

Informatieblad geluid BEN

Inventum Technologies B.V.

adres Kaagschip 25, 3991 CS Houten *postadres* Postbus 275, 3990 GB Houten
tel +31 (0)30 274 84 84 *fax* +31 (0)30 274 84 85 *mail* info@inventum.com *web* www.inventum.com
iban NL41 RABO 0300 8867 21 *bic* RABONL2U *kvk Utrecht* 62143891 *btw* NL854683264.B01

The general conditions of delivery for the mechanical and electrotechnical industries F.M.E. are in force for all our supplies.
Our general buying terms lodged with the record office of the Country Court in Utrecht are in force for all orders given by us.

Inhoud

Informatieblad geluid BEN.....	1
Inleiding.....	3
Voorbeeld 1: BEN in een verblijfsruimte	7
Voorbeeld 2: BEN ventilatietype-C	9
Voorbeeld 3: BEN op een open zolder	12
A: Berekenen van het geluidsdrukkniveau	14
Geluidsdrukkniveau voor een ruimte grenzend aan de ruimte met de geluidsbron	15
Geluid bereikt ruimte via meerdere wegen	15
B: Geluidsvermogensniveaus BEN.....	16
C. Decibel schaal dB(A) – geluidsniveau vergelijkbaar met..	18

Inleiding

In het Bouwbesluit is voor het geluidsdrukkniveau in verblijfsruimtes de grenswaarde van 30 dB(A) als eis opgenomen in artikel 3.9. Om aan deze eis te voldoen met de BEN warmtepomp dient men zich aan onderstaande maatregelen te houden:

- De Inventum BEN dient geïnstalleerd te worden volgens de voorschriften van de fabrikant.
- De Inventum BEN mag niet in een verblijfsruimte geïnstalleerd worden.
- De Inventum BEN dient te worden gemonteerd op, de BEN muurbeugel, de Smart Cylinder of de Stool om contactgeluid te voorkomen.
- De Inventum BEN dient door middel van flexibele slangen aan de waterzijdige aansluitingen verbonden te worden om geluidoverdracht in de waterleidingen te voorkomen.
- Inventum adviseert om een Panflex Master ISO AKS 160mm geluiddemper toe te passen op de ventielatielucht inlaat van de BEN warmtepomp. Inventum adviseert om wanneer mogelijk 1m aan demperlengte te gebruiken per toestel.
- Om het geproduceerde geluid zo veel mogelijk te beperken, adviseren wij om een installatie te maken met een weerstand van maximaal 100Pa aan de aanzuigzijde bij het benodigde bouwbesluitdebiet.
- BEN dient, om contactgeluid te voorkomen, minimaal 10mm vrij te staan van muren en/of andere objecten.
- De buitenluchtkanalen dienen voorzien te zijn van Panflex Panama flexibele geluiddempers om het kanaalgeluid in het luchtkanaal te houden.

Wanneer de BEN zoals hierboven beschreven is geïnstalleerd, dan zal het geluidsdrukkniveau bij het bouwbesluitdebiet de meest gunstige waarde hebben en onder de 30dB(A) blijven.

Op de volgende pagina staat per debiet het geluidsvermogen niveau weergegeven, hiermee kunnen we toetsen of deze onder de grenswaarde van 30 dB(A) blijft. Hieronder eerst een beschrijving van verschillende begrippen.



Figuur 1: BEN

Geluidsdrukniveau, geluidsvermogensniveau en dB(A)

Hierboven hebben we gesproken over het geluidsdrukniveau en het geluidsvermogensniveau. Ook al zijn ze nauw aan elkaar gerelateerd en worden ze beide uitgedrukt in decibel (dB), het is belangrijk ze goed uit elkaar te houden en niet zomaar met elkaar te vergelijken.

- Het geluidsvermogensniveau is een maat voor de hoeveelheid geluid die er door een geluidsbron wordt geproduceerd.
- Het geluidsdrukniveau is een maat voor hoe hard het geluid is op een bepaalde locatie in de nabijheid van de bron.

Het geluidsvermogensniveau is dus puur een eigenschap van de geluidsbron, terwijl het geluidsdrukniveau het resultaat daarvan is in de omgeving. Daarnaast wordt het geluidsdrukniveau beïnvloed door de afstand ten opzichte van de bron en door omgevingsfactoren, zoals geluidsabsorberende of reflecterende oppervlakken, of andere geluidsbronnen.

Het geluidsvermogen kan niet direct gemeten worden. Deze kan bepaald worden aan de hand van het geluidsdrukniveau, gemeten met een geluidsmeter. Op de geluidsmeter is er vaak naast de keuze om het geluidsdrukniveau uit te drukken in dB, ook de keuze dB(A). Dit vindt zijn oorsprong in het volgende:

Het menselijk oor is in feite ook een geluidsmeter. Hoe hard we een geluid waarnemen hangt af van het geluidsdrukniveau. Alleen is het oor niet even gevoelig voor geluid van elke frequentie. Rond de 4000 Hz hoort de mens het best. Hoe hoger of lager de frequentie, hoe slechter het geluid te horen is. Zo kunnen twee bronnen met verschillende frequenties niet even hard klinken, ook al zijn de geluidsdruk niveaus in dB hetzelfde. Om hiervoor te corrigeren wordt er een weging toegepast. Een veel gebruikte weging is de A-weging. Om aan te geven dat deze weging is gebruikt voor het bepalen van het geluidsdrukniveau, wordt als eenheid dB(A) gebruikt. Geluidsdruk niveaus van gelijke dB(A) zullen dus als even hard worden waargenomen, ook al zijn de frequenties verschillend. Verder bestaan er ook nog de B-, C- en D-weging. Deze zijn hier niet van toepassing.

