



vandervalk+degroot

Kelmar van Meurs



Imke Breedveld

Praktijkworkshop geluid

Van wet naar norm

Van meetplan naar meters

Symposium NVvA

d.d. 1 april 2026

Theorie – 10 min

De wet

Opzet van de norm

Praktijk – 15 min

Geluidsmeters

Kalibratoren

Praktijk – 30 min

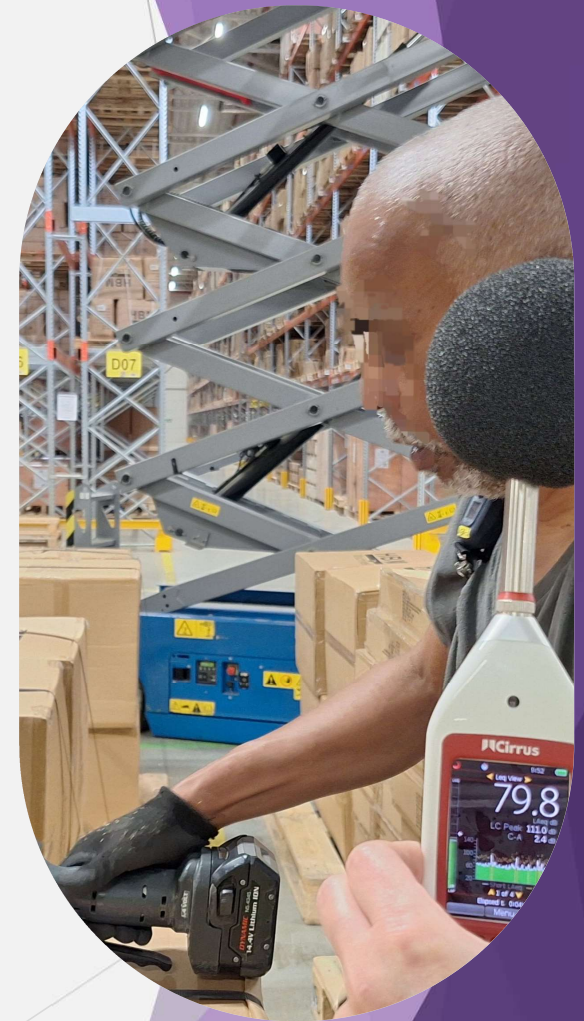
Case: De kolkenzuiger

Oefenen met software

Software meters

ISO spreadsheet

HML-methode



Het Arbobesluit – weten we dit nog?

SNR
HML
Octaafband

	Onderste actiewaarde	Bovenste actiewaarde	Grenswaarde
Lawaai	$L_{EX,8h} > 80 \text{ dB(A)}$ en $P_{piek} > 135 \text{ dB(C)}$	$L_{EX,8h} > 85 \text{ dB(A)}$ of $P_{piek} > 137 \text{ dB(C)}$	$L_{EX,8h} > 87 \text{ dB(A)}^*$ of $P_{piek} > 140 \text{ dB(C)}^*$
Maatregelen bij overschrijding	Werknemers voorlichten over geluidsrisico en maatregelen Gehoorbescherming aanbieden PAGO (audiometrie) aanbieden	Technische en/of organisatorische maatregelen vaststellen en uitvoeren. Gehoorbescherming verplicht dragen Werkplekken markeren, afbakenen en toegang beperken.	Onmiddellijk maatregelen treffen tot onder grenswaarde. Oorzaken van de overschrijding vaststellen. Maatregelen vaststellen en uitvoeren ter voorkoming van herhaling van overschrijding.

* rekening houden met de demping va de gehoorbescherming

3



ISO 9612: 2009 versus 2025



Ongewijzigd:

- Geluidsberekeningen
- Geluidmeters:
 - klasse 1 / klasse 2
 - handheld / dosimeters
 - wel / geen octaafbanden
- Veldkalibratie max 0,5 dB
- Meetonzekerheid
- Drie methodes:
 - Taak
 - Job
 - Hele dag

Gewijzigd:

- Van 43 naar 53 pagina's!
- Introductie: HEG
Homogene Exposure Groep
- Introductie: piekbeoordeling Lcp, rapporteer deze, leg uit waarom deze voorkomen
- Extra details per methode:
 - Aantal te meten werknemers
 - Meetduur
 - *Onzekerheidsfactor* tussen de metingen (tabel C.4)
- Extra rekenvoorbeelden over de meetonzekerheden

