



Het plafond als akoestisch instrument

voor het creëren van een gezond en productief binnenklimaat

in de zorg
in het onderwijs
in open kantoorruimten
in publieke ruimtes

INHOUDSOPGAVE

I.	Inleiding	3
II.	Geen harde normen maar zachte richtlijnen	4
	Subjectieve ervaring	4
	Meerdere factoren in het spel	4
	Zoeken naar balans	4
III.	Akoestiek in de zorg	5
	Geluidsniveau verdubbeld	5
	Akoestisch plafond	5
	Privacy	6
	Werkstress	6
	Case: onderzoek met verschillende plafonds bij hartpatiënten	6/7
IV.	Akoestiek in het onderwijs	8
	Gezondheidsrisico's voor de leerkracht	8
	Het Lombard-effect	8
	Moderne onderwijsmethoden	9
V.	Akoestiek in open kantoorruimten	10
	Lawaai als storende factor	10
	Akoestiek vaak te laat erkend	10
	Spraakverstaanbaarheid versus speech privacy	11
VI.	Akoestiek in publieke ruimtes	12
	Horeca	12
	Sportaccomodaties	12
	Atria	13
	Kerkgebouwen	13
VII.	Het plafond biedt de oplossing	14
	Functionele eisen en esthetiek in één	14
	Keuzes in gebouwo ontwerp maken verschil	14
	Plafond: grootste beschikbare oppervlakte voor akoestisch comfort	14
	Dichte, vlakke plafonds	14
	Plafondeilanden en baffles	15
	Betonkernactivering	15
	De ruimte 'tunen'	16
VIII.	Tot slot	17
IX.	Wat u kunt doen	18
X.	Geraadpleegde bronnen	19

I. INLEIDING

Akoestiek: een ondergeschoven kind

Akoestiek is minstens zo belangrijk voor het creëren van een aangenaam binnenklimaat als kleur en licht. Het is bewezen dat een goede ruimteakoestiek zorgt voor betere leerprestaties, sneller herstel, hogere arbeidsproductiviteit en meer tevreden klanten. In de praktijk blijkt echter dat akoestiek om budgettaire redenen nog niet hoog op de agenda van aannemers en opdrachtgevers staat. Het effect van slechte akoestiek wordt onderschat of men denkt dat met vloerbedekking, gordijnen, meubels en planten nog heel wat kan worden bereikt. Ook de meetbaarheid speelt hierbij een rol: het is lastig om met harde cijfers een direct verband te leggen tussen akoestiek en bijvoorbeeld leerprestaties of arbeidsproductiviteit, omdat er altijd meerdere factoren in het spel zijn. Het gevolg is dat klachten over akoestiek vaak pas aan het licht komen nadat de bouwfase is afgerond. De kosten voor het achteraf oplossen van deze problemen zijn doorgaans hoger dan wanneer al tijdens de ontwerpfase rekening wordt gehouden met akoestische wensen en eisen.

Eerst naar boven kijken

Akoestisch comfort wordt bereikt door geluidsabsorberende, -verstrooiende en -isolerende materialen te plaatsen. Het is verstandig om dan als eerste naar boven te kijken, want het plafond is het deel van de ruimte met de grootste vrije oppervlakte en heeft daarmee het relatief grootste akoestische effect. Bovendien is het plafond doorgaans makkelijk bereikbaar en daardoor budgetvriendelijk aan te passen. De markt biedt een breed scala aan plafondoplossingen waarmee u de ruimte helemaal kunt 'tunen' voor een optimale akoestiek, rekening houdend met alle denkbare functionele en esthetische eisen en wensen.

In deze whitepaper gaan we dieper in op de toegevoegde waarde van een goede akoestiek in verschillende segmenten én maken we kennis met het plafond als hét instrument bij uitstek om akoestisch comfort mee te realiseren. Investeren in een goed en doordacht akoestisch plafond loont: het is een effectief, efficiënt en esthetisch middel om gezonde, productieve omgevingen te creëren voor wonen, werken, onderwijs en zorg.

II. GEEN HARDE NORMEN MAAR ZACHTE RICHTLIJNEN

In het huidige Bouwbesluit beperken voorschriften op het gebied van geluid zich volledig tot factoren die zich buiten een ruimte bevinden. Zo beschermen ze bewoners en gebruikers tegen geluidsoverlast van ventilatiesystemen en liften, tegen geluidshinder van verkeer en tegen galm in gemeenschappelijke gangen en trappenhuizen in woongebouwen. Maar wettelijke richtlijnen voor de beperking van galm in een verblijfsruimte zijn er niet. Dat is op zijn minst opmerkelijk. Want onze woningen, scholen, kantoren, ziekenhuizen en restaurants zijn plekken waar wij een groot deel van onze tijd doorbrengen. En van ruimteakoestiek is bekend dat het een grote invloed heeft op hoe wij ons voelen en hoe wij functioneren, naast andere omgevingsfactoren zoals licht, kleur, luchtkwaliteit en temperatuur.

Subjectieve ervaring

Toch is het wel verklaarbaar dat er geen harde normen zijn voor ruimteakoestiek. Akoestiek is immers de manier waarop wij, als mensen, geluid in een binnenomgeving subjectief ervaren. Wat voor de één storend is (muziek op de achtergrond tijdens het schrijven van een whitepaper), kan voor de ander juist stimulerend werken. Zo geldt ook dat bij het opstellen van een programma van eisen de akoestische parameters sterk afhankelijk zijn van het type gebruik van de ruimte. Waar nagalm in een klaslokaal ongewenst is, kan een concertzaal niet zonder.

