

De Essex Study

// Optimale akoestiek in klaslokalen – voor iedereen



Voorwoord //



Dit rapport is een zeer welkome en belangrijke aanvulling op de literatuur die handelt over de behoefte aan goed akoestisch ontwerp van scholen. Het geeft sluitend bewijs over de gunstige effecten van het verbeteren van de akoestische omgeving in klaslokalen.

Problemen die veroorzaakt worden door lawaai en slecht akoestisch ontwerp van onderwijsgebouwen worden al meer dan 100 jaar onderkend. Wanneer de geluidsniveaus te hoog zijn of ruimtes te veel galmen, hebben studenten moeite met het verstaan en begrijpen van de docent. Docenten hebben moeite om zich verstaanbaar te maken en hebben vaak te maken met stemproblemen als gevolg van het constant verheffen van de stem. Ondanks de introductie van verschillende richtlijnen, bedoeld om verzekerd te zijn van goede omstandigheden voor zowel luisteren als spreken in scholen, worden er nog steeds scholen gebouwd die akoestisch gezien ongeschikt zijn. Hoge geluidsniveaus en teveel galm veroorzaken moeilijkheden voor zowel studenten als docenten.

Er is de laatste 50 jaar heel veel onderzoek gedaan. Die onderzoeken tonen aan dat lawaai op school – zowel van buiten de school zoals verkeerslawaai of vliegverkeer als van binnen de school zoals gepraat in klaslokalen – een negatief effect

heeft op het leren en de prestaties van leerlingen. Het veroorzaakt ook problemen met betrekking tot horen, spreken en begrijpen in het klaslokaal. Het is ook bekend dat leerlingen met extra behoeftes, zoals kinderen met een gehoorbeperking, extra kwetsbaar zijn voor de gevolgen van lawaai. Er is echter veel minder onderzoek gedaan naar een ander belangrijk geluidsaspect: de gevolgen van verschillende nagalmtijden in klaslokalen. De Essex Study die hieronder wordt beschreven is het meest uitgebreide en systematische onderzoek dat kijkt naar de impact van het terugbrengen van de nagalmtijd in een klas waarin gewerkt wordt. Door het aanbrengen van diverse akoestische maatregelen in drie gelijkwaardige klaslokalen werd het mogelijk om de ware gevolgen van verschillende akoestische omstandigheden in lokalen te onderzoeken. De drie lokalen, plus een onbehandeld referentielokaal, werden zowel objectief als subjectief beoordeeld. Door akoestische metingen én de bevindingen van studenten en docenten in kaart te brengen.

De resultaten laten duidelijk zien dat alle betrokkenen voordeel hebben van het verbeteren van de akoestische omgeving.

Vervolg op volgende pagina »

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

De Essex Study // Optimale akoestiek in klaslokalen - voor iedereen

Voorwoord //



Allereerst roemen wij Essex County Council, omdat dat ze het belang inzag van een dergelijk onderzoek naar geluid in de klas en de visie om dit te combineren met de renovatie van de Sweyne Park School.

De andere initiatoren van het onderzoek – The National Deaf Children's Society, de Federation of Property Societies en Ecophon – verdienen ook erkenning voor hun bijdrage aan een dergelijk waardevol en nuttig project.

Dit belangrijke project werd mogelijk door het onvermoeibare werk van David Canning, die het het onderzoek vorm heeft gegeven en die rigoureus te werk is gegaan met het meetprogramma, de questionnaires en de analyse, door de inspanningen van Adrian James om dit uitstekende rapport te kunnen produceren en tenslotte, erg belangrijk, de bijdrage van het personeel en de leerlingen van Sweyne Park School.

Tegenwoordig is er vaker sprake van renovatie van bestaande gebouwen dan van nieuwbouw van scholen. Bovendien worden ook andere gebouwtypes omgezet naar een schoolfunctie om zo accommodaties te creëren voor 'gratis scholen'.

De publicatie van dit onderzoek is dan ook zeer goed getimed en toepasselijk. Dit rapport is belangrijk voor veel mensen die zich bezig houden met het ontwerpen van, werken of leren op een school inclusief akoestisch adviseurs en onderzoekers, architecten, docenten en leerlingen. Het laat de verbeteringen zien die mogelijk zijn door het aanbrengen van de juiste akoestische maatregelen voor een efficiënte en duurzame oplossing van het probleem van slechte akoestiek in klaslokalen.

