

# Praktische aspecten in situ metingen geluidsvermogen

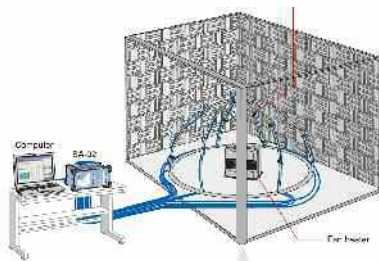
ing. Michiel van Eeden

michiel@tbve.nl



[www.tbve.nl](http://www.tbve.nl)

© Technisch bureau van Eeden 2021



Afhankelijk van  
toepassing: bijvoorbeeld  
omgevingswet, machinerichtlijn of anderszins?

## Bedrijfstoestand

- Machinerichtlijn: zoals omschreven in specifieke norm (noise test code in C-standard) anders: maximale geluidniveau dat in de praktijk optreedt
  - complicatie o.a. “proces noise” geluid vanwege werkstuk
- Omgevingswet: “representatieve bedrijfstoestand”: meer specifiek voor situatie
  - verzameling van machines – “inrichting”
  - mogelijk onderscheid vergunning / activiteitenbesluit
- Altijd nauwgezet rapporteren!

## Relatie geluiddruk / geluidvermogen

$$p_1^2 \times S_1 = p_s^2 \times S_2$$

$L_{pA} = 74 \text{ dB}$

$r = 14 \text{ m}$



$L_{pA} = 80 \text{ dB}$

$r = 7 \text{ m}$



$$L_{WA} = 74 + 10 \cdot \log(2\pi \cdot 14^2) = 74 + 31 = 105 \text{ dB}$$

$$L_{WA} = 80 + 10 \cdot \log(2\pi \cdot 7^2) = 80 + 25 = 105 \text{ dB}$$

afhankelijk druk en temperatuur

$0^\circ \text{ C} \rightarrow$  circa 0,5 dB correctie

$2.000 \text{ m} \rightarrow$  circa 1,5 dB correctie

## Voorwaarden

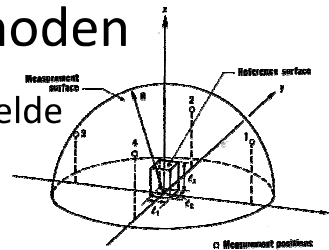
metingen geluiddrukkniveau – omhullend oppervlak

- Voldoende afstand tot de bron, anders  $p^2$  niet goed evenredig met uitgestraald geluidenergie
  - Fysische juiste relatie is namelijk: geluidsvermogen is evenredig met intensiteit maal oppervlak:  

$$P = I \times S$$
  - Intensiteit heeft richting, druk niet
  - $I$  staat niet gegarandeerd loodrecht op meetoppervlak
  - Druk veel makkelijker te meten
- Geen reflecties

## Alle 'in situ' methoden

- Meting van oppervlakte gemiddelde geluidsdrukkniveau
  - buiten, in laboratorium of in grote hal met voldoende absorptie
- Meting van oppervlakte gemiddelde intensiteitsniveau
  - als boven, in een hal minder kritisch
- Vergelijken met een referentiebron
  - in een hal met weinig absorptie



RSS

## B- Normen in situ metingen

Basis meetmethoden (per specifiek product: C-norm)

- Meting van oppervlakte gemiddelde geluidsdruk niveau
  - ISO 3744, ISO 3746
- Meting van oppervlakte gemiddelde intensiteitsniveau
  - ISO 9614 deel 1 en 2
- Vergelijken met een referentiebron
  - ISO 3747

## Systematische afwijkingen meting $L_W$

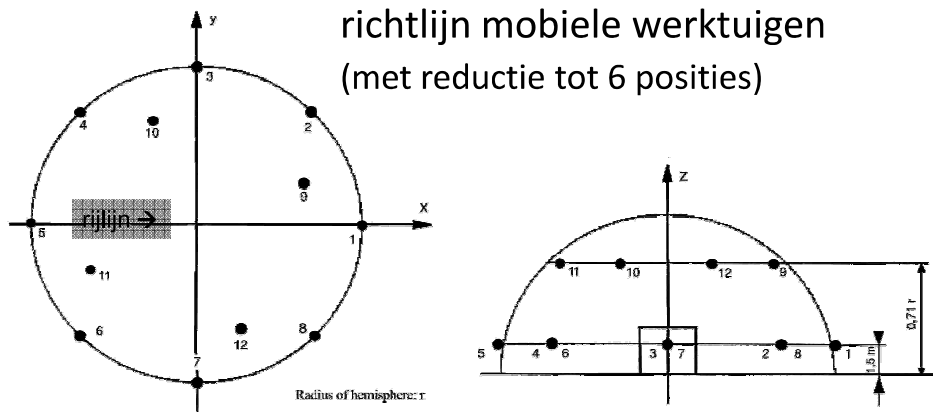
- Resultaat van intensiteitsmeting in de regel iets lager dan met geluidsdruk over omhullend oppervlak
- Resultaat van vergelijkingsmeting met RSS in de regel iets lager dan met geluidsdruk over omhullend oppervlak
- Reproduceerbaarheid belangrijk?  
Dan methode vergaand standaardiseren  
(bijv. machinerichtlijn en productontwikkeling)

## Voorkeur geluiddruk / omhullend oppervlak ?

- Beschikbaarheid /kosten apparatuur
- Beschikbaarheid geschikte omgeving
- Meest gebruikt in specifieke meetvoorschriften (C-standards – noise test codes)