Meerdere factoren in het spel

De akoestische eigenschappen van een ruimte worden niet door één grootheid bepaald, maar door meerdere factoren. Een ruimte met een nagalmtijd die netjes voldoet aan een vastgesteld criterium kan toch een slechte akoestiek hebben door bijvoorbeeld hinderlijke reflecties of flutterecho's (heen en weer kaatsend geluid tussen twee harde, evenwijdige wanden of tussen de vloer en het plafond). Bovendien zijn er tal van andere, niet-bouwkundige factoren die invloed hebben op de akoestiek, zoals meubels, vloerbedekking en de hoeveelheid mensen in de ruimte. Dus ook in dat opzicht is het lastig om eenduidige normen op te stellen. Misschien moeten we akoestiek in deze context vergelijken met kleur. Over kleur staat immers ook niets in het Bouwbesluit, terwijl bekend is dat het net zo goed als akoestiek invloed heeft op ons welzijn. Gelukkig zijn er vanuit de wetenschap en vanuit de markt wel een aantal normen en streefwaarden op het gebied van ruimteakoestiek. Ook is het normalisatie-instituut NEN, in samenwerking met de Rijksgebouwendienst en tal van ingenieursbureaus, bezig om tot akoestische richtlijnen te komen. Die bieden opdrachtgevers, architecten, adviseurs en projectontwikkelaars de nodige houvast bij het ontwikkelen van omgevingen waar een goede akoestiek van belang is.

Zoeken naar balans

Een goede ruimteakoestiek is dus een complexe samenhang van factoren. Met het volstoppen van een zaal met alleen maar geluidsabsorberende materialen ben je er niet. Hiermee worden 'dode ruimtes' gecreëerd waarin communiceren veel moeite kost, los van het feit dat het vanuit esthetisch oogpunt niet wenselijk is. Akoestiek is altijd zoeken naar een balans. Een balans die nog wel eens zoek is in moderne architectuur, waar gladde vloeren, harde materialen en strakke lijnen vaak de boventoon voeren. Het ziet er prachtig uit, maar het zorgt ook voor onwenselijk veel galm. Een ander spanningsveld bestaat tussen spraakverstaanbaarheid en speech privacy. In één en dezelfde ruimte kan het wenselijk zijn dat mensen elkaar op korte afstand zeer goed kunnen verstaan en op een paar meter afstand juist niet. Vast staat dat een goede akoestiek veel invloed heeft op hoe mensen zich voelen en hoe ze functioneren. Net als licht, kleur, temperatuur en luchtkwaliteit bevordert het de productiviteit van werknemers, de schoolprestaties van leerlingen en het herstel van patiënten.

III. AKOESTIEK IN DE ZORG

Onderzoek in zorgomgevingen heeft aangetoond dat een goede akoestiek bijdraagt aan een lagere bloeddruk, minder behoefte aan pijnmedicatie en aan het welbevinden van patiënten en bewoners. In ziekenhuizen speelt akoestiek een onmisbare rol in het genezingsproces. Een goede, ononderbroken nachtrust is namelijk van cruciaal belang bij het herstel van patiënten. Geluid kan echter een belangrijke slaapverstoorder zijn. Andere patiënten, verplegend personeel, maar ook het geluid van typische ziekenhuisgeluiden zoals rinkelende telefoons, hartmonitorpiepjes en beademingsapparaten, kunnen een patiënt behoorlijk uit zijn slaap houden. Daar komt nog eens bij dat vloeren en wanden in ziekenhuizen vanuit hygiëneoogpunt vaak hard en glad zijn, en zo al deze geluidsimpulsen nog eens versterken.

Geluidsniveau verdubbeld

Sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw is het geluidsniveau in ziekenhuizen verdubbeld. Dat geldt natuurlijk niet alleen voor de momenten dat patiënten slapen, maar ook overdag, wanneer bezoekers langskomen, televisies aanstaan, voedsel wordt opgediend, schoonmaakploegen hun werk doen en bedden worden verplaatst. De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) heeft gesteld dat voor een optimaal herstel het achtergrondgeluidniveau in een patiëntenkamer maximaal 35 decibel mag zijn. Deze norm wordt in slechts weinig ziekenhuizen gehaald.

Akoestisch plafond

Uit Zweeds onderzoek blijkt dat het toevoegen van een akoestisch absorberend plafond een significante reductie van het aantal slaapverstoringen oplevert. Ook het aanbrengen van geluidsabsorberende materialen in de gangen draagt hieraan bij. Daarnaast zien we dat de opkomst van eenpersoonskamers – die vooral als doel hebben om patiënten te beschermen tegen antibioticaresistentie-infecties – ook zorgen voor een rustigere, betere herstelomgeving. Het nadeel hiervan is overigens wel dat de patiënt minder sociale contacten heeft, wat ook van invloed is op het herstel.



Privacy

Een ander aspect van akoestiek in de zorg is de privacy. Bij een slechte akoestische privacy voelen patiënten zich geremd bij het uiten van hun klachten, waardoor artsen belemmerd worden in het stellen van een goede diagnose. Behalve spreek- en behandelkamers zijn ook balies, wachtruimtes en zusterposten situaties waarbij privacy in het geding is. Het is dus belangrijk bij het opstellen van akoestische randvoorwaarden in de zorg ook te kijken naar zaken als: waar wordt de ruimte voor gebruikt, hoeveel mensen gebruiken de ruimte, wat zijn de afmetingen en de vorm van de ruimte? Daarnaast kan een doordachte zonering van luidruchtige en stillere activiteiten enorme winst opleveren. Door deze op de juiste afstand en logistiek zinvolle manier van elkaar te scheiden, krijgen de patiënten de rust die ze nodig hebben.

