

Inpandige techniekruimten geluidstechnisch bekeken

Ing. J.H.N. Buijs

Bij de situering van techniekruimten spelen de akoestische aspecten beslist een rol. Aan de hand van praktijkvoorbeelden worden probleemsituaties besproken die bij met name inpandige techniekruimten voorkomen. Probleemsituaties vloeien voort uit het niet (onder)kennen of onderschatten van de geluidsproductie van de diverse installatiesystemen in combinatie met de constructieve en bouwkundige oplossingen.

De technische installaties voor gebouwen worden sinds jaar en dag zoveel mogelijk geconcentreerd in aparte bouwkundige ruimten, techniekruimten. In veel gevallen worden deze techniekruimten gesitueerd op het dak van het gebouw, of in de kelder onderin het gebouw. In de jaren tachtig zijn vooral in de gezondheidszorg ook wel 'technieklagen' of 'subfloors' (complete verdieping) toegepast in combinatie met verticale stijgsstrangen of -luchtkanalen in kamerscheidende wanden). Hierdoor bleek het mogelijk om binnen de door het toenmalige College van Ziekenhuisvoorzieningen (cvz) gestelde bouwtechnische eisen één bouwlaag extra/hoger te bouwen.

Tegenwoordig worden in toenemende mate kleinere techniekruimten geïntegreerd binnen het gebouw, hetzij om architectonische redenen, hetzij omdat dit uit het oogpunt van welstand wordt verlangd (limitering gebouwhoogte).

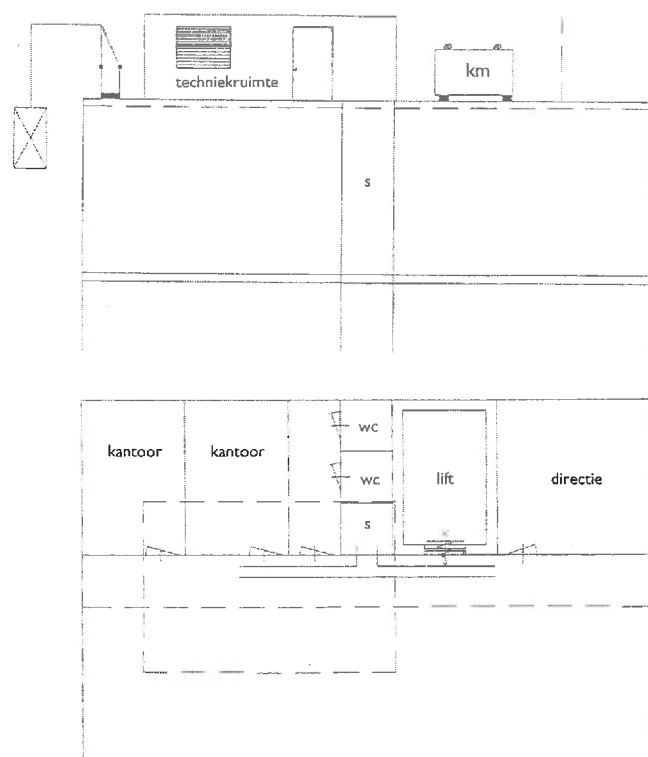
TECHNIEKRUIJTE OP DAK

In de meeste gevallen worden deze technische ruimten zoveel mogelijk in het midden van het dakvlak gesitueerd (afbeelding 1). Voor de aan- en afvoer van verbrandingslucht (ketels, verwarmingsinstallaties) of ventilatielucht (luchtbehandelingskasten) worden in gevels luchtroosters opgenomen, al dan niet in combinatie met dakkappen of schoorstenen. De opbouw bestaat meestal uit een staalconstructie en (geprofileerde) aluminium of metalen beplatingen. Een dergelijke lichte opbouw is akoestisch gezien ook in vrijwel alle gevallen verantwoord, aangezien de geluidsproductie van luchtbehandelingskasten en (niet al te grote) verwarmingsinstallaties beperkt is (geluidsniveaus ≤ 75 dB (A)). Worden grote verwarmingsinstallaties (overdrukketels met ventilatorbranders) of watergekoelde koelmachines in binnenopstelling geprojecteerd, dan zijn zwaardere constructies noodzakelijk, bijvoorbeeld kalkzandsteenwanden in combinatie met een betonnen dak (kanaalplaat). Een en ander is mede afhankelijk van de afstand van de technische ruimte tot omliggende geluidsgevoelige (woon)bestemmingen of eigen (kantoor)gevels.

De vloeren van technische ruimten moeten voldoende zwaar zijn. Bij een oppervlaktegewicht van 500 á 550 kg/m² en toepassing van standaard mineraalvezelplafonds zijn voldoende lage geluidsniveaus te bereiken in de onderliggende kantoorruimten.

De buitenopstelling van luchtgekoelde waterkoelmachines op het dak vraagt een specifieke benadering voor zowel geluid als geproduceerde trillingen en vallen buiten het kader van dit artikel.

