



## **Bestemmingsplan Spoorzone 2019 te Tilburg**

*Onderzoek naar trillingen door treinpassages*



## **Bestemmingsplan Spoorzone 2019 te Tilburg**

### *Onderzoek naar trillingen door treinpassages*

opdrachtgever      Gemeente Tilburg  
rapportnummer      O 16065-2-RA-001  
datum                25 februari 2019  
referentie            HH/TKr/DP/O 16065-2-RA-001  
verantwoordelijke   ir. J.A. Huizer  
opsteller              MSc T.B.W. Kraaijenbrink  
                              +31 85 822 87 21  
                              t.kraaijenbrink@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 85 822 87 00, zoetermeer@peutz.nl, www.peutz.nl  
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – düsseldorf – dortmund – berlijn – nürnberg – leuven – parijs – lyon

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding en samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Uitgangspunten</b>	<b>6</b>
2.1	Situering	6
<b>3</b>	<b>Streefwaarden trillingniveaus</b>	<b>7</b>
3.1	Algemeen	7
3.2	Nieuwe situaties	7
3.3	Bestaande situaties	8
<b>4</b>	<b>Metingen</b>	<b>9</b>
4.1	Meetmethode en meetinstrumenten	9
4.2	Meetposities	9
4.3	Resultaten van metingen en berekeningen	9
4.3.1	Veldmetingen	9
<b>5</b>	<b>Berekeningen</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Beoordeling</b>	<b>11</b>
6.1	Kantoren en bijeenkomstruimten	11
6.2	Wonen	13
<b>7</b>	<b>Conclusie</b>	<b>14</b>
7.1	Deelgebied koepelhal/wagenmakerij	14
7.2	Deelgebied 1 t/m 4	14
7.3	Deelgebied 5 en 6	14
7.4	Résumé	15

## 1 Inleiding en samenvatting

In opdracht van de gemeente Tilburg is een onderzoek uitgevoerd naar de optredende trillingniveaus ten gevolge van railverkeer bij de planlocatie Spoorzone te Tilburg. Dit plangebied ligt ingesloten door het spoor nabij station Tilburg, het NS-plein aan de oostzijde, de Burgemeester Broxlaan aan de noordzijde en het UWV kantoor aan de westzijde van het plangebied. In figuur 1 is de ligging van het terrein ten opzichte van de omgeving weergegeven.

Het plangebied strekt zich uit over circa 900 meter langs het spoor. Centraal in het plangebied zijn de reeds vastgestelde bestemmingsplannen Spoorzone 5<sup>e</sup> herziening (Burg. Stekelenburgplein) en Spoorzone 6<sup>e</sup> herziening (Mindlabs) gelegen. Deze gebieden vallen buiten voorliggend onderzoek. Het betreffende plangebied is van oost naar west op te delen in 7 deelgebieden, waarvan deelgebied koepelhal/wagenmakerij aan de oostzijde van het plangebied is gelegen. Deelgebieden 1 tot en met 4 zijn ten oosten van Mindlabs/Burg. Stekelenburgplein en ten westen van de Koepelhal/Wagenmakerij gelegen. Deelgebieden 5 en 6 zijn ten westen van Mindlabs/Burg Stekelenburgplein gelegen. De geplande ontwikkeling betreft gemengd gebied, alwaar met name horeca en parkeergelegenheid mogelijk gemaakt zal worden. In figuur 1 in de bijlagen is de verbeelding behorende bij het bestemmingsplan opgenomen.

Op het nabijgelegen spoortraject rijden zowel reizigers- als goederentreinen. De afstand is zodanig dat trillinghinder niet op voorhand uitgesloten is. Derhalve is voorliggend onderzoek uitgevoerd. Het onderzoek spits zich toe op dat deel van de deelgebieden dat het meest nabij het spoor is gelegen (bouwrens). Achterliggend plangebied zal in de regel lagere trillingniveaus in de bodem kennen.

Doel van het onderzoek is om de toekomstig optredende trillingniveaus ten gevolge van treinpassages te voorspellen in de toekomstige gebouwen. Metingen zijn naast het spoor verricht op maaiveldniveau. De trillingniveaus zijn getoetst aan de grenswaarden voor nieuwe situaties en voor bestaande situaties. Dit aangezien in het gebied reeds bestaande bebouwing aanwezig is die (deels) gehandhaafd zal blijven, echter nieuwbouw in het plangebied ook tot de mogelijkheden behoort. Voorts is getoetst aan de grenswaarden voor horeca en bijeenkomstruimten. Aangezien het een gemengd gebied betreft is eveneens getoetst aan de grenswaarden geldend voor woningen. De grenswaarden zijn afkomstig uit de Richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" van de Stichting Bouwresearch (SBR Richtlijn B). Deze richtlijn vormt ook volgens bestendige jurisprudentie het toetsingskader.

Uit het onderzoek is het volgende gebleken:

In deelgebied koepelhal/wagenmakerij is overmatige trillinghinder voor de functies kantoor en bijeenkomstruimten in de huidige bebouwing niet te verwachten.