Bepalen van het geluidsvermogenniveau

Om het geluidsvermogenniveau van de BEN warmtepomp te bepalen, hebben we het toestel laten testen in een speciaal hiervoor ingericht lab.

De metingen zijn uitgevoerd bij verschillende werkpunten van de compressor en ventilator. Hoeveel in een specifieke woning dient te worden geventileerd, staat vastgelegd in het bouwbesluit. De BEN beschikt over een modulerende compressor. De compressor is door de installateur ingesteld op een maximum frequentie voor het beschikbare ventilatiedebiet. In bijlage B staan tabellen en grafieken die het geluid van de behuizing en in de luchtkanalen weergeven, hierbij staan ook de meetcondities vermeld.

De geluidmetingen zijn door een externe partij uitgevoerd volgens de volgende normen:

EN ISO 12102-1:2023

EN ISO 3744:2011

Bepalen van het geluidsdrukkniveau

Het geluidsdrukkniveau zal verschillen per situatie. Met een berekening kan vanuit het geluidsvermogensniveau van het toestel een inschatting worden gedaan van het geluidsdrukkniveau in een verblijfsruimte om te kijken of deze onder de limiet van 30 dB(A) zal blijven. Het resultaat zal een benadering zijn van de werkelijkheid. Om definitief uitsluitel te krijgen of het geluidsdrukkniveau daadwerkelijk onder de 30 dB(A) blijft, kan op locatie in de woning een geluidsmeting uitgevoerd worden door een erkende geluidsmeter volgens de NEN-5077:2019 nl norm.

Rekenvoorbeelden

In deze sectie behandelen we een aantal rekenvoorbeelden van het geluidsdrukkniveau in een aantal verschillende situaties. In onze berekeningen houden we rekening met luchtgeluid dat direct wordt afgestraald door het toestel en geluid dat zich via de luchtkanalen verplaatst, niet met contactgeluid dat wordt veroorzaakt door het in trilling brengen van structuren waarmee het toestel in contact staat.

Wanneer de BEN volgens de eerdergenoemde instructies is geïnstalleerd, is het contactgeluid te verwaarlozen.

Om de rekenvoorbeelden beknopt en overzichtelijk te houden, wordt hier niet ingegaan op alle details van de berekening.

De benoemde scheidingsconstructies in de berekeningen gaan uit van muren met een houten frame van elementen van 50mm*100mm met 9.5mm gipsplaten bekleding aan beiden kanten. De gipsplaten in de berekeningen zijn 9.5mm dik, maar een dikte van 12.5mm wordt aangeraden omdat die een hogere massa hebben en daarmee meer geluid tegenhouden, nog beter zijn Fermacell gipsvezelplaten, deze zijn 50% zwaarder en isoleren het geluid nog beter.

De benoemde deuren naar de systeemruimte zijn bovengemiddeld zwaar uitgevoerd om het geluid in de systeemruimte te houden. In de voorbeeldberekeningen is enkel de installatieruimte uitgevoerd met een geluiddempende deur van Svedex, type 27dB.

Voorbeeld 1: BEN in een verblijfsruimte

In dit voorbeeld laten we zien waarom de BEN niet geschikt zijn om in een verblijfsruimte te staan. Hiervoor gebruiken we een slaapkamer (ruimte 1.1) bestaande uit een grote ruimte. Het apparaat bevindt zich in een van de hoeken. Er is geen enkele constructie tussen het apparaat en de ontvanger die het geluid kan tegenhouden. Het geluidsdrukkniveau zal alleen afnemen als de afstand tot het apparaat groter wordt.

In dit voorbeeld wordt de situatie op een afstand van 3 meter bekeken. Het geluidsdrukkniveau op deze afstand komt uit op 39 dB(A) wanneer het toestel is opgesteld als ventilatiewarmtepomp bij een debiet van 200m³/h, met de compressor draaiend op 25rps. Dit is ver boven de grens van 30 dB(A) aan geluidsdruk dat is toegestaan volgens het Bouwbesluit, zelfs op het laagste debiet, laat staan op hogere debieten. Het plaatsen van een BEN warmtepomp in een verblijfsruimte is daarom niet toegestaan.

