det mellemstore klasselokale/opholdsrum er indrettet med et skrånende loft og med en stor loftshøjde, f.eks. af hensyn til dagslysprioritering, luftkvalitet og udnyttelse af naturlig ventilation. Det tilknyttede gangareal er tilsvarende udført med stor loftshøjde.

Med et gulvareal på $7,5 \text{ m} \times 8 \text{ m}$ svarende til ca. 60 m^2 og en gennemsnitsloftshøjde for det skrå loft på ca. $4,5 \text{ m}$ har klasselokalet et volumen på ca. 270 m^3 .

Gangen uden for klasselokalet har en bredde på $3,5 \text{ m}$ og en gennemsnitsloftshøjde på 4 m .



Figur 1

Typeeksempel for nybyggeri.

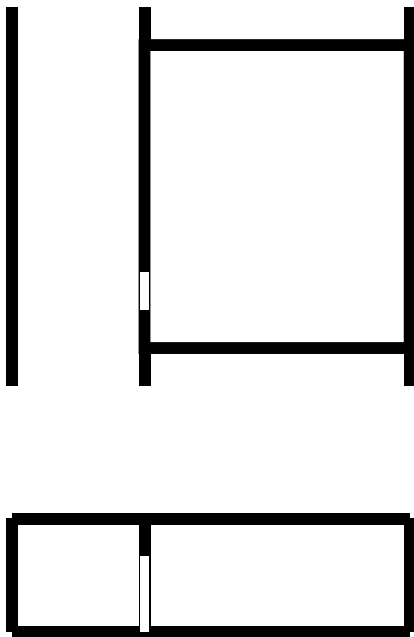
*Plan og snit af klasselokale og fællesgang
(ikke målfast skitse).*

Beskrivelse af typeeksempel for ombygning

Typeeksemplet for ombygning er vist på Figur 2. Der er her tale om en traditionel, forholdsvis lavloftet lokaleudformning, som typemæssigt forefindes i eksisterende skolebygninger.

Det mellemstore klasselokale med plant loft har målene 7 m × 8 m × 2,85 m, svarende til et gulvareal på ca. 56 m² og et volumen på ca. 160 m³.

Gangen uden for klasselokalet har en bredde på 3,5 m og samme loftshøjde som klasselokalet.



Figur 2
*Typeeksempel for ombygning.
Plan og snit af klasselokale og fællesgang
(ikke målfast skitse).*

4.2 Nybyggeri

Det har til brug for beregningerne været nødvendigt at forudsætte og vælge typer af bygningskonstruktioner og materialer samt – for absorbenter – kombinationer med hensyn til type og placering, der kun kan fremstå som eksempler på de utallige løsningsmuligheder, der vil være ved udformning af et heldagsklassebyggeri.

De fundne nødvendige absorbentarealer, som de er angivet i de følgende afsnit, gælder således absorbenter af forskellige udvalgte, men ikke i denne rapport dokumenterede, typer. De angivne absorbentarealer kan derfor ikke benyttes ved projektering.

Valg af absorbenter vil ud over en akustisk optimering ofte være bestemt af en række andre faktorer og forudsætninger, f.eks. med hensyn til æstetik, styrke, brand, de øvrige indeklima-parametre og økonomi. Disse parametre har det dog ikke været muligt at inddrage her.

Som udgangspunkt for de økonomiske konsekvensvurderinger er der regnet med anslåede håndværkerudgifter (arbejds løn plus materialer, excl. moms) for forskellige delarbejder; f.eks. er der for lydabsorbenter til vægmontage under ét regnet med en merpris i forhold til en overflade uden absorbent på kr. 500 pr. opsat kvadratmeter absorbent uanset type.

Til beregninger af den procentmæssige forøgelse af byggeomkostningerne er der forudsat en anslået samlet håndværkerudgift for et færdigt skolebyggeri på kr. 12.000 excl. moms pr. m² etageareal.

Nybyggeri efter dagens kravniveau

Nybyggeri af heldagsklasser efter dagens kravniveau, jf. lydbestemmelserne i Tabel 1, svarer bortset fra efterklangsbestemmelserne til nybyggeri af undervisningslokaler. De lydteknisk nødvendige ændringer ved indretning af heldagsklasser svarende til typeeksemplet i Figur 1 omfatter således kun efterklangsforholdene i klasselokale/opholdsrum og fællesgang.

Klasserummet i heldagsklassen skal udføres med en efterklangstid på 0,6 s, hvor et lokale indrettet alene til undervisningsbrug skal opfylde 0,9 s.

Denne reduktion af efterklangstiden af hensyn til fritidsaktiviteterne kommer nu også undervisningen til gode, idet den optimale efterklangstid for undervisningslokaler i dag netop anses for at være 0,6 s.

Som udgangspunkt er der regnet med, at to vægge udføres som lette pladebeklædte konstruktioner, mens der til de to andre benyttes tunge, massive konstruktioner. Loftet forsynes med et nedhængt akustikloft, og gulvet udføres med en hård gulvbelægning direkte på et tungt, massivt dæk.