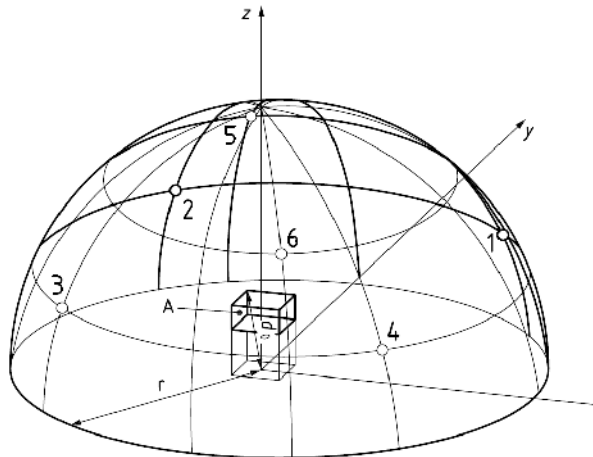
## Specifiek halfrond oppervlak

- Bedoeld voor grote rijdende bronnen zoals grondverzetmachines (ISO 6395: 1988)
- Ook voorgeschreven talrijke machines in EU richtlijn mobiele werktuigen (met reductie tot 6 posities)

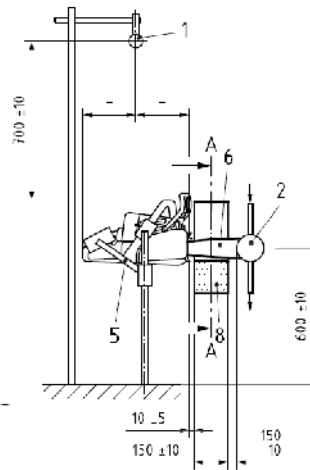


## Voorbeeld uit ISO 22868

- keuze  $r = 4, 6, 10$  of  $16$  m

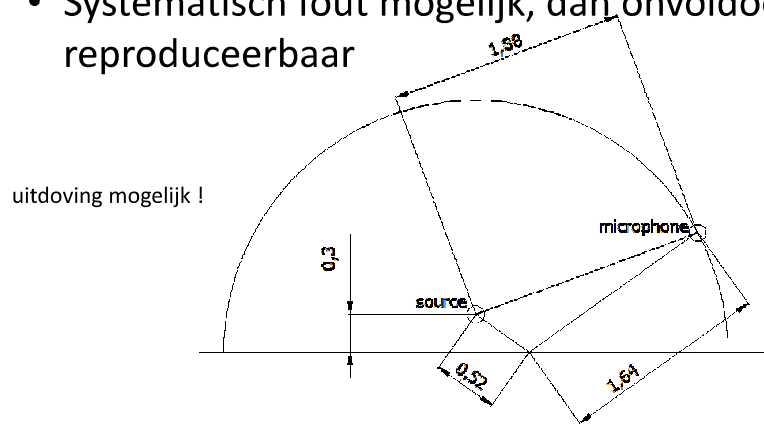


6 van de 12 posities van ISO 6395



## Verbreiding toepassing ?

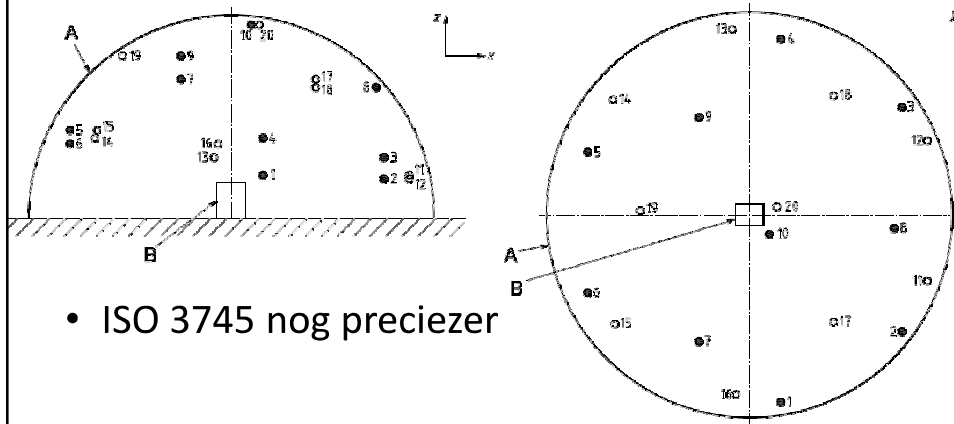
- Stationaire bronnen, ook kleine stationaire bronnen op enige hoogte boven het grondvlak
- Systematisch fout mogelijk, dan onvoldoende reproduceerbaar



difference:  $1.64 + 0.52 - 1.88$  m =  $0.28$  m appr.  $\frac{1}{2}$  lambda at 630 Hz

## ISO 3744

- Voor alle bronnen:
  - dus ook “niet-breedbandige” bronnen
  - of bronnen met enige richtwerking



- ISO 3745 nog preciezer

## Doel / # posities

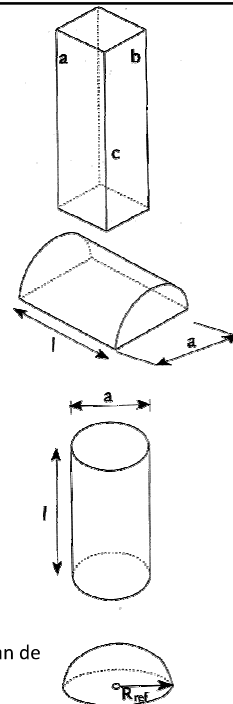
- Belangrijkste onderscheid
  - Omgevingswet: bronsterke in de voor de emissie relevante richting. Soms is 1 meetpunt dus genoeg
  - Machinerichtlijn of anderszins een product-specificatie: altijd totale uitstraling bepalen. Richtwerking in principe niet gespecificeerd.

## Omgevingswet / HMRI

- Handleiding meten en rekenen industrielawaai
- Veelal 1 meetpunt op afstand:  
geconcentreerde bron methode.
- In relevant richting(en)
- Geluidvermogen berekenen alsof uitstraling in alle richtingen gelijk is aan die in de onderzochte richting (als bij halve bol)
- Vaak aanzienlijke meetafstand: stoorgeluiden!