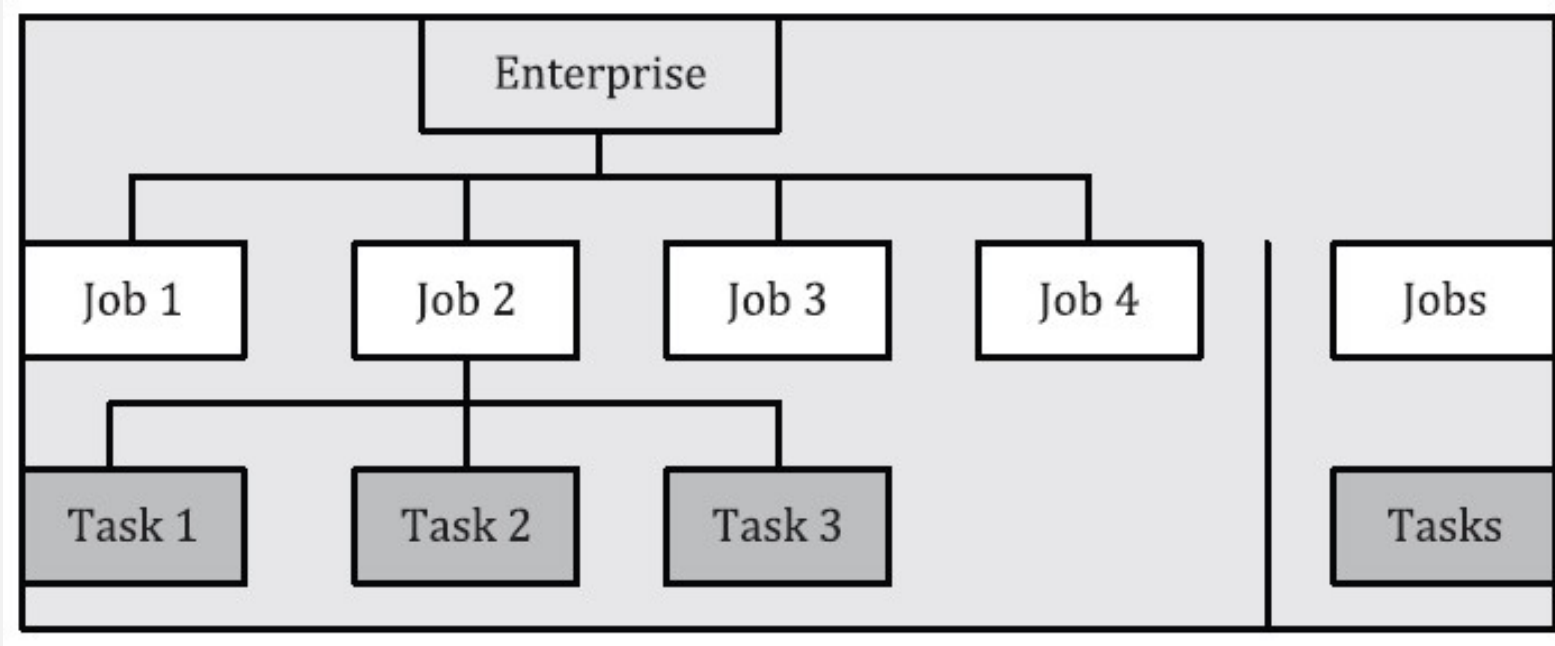
ISO 9612:2025 Opbouw norm



Welke kies jij?

- Uitleg termen, definities en symbolen
- Instrumenten
- De stappen
 - Stap 1 Werkzaamheden analyse, incl. nominale werkdag & HEG definitie
 - Stap 2 Selectie meetstrategie (taak, job, dag)
 - Stap 3 Metingen
 - Stap 4 Omgaan fouten en met meetonzekerheden
 - Stap 5 Uitrekenen resultaten en resultaat meetonzekerheid berekenen
 - Stap 6 Rapportage
- Bijlagen
 - Diverse extra berekeningen (D t/m G)
 - Uitleg piekbeoordeling (H!)