I et højloftet lokale som det valgte vil det, selv ved indretning alene til undervisningsbrug efter dagens kravniveau, herudover være nødvendigt med ca. 15 m² vægabsorbent.

Med henblik på at opfylde dagens krav til heldagsklasser kan der i stedet for et almindeligt akustikloft benyttes et særligt effektivt akustikloft samt suppleres med ca. 25 m² af en effektiv lavfrekvensabsorbent på vægarealerne.

Da der ikke vil være markante forskelle på håndværkerpriser for forskellige typer af akustiklofter, bliver meromkostningerne ved indretning til heldagsklasse begrænset til omkostningerne ved opsætning af ca. 25 m² absorbent på væggene.

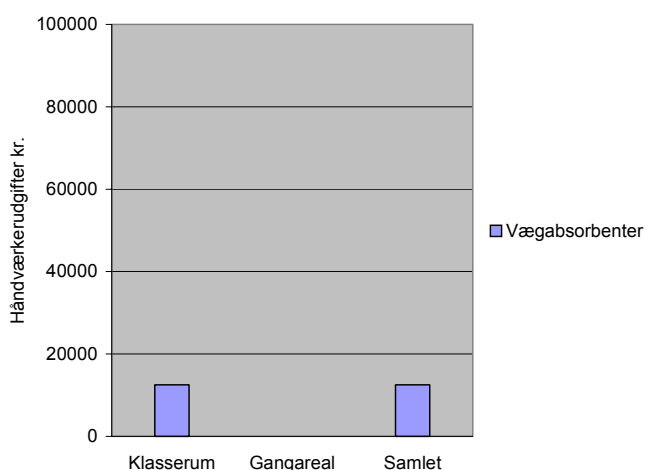
I gangarealet skal efterklangstiden, i konsekvens af at gangarealet forudsættes at indgå som opholds- og legeareal, være 0,6 s ved heldagsbrug, mens kravet til undervisningsbyggeri er 0.9 s. Herudover er der her tale om, at der også ændres i det frekvensområde, der stilles krav til.

Opføres gangarealet med massive vægge vil der ud over et akustikloft være behov for ca. 18 m² af en effektiv lavfrekvensabsorbent på vægarealerne for at opfylde kravene til heldagsbyggeri. Indrettes gangarealet derimod med lette pladebeklædte vægge, vil efterklangskravene for heldagsbrug kunne opfyldes alene med et nedhængt, effektivt akustikloft på hele loftsarealet. Af hensyn til fordelingen på rummets flader anbefales noget af absorptionsmaterialet dog anbragt på væggene. Opført som undervisningsbyggeri ville det i begge tilfælde kun være nødvendigt med et almindeligt akustikloft.

Med pladebeklædte vægkonstruktioner vil der derfor ikke nødvendigvis være nogen meromkostning forbundet med indretningen af gangarealerne til heldagsbrug, jf. de ovennævnte betragtninger om prisniveauet for akustiklofter.

Under de givne forudsætninger vurderes den samlede meromkostning ved nybyggeri af heldagsklasser efter dagens kravniveau således at ligge på ca. kr. 13.000 for typeeksemplets kombination af et klasselokale med tilhørende gangareal. Figur 3 viser (med henblik på sammenligning med de følgende figurer) fordelingen af de anslåede meromkostninger.

Typeeksemplets meromkostninger kan omregnes til en merudgift pr. etagemeter for nybyggeri på ca. kr. 145 pr. m² etageareal. Merudgifterne svarer til ca. 1% af den samlede anslåede håndværkerudgift ved nybyggeri af en skole.



Figur 3

Anslåede meromkostninger ved lydteknisk nødvendige ekstraforanstaltninger ved indretning af heldagsklasser efter dagens kravniveau. Typeeksempel for nybyggeri.

Nybyggeri efter forslag til fremtidens kravniveau

Nybyggeri af heldagsklasser efter forslaget til fremtidens kravniveau, som det er gengivet i Tabel 2, vil – som det er tilfældet med dagens kravniveau – i forhold til nybyggeri af undervisningslokaler efter fremtidens kravniveau kun adskille sig ved andre efterklangsbestemmelser. De lydteknisk nødvendige ændringer ved indretning af heldagsklasser svarende til typeeksemplet i Figur 1 omfatter således her også kun efterklangsforholdene i klasselokale/opholdsrum og fællesgang.

Det bør dog fremhæves, at én af konsekvenserne af at bygge efter de mulige kommende lydbestemmelser, hvad enten det drejer sig om heldagsklasser eller almindelige skolelokaler, er, at det bliver billigere at indbygge fleksible rumadskillelser. Reduktionen af kravniveauet for folde- og mobilvægge, glasvægge mv. til niveauet for en væg med dørforbindelse rummer således en række besparelsesmuligheder.

Efter forslag til fremtidens kravniveau vil der dog tilsvarende, dvs. uafhængigt af om der bygges til heldagsklasser eller til ren undervisning, kunne blive meromkostninger i forbindelse med opfyldelse af de skærpede krav til trinlydniveau, støj fra tekniske installationer og støj fra trafik.

