



## LBP SIGHT LEGT GALMABSORBERENDE VLOER IN SCHEEPVAART MUSEUM

# Geen geluidssoep

DE NIEUWE GLAZEN KOEPEL OP HET AMSTERDAMSE SCHEEPVAARTMUSEUM DREIGDE MEER GALM OP DE GROTE BINNENPLAATS TE VEROORZAKEN. MAAR DANKZIJ DE GELUIDSABSORBERENDE VLOER VAN LBP SIGHT LIJKT HET ALSOF ER NIETS IS VERANDERD.



FOTO'S: ILLUSTRATIES LBP SIGHT

PRECIES IN HET MIDDEN VAN DE overkapte binnenplaats van het Scheepvaartmuseum klappt ir. Luc Schaap één keer hard in zijn handen. Dat is voldoende om een echo te laten weerklinken. 'Op elke andere plek in deze ruimte hoor je die echo niet. Dit is de enige plek waar het dak vlak is en waar het geluid meteen naar beneden komt.' Hij loopt resoluut een paar stappen opzij en klappt nogmaals in zijn handen. Inderdaad: geen galm.

'Voor de renovatie hebben we de nagalmtijd van het binnenplein gemeten. Zonder dak erop duurde het ruim twee seconden voordat het geluid uitdoofde. Dat is best lang.' In kantoorruimtes duurt dat bijvoorbeeld 0,6 s en in concertzalen 1,5 tot 2,0 s. Het Scheepvaart-

museum wilde dat de ruimteakoestiek na de renovatie, dus wanneer de glazen koepel was geïnstalleerd, precies hetzelfde bleef. Maar uit de computersimulaties van LBP Sight bleek dat de nagalmtijd dan maar liefst 12 s zou worden. 'Dat levert een onacceptabele soep van geluid op', aldus de akoestisch expert. Het was dus een kwestie van veel geluidabsorberend materiaal aanbrengen. De vraag was alleen: waar en hoe? 'Het plein moest het karakter van een buitenplaats houden. We mochten niks ophangen in de ruimte en ook de binnengevels waren taboe. Eigenlijk mocht er helemaal niets op de binnenplaats aanwezig zijn.' Gelukkig mocht Schaap wel het dak van de galerij op de binnenplaats aanpakken.

Daarvoor ontwierp hij een open houten lattenplafond en een zinken dak met gaatjes. 'Zo bereikten we een reductie van de nagalmtijd van 12 naar 6 s. Deze eerste klap was een daalder waard.'

Daarna was er nog één optie over: de vloer aanpakken. Maar er bleken nauwelijks producten op de markt die geluid goed konden absorberen. 'De enige oplossing was een verhoogde vloer met gaatjes erin. Voor de ontwikkeling van dit idee ging Schaap uit van het absorptieprincipe van Von Helmholtz uit de negentiende eeuw. Volgens deze Duitse natuurkundige wordt het akoestisch gedrag van een vloer bepaald door de breedte en de hoogte van de open voegen in combinatie met de

KENGEVEENS	
<b>PROJECT</b>	Onzichtbare akoestische vloer
<b>LOCATIE</b>	Amsterdam
<b>INGENIEURSBUREAU</b>	LBP Sight
<b>NAAM</b>	Luc Schaap
<b>LEEFTIJD</b>	50
<b>TITEL</b>	ir.
<b>OPLEIDING</b>	BWK (FAGO), Technische Universiteit Eindhoven
<b>FUNCTIE</b>	Directeur/senior adviseur



**LEEFTIJD**  
50

**TITEL**  
ir.

**OPLEIDING**  
BWK (FAGO), Technische Universiteit Eindhoven

**FUNCTIE**  
Directeur/senior adviseur

De akoestische vloer op de nieuw overdekte binnenplaats van het Scheepvaartmuseum.