Uitgaande van een standaard gebouwdiepte en -breedte met een overspanning van 14,40 m en een circa 6 á 8 m brede technische dakopbouw, resteren rondom de opbouw vrije ruimten van 3 á 4 m. Geluid afkomstig van in de op-



1. Techniekruimte op dak.

bouw opgenomen gevelroosters, wordt door geluidsafscherming via de dakranden op een natuurlijke wijze extra gedempt ten opzichte van een situatie waarin de ontvangers van het geluid direct zicht hebben op deze roosters. Effecten van natuurlijke afscherming door dakranden kunnen 5 tot 15 dB(A) bedragen, wat aanzienlijk is indien wordt bedacht dat om eenzelfde effect te bereiken met coulissen geluidempers achter de roosters, geluidemperlengten van 500 tot 1500 mm noodzakelijk kunnen zijn.

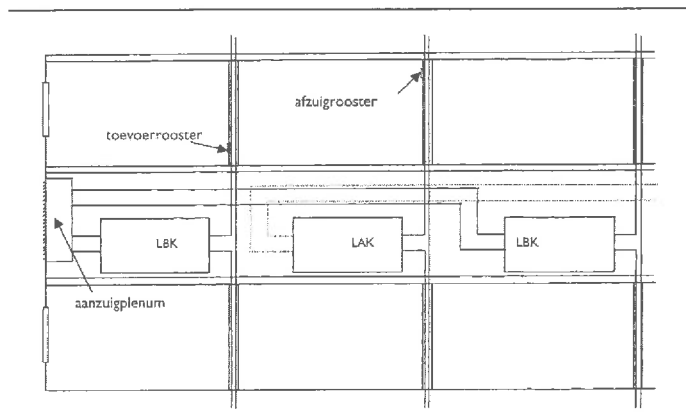
TECHNISCHE TUSSENLAGEN

Voor technische installaties in complete technische bouwlagen (subfloors) (afbeelding 2) geldt in principe eenzelfde beschouwing zoals gegeven voor de technische dakopbouwen. Naast een voldoende zware constructie- of opstellingsvloer moet ook een voldoende zware bovenliggende vloer worden toegepast, omdat geluidsgevoelige verblijfsruimten zich in deze situatie vrijwel altijd zowel onder als boven de techniek laag bevinden.

Een wezenlijk verschil tussen een situatie met een technieklaag en een dakopbouw is het ontbreken van de eerder genoemde natuurlijke geluidsafscherming via de dakrand. Een tweede verschil is dat bij een technieklaag het leiding- en kanaalwerk doorgaans aan de bovenliggende vloer wordt opgehangen, waardoor trillingoverdracht via deze ophangingen direct naar de bovenliggende vloeren kan optreden. Akoestisch gezien moet dit aspect niet zonder meer worden genegeerd. Bij dakopbouwen is geen sprake van een directe relatie qua trillingoverdracht, voor zover het leidingwerk aan de (lichte) dak- of staalconstructie wordt opgehangen.

INPANDIGE TECHNIEKRUIMTEN

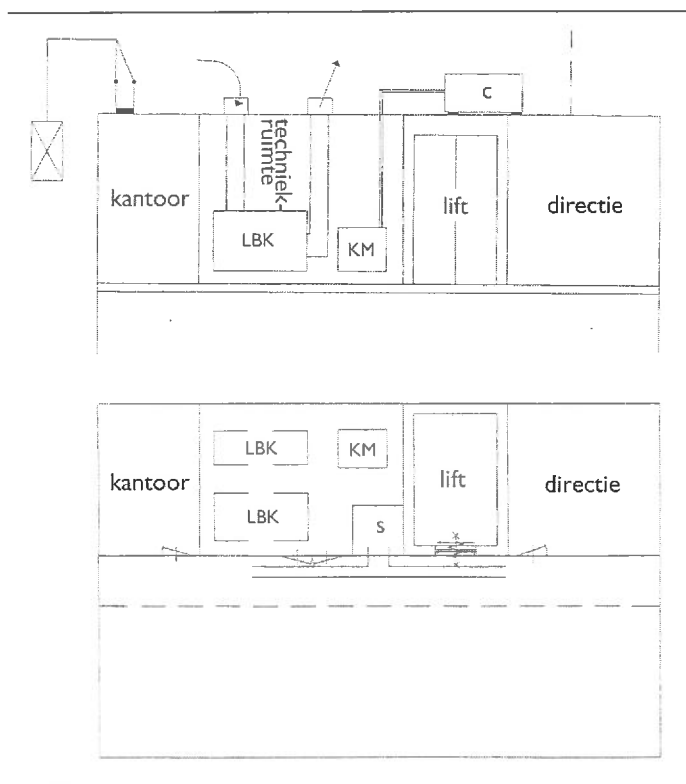
In afbeelding 3 is een situatie gegeven waarbij op de bovenste verdieping van een kantoorgebouw sprake is van een geïntegreerde inpandige techniekruimte. Bij kantoorgebouwen met standaard breedteafmetingen (14,40 m) worden inpandige techniekruimten uit praktische en economische overwegingen niet in het midden van het gebouw gesitueerd, maar aan één zijde. In principe kan een techniekruimte dan een dieptemaat meekrijgen van 5,40 tot 7,20 m en een breedte (lengte) van 2 tot 4x3,60 m, al naar gelang de grootte van de installaties. Als in de betreffende buitengevelroosters worden opgenomen, dan geldt voor de geluidsuitbreiding via deze openingen hetzelfde als voor een technische laag. Er is geen sprake van natuurlijke geluidsafscherming via de dakrand. Wel voor in het dak opgenomen ventilatievoorzieningen of rookgasafvoeren en dergelijke, voor