Med hensyn til efterklangstid skal klasserummet i heldagsklassen efter fremtidens kravniveau udføres med en efterklangstid på 0,4 s, hvor et lokale indrettet alene til undervisningsbrug skal opfylde 0,6 s, idet der dog henvises til bemærkningerne i Tabel 2.

Denne reduktion af efterklangstiden af hensyn til fritidsaktiviteterne kan medføre problemer for nogle typer af klasseundervisning, idet den optimale efterklangstid for undervisningslokaler jf. tidligere anses for at være 0,6 s. Det kan således af hensyn til muligheden for klasseundervisning vise sig nødvendigt at fremme lydudbredelsen i lokalet ved at etablere reflekterende flader, der kan bidrage med gavnlige refleksioner.

Mulige foranstaltninger kunne være opsætning af en reflektor over tavlen eller – eventuelt mobile – reflekterende skærme omkring tavlevæggen. Omkostningerne til en reflektor vurderes at være af størrelsesordenen kr. 15.000.

En anden mulighed er i stedet for en del af de fast monterede vægabsorbenter at anvende absorbenter, der muliggør variabel akustik i klasserummet/opholdsrummet. Det kunne herved delvist gøres muligt at veksle mellem den for undervisningsrum optimale efterklangstid og den ønskede efterklangstid for fritidssituationen. Hertil kunne anvendes flytbare absorberende (kontor)skærmvægge eller vægabsorbenter, der kan ændres, trækkes til side eller overdækkes afhængigt af anvendelsessituationen for rummet. Det mest enkle eksempel herpå er et gardin, der enten kan være trukket til side eller være trukket ud som en større absorberende flade foran en væg.

Som udgangspunkt for vurderingen af konsekvenserne for nybyggeri efter forslaget til fremtidens kravniveau er der her regnet med, at et klasserum til undervisningsbrug skal opbygges som ovenfor beskrevet for heldagsklasser efter dagens kravniveau. Det vil sige med to vægge, der udføres som lette, pladebeklædte konstruktioner, mens der til de to andre benyttes tunge, massive konstruktioner. Til loftet benyttes et nedhængt, effektivt akustikloft, og gulvet udføres med en hård gulvbelægning direkte på et tungt, massivt dæk. Herudover skal der totalt være ca. 40 m² vægabsorbent af typer, der optimeres til det enkelte rum. Herved kan opnås en efterklangstid på omkring 0,6 s.

Skal typeeksemplets højloftede lokale udføres med en efterklangstid på omkring 0,4 s til heldagsklasse, vil det herudover være nødvendigt med yderligere ca. 45 m² vægabsorbent. Dette vil svare til, at ca. 60% af vægarealerne skal være forsynet med en absorberende overflade, der er optimeret til den aktuelle anvendelse.

Endelig vil det af hensyn til absorptionen i den lave del af frekvensområdet sandsynligvis også være nødvendigt at udføre gulvet som en strøpbygning med et hulrum under gulvbelægningen. Merprisen på denne gulvopbygning anslås til ca. kr. 200 pr. m².

Meromkostningerne ved indretning til heldagsklasse vurderes således at omfatte omkostningerne ved opsætning af ca. 45 m² absorbent på væggene samt omkostningerne ved en ændret gulvopbygning. Hertil kommer omkostninger til en eventuel reflektor.

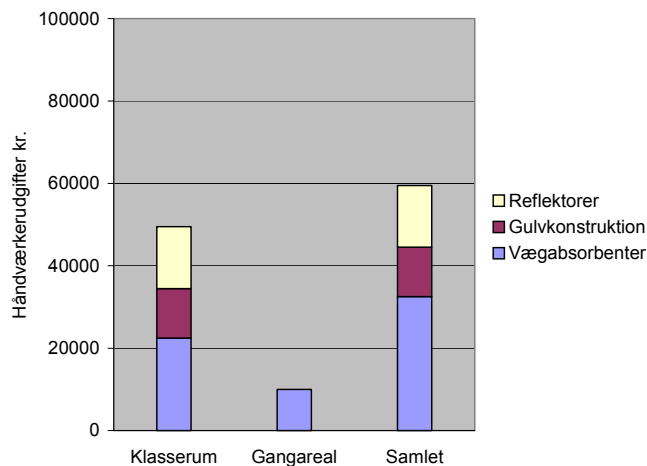
For fællesgange, der forudsættes at skulle benyttes til ophold, leg og gruppearbejde, skal efterklangstiden være 0,4 s ved heldagsbrug, mens kravet til undervisningsbyggeri er 0,4-0,6 s.

Indrettes gangarealet med lette pladebeklædte vægge og et gulv opbygget med en hård gulvbelægning direkte på et tungt, massivt dæk, vil efterklangskravene for undervisningsbyggeri kunne opfyldes med et nedhængt, effektivt akustikloft på hele loftsarealet suppleret med ca. 20 m² vægabsorbent.

I heldagsklassebyggeri skal der yderligere bruges ca. 20 m² af en effektiv lavfrekvensabsorbent på vægarealerne. I gangarealerne kan gulvopbygningen dog stadig være uden strøer.