## Omgevingswet / HMRI

- Indien bronnen dichtbij elkaar, of veel achtergrondgeluid: methode aangepast meetvlak
- Overlap met ISO 3744 e.d.
- HMRI/ISO hebben beiden set van voorwaarden; aantal meetpunten en max spreiding in resultaten, op verschillende wijze geformuleerd!



afbeeldingen komen uit HMRI, drie van de vormen komen ook terug in ISO 3744



## Systematische afwijkingen

- Vorm van het meetvlak halfrond / rechthoek
  - voor reproduceerbaarheid: altijd vorm van meetvlak standaardiseren!
- Afmeting van het meetvlak (meetafstand)
  - Nabijheidsfout, correctie wel toegestaan HMRI, geen correctie toegestaan ISO
- Reproduceerbaarheid belangrijk?  
Dan vorm van meetvlak en de afstand standaardiseren

## Klein object buiten

Context: machinerichtlijn – EN 13204

- Stoorgeluiden
- Grote objecten in de omgeving
- Reflectie ondergrond
- Norm:  
rechthoekig  
meetvlak en  
 $d=1\text{ m}$   
voor- & nadeel



## Klein object buiten

Context: machinerichtlijn – EN 13204

ISO 3744 (engineering grade):

9 (blauwe + rode)

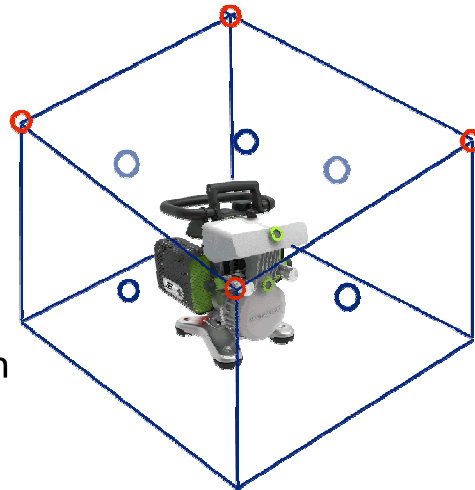
meetpunten

$\overline{L}_{pA}$  : 79,0 dB

ISO 3746 (survey grade):

5 (blauwe) meetpunten

$\overline{L}_{pA}$  : 80,4 dB



## Voorbeeld 'mobiele' zandreiniging

Context: "omgevingswet" - internationaal

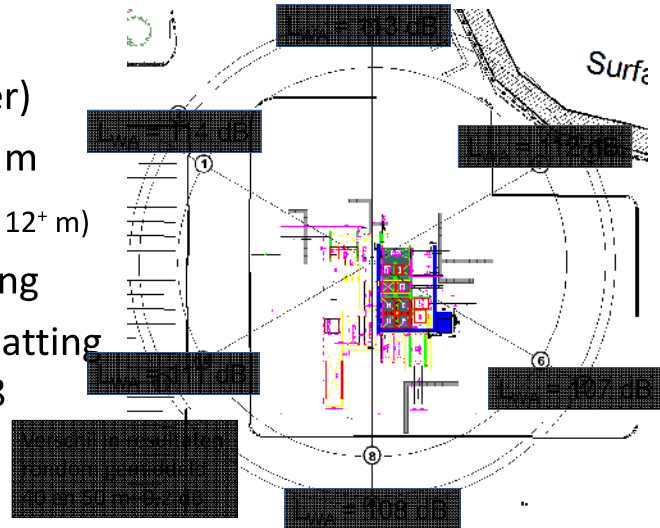
- ~~Oppervlak gemiddeld~~ HMRI / ISO 9613-2
- Meetafstand > 20 m → incl. luchtdemping
- Stoorgeluiden
- Meethoogte
- Bodem





## Voorbeeld zandreiniging

- Akoestisch centrum schatten
- Afstanden meten (laser)
- R: 40 en 50 m
- h: 7,6 m (eis 12+ m)
- luchtdemping
- bodem: schatting reflectie 0,8



## Binnen meten: ruimte-invloed

- Bij meting binnen wordt ook het van wanden en plafond gereflecteerd geluid meetgenomen in meting van de geluidsdruk

## Ruimte-invloed, correcties

- Voor deze omgevingsinvloed mag (binnen zekere grenzen) worden gecompenseerd
- Rekenregels zijn deels gebaseerd op diffuus veld maar dat klopt niet in bijvoorbeeld “platte” ruimten zoals fabriekshal
- Beste methode is met referentiebron, maar ook die heeft beperkingen zoals verschil in omvang