BEN Exhaust Air in ruimte 1.1 op 3 meter afstand in verwarmmodus:

Geluidsvermogensniveau apparaat bij 200m ³ /u en 25rps	44 dB(A)
Afstand	-12 dB(A)
Galm in ruimte 1.1	<u>+9 dB(A)</u>
Geluidsdrukkniveau BEN bij 200m³/u en 25rps	41 dB(A)

Voor de overige condities gelden de volgende waarden:

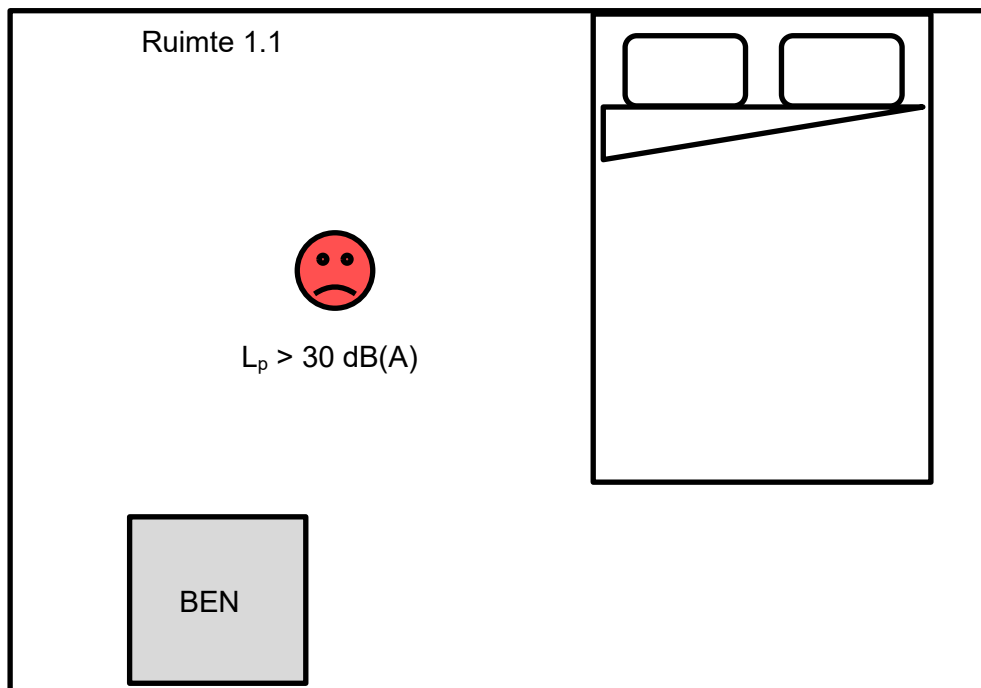
Geluidsdrukkniveau BEN bij 250m³/u en 25rps	43 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 300m³/u en 25rps	47 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 350m³/u en 25rps	48 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 200m³/u en 120rps	55 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 250m³/u en 120rps	53 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 300m³/u en 120rps	55 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 350m³/u en 120rps	55 dB(A)

BEN Mono/Mixed Air in ruimte 1.1 op 3 meter afstand in verwarmmodus:

Geluidsvermogensniveau apparaat bij 25rps op buitenlucht	44 dB(A)
Afstand	-12 dB(A)
Galm in ruimte 1.1	<u>+10 dB(A)</u>
Geluidsdrukkniveau BEN bij 25rps op buitenlucht	42 dB(A)

Voor de overige condities gelden de volgende waarden:

Geluidsdrukkniveau BEN bij vollast in silent mode	54 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij vollast	58 dB(A)



Figuur 2: Schets van de situatie in Voorbeeld 1. De BEN warmtepomp staat in de hoek van een slaapkamer (ruimte 1.1). Het geluiddrukkniveau (L_p) komt boven de 30 dB(A) uit. In het geval dat dit een verblijfruimte is, kan de het apparaat hier niet geplaatst worden.

Voorbeeld 2: BEN ventilatietype-C

Ruimte 2.4

Het appartement in Figuur 3 heeft in de hal een technische ruimte voor de BEN warmtepomp. Het geluidsdrukkniveau in ruimte 2.4 is berekend door de bijdrage van het geluid dat door de muur en deur van de technische ruimte komt, door de hal gaat en vervolgens door de muur en deur van de slaapkamer komt te berekenen. Het geluidsdrukkniveau in ruimte 2.3 zal lager uitvallen dan 2.4, omdat daarvan minder oppervlakte van de scheidingsconstructie aan de hal grenst en daarom is deze ruimte niet doorgerekend.

Geluidsdrukkniveau in ruimte 2.4 door BEN Exhaust Air

Geluidsdrukkniveau BEN bij 200m³/u en 25rps	1 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 250m³/u en 25rps	2 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 300m³/u en 25rps	5 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 350m³/u en 25rps	6 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 200m³/u en 120rps	11 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 250m³/u en 120rps	12 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 300m³/u en 120rps	13 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 350m³/u en 120rps	13 dB(A)

Geluidsdrukkniveau in ruimte 2.4 door BEN Mono/Mixed Air

Geluidsdrukkniveau BEN bij 25rps op buitenlucht	0 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij vollast in Silent Mode	10 dB(A)
Geluidsdrukkniveau BEN bij 120rps op buitenlucht	13 dB(A)