Werkstress

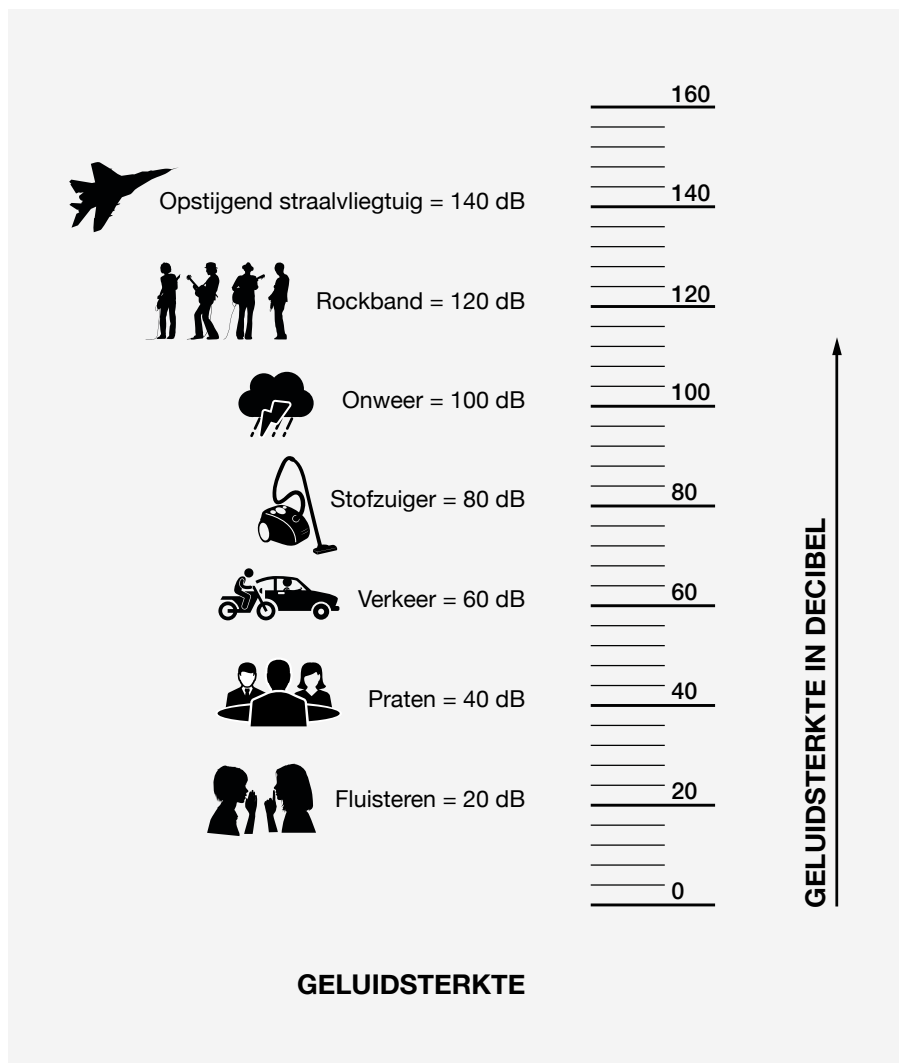
Tot slot is een ziekenhuis of verpleeghuis behalve een zorgomgeving ook een werkomgeving waar artsen en verplegend personeel dag en nacht topprestaties moeten leveren. De combinatie van slechte akoestiek en de kakofonie aan ziekenhuisgeluiden heeft grote invloed op het concentratievermogen, verhoogt stressniveaus en maakt de kans op fouten groter.

Kortom: genoeg redenen voor projectontwikkelaars in de zorg om akoestiek serieus te nemen en hier al vroeg in het bouwproces rekening mee te houden.

Case:

Onderzoek met verschillende plafonds bij hartpatiënten

In het Huddinge University Hospital in Zweden is onderzoek gedaan naar de invloed van ruimteakoestiek op het herstel van hartpatiënten. In totaal 94 patiënten deden aan het onderzoek mee, waarbij tijdens de onderzoeksperiode de plafondtegels op de afdeling werden gewisseld, van geluidsreflecterende (slechte akoestiek) naar geluidsabsorberende (goede akoestiek) varianten. Gekeken werd naar het effect op de bloeddruk, de amplitude van de polsslag, de hartslag en de regelmaat van de hartslag. Ook werd de patiënten gevraagd een vragenlijst in te vullen over de kwaliteit van de zorg. Na één en drie maanden werd gekeken hoeveel patiënten nogmaals waren opgenomen of waren overleden. Uit het onderzoek bleek dat er significante verschillen waren tussen goede en slechte akoestiek met betrekking tot de amplitude van de polsslag bij hartinfarct- en hartkramppatiënten. Heropname was vaker nodig bij de groep met slechte akoestiek. Patiënten die waren behandeld bij een goede akoestiek, waren bovendien positiever over de zorg en de attitude van het personeel.



Geluidssterkte

De sterkte van geluid wordt uitgedrukt in decibel. Ter referentie:

- 0 dB is de gehoordrempel: het laagste geluidsniveau dat de mens kan horen
- 30 dB is het geluidsniveau in stille ruimten zonder mensen
- bij stille arbeid in kantoren en klaslokalen is het geluidsniveau zo'n 40 dB indien er geen geluid van buiten doordringt
- spraak op conversatieniveau begint bij circa 55 dB, gemeten op 1 meter van de spreker
- 80 dB is het geluidsniveau in een zeer lawaaiig restaurant zonder muziek; de aanwezigen zullen zeer luid moeten spreken om elkaar te verstaan
- wanneer iemand langere tijd wordt blootgesteld aan geluidsniveaus boven 80 dB, treedt gehoorbeschadiging op
- in een discotheek is spraak slechts nog verstaanbaar indien men elkaar binnen 10 centimeter in de oren schreeuwt, omdat het geluid makkelijk boven de 100 dB uitkomt; hier kan acute gehoorschade optreden
- 120 dB is het hoogste geluidsniveau dat de mens kan verdragen, en wordt ook wel de pijngrens genoemd