## Indoor – ISO 3744

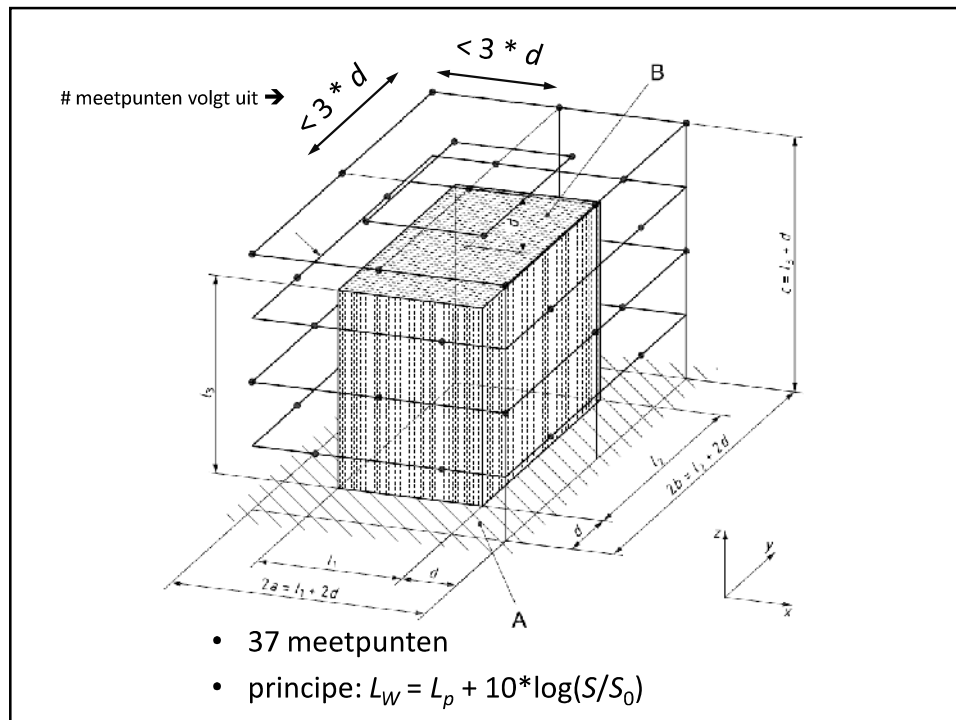


water purification unit

2,8 x 1,8 x 2,5 m (l x b x h)

hal / ruimte: 35 x 20 x 5 m

rechthoekig meetvlak op 1 m afstand



## ISO 3744 – haalbaar?

- Schatting ruimte invloed  $K_2$  met formule uit bijlage A van de norm:

$$K_2 = 10 \lg \left[ 1 + 4 \frac{S}{A} \right] \text{ dB}$$

- $K_2$  : environmental correction
- $S$  : grootte van met meetvlak ( $\text{m}^2$ )
- $A$  : absorptie =  $S_v * \alpha_{\text{mean}}$  ( $\text{m}^2$ )
- Eis:  $K_2$  maximaal 4 dB



## ISO 3744 – annex A

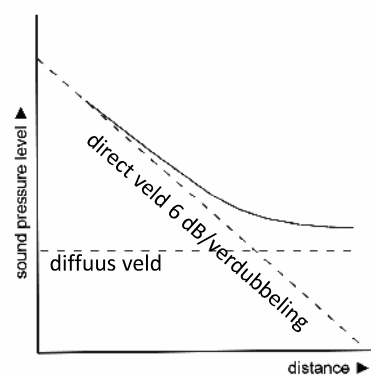
Table A.1 — Approximate values of the mean sound absorption coefficient,  $\alpha$

| Mean sound absorption coefficient, $\alpha$ | Description of room                                                                                                     |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0,05                                        | Nearly empty room with smooth hard walls made of concrete, brick, plaster or tile                                       |
| 0,10                                        | Partly empty room; room with smooth walls                                                                               |
| 0,15                                        | Right cuboid room with furniture; right cuboid machinery room or industrial room                                        |
| 0,20                                        | Irregularly shaped room with furniture; irregularly shaped machinery room or industrial room                            |
| 0,25                                        | Room with upholstered furniture; machinery or industrial room with sound-absorbing material on part of ceiling or walls |
| 0,30                                        | Room with sound-absorbing ceiling, but no sound-absorbing materials on walls                                            |
| 0,35                                        | Room with sound-absorbing materials on both ceiling and walls                                                           |
| 0,50                                        | Room with large amounts of sound-absorbing materials on ceiling and walls                                               |

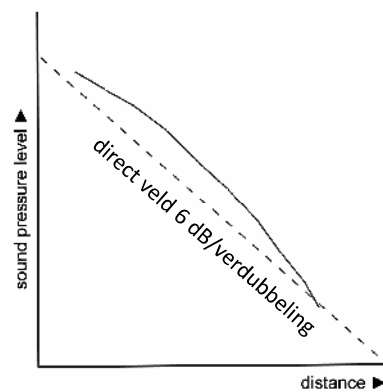
Schatting:  $\alpha = 0,3 \rightarrow K_{2A} = 1,8 \text{ dB}$

## Aanname diffuus veld

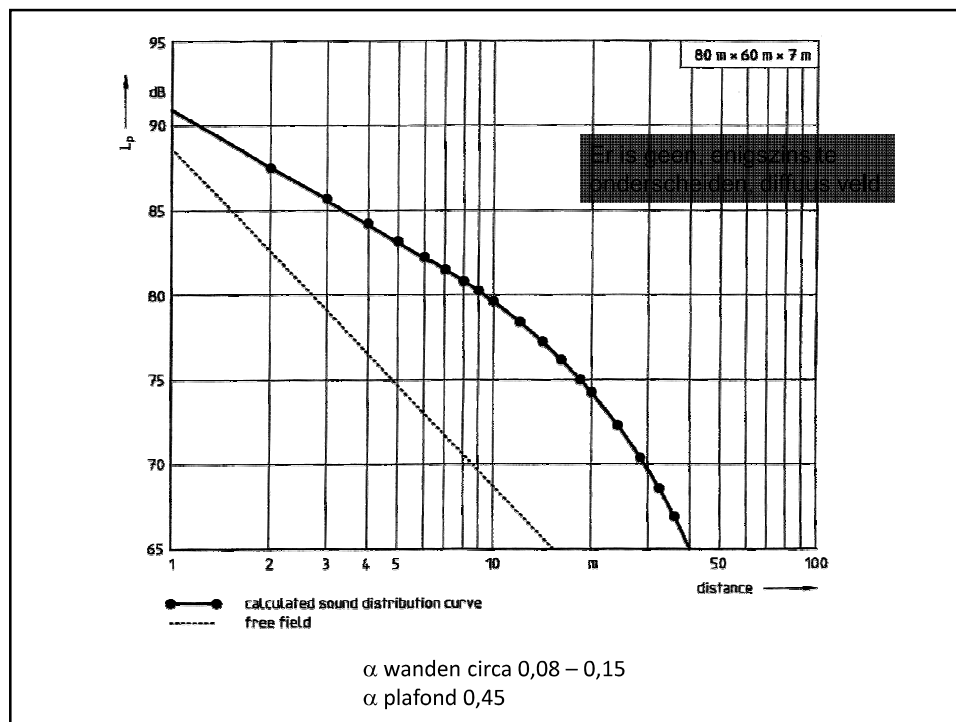
klopt dat ?