Ruimte 2.6

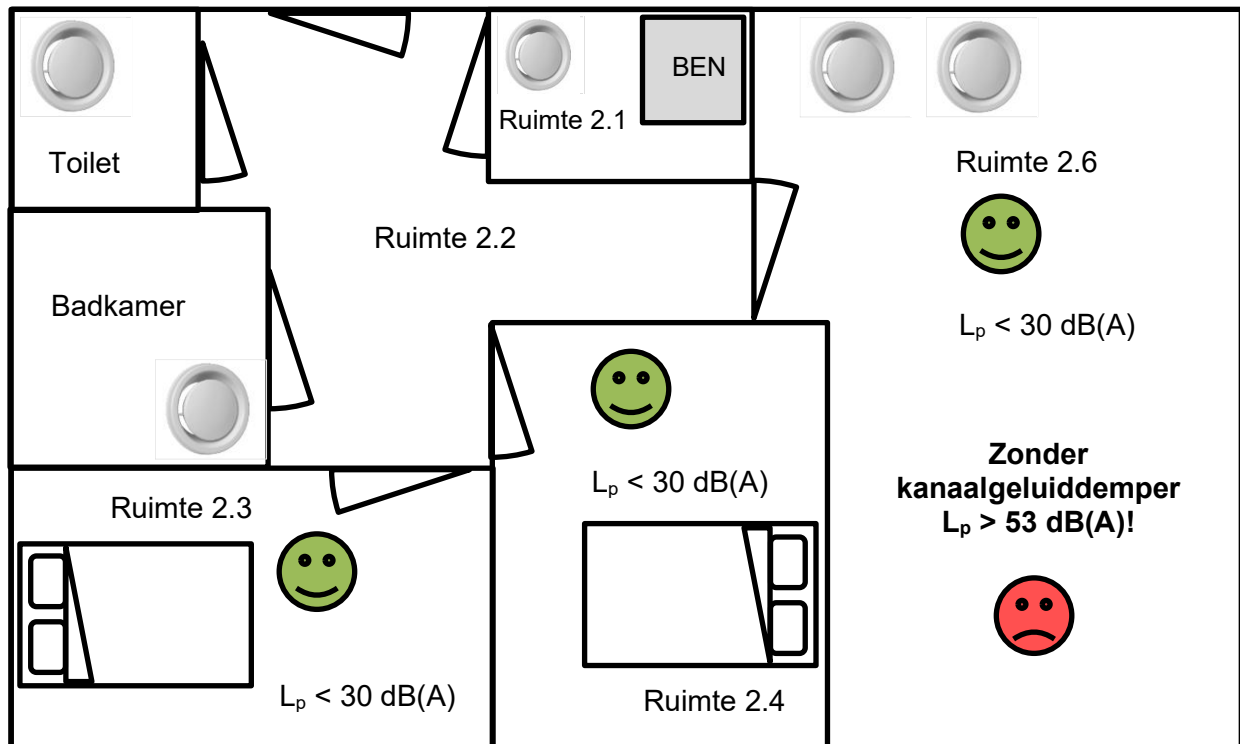
De woonkamer grenst direct aan de systeemruimte. In de slaapkamer valt het geluidsdrukkniveau ontzettend laag uit omdat er twee scheiding tussen de systeemruimte en de slaapkamer zitten. Bij de woonkamer is er slechts een enkele scheiding. De geluidsdrukkniveaus staan hier onder aangegeven. Er is hierbij rekening gehouden met twee trajecten van het geluid. De eerste is direct door de muur tussen de woonkamer en de systeemruimte. De tweede is door de deur en muur van de systeemruimte naar de hal en vervolgens door de deur naar de woonkamer. Het derde traject is het geluid dat uit de aanzuigventielen in de woonkamer komt. De invloed van al deze geluidsbronnen is bij elkaar opgeteld en hier onder weergegeven. Het geluid dat uit de systeemruimte komt valt in vrijwel alle situaties in het niets in vergelijking met het ventielgeluid. Zonder geluiddemper in het aanzuigtraject zorgt dit voor **53dBA** aan geluidsdruk in de woonkamer, dit laat zien dat het niet mogelijk is om onder de grens van 30dBA te blijven zonder geluiddemper in het luchtkanaal.

Geluidsdrukkniveau in ruimte 2.6 door BEN Exhaust Air

Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 200m ³ /u en 25rps	14 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 250m ³ /u en 25rps	15 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 300m ³ /u en 25rps	18 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 350m ³ /u en 25rps	19 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 200m ³ /u en 120rps	25 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 250m ³ /u en 120rps	25 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 300m ³ /u en 120rps	26 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 350m ³ /u en 120rps	27 dB(A)

Geluidsdrukkniveau in ruimte 2.6 door BEN Mono/Mixed Air

Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 25rps op buitenlucht	15 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie vollast in Silent Mode	26 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 120rps op buitenlucht	29 dB(A)



Figuur 3: Schets van de situatie in Voorbeeld 2. De BEN warmtepomp staat in een systeemruimte van een appartement (ruimte 2.1). Het geluidsdrukkniveau (L_p) in de slaapkamers (Ruimte 2.3 en 2.4) blijft ver onder de 30 dB(A).