Under de givne forudsætninger vurderes den samlede meromkostning til kortere efterklangstider og særlige foranstaltninger af hensyn til klasseundervisning at udgøre ca. kr. 60.000 for typeeksemplets kombination af et klasselokale med tilhørende gangareal, opført som heldagsklasse ved nybyggeri efter forslag til fremtidens kravniveau. Fordelingen af de anslåede meromkostninger er vist på Figur 4.

Typeeksemplets meromkostninger kan omregnes til en merudgift på ca. kr. 680 pr. m² etageareal. Merudgifterne svarer til ca. 6% af den samlede anslåede håndværkerudgift ved nybyggeri af en skole.



Figur 4
Anslåede meromkostninger ved lydteknisk nødvendige ekstraforanstaltninger ved indretning af heldagsklasser efter forslag til fremtidens kravniveau. Typeeksempel for nybyggeri.

4.3 Ombygning

Hvor det for få år siden som følge af lavere elevtal og deraf mindre behov for klasserum var udbredt at foretage ombygning af skolelokaler, så disse i stedet kunne bruges til en skolefritidsordning i skolens bygninger, er der aktuelt mere interesse for ombygninger, der kan tilvejebringe mulighed for at benytte de samme lokaler til både undervisning og fritidsaktiviteter.

Generelt vil udgangspunktet for en sådan ombygning være meget forskelligt, blandt andet afhængigt af skolens alder, og om det er en etageskole eller en etplansskole. Herudover vil der meget ofte i forbindelse med en ombygning kunne foretages mere eller mindre omfattende justeringer af lokaleopdelinger, jf. mulighederne for at etablere fleksible lokaleindretninger, samt mindre tilbygninger, der kan forbedre lokaleforholdene. Væsentlige om- og tilbygninger regnes derimod i denne forbindelse som nybyggeri.

Ombygninger vil i mange tilfælde også blive kombineret med almindelig vedligeholdelse, herunder nødvendig fornyelse af overflader og overfladebehandling.

Der er med det valgte typeeksempel taget udgangspunkt i en ældre, evt. fleretages skolebygning, hvor der uden ændring af lokal størrelse og -opdeling ønskes etableret mulighed for at anvende lokalerne som heldagsklasser til både skole og SFO.

I overensstemmelse hermed er der til brug for beregningerne forudsat og valgt typer af bygningskonstruktioner og materialer, som vil kunne forekomme i denne type eksisterende skole-

bygninger. Der er taget udgangspunkt i, at bygningen opfylder dagens lydbestemmelser til undervisningsbyggeri.

Som ved nybyggeri vil der også ved ombygning være utallige løsningsmuligheder, f.eks. ved valg af absorbenters type, kombination og placering, og de valgte løsninger kan kun gøre det ud for mulige eksempler. Disse valg vil selvfølgelig også ved ombygning skulle underkastes en vurdering med hensyn til en række andre faktorer. De angivne nødvendige arealer med absorbenter vil ikke kunne anvendes som erstatning for egentlig projektering.

Udgangspunktet for de økonomiske konsekvensvurderinger for ombygning er som for nybyggeri anslåede håndværkerudgifter (arbejds løn plus materialer, excl. moms) for opsætning af lydabsorbenter. Der er regnet med en anslået pris på kr. 500 pr. opsat kvadratmeter loftabsorbent uanset type og kr. 700 pr. opsat kvadratmeter vægabsorbent. I disse priser er der indregnet, at der kan være tale om både relativt små arealer og ombygning af blot et enkelt rum, hvilket for begge forhold øger lønudgiften pr. kvadratmeter.

Til beregninger af den procentmæssige forøgelse af ombygningsomkostningerne er der forudsat en anslået gennemsnitlig håndværkerudgift for en mindre ombygning/renovering af skolebyggeri på kr. 6.000 excl. moms pr. m² etageareal, omfattende f.eks. reparation af gulve og øvrige indvendige bygningsoverflader samt mindre ændringer med hensyn til døre og skillevægge.

Ombygning efter dagens kravniveau

Ved ombygning til heldagsklassebrug efter dagens kravniveau, jf. lydbestemmelserne i Tabel 1, er det kun efterklangsbestemmelserne, der afviger fra bestemmelserne for undervisningslokaler. De lydteknisk nødvendige ændringer ved ombygning til heldagsklasser svarende til typeeksemplet i Figur 2 omfatter således kun efterklangsforholdene i klasselokale/opholdsrum og fællesgang.

Klasserummet skal ved ombygning til heldagsklasse bringes til at opfylde en efterklangstid på 0,6 s, hvor det som udgangspunkt er forudsat at have en efterklangstid på 0,9 s.

Det eksisterende klasselokale er forudsat udført med tunge, massive vægge og en let vinduesfacade. Loftet er forsynet med et nedhængt akustikloft på ca. 70% af loftsarealet, og gulvet er udført med en hård gulvbelægning direkte på et tungt, massivt dæk.

Med henblik på at opfylde dagens krav til heldagsklasser vil der være behov for at supplere med opsætning af ca. 20 m² af en effektiv vægabsorbent.