Weet je nog? Drie methodes (ongewijzigd)



Nieuw: HEG: Homogene Exposure Groep

*Niet schokkend voor een arbeidshygiënist qua denkwijze.
Het aantal metingen wordt bepaald op basis van het aantal werknemers
binnen een homogene blootstellingsgroep. Vrij logisch toch?*

ISO 9612: 2025 Takenmethode (1)



Table 1 — Minimum recommended number of workers, n_{\min} , on which measurements can be taken as a function of the size of the HEG, n_G

n_G	1 to 2	3 to 5	6 to 11	12 to 15	16 to 20	Above 21
n_{\min}	1	2	3	4	5	6

Takenmethode:

- ▶ Bepaal taken
- ▶ Bepaal aantal werknemers
- ▶ Minimaal 5 metingen per taak
 - Alleen bij 1 werknemer mag je 3 metingen doen
- ▶ Verdeel de metingen over meerdere werknemers volgens tabel 1

* Bij taken korter dan 5 minuten geldt:

- Meet de hele taak.
- Meet minimaal 3 cyclussen.
- In 30 seconden mag er maximaal 0,2 dB (A) verloop zitten. pas dan is een meting stabiel en kan je korter meten.



Meet-eisen:

- ▶ Meet minimaal 5 minuten*
- ▶ Maximaal 25% tijdsverschil tussen de metingen
- ▶ Maximaal 3 dB (A) verschil tussen de metingen bij 1 werknemer
- ▶ Maximaal 5 dB (A) verschil tussen de metingen bij meerdere werknemers

Anders geldt: de taak splitsen OF de metingen **overnieuw** doen waarbij je elke meting langer doorzet.

ISO 9612: 2025 Jobmethode (2)

V

G

M

Table 2 — Minimum number of workers, n_{\min} , to be sampled

n_G	1 to 2	3 to 5	6 to 9	10 to 14	15 to 20	21 to 30	31 to 50	51 to 75	76 to 100	>100
n_{\min}	1	2	3	4	5	7	9	12	15	20

Jobmethode:

- ▶ Bepaal deelfuncties (HEG)
- ▶ Bepaal aantal werknemers per job
- ▶ Uitrekenen meetduur (tabel 3)
- ▶ Verdeel de metingen over aantal werknemers (tabel 2)

Meeteisen:

- ▶ Meet 15 tot 60 minuten per sample*
- ▶ Check de *onzekerheidsfactor* van de dataset: deze mag maximaal 3,5 dB(A) bedragen

Als groter dan geldt: andere HEG maken
OF meer metingen uitvoeren

Table 3 — Minimum cumulative duration of the measurements to be distributed over the HEG

Number of workers in the HEG	Minimum cumulative duration of the measurements
$n_G \leq 15$	6 h + $(n_G - 1) \times 1$ h
$15 < n_G \leq 40$	20 h + $(n_G - 15) \times 45$ min
$n_G > 40$	40 h or split the group

De minimale meettijd = 6 uur
De maximale meettijd = 40 uur

* Per sample is de aanbevolen meettijd 45 minuten
Houd metingen even lang qua tijdsduur

ISO 9612: 2025 Hele dagmethode (3)



Table 4 — Minimum number of workers n_{\min} to be sampled in a HEG of n_G size

n_G	1 to 2	3 to 5	6 to 9	10 to 14	15 to 20	21 to 30	31 to 50	51 to 75	76 to 100	> 100
n_{\min}	1	2	3	4	5	7	9	12	15	20

Hele dagmethode:

- ▶ Bepaal de functiegroepen (HEG)
- ▶ Bepaal aantal werknemers per functiegroep
- ▶ Meet minimaal 3 hele dagen per functiegroep
- ▶ Vul dit aantal metingen aan met aantal (tabel 4)
- ▶ Verdeel de metingen over aantal (tabel 4)

Bijv.

In een HEG zitten 2 werknemers, je meet dan: 3 hele dagen.

Die 3 dagen verdeel je over minimaal 2 werknemers.

In een HEG zitten 10 werknemers.

Je meet dan $3+1=4$ hele dagen. Deze 4 dagen verdeel je over 4 werknemers.