In deelgebied koepelhal/wagenmakerij is het aan te bevelen voor mogelijke nieuwbouw van kantoor, bijeenkomstruimten of woningen nader onderzoek uit te voeren naar de trillingoverdracht van maaiveld naar gebouwen en op basis daarvan trillingreducerende maatregelen te treffen.

In deelgebied 1 t/m 4 is voor bestaande bebouwing en nieuwe bebouwing ten behoeve van kantoor en horeca geen trillinghinder te verwachten.

In deelgebied 1 en 2 is het aan te bevelen voor mogelijke nieuwbouw met de gebruiksfunctie wonen nader onderzoek uit te voeren naar de trillingoverdracht van maaiveld naar gebouwen en op basis daarvan trillingreducerende maatregelen te treffen..

In deelgebied 5 en 6 is het aan te bevelen voor mogelijke nieuwbouw met de functies kantoor, bijeenkomstruimte en wonen nader onderzoek uit te voeren naar de trillingoverdracht van maaiveld naar gebouwen en op basis daarvan trillingreducerende maatregelen te treffen.. Bestaande bebouwing is niet aanwezig.

Uitgaande van bovenstaande is trillinghinder geen belemmering voor het vaststellen van het bestemmingsplan voor zover dit bestaande bebouwing met de beoogde functie kantoren of bijeenkomstruimten betreft. Men dient zich echter te realiseren dat de voelbaarheidsgrens van trillingen wordt overschreden en deze evenwel voelbaar kunnen zijn.

Bij mogelijk maken van nieuwbouw dient trillinghinder in de gebouwen te worden voorkomen. Dit kan in het bestemmingsplan geborgd worden door middel van een onderzoeksverplichting naar trillingoverdracht en reductie van trillingen in de beoogde nieuwbouw door goede dimensionering van fundatie en verdiepingsvoeren.

Indien aan deze voorwaarden wordt voldaan is daarmee het aspect trillingen geen belemmering voor het vaststellen van het bestemmingsplan.

## 2 Uitgangspunten

### 2.1 Situering

In figuur 1 is de ligging van het plangebied ten opzichte van de omgeving gegeven. Het plangebied bestaat uit twee delen die nabij het spoor gelegen zijn. Het gebied aan de oostzijde van het plangebied is bestemd voor gemengd gebied waaronder horeca en overige publieksvoorzieningen (deelgebied koepelhal/wagenmakerij en deelgebieden 1 t/m 4 conform plankaart in de bijlagen). Het gebied aan de westzijde van het plangebied is bestemd voor algemeen gemengd gebied, alwaar parkeergelegenheid ook gerealiseerd zal worden (deelgebied 5 en 6 conform plankaart in de bijlagen). De bouwlijn van het oostelijk plangebied ligt op circa 30 meter vanaf de buitenste spoorstaaf. De bouwlijn van het westelijk plangebied ligt op circa 20 meter van de buitenste spoorstaaf.

De conceptverbeelding van het bestemmingsplan is opgenomen in figuur 1 in de bijlagen.

f1 Ligging plangebied in de omgeving



## 3 Streefwaarden trillingniveaus

### 3.1 Algemeen

De trillingniveaus vanwege het railverkeer ter plaatse van de planlocatie worden getoetst aan de streefwaarden uit de Richtlijn B "Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, Meet- en beoordelingsrichtlijn" uit augustus 2002 van de Stichting Bouwresearch (SBR Richtlijn B). De hierna volgende streefwaarden zijn overigens geen wettelijke grenswaarden. Wel worden de SBR-richtlijnen in de jurisprudentie gehanteerd ter bepaling van de beoordelingscriteria en zijn als zodanig als grenswaarden te hanteren.

De streefwaarden hebben betrekking op voelbare trillingen tot 100 Hz. Boven 100 Hz zijn trillingen door de mens in het algemeen niet meer voelbaar.

De optredende trillingniveaus voldoen aan de streefwaarden indien voldaan wordt aan één van onderstaande twee voorwaarden:

- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ( $V_{max}$ ) is kleiner dan  $A_1$ ;
- de waarde van de maximale trillingsterkte in een ruimte ( $V_{max}$ ) is kleiner dan  $A_2$  waarbij de trillingsterkte over de beoordelingsperiode in deze ruimte ( $V_{per}$ ) kleiner is dan  $A_3$ .