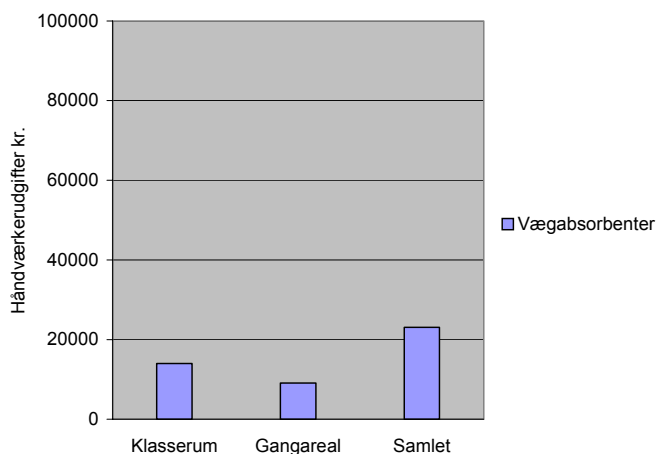
Også i gangarealet skal efterklangstiden efter ombygning til heldagsbrug til ophold og leg være 0,6 s, mens fællesgangen som udgangspunkt kun opfylder det gældende krav til undervisningsbyggeri på 0,9 s, endda i et anderledes afgrænset frekvensområde.

Gangarealet er forudsat at være udført med massive vægge, et nedhængt akustikloft på ca. 70% af loftsarealet og en hård gulvbelægning direkte på et tungt, massivt dæk.

For at opfylde kravene til heldagsbyggeri skal der ved ombygningen suppleres med ca. 13 m² vægabsorbent optimeret til den aktuelle anvendelse.

Under de givne forudsætninger vurderes den samlede meromkostning ved ombygning til heldagsklasser efter dagens kravniveau således at kunne blive ca. kr. 23.000 for typeeksemplets kombination af et klasselokale med tilhørende gangareal, jf. Figur 5.

Omregnes typeeksemplets meromkostninger til en pris pr. etagemeter, bliver merudgiften på ca. kr. 275 pr. m² etageareal, svarende til ca. 5% af den samlede anslåede gennemsnitlige håndværkerudgift ved ombygninger.



Figur 5
Anslåede meromkostninger ved lydteknisk nødvendige foranstaltninger ved ombygning til heldagsklasser efter dagens kravniveau. Typeeksempel for ombygning.

Ombygning efter forslag til fremtidens kravniveau

Vedrørende ombygning til heldagsklassebrug efter forslaget til fremtidens kravniveau, som det er gengivet i Tabel 2, vurderes det, at den ændrede anvendelse fra undervisningslokale til heldagsklasse vil kunne udløse krav om opfyldelse af samtlige lydbestemmelser, som de er foreslået for heldagsklasser.

Det betyder, at der ved ombygningen skal tages hensyn til både de lydbestemmelser, der kan henføres til den supplerende anvendelse af lokalerne til fritidsaktiviteter, dvs. efterklangsfor-

holdene, og – for at imødekomme de generelt skærpede krav til undervisningslokaler og følgende til heldagsklasser – de lydbestemmelser, der omfatter reduktion af trinlydniveau, reduktion af støjniveau fra installationer og evt. opfyldelse af krav til trafikstøjniveau.

I de følgende beregninger er det dog forudsat, at meromkostningerne i forbindelse med de sidstnævnte forhold kan betragtes som ubetydelige.

Dette vil f.eks. være tilfældet, hvis der ved ombygningen alligevel skal lægges et nyt gulv, der med små justeringer kan bringes til at opfylde det nye kravniveau for trinlyd, samtidigt med at der ved ombygningen skal installeres et mekanisk ventilationsanlæg, der med små ændringer i specifikationerne kan bringes til at opfylde det skærpede krav til installationsstøj, og at lokalerne ikke er belastet af trafikstøj.

Væsentlige meromkostninger vil derimod kunne forventes i forbindelse med, at opfyldelse af trinlydniveauet kræver en helt ny gulvopbygning, at efterlevelse af kravet til installationsstøj nødvendiggør indbygning af supplerende kanallyddæmpere i et eksisterende ventilationsanlæg, og at en stærkt trafikeret vej- eller jernbanestrækning fører til krav om nye lydisolerede vinduer.

Med den ovenfor valgte forudsætning, hvor der kan ses bort fra meromkostninger vedrørende trinlyd, installationsstøj og trafikstøj, kommer vurderingen af meromkostningerne ved de lydteknisk nødvendige ændringer ved ombygning til heldagsklasser svarende til typeeksemplet i Figur 2 således kun til at omfatte opfyldelse af forslagene til fremtidige efterklangsforhold i klasselokale/opholdsrum og fællesgang.

Klasserummet skal ved ombygning til heldagsklasse bringes til at opfylde en efterklangstid på 0,4 s. Udgangspunktet er, at klasserummet opfylder dagens lydbestemmelser svarende til en efterklangstid på 0,9 s.

Det eksisterende klasselokale er som ovenfor forudsat at være udført med tunge, massive vægge og en let vinduesfacade. Loftet er forsynet med et nedhængt akustikloft på ca. 70% af loftsarealet, og gulvet er udført med en hård gulvbelægning direkte på et tungt, massivt dæk.