IV. AKOESTIEK IN HET ONDERWIJS

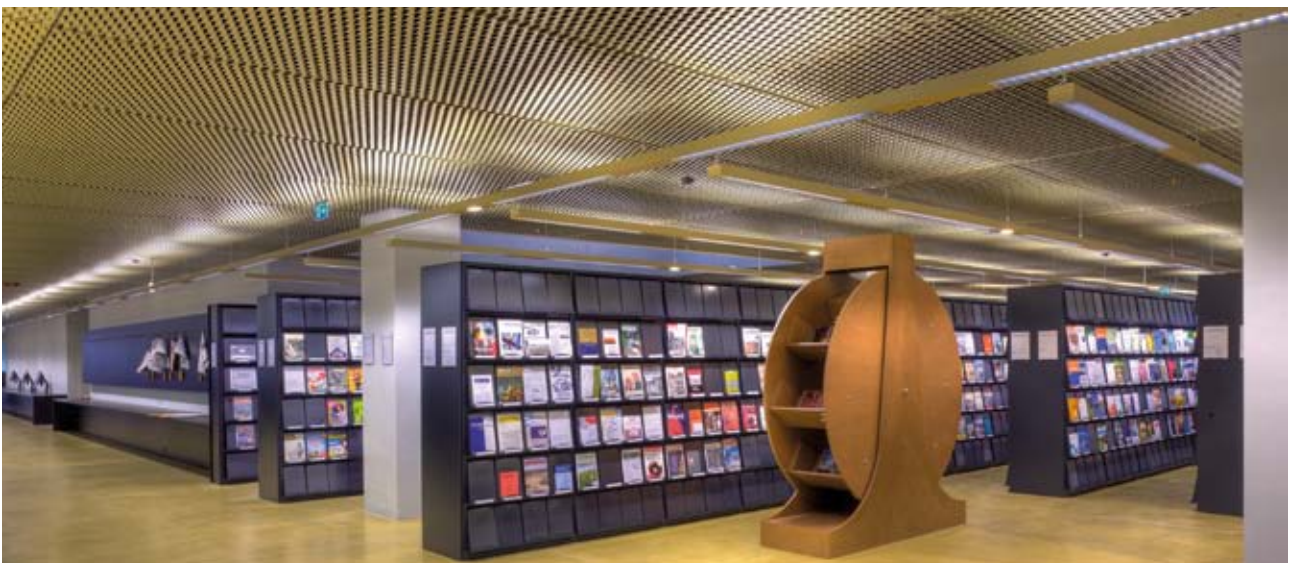
In één op de vijf scholen is de akoestiek zo slecht dat leerlingen veel missen van wat de leraar zegt. Bovendien moeten ze veel moeite doen om de les te volgen, wat zorgt voor gebrekkige concentratie en vermoeidheid. Dit heeft grote negatieve gevolgen voor de leerprestaties. De slechte akoestiek wordt veelal veroorzaakt door te veel nagalm. Waar een nagalmtijd van 0,8 seconden wordt geadviseerd, zien we in de praktijk vaak nagalmtijden van meer dan 1,2 seconden. In zijn TED Talk uit 2012 propageert geluidsexpert Julian Treasure, oprichter van The Sound Agency en auteur van het boek *Sound Business*, zelfs een nagalmtijd van 0,4 seconden voor het creëren van een ideale leeromgeving.

Gezondheidsrisico's voor de leerkracht

Niet alleen leerlingen hebben baat bij een goede akoestiek. Voor een goede spraakverstaanbaarheid moet het spreekvolume van de leerkracht ongeveer 9 dB sterker zijn dan het achtergrondgeluid. Aangezien een normaal spreekvolume van een volwassene rond de 50 tot 55 dB ligt, moet het stoorniveau dus beneden de 40 dB liggen. Echter, het gemiddelde geluidsniveau in een klaslokaal is 65 dB en zelfs gedurende stiltewerk ligt het zelden onder de 50 dB. Dat wil zeggen dat een leerkracht zijn stem behoorlijk moet verheffen om hier bovenuit te komen, met alle gezondheidsrisico's van dien. Uit onderzoek door de Universiteit van Bremen blijkt dat met het stijgen van het geluidsniveau in de klas ook de hartslag van de leerkracht omhoog gaat – een duidelijk signaal dat een slechte akoestiek serieuze gezondheidsrisico's met zich meebrengt. Het is zelfs aangetoond dat dagelijkse blootstelling aan een geluidsniveau van 65 dB of hoger de grens is waarboven het risico van een hartinfarct aanzienlijk toeneemt.

Het Lombard-effect

Een bijkomende moeilijkheid is dat stoorgeluiden over het algemeen gelijkmatig over het klaslokaal zijn verdeeld, terwijl de stem van de leraar vanuit één richting komt en soms wel zes meter moet afleggen om de leerlingen op de achterste rij te bereiken. Ook dit betekent een extra stembelasting voor de leerkracht en een storende factor in de informatiestroom naar de leerlingen die verder weg zitten. Bij moderne, gedifferentieerde



onderwijsvormen komt er nog een aspect bij: wanneer meerdere werkgroepen gelijktijdig in de ruimte spreken, vormen ze stoorsignalen voor elkaar. Dit leidt tot een negatieve kettingreactie waarin de groepen hun slechtere spraakverstaanbaarheid willen compenseren door hun stem te verheffen, wat wederom tot een verhoogd stoorgeluidniveau leidt en zo verder. Het geluidniveau in het klaslokaal zal daardoor geleidelijk stijgen, terwijl het aantal personen gelijk blijft. Dit fenomeen staat in de akoestische wereld bekend als het Lombard-effect. Het kan worden verholpen door het nemen van geluidsabsorberende maatregelen.

Moderne onderwijsmethoden

Bij het oplossen van akoestische problemen op school moet dus goed gekeken worden naar het type onderwijs en het communicatieproces. Waar vroeger de leraar orde hield en vooral zelf aan het woord was, zien we tegenwoordig onderwijsmethoden waarin van leerlingen meer interactie met de leraar en met elkaar (projectmatig werken) wordt verwacht. Dit heeft als vanzelf effect op het geluidniveau. Daarbij is het belangrijk om niet alleen te kijken naar de feitelijke meetwaarden, maar ook naar de context. Zo is een geluidsniveau van 65 dB normaal wanneer een tekst met een verhoogd stemniveau wordt voorgedragen. Maar geroezemoes van 55 dB wordt door leerlingen als storend ervaren wanneer ze stilte moeten doen. Vast staat dat korte nagalmtijden zorgen voor een duidelijke spraakverstaanbaarheid. De studie Akoestische Ergonomie in Scholen laat zien dat de opbouw van geluid (Lombard-effect) aanzienlijk minder is of zelfs helemaal niet voorkomt in klaslokalen met een goede akoestiek. Integendeel: onder optimale condities lag het gemeten geluidniveau gedurende zelfstandig werken door de leerlingen zelfs onder het niveau van klassikaal lesgeven. In totaal lag het basis-geluidniveau in klaslokalen met een nagalmtijd van minder dan 0,5 seconde 8 dB lager dan in klaslokalen met een nagalmtijd tussen de 0,6 en 0,8 seconde.