De opbouw van de vloertegel met de zestien met Travertin beklede tegeltjes op een open steunconstructie, op de foto rechts van onderaf gezien.

hoogte van de luchtsponw. Hoe meer open voegen, hoe meer geluid wordt geabsorbeerd. Het idee van Helmholtz werkt in de praktijk als volgt. 'Geluid dat van buiten in de voeg komt, brengt de lucht in de holle ruimte onder de tegels in trilling. Dat is een vorm van energieoverdracht. Doordat die lucht vervolgens langs mineraalwol wrijft, wordt de geluidsenergie omgezet in warmte.' Schaap vergelijkt deze demping van geluid met de schokbreker van een auto die op en neer danst om de beweging te dempen. 'Het massaveersysteem is een bekende techniek om demping voor elkaar te krijgen.'

### NAALDHAKKEN

Toch is nog nooit eerder een vloer ontworpen op basis van dit principe. Daarom moest LBP Sight zelf uitvinden wat de optimale ruimte tussen de tegels was. Dat bleek verrassend eenvoudig. 'Het uitgangspunt is dat je met naaldhakken over de vloer moet kunnen lopen, aangezien het binnenplein ook wordt gebruikt voor feesten en partijen', zegt Schaap. Hij grapt: 'In het ontwerpteam hebben we Liesbeth van de Pol gevraagd haar naaldhakken op te meten. Zij is namens Dok architecten hoofdverantwoordelijk voor de gehele verbouwing van het Scheepvaartmuseum.' De uitkomst was dat de spleten maximaal 4 mm breed mochten zijn. LBP Sight maakte vervolgens de vloer van mdf en testte deze in een akoestisch laborato-

rium met een galmkamer om de effectieve absorptie van de vloer te bepalen. Inmiddels bestaat het binnenplein van in totaal 30 x 30 m uit betonnen tegels van 60 x 60 cm. Elke tegel is opgedeeld in zestien vierkantjes met ribben waarop kleinere tegels van 14 x 14 cm liggen, gescheiden door voegen. Aan de bovenkant zijn deze tegeltjes bekleed met Travertin, een soort natuursteen. De ideale spouwhoogte bij de voegen – de afstand tussen de onderzijde van de tegeltjes en de betonnen basisvloer – bleek 80 mm. 'Op grond van deze laboratoriummetingen konden we met ons computersimulatiemodel voorspellen wat de nagalmtijd werd. Iets meer dan 3 s bleek haalbaar.'

Op het laatste moment stuitte LBP Sight op een nieuw probleem. Het Scheepvaartmuseum is aan alle kanten scheef en de nieuwe vloer bleek niet goed aan te sluiten op de rest van het gebouw. 'De enige oplossing hiervoor was de vloer te verhogen waardoor we een grotere spouwhoogte cadeau kregen. Maar daar werden we niet gelukkig van.' Om dit te ondervangen bedacht het ingenieursbureau een systeem van stalen platen die

onder de verhoogde vloer hangen, zodat de spouwhoogte overal weer 80 mm was. Op deze stalen platen is vervolgens minerale wol gelegd, die in beschermfolie is verpakt.

Naast de akoestische eigenschappen van de vloer is aandacht besteed aan de mechanische eigenschappen. Zo moet er veilig een hoogwerker op kunnen staan. Ook over het onderhoud is nagedacht. Als bijvoorbeeld een glas rode wijn omvalt, komt de wijn door de spleten op de betonnen vloer terecht. Deze is waterafvoerend, waardoor alles schoon te spoelen is zonder dat ook maar een tegel hoeft te worden verwijderd.

Uit de nieuwste metingen blijkt de nagalmtijd 3,05 s te bedragen: precies als voorspeld. 'Dat is heel netjes', vindt Schaap, 'want 100 % absorptie door alleen de vloer is onmogelijk.' Hij verwacht dat de vloer vaker toegepast gaat worden in gebouwen met grote ruimtes. 'Die geven namelijk vaak problemen met de akoestiek. Hiervoor bestaat een simpele verklaring: de nagalmtijd is evenredig met het volume van de ruimte. Als je een ruimte vergroot, neemt het volume en dus de nagalmtijd toe met de derde macht, terwijl de

beschikbare wand-, plafond- en vloeroppervlakte met de

tweede macht vermeer-

dert. Daarom kun je

in grote ruimtes

vaak niet vol-

staan met al-

leen geluids-

werende

plafonds en

wanden. Door

ook de vloer te be-

nutten, creëer je een

extra vrijheidsgraad

waar ontwerpers dankbaar

gebruik van maken.' ●