Ideaal / theorie  
lengte / hoogteverhouding  $\leq 3$



Industriële hal  
lengte / hoogteverhouding veelal  $> 5$



## ISO 3744

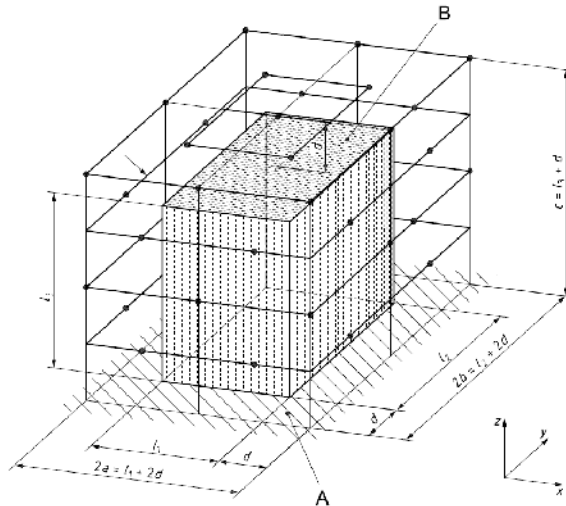
- ruimte-invloed bepalen met “direct comparison method” met vermogensreferentiebron RSS





## “Direct comparison method”

- Zelfde meetvlak gebruiken



## “Direct comparison method”

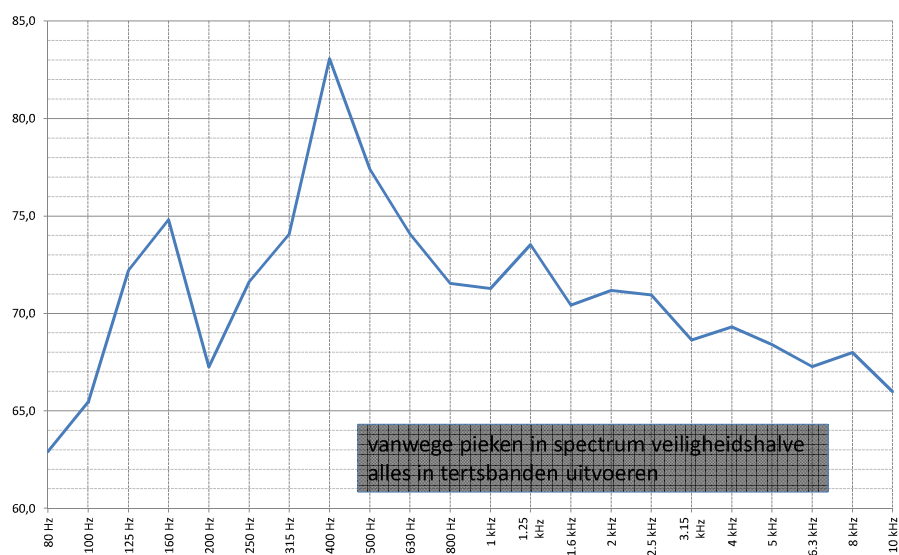
- Meting schijnbaar geluidvermogeniveau  $L_W^*$  **in situ** per frequentieband van de RSS
- Per frequentieband verschil bepalen:  
 $K_2 = L_W^* - L_W$  met  
 $L_W$ : referentie geluidvermogen



## “Direct comparison method”

- Meten  $L^*_W$  van device under test (DUT)
- Per frequentieband:  $L_{W-DUT} = L^*_{W-DUT} - K_2$
- $K_2$  bepaald met RSS
- Daaruit A-gewogen niveau bepalen
- Check  $K_{2A} = L_{WA-DUT} = L^*_{WA-DUT}$

## $L_p$ Water purification pack



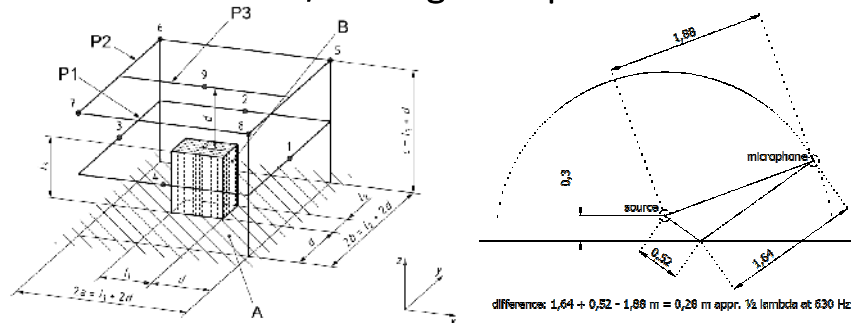
## meting aan RSS:

Calculation for the influence of the sequence number on the receiving signal (RSS) (see Annex A.1)