Het is te hopen dat de resultaten van dit onderzoek gebruikt worden om het akoestische ontwerp van nieuwe en bestaande scholen te beïnvloeden zodat iedere school in de toekomst een akoestische omgeving heeft die het lesgeven en leren positief beïnvloedt, in plaats van hindert.

Bridget Shield

Professor of Acoustics, London South Bank University

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Achtergrond //



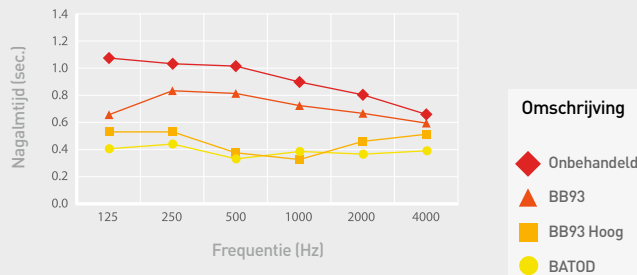
In onderwijs draait alles om communicatie tussen docenten en leerlingen. De meeste communicatie vindt plaats door middel van spraak, zowel bij traditioneel – docent voor de klas – als bij groepsgericht onderwijs. Eerder onderzoek laat zien dat de prestaties van leerlingen lijden onder klaslokalen waar gecommuniceerd wordt bij hoge geluidsniveaus en een slechte akoestiek. Het is ook bekend dat kinderen met gehoorapparaten en Cochlear implantaten gevoeliger zijn voor een slechte akoestiek dan de meeste andere kinderen.

In Building Bulletin 93 (UK) 'Acoustic Design of Schools' worden minimale eisen gesteld aan het akoestische ontwerp voor reguliere klaslokalen in het primair en voortgezet onderwijs. Er worden strengere eisen gesteld aan klaslokalen die specifiek ontworpen zijn voor kinderen met een gehoorbeperking. Dit zijn echter allemaal vooral nét acceptabele minimum-eisen dan uitgangspunten voor een optimaal klaslokaal. Essex County Council (ECC), de Federation of Property Services (FPS) en de National Deaf Children's Society hebben gezamenlijk een onderzoeksproject opgestart waarbij het effect van akoestiek in klaslokalen wordt onderzocht. Hierbij wordt, meer specifiek, gekeken naar het terugbrengen van de nagalmtijd van de 'standaard-eisen' volgens BB93 naar eisen voor kinderen met een gehoorbeperking.

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

Methodologie //



// Gemeten nagalmtijd in Ruimte A (Ma2)

Het experimentele onderzoek duurde zes maanden en is uitgevoerd in vier gelijkwaardige klaslokalen in de wiskundevleugel van Swayne Park School. Swayne Park is een scholengemeenschap met veel aandacht en hulpmiddelen voor leerlingen met gehoorproblemen, die ook les krijgen in reguliere klaslokalen. Drie van de lokalen werden aangepast om te voldoen aan de drie verschillende akoestische eisen zoals die worden genoemd in BB 93. De vierde ruimte was de referentieruimte en werd dus in het geheel niet aangepast.

Voor zover mogelijk werd alleen de ruimte-akoestiek veranderd. De veranderingen werden doorgevoerd in het weekend zonder dat de leerlingen en docenten het wisten. Elke verandering bleef minimaal vier weken intact. De nagalmtijden in de vier ruimtes waren als volgt:

- **'Onbehandeld'**. De nagalmtijd in het gebied van de middenfrequenties (Tmf) lag voor de behandeling tussen de 1,0 en 1,2 seconde.
- **'BB93'**, de minimumeis in BB93 voor een standaard klaslokaal in het voortgezet onderwijs in de middenfrequenties. Tmf < 0.8 seconde.

