

Op zoek naar de juiste balans in open kantoorruimten

ir. Hanneke Peperkamp,
ing. Harry Bruggema

Vooral in grote kantoorruimten leven betonkernactivering (BKA) en akoestiek op gespannen voet. Het thermisch effect van geactiveerd beton is het grootst wanneer het beton niet of beperkt bedekt is. Maar in grote, open kantoorruimten is die bedekking hard nodig om een aangename akoestiek te creëren. Peutz deed onderzoek naar mogelijke oplossingen voor dit dilemma; er is gezocht naar een thermisch en akoestisch optimum.

Steeds meer organisaties, onder andere overheden, gaan over naar Het Nieuwe Werken. Bij dit plaats- en tijdonafhankelijke werkconcept is het kantoor een soort thuisbasis voor de organisatie die is ingericht met een diversiteit aan flexibele werkplekken. Deze werkplekken zijn voorzien in grote open ruimten met een minimum aan gesloten ruim-

ten. Elke plek in de ruimte biedt door zijn ligging en ontwerp een ander niveau van akoestische privacy. De spraakverstaanbaarheid op korte afstand moet hoog zijn voor het informele overleg aan de open vergaderplekken. Op grotere afstand, waar mensen in lounges, open werkplekken of coupés individueel aan het werk zijn, streven we juist naar spraakverstaanbaarheid.

Het totaal aan kantoorgeluiden moet er op die plekken voor zorgen dat de concentratie niet verstoord wordt door een enkele spreker in de omgeving. Pas dan kan er geconcentreerd worden gewerkt. Het is hiervoor essentieel om de geluidafname met de afstand maximaal te laten zijn. In grotere ruimten is alleen wandabsorptie niet voldoende om de gewenste akoestiek te realiseren. Ook in de plafonds moet dan geluidsabsorberend materiaal worden aangebracht, niet alleen om te zorgen voor een juiste nagalmtijd, maar ook om vervelende geluidreflecties te voorkomen. Om dit te realiseren is een effectieve akoestische basisvoorziening in de vorm van een goed geluidabsorberend plafondsysteem onmisbaar. Dit heeft wezenlijke gevolgen voor het gebouw- en installatieontwerp.

In grote open ruimten moeten, om tochtklachten te voorkomen, geen te openen ramen worden toegepast. Uit het PMV-comfortmodel van Fanger volgt dat bij meer mensen in een ruimte en het ontbreken van individuele regelbaarheid de kans op comfortklachten sterk toeneemt. Immers, niet iedereen vindt dezelfde ruimtecondities prettig om bij te werken. In grote ruimten ontbreken gang- en tussenwanden en de werkplekken beginnen vaak dicht bij de gevel. Hierdoor is er sprake van een grote leefzone, waarbij de ruimte voor het laten dalen van gekoelde lucht ontbreekt of beperkt is. Door de grotere dichtheid aan werkplekken neemt de warmtebelasting plaatselijk toe.

BETONKERNACTIVERING

In talloze (kantoor)gebouwen is inmiddels BKA toegepast om ruimten op een duurzame en kosteneffectieve manier te koelen en te verwarmen. Bij BKA wordt er in de vloerconstructie een waterleidingnet aangebracht dat wordt aangesloten op



Klimaatkameronderzoek. Mineralewolplafond, 48 procent bedekt.



de koel- en verwarmingsinstallaties. Een op deze wijze 'geactiveerde' vloer kan zowel aan de boven- als onderkant energie uitwisselen voor verwarmen en koelen.

BKA heeft een aantal voordelen. Door het koelen of verwarmen van de bouwmasa wordt de ruimtetemperatuur gestabiliseerd, daardoor is er minder aanvullende koeling of verwarming nodig. Bovendien is het met BKA bij uitstek mogelijk om met een hogere koelwatertemperatuur en een lagere verwarmingwatertemperatuur te werken en dit met wko in de bodem te combineren.

