

# Geluidsisolatie van luchtkanalen

Luchtkanalen in gebouwen spelen een belangrijke rol, zowel ten aanzien van de bijdrage tot de toelaatbare c.q. gewenste installatiegeluidniveaus in ruimten als in relatie tot de geluidsisolatie waarde van scheidingswanden tussen ruimten onderling. De mate waarin hangt in sterke mate af van de geluidsisolatie van de luchtkanaalwanden. In diverse landen worden verschillende geluidsisolatie waarden gehanteerd. Door Peutz bv is in het akoestisch laboratorium een multifunctionele en modulaire meetopstelling gerealiseerd en is onderzoek verricht naar de feitelijke geluidsisolatie waarden van luchtkanalen. Tevens is de invloed van het aanbrengen van isolatiematerialen om de kanalen heen onderzocht. In dit artikel wordt ingegaan op het onderzoek naar de geluidsisolatie van luchtkanalen en het effect van isolatiematerialen. De onderzoeksresultaten leiden tot nieuwe inzichten en een betere interpretatie van de productspecificaties van isolatiematerialen.

Ing. J. (Jan) Buijs, Peutz

Luchtkanalen voorzien gebouwen van frisse, verwarmde of gekoelde, lucht en dragen in belangrijke mate bij aan een aangenaam binnenklimaat in een gebouw. Naast dit positief effect bezitten luchtkanalen ook negatieve effecten, waaronder het transporteren van geluid door het gebouw. Dit kan het transporteren van geluid van ventilatoren of andere installatieonderdelen zijn, van het geruis van de luchtstroom of het transporteren/overdragen van stemgeluid uit de naastgelegen ruimten (ook wel overspraak genoemd). De geluidniveaus die daar het gevolg van zijn hangen qua sterkte af van onder andere de geluidsisolatie van de kanaalwanden, de invloed hierop van isolatiematerialen die om de luchtkanalen kunnen worden aangebracht, het al of niet aanwezig zijn van verlaagde

plafonds onder de luchtkanalen en de geluidsisolerende eigenschappen hiervan. Of, en zo ja in welke mate, hierdoor geluidhinder ontstaat hangt daarbij mede af van de functie alsmede het gebruik van de betreffende ruimten.

In de jaren '90 en eerder werden in utiliteitsgebouwen de hoofdkanalen op de verdiepingen veelal in het middengebied of in de akoestisch minder kritische gangzones gesitueerd, waarbij middels kleinere kanaalafzakkingen de diverse verblijfsruimten door de gangwanden heen van lucht werden voorzien. Tegenwoordig worden hoofdkanalen net zo makkelijk ook boven de verblijfsruimten gesitueerd en doorbreken deze luchtkanalen beter (ten opzichte van gangwanden) geluidsisolerende wandconstructies tussen verblijfsruimten onderling, zie foto's 1 en 2.



-Foto 1- Situering hoofdkanalen middengebied/gangzone



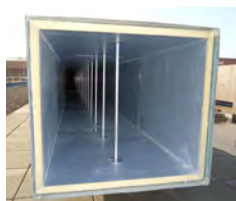
-Foto 2- Situering kanalen boven verblijfsruimten



-Foto 3- Rechthoekige metalen luchtkanalen



-Foto 4- Ronde PVC (kunststof) luchtkanalen



-Foto 5- Rechthoekige sandwichkanalen (PIR)



-Foto 6- Ovale metalen luchtkanalen

Het komt daarbij ook voor dat de installaties in het zicht worden gehouden en in dat geval ontbreekt de mogelijke positieve invloed van verlaagde plafonds. Een en ander is het gevolg van de flexibiliteit in de ruimte-indeling binnen gebouwen en de steeds fraaiere architectonische creaties van gebouwen. In toenemende mate wordt dan ook van een adviseur of installateur verwacht dat deze de invloeden van luchtkanaalsystemen op de resulterende geluidniveaus en vereiste geluidsisolatie-waarden van bouwkundige constructies kan berekenen. Hiertoe is het van groot belang om te beschikken over betrouwbare informatie omtrent de geluidsisolatie(waarden) van de verschillende luchtkanalen, zowel voor geluiduitstraling van geluid uit de kanalen naar een ruimte als voor de instraling van geluid vanuit een ruimte naar het inwendige van een kanaal.