### 3.2 Nieuwe situaties

Conform SBR richtlijn B worden voor nieuwe situaties, van toepassing op beide deelgebieden voor zover nieuwbouw beoogd is, en bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (waarvan bij trillingen veroorzaakt door spoorwegen sprake is) de in tabel 3.1 gegeven streefwaarden gehanteerd. Voor de gebouwfunctie wonen worden de streefwaarden conform tabel 3.2 gehanteerd<sup>1</sup>.

t3.1 Overzicht streefwaarden conform de Richtlijn SBR-B voor de gebouwfunctie kantoor en bijeenkomst in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd

Periode	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Dagperiode (07.00 – 19.00 uur)	0,15	0,6	0,07
Avondperiode (19.00 – 23.00 uur)	0,15	0,6	0,07
Nachtperiode (23.00 – 07.00 uur)	0,15	0,6	0,07

<sup>1</sup> De streefwaarden zijn gegeven voor de nachtperiode aangezien deze maatgevend is.

t3.2 *Overzicht streefwaarden conform de Richtlijn SBR-B voor de gebouwfunctie wonen in een nieuwe situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd*

Periode	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Dagperiode (07.00 – 19.00 uur)	0,1	0,4	0,05
Avondperiode (19.00 – 23.00 uur)	0,1	0,4	0,05
Nachtperiode (23.00 – 07.00 uur)	0,1	0,2	0,05

### 3.3 Bestaande situaties

Conform SBR richtlijn B worden voor bestaande situaties, van toepassing op het oostelijk gelegen plangebied, voor zover bebouwing wordt gehandhaafd, en bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd (waarvan bij trillingen veroorzaakt door spoorwegen sprake is) de in tabel 3.3 gegeven streefwaarden voor kantoor en bijeenkomstintmen gehanteerd. Voor de gebouwfunctie wonen worden de streefwaarden conform tabel 3.4 gehanteerd<sup>2</sup>.

t3.3 *Overzicht streefwaarden conform de Richtlijn SBR-B voor de gebouwfunctie kantoor en bijeenkomst in een bestaande situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd*

Periode	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Dagperiode (07.00 – 19.00 uur)	0,3	1,2	0,15
Avondperiode (19.00 – 23.00 uur)	0,3	1,2	0,15
Nachtperiode (23.00 – 07.00 uur)	0,3	1,2	0,15

t3.4 *Overzicht streefwaarden conform de Richtlijn SBR-B voor de gebouwfunctie wonen in een bestaande situatie bij herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd*

Periode	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Dagperiode (07.00 – 19.00 uur)	0,2	0,8	0,1
Avondperiode (19.00 – 23.00 uur)	0,2	0,8	0,1
Nachtperiode (23.00 – 07.00 uur)	0,2	0,4	0,1

2 De streefwaarden zijn gegeven voor de nachtperiode aangezien deze maatgevend is.



## 4 Metingen

### 4.1 Meetmethode en meetinstrumenten

De trillingmetingen zijn uitgevoerd conform de SBR Richtlijn B.

De trillingmetingen zijn uitgevoerd met behulp van trillingrecorders, fabricaat SYSCOM, type MR3000C met geïntegreerde xyz-opnemers.

De metingen zijn geanalyseerd met behulp van het analyse programma VIEW2002 door Ziegler Consultants.

De trillingopnemer is een triaxiale snelheidssensor en heeft een frequentiebereik van 1 tot 315 Hz.

### 4.2 Meetposities

In figuur 1 in de bijlagen zijn de meetposities weergegeven. De meetposities 1 t/m 4 zijn gelegen in het plangebied ten oosten van het spoor. De meetposities 1, 2 en 4 zijn gelegen op de bouwgrans circa 25 meter vanaf het dichtstbijzijnde spoor. Meetpositie 3 is op 15 meter van de buitenste spoorstaaf gelegen. De meetposities 5 en 6 zijn gelegen op het westelijk plangebied. Meetpositie 5 op circa 15 meter van het spoor gelegen, meetpositie 6 is op circa 25 meter van het spoor gelegen. De horizontale meetrichting y is loodrecht op het spoor, de horizontale meetrichting x is evenwijdig aan het spoor. De meetrichting z is in de verticale richting.

### 4.3 Resultaten van metingen en berekeningen

#### 4.3.1 Veldmetingen

De trillingmetingen zijn bemand verricht op 17 september 2018 van circa 09:30 uur tot 16:00 uur. In deze periode vonden 15 passages van goederentreinen, circa 50 passages van intercity's en 50 passages van stoptreinen plaats.

Het is gebleken dat voor de metingen op maaiveld ten behoeve van het gehele plangebied de goederentreinen en intercity's met afzonderlijke locomotief maatgevend waren.

## 5 Berekeningen

In tabel 5.1 zijn de resultaten opgenomen. Het betreft de  $V_{\max}$ . Deze is gelijk aan de maximale effectieve trillingsnelheid  $v_{\text{eff,max,stat}}$ . De  $V_{\text{eff,max,stat}}$  wordt berekend uit de  $V_{\text{eff,max,30,i}}$  met de formule  $V_{\text{eff,max,stat}} = \mu * e^{\beta\sigma/\mu}$ . De  $V_{\text{eff,max,30,i}}$  is de hoogst gemeten trillingsnelheid per interval van 30 seconden. Hierbij wordt de gemeten trillingsnelheid frequentieafhankelijk gewogen volgens de weegfunctie die is opgenomen in de SBR Richtlijn B. De weegfunctie is bedoeld om frequenties waarbij het menselijk waarnemingsvermogen is verminderd ook minder in de beoordeling te betrekken. De dimensieloze effectieve waarde  $v_{\text{eff,max,30,i}}$  is per passage bepaald voor de horizontale richtingen 'x' (evenwijdig aan het spoor) en 'y' (loodrecht op het spoor) en de verticale richting 'z' (loodrecht op de bodem). Deze metingen zijn voor alle relevante passages van treinen uitgevoerd (goederentreinen, doorgaande treinen en stoptreinen).