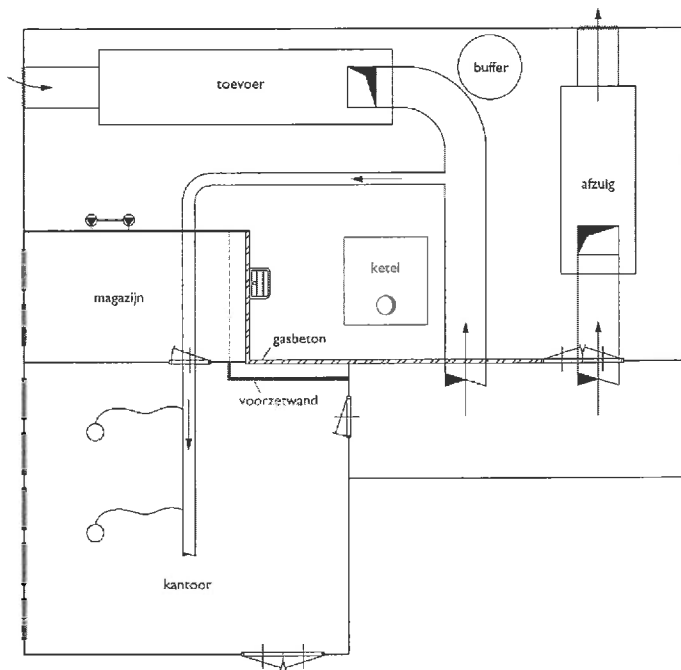
2. Technische laag/subfloor.

zover de zichtlijn tussen geluidsbron en ontvangtpunt wordt onderbroken.

De opbouw van de bouwkundige constructies van deze inpandige techniekruimten kan in de ontwerpfase reeds worden afgestemd op de geluids- en trillingsproductie van de installaties, voor zover deze in grote lijnen (soort type, capaciteit) bekend is. Uitgaande van een kantoorachtige omgeving moeten in het algemeen massieve constructies (beton of kalkzandsteen) worden toegepast voor zowel de vloerconstructies als voor de wanden van de techniekruimte. Gedurende het verdere verloop van het ontwerptraject richting bestekfase blijken in veel gevallen de constructieve gevolgen hiervan niet tijdig te worden onderkend. Ook als dit wel het geval is, kunnen door creatieve, uitvoerende partijen alternatieve constructies, vooral voor de wanden,



3. Inpandige techniekruimte kantoorgebouw.

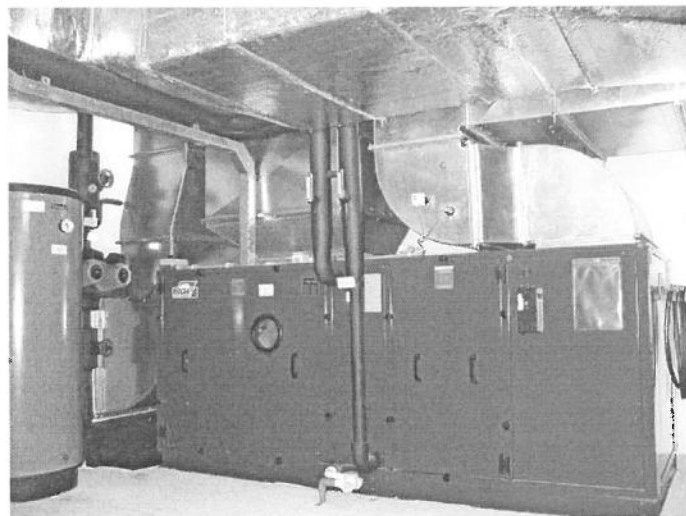


4a. Situering techniekruiimte + installaties naast kantoortruimte + apparatuur.

worden vastgesteld waarbij meestal niet voldoende rekening wordt gehouden met alle akoestische aspecten. Dit wordt bevestigd door een aantal praktijkvoorbeelden, waarin in pandige technische ruimten aanleiding hebben gegeven tot geluidsoverlast of een onverwachte extra investering door de constructieve gevolgen bij toepassing van relatief zware constructies om de technische ruimte heen.

VOORBEELD 1

Het eerste voorbeeld is een kantoorgebouw met in pandige techniekruiimte op de bovenste verdieping, grenzend aan een niet ingedeelde meerpersoonskantoortruimte. In afbeelding 4a is de situatie van de technische ruimte en de hierin



4b. De in pandig opgestelde luchtbehandelingskast uit voorbeeld 1.

opgestelde apparatuur in relatie tot de kantoortruimte schematisch weergegeven.