- **'BB93 Hoog'**, de eis volgens BB93 voor klaslokalen specifiek voor leerlingen met een gehoorbeperking. Tmf < 0.4 seconde.
- **'BATOD'**. Dit is de eis zoals aanbevolen door de British Association of Teachers of the Deaf. T125-4000 Hz < 0.4 seconde, maar over een veel breder frequentiegebied dan de BB93 verhoogde eis. (T125-4kHz < 0.4 seconde)

Vervolg op volgende pagina »

Methodologie //



// Klaslokaal na behandeling. De akoestische eigenschappen van plafond- en wandpanelen werden gevarieerd, terwijl er voor het oog niets veranderde.

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

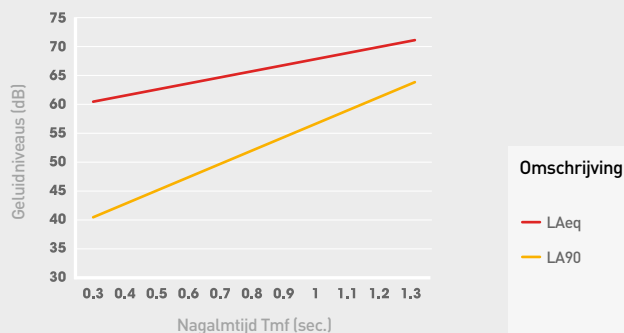
Tmf is de 'Midden-frequentie' nagalmtijd zoals gebruikt in BB93 en is het gemiddelde van de nagalmtijd bij 500, 1000 en 2000 Hz octaafbanden. De BATOD eis, $T_{125-4000 \text{ Hz}} < 0.4$ seconde, is geen gemiddelde maar stelt een grens voor iedere octaafband. Dat wil zeggen dat de nagalmtijd nooit langer mag zijn dan 0,4 seconde bij iedere octaafband, van 125 Hz tot 4000 Hz.

Dit is normaal gesproken lastiger te realiseren dan Tmf in verband met de moeilijkheid om voldoende laagfrequente absorptie toe te kunnen passen; de meeste materialen absorberen het best bij de midden en hoge frequenties.

Uiteraard was het niet mogelijk om exact aan de criteria te voldoen en er waren wat verschillen tussen de klaslokalen maar bij benadering zijn de doelen bereikt.

Het onderzoek behelsde tien docent/klascombinaties over een periode van zes maanden. De groepen varieerden van Grade 7 tot 10 (11 tot 14 jaar) met hoog, gemiddeld en laag niveau. Omdat het reguliere klaslokalen betrof kon ook onderzocht worden wat het effect van akoestiek is op zowel leerlingen met gehoorproblemen als kinderen met een normaal gehoor.

Resultaten //



// Geluidniveaus in klaslokalen in relatie tot de nagalmtijd

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE

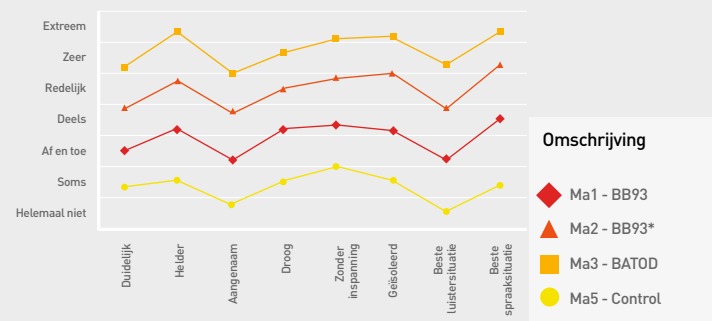
INTERVIEWS

Vervolg op volgende pagina »

Een externe partij interviewde de docenten en de Communicatie Ondersteunende Medewerkers (COM), die leerlingen met een gehoorbeperking ondersteunen gedurende de lessen. Zowel de geïnterviewde als de consultant waren niet op de hoogte van de akoestische kwaliteit van het betreffende klaslokaal. Samengevat rapporteerde de consultant de volgende reacties op de akoestische verbetering, die verder gaat dan de minimum standaardeis met betrekking tot nagalmtijd:

- Uit de interviews bleek dat de algemene indruk was dat er een significante verbetering was in de werkomstandigheden zowel voor personeel als leerling. Het personeel gebruikte herhaaldelijk termen als 'stiller' en 'rustiger'.
- Alle docenten gaven aan dat de werkomgeving verbeterd was en het viel hen op dat kinderen zich beter gedroegen en de les makkelijker begrepen. Minder ervaren personeel gaf daarnaast aan dat ze minder last hadden van stress.
- Zowel docenten als COM's merkten op dat door de verbeterde akoestiek de kinderen met gehoorproblemen gelijkwaardiger aan andere kinderen konden deelnemen aan de lessen.