De statistische berekening leiden derhalve tot  $V_{\max}$  - zijnde het hoogst gemeten en statistisch bewerkte trillingniveau – zoals gegeven in tabel 5.2.

### t5.1 $V_{\max}$ voor de verschillende meetposities

	Positie 1	Positie 2	Positie 3	Positie 4	Positie 5	Positie 6
$V_{\max}$ (x-richting)	0,365	0,278	0,149	0,113	0,791	0,098
$V_{\max}$ (y-richting)	0,876	0,257	0,167	0,141	0,758	0,152
$V_{\max}$ (z-richting)	0,219	0,216	0,183	0,156	0,358	0,308

Ook is per toetspunt en per richting  $V_{\text{per}}$  uitgerekend. Dit is effectief de tijdsduur gecorrigeerde trillingsterkte voor de betreffende beoordelingsperiode. Deze waarden zijn gegeven in tabel 5.1.

### t5.2 $V_{\text{per}}$ voor de verschillende meetposities

	Positie 1	Positie 2	Positie 3	Positie 4	Positie 5	Positie 6
$V_{\text{per}}$	0,070 (y-richting, dagperiode)	0,044 (y-richting, dagperiode)	0,030 (z-richting, dagperiode)	0,017 (z-richting, dagperiode)	0,141 (y-richting, dagperiode)	0,056 (y-richting, dagperiode)

De resultaten van de trillingmetingen zijn voor de 15 maatgevende passages in bijlage 1 weergegeven. In bijlage 1 zijn tevens de berekeningen van  $V_{\text{per}}$  opgenomen.

## 6 Beoordeling

### 6.1 Kantoren en bijeenkomstruimten

#### *Nieuwe situaties*

Uit de resultaten blijkt dat de grenswaarde  $A_1$  voor nieuwe situaties (nieuwbouw) bij alle posities wordt overschreden. In de Y-richting blijkt voorts de  $V_{\max}$  het grootst. Deze bedraagt maximaal 0,876 voor positie 1 waarbij grenswaarde  $A_1$  0,15 is. De grenswaarde  $A_2$  wordt op positie 1 en positie 5 en 6 eveneens overschreden. Daarnaast wordt grenswaarde  $A_3$  op positie 5 ook overschreden. De maximale  $V_{\text{per}}$  bedraagt 0,0141 (positie 5) waar  $A_3$  0,07 bedraagt. Toetsing van alle gemeten waarden is opgenomen in tabel 6.1.

t6.1 Toetsing grenswaarde nieuwe situaties kantoor en/of bijeenkomstruimten

	$V_{\max}$	$V_{\text{per}}$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	Overschrijding		
						$A_1$	$A_2$	$A_3$
<b>Positie 1</b>								
x-richting	0,365		0,15	0,6		0,215	-0,235	
y-richting	0,876	0,070	0,15	0,6	0,07	0,726	0,276	0,000
z-richting	0,219		0,15	0,6		0,069	-0,381	
<b>Positie 2</b>								
x-richting	0,278		0,15	0,6		0,128	-0,322	
y-richting	0,257	0,044	0,15	0,6	0,07	0,107	-0,343	-0,026
z-richting	0,216		0,15	0,6		0,066	-0,384	
<b>Positie 3</b>								
x-richting	0,149		0,15	0,6		-0,001	-0,451	
y-richting	0,167	0,030	0,15	0,6	0,07	0,017	-0,433	-0,040
z-richting	0,183		0,15	0,6		0,033	-0,417	
<b>Positie 4</b>								
x-richting	0,113		0,15	0,6		-0,037	-0,487	
y-richting	0,141	0,017	0,15	0,6	0,07	-0,009	-0,459	-0,053
z-richting	0,156		0,15	0,6		0,006	-0,444	
<b>Positie 5</b>								
x-richting	0,791		0,15	0,6		0,641	0,191	
y-richting	0,758	0,141	0,15	0,6	0,07	0,608	0,158	0,071
z-richting	0,358		0,15	0,6		0,208	-0,242	
<b>Positie 6</b>								
x-richting	0,098		0,15	0,6		-0,052	-0,502	
y-richting	0,152	0,056	0,15	0,6	0,07	0,002	-0,448	-0,014
z-richting	0,308		0,15	0,6		0,158	-0,292	