Nagalm

Nagalm is gereflecteerd geluid dat wordt gehoord nadat de bron van dat geluid is gestopt. De nagalmtijd is de tijd die verstrijkt tot het moment dat het geluid met 60 dB is afgenomen. In de praktijk wordt nagalm dan niet meer gehoord. Bij verder gelijke omstandigheden zal de nagalmtijd in een grote zaal groter zijn dan in een kleine kamer. Nagalm heeft een grote invloed op de spraakverstaanbaarheid. In klaslokalen is het belangrijk om een korte nagalmtijd te hebben. In een kerk is de nagalmtijd over het algemeen lang, wat de spraakverstaanbaarheid niet ten goede komt, maar de orgelmuziek juist weer wel. De nagalmtijd kan worden verkort door geluidsabsorberende maatregelen te nemen.

V. AKOESTIEK IN OPEN KANTOORRUIMTEN

Volgens FFM, het vakblad voor facilitair managers, is meer dan de helft van de Nederlandse bedrijven bezig met het implementeren van Het Nieuwe Werken. Dit betekent: nieuwe werkvormen, flexibele werkplekken en open kantoorruimten waar werknemers in grote aantallen bij elkaar zitten. De ruimte en daarmee de huisvestingskosten die werkgevers hiermee besparen, worden in de praktijk echter vaak teniet gedaan door een verminderde productiviteit en een hoger ziekteverzuim van hun werknemers.

Lawaai als storende factor

Maar liefst 60 procent van de mensen die werken in een kantoorruimte, ervaart lawaai als de meest storende factor. Vaak wordt gesteld dat open kantoorruimten leiden tot betere communicatie en kennisoverdracht. Toch zijn daar bij wetenschappelijke onderzoeken in gebouwen geen aanwijzingen voor gevonden. En mocht dit voordeel wel bestaan, dan weegt het niet op tegen het storende effect dat overleggende werknemers hebben op collega's die in dezelfde ruimte rustig en geconcentreerd willen werken. Rinkelende telefoons, bellende collega's en ratelende printers doen hier nog een schepje bovenop. Een goed doordachte ruimteakoestiek kan echter wonderen verrichten.

Akoestiek vaak te laat onderkend

In de ontwerppraktijk merken akoestisch adviseurs vaak dat er (te) licht wordt gedacht over de akoestische kwaliteit van open kantoorruimten. Opdrachtgevers en aannemers bezuinigen akoestische voorzieningen zo veel mogelijk weg, met het idee dat meubelen, vloerbedekking, gordijnen en planten al voldoende effect sorteren. Weliswaar absorberen zulke zachte oppervlakken wel wat hoge tonen, maar voor absorptie van midden- en lage tonen zijn verlaagde plafonds onontbeerlijk. Het probleem is dat dit doorgaans te laat wordt onderkend, namelijk wanneer het gebouw al in gebruik is en de eerste klachten binnenkomen. En dan wordt het lastig om alsnog geluidsabsorberende plafonds te installeren, alleen al omdat de verdiepingshoogte het niet toelaat.



Spraakverstaanbaarheid versus speech privacy

Omdat het open kantoorconcept nog betrekkelijk nieuw is, zijn er nog geen goede (akoestische) richtlijnen ontwikkeld. De richtlijnen die er zijn, zijn tientallen jaren geleden door de Rijksgebouwendienst ontwikkeld en vooral bedoeld voor kamerkantoren. Het gaat dan puur over nagalmtijden en het achtergrondgeluidsniveau van installaties en de omgeving. De akoestische situatie in open werkruimten is echter een stuk ingewikkelder dan in kamerkantoren. Hier is een goede spraakverstaanbaarheid op korte afstand noodzakelijk, terwijl in het belang van de speech privacy en ter voorkoming van overlast voor collega's de verspreiding van geluid op grotere afstand moet worden beperkt. Hierbij kan gedacht worden aan nagalmtijden van minder dan 0,5 seconden. Akoestische plafonds met een hoge absorptieklasse kunnen hieraan een grote bijdrage leveren, evenals privacy-schermen en (half)hoge kasten tussen de werkplekken. Daarnaast blijkt dat in open kantoorruimten geluid vaak via harde vlakken van de ene werkgroep naar de andere wordt getransporteerd. Het zou daarom goed zijn harde vlakken zoveel mogelijk te voorkomen en vooral ook goed te kijken naar de indeling van de ruimte. Door verschillende werkplekzones te creëren voor enerzijds geluidproducerende en anderzijds stiltebehoevende activiteiten, kan al veel worden bereikt.

Spraakverstaanbaarheid

Tot zo'n vijf jaar geleden werd bij het bepalen van de akoestiek puur gekeken naar de nagalmtijd. Tegenwoordig is er steeds meer aandacht voor spraakverstaanbaarheid. Dit is de mate waarin spraak in een ruimte wel of niet goed kan worden verstaan. Een maat voor spraakverstaanbaarheid is de zogenaamde STI (Speech Transmission Index). Dit is een getal tussen 0 en 1, waarbij 0 staat voor slechte en 1 voor uitstekende spraakverstaanbaarheid. De metingen worden verricht in verschillende frequenties, waarbij een luidspreker wordt geplaatst op de plek waar zich gewoonlijk de spreker bevindt en een microfoon waar de toehoorders zich bevinden. Bij het berekenen van de STI wordt zowel de invloed van galm als eventueel achtergrondlawaai in de ruimte verwerkt. Een slechte spraakverstaanbaarheid kan gewenst zijn in situaties waarbij men niet gestoord wil worden door gesprekken van anderen of wanneer gesprekken vertrouwelijk zijn. Dit wordt speech privacy genoemd.

