

# Arboconvenant papier- en kartonindustrie

Cursus elementaire akoestiek



---

---

---

---

---

---

---

---

## Programma

- 12.45 u - 13.15 u: Case deel 3
- 13.15 u - 13.45 u: Case deel 4
- 13.45 u - 14.00 u: Lezing
- 14.00 u - 14.30 u: Case deel 5
- 14.30 u - 15.00 u: Pauze
- 15.00 u - 16.40 u: Nadere informatie, eigen ervaringen en dergelijke



---

---

---

---

---

---

---

---

## Case deel 3

De akoestische effecten van  
maatregelen evalueren



---

---

---

---

---

---

---

---

## Situatie voor maatregelen

- deelbronbijdrage spectraal: per oktaafband
- som oktaafbanden: totale deelbronbijdrage
- som van deelbronbijdragen:  $L_{Aeqw}$
- $L_{Aeqw}$  en blootstellingsduur: partiele dosis
- som van partiele doses: dagdosis
  
- zowel  $L_{Aeqw}$  als  $L_{EX,T}$  toetsen 80 dB(A)

4

---

---

---

---

---

---

---

---

## Situatie na maatregelen

- deelbronbijdrage spectraal: per oktaafband  
minus geluidreductie
- som oktaafbanden: totale deelbronbijdrage
- som van deelbronbijdragen:  $L_{Aeqw}$
- $L_{Aeqw}$  en blootstellingsduur: partiele dosis
- som van partiele doses: dagdosis
  
- zowel  $L_{Aeqw}$  als  $L_{EX,T}$  toetsen 80 dB(A)

5

---

---

---

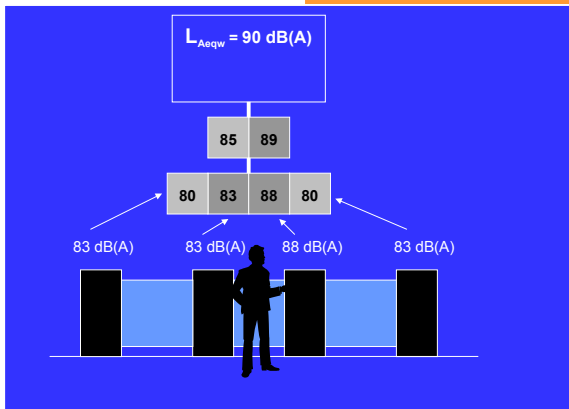
---

---

---

---

---



---

---

---

---

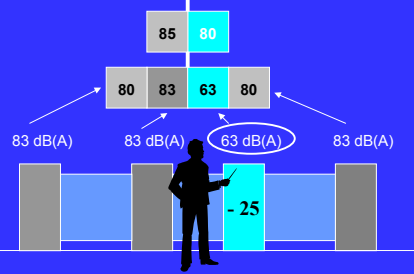
---

---

---

---

$L_{Aeq,w} = 86 \text{ dB(A)}$   
(- 4 dB)



---

---

---

---

---

---

---

---

### Case deel 4

Kwaliteit van de maatregel evalueren:  
het beslissingsprotocol



---

---

---

---

---

---

---

---

### Protocol - opzet

- kwantificeer argumenten
- bepaal geluidreductiefactor (GRF)
- toets aan grenswaarden



---

---

---

---

---

---

---

---

## Protocol - GRF

$$GRF = \frac{\Delta L}{kfl} \times ET \times UV$$

$\Delta L$ : geluidwinst, aantal FTE's, geluidniveau

$kfl$ : kosten

$ET$ : toepasbaarheid

$UV$ : uitvoerbaarheid

10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Protocol - $\Delta L$

1 arbeidsplaats (i)

■ geluidwinst:  $\Delta L_i$

■ aantal FTE's:  $FTE_i$

■ heersende geluidniveau :  $L_{p,i}$

■ weegfactor heersende geluidniveau:  $GN_i$

11

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Protocol - weegfactor $GN_i$

$L_{p,i}$	$GN_i$	$L_{p,i}$	$GN_i$
= 80	0.0	90	5.0
81	0.6	91	6.3
82	0.8	92	7.9
83	1.0	93	10.0
84	1.3	94	12.6
85	1.6	95	15.8
86	2.0	96	20.0
87	2.5	97	25.1
88	3.2	98	31.6
89	4.0	99	39.8
90	5.0	100	50.1