## GELUIDSISOLATIE

De geluidsisolatie van luchtkanalen, in het vakjargon de transmission-loss TL genoemd (TL<sub>out</sub> voor uitstraling en TL<sub>in</sub> voor instraling), wordt bepaald door het soort materiaal en de materiaaldikte waaruit de luchtkanalen worden opgebouwd (metaal, kunststof, sandwichconstructies e.d.), de afmetingen, de vorm/geometrie van de luchtkanalen (rechthoekig, rond, ovaal, breedte-/hoogteverhouding) en de wijze waarop de kanaalwanden in trilling worden gebracht (statisch door geluid of dynamisch door luchtstroming). De foto's 3 t/m 6 geven de verschillende uitvoeringen van kanalen weer.

Daarnaast wordt de geluidsisolatie in zekere mate beïnvloed indien het luchtkanaal wordt bekleed met een isolatiemateriaal (thermische isolatie, ontdeuningsmateriaal e.d., zie foto's 7 en 8).

De geluidsisolatie van alle genoemde parameters is frequentie-afhankelijk, dat wil zeggen dat de geluidsisolatie-waarde(n) niet gelijk zijn voor alle beschouwde frequenties c.q.

-Foto 7- Thermische isolatie (min. wol + alufolie)



-Foto 8- Ontdeuningsmateriaal (Baryfol), rechts

frequentiebanden. Bij lagere frequenties zijn de geluidsisolatie-waarden van vlakke plaatmaterialen in het algemeen lager dan bij de hogere frequenties.

## ONDERZOEK

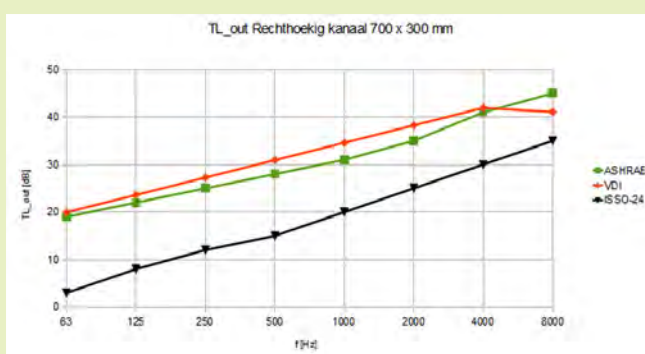
Er is in de jaren '70 tot en met 2000 veel theoretisch en praktisch onderzoek verricht naar de geluidsisolerende eigenschappen van luchtkanalen, onder andere door wetenschappers als A. Cummings (tot voor kort hoogleraar aan de universiteit van Hull, Yorkshire Engeland) en I.L.Vér (onderzoeker in opdracht van de Ashrae). In de door de Ashrae uitgegeven publicaties/boekwerken worden geluidsisolatie-waarden van kanalen gevormd uit plaatstaal gegeven, voor verschillende kanaalafmetingen (rechthoekig) en verschillende diameters (rond). Door de Duitse Ingenieursvereniging VDI wordt in de richtlijn VDI-2081 een formule gegeven aan de hand waarvan de geluidsisolatie van verschillende afmetingen/diameters van kanalen kan worden berekend, per frequentieband. In de ISSO-publicatie 24 (Installatiegeluid), die uit 1990 dateert, worden geluidsisolatie-waarden gegeven voor rechthoekige luchtkanalen met een wanddikte van 1 en 1,5 mm plaatstaal en voor ronde kanalen. De geluidsisolatie-waarden gelden volgens de ISSO-publicatie voor alle rechthoekige kanaalafmetingen en voor alle ronde diameters, dus onafhankelijk van de

kanaalafmetingen.