Meet-eisen:

- ▶ Meetduur: minimaal 75% van de nominale werkdag / shift
- ▶ Maximaal 3 dB (A) verschil tussen de metingen*
- ▶ Check de *onzekerheidsfactor* van de dataset:

deze mag maximaal 3,5 dB(A) bedragen*

* Als groter dan geldt:

2 extra metingen uitvoeren

Als dan nog niet voldoet: maak een andere HEG OF voer extra metingen uit

Nieuw: meer aandacht voor piekgeluid

Voorbeelden pieken:

- Externe invloeden: vallend voorwerp, verkeer (bijv. knallende uitlaten)
- Procesinvloeden: perslucht, stoomafblazen, pneumatische ventielen
- Taken: hameren, schiethamer/taggen

Nieuw ISO 9612:2025

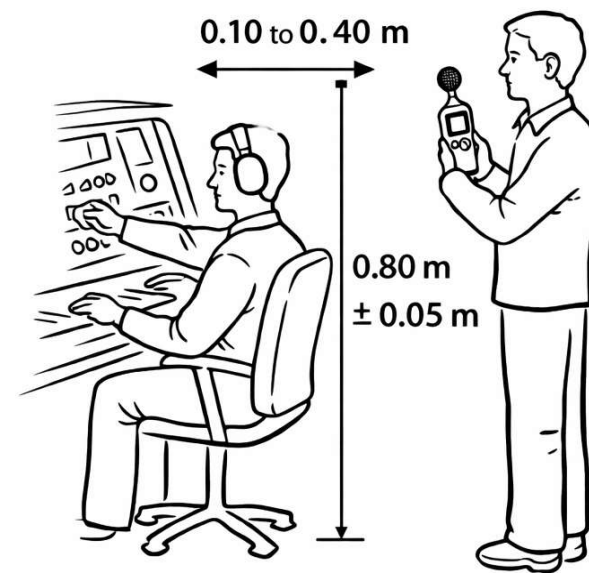
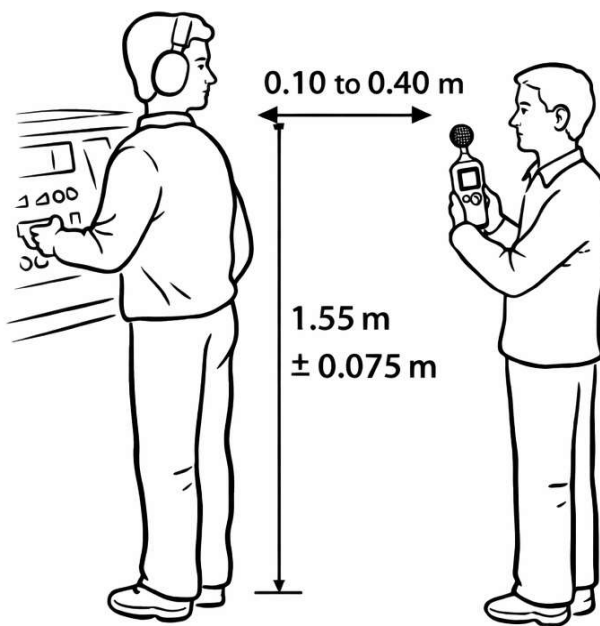
Niet alleen de hoogste piek, maar ook de **variatie (spreiding)** moet worden beschouwd. Bij meerdere pieken beoordeel je of deze **structureel in een kritisch bereik** liggen (bijv. rond/ boven 135 dB(C)).

Toetsing

Controleer of je toetsing aan de **onderste en bovenste actiewaarde en de grenswaarde** nog klopt, rekening houdend met de **meetonzekerheid** van:

- geluidsmeter ($u_2 = 1,4 / 2,4$ dB)
- microfoon/positie ($u_3 = 1$ dB)