Er zijn ook beperkingen, zoals de traagheid. De betonmasa kan niet snel van temperatuur veranderen of reageren op wisselende warmtebelastingen in de ruimte. Bovendien kun je moeilijk per werkplek variëren. Voor een goede regeling van de ruimtetemperatuur is per ruimte een aanvullend koel- of verwarmingssysteem nodig.

COMFORT VERSUS AKOESTIEK?

Het thermisch effect van geactiveerd beton is groter naar mate het beton minder is bedekt. Maar in grote, open kantoorruimten is die bedekking hard nodig om een goede ruimteakoestiek te creëren. De vraag is: wat is er mogelijk en is er een optimum te bepalen?

In de laboratoria van Peutz is onderzoek gedaan naar dit optimum. Er zijn metingen gedaan in het akoestisch laboratorium om de geluidabsorptiecoëfficiënt te bepalen. De reductie op het koelvermogen van het beton is bepaald in een van de klimaatkamers in het bouwfysisch laboratorium.

De uitdaging in het onderzoek was om zoveel mogelijk geluidsabsorptie te realiseren en tegelijkertijd zoveel mogelijk ruimte vrij te laten, zodat het geactiveerde beton bij koelen en verwarmen de energie met de ruimte kan uitwisselen. Zowel een plafond met platen van minerale wol als een lamellenplafond zijn onderzocht.

GELUIDSABSORPTIE

De geluidabsorptie van de plafondsysteem is onderzocht in een nagalmkamer. Het plafondsysteem werd hierbij via afstandhouders op de vloer van de meetruimte gelegd. De gemeten nagalmtijd van de meetruimte met plafond werd vervolgens vergeleken met de nagalmtijd van de lege ruimte en hieruit werd de absorptie berekend.

Eén van de optredende effecten bij toepassing van een open verlaagd plafond (plafondeilanden) is, dat door het verkleinen van het geluidabsorberend oppervlak de geluidabsorptie niet in alle frequentiebanden in gelijke mate afneemt. Uit metingen volgens ISO 354 met verschillende plafondconfiguraties blijkt



Klimaatkameronderzoek. Metalen lamellenplafond, circa 58 procent bedekt.

dat het verband voor open plafonds bij lagere frequenties nagenoeg lineair is, met een spronggewijze toename van de geluidabsorptie bij een volledig gesloten plafond.

Bij hogere frequenties – 500 Hz tot 4 kHz, de voornaamste octaafbanden voor spraakgeluid – blijkt dat het verhogen van het bedekkingspercentage van 80 naar 100 procent nauwelijks meer gevolgen heeft voor de totale geluidabsorptie. Dit wordt verklaard doordat via de open randoppervlakken energie aan de bovenzijde van de plafondpanelen wordt geabsorbeerd. Er is tijdens het onderzoek gevarieerd met de vrije hoogte boven het verlaagde plafond. De kleinste afstand – tussen plafond en beton of tussen twee plafondpanelen – is bepalend voor de bijdrage van de bovenzijde van het plafond tot de geluidabsorptie. Hiervoor moet de bovenzijde van de plafondpanelen wel geluidabsorberend zijn.



Een ander aspect betreft het onderzoeken van de geluidabsorptie van lamellenplafonds in combinatie met de reductie op het thermisch vermogen. Op basis van metingen zijn in samenwerking met een producent allerlei optimalisaties aan het materiaal uitgevoerd. Daardoor is het gelukt om een vergelijkbare geluidsabsorberende waarde te verkrijgen als bij een mineraalwolplafond.