Voorbeeld 3: BEN op een open zolder

In voorbeeld 3 is een casus uitgewerkt waarbij een BEN warmtepomp op een open zolder geplaatst is, zonder dat er een systeemruimte gebouwd is om het apparaat in op te stellen.

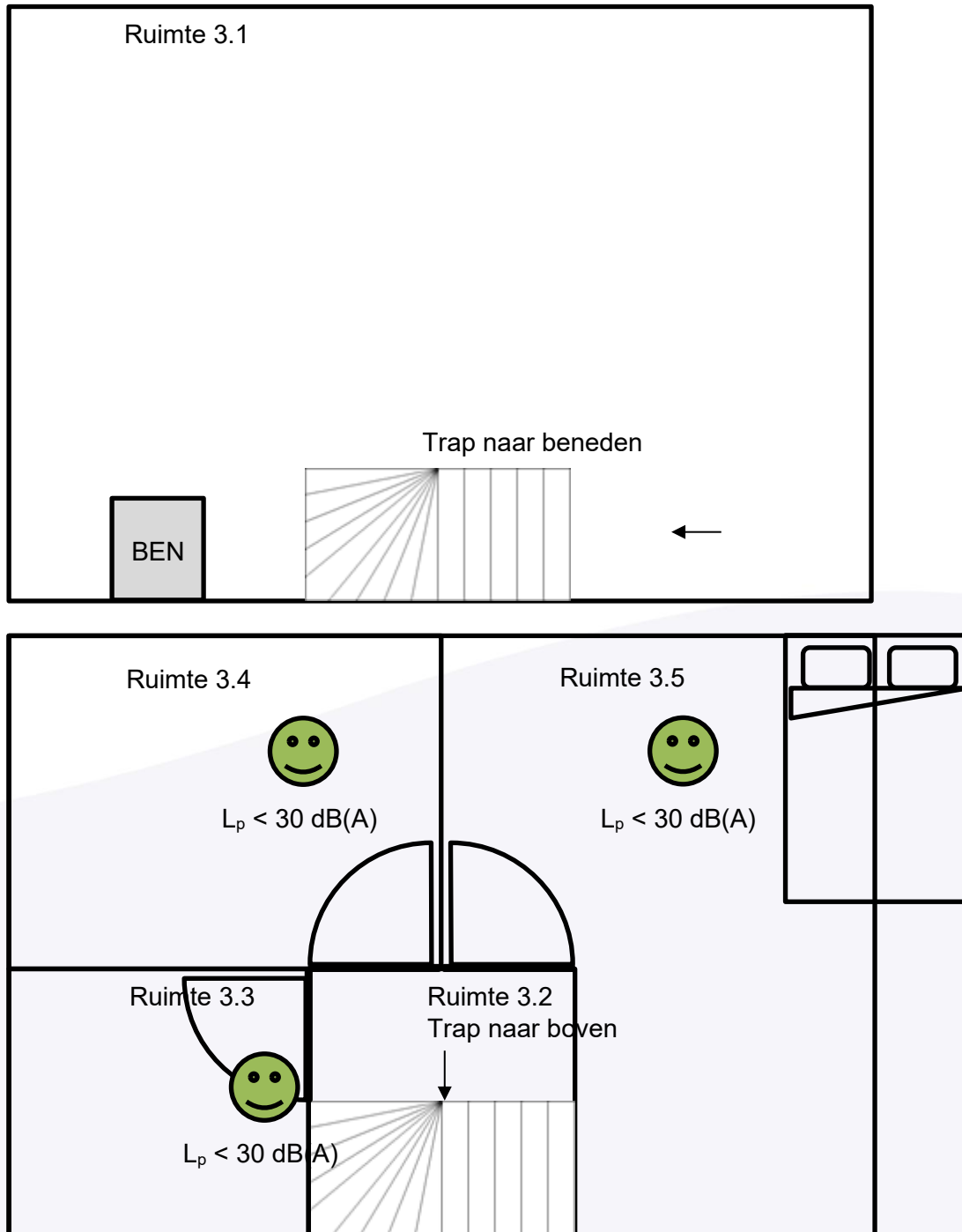
Geluidsdrukkniveau in ruimte 3.3 door BEN Exhaust Air

Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 200m³/u en 25rps	11 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 250m³/u en 25rps	13 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 300m³/u en 25rps	16 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 350m³/u en 25rps	18 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 200m³/u en 120rps	25 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 250m³/u en 120rps	23 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 300m³/u en 120rps	25 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 350m³/u en 120rps	25 dB(A)

Geluidsdrukkniveau in ruimte 3.3 door BEN Mono/Mixed Air

Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 25rps op buitenlucht	12 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie vollast in Silent Mode	24 dB(A)
Geluidsdrukkniveau door scheidingsconstructie 120rps op buitenlucht	28 dB(A)

Zoals in bovenstaande waarden te zien is is het volgens het bouwbesluit in iedere situatie acceptabel om de BEN op een open zolder te zetten. Echter is het wel belangrijk om rekening te houden met het feit dat de overloop geen verblijfsruimte is. Wanneer BEN op een open zolder staat kan het geluid in de overloop zodanig oplopen dat het geluidsniveau in de slaapkamer pas acceptabel is wanneer de deur van de slaapkamer dicht is. Het voldoet dan aan de eisen van het bouwbesluit, maar kan toch als vervelend worden ervaren door bewoners, zeker wanneer het apparaat direct naast het trapgat geplaatst wordt.