Juiste microfoonpositie geluidsmeters



Geluidsmeters en kalibratoren

Geluidsmeters

Dosimeters

Kalibratoren

114 of 94 dB





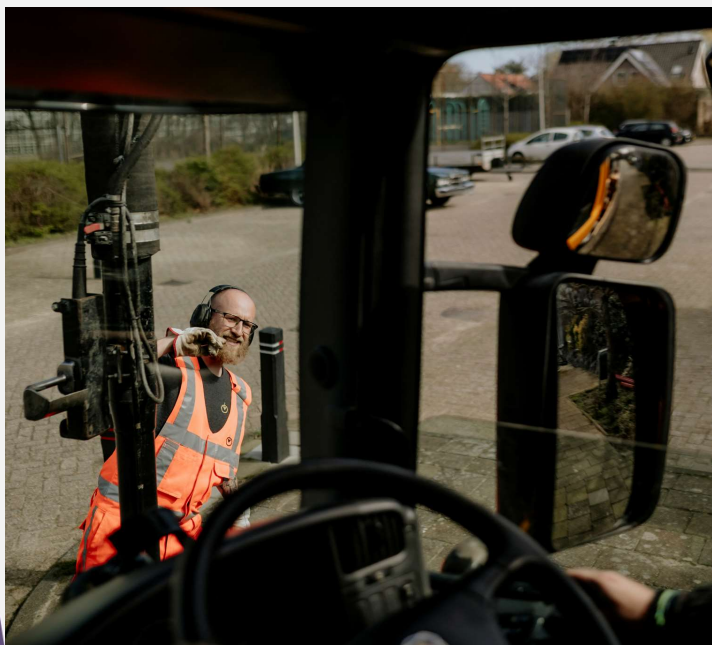
vandervalk+degroot

Praktijkvoorbeeld kolkenzuiger





vandervalk+degroot





vandervalk+degroot

Praktijkvoorbeeld kolkenzuiger



Kolk in straat/trottoir



Chauffeur en looper





vandervalk+degroot

Praktijkvoorbeeld kolkenzuiger

- 12 kolkenzuigers: 8 zware en 4 lichte zuigers
- Ploeg van twee personen: chauffeur + looper
- Gemiddeld per dag: 250 kolken (min. 100 / max. 350)
 - Per kolk: \pm 15 seconden zuigen / \pm 20 seconden lopen
 - Tussendoor: manoeuvreren / rijden naar andere wijk
- Variabelen in geluid:
 - diep/ondiep, holle/platte bodem, bladeren op deksel
 - stedelijk of landelijk gebied



Praktijkvoorbeeld kolkenzuiger

- Identificeer (significante) geluidsbronnen
- Omgevingsgeluid (verkeer)
- Draaiende vrachtwagenmotor
- Lucht door mond van kolkenbuis





Oefeningen: maak ISO 9612 (2025) meetplan

1. Welke homogene functiegroepen (HEG's) zijn er?
2. Hoe groot is de functiegroep?
3. Welke methode kies je?
4. Reken uit aantal benodigde metingen?
5. Op hoeveel mensen ga je meten?
6. Voldoet de gehoorbescherming bij de loper?



vandervalk+degroot

1^e + 2^{de} vraag:

Bepaal de HEG's en omvang

Welke kies jij?

- HEG 1: zware kolkenzuigers
- HEG 2: lichte kolkenzuigers
- HEG 3: chauffeurs
- HEG 4: lopers
- HEG 5: chauffeurs en lopers



HEG (homogene blootstellingsgroep)

- X HEG 1: 8 zware kolkenzuigers
- X HEG 2: 4 lichte kolkenzuigers
- ✓ HEG 3: Hele dag chauffeur
- ✓ HEG 4: Hele dag looper
- ✓ HEG 5: Afwisselend chauffeur/looper

3^e vraag: Selecteer juiste methode per HEG

	Strategie 1 Taakgerichte meting	Strategie 2 Functiegerichte meting	Strategie 3 Volledige-dag meting
Vaste werkplek — Eenvoudige of enkele taak	✓a	—	—
Vaste werkplek — Complexe of meerdere taken	✓a	✓	✓
Mobiele werknemer — Voorspelbaar patroon — Klein aantal taken	✓a	✓	✓
Mobiele werknemer — Voorspelbaar werk — Groot aantal taken of complex werkpatroon	✓	✓	✓a
Mobiele werknemer — Onvoorspelbaar werkpatroon	—	✓	✓a
Vaste of mobiele werknemer — Meerdere taken met ongespecificeerde duur	—	✓a	✓
Vaste of mobiele werknemer — Geen taken toegewezen	—	✓a	✓
✓ Strategie is mogelijk a Aanbevolen strategie			

Antwoord 3de vraag

Praktijkvoorbeeld kolkenzuiger

	Strategie 1 Taakgerichte meting	Strategie 2 Functiegerichte meting	Strategie 3 Volledige-dag meting
Vaste werkplek — Eenvoudige of enkele taak	✓a	—	—
Vaste werkplek — Complexe of meerdere taken	✓a	✓	✓
Mobiele werknemer — Voorspelbaar patroon — Klein aantal taken	✓a	✓	✓
Mobiele werknemer — Voorspelbaar werk — Groot aantal taken of complex werkpatroon	✓	✓	✓a
Mobiele werknemer — Onvoorspelbaar werkpatroon	—	✓	✓a
Vaste of mobiele werknemer — Meerdere taken met ongespecificeerde duur	—	✓a	✓
Vaste of mobiele werknemer — Geen taken toegewezen	—	✓a	✓
✓ Strategie is mogelijk a Aanbevolen strategie			