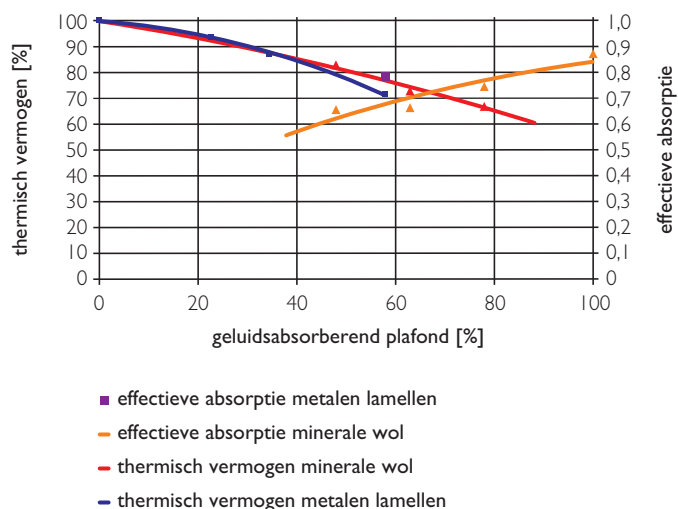
Opdrachtgevers en architecten hebben zo voor open kantoorruimten de keuze uit onder meer plafondeilanden met minerale wol- en lamellenplafonds. Een (nog) niet onderzocht alternatief is de toepassing van baffles. In kleinere kantoren kan voor (aanvullende) geluidabsorptie worden gekozen voor wandabsorptie of absorberende wanden en meubels. Sommige opdrachtgevers en architecten kiezen bewust voor een systeem dat leidingen en bekabeling afschermt. Anderen willen de leidingen en kabels juist laten zien. Dat is een kwestie van smaak.

KOELVERMOGEN

Doel van het onderzoek in de klimaatkamer is om het effect van een verlaagd plafond op de effectiviteit van BKA te kwantificeren. In het laboratorium zijn twee klimaatkamers beschikbaar. Naast de testkamer, geschikt voor het bepalen van het koel- en verwarmingsvermogen van bijvoorbeeld klimaatplafonds, is er een klimaatkamer met geactiveerde vloeren, waarmee kan worden verwarmd of gekoeld.

Onder het actieve betondak in deze proefkamer zijn verlaagde minerale wollen plafondelementen aangebracht, voorzien van verlichtingsarmaturen. In de ruimte zijn vier meetmasten geplaatst, waarmee op verschillende hoogten boven de vloer luchttemperaturen zijn gemeten. Tevens zijn op 1,1 m hoogte de zwartebol- en stralingstemperatuur bepaald. Op het beton en de verlaagde plafonds zijn oppervlaktetemperatuursensoren aangebracht. Verder zijn luchttemperatuursensoren aangebracht tussen het verlaagd plafond en het betonplafond. Voor het beton is uitgegaan van een oppervlaktetemperatuur aan de onderzijde van 20 °C bij een ruimtetemperatuur van 25 °C.

In de meetruimte is, door gelijkmatig over de ruimte verdeelde elektrische verwarmingselementen conform NEN-EN 14240, de ruimtetemperatuur gestabiliseerd. Door het toegevoerde elektrisch vermogen te regelen is de ruimtetemperatuur op 25 °C ingesteld. Er is gestart met een referentiemeting zonder verlaagd plafond. Er is gemeten hoeveel (elektrisch) vermogen er benodigd is, bij een betonoppervlaktetemperatuur van 20 °C, om de ruimtetemperatuur constant te houden. Deze hoeveelheid elektrisch vermogen is vergeleken met de



Thermisch vermogen bij 40 mm minerale wolelementen met 200 mm spouwhoogte en metalen lamellen met 70 mm spouwhoogte. Tevens weergegeven de gemiddelde geluidabsorptie (500 Hz – 4 kHz) van dezelfde plafonds.

reductie koelvermogen ten opzichte van de situatie zonder plafond [%]	minerale wol 48 % bedekt	minerale wol 63 % bedekt	minerale wol 78 % bedekt	metalen lamellen 23 % bedekt	metalen lamellen 35 % bedekt	metalen lamellen 58 % bedekt
spouw 20 cm	17	27	33			
spouw 9 cm	20	28	36			
spouw 7 cm				6	13	28

Tabel 2. Reductie afgegeven koelvermogen van het beton ten opzichte van de situatie zonder verlaagd plafond voor 40 mm minerale wolpanelen en geoptimaliseerde metalen lamellen.

situaties waarin wel een verlaagd plafond is gemonteerd. Bij gelijke randcondities (ruimtetemperatuur, betonoppervlaktetemperatuur et cetera) is het verschil in toegevoerde hoeveelheid warmte een maat voor het verschil in afgegeven koelvermogen door de betonvloer. De nauwkeurigheid van de vermogensmeting bedraagt ongeveer 1 – 2 procent.