| pos. | measured | 1.0 Hz | 1.5 Hz | 2.0 Hz | 2.5 Hz | 3.0 Hz | 3.5 Hz | 4.0 Hz | 4.5 Hz | 5.0 Hz | 5.5 Hz | 6.0 Hz | 6.5 Hz | 7.0 Hz | 7.5 Hz | 8.0 Hz | 8.5 Hz | 9.0 Hz | 9.5 Hz | 10.0 Hz |
|------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1    | 224      | 61.6   | 62.4   | 63.0   | 63.6   | 64.2   | 64.8   | 65.4   | 66.0   | 66.6   | 67.2   | 67.8   | 68.4   | 69.0   | 69.6   | 70.2   | 70.8   | 71.4   | 72.0   | 72.6    |
| 2    | 225      | 62.1   | 62.9   | 63.5   | 64.1   | 64.7   | 65.3   | 65.9   | 66.5   | 67.1   | 67.7   | 68.3   | 68.9   | 69.5   | 70.1   | 70.7   | 71.3   | 71.9   | 72.5   | 73.1    |
| 3    | 226      | 62.6   | 63.4   | 64.0   | 64.6   | 65.2   | 65.8   | 66.4   | 67.0   | 67.6   | 68.2   | 68.8   | 69.4   | 70.0   | 70.6   | 71.2   | 71.8   | 72.4   | 73.0   | 73.6    |
| 4    | 227      | 63.1   | 63.9   | 64.5   | 65.1   | 65.7   | 66.3   | 66.9   | 67.5   | 68.1   | 68.7   | 69.3   | 69.9   | 70.5   | 71.1   | 71.7   | 72.3   | 72.9   | 73.5   | 74.1    |
| 5    | 228      | 63.6   | 64.4   | 65.0   | 65.6   | 66.2   | 66.8   | 67.4   | 68.0   | 68.6   | 69.2   | 69.8   | 70.4   | 71.0   | 71.6   | 72.2   | 72.8   | 73.4   | 74.0   | 74.6    |
| 6    | 229      | 64.1   | 64.9   | 65.5   | 66.1   | 66.7   | 67.3   | 67.9   | 68.5   | 69.1   | 69.7   | 70.3   | 70.9   | 71.5   | 72.1   | 72.7   | 73.3   | 73.9   | 74.5   | 75.1    |
| 7    | 230      | 64.6   | 65.4   | 66.0   | 66.6   | 67.2   | 67.8   | 68.4   | 69.0   | 69.6   | 70.2   | 70.8   | 71.4   | 72.0   | 72.6   | 73.2   | 73.8   | 74.4   | 75.0   | 75.6    |
| 8    | 231      | 65.1   | 65.9   | 66.5   | 67.1   | 67.7   | 68.3   | 68.9   | 69.5   | 70.1   | 70.7   | 71.3   | 71.9   | 72.5   | 73.1   | 73.7   | 74.3   | 74.9   | 75.5   | 76.1    |
| 9    | 232      | 65.6   | 66.4   | 67.0   | 67.6   | 68.2   | 68.8   | 69.4   | 70.0   | 70.6   | 71.2   | 71.8   | 72.4   | 73.0   | 73.6   | 74.2   | 74.8   | 75.4   | 76.0   | 76.6    |
| 10   | 233      | 66.1   | 66.9   | 67.5   | 68.1   | 68.7   | 69.3   | 69.9   | 70.5   | 71.1   | 71.7   | 72.3   | 72.9   | 73.5   | 74.1   | 74.7   | 75.3   | 75.9   | 76.5   | 77.1    |
| 11   | 234      | 66.6   | 67.4   | 68.0   | 68.6   | 69.2   | 69.8   | 70.4   | 71.0   | 71.6   | 72.2   | 72.8   | 73.4   | 74.0   | 74.6   | 75.2   | 75.8   | 76.4   | 77.0   | 77.6    |
| 12   | 235      | 67.1   | 67.9   | 68.5   | 69.1   | 69.7   | 70.3   | 70.9   | 71.5   | 72.1   | 72.7   | 73.3   | 73.9   | 74.5   | 75.1   | 75.7   | 76.3   | 76.9   | 77.5   | 78.1    |
| 13   | 236      | 67.6   | 68.4   | 69.0   | 69.6   | 70.2   | 70.8   | 71.4   | 72.0   | 72.6   | 73.2   | 73.8   | 74.4   | 75.0   | 75.6   | 76.2   | 76.8   | 77.4   | 78.0   | 78.6    |
| 14   | 237      | 68.1   | 68.9   | 69.5   | 70.1   | 70.7   | 71.3   | 71.9   | 72.5   | 73.1   | 73.7   | 74.3   | 74.9   | 75.5   | 76.1   | 76.7   | 77.3   | 77.9   | 78.5   | 79.1    |
| 15   | 238      | 68.6   | 69.4   | 70.0   | 70.6   | 71.2   | 71.8   | 72.4   | 73.0   | 73.6   | 74.2   | 74.8   | 75.4   | 76.0   | 76.6   | 77.2   | 77.8   | 78.4   | 79.0   | 79.6    |
| 16   | 239      | 69.1   | 69.9   | 70.5   | 71.1   | 71.7   | 72.3   | 72.9   | 73.5   | 74.1   | 74.7   | 75.3   | 75.9   | 76.5   | 77.1   | 77.7   | 78.3   | 78.9   | 79.5   | 80.1    |
| 17   | 240      | 69.6   | 70.4   | 71.0   | 71.6   | 72.2   | 72.8   | 73.4   | 74.0   | 74.6   | 75.2   | 75.8   | 76.4   | 77.0   | 77.6   | 78.2   | 78.8   | 79.4   | 80.0   | 80.6    |
| 18   | 241      | 70.1   | 70.9   | 71.5   | 72.1   | 72.7   | 73.3   | 73.9   | 74.5   | 75.1   | 75.7   | 76.3   | 76.9   | 77.5   | 78.1   | 78.7   | 79.3   | 79.9   | 80.5   | 81.1    |
| 19   | 242      | 70.6   | 71.4   | 72.0   | 72.6   | 73.2   | 73.8   | 74.4   | 75.0   | 75.6   | 76.2   | 76.8   | 77.4   | 78.0   | 78.6   | 79.2   | 79.8   | 80.4   | 81.0   | 81.6    |