Door de gebruikers is vooraf aangegeven dat het geluidsniveau in de kantoortruimte van dien aard is dat deze ruimte tot op heden niet in gebruik is genomen, maar vanwege het tekort aan ruimte was de behoefte om deze ruimte te gebruiken zeer groot geworden. Nader onderzoek moest leiden tot adviezen ter beperking van het geluidsniveau.

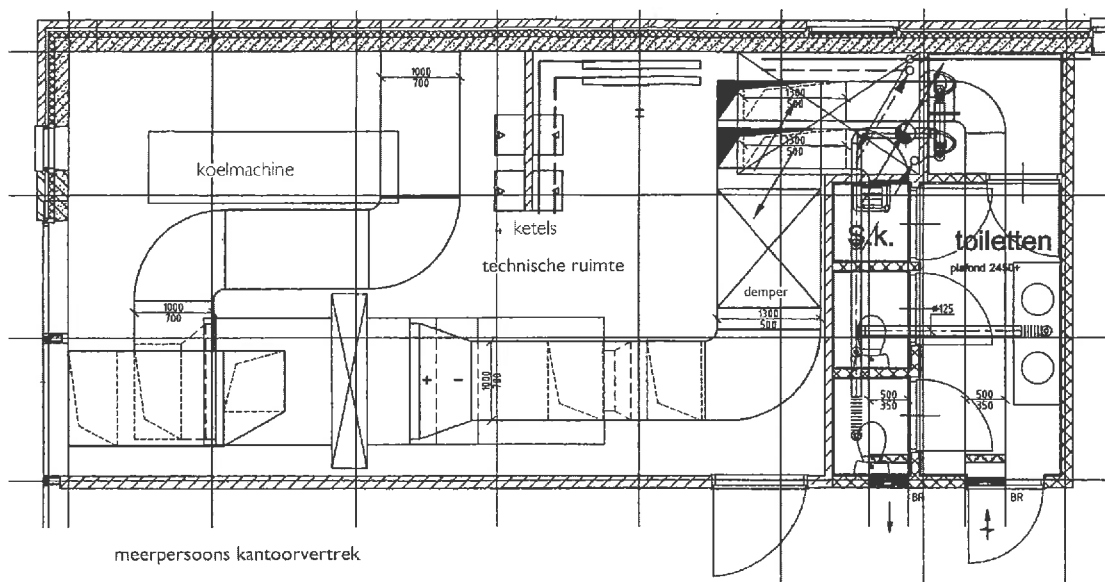
Bij aanvang van het onderzoek werd geconstateerd dat het geluidsniveau in de kantoortruimte (slechts) 39 dB(A) bedroeg, ten opzichte van de bestekseis van 40 dB(A) was daarom geen sprake van een overschrijding. Na overleg met de opdrachtgever is vervolgens besloten om toch nader onderzoek te doen omdat de gebruikers de huidige situatie als onplezierig/hinderlijk ervaren. Dit bleek bij navraag het gevolg van het feit dat in alle andere ruimten binnen het gebouw een significant lager geluidsniveau van minder dan 35 dB(A) aan de orde is.

Onder verschillende bedrijfssituaties van de luchtbehandeling (T = toevoer, A = afvoer) zijn geluidsmetingen verricht in zowel de technische ruimte als in de naastgelegen kantoortruimte. Tevens is met een eigen kunstmatige luchtgeluidsbron (ruisbron) de luchtgeluidsreductie gemeten van de scheidingsconstructie tussen technische ruimte en kantoortruimte. Uit de verschillende metingen en meetresultaten zijn de conclusies zoals weergegeven in tabel 1 afgeleid.

De relatief lichte gasbetonwand tussen technische ruimte is de oorzaak dat het geluidsniveau in de aangrenzende kantoortruimte 39 dB(A) bedraagt. Het onderzoek had plaats in de zomerperiode, de ketelinstallatie kon derhalve niet worden gemeten. Wellicht dat met de ketelinstallatie in bedrijf het geluidsniveau in de kantoortruimte nog verder toeneemt en daarmee de door de gebruikers nu reeds (zonder ketelinstallatie) geuite geluidklachten. Geadviseerd is om aan de zijde van de kantoortruimte een extra voorzetwandconstructie (halfschalige gipskartonwand, opgebouwd uit metalen stijl- en regelwerk en dubbele gipsbeplating met minerale wol tussen de stijlen) vrij van de bestaande gasbetonwand te plaatsen (zie de blauwe lijn in afbeelding 4a) ter verdere beperking van het geluidsniveau tot een waarde die op of onder de 35 dB(A) ligt.

VOORBEELD 2

Hier betreft het een kantoorgebouw met een in pandige techniekruiimte op een hoek van de 3^e verdieping, direct naast een meerpersoonskantoortruimte (afbeelding 5). In deze kantoortruimte wordt hinder ondervonden van de



5a. Technische ruimte grenzend aan meerpersoonskantoorvertrek.