## Bestaande situaties

Uit de resultaten blijkt dat de grenswaarde  $A_1$  voor bestaande bebouwing bij de posities 1, 5 en 6 worden overschreden. In de Y-richting is de  $V_{\max}$  het grootst. Deze bedraagt 0,876 (positie 1) waarbij grenswaarde  $A_1$  0,3 is. De maximale grenswaarde  $A_2$  (1,2) voor bestaande situaties wordt niet overschreden.  $A_3$  wordt eveneens niet overschreden. Toetsing van alle gemeten waarden is opgenomen in tabel 6.2.

t6.2 Toetsing grenswaarde bestaande situaties kantoor en/of bijeenkomstruimten

	$V_{\max}$	$V_{\text{per}}$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	Overschrijding		
						$A_1$	$A_2$	$A_3$
<b>Positie 1</b>								
x-richting	0,365		0,3	1,2		0,065	-0,835	
y-richting	0,876	0,070	0,3	1,2	0,15	0,576	-0,324	-0,080
z-richting	0,219		0,3	1,2		-0,081	-0,981	
<b>Positie 2</b>								
x-richting	0,278		0,3	1,2		-0,022	-0,922	
y-richting	0,257	0,044	0,3	1,2	0,15	-0,043	-0,943	-0,106
z-richting	0,216		0,3	1,2		-0,084	-0,984	
<b>Positie 3</b>								
x-richting	0,149		0,3	1,2		-0,151	-1,051	
y-richting	0,167	0,030	0,3	1,2	0,15	-0,133	-1,033	-0,120
z-richting	0,183		0,3	1,2		-0,117	-1,017	
<b>Positie 4</b>								
x-richting	0,113		0,3	1,2		-0,187	-1,087	
y-richting	0,141	0,017	0,3	1,2	0,15	-0,159	-1,059	-0,133
z-richting	0,156		0,3	1,2		-0,144	-1,044	
<b>Positie 5</b>								
x-richting	0,791		0,3	1,2		0,491	-0,409	
y-richting	0,758	0,141	0,3	1,2	0,15	0,458	-0,442	-0,009
z-richting	0,358		0,3	1,2		0,058	-0,842	
<b>Positie 6</b>								
x-richting	0,098		0,3	1,2		-0,202	-1,102	
y-richting	0,152	0,056	0,3	1,2	0,15	-0,148	-1,048	-0,094
z-richting	0,308		0,3	1,2		0,008	-0,892	

## 6.2 Wonen

### Nieuwe situaties

Aangezien de bestaande bebouwing in het plangebied zonder uitvoerige transformatie niet geschikt is voor bewoning wordt voor woningen uitsluitend getoetst aan de grenswaarden voor nieuwe situaties (nieuwbouw en maatgevende nachtperiode). Uit de resultaten blijkt dat de grenswaarde  $A_1$  voor nieuwe woningen bij alle posities wordt overschreden. In de Y-richting blijkt voorts de  $V_{max}$  het grootst. Deze bedraagt maximaal 0,876 voor positie 1 waarbij grenswaarde  $A_1$  0,1 is. De grenswaarde  $A_2$  wordt op positie 1, 2 en positie 5 en 6 eveneens overschreden. Daarnaast wordt grenswaarde  $A_3$  op positie 1, 5 en 6 ook overschreden. De maximale  $V_{per}$  bedraagt 0,0141 (positie 5) waar  $A_3$  0,05 bedraagt. Toetsing van alle gemeten waarden is opgenomen in tabel 6.1.

### t6.3 Toetsing grenswaarde nieuwe situaties wonen

	$V_{max}$	$V_{per}$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	Overschrijding		
						$A_1$	$A_2$	$A_3$
<b>Positie 1</b>								
x-richting	0,365		0,1	0,2		0,265	0,165	
y-richting	0,876	0,070	0,1	0,2	0,05	0,776	0,676	0,020
z-richting	0,219		0,1	0,2		0,119	0,019	
<b>Positie 2</b>								
x-richting	0,278		0,1	0,2		0,178	0,078	
y-richting	0,257	0,044	0,1	0,2	0,05	0,157	0,057	-0,006
z-richting	0,216		0,1	0,2		0,116	0,016	
<b>Positie 3</b>								
x-richting	0,149		0,1	0,2		0,049	-0,051	
y-richting	0,167	0,030	0,1	0,2	0,05	0,067	-0,033	-0,020
z-richting	0,183		0,1	0,2		0,083	-0,017	
<b>Positie 4</b>								
x-richting	0,113		0,1	0,2		0,013	-0,087	
y-richting	0,141	0,017	0,1	0,2	0,05	0,041	-0,059	-0,033
z-richting	0,156		0,1	0,2		0,056	-0,044	
<b>Positie 5</b>								
x-richting	0,791		0,1	0,2		0,691	0,591	
y-richting	0,758	0,141	0,1	0,2	0,05	0,658	0,558	0,091
z-richting	0,358		0,1	0,2		0,258	0,158	
<b>Positie 6</b>								
x-richting	0,098		0,1	0,2		-0,002	-0,102	
y-richting	0,152	0,056	0,1	0,2	0,05	0,052	-0,048	0,006
z-richting	0,308		0,1	0,2		0,208	0,108	