VI. AKOESTIEK IN PUBLIEKE RUIMTES

Niet alleen in ruimtes waar gewerkt wordt, zorg wordt verleend of onderwijs wordt genoten is een goede akoestiek van belang. Overal waar (veel) mensen komen, speelt akoestisch comfort een rol bij het creëren van een prettig binnenklimaat. Hieronder worden er een aantal uitgelicht.

Horeca

In een restaurant kan een slechte verstaanbaarheid of speech privacy ervoor zorgen dat klanten niet terugkeren, ook al is de kaart nog zo goed. Helaas is dit in moderne, hippe etablissementen met strakke lijnen en hard afgewerkte plafonds en wanden maar al te vaak het geval. De combinatie met schuivende stoelen, kletterende borden en achtergrondmuziek kan zorgen voor een kakofonie van geluid waar niet alleen de klanten, maar ook de medewerkers last van hebben. De TU Delft constateert bovendien een opvallend fenomeen: omdat in een galmend restaurant een gesprek tussen vier mensen moeilijk verloopt, ontstaan alleen nog bilaterale gesprekken. Het geluidsvolume neemt hierdoor alleen maar toe, omdat in plaats van één gesprek tussen een kwartet mensen er nu twee gesprekken tussen twee duo's zijn. Bij een vol restaurant met 20 tafels wordt dit al gauw een akoestische nachtmerrie. Geluidsabsorptie via het plafond doet in dit soort situaties wonderen.

Sportaccommodaties

De akoestiek in gymzalen, sporthallen en zwembaden is vanwege de vorm en het volume van deze ruimten bij voorbaat al problematisch. Het hoge geluidsvolume van de activiteiten die in deze ruimten worden bedreven, doet hier nog een schepje bovenop. Piepende schoenen, stuiterende ballen, joelend publiek en het geschreeuw van de sporters zelf: het zorgt voor een onprettige sfeer en zelfs voor onveilige situaties omdat instructies of waarschuwingen niet goed overkomen. Voor de leerkracht, sportinstructeur of badmeester die op dagelijkse basis in dergelijke omstandigheden moet functioneren, kan dit tot stem- en concentratieklachten leiden, maar



ook tot chronische oververmoeidheid en serieuze gehoorproblemen. Geluidsabsorberende materialen zijn in dit soort ruimtes een absolute must om de nagalmtijd te verkorten en flutterecho's tegen te gaan. Volgens de TU Delft moet het totaal absorberend oppervlak minimaal 25% van het totale geometrische oppervlak bedragen. Absorptie op alleen het plafond is echter niet genoeg, omdat de nagalm ook via de wanden en vooral de kopse kanten wordt verlengd. Door minimaal één kopse kant te voorzien van geluidsabsorberend materiaal kan dit effect worden bestreden.

Atria

Atria in moderne winkelcentra en publieke gebouwen worden ook wel eens de kathedralen van de huidige tijd genoemd. Dit heeft niet alleen te maken met het grote volume en de architectonische status van deze ruimten, maar ook met het akoestische karakter. De gebouwhoge plafonds die deze centrale ruimtes typeren, zorgen voor flinke nagalmtijden en een versterking van het geluid dat ontmoetende mensen, rollende koffers, winkelmuziek en klimaatinstallaties hier maken. Daarbij ligt de akoestische uitdaging niet alleen in de centrale hal, maar ook bij de aanliggende verdiepingsvloeren. Deze worden immers ook beïnvloed door het geluidniveau in het atrium, dat als een soort klankkast fungeert. Extra handicap is dat atria over het algemeen zijn afgewerkt met veel natuursteen en glazen plafonds – zeer reflecterende materialen waar geen geluidsabsorptie aan kan worden toegevoegd. Er moet dus worden uitgeweken naar de plekken waar dat wel kan, zoals de galerijplafonds op de verschillende verdiepingslagen, bij hoge wanden en bij de borstweringen onder de raamkozijnen. Daarnaast kan het een keuze zijn om het glazen plafond, dat ontworpen is om daglicht binnen te halen, voor een deel dicht te maken met plafondeilanden of baffles.

Kerkgebouwen

Met de leegloop van de kerk neemt ook het akoestisch comfort in dit gebouw af. Een lege plaats absorbeert nu eenmaal minder geluid dan een bezoeker. Nagalmtijden van meer dan vijf seconden zijn dan ook niet zeldzaam. Bij het nemen van geluidsabsorberende maatregelen om de spraakverstaanbaarheid te vergroten, moet de natuurlijke galm van een kerk niet uit het oog verloren worden. De orgelmuziek en de zang kunnen dan immers 'dood slaan'. Daarnaast worden deze gebouwen de laatste jaren steeds multifunctioneler ingezet of herbestemd tot uitgaansgelegenheid, kantoorruimte of expositiehal. Deze nieuwe toepassingen vragen om akoestische oplossingen op maat.

VII. HET PLAFOND BIEDT DE OPLOSSING

We hebben gezien wat het belang is van een goede akoestiek in de verschillende segmenten en welke problemen hierbij kunnen optreden. Elk type ruimte kent hierbij zijn eigen uitdagingen, afhankelijk van de functie, het volume, de inrichting, het niveau van het achtergrondgeluid en de hoeveelheid mensen die er gebruik van maken. De totstandkoming van het akoestisch ontwerp is dan ook een dynamisch proces waarbij, als het aankomt op akoestiek, er continu geschakeld wordt tussen opdrachtgever, architect en akoestisch adviseur. Vorm heeft immers invloed op akoestiek, en dus ook op de keuze voor het materiaal dat gebruikt moet worden om aan de akoestische én esthetische eisen te voldoen.