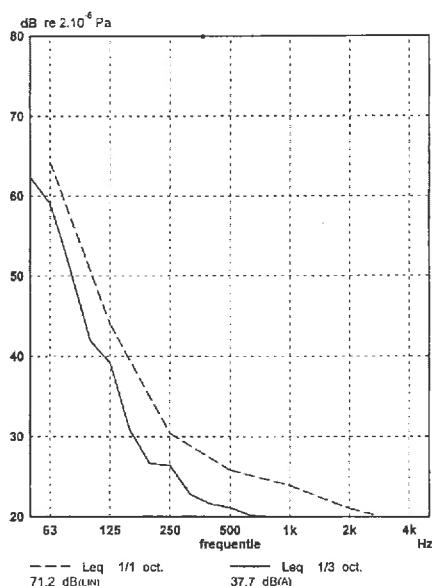
luchtbehandelingskasten op relatief korte afstand (400 mm) van de scheidingswand tussen technische en kantoorruimte. De hinder wordt door de gebruikers van het kantoorvertrek omschreven als 'gebulder'.

De scheidingswand tussen technische en kantoorruimte betreft een relatief lichte gipskartonwand (dubbelskeletwand), opgebouwd uit een dubbele gipsbeplating op een 50 mm breed stijl- en regelwerk, een tweede 50 mm breed stijl- en regelwerk dat met 5 mm dikke afstandhouders aansluit op het eerste stijl- en regelwerk, aan de kantoorzijde eveneens voorzien van een dubbele gipsbeplating. In een van de stijl- en regelwerken is minerale wol opgenomen. De totale wanddikte bedraagt als zodanig 155 mm. De luchtbehandelingskast bestaat uit een luchttoevoerkast met daarop een

luchtafzuigkast met een luchtdebiet van circa 15.000 m³/h. De op de luchtbehandelingskasten aangesloten luchtkanalen doorbreken niet direct de scheidingswand, maar lopen naar de binnen de technische ruimte gesitueerde schacht. Ter plaatse van de schacht takken kleinere kanalen voor de luchtvoorziening van de hoogste verdieping af.

Onder diverse bedrijfssituaties zijn binnen de technische ruimte en kantoorruimte geluidsmetingen verricht, vergelijkbaar met de situatie, zoals omschreven onder voorbeeld 1. Uit de verrichte metingen zijn de conclusies uit tabel 2 afgeleid.

Er is geadviseerd om in dit project de gipskartonwand aan de zijde van de technische ruimte te verzwaren door een extra dubbele gipsbeplating aan te brengen op de gipskartonwand, in combinatie met het 'opvullen' van de beperkte spouwruimte tussen luchtbehandelingskasten en gipskartonwand met zware kwaliteit steenwolplaten. Met deze maatregelen is uiteindelijk een geluidsniveauperlating met 5 dB(A) bereikt, wat voor de gebruikers van de kantoorruimte acceptabel is gebleken.



5b. Installatiegeluidsniveau in kantoorruimte.

VOORBEELD 3

Bij dit voorbeeld betreft het een kantoorgebouw met inpan-dige techniekruimten op de bovenste verdieping (afbeelding 6). In het eerste ontwerp is aan de kopzijde van het gebouw een koelmachineruimte voor twee koelmachines (binnenop-stelling) geprojecteerd, de aangrenzende ruimte is gereserveerd voor luchtbehandelingskasten. Elders op de verdieping is een aparte ruimte voor twee cv-ketels geprojecteerd. In het midden van het gebouw zijn ronde kolommen geprojecteerd (500 mm) zodat sprake is van een overspanning van 7,20 m.

Dit ontwerp is ontstaan doordat de architect, uit esthetisch oogpunt en vanuit de welstandseisen, geen installaties op het dak wilde situeren. Vanwege de relatief hoge geluidspro-



bedrijfsituatie	locatie	meetresultaat	opmerking
T → A hoogtoeren	kantoor	39 dB(A)	
T + A hoogtoeren	technische ruimte	69 dB(A)	
A hoogtoeren	kantoor	33 dB(A),	bijdrage toevoer dus circa 38 dB(A)
T + A 50 procent laagtoeren	kantoor	31 dB(A),	bijdrage afvoer dus circa 29 dB(A)
T + A hoogtoeren (geen lucht)	kantoor	36 dB(A)	

Luchtgeluidsbijdrage toevoer via wand (gasbeton), berekend vanuit de luchtgeluidsreductiemetingen met eigen luchtgeluidsbron op circa 36 dB(A), dus via kanaalwerk moet bijdrage circa 34 dB(A) zijn (aerodynamisch geluid en/of roostergeluid).