HBG 3: chauffeurs
HBG 4: lopers



HBG 5: combinatie
chauffeur/loper

4^{de} + 5^{de} vraag:

Bepaal aantallen metingen / duur / mw

HBG	Takenmethode	Jobmethode	Hele dagmethode
HBG 3: 12 chauffeurs	5 metingen verdeeld over mw	... uur verdeeld over 4 mw	3+.... = dagen verdeeld over 4 mw
HBG 4: 12 lopers	5 metingen verdeeld overmw	... uur verdeeld over 4 mw	3+.... = dagen verdeeld over 4 mw
HBG 5: 24 chauffeurs / lopers metingen verdeeld over mw	26,75 uur verdeeld over mw	3+ 4 = 7 dagen verdeeld over mw

Antwoord 4^{de} + 5^{de} vraag

Praktijkvoorbeeld kolkenzuiger

HBG	Takenmethode	Jobmethode	Hele dagmethode
HBG 3: 12 chauffeurs	5 metingen verdeeld over 4 mw	17 uur verdeeld over 4 mw	3 + 1 = 4 dagen verdeeld over 4 mw
HBG 4: 12 lopers	5 metingen verdeeld over 4 mw	17 uur verdeeld over 4 mw	3 + 1 = 4 dagen verdeeld over 4 mw
HBG 5: 24 chauffeurs / lopers	6 metingen verdeeld over 6 mw	26,75 uur verdeeld over 7 mw	3 + 4 = 7 dagen verdeeld over 7 mw

ISO 9612: 2025 De nieuwe spreadsheet

ISO 9612 Evaluation of measurement uncertainties (Annex C)		To enter data : use the yellow cells only	
Full-day-based measurement			
HEG Name	Chauffeurs OF Lopers	HEG Number	3 of 4
Other information:	Kolkenzuigers		
Number of people in the HEG	12		
Number of people measured for the task :	4		

Hele dag

ISO 9612 Evaluation of measurement uncertainties (Annex C)		To enter data : use the yellow cells only	
Job-based measurement			
HEG Name	Chauffeurs OF Lopers	HEG Number	3 of 4
Other information:	Kolkenzuigers		
Number of people in the HEG	12		
Number of people measured in the HEG	4		
Cumulative duration of measurements over the HEG (h)	17		

Job

ISO 9612	Evaluation of measurement uncertainties (Annex C)	Task-based measurement	
HEG Name	Chauffeurs OF Lopers	HEG Number	3 of 4
Other information:	Kolkenzuigers		
Number of people in the HEG	12		
Minimum number of people measured for a given task	4		

Taak

Voorbeeld

4 chauffeurs

berekening

hele dag

Measured values		Calculation parameters		Calculations (ISO references)	
Noise levels (dB(A))		Regulation reference duration T_0		(Eq. C.8)	$L_{EX,8h} = 82,1$
$L_{p,A,eqT,1}$	81,5	T_0 (h) =	8	(Eq. 11)	$L_{p,A,eqT_e} = 82,1$
$L_{p,A,eqT,2}$	82	Effective duration T_e of the working day (in hours)		(Eq. C.12)	$u_1 = 0,67$
$L_{p,A,eqT,3}$	83	$T_e =$	8	(Table C.4 for N and u_1)	$c_1 * u_1 = 0,50$
$L_{p,A,eqT,4}$	81,7	Standard uncertainty of measuring instrumentation (Table C.5)		Combined standard uncertainty	
$L_{p,A,eqT,5}$		$u_2 =$	1,5	Sources of uncertainty =	
$L_{p,A,eqT,6}$		Standard uncertainty due to imperfect selection of measurement position		1) Noise levels	$(c_1 * u_1)^2 = 0,3$
$L_{p,A,eqT,7}$		$u_3 =$	1	2) Instrumentation Q2	$(u_2)^2 = 2,3$
$L_{p,A,eqT,8}$		Number of measured values		3) Microphone position Q3	$(u_3)^2 = 1$
$L_{p,A,eqT,9}$				Sum (C.9)	$u^2(L_{EX,8h}) = 3,5$
$L_{p,A,eqT,10}$					$u(L_{EX,8h}) = 1,9$
$L_{p,A,eqT,11}$				$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$	3,1
$L_{p,A,eqT,12}$				N =	4
$L_{p,A,eqT,13}$				Daily noise exposure level:	82,1 dB(A)
$L_{p,A,eqT,14}$				Expanded uncertainty:	3,1 dB(A)
$L_{p,A,eqT,15}$					
$L_{p,A,eqT,16}$					
$L_{p,A,eqT,17}$					
$L_{p,A,eqT,18}$					
$L_{p,A,eqT,19}$					
$L_{p,A,eqT,20}$					
$L_{p,A,eqT,21}$					
$L_{p,A,eqT,22}$					
$L_{p,A,eqT,23}$					