Functionele eisen en esthetiek in één

De markt biedt een scala aan plafondoplossingen die rekening houden met alle denkbare functionele en esthetische eisen en wensen. Ook zaken als de bereikbaarheid van het plenum (de ruimte tussen het echte plafond en het verlaagde plafond), lichtreflectie en temperatuurregulatie spelen hierbij een rol. Wanneer deze oplossingen al in de ontwerpfase worden toegepast, kunnen installaties voor klimaat, verlichting en sprinklers direct worden geïntegreerd. Maar ook als het gebouw al in gebruik is genomen, zijn er goede en mooie plafondsysteem beschikbaar die akoestische problemen kunnen oplossen. Zelfs in situaties waarin sprake is van betonkernactivering.

Keuzes in gebouwo ontwerp maken verschil

Bij nieuwbouwprojecten kan al veel akoestisch comfort bereikt worden door logische keuzes te maken in het ontwerp van het gebouw. Denk aan het bij elkaar plaatsen van ruimtes met een gelijkwaardig geluidsniveau (akoestische zonerings) en het gebruik van geluidsisolerende bouwmaterialen om geluid van buiten en tussen verschillende ruimtes te weren. Maar ook vorm heeft een grote invloed op de akoestiek. Een schuin gebouwd plafond boven een podium kan er bijvoorbeeld voor zorgen dat de voorste rijen in een zaal geen last hebben van echo's terwijl het geluid voor de bezoekers achterin versterkt wordt. In de praktijk blijkt dat, indien het akoestisch ontwerp al vanaf het begin in het bouwproces wordt meegenomen, de kosten hiervoor minder dan een half procent van de totale gebouwkosten bedragen. Een investering die tijdens de exploitatiefase ruimschoots wordt terugverdiend dankzij zaken als hogere arbeidsproductiviteit, minder ziekteverzuim en meer tevreden klanten.

Plafond: grootste beschikbare oppervlakte voor akoestisch comfort

Wanneer dergelijke bouwkundige maatregelen niet meer mogelijk zijn (omdat het gebouw al in gebruik is genomen) of onvoldoende effect sorteren, is het plafond het eerst aangewezen onderdeel van de ruimte om het akoestische comfort mee te verhogen. Het plafond is relatief goedkoop aan te passen of te vervangen, en bovendien het grootste ononderbroken en makkelijkst bereikbare oppervlak van een ruimte. Hierdoor kan met een relatief lage absorptiewaarde al veel bereikt worden. Een vloer (bedekking) heeft als nadeel dat deze op veel plaatsen wordt onderbroken door geluidsreflecterende voorwerpen als tafels en kasten. En ook wanden (al dan niet met glazen ramen) bieden geen geluidsabsorptie omdat ze doorgaans hard zijn afgewerkt.

Dichte, vlakke plafonds

Wanneer een rustig ogend en strak plafond gewenst is dat ononderbroken doorloopt van wand tot wand, wordt vaak uitgeweken naar plafondsysteem met gaatjes erin (een manier om geluidsabsorptie te bereiken). Veel architecten zijn deze gaatjes echter een doorn in het oog. Fabrikanten zijn hier op in gesprongen door plafondplaten te ontwikkelen die vlak en egaal van structuur zijn, maar toch over de gewenste akoestische

eigenschappen beschikken. Een goed voorbeeld hiervan zijn Techstyle plafondpanelen van Hunter Douglas. Deze hebben de strakke uitstraling van gipsplaat, maar zorgen dankzij de cellulaire structuur en de nonwoven stof voor een hoge geluidsabsorptie in zowel de hoge als lage geluidsfrequenties.

Plafondeilanden en baffles

Een andere esthetische benadering is de industriële look, waarbij alle installaties, leidingen en kabelgoten onder het plafond zichtbaar blijven. Om in die situaties het akoestische comfort op peil te brengen, zijn plafondeilanden en baffles veelgebruikte oplossingen die bovendien in esthetisch opzicht van toegevoegde waarde zijn. Plafondeilanden zijn vrij hangende plafondelementen met een hoog geluidsabsorberend vermogen. Baffles zijn kleine, vaak rechthoekige platen die verticaal aan het plafond hangen om geluid te absorberen en galm tegen te gaan. Ze worden veel toegepast in grote, lawaaierige omgevingen zoals winkelcentra, restaurants, maar ook in kantoorruimtes en ziekenhuizen doen ze dankbaar werk. Het voordeel van plafondeilanden en baffles is dat ze heel gericht kunnen worden ingezet op plaatsen waar goede voorwaarden moeten worden geschapen voor communicatie en concentratie. Denk bijvoorbeeld aan een hotelreceptie, een balie bij een wachtruimte of werkplekken in een kantoorruimte.

Betonkernactivering

Plafondeilanden en baffles worden ook vaak toegepast in ruimtes waarin de temperatuur gereguleerd wordt door middel van betonkernactivering. Betonkernactivering is het verwarmen of koelen van een ruimte door water (of een andere vloeistof) te pompen door leidingen in de kern van het betonnen plafond (dat in de regel tegelijk de vloer is van de bovenliggende verdieping). Hierbij wordt gebruik gemaakt van het warmteaccumulerend vermogen en het grote oppervlak van de betonnen bouwmassa. Hierdoor kan met een relatief klein temperatuurverschil tussen het aangevoerde water en de lucht in de ruimte al voldoende in de gewenste warmte- of koudebehoefte worden voorzien. Dit energiebesparende effect gaat verloren wanneer het plafond helemaal wordt bedekt door een dicht systeemplafond. Plafondeilanden en baffles zijn dan een uitkomst, omdat ze voldoende openheid bieden voor warmte- en koudestraling en tegelijk op de juiste plekken geluid absorberen voor een optimale akoestiek.