For at kunne opfylde den foreslåede korte efterklangstid på 0,4 s for heldagsklasser vil der være behov for både at supplere og delvist erstatte det eksisterende akustikloft med ca. 30 m² nedhængt, effektivt akustikloft og at opsætte ca. 35 m² optimerede vægabsorbenter af forskellige typer fordelt på rummets vægge.

Af hensyn til muligheden for klasseundervisning skal lydudbredelsen i lokalet sikres med gavnlige refleksioner fra overflader i nærheden af underviseren. Dette kunne komme fra den nærmeste del af loftet, f.eks. fra den eksisterende loftsplade, hvoraf en del netop bevares, eller fra en opsat reflektor over tavlen. Herudover kunne mobile reflekterende skærme, evt. udformet som tavler, anvendes.

Muligheden for etablering af variabel akustik, som omtalt i Afsnit 4.2, er også til stede i forbindelse med ombygning.

Meromkostningen ved ombygning af et klasselokale med henblik på at opfylde forslaget til fremtidens kravniveau for efterklangstid omfatter således udgifter til akustikloft og vægabsorbenter samt eventuelle udgifter til en reflekterende flade over tavlen.

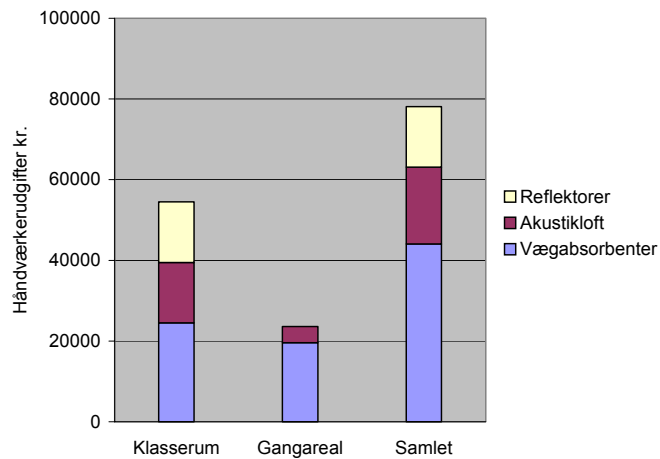
Som for nybyggeri skal det her fremhæves, at en af konsekvenserne ved at bygge om efter de mulige kommende lydbestemmelser, hvad enten det drejer sig om heldagsklasser eller almindelige skolelokaler, vil være, at det bliver billigere at indbygge fleksible rumadskillelser. Indbygning af en mobilvæg i stedet for en fast skillevæg vil selv ved ombygning således normalt kræve opfyldelse af den aktuelle lydbestemmelse for luftlydisolation. Reduktionen af kravniveauet for folde- og mobilvægge, glasvægge mv. til niveauet for en væg med dørforbindelse kan således gøre det muligt at vælge en billigere mobilvægstype.

For fællesgange, der forudsættes at skulle benyttes til ophold, leg og gruppearbejde, skal efterklangstiden være 0,4 s ved ombygning til heldagsbrug, mens fællesgangen som udgangspunkt kun forventes at opfylde det gældende krav til undervisningsbyggeri på 0,9 s, endda i et begrænset frekvensområde.

Gangarealet er også her forudsat at være udført med massive vægge, et nedhængt akustikloft på ca. 70% af loftsarealet og en hård gulvbelægning direkte på et tungt, massivt dæk.

For at opfylde kravene til heldagsbyggeri skal der ved ombygningen suppleres med ca. 8 m² nedhængt akustikloft af en effektiv type, således at hele loftsarealet er dækket af et akustikloft. Herudover skal der opsættes ca. 28 m² vægabsorbent optimeret til den aktuelle anvendelse.

Den samlede meromkostning ved ombygning til heldagsklasser efter forslag til fremtidens kravniveau vurderes at udgøre ca. kr. 78.000 for typeeksemplets kombination af et klasselokale med tilhørende gangareal. Figur 6 viser fordelingen af de anslåede meromkostninger.



Figur 6

Anslåede meromkostninger ved lydteknisk nødvendige foranstaltninger ved ombygning til heldagsklasser efter forslag til fremtidens kravniveau. Typeeksempel for ombygning.

Med typeeksemplets gulvareal bliver merudgiften på ca. kr. 930 pr. m² etageareal. Dette svarer til ca. 16% af den samlede anslåede håndværkerudgift pr. etagemeter ved mindre ombygninger.

5. **Vurdering med hensyn til indretning og brugerforhold**

Konsekvenserne ved tilpasning af lydforholdene til både undervisnings- og fritidsaktiviteter vil for brugerne først og fremmest være, at lokalerne bliver en brugbar ramme om dels undervisningen og dels fritiden.

Undervisningssituationen stiller primært krav til afskærmning mod støj fra omgivelser mv. og til lokalernes efterklangforhold for at sikre lærerens mulighed for at undervise med færrest mulige gener og elevernes vilkår for indlæring, herunder mulighed for at tilegne sig færdigheder uden at skulle anstrenge sig for at høre.

I fritidssituationen er det primære krav derimod at have en kort, dagligstueagtig efterklangstid, der sikrer, at støjen fra børnenes aktiviteter, leg og tale dæmpes mest muligt.