| 20   | 243      | 71.1   | 71.9   | 72.5   | 73.1   | 73.7   | 74.3   | 74.9   | 75.5   | 76.1   | 76.7   | 77.3   | 77.9   | 78.5   | 79.1   | 79.7   | 80.3   | 80.9   | 81.5   | 82.1    |
| 21   | 244      | 71.6   | 72.4   | 73.0   | 73.6   | 74.2   | 74.8   | 75.4   | 76.0   | 76.6   | 77.2   | 77.8   | 78.4   | 79.0   | 79.6   | 80.2   | 80.8   | 81.4   | 82.0   | 82.6    |
| 22   | 245      | 72.1   | 72.9   | 73.5   | 74.1   | 74.7   | 75.3   | 75.9   | 76.5   | 77.1   | 77.7   | 78.3   | 78.9   | 79.5   | 80.1   | 80.7   | 81.3   | 81.9   | 82.5   | 83.1    |
| 23   | 246      | 72.6   | 73.4   | 74.0   | 74.6   | 75.2   | 75.8   | 76.4   | 77.0   | 77.6   | 78.2   | 78.8   | 79.4   | 80.0   | 80.6   | 81.2   | 81.8   | 82.4   | 83.0   | 83.6    |
| 24   | 247      | 73.1   | 73.9   | 74.5   | 75.1   | 75.7   | 76.3   | 76.9   | 77.5   | 78.1   | 78.7   | 79.3   | 79.9   | 80.5   | 81.1   | 81.7   | 82.3   | 82.9   | 83.5   | 84.1    |
| 25   | 248      | 73.6   | 74.4   | 75.0   | 75.6   | 76.2   | 76.8   | 77.4   | 78.0   | 78.6   | 79.2   | 79.8   | 80.4   | 81.0   | 81.6   | 82.2   | 82.8   | 83.4   | 84.0   | 84.6    |
| 26   | 249      | 74.1   | 74.9   | 75.5   | 76.1   | 76.7   | 77.3   | 77.9   | 78.5   | 79.1   | 79.7   | 80.3   | 80.9   | 81.5   | 82.1   | 82.7   | 83.3   | 83.9   | 84.5   | 85.1    |
| 27   | 250      | 74.6   | 75.4   | 76.0   | 76.6   | 77.2   | 77.8   | 78.4   | 79.0   | 79.6   | 80.2   | 80.8   | 81.4   | 82.0   | 82.6   | 83.2   | 83.8   | 84.4   | 85.0   | 85.6    |
| 28   | 251      | 75.1   | 75.9   | 76.5   | 77.1   | 77.7   | 78.3   | 78.9   | 79.5   | 80.1   | 80.7   | 81.3   | 81.9   | 82.5   | 83.1   | 83.7   | 84.3   | 84.9   | 85.5   | 86.1    |
| 29   | 252      | 75.6   | 76.4   | 77.0   | 77.6   | 78.2   | 78.8   | 79.4   | 80.0   | 80.6   | 81.2   | 81.8   | 82.4   | 83.0   | 83.6   | 84.2   | 84.8   | 85.4   | 86.0   | 86.6    |
| 30   | 253      | 76.1   | 76.9   | 77.5   | 78.1   | 78.7   | 79.3   | 79.9   | 80.5   | 81.1   | 81.7   | 82.3   | 82.9   | 83.5   | 84.1   | 84.7   | 85.3   | 85.9   | 86.5   | 87.1    |
| 31   | 254      | 76.6   | 77.4   | 78.0   | 78.6   | 79.2   | 79.8   | 80.4   | 81.0   | 81.6   | 82.2   | 82.8   | 83.4   | 84.0   | 84.6   | 85.2   | 85.8   | 86.4   | 87.0   | 87.6    |
| 32   | 255      | 77.1   | 77.9   | 78.5   | 79.1   | 79.7   | 80.3   | 80.9   | 81.5   | 82.1   | 82.7   | 83.3   | 83.9   | 84.5   | 85.1   | 85.7   | 86.3   | 86.9   | 87.5   | 88.1    |
| 33   | 256      | 77.6   | 78.4   | 79.0   | 79.6   | 80.2   | 80.8   | 81.4   | 82.0   | 82.6   | 83.2   | 83.8   | 84.4   | 85.0   | 85.6   | 86.2   | 86.8   | 87.4   | 88.0   | 88.6    |
| 34   | 257      | 78.1   | 78.9   | 79.5   | 80.1   | 80.7   | 81.3   | 81.9   | 82.5   | 83.1   | 83.7   | 84.3   | 84.9   | 85.5   | 86.1   | 86.7   | 87.3   | 87.9   | 88.5   | 89.1    |
| 35   | 258      | 78.6   | 79.4   | 80.0   | 80.6   | 81.2   | 81.8   | 82.4   | 83.0   | 83.6   | 84.2   | 84.8   | 85.4   | 86.0   | 86.6   | 87.2   | 87.8   | 88.4   | 89.0   | 89.6    |
| 36   | 259      | 79.1   | 79.9   | 80.5   | 81.1   | 81.7   | 82.3   | 82.9   | 83.5   | 84.1   | 84.7   | 85.3   | 85.9   | 86.5   | 87.1   | 87.7   | 88.3   | 88.9   | 89.5   | 90.1    |
| 37   | 260      | 79.6   | 80.4   | 81.0   | 81.6   | 82.2   | 82.8   | 83.4   | 84.0   | 84.6   | 85.2   | 85.8   | 86.4   | 87.0   | 87.6   | 88.2   | 88.8   | 89.4   | 90.0   | 90.6    |
| 38   | 261      | 80.1   | 80.9   | 81.5   | 82.1   | 82.7   | 83.3   | 83.9   | 84.5   | 85.1   | 85.7   | 86.3   | 86.9   | 87.5   | 88.1   | 88.7   | 89.3   | 89.9   | 90.5   | 91.1    |
| 39   | 262      | 80.6   | 81.4   | 82.0   | 82.6   | 83.2   | 83.8   | 84.4   | 85.0   | 85.6   | 86.2   | 86.8   | 87.4   | 88.0   | 88.6   | 89.2   | 89.8   | 90.4   | 91.0   | 91.6    |