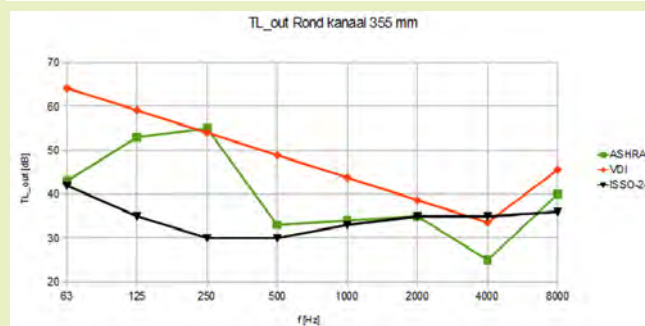
De meetopstellingen die zijn gebruikt voor het verkrijgen van de resultaten volgens de VDI en Ashrae zijn beperkt tot het toepassen van maximaal 6 m lengte kanaal, met relatief kleine afmetingen/diameters, waarvan in een aantal gevallen slechts circa 2 tot 4 m lengte daadwerkelijk is betrokken in het onderzoek. De resterende lengte is in dat geval benut voor het reflectie-arm beëindigen van het luchtkanaal, hetgeen betekent dat er aan het uiteinde van het luchtkanaal geen geluid terug reflecteert het luchtkanaal in. In de praktijk treden dergelijke reflecties veelal wel op in bochten, verloopstukken in kanalen e.d. In een aantal gevallen is bij de toegepaste korte kanaalstukken het uiteinde afgesloten met een deksel, hetgeen aanleiding geeft tot een verandering/verstoring van het geluidveld binnen het kanaalstuk ten opzichte van het geluidveld in een (verder) doorgaand kanaal.

In figuur 1 zijn de volgens de verschillende bronnen te hanteren geluidsisolatie-waarden TL<sub>out</sub> (uitstraling) frequentie-afhankelijk weergegeven voor een rechthoekig metalen luchtkanaal met afmetingen 700 x 300 mm. In figuur 2 zijn de overeenkomstige waarden voor een rond metalen luchtkanaal (spiral) met diameter 355 mm weergegeven. De waarden gelden voor een statische geluidbron in het luchtkanaal (ventilatorgeluid o.d.).

Uit de figuren blijkt dat geluidsisolatie-waar-



-Figuur 1- Geluidsisolatie rechthoekig metalen luchtkanaal 700 x 300 mm, TL<sub>out</sub> statisch



-Figuur 2- Geluidsisolatie rond metalen luchtkanaal 355 mm, TL<sub>out</sub> statisch

den uit de ISSO 24-publicatie over het gehele of een groot gedeelte van het beschouwde frequentiegebied aanzienlijk lager zijn dan de geluidsisolatiewaarden volgens de Ashrae en VDI. De geluidsisolatiewaarden zijn bij het rechthoekige luchtkanaal 10 tot 15 dB lager, voor het ronde luchtkanaal zijn de waarden tot circa 1.000 Hz 10 tot 20 dB lager dan de VDI-waarden. Dergelijke grote verschillen leiden uiteraard ook in grote verschillen in uitkomsten van berekeningen, hetgeen ongewenst is. Voor het rechthoekige luchtkanaal geldt dat er een grote overeenkomst is tussen de geluidsisolatiewaarden volgens de VDI en de Ashrae-waarden. Ook het verloop van de geluidsisolatiecurve is identiek (dit geldt evenzo voor de ISSO-curve). Bij het ronde luchtkanaal treden echter verschillen op in het verloop van de geluidsisolatiecurven. De geluidsisolatiewaarden van de VDI vertonen een lineair aflopend verloop, bij de Ashrae-curve is sprake van een 'bultvormig' verloop in het laagfrequente gebied tot 500 Hz, in het hogere frequentiegebied lijkt het verloop meer op een vlakke lijn, bij 4.000 Hz treedt een 'dip' in de geluidsisolatiecurve op als gevolg van een specifieke eigenresonantie. Deze 'dip' is tevens aanwezig in de VDI-curve. De ISSO-curve lijkt qua verloop op een combinatie van de beide andere curven: tot circa 500 Hz volgt de curve min of meer het lineaire verloop van de VDI-curve, daarboven het verloop van de Ashrae-curve. Er wordt bij de ISSO-curve geen specifieke eigenresonantie bij 4.000 Hz verondersteld.

### Multifunctionele/modulaire meetopstelling

Vanwege de grote spreiding in geluidsisolatiewaarden van kanaalwanden en de behoefte om onder andere het effect van isolatiematerialen om luchtkanalen op de geluidsisolatie te kunnen meten, is in het Akoestisch laboratorium van Peutz bv te Mook in 2014 een eigen meetopstelling ontwikkeld en gerealiseerd. Het resultaat is een multifunctionele/modulaire meetopstelling waarmee ook andere relevante akoestische aspecten, waaronder de geluidproductie in kanalen als gevolg van luchtstroming (aerodynamisch geluid), klapgeluid, geluiddemping kanaalstukken/bochten, de te hanteren geluidreductiewaarden van verlaagde plafonds voor kanaalgeluid alsmede de mate van overspraak via een luchtkanaalwand naar de naastgelegen ruimte, kan worden onderzocht.