De i Afsnit 3.1 opstillede lydbestemmelser for heldagsskoler efter dagens kravniveau forventes at kunne sikre noget nær optimale forhold med hensyn til undervisning, herunder specielt undervisning i henhold til de nye fleksible undervisningsformer, hvor klasseundervisning, gruppeundervisning, projektarbejde og individuel undervisning skal kunne rummes i de samme lokaler.

Til gengæld opnås der ikke med disse lydbestemmelser ideelle forhold med hensyn til efterklangstiden i fritidssituationen, hvor yderligere absorberende materialer i lokalerne må forventes at kunne medvirke til at sænke støjniveauet, der dog, jf. redegørelsen herfor i [1], primært er bestemt af en lang række af andre parametre. En positiv effekt for fritidssituationen ligger i, at fællesgangen i forbindelse med heldagsklasser indgår som opholds- og legeareal med efterklangforhold på lige fod med klasserummet. Dette er i fuld overensstemmelse med, at arealet i indskolingshuse og heldagsskoler uden for undervisningstiden udnyttes optimalt – der er børn alle vegne.

Med de i Afsnit 3.2 opstillede forslag til fremtidige lydbestemmelser tages der fuldt højde for ønsket om kort efterklangstid i fritidssituationen. Til gengæld vil der afhængigt af lokaleudformning og -størrelse i forbindelse med undervisning i et vist omfang være behov for placering af, eventuelt særlige, reflekterende overflader for at sikre mulighed for almindelig klasseundervisning. Dette kan således i nogen grad nedsætte fleksibiliteten med hensyn til undervisningsformer og møblering af lokalerne. Ved nybygning af indskolingshuse mv. er der dog mulighed for at indrette specielle auditorier med optimerede lydforhold for undervisning af en eller to klasser, fremlæggelser mv.

Som nævnt tidligere er der i den teknisk-økonomiske konsekvensvurdering taget udgangspunkt i en traditionel lokaleopdeling og -placering. Flere nyindretninger ses dog at afvige væsentligt fra denne form.

Dette vil også fremover kunne forventes ved nybyggeri af skoler med indskolingsafdeling til heldagsbrug, ved nybygning af indskolingshuse, ved tilbygninger til eksisterende skoler og ved gennemgribende ombygninger.

Store arealer kan f.eks. være indrettet til fællesrum, der hen over dagen kan benyttes til flere forskellige funktioner, f.eks. undervisning, madlavning, optræden, bibliotek, medieværksted og leg. Andre arealer kan fremtræde som gennemgangsrum, men benyttes i hverdagen til gruppearbejde eller leg. Endelig kan klasselokaler være tænkt og indrettet som sådanne, men i virkeligheden også indgå i de arealer, som SFO'en råder over uden for den egentlige undervisningstid. For alle disse rum er det lige så vigtigt, at lydkravene til heldagsklasser opfyldes, som det er for de mere traditionelt definerede og anvendte lokaler til undervisning og fritid.

Generelt vil den rigtige akustiske indretning af lokalerne i heldagsskoler for både børn og voksne udgøre en betydelig del af grundlaget for den ønskede fleksible anvendelse af bygningsarealer samt kunne medvirke til opfyldelse af visionerne om, at børnene kan opholde sig i de samme og trygge omgivelser hele dagen ved indretning af heldagsskoler med fælles fysiske rammer for undervisning og fritid.

6. **Vurdering med hensyn til absorberntyper og brugerforhold**

Som det fremgår af Afsnit 4 omfatter de lydteknisk nødvendige foranstaltninger ved indretning af heldagsklasser stort set alle supplerende absorptionsmaterialer og herunder specielt absorbernter til placering på vægarealer. Hvor akustiklofter må anses for en helt almindeligt anvendt bygningsdel, er det straks anderledes med vægabsorbernter.

Vægabsorbernter er ønskelige – og i heldagsklasser nødvendige – fordi de sidder de rigtige steder i forhold til støjklenderne i lokalet, fordi de sidder på lodrette flader (bedre fordeling), og fordi anvendelse af loftsarealet alene ikke altid er tilstrækkeligt til at kunne opfylde kravene til korte efterklangstider.

Valg af typer af vægabsorbernter har dog stor betydning for lokalets brugere. Af eksempler på vægabsorbernter kan nævnes overfladebehandlede mineraluldsplader eller træbetonplader, perforerede metalplader, spaltepaneler af træ, eller perforerede og slidsede gipsplader; alle foran en porøsitetsabsorbernt, f.eks. mineraluld. Nogle typer vil ikke fysisk kunne leve op til en placering inden for nåhøjde og således hurtigt blive ødelagt. Andre typer vil være ubehagelige at berøre. For alle vægabsorbernter vil det være nødvendigt at fastlægge konkrete rengøringsprocedurer og intervaller for at forhindre opbygning af støvdepoter. Endelig skal vægabsorbernterne kunne honorere de øvrige indeklimakrav og brandkravene til beklædninger i bygninger.