Voor het onderzoek is gebruikgemaakt van minerale wolplaten met een dikte van 40 mm. Het verlaagde plafond is onderzocht op verschillende spouwhoogten en met verschillende configuraties. De plafondpanelen zijn gemonteerd als losse eilanden en als één groot eiland. In de tabel staan de



resultaten van de metingen bij een spouwhoogte van 20 en 9 cm. De resultaten met een spouwhoogte van 20 cm zijn ook in de grafiek weergegeven.

Er zijn ook verschillende configuraties lamellenplafonds onderzocht. De U-vormige lamellen zijn aan de zijkanten geperforeerd en gevuld met ingesealde minerale wol. In de tabel en de grafiek zijn de resultaten van de metingen weergegeven.

Opgemerkt wordt dat een bedekkingspercentage van 58 procent bij het lamellenplafond de maximale bedekking is waarbij de akoestisch meetwaarden van toepassing zijn. Hierbij is het hele plafond voorzien van lamellen met een vaste afstand ertussen. Deze afstand tussen de lamellen kan niet worden verkleind zonder de geluidabsorptie te beïnvloeden. De lagere bedekkingspercentages lamellenplafond zijn verkregen door aan de zijkanten lamellen weg te laten, zodat als het ware een plafondeiland ontstaat.

HET OPTIMUM IN BEELD

In de grafiek zijn de thermische en akoestische resultaten gecombineerd. Hieruit valt af te lezen wat de optimale verhouding is tussen de hoeveelheid geluidabsorberend materiaal en het beoogde thermische effect. Stel dat er in een kantoor een effectieve geluidabsorptie van 0,65 nodig is, dan moet in dit voorbeeld 50 procent van het vloeroppervlak van een verlaagd geluidsabsorberend plafond worden voorzien. Hierdoor reduceert het afgegeven koelvermogen met ongeveer 20 procent.

Voor een open kantooromgeving is wezenlijk een hogere absorptiecoëfficiënt benodigd: 0,8 of hoger. Dit betekent een verlaagd mineralewolplafond met een bedekking van 85 procent of meer. Hierdoor reduceert het afgegeven koelvermogen met circa 40 procent. Als wordt gekozen voor het onderzochte en geoptimaliseerd lamellenplafond waarmee circa 60 procent van het beton effectief is bedekt, dan bedraagt de reductie van het koelvermogen circa 25 procent. Het voordeel van het lamellenplafond is dat gelijkmatig verdeeld over het plafondoppervlak van de ruimte geluidabsorptie wordt aangebracht, zodat overal hinderlijke reflecties via het betonplafond kunnen worden voorkomen.

INTEGRALE BENADERING

In de praktijk zien we ook situaties waar het akoestisch niet goed gaat, omdat er te weinig absorptie is. Recent is op locatie uitgebreid gemeten aan de temperaturen in ruimten in kantoorgebouwen waar zowel BKA als akoestisch materiaal is toegepast. De kennis die in het lab is verkregen wordt ingezet om in de praktijk te adviseren. De grafiek op basis van de

laboratoriummetingen biedt snel duidelijkheid over de haalbaarheid en wenselijkheid van BKA in een bepaalde (werk)ruimte. Als je de keuze maakt voor BKA is het goed om al in een heel vroeg stadium na te denken over de realisatie van een goede ruimteakoestiek. Met zo'n integrale benadering kun je veel problemen voor zijn en ook in de kantoren waar Het Nieuwe Werken wordt toegepast een adequate oplossing realiseren.

Auteurs

ir. Hanneke Peperkamp en ing. Harry Bruggema, adviseurs bij Peutz.

Fotografie

Industrie