12

---

---

---

---

---

---

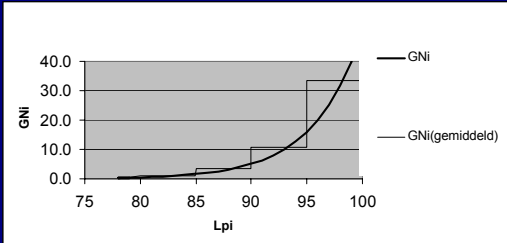
---

---

---

---

## Protocol - weegfactor $GN_i$



13

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Protocol - $\Delta L$

1 arbeidsplaats (i)

- geluidwinst:  $\Delta L_i$
- aantal FTE's:  $FTE_i$
- weegfactor heersende geluidniveau:  $GN_i$

$$\begin{aligned} \Delta L &= FTE_i \times GN_i \times \Delta L_i \\ &= FTE_i^* \times \Delta L_i \end{aligned}$$

14

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Protocol - $\Delta L$

meerdere arbeidsplaatsen

- geluidwinst:  $\Delta L_i$
- aantal FTE's:  $FTE_i$
- weegfactor heersende geluidniveau:  $GN_i$

$$\begin{aligned} \Delta L &= \sum_i FTE_i \times GN_i \times \Delta L_i \\ &= \sum_i FTE_i^* \times \Delta L_i \end{aligned}$$

15

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Protocol - toepasbaarheid

- ET: 1  
maatregelen elders zelden toegepast (< 33%)
- ET = 1,15  
maatregelen elders regelmatig toegepast (33-66%)
- ET = 1,25  
maatregelen elders vaak toegepast (> 66%)

16

---

---

---

---

---

---

---

---

## Protocol - uitvoerbaarheid

$$UV = UV_t * UV_o$$

- $UV_t$ : de technische uitvoerbaarheid;
  - ◆  $UV_t = 1$  moeilijk;
  - ◆  $UV_t = 1,12$  normaal;
- $UV_o$ : de operationele uitvoerbaarheid;
  - ◆  $UV_o = 1$  moeilijk;
  - ◆  $UV_o = 1,12$  normaal

17

---

---

---

---

---

---

---

---

## Protocol - GRF

$$GRF = \frac{\Delta L}{kfl} \times ET \times UV$$

$\Delta L$ : geluidwinst, aantal FTE's, geluidniveaus

$kfl$ : kosten

$ET$ : toepasbaarheid

$UV$ : uitvoerbaarheid

18

---

---

---

---

---

---

---

---

## Protocol - grenswaarden

Kfl in duizenden €:

- ◆  $GRF < 7,5$ : maatregel niet toepassen;
  - ◆  $GRF > 7,5$  en  $GRF < 8,8$ : nader onderzoeken;
  - ◆  $GRF > 8,8$ : maatregel wel toepassen.
- ! concept-grenswaarden

---

---

---

---

---

---

---

---

## Lezing Offertes aanvragen voor geluidreducerende maatregelen



---

---

---

---

---

---

---

---

## Algemene inhoud

- Actuele geluidssituatie
- Gewenste geluidreductie
- Gevolgen voor techniek en onderhoud

*In complexere situaties:*

- Verificatie geluidspecificaties
- Sancties bij niet voldoen

---

---

---

---

---

---

---

---

## Actuele geluidsituatie

- geluidniveau machine zonder storgeluid
  - ◆ eengetalswaarde (totaal dB(A))
  - ◆ spectrale gegevens (per oktaaf/tertsband, dB/dB(A))
- meetpositie geluidniveau (arbeidsplaats)
- bedrijfstoestand machine
  - ◆ toerental, aantal producten per uur
  - ◆ dikte/soort papier of karton

22

---

---

---

---

---

---

---

---

## Gewenste geluidreductie

- minimale noodzakelijke geluidreductie
  - ◆ op totaal geluidniveau
- verzoek om opgaaf werkelijk geluidreductie
  - ◆ op totaal geluidniveau
  - ◆ spectraal (octaaf/tertsbanden)
- verzoek om aanbieden alternatieven
  - ◆ kostenefficiëntie
  - ◆ beslissingsprotocol

23

---

---

---

---

---

---

---

---

## Gevolgen techniek en onderhoud

Verzoek om informatie over:

- onderhoud akoestisch voorziening:
  - ◆ vervanging absorptiemateriaal
  - ◆ vervangen van een geluiddemper
- technische gevolgen voorziening:
  - ◆ drukverliezen bij dempers
  - ◆ beperkte warmteafvoer bij omkastingen

24

---

---

---

---

---

---

---

---



## Gevolgen techniek en onderhoud

Opgaaf bijzondere bedrijfsomstandigheden:

- ◆ luchtvochtigheid, bedrijfstemperatuur machine
- ◆ toezicht op het productieproces
- ◆ veiligheid en andere arbo-aspecten

Ch

25

---

---

---

---

---

---

---

---

## Verificatie geluidspecificaties

■ In complexere situaties

- ◆ fabrikant / leverancier moet garantie geven
- ◆ opnemen hoe zal worden gecontroleerd
- ◆ welke sancties indien niet wordt voldaan

Ch

26

---

---

---

---

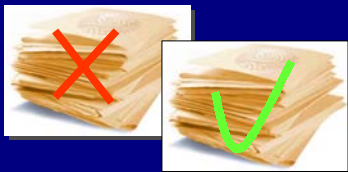
---

---

---

---

## Offertes evalueren en beoordelen



27

---

---

---

---

---

---

---

---

## Wat vraag ik en wat krijg ik ?

In aanbiedingen van akoestische voorzieningen wordt zelden aangeboden hetgeen is gevraagd.

Controle is beslist noodzakelijk, ook met het oog op eventuele kosten besparingen!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Wat vraag ik en wat krijg ik ? (aanbieding)

Actuele geluidssituatie: de geluidbijdrage op een arbeidsplaats tgv een luchtafzuigkanaal (diameter 315 mm) bedraagt in de actuele situatie  $L_{Aeq} = 86$  dB(A).

Gewenste geluidssituatie: een geluidbijdrage  $L_{Aeq} = 77$  dB(A).

Benodigde geluidreductie: reductie  $86 - 77 = 9$  dB(A).



**AANBIEDING:** reductie 12 dB(A)  
**KOSTEN:** € 500,- [€ 41 / dB(A)]

	Totaal	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
$L_{Aeq}$ (actueel)	86.1	55	65	74	80	83	78	71	66	dB(A)
Demper	1	1	3	7	12	7	2	3	3	dB
$L_{Aeq}$ (nieuw)	74.0	54	62	69	68	68	65	66	60	dB(A)
Reductie	12.1									dB(A)

Lengte L = 1000 mm (breuker leert); isolatiedikte = 50 mm

f [Hz]	$f_{0.1-10}$ [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100	3	3	9	14	23	24	10	12
125	4	4	12	17	21	23	10	10
160	5	5	9	19	18	20	10	11
200	2	4	6	16	11	17	8	11
250	2	5	9	16	13	15	8	8
315	1	2	5	12	10	11	6	8
400	1	2	4	11	10	9	7	7
500	1	2	3	10	10	9	7	7

Tussenschakeldemping  $D_{s,act}$  in dB

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Wat vraag ik en wat krijg ik ? (alternatieven)

**ALTERNATIEF 1:** reductie: 7.5 dB(A)  
**KOSTEN:** € 375,- [€ 49 / dB(A)]

	Totaal	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
$L_{Aeq}$ (actueel)	86.1	55	65	74	80	83	78	71	66	dB(A)
Demper	1	1	3	7	12	7	2	3	3	dB
$L_{Aeq}$ (nieuw)	78.6	54	64	71	72	71	69	63	59	dB(A)
Reductie	7.5									dB(A)

Lengte L = 2000 mm (breuker leert); isolatiedikte = 50 mm

f [Hz]	$f_{0.1-10}$ [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100	3	3	9	14	23	24	10	12
125	4	4	12	17	21	23	10	10
160	5	5	9	19	18	20	10	11
200	2	4	6	16	11	17	8	11
250	2	5	9	16	13	15	8	8
315	1	2	5	12	10	11	6	8
400	1	2	4	11	10	9	7	7
500	1	2	3	10	10	9	7	7

Tussenschakeldemping  $D_{s,act}$  in dB

	Totaal	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
$L_{Aeq}$ (actueel)	86.1	55	65	74	80	83	78	71	66	dB(A)
Demper	2	2	7	17	35	19	9	9	9	dB
$L_{Aeq}$ (nieuw)	78.3	53	62	67	63	48	61	28	57	dB(A)
Reductie	7.8									dB(A)

**ALTERNATIEF 2:** reductie: 16 dB(A)  
**KOSTEN:** € 620,- [€ 39 / dB(A)]

Lengte L = 1500 mm (breuker leert); isolatiedikte = 50 mm

f [Hz]	$f_{0.1-10}$ [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
100	3	3	9	14	23	24	10	12
125	4	4	12	17	21	23	10	10
160	5	5	9	19	18	20	10	11
200	2	4	6	16	11	17	8	11
250	2	5	9	16	13	15	8	8
315	1	2	5	12	10	11	6	8
400	1	2	4	11	10	9	7	7
500	1	2	3	10	10	9	7	7