Udbuddet af produkter der kan honorere disse krav vurderes fortsat at være begrænset, og der ses derfor, som nævnt i [1], et behov for udvikling af vægabsorbernter, der har gode lyd-mæssige egenskaber, samtidigt med at de kan opfylde de øvrige funktionskrav.

I Afsnit 4 omtales mulighederne for at benytte variabel akustik, dvs. absorbernter, der kan til-dækkes eller flyttes, når de ikke skal bidrage til lokalets efterklangsforhold. Det er i forbindelse med variabel akustik meget vigtigt, at der udvikles og vælges løsninger, der vil kunne anvendes dagligt som en naturlig del af overgangen mellem undervisning og fritid, og som vil være lette at håndtere og forstå betydningen af for lokalets brugere. I modsat fald vil sådanne løsninger gro fast i en bestemt, og ikke nødvendigvis hensigtsmæssig, placering. Absorbernde skærmvægge skal i øvrigt opfylde tilsvarende funktionskrav som vægabsorbernter, herunder krav vedrørende vedligeholdelse af absorbernternes overflader.

7. Konklusion

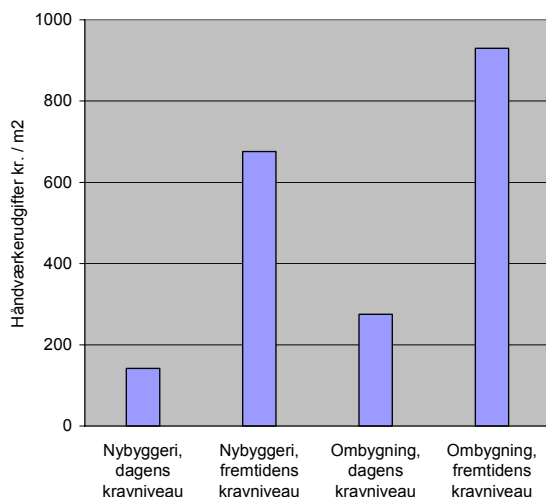
Der er gennemført en vurdering af konsekvenserne af, at lydforholdene tilpasses både undervisnings- og fritidsaktiviteter ved indretning af heldagsklasser.

Lydbestemmelserne for heldagsklasser efter dagens kravniveau og efter forslag til fremtidens kravniveau er opstillet, og i denne forbindelse er betydningen af at gennemføre en egentlig akustisk projektering med udgangspunkt i det ønskede kravniveau fremhævet.

Den teknisk-økonomiske konsekvensvurdering har omfattet to typeeksempler med hensyn til lokaleudformning ved indretning af heldagsklasser ved henholdsvis nybyggeri og ombygning.

Analysen viser, at merudgifterne ved indretning af heldagsklasser efter lydbestemmelser svarende til dagens kravniveau er begrænsede, mens indretning af lokaler til heldagsklasser med lydbestemmelser efter forslag til fremtidens kravniveau giver en noget større merudgift. Det skal dog fremhæves, at det ved analysen er valgt ikke at foretage en modregning med de forventeligt væsentlige besparelser, der opnås ved dobbeltanvendelse af lokaler.

I Figur 7 er de beregnede merudgifter pr. etagemeter for de to typeeksempler vist. Disse merudgifter hidrører alene fra, at kravene til efterklangsforhold i heldagsklasser afviger fra kravene i undervisningslokaler.



Figur 7

Merudgifter pr. etagemeter ved indretning af heldagsklasser i forhold til indretning alene til undervisning. Beregnet ud fra anslåede meromkostninger ved lydeknisk nødvendige ekstraforanstaltninger for to typeeksempler.

Ved ny- og tilbygning af indskolingshuse mv. til heldagsbrug kan der – i forhold til de her valgte typeeksempler – forventes nye og anderledes indretningsformer og rumopdelinger, hvor det, når de akustiske løsninger tænkes med fra starten, næppe vil være muligt at udskille meromkostningerne i forhold til traditionelle undervisningslokaler.

Vurderingen med hensyn til indretning og brugerforhold peger på, at konsekvensen for brugerne først og fremmest vil være, at lokalerne bliver en brugbar ramme om både undervisning og fritid, og at den rigtige akustiske indretning generelt for både børn og voksne vil være en betydelig del af grundlaget for den ønskede fleksible anvendelse af bygningens arealer ved indretning af heldagsklasser.

Opfyldelse af de akustiske krav har som konsekvens, at der i høj grad må anvendes lydabsorbenter på vægarealerne. Det vurderes, at dette stiller store krav til valg og udvikling af absorberbenttyper, der ud over de akustiske egenskaber kan honorere bruger- og myndighedskrav med hensyn til f.eks. indeklima, rengøring, holdbarhed og brand.

8. Referencer

Litteratur

- [1] ”Lydforhold i undervisnings- og daginstitutionsbyggeri”, By- og Boligministeriet, 1999. Udarbejdet af Dan Hoffmeyer, DELTA Akustik & Vibration.
- [2] Bygningsreglement 1995, Bygge- og Boligstyrelsen, 1995 (BR-95).

Kontakter

Konkrete indretningsprojekter har været drøftet med:

J. Christensen, NIRAS A/S, Århus

C. Møller Petersen, Acoustica – Carl Bro as, Glostrup