## 7 Conclusie

In het kader van een bestemmingsplanprocedure betreffende het plangebied Spoorzone is onderzoek uitgevoerd naar trillingen ter hoogte van de beoogde bouwgrens. Uit het onderzoek is het volgende gebleken:

### 7.1 Deelgebied koepelhal/wagenmakerij

Nabij de koepelhal/wagenmakerij is, indien de bestaande hallen gehandhaafd blijven, overmatige trillinghinder niet te verwachten. Enige voelbare trillingen zijn echter niet uit te sluiten. Indien nieuwe bebouwing ter hoogte van de bouwgrens zal worden gerealiseerd is trillinghinder mogelijk. Indien nieuwbouw van woningen ter plaatse van deelgebied koepelhal/wagenmakerij wordt gerealiseerd is trillinghinder eveneens mogelijk.

### 7.2 Deelgebied 1 t/m 4

Trillingsniveaus door toedoen van treinpassages in deelgebied 1 t/m 4 overschrijden de grenswaarden voor  $A_1$ ,  $A_2$  en  $A_3$  voor bijeenkomstruimten/kantoren in bestaande bebouwing niet. Derhalve is het niet aannemelijk dat trillingen een belemmering zijn voor de gebruiksfunctie bijeenkomstruimten en/of kantoor.

Indien nieuwbouw van bijeenkomstruimten/kantoren ter hoogte van de bouwgrens zal worden gerealiseerd worden de grenswaarden voor  $A_1$  overschreden. Echter worden de grenswaarden voor  $A_2$  en  $A_3$  niet overschreden. Daarmee zijn voelbare trillingen te verwachten, echter trillinghinder niet.

Indien nieuwbouw van woningen ter plaatse van deelgebied 1 en 2 wordt gerealiseerd is trillinghinder mogelijk. Voor deelgebied 3 en 4 geldt dat bij mogelijke nieuwbouw van woningen trillinghinder niet te verwachten is.

### 7.3 Deelgebied 5 en 6

Deelgebied 5 en 6 kent in de huidige situatie geen bestaande bebouwing. Indien nieuwbouw van bijeenkomstruimten/kantoren wordt gerealiseerd worden bij deelgebied 5 de grenswaarden  $A_1$ ,  $A_2$  en  $A_3$  overschreden. Derhalve zijn hinderlijke trillingen voor nieuwe bebouwing met de gebruiksfunctie kantoor en/of bijeenkomstruimten niet uit te sluiten. Voor deelgebied 6 geldt dat nieuwbouw geen overschrijding van grenswaarden  $A_2$  en  $A_3$  voor bijeenkomstruimten/kantoren kent. Echter wordt de grenswaarde  $A_3$  wel benaderd.

Indien nieuwbouw van woningen ter plaatse van deelgebied 5 en 6 wordt gerealiseerd worden de grenswaarden  $A_1$ ,  $A_2$  en  $A_3$  overschreden en is is trillinghinder mogelijk.

Voor nieuwbouw van bijeenkomstruimten/kantoren en wonen is bebouwing slechts mogelijk indien fundatie dusdanig wordt gedimensioneerd dat deze de trillingoverdracht zullen reduceren.

## 7.4 **R é s u m é**

In deelgebied koepelhal/wagenmakerij is overmatige trillinghinder voor de functie kantoor en bijeenkomstruimten in de huidige bebouwing niet te verwachten.

In deelgebied koepelhal/wagenmakerij is het aan te bevelen voor mogelijke nieuwbouw van kantoor, bijeenkomstruimten of woningen nader onderzoek uit te voeren naar de trillingoverdracht van maaiveld naar gebouw en trillingreducerende maatregelen.

In deelgebied 1 t/m 4 is voor bestaande bebouwing en nieuwe bebouwing ten behoeve van kantoor en horeca geen trillinghinder te verwachten.

In deelgebied 1 en 2 is het aan te bevelen voor mogelijke nieuwbouw met de gebruiksfunctie wonen nader onderzoek uit te voeren naar de trillingoverdracht van maaiveld naar gebouw en trillingreducerende maatregelen.

In deelgebied 5 en 6 is het aan te bevelen voor mogelijke nieuwbouw met de functies kantoor, bijeenkomstruimte en wonen nader onderzoek uit te voeren naar de trillingoverdracht van maaiveld naar gebouw en trillingreducerende maatregelen.

Uitgaande van bovenstaande is trillinghinder geen belemmering voor het vaststellen van het bestemmingsplan voor zover dit bestaande bebouwing met de beoogde functie kantoren of bijeenkomstruimten betreft. Er dient echter vermeld te worden dat trillingen evenwel voelbaar kunnen zijn.