Tabel 1. Conclusies geluidsmetingen voorbeeld 1.

bedrijfsituatie	locatie	meetresultaat	opmerking
T + A in bedrijf	kantoor bij wand	38 dB(A)	bepaald bij 63 Hz (afbeelding 5b)
T + A in bedrijf	technische ruimte bij wand	62 dB(A)	
T in bedrijf	kantoor bij wand	35 dB(A)	bijdrage toevoer en afzuig 35 dB(A)
T - A in bedrijf	kantoor onder technische ruimte	24 dB(A)	contactgeluid (trillingoverdracht) via vloer niet relevant

De luchtgeluidsbijdrage via de gipskartonwand is berekend vanuit de luchtgeluidsreductiemetingen met eigen luchtgeluidsbron op circa 28 dB(A). De conclusie is dat de relatief lichte gipskartonwand op een meer ongunstige wijze (niet-diffuus geluidveld) wordt aangestoten door geluid afkomstig van de wanden van de luchtbehandelingskasten. De relatief korte afstand van de luchtbehandelingskasten tot de gipskartonwand (400 mm) is hier debet aan.

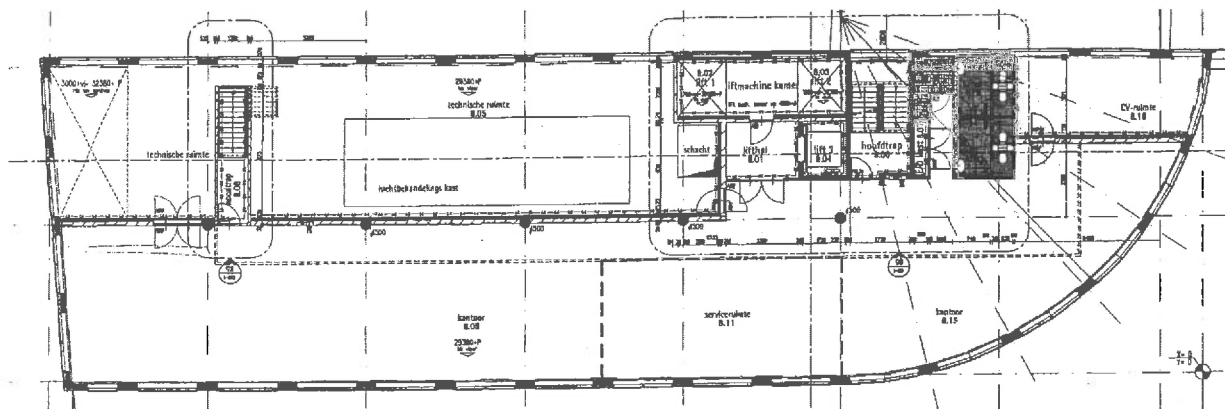
De gipskartonwand realiseert in de frequentiebanden met middenfrequentie van 125/250/500 Hz een goede geluidsreductie van respectievelijk meer dan 40/50/60 dB, in het laagfrequente gebied blijft de geluidsreductie beperkt tot circa 25 dB. Het gemeten resulterende geluidsniveau in de aangrenzende kantoorruimte van 38 dB(A) wordt dan ook volledig bepaald bij 63 Hz (afbeelding 5a). Een dergelijk geluidsniveau wordt over het algemeen als meer hinderlijk ervaren dan een geluidsniveau met dezelfde dB(A)-waarde, maar met een meer ruisachtig karakter.

Tabel 2. Conclusies geluidsmetingen voorbeeld 2.

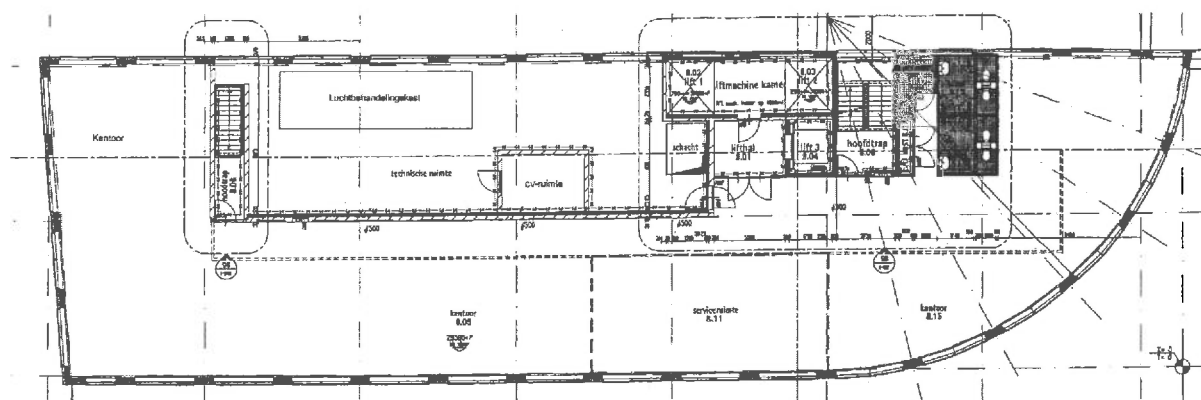
bedrijfsituatie	locatie	meetresultaat	opmerking
cv-ketel in bedrijf	vergaderzaal	33 dB(A)	
cv-ketel + T + A in bedrijf	vergaderzaal	39 dB(A)	bijdrage T + A circa 38 dB(A)
cv-ketel + A in bedrijf	vergaderzaal	39 dB(A)	bijdrage T + A volledig bepaald door afzuig
cv-ketel + T + A + K1 in bedrijf	vergaderzaal	42 dB(A)	bijdrage K1 circa 39 dB(A)