Figuur 4: Schets van de situatie in Voorbeeld 3. In het bovenste plaatje: de open zolder met een open trapgat naar beneden en met de BEN in een van de hoeken. In het onderste plaatje: de verdieping onder de zolder met een overloop (ruimte 3.2) onderaan de trap naar zolder en drie ruimtes (ruimte 3.3; 3.4 en 3.5). Deze drie ruimtes hebben ieder een wand met een deur naar de overloop.

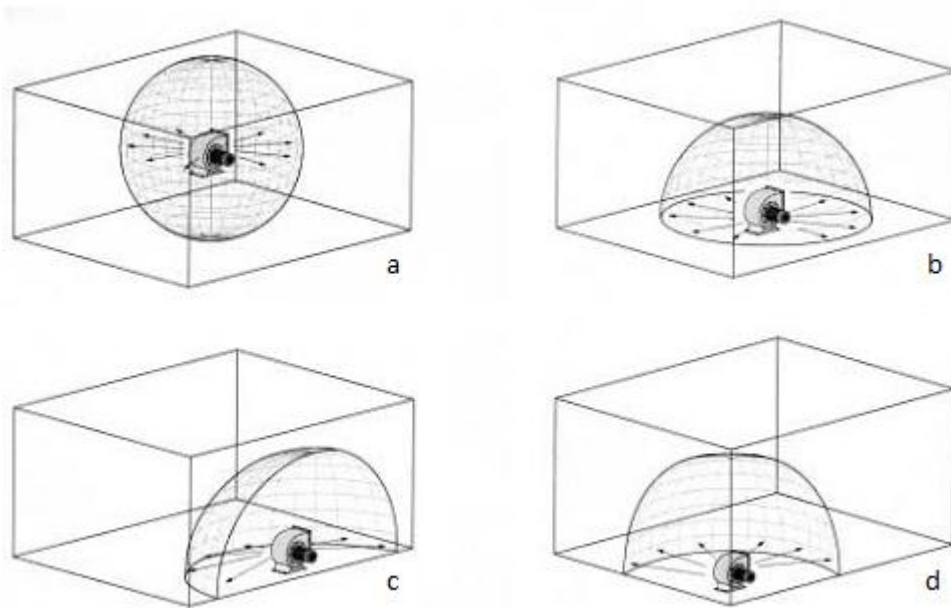
A: Berekenen van het geluidsdrukniveau

Bij het bepalen van het geluidsdrukniveau in dezelfde ruimte als de geluidsbron, zijn er twee stappen nodig om deze te bepalen vanuit het geluidsvermogensniveau.

Als eerste is er de bijdrage van het geluid dat direct vanaf de bron de betreffende locatie bereikt. Deze hangt af van de afstand tot de geluidsbron. Zou de bron in de vrije ruimte hangen, dan zou het geluid zich uitspreiden in alle richtingen, dus over het oppervlak van een bol (Figuur 5a).

Als de afstand toeneemt, wordt het oppervlak van de bol groter waarover het geluid zich uitspreidt. Het gevolg hiervan is dat het geluidsdrukniveau afneemt met de afstand tot de bron. Echter, de BEN staat meestal tegen een muur. Hierdoor spreidt het geluid zich maar over een vierde van een bol uit (Figuur 5c), waardoor het geluidsdrukniveau minder snel afneemt met de afstand. Staat BEN in een hoek, dus met nog een muur in de buurt, dan is het maar een achtste bol (Figuur 5d) en neemt het geluidsdrukniveau nog minder snel af.

Als tweede is er het geluid dat via een of meerdere weerkaatsingen de betreffende locatie bereikt, de galm. Hoe beter de oppervlaktes in de ruimte het geluid reflecteren, hoe meer de ruimte galmt en hoe hoger het geluidsdrukniveau.



Figuur 5: Verspreiding van geluid vanaf de geluidsbron op verschillende posities in de ruimte. Met in (a) de geluidsbron in de vrije ruimte, (b) op de grond, (c) op de grond bij een muur en (d) op de grond in een hoek. Het geluid spreidt zich respectievelijk uit over een hele, een halve, een vierde en een achtste bol.

Geluidsdrukkniveau voor een ruimte grenzend aan de ruimte met de geluidsbron

In het geval dat het geluidsdrukkniveau wordt bepaald voor een ruimte grenzend aan de ruimte met de geluidsbron, zijn er naast het bepalen van het geluidsdrukkniveau in de bronruimte, nog drie extra stappen nodig. Zo zorgt een scheidingsconstructie tussen de ruimtes voor een verlaging in het geluidsdrukkniveau. Dit hangt ten eerste van het soort constructie af en ten tweede van het oppervlak van de constructie af.