Resultaten //



// Uitkomsten questionnaire

GELUIDNIVEAUS EN SIGNAAL-RUIS-VERHOUDINGEN

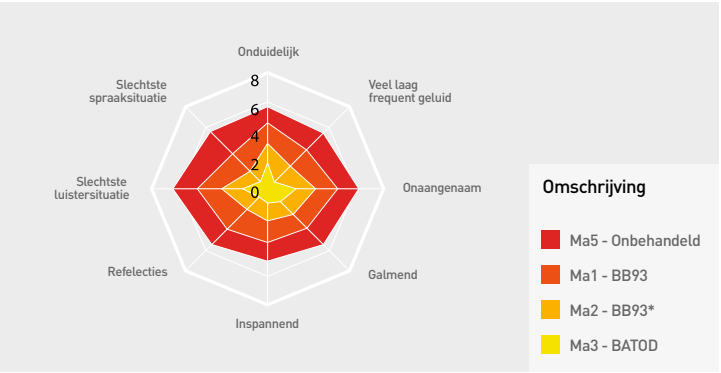
De gemiddelde geluidniveaus (LAeq en LA90) tijdens de lessen werden achterin ieder klaslokaal gemeten tijdens iedere fase van de verandering. De niveaus werden in alle gevallen gemeten gedurende een hele les. Zo'n 120 lessen is er gemeten. Deze grafiek laat een samenvatting zien van de LAeq en de LA90 geluidniveaus uitgezet als functie van de nagalmtijd over al deze metingen.

In theorie zouden we verwachten dat wanneer de leerlingen en leraren even hoge geluidniveaus zouden produceren, er een afname van het geluid-drukniveau van 3 dBA zou zijn bij een halvering van de nagalmtijd. In de praktijk nam de LAeq, die naar verwachting gedomineerd zou worden door de stem van de docent, af met ongeveer 5 dB. De LA90, die de geluidniveaus laat zien van de leerlingen onderling, nam af met 9 dB bij een halvering van de nagalmtijd. Hieruit kunnen we het volgende concluderen:

- Wanneer de nagalmtijd wordt teruggebracht, produceren leerlingen minder geluid. Dit duidt op beter gedrag en meer aandachtig luisteren.
- Hierdoor kan de docent minder luid spreken, waardoor de belasting voor de stem afneemt, terwijl er nog steeds een duidelijke verbetering is in de signaal-ruis verhouding.

Vervolg op volgende pagina »

Resultaten //



// Data semantische verschillen

SEMANTISCHE VERSCHILLEN - VRAGENLIJST

Er werd een panel van 25 docenten, akoestisch adviseurs en andere professionals gevraagd om een aantal korte presentaties in de bewuste klaslokalen bij te wonen en een 'semantische verschillen' vragenlijst in te vullen. De uitkomsten hiervan laten we op twee manieren zien. In de grafiek met de verschillende lijnen, zijn de 'goede' semantische termen uitgezet op de horizontale as en het gemiddelde van de kwalitatieve descriptors zoals aangegeven door de subjects op de verticale as voor iedere verschillende configuratie. Dit laat een opmerkelijk duidelijke rangschikking van de klaslokalen zien. De ruimte met de kortste nagalmtijd (die voldoet aan de BATOD eis) werd het beste gewaardeerd voor zowel spraak als luisteren. In alle gevallen was het zo dat wanneer de nagalmtijd korter werd, de waardering van de ruimte toe nam.

Dezelfde data worden hieronder in een andere vorm weergegeven. Ieder klaslokaal wordt vertegenwoordigd door een kleur; het gebied van de kleur behorende bij een klaslokaal laat de reactie zien van het subject op de 'slechte' semantische termen, zodat het grootste gebied correspondeert met de slechtst ervaren kwaliteit. Ook hier kunnen we duidelijk zien dat de kwaliteit zoals die ervaren wordt sterk is gerelateerd aan de nagalmtijd.