In de meetopstelling wordt standaard een kanaalstuk met bocht en open eindkanaalstuk opgenomen, hetgeen een realistische weergave geeft van het in de praktijk optredende geluidveld in een luchtkanaalsysteem. De

totale lengte van de meetopstelling bedraagt circa 10 m; de lengte waarover het te onderzoeken kanaalstuk in de meetruimte geluid uitstraalt bedraagt maximaal circa 4 m, minimaal circa 1,6 m. Er kunnen luchtkanalen met afmetingen tot maximaal 1.000 x 600 mm en ronde luchtkanalen met maximale diameter rond 630 mm worden onderzocht.

De meetopstelling is uniek voor Europa, wellicht ook wereldwijd. In deze meetopstelling kunnen eenvoudig meerdere en/of gecombineerde aspecten worden onderzocht van veel voorkomende kanaalsystemen/-afmetingen en de meetopstelling is duurzaam omdat deze

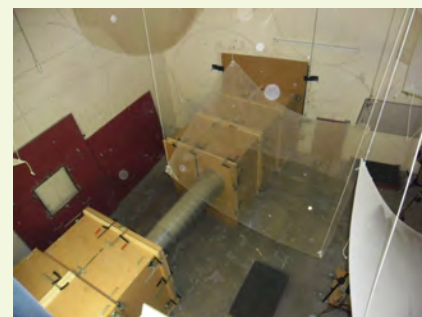
door de modulaire opbouw veelvuldig kan worden hergebruikt.

De foto's 9 t/m 11 illustreren de diverse onderdelen van deze multifunctionele meetopstelling. De drie meetruimten (zendruimte, nagalmkamer en ontvangruimte) liggen naast elkaar.

In de eerste helft van 2015 zijn met de eigen meetopstelling geluidsisolatiemetingen verricht aan een luchtkanaal met afmetingen 700 x 300 mm en een rond kanaal met diameter 355 mm. De onderzochte luchtkanalen zijn ter beschikking gesteld door Vespi B.V. te Drunen en de R-Vent Groep te Bergschenhoek. De uit



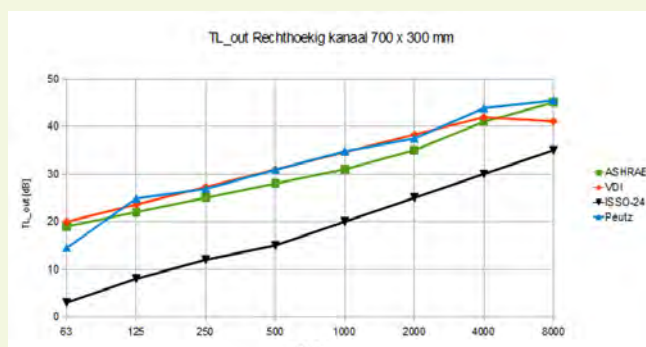
-Foto 9- Zendruimte (aansluiting op luchtkanaal)



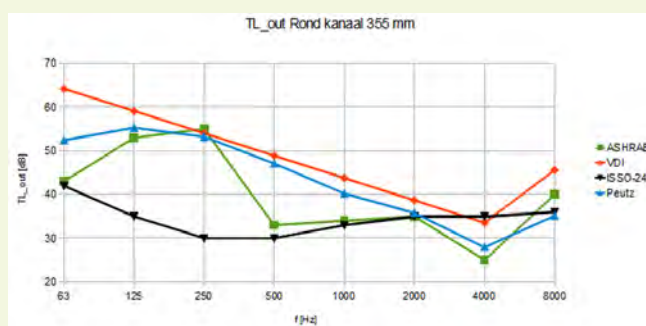
-Foto 10- Nagalmkamer/meetruimte



-Foto 11- Ontvangruimte, einde luchtkanaal



-Figuur 3- Geluidsisolatie rechthoekig kanaal 700 x 300 mm, TL<sub>out</sub> statisch, inclusief Peutz-meetwaarden 2015



-Figuur 4- Geluidsisolatie rond kanaal diameter 355 mm, TL<sub>out</sub> statisch, inclusief Peutz-meetwaarden 2015