Het ene materiaal laat geluid makkelijker door dan het andere en hoe groter het oppervlak, hoe meer geluid er door de constructie zal gaan. Naast deze twee aspecten is er als derde nog de absorptie door de oppervlaktes in de tweede ruimte. Hoe meer die absorberen, hoe lager het geluidsdrukkniveau. Het kan ook zijn dat het geluid door meerdere scheidingsconstructies heen is gegaan. Voor iedere constructie komen er drie van deze extra stappen bij om het geluidsdrukkniveau te berekenen.

Geluid bereikt ruimte via meerdere wegen

Vaak kan het geluid via meerdere wegen de betreffende ruimte bereiken. Iedere bijdrage kan eerst afzonderlijk worden berekend. Om vervolgens het totale geluidsdrukkniveau te bepalen, kunnen deze waarden niet zomaar bij elkaar worden opgeteld. Dit komt doordat de decibelschaal die gebruikt wordt voor het uitdrukken van de niveaus, een logaritmische schaal is. De waarden moeten eerst teruggerekend worden naar de lineaire schaal, dan worden opgeteld en dan weer omgerekend worden naar de decibelschaal.

Echter, in veel gevallen zijn er maar een paar bijdragen die significant zijn. Bijvoorbeeld: als de ruimte direct naast de bronruimte ligt, hoeft het geluid maar door één scheidingsconstructie heen om deze ruimte te bereiken.

Daarnaast kan er ook geluid zijn dat twee of meer scheidingsconstructies passeert, door eerst via een andere ruimte te gaan. Nu hangt het met name van het type scheidingsconstructies af of een van de bijdragen te verwaarlozen is.

Zijn de constructies allemaal van hetzelfde type, dan zal de bijdrage van het geluid dat door twee constructies heen moet beperkt zijn.

Zijn de twee constructies, of een van beide, van een ander type die het geluid minder goed tegenhoudt, bijvoorbeeld door een opening, een deur of een raam, dan kan deze bijdrage wel significant zijn.

De toename in het geluidsdrukkniveau ten opzichte van de situatie met maar een bijdrage, is direct afhankelijk van het verschil tussen de twee niveaus. In het geval dat beide bijdragen even groot zijn, is deze toename 3 dB(A).

Zijn de twee niveaus niet gelijk, dan zal het totale niveau minder dan 3 dB(A) toenemen ten opzichte van de hoogste van de twee niveaus.

Bij een verschil van 6 dB(A) tussen beide niveaus is deze toename 1 dB(A).

Bij een verschil van 16 dB(A) is de toename nog maar 0.1 dB(A).

In het geval met meer dan twee bijdragen, kunnen meerdere kleinere bijdragen, die afzonderlijk niet significant lijken, soms toch samen wel significant blijken te zijn. Om te voorkomen dat de berekeningen onnodig lang en ingewikkeld worden, proberen we voor het maken van de berekening al in te schatten welke bijdragen significant zullen zijn en welke verwaarloosbaar.

B: Geluidsvermogenniveaus BEN

BEN is aan een geluidstest onderworpen. De resultaten en meetcondities zijn terug te vinden in onderstaande tabellen. Bij de verschillende meetpunten draait de compressor op de maximaal geschikte frequentie voor het betreffende luchtdebiet.

Geluidsvermogenniveau BEN Exhaust Air:

Luchtdebiet [m ³ /h]	Compressorsnelheid [rps]	Aanzuigdruk luchtkanaal [Pa]	Geluidsvermogenniveau apparaat [dBA]
200	25	100	43.5
250	25	100	46*
300	25	100	49
350	25	100	50.9
200	120	100	57.5
250	120	100	55.9
300	120	100	57.9
350	120	100	58

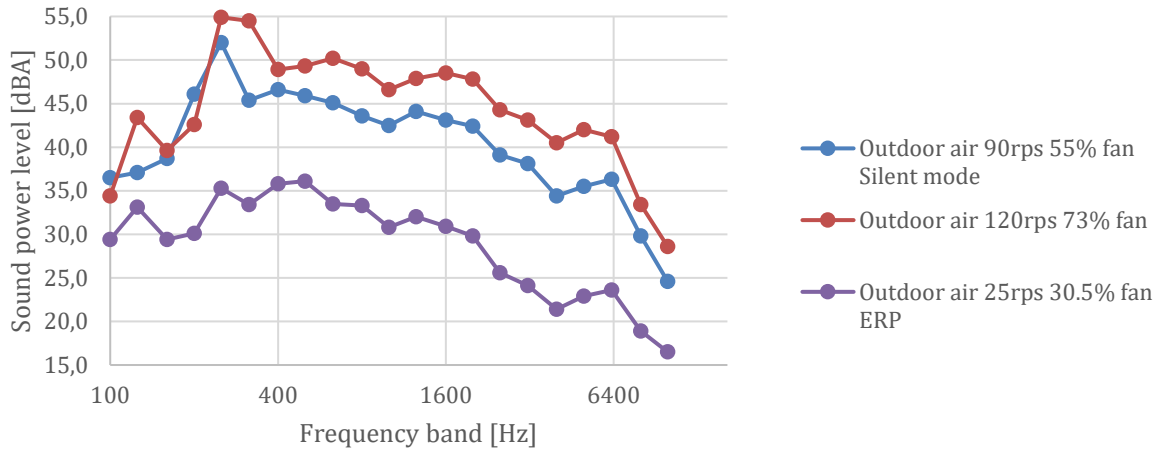
Geluidsvermogenniveau BEN Mono/Mixed Air:

Luchtdebiet [m ³ /h]	Compressorsnelheid [rps]	Geluidsvermogenniveau apparaat [dBA]
400	25	44.4*
800	90	57
1000	120	61.2

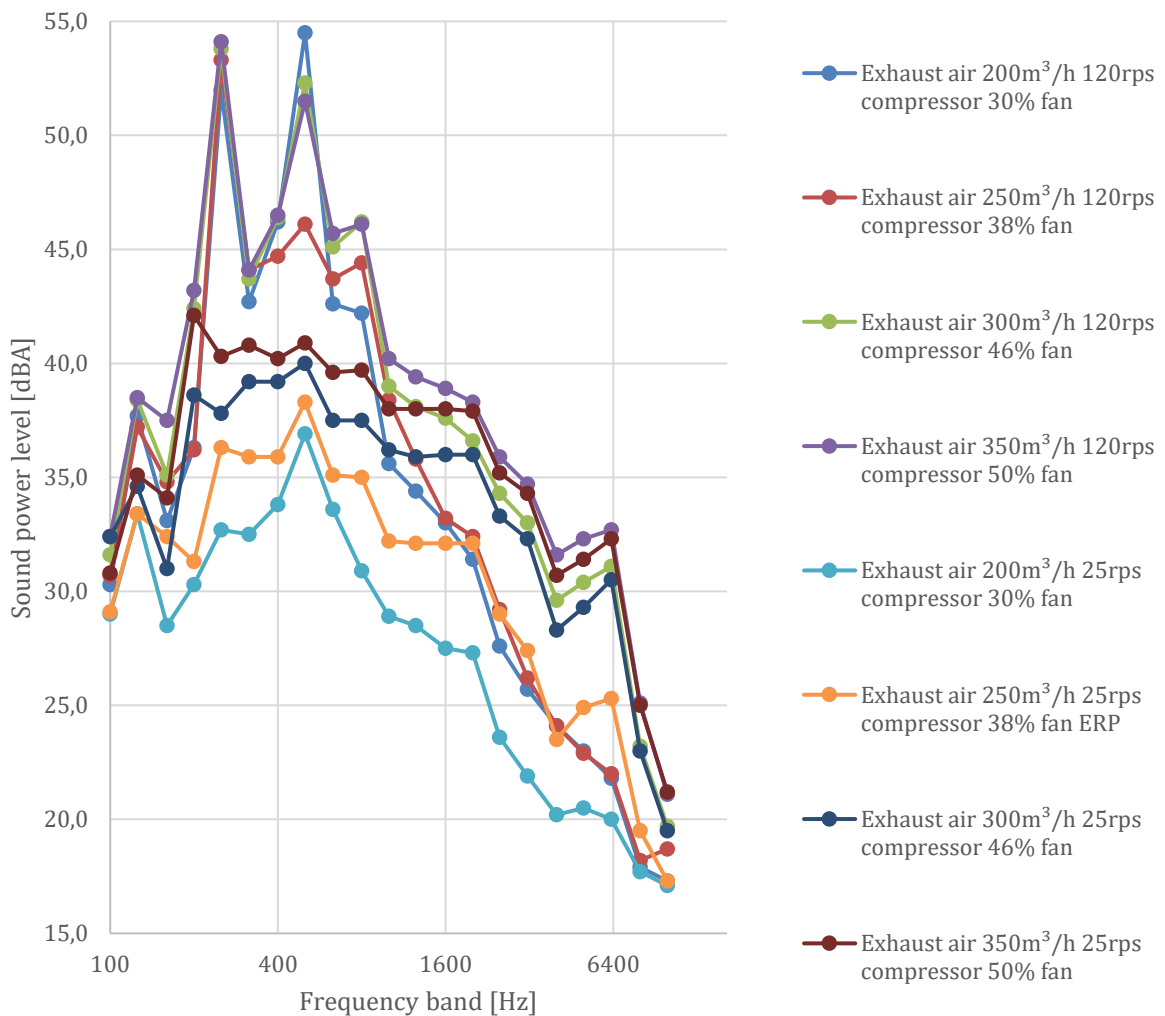
*Geluidsvermogenniveau op energielabel

De geluidsspectrums zijn in grafieken op de volgende pagina's weergegeven:

Sound power level spectrum outdoor air chassis sound



Sound power level spectrum exhaust air chassis sound



C. Decibel schaal dB(A) – geluidsniveau vergelijkbaar met..

Onderstaande tabel helpt om een beeld te vormen hoe een aantal dB(A) ervaren kan worden.