Conclusie //



* Luistertest - Verlagen van de nagalmtijd bij lage frequenties (125Hz) zal bijdragen aan een betere spraak-verstaanbaarheid. Een verandering van de nagalmtijd van 0,7 s naar 0,6 s bij de 125 Hz octaafband laat een significante verbetering zien van de subjectieve spraak-verstaanbaarheid. Wanneer de spraak veel energie bevat bij deze octaafband wordt de verbetering nog beter merkbaar. (Lund Institute of Technology – Nilsson / Hammer)

De vragenlijst laat een duidelijke voorkeur zien voor klaslokalen met een kortere nagalmtijd, waarbij met de strengste eis (BATOD) de beste resultaten worden behaald. Dit laat zien dat het belangrijk is om de de nagalmtijd bij alle frequenties* te beheersen, dus niet alleen bij de middenfrequenties zoals wordt genoemd in BB93.

Objectieve metingen van de geluidsniveaus gedurende de lessen laten een veel grotere afname van LA90 zien dan verwacht met een afname van de nagalmtijd. Dit leidt tot de conclusie dat ook het gedrag van leerlingen en het goed opletten positief beïnvloed worden met een afname van de nagalmtijd. Dit resulteert in een veel betere signaal-ruis-verhouding terwijl de docent zijn of haar stem minder hoeft te belasten.

Dit is in lijn met de uitkomsten van de interviews waarin de docenten en de Communicatie Ondersteunende Medewerkers aangeven dat er substantiële verbeteringen waren in gedrag en dat leerlingen de stof beter begrijpen in lokalen met een kortere nagalmtijd.

Dit project is gefinancierd door **Essex County Council**, **the Federation of Property Services** en **National Deaf Children's Society**. Het onderzoek is uitgevoerd door **David Canning** van Hear2Learn. Eindrapport en samenvatting door **Adrian James Acoustics**.

Vervolg op volgende pagina »

Conclusie //



ALGEMENE OPMERKINGEN EN VERDERE OVERDENKINGEN VOOR HET AKOESTISCH ONTWERPEN VAN KLASLOKALEN (NIET MEEGENOMEN IN HET ONDERZOEK)

- Het is een bekend gegeven dat klaslokalen met nagenoeg dezelfde nagalmtijd voor wat betreft subjectieve beleving toch beoordeeld kunnen worden als akoestisch verschillend. Voor een meer precieze evaluatie is het noodzakelijk om aanvullende akoestische parameters te meten die gerelateerd zijn aan spraakverstaanbaarheid en geluidsniveaus. Dit is extra belangrijk in ruimtes met een akoestisch plafond omdat de ongelijkmatige verdeling van de absorptie kan leiden tot een lage correlatie tussen (late) nagalmtijd en metingen gerelateerd aan spraakverstaanbaarheid (speech clarity) of geluidsniveaus.
- De hoeveelheid absorptie en de noodzaak voor absorberende wandpanelen hangen nauw samen met de grootte en inrichting van het klaslokaal. De hoogte van vloer tot plafond is van essentieel belang, dit bepaalt vaak of er wandpanelen nodig zijn. Ruimtes met een hoogte van meer dan 2.90 meter vereisen over het algemeen wandpanelen om de strengste eisen zoals gesteld in BB93 te halen.

- Om ook in de laagfrequente octaafbanden 125 en 250Hz aan de eisen te voldoen en zo te voldoen aan de BATOD niveaus voor inclusief leren, is er meer laagfrequente absorptie nodig dan een standaard akoestisch plafond.

MEER WETEN?

Ecophon werkt graag met andere organisaties samen om kennis over akoestiek in het onderwijs te delen. Wilt u meer weten over de invloed van akoestiek in klaslokalen, neem dan contact op met Guus Klamerek, Concept Developer Education guus.klamerek@ecophon.nl – 06 502 357 66 of kijk op onze website www.ecophon.nl

Ecophon[®]
SAINT-GOBAIN

A SOUND EFFECT ON PEOPLE