Tussenschakeldemping  $D_{s,act}$  in dB

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Wat vraag ik en wat krijg ik ? (omkasting)

Akoestisch eigenschap	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
Geluidisolatie panelen	18	24	33	38	40	40	39	35	
Geluidabsorptie panelen	0.2	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.7	

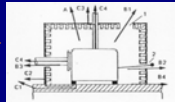
Totaal	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
L <sub>Aeq</sub> (actueel)	86.0	64	65	73	80	83	78	71	66
Geluidreductie panelen	-	18	24	33	38	40	40	39	35
L <sub>Aeq</sub> (nieuw)	68.0	50	47	40	42	43	38	31	27
Resultaat	27.5	14	18	33	38	40	40	39	39

Totaal	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Hz
L <sub>Aeq</sub> (actueel)	86.0	64	65	73	80	83	78	71	66
Geluidreductie in de praktijk	-	11	19	24	29	31	29	26	26
L <sub>Aeq</sub> (nieuw)	68.4	43	50	54	56	54	47	42	40
Resultaat	18.4	14	16	19	24	26	26	25	24

Verskil:  
12 dB(A)

OOZAKEN



- De voornaamste oorzaken die van invloed zijn op de akoestische werking van een omkasting:
- de geluidabsorptie aan de binnenzijde
  - de geluidisolatie van de kastwand (A)
  - de geluidoverdracht via openingen en spleten (B)
  - de constructiegeluidoverdracht (C)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Wat vraag ik en wat krijg ik ?

### Vergelijking aanbieding met de aanvraag

- ◆ Controle offerte op geluidspecificaties
- ▶ Aandachtspunten indien de akoestische eigenschappen afwijken van hetgeen is aangevraagd?
  - ◆ Komen er nieuwe geluidbronnen bij ?
  - ◆ Bereikbaarheid voor onderhoud / storingen
  - ◆ Standaard leveringsvoorwaarden

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Wat vraag ik en wat krijg ik ?

### Afwijkingen in akoestisch eigenschappen

#### AANDACHT VOOR:

- ◆ (veel) kosten besparen door keuze voor akoestisch 'minderwaardig' alternatief dat een (marginale) verslechtering oplevert t.o.v. de beoogde situatie
- ◆ welke (beperkte) meerkost leidt tot een (relevante) extra geluidreductie




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Case deel 5

Offertes van leveranciers beoordelen  
 en een uiteindelijke keuze maken

---

---

---

---

---

---

---

---

## Offertes beoordelen analyse geluidssituatie

### Actuele geluidssituatie

machines + ventilator in bedrijf:  $L_{Aeq} = 86 \text{ dB(A)}$   
 blootstelling 8 uur per dag:  $L_{EX,T} = 86 \text{ dB(A)}$

machines + ventilator in bedrijf:  $L_{Aeq} = 86 \text{ dB(A)}$   
 enkel ventilator in bedrijf:  $L_{Aeq} = 85 \text{ dB(A)}$

machines:  $86 \text{ dB(A)} - 85 \text{ dB(A)} \Rightarrow L_{Aeq} = 79 \text{ dB(A)}$   
 blootstelling 8 uur per dag:  $L_{EX,T} = 79 \text{ dB(A)}$

Doelstelling ARBO-convenant:  $L_{EX,T} < 80 \text{ dB(A)}$

---

---

---

---

---

---

---

---

## Offertes beoordelen analyse geluidssituatie

### Verbetering geluidssituatie

middels een geluidreducerende maatregel ervoor zorgen dat de geluidbijdrage van de ventilator akoestisch gezien niet meer relevant is.

machines:  $L_{Aeq} = 79 \text{ dB(A)}$

ventilator:  $L_{Aeq} = ? \text{ dB(A)}$

Totaal:  $L_{Aeq} = 79 \text{ dB(A)}$

Bijdrage ventilator: maximaal  $69 \text{ dB(A)}$

Benodigde minimale geluidreductie:  $85 - 69 = 16 \text{ dB(A)}$

---

---

---

---

---

---

---

---

## Offertes beoordelen (beoordeling aanbieding)

### NONOISE SILENCE

Prijs levering en montage:	-	+
Akoestische kwaliteit:	+	+ ?
Onderhoud /storing:	+	-
Ventilatie motor:	+	-
Eindoordeel:	+	--

37

---

---

---

---

---

---

---

---