Bij mogelijk maken van nieuwbouw dient echter geborgd te worden dat trillinghinder niet zal ontstaan. Dit kan door middel van een onderzoeksverplichting naar trillingoverdracht en daarmee reductie van trillingen op de verdiepingsvloeren van de beoogde nieuwbouw.

Indien aan deze voorwaarden wordt voldaan is daarmee het aspect trillingen geen belemmering voor het vaststellen van het bestemmingsplan.



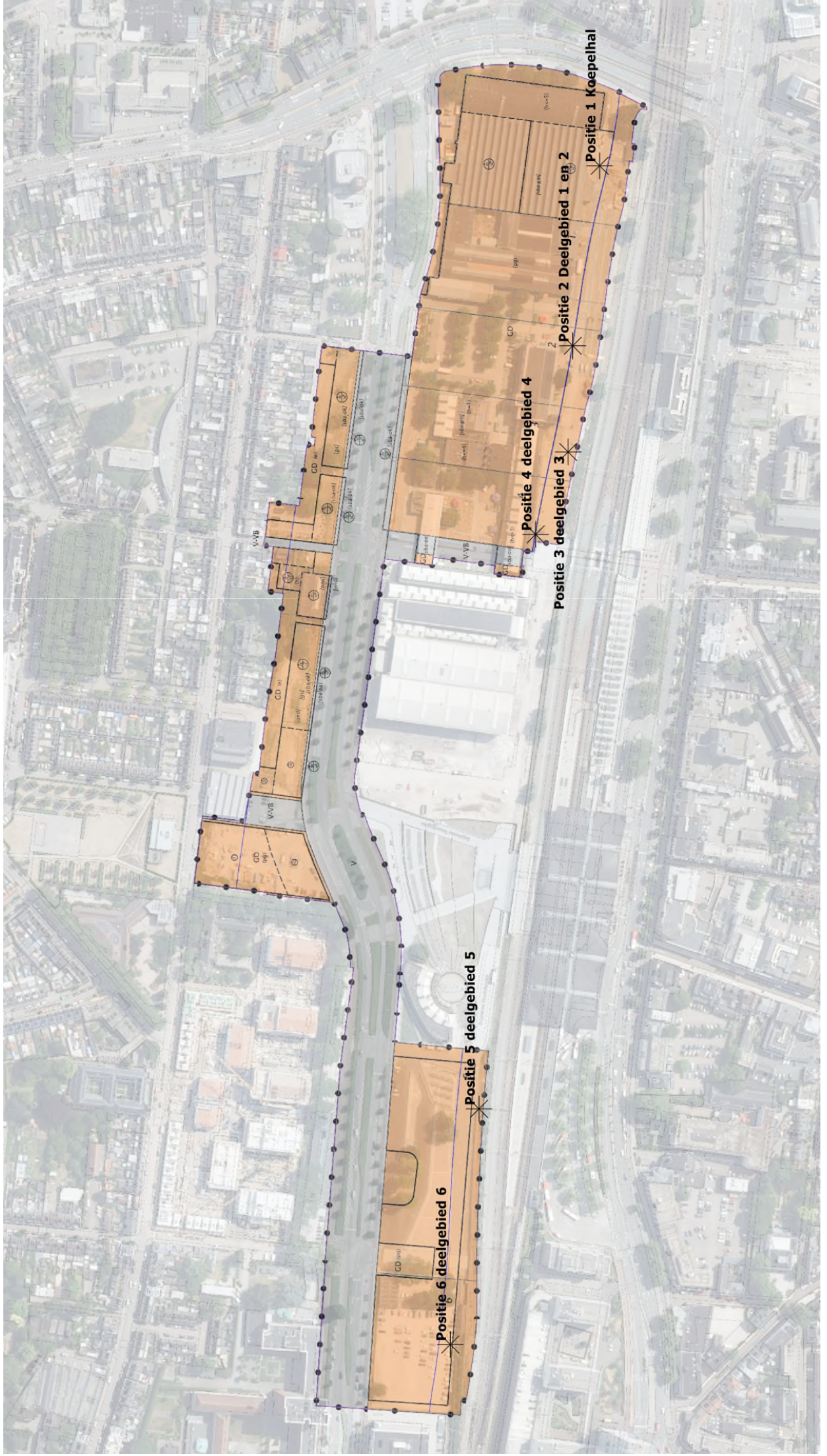
Zoetermeer,

Dit rapport bevat 15 pagina's en 1 bijlagefiguur.

Bijlage 1 bevat 3 pagina's.