| 40   | 263      | 81.1   | 81.9   | 82.5   | 83.1   | 83.7   | 84.3   | 84.9   | 85.5   | 86.1   | 86.7   | 87.3   | 87.9   | 88.5   | 89.1   | 89.7   | 90.3   | 90.9   | 91.5   | 92.1    |
| 41   | 264      | 81.6   | 82.4   | 83.0   | 83.6   | 84.2   | 84.8   | 85.4   | 86.0   | 86.6   | 87.2   | 87.8   | 88.4   | 89.0   | 89.6   | 90.2   | 90.8   | 91.4   | 92.0   | 92.6    |
| 42   | 265      | 82.1   | 82.9   | 83.5   | 84.1   | 84.7   | 85.3   | 85.9   | 86.5   | 87.1   | 87.7   | 88.3   | 88.9   | 89.5   | 90.1   | 90.7   | 91.3   | 91.9   | 92.5   | 93.1    |
| 43   | 266      | 82.6   | 83.4   | 84.0   | 84.6   | 85.2   | 85.8   | 86.4   | 87.0   | 87.6   | 88.2   | 88.8   | 89.4   | 90.0   | 90.6   | 91.2   | 91.8   | 92.4   | 93.0   | 93.6    |
| 44   | 267      | 83.1   | 83.9   | 84.5   | 85.1   | 85.7   | 86.3   | 86.9   | 87.5   | 88.1   | 88.7   | 89.3   | 89.9   | 90.5   | 91.1   | 91.7   | 92.3   | 92.9   | 93.5   | 94.1    |
| 45   | 268      | 83.6   | 84.4   | 85.0   | 85.6   | 86.2   | 86.8   | 87.4   | 88.0   | 88.6   | 89.2   | 89.8   | 90.4   | 91.0   | 91.6   | 92.2   | 92.8   | 93.4   | 94.0   | 94.6    |
| 46   | 269      | 84.1   | 84.9   | 85.5   | 86.1   | 86.7   | 87.3   | 87.9   | 88.5   | 89.1   | 89.7   | 90.3   | 90.9   | 91.5   | 92.1   | 92.7   | 93.3   | 93.9   | 94.5   | 95.1    |
| 47   | 270      | 84.6   | 85.4   | 86.0   | 86.6   | 87.2   | 87.8   | 88.4   | 89.0   | 89.6   | 90.2   | 90.8   | 91.4   | 92.0   | 92.6   | 93.2   | 93.8   | 94.4   | 95.0   | 95.6    |
| 48   | 271      | 85.1   | 85.9   | 86.5   | 87.1   | 87.7   | 88.3   | 88.9   | 89.5   | 90.1   | 90.7   | 91.3   | 91.9   | 92.5   | 93.1   | 93.7   | 94.3   | 94.9   | 95.5   | 96.1    |
| 49   | 272      | 85.6   | 86.4   | 87.0   | 87.6   | 88.2   | 88.8   | 89.4   | 90.0   | 90.6   | 91.2   | 91.8   | 92.4   | 93.0   | 93.6   | 94.2   | 94.8   | 95.4   | 96.0   | 96.6    |
| 50   | 273      | 86.1   | 86.9   | 87.5   | 88.1   | 88.7   | 89.3   | 89.9   | 90.5   | 91.1   | 91.7   | 92.3   | 92.9   | 93.5   | 94.1   | 94.7   | 95.3   | 95.9   | 96.5   | 97.1    |
| 51   | 274      | 86.6   | 87.4   | 88.0   | 88.6   | 89.2   | 89.8   | 90.4   | 91.0   | 91.6   | 92.2   | 92.8   | 93.4   | 94.0   | 94.6   | 95.2   | 95.8   | 96.4   | 97.0   | 97.6    |
| 52   | 275      | 87.1   | 87.9   | 88.5   | 89.1   | 89.7   | 90.3   | 90.9   | 91.5   | 92.1   | 92.7   | 93.3   | 93.9   | 94.5   | 95.1   | 95.7   | 96.3   | 96.9   | 97.5   | 98.1    |
| 53   | 276      | 87.6   | 88.4   | 89.0   | 89.6   | 90.2   | 90.8   | 91.4   | 92.0   | 92.6   | 93.2   | 93.8   | 94.4   | 95.0   | 95.6   | 96.2   | 96.8   | 97.4   | 98.0   | 98.6    |
| 54   | 277      | 88.1   | 88.9   | 89.5   | 90.1   | 90.7   | 91.3   | 91.9   | 92.5   | 93.1   | 93.7   | 94.3   | 94.9   | 95.5   | 96.1   | 96.7   | 97.3   | 97.9   | 98.5   | 99.1    |
| 55   | 278      | 88.6   | 89.4   | 90.0   | 90.6   | 91.2   | 91.8   | 92.4   | 93.0   | 93.6   | 94.2   | 94.8   | 95.4   | 96.0   | 96.6   | 97.2   | 97.8   | 98.4   | 99.0   | 99.6    |
| 56   | 279      | 89.1   | 89.9   | 90.5   | 91.1   | 91.7   | 92.3   | 92.9   | 93.5   | 94.1   | 94.7   | 95.3   | 95.9   | 96.5   | 97.1   | 97.7   | 98.3   | 98.9   | 99.5   | 100.1   |
| 57   | 280      | 89.6   | 90.4   | 91.0   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |         |

## “Direct comparison method”

- Bij grote bron mogelijk wel nabijheidseffect, bij de RSS nauwelijks
  - bij grote bron ( $l > 2 \text{ m}$ ) : RSS op meerdere posities op het grondvlak
- Kleine bronnen / weinig meetpunten: riskant



## Naschrift

- In kader van machinerichtlijn is bepalen van “emission sound pressure level\*” nog belangrijker dan bepalen geluidvermogeniveau.
- Hierbij kan omgevingscorrectie lokaal verschillen.

\*: geluiddruk niveau op een bedienplaats