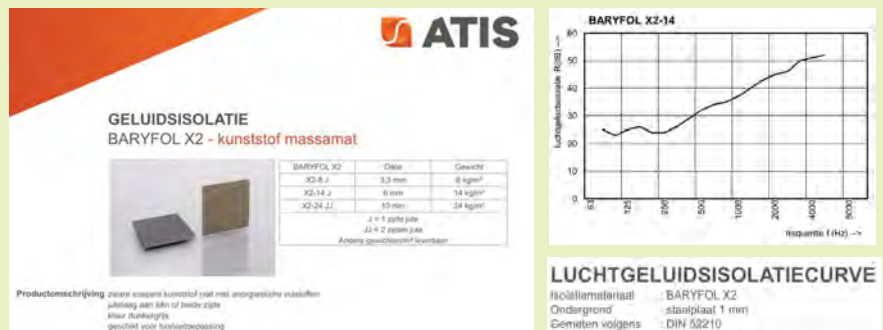
de metingen afgeleide/berekende geluidsisolatiewaarden zijn weergegeven in de figuren 3 en 4, waarin tevens de isolatiecurven van de figuren 1 en 2 zijn opgenomen, ter vergelijking. De in de multifunctionele/modulaire meetopstelling van Peutz gemeten geluidsisolatiewaarden voor het rechthoekige luchtkanaal volgen in een groot deel van het beschouwde frequentiegebied 1:1 de geluidsisolatiecurve van de VDI. Voor het ronde luchtkanaal geldt dit met een afwijking van gemiddeld circa 3 dB naar beneden toe. Het 'bultvormige' karakter zoals dit het geval is volgens de geluidsisolatiecurve volgens Ashrae, is niet of zeer beperkt aanwezig in het verloop van de Peutz-metwaarden; de specifieke eigenresonantie bij 4000 Hz, met een 'dip' in de isolatiecurve treedt wel in dezelfde mate op als bij de Ashrae-curve. Deze vergelijking tussen de verschillende geluidsisolatiecurven gaat ook op voor enkele andere onderzochte kanaalafmetingen.

## EFFECT ISOLATIEMATERIALEN

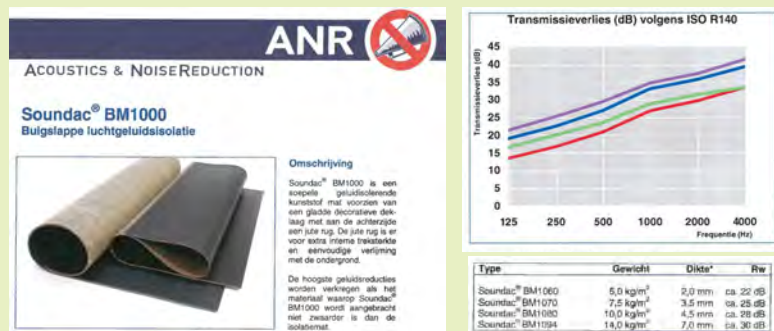
Door fabrikanten/leveranciers van isolatiematerialen wordt opgegeven wat het effect is van het isolatiemateriaal op de geluidsisolatie. In resp. de figuren 5 en 6 zijn twee van de voorkomende akoestische productspecificaties weergegeven.

De producten Baryfol X2-14 en Soundac BM1094 zijn gelijkwaardig qua opbouw/materiaalsoort, bezitten eenzelfde oppervlaktegewicht van 14 kg/m<sup>2</sup>. De Baryfol is voor het meten van de geluidsisolerende eigenschappen van het materiaal aangebracht op een ondergrond van 1 mm plaatstaal. Volgens opgave van ANR is het Soundac materiaal sec gemeten, zonder ondergrond. De onderlinge verschillen tussen de beide grafieken, geldend voor een oppervlaktegewicht van 14 kg/m<sup>2</sup>, duiden ook op een dergelijk verschil in de gemeten configuraties.