Luchtgeluidsbijdrage via gasbetonwand, voor de koelmachine en cv-ketels berekend op circa 20 tot 30 dB(A). De luchtgeluidsbijdrage voor de T - A blijkt circa 36 dB(A) te bedragen. De situatie kan geheel in overeenstemming worden gebracht met de meetresultaten indien een bijdrage van de boven het plafond van de vergaderzaal gesitueerde afzuigopening aan de orde is van circa 33 dB(A). De bijdrage van de koelmachine van circa 39 dB(A) wordt volledig bepaald door contactgeluid.

Tabel 3. Conclusies meetresultaten voorbeeld 4.



6. Oorspronkelijk ontwerp kantoorverdieping met techniekruimten.



7. Uiteindelijk gerealiseerde kantoorverdieping (koelmachines op dak).

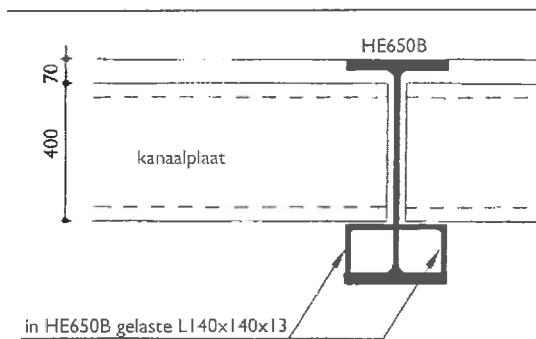
ductie van de koelmachines, de luchtbehandelingsinstallatie en de voorziene overdrukketels is geadviseerd om de bouwkundige constructies tussen deze ruimten en voorliggende gangzone of kantoorruimten op te bouwen uit steens- en halfsteens kalkzandsteen, voorzien van een stuclaag aan de zijde van de techniekruimte. Aan de gangzijde is geadviseerd om een halfschalige voorzetwandconstructie toe te passen, vrijstaand van de kalkzandsteenwanden, opgebouwd uit $2 \times 12,5$ mm gipskartonplaat op een metalen stijl- en regelwerk en met minerale wol in de spouw (stijlen). Constructief bleken dergelijke constructies inpasbaar, gezien de positie van deze wandconstructies in relatie tot de toegepaste kolommenstructuur, in het middengebied.

Ten aanzien van de apparatuur is geadviseerd de koelmachines in een geluiddempende omkasting te plaatsen en trillingstechnisch te voorzien in een zogenoemd dubbel massaveersysteem. Tevens is geadviseerd om de luchtbehandelingsinstallatie te verschuiven van de getekende positie aan de zijde van de gangwand in de richting van de buitengevel. De adviezen zijn in mei 2000 uitgebracht en als zodanig in het ontwerp meegenomen. De installatietechnische adviezen zijn verwerkt in de definitieve bestekstukken van januari 2001. In april 2001 komt vanuit de opdrachtgever het ver-

zoek te bezien in hoeverre de bouwkundige constructies tussen techniekruimten en gangzone kunnen worden opgebouwd uit lichte gipskartonwanden. Men heeft namelijk besloten om, uit het oogpunt van verhuurbare oppervlakte en gebruikerswensen, de middenrij van kolommen te laten vervallen en een 14.40 m brede overspanning te realiseren met (voorgespannen) kanaalplaatvloeren. Hierdoor is het constructief niet meer mogelijk zonder ingrijpende maatregelen zware constructies toe te passen, zoals geadviseerd uit akoestisch oogpunt. Ook toepassing van een dubbel massaveersysteem stuitte nu op problemen!

Na vele uren energie steken in het bedenken van alternatieven, het voeren van overleg en het overtuigen van de noodzaak van de toepassing van zware constructies, is het bestek zowel constructief als bouwkundig ingrijpend aangepast en zijn installatiecomponenten gewijzigd qua fabrikaat en/of type. De cv-ketels zijn in een aparte ruimte binnen de luchtbehandelingsruimte gesitueerd. In afbeelding 7 is de uiteindelijke situering/indeling van de bovenste verdieping weergegeven.