Voorbeeld

4 chauffeurs

berekening

job

Measured values		Calculation parameters		Calculations (ISO references)	
Noise levels (dB(A))		Regulation reference duration T_0			
$L_{p,A,eqT,1}$	81,5			(Eq. C.8)	$L_{EX,8h} = 83,3$
$L_{p,A,eqT,2}$	82	T_0 (h) =	8		
$L_{p,A,eqT,3}$	83			(Eq. 11)	$L_{p,A,eqTe} = 83,3$
$L_{p,A,eqT,4}$	81,7	Effective duration T_e of the working day (in hours)		(Eq. C.12)	$u_1 = 3,9$
$L_{p,A,eqT,5}$	84,7				
$L_{p,A,eqT,6}$	76,8	$T_e =$	8	(Table C.4 for N and u_1)	$c_1 * u_1 = 1,5$
$L_{p,A,eqT,7}$	89				
$L_{p,A,eqT,8}$	72,4	Standard uncertainty of measuring instrumentation (Table C.5)		Combined standard uncertainty	
$L_{p,A,eqT,9}$	79,4			Sources of uncertainty =	
$L_{p,A,eqT,10}$	80,5	$u_2 =$	1,5	1) Noise levels	$(c_1 * u_1)^2 = 2,3$
$L_{p,A,eqT,11}$	82,4			2) Instrumentation Q2	$(u_2)^2 = 2,3$
$L_{p,A,eqT,12}$	89,1	Standard uncertainty due to imperfect selection of measurement position		3) Microphone position Q3	$(u_3)^2 = 1$
$L_{p,A,eqT,13}$	81,2				
$L_{p,A,eqT,14}$	79,8	$u_3 =$	1	Sum (C.9)	$u^2(L_{EX,8h}) = 5,5$
$L_{p,A,eqT,15}$	81				$u(L_{EX,8h}) = 2,3$
$L_{p,A,eqT,16}$	83,3				
$L_{p,A,eqT,17}$	79,9			$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$	3,9
$L_{p,A,eqT,18}$					
$L_{p,A,eqT,19}$					
$L_{p,A,eqT,20}$				Number of measured values	N = 17
$L_{p,A,eqT,20}$					
$L_{p,A,eqT,21}$				Daily noise exposure level:	83,3 dB(A)
$L_{p,A,eqT,22}$				Expanded uncertainty:	3,9 dB(A)

Voorbeeld

4 chauffeurs
+
4 lopers

berekening

duo
taak

		1	2
Number of people measured for the task :		1	2
Results obtained from the input of data	Task name	Chauffeur	Lopen
	Acoustic measure number		
	1	81,5	94,4
	2	82	95,7
	3	83	96
	4	81,7	92,1
	5	81,2	91,5
Daily noise exposure dB(A)	6		
	7		
LEX,8h =	8		
91,5	9		
	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	19		
	20		
	21		
	22		
		1,5	1,5

	1	2
to enter the measured values $L_{p,A,eqT,m}$ and (if needed) a task name	Chauffeur	Lopen
Time measure number (j)	Task duration (hours)	
1	4	4
2	4	4
3	4	4
4	4	4
5	4	4

cumulative duration of tasks

Te = 8,0

For ea

	1	2	
Task name	Chauffeur	Lopen	Pause
$L_{p,A,eqT,m}$	81,9	94,3	
Tm	4,0	4,0	
$L_{EX,8h,m}$	78,9	91,3	
$(C_{1a,m} * u_{1a,m})^2$	0,00	0,75	
$(C_{1b,m} * u_{1b,m})^2$	0,00	0,00	
$(C_{1a,m} * u_{2,m})^2$	0,01	2,00	
$(C_{1a,m} * u_3)^2$	0,00	0,89	
$u^2(L_{EX,8h}) m$	0,01	3,64	
$u^2(L_{EX,8h}) =$	3,65		
$u(L_{EX,8h})$	1,9	dB(A)	
$L_{EX,8h} =$	91,5	dB(A)	

Expanded uncertainty:

$$U(L_{EX,8h}) = 1,65 * u(L_{EX,8h}) =$$

3,2 dB(A)

Praktijkvoorbeeld kolkenzuiger

- Hele dag-meting



6^{de} vraag: Voldoet de gehoorbescherming ?