De geluidsisolatiewaarden in de grafieken geven dus de geluidsisolatiewaarden van het materiaal dan wel van de combinatie van 1 mm plaatstaal en het materiaal aan. Deze waarden mogen niet worden gezien als het akoestisch effect van dit materiaal als het op een ondergrond van bijvoorbeeld plaatstaal wordt aangebracht. Het akoestisch effect van deze materialen op bijvoorbeeld plaatstaal kan alleen worden bepaald door de geluidsisolatie van het plaatstaal te meten en vervolgens de metingen te herhalen als het materiaal op het plaatstaal is aangebracht. Het verschil in geluidsisolatiewaarden is dan het akoestisch effect van het aangebrachte materiaal. Als het akoestisch effect van de genoemde materialen op een vlakke metaalplaat bekend zou zijn, betekent dit niet dat dit effect 1:1 ook



-Figuur 5- Productspecificaties Baryfol (zware kunststofmat, voorzien van jute), bron: ATIS



-Figuur 6- Productspecificaties Soundac BM1000 (zware kunststofmat, voorzien van jute), bron: ANR

optreedt indien het materiaal op een metalen luchtkanaal wordt aangebracht. Het akoestisch effect van isolatiematerialen om luchtkanalen is op theoretische gronden in bepaalde frequentiegebieden naar verwachting geringer dan in de situatie van de toepassing op vlakke metaalplaten. Naast de geometrie van het luchtkanaal (rechthoekig/rond/ovaal) spelen daarbij ook de materiaaldikte en de stijfheid van het kanaal als geheel een belangrijke rol. Voor het maken van verantwoorde geluidberekeningen ten aanzien van de geluiduitstraling is het dan ook gewenst om het akoestisch effect van isolatiematerialen om luchtkanalen middels metingen vast te stellen.

## Meetresultaten

Voor de onderzochte kanalen met afmetingen 700 x 300 mm en diameter rond 355 mm zijn in de multifunctionele/modulaire opstelling van Peutz de akoestische effecten van verschillende isolatiematerialen en/of combinaties



-Foto 12- Te onderzoeken rond luchtkanaal (kaal)

van isolatiematerialen middels metingen bepaald, zie de foto's 12 t/m 14 voor de bij het ronde kanaal gehanteerde variantopstellingen. De isolatiematerialen zijn ter beschikking gesteld door ANR Acoustics & Noise Reduction te Heerhugowaard. De gemeten verschillen in geluiduitstraling tussen het kale (ongeisoleerde) luchtkanaal en



-Foto 13- Thermische isolatie om rond luchtkanaal



-Foto 14- Soundac BM1094 om rond luchtkanaal

het van isolatiemateriaal voorziene luchtkanaal zijn frequentie-afhankelijk weergegeven in de grafieken van de figuren 7 en 8.

Uit de meetresultaten van de figuren 7 en 8 kan worden geconcludeerd dat het aanbrengen van thermische isolatie (25 mm minerale wol + alufolie) in het laagfrequente gebied tot en met 250 Hz bij deze luchtkanalen geen effect heeft op de geluidsisolatie (TL<sub>out</sub>, statisch). Indien over de thermische isolatie vervolgens een Soundac BM1000 kunststof isolatiemat met een oppervlaktegewicht van 5 kg/m<sup>2</sup> wordt aangebracht treedt in het laagfrequente gebied een beperkte toename in de geluidsisolatie op; in de overige frequentiebanden bedraagt de toename van de geluidsisolatie ten opzichte van alleen de thermische isolatie ordegrrootte 5 tot 10 dB.

Een veel zwaardere isolatiemat dan de 5 kg/m<sup>2</sup> variant kan uitvoeringstechnisch gezien niet om de standaard mineraalwol isolatie heen worden aangebracht. Als een factor 3 tot 5 zwaardere Soundac isolatiemat direct op het kale luchtkanaal wordt aangebracht resulteert in het laagfrequente gebied een grotere toename van de geluidsisolatie ten opzichte van de situatie waarin de (relatief lichtere) isolatiemat over de thermische isolatie wordt heen gezet. In het frequentiegebied vanaf circa 500 Hz en hoger neemt het effect van de direct aangebrachte isolatiemat relatief sterk af ten opzichte van de situatie waarin de isolatiemat over de thermische isolatie wordt heen gezet, dit effect is aanzienlijk sterker bij het rechthoekige luchtkanaal dan bij het ronde luchtkanaal. Een van de oorzaken hiervoor is gelegen in

het feit dat bij de rechthoekige luchtkanalen geluidlekkage optreedt ter plaatse van de flenzen, ondanks de toepassing van afdichtband en kanaalklemmen, zie foto 15.