**Figuur 1 Concept bestemmingsplan met meetposities**







## **Bijlage 1**

### **Berekeningen**

## Berekeningen maatgevende treinpassages

	x	y	z
<b>Positie 1 30 meter</b>	0,349841	0,79283	0,225332
	0,300197	0,71101	0,211471
	0,19436	0,381076	0,205216
	0,191074	0,329341	0,205133
	0,190389	0,318379	0,198155
	0,162217	0,279051	0,197847
	0,147542	0,275992	0,196993
	0,138906	0,272945	0,192396
	0,125454	0,237726	0,187737
	0,114457	0,232365	0,187316
	0,111899	0,214705	0,186775
	0,109578	0,207724	0,184096
	0,101221	0,201324	0,18045
	0,099543	0,197806	0,180014
	0,099535	0,193941	0,179354
<b>μ</b>	0,162414	0,323081	0,194552
<b>σ</b>	0,074724	0,183032	0,013103
<b>Vmax</b>	0,365	0,875662	0,219036
<b>Vper</b>	0,02767	0,070057	0,0499

	x	y	z
<b>Positie 2 30 meter</b>	0,283363	0,26547	0,225466
	0,274564	0,244308	0,207456
	0,244194	0,208812	0,141797
	0,203258	0,207976	0,133099
	0,201756	0,199471	0,125012
	0,201071	0,196988	0,123399
	0,193642	0,185067	0,119918
	0,190476	0,175779	0,116543
	0,187724	0,172436	0,110918
	0,186345	0,169763	0,110918
	0,173211	0,160942	0,105774
	0,171811	0,157195	0,105103
	0,171543	0,156867	0,104829
	0,16921	0,156575	0,101173
	0,168826	0,15548	0,100397
<b>μ</b>	0,2014	0,187542	0,128787
<b>σ</b>	0,036992	0,033426	0,037671
<b>Vmax</b>	0,278261	0,256643	0,215501
<b>Vper</b>	0,043073	0,043599	0,021285

**Positie 3 15 meter**

<b>x</b>	<b>y</b>	<b>z</b>	
0,150227	0,183053	0,181088	
0,146411	0,139936	0,169478	
0,13706	0,138321	0,163102	
0,129783	0,124725	0,157603	
0,129114	0,110535	0,151399	
0,11956	0,104805	0,137197	
0,118928	0,1046	0,134252	
0,118199	0,102309	0,13228	
0,114982	0,096686	0,126842	
0,113109	0,09622	0,124598	
0,112099	0,09547	0,119114	
0,109536	0,094482	0,118968	
0,109457	0,090305	0,113426	
0,108262	0,088712	0,111832	
0,106784	0,088537	0,11146	
<b>μ</b>	0,121567	0,11058	0,136843
<b>σ</b>	0,013931	0,026026	0,022496
<b>Vmax</b>	0,148733	0,167331	0,182757
<b>Vper</b>	0,021384	0,015731	0,029586

**Positie 4 25 meter**

<b>x</b>	<b>y</b>	<b>z</b>	
0,11669	0,154608	0,14622	
0,104147	0,116178	0,143536	
0,096227	0,100955	0,132609	
0,086627	0,095677	0,124622	
0,082678	0,087594	0,121917	
0,07987	0,08656	0,119489	
0,077246	0,080617	0,114283	
0,075523	0,077946	0,11037	
0,070683	0,077092	0,107706	
0,070592	0,075169	0,099226	
0,065361	0,075012	0,09758	
0,064946	0,073698	0,093962	
0,06386	0,062858	0,080213	
0,063102	0,062213	0,079991	
0,062754	0,061387	0,078155	
<b>μ</b>	0,078687	0,085838	0,109992
<b>σ</b>	0,016268	0,024212	0,021953
<b>Vmax</b>	0,113222	0,14102	0,156284
<b>Vper</b>	0,007059	0,009845	0,016951

**Positie 5 15 meter**

x	y	z
0,487291	0,829907	0,381445
0,465972	0,671689	0,356559
0,450293	0,635329	0,249891
0,428156	0,595516	0,242839
0,384704	0,553548	0,24259
0,375986	0,552612	0,239495
0,354347	0,551085	0,235602
0,344801	0,544303	0,228445
0,339649	0,510169	0,223327
0,3363	0,505708	0,222234
0,334471	0,504421	0,219457
0,327572	0,483703	0,209567
0,315947	0,480803	0,206821
0,312556	0,47651	0,203776
0,311155	0,439728	0,203696

$\mu$	0,37128	0,555669	0,244383
$\sigma$	0,058984	0,097998	0,052944
Vmax	0,491058	0,757911	0,35782
Vper	0,088361	0,141222	0,063002

**Positie 6 25 meter**

x	y	z
0,104744	0,153514	0,317745
0,086227	0,152509	0,306463
0,084554	0,133585	0,261299
0,083728	0,130958	0,250372
0,081716	0,13008	0,248172
0,077193	0,128719	0,240646
0,073077	0,121509	0,240266
0,072857	0,120255	0,236687
0,068651	0,115955	0,225093
0,068262	0,113211	0,223001
0,067784	0,112413	0,21733
0,067335	0,110226	0,217035
0,065747	0,109667	0,206888
0,064215	0,109188	0,205991
0,062174	0,108038	0,202597

$\mu$	0,075218	0,123322	0,239972
$\sigma$	0,011335	0,014836	0,034127
Vmax	0,098062	0,152403	0,308222
Vper	0,004301	0,020666	0,056109