3M™ PELTOR™ Optime™ III Gehoorkappen (H540A hoofdband)

Frequentie (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	20.8	17.4	24.7	34.7	41.4	39.3	42.6	42.6
sf (dB)	3.1	2.1	2.6	2.0	2.1	1.5	2.6	2.6
APVf (dB)	17.7	15.3	22.1	32.7	39.3	37.8	43.0	40.0

SNR = 35 dB H = 40dB M = 32dB L = 23 dB



Gemeten waarden bij de looper:

LAeq = 94,3 dB(A)

LCeq = 98,7 dB(C)

LC piek = 138 dB(C)

HML-methode → check of de gehoorbescherming juist is

Benodigd:

H M L waarden van leverancier

LA eq meetwaarde van de meting in dB(A)

LC eq meetwaarde van de meting in dB(C)

Stap 1: Reken verschil uit

$LC_{eq} - LA_{eq}$

Stap 2: Bepaal juiste formule:

≤ 2 $PNR = M - 0,25(H - M)(LC - LA - 2)$

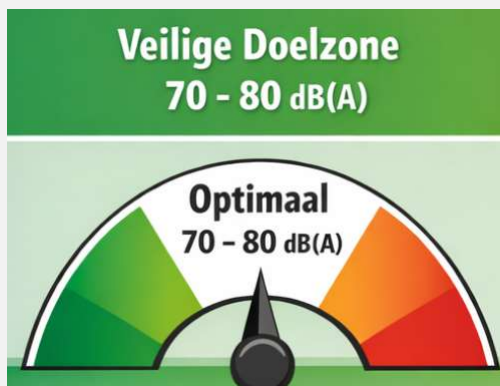
> 2 $PNR = M - 0,125(M - L)(LC - LA - 2)$

Stap 3: Reken het geluid uit in het oor:

$LA_{eq} - (PNR - 4)$

Stap 4: Voldoet aan Arbowet indien:

in het gehoor maximaal 87 dB(A)



HML-METHODE VOOR GELUID

Bereken de effectieve geluidsdemping

Als $(L_{Ceq} - L_{Aeq}) \leq 2$:

$$PNR = M - 0,25 (H - M) (L_{Ceq} - L_{Aeq} - 2)$$

Als $(L_{Ceq} - L_{Aeq}) > 2$:

$$PNR = M - 0,125 (M - L) (L_{Ceq} - L_{Aeq} - 2)$$



GEMETEN WAARDEN:

$$L_{Aeq} = 94,3 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Ceq} = 98,7 \text{ dB(C)}$$

$$L_{Cpiek}^* = 138 \text{ dB(C)}$$

$$L'_{Aeq} = L_{Aeq} - (PNR - 4)$$

$$L'_{Aeq} = 94,3 - (PNR - 4)$$

$$L'_{Aeq} = \dots \text{ dB}$$



Stap 1: Reken verschil uit

$$L_{Ceq} - L_{Aeq} = 98,7 - 94,3 = 4,4$$

Stap 2: Bepaal juiste formule:

$$\leq 2 \quad \text{PNR} = M - 0,25(H - M)(L_C - L_A - 2)$$

$$> 2 \quad \text{PNR} = M - 0,125 * (M - L) * (L_C - L_A - 2)$$

$$\text{PNR} = 32 - 0,125 * (32 - 23) * (98,7 - 94,3 - 2)$$

$$\text{PNR} = 32 - 0,125 * (9) * (2,4)$$

$$\text{PNR} = 32 - 2,7$$

$$\text{PNR} = 29,3$$

Stap 3: Reken het geluid uit in het oor:

$$L_{Aeq} - (PNR - 4)$$

$$94,3 - (29,3 - 4)$$

$$69 \text{ dB(A)}$$

Dit mag wettelijk niet hoger zijn dan 87 dB(A)



Bedankt
Imke Breedveld
Kelmar van Meurs