Het akoestisch afdichten van de flensverbindingen met Soundac isolatiemat is mogelijk maar relatief arbeidsintensief.

### CONCLUSIES

Het hanteren van de geluidsisolatiewaarden zoals deze volgen uit de metingen binnen de multifunctionele/modulaire meetopstelling van Peutz lijkt een verantwoord uitgangspunt te zijn voor het maken van geluidberekeningen ten aanzien van het uitgestraalde geluid bij niet geïsoleerde luchtkanalen. De geluidsisolatiewaarden zoals deze in de bestaande ISSO-publicatie 24 staan vermeld leiden tot pessimistische uitkomsten en de noodzaak tot het treffen van relatief zware/ingrijpende maatregelen en voorzieningen ter beperking van de geluiduitstraling.

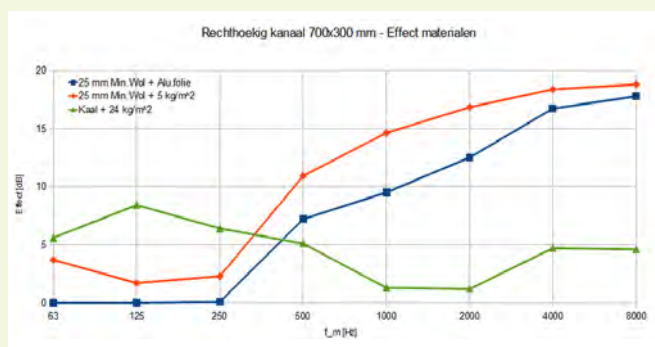
De geluidstechnische productspecificaties van leveranciers van isolatiematerialen, zoals deze in de documentatie is opgenomen, kunnen niet worden gebruikt voor het berekenen van het akoestisch effect hiervan op de geluidsisolatie van luchtkanalen. Metingen in de multifunctionele/modulaire meetopstelling van Peutz te Mook hebben de werkelijke akoestische effecten van verschillende isolatiematerialen aangetoond en bevestigd dat deze sterk verschillen van de productspecificaties. Het aanbrengen van een isolatiemat (Soundac o.g.) over thermische isolatie (minerale wol + alufolie) heen leidt tot een beter akoestisch

resultaat dan direct aangebracht op het luchtkanaal. Bij rechthoekige luchtkanalen speelt bij het direct aanbrengen van een isolatiemat om het luchtkanaal geluidlekkage ter plaatse van de flenzen (koppeling van kanaalstukken) een significante rol, met name indien sprake is van thermisch niet geïsoleerde kanalen.

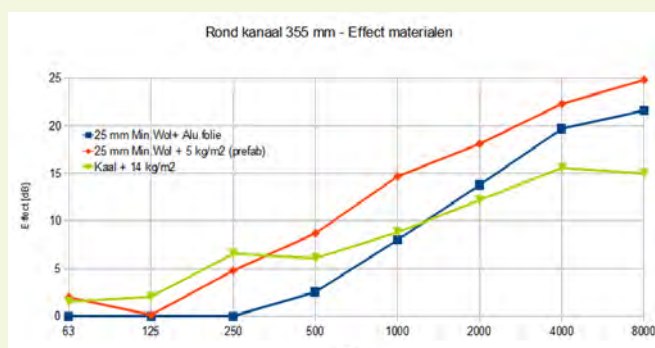
Nader onderzoek naar de geluidsisolatiewaarden van andere voorkomende kanaalafmetingen, kanaalvormen (ovaal, dubbelwandig e.d.) alsmede kanalen met een andere materiaalopbouw (PVC-kunststof, PIR/POL-sandwichconstructies e.d.) is gewenst, gezien de grote spreiding in momenteel gehanteerde geluidsisolatiewaarden en/of het ontbreken van betrouwbare geluidsisolatiewaarden. Tevens dienen voor het berekenen van de mate van overspraak via kanaalwanden ook de geluidsisolatiewaarden voor geluidinstraling (TL<sub>in</sub>) te worden onderzocht. Met de multifunctionele/modulaire meetopstelling van Peutz te Mook kan deze waardevolle informatie worden verkregen.



-Foto 15- Kanaallemmen flensverbindingen



-Figuur 7- Akoestisch effect van isolatiematerialen om een luchtkanaal 700 x 300 mm



-Figuur 8- Akoestisch effect van isolatiematerialen om een luchtkanaal rond 355 mm