De kanaalplaatvloeren ter plaatse van de techniekruimten zijn zodanig zwaar uitgevoerd dat voldaan wordt aan de hieraan gestelde eis (500 kg/m^2), constructief zijn plaatselijk zware stalen liggers ingevoegd (afbeelding 8). Tot in de par-



8. Constructieve zware stalen liggers, ter plaatse van techniekruimte.

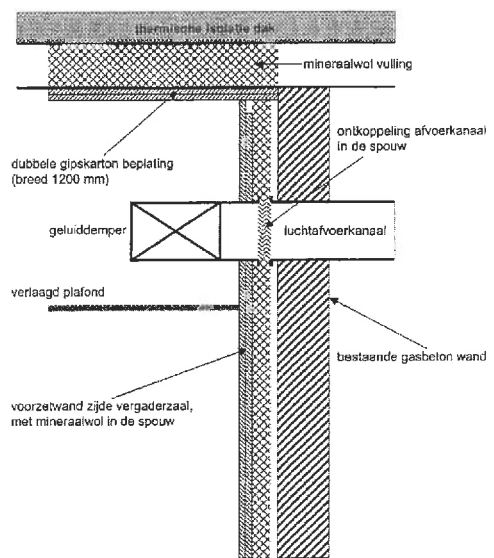
keerkelder is de constructie verzwaaard, wat heeft geleid tot een aanzienlijke meerinvestering. De koelmachines zijn uiteindelijk opgesplitst in kleinere, vooral lage, units en op het dak boven de techniekruimte geplaatst. De toepassing van dubbel massaveersystemen en een geluiddempende omkasting om de koelmachines is hierdoor niet meer noodzakelijk gebleken. Elk nadeel heeft z'n voordeel, zoals hiermee wederom wordt bewezen.

VOORBEELD 4

Het laatste voorbeeld betreft een bedrijfsverzamelgebouw met op de hoogste verdieping een technische ruimte, waaraan een vergaderzaal grenst. Het dak van de hoogste verdieping betreft een lichte staalplaatconstructie (geprofileerd stalen dak, dakisolatie en dakbedekking), de scheidingswand tussen techniekruimte is opgebouwd uit gasbeton blokken (relatief luchtige/lichte blokken). In de vergaderzaal is onder het stalen dak een verlaagde plafondconstructie opgebouwd uit mineraalvezeltegels aangebracht. In de technische ruimte zijn luchtbehandelingskasten (toevoer en afvoer van lucht) in de directe omgeving van de gasbetonwand geplaatst, een cv-ketel alsmede een relatief kleine koelmachine (KM) van 80 kW in binnenopstelling. In de vergaderzaal wordt door de gebruikers hinder ondervonden als gevolg van de werking van de in de technische ruimte opgestelde apparatuur. Onder verschillende bedrijfsituaties zijn geluidsmetingen verricht binnen de technische ruimte en in de vergaderzaal. Tevens is met behulp van een eigen geluidsbron (ruisbron) de kwaliteit en de luchtgeluidreductie bepaald van de scheidingsconstructie tussen de technische ruimte en de vergaderzaal.

De verrichte geluidsmetingen leiden tot de conclusies uit tabel 3.

Teneinde een totaal installatiegeluidsniveau van 35 dB(A) te bewerkstelligen zijn voorzieningen getroffen om de contactgeluidsbijdrage van de koelmachine te beperken. Voorts zijn diverse maatregelen genomen om de luchtgeluidsbijdragen te verminderen van met name de afvoerkast en het afzuigpunt boven het verlaagde plafond. De maatregelen (afbeelding 9) betreffen plaatsing van een extra voorzetwand, opgebouwd uit 2x12,5 mm gipsplaat op een metalen stijl- en regelwerk met minerale wol in de spouw, verbetering van



9. Geadviseerde geluidstechnische maatregelen.

de flankerende geluidsisolatie van het stalen dak via een toevoeging van een 1.200 mm brede dubbele gipsbeplating en canulerevulling van minerale wol. Tevens is het luchtafzuigpunt boven het verlaagde plafond voorzien van een akoestisch ontkoppeld verlengstuk met geluiddemper. Na uitvoering van de geadviseerde maatregelen zijn geen klachten meer geuit over ondervonden geluidshinder.

CONCLUSIES

Techniekruimten worden in toenemende mate geïntegreerd binnen gebouwen in plaats van buiten op het dak. Bij situering op een kantoorverdieping leidt dit niet zelden (achteraf) tot geluidsklachten of ondervonden geluidshinder. De problemen ontstaan meestal door onvoldoende inzicht in de geluidsproductie van de installaties in combinatie met de toepassing van te lichte of beperkte bouwkundige constructies tussen techniekruimten en omliggende kantoren. Alhoewel het een akoestisch adviseur goed doet dat er geluidsproblemen ontstaan die door hem kunnen worden opgelost, is het voorkomen toch nog altijd beter dan genezen.

Het vooraf inschakelen van een terzake deskundig adviseur, voor het beoordelen van de geprojecteerde installaties in inpandige techniekruimten mag dan wat geld kosten, een akoestisch onderzoek achteraf werkt evenzo kostenverhogend en leidt in het merendeel van de gevallen tot extra investeringen en/of voorzieningen om tot een akoestisch acceptabele situatie te komen. Los hiervan moet de afnemer of gebruiker van een pand reeds bij de oplevering tevreden kunnen zijn met de resulterende geluidsniveaus in de kantoorruimten, en niet na veel frustraties en aanvullende werkzaamheden uiteindelijk tevreden worden gemaakt.

Auteur

Ing. J.H.N. Buijs, Peutz BV, Zoetermeer.