BXD-panelen: uitkomst bij betonkernactivering

Indien het bij situaties met betonkernactivering vanuit esthetisch opzicht wenselijk is dat het plafond over de gehele oppervlakte dicht en vlak oogt, dan is hiervoor nu een oplossing. BXD-panelen van Hunter Douglas zijn aluminium plafondpanelen met een bredere open tussenruimte (30 mm). Het verlies aan geluidsreductie dat door deze brede voegen ontstaat, wordt gecompenseerd door de grotere dikte/hogte (6 cm) van de panelen. Hierdoor kunnen absorptiewaarden met een α_w van 0,5 tot wel 0,85 worden gehaald, terwijl er genoeg ruimte is voor uitwisseling van warmte of koude tussen de betonnen kern en de ruimte in het gebouw. Visueel lijkt het echter alsof het plafond gesloten is. Het voordeel van dit systeem ten opzichte van baffles is dat de panelen minder diep hangen en daarmee minder het zicht belemmeren. Bovendien is bij baffles het betonnen plafond meer in het zicht, omdat deze met een grotere tussenruimte achter elkaar hangen.

De ruimte 'tunen'

Het bereiken van de ideale akoestiek is altijd een zoektocht naar de juiste balans tussen geluidsabsorptie en -reflectie. Te veel absorptie maakt een ruimte dood. In een restaurant is juist behoefte aan wat rumoer om een levendige sfeer te krijgen, maar ook om te voorkomen dat men twee tafels verderop uw gesprek kan volgen. En bij zalen als aula's en vergaderruimtes is er niet alleen behoefte aan geluidsabsorptie om de nagalmtijd te stoppen, maar ook aan geluidsreflectie om het geluid verder te dragen zodat toehoorders op grotere afstand de spreker goed kunnen horen. In zulke gevallen kunnen plafondeilanden zonder geluidsabsorberend vermogen in het midden van de ruimte worden ingezet als reflecterende vlakken, terwijl plafondeilanden en/of baffles langs de randen en aan het einde van de ruimte dienst doen als nagalmstopper. Zo kunt u de ruimte helemaal 'tunen' voor een optimale akoestiek.



VIII. TOT SLOT

Een goede akoestiek is altijd maatwerk. Juist omdat akoestiek afhankelijk is van zoveel verschillende factoren, is het belangrijk om een deskundige adviseur in te schakelen. Deze kan berekeningen maken, metingen doen en maatregelen voorschrijven die exact aansluiten op het gebruiksdoel van de ruimte. Het plafond is dan het meest effectieve, makkelijkst aanpasbare en relatief goedkoopste onderdeel van de ruimte om de akoestiek mee te verbeteren. Uiteraard is het plafond niet het enige beschikbare instrument. In moeilijkere of complexere situaties kunnen scheidingswanden, akoestische wandpanelen, akoestische schermen en/of andere akoestische elementen toegevoegd worden.

Nodig ook eens fabrikanten van akoestische bouwoplossingen uit aan de ontwerptafel. Zij zitten immers in de eerste lijn en weten als eerste wat nieuw en goed is aan hun producten. Bovendien is er bij fabrikanten veel kennis aanwezig, omdat zij continu onderzoek doen en werken aan innovaties op het gebied van akoestiek.

Over de auteur

Richard de Boer is conceptdenker en tekstschrijver bij Admix, een Rotterdams bureau dat gespecialiseerd is in communicatie voor zakelijke markten. Hij schrijft al meer dan tien jaar commerciële en journalistieke teksten voor verschillende opdrachtgevers in onder andere de bouw, de vastgoedsector en de (financiële) dienstverlening.

IX. WAT U KUNT DOEN

Ik kan me voorstellen dat u na het lezen van deze informatie vragen heeft of meer wilt weten over de mogelijkheden die plafonds u (en verschillende ruimtes) kunnen bieden. Natuurlijk staat het u daarbij vrij uw vaste partner voor plafondsysteem in te schakelen of informatie uit deze publicatie op een andere manier te gebruiken. Weet echter dat ook ik u als deskundige terzijde kan staan wanneer u daar behoefte aan heeft. Ik hoop van harte dat we u met deze uitgave op het spoor hebben gezet van optimale akoestiek voor uw onderneming.

Linda De Ridder

Linda.deridder@hunterdouglas.be

+32 (0) 495 53 41 69

Hunter Douglas Belgium

Industriezone E17/1080

Dijkstraat 26

9160 Lokeren

Belgium

+32 (0) 9 348 90 00

www.hunterdouglas.be

X. GERAADPLEEGDE BRONNEN

www.arbocataloguspo.nl

website met praktische informatie over arbeidsomstandigheden in het primair onderwijs

www.bk.nijsnet.com

website over ruimteakoestiek van ir. L. (Lau) Nijs, Docent Bouwfysica, Faculteit Bouwkunde, TU-Delft

www.greten.nl

website van Greten Raadgevende Ingenieurs, onafhankelijk adviesbureau op het gebied van o.a. akoestiek en bouwfysica

www.sonus.nl

website van Sonus BV Raadgevende Ingenieurs

Adviesbureau Peutz, Slapen om beter te worden: akoestiek in ziekenhuizen, FMT Gezondheidszorg, september 2013

Aren Raue en Marius Roel, Akoestische Aspecten van Het Nieuwe Werken, Arbo Magazine, oktober 2010

Inger Hagerman e.a., Influence of intensive coronary care acoustics on the quality of care and physiological state of patients, International Journal of Cardiology, nr. 98, februari 2005

Sara Persoon en Theodoor Höngens, Het nieuwe werken en het akoestische comfort, Weekblad Facilitair, nr. 268, 2011

S. Berg, Impact of Reduced Reverberation Time on Sound-Induced Arousals During Sleep, mei 2001

Bouwbesluit 2012

Dit artikel is tot stand gekomen met deskundige medewerking van:

Gijs van Wijk

akoestisch adviseur op het gebied van Het Nieuwe Werken, Hoofddorp, www.gijsvanwijk-solutions.nl

Heymen Westerveld

architect bij Benthem Crouwel, Amsterdam, www.benthemcrouwel.nl

Jos Reijnierse

adviseur bouwfysica bij EGM Adviseurs, Dordrecht, www.egmadvisers.nl

Martin van der Meijden

product manager ceilings bij Hunter Douglas BV, Rotterdam, www.hunterdouglas.nl

Nathalie Geebelen

akoestisch adviseur bij DPA Cauberg-Huygen BV, Maastricht, www.chri.nl