AFWEGINGSKADER TRILLINGEN

Nieuwbouw rond het spoor in Houten

gemeente Houten

Opsteller	[redacted] We-Boost
Datum	9 februari 2024
Onderwerp	Afwegingskader trillingen bij bouwen langs het spoor in Houten
Projectcode	WBD2023-058

INLEIDING

De spoorlijn Utrecht - 's Hertogenbosch kruist de gemeente Houten. Vooral sinds de spoorverdubbeling in Houten, rond 2010, is er sprake van een toename van klachten over trillingen door spoorverkeer. Daarbij komt dat er ook in de gemeente Houten veel nieuwe woningen zijn voorzien. Een deel van die woningen is voorzien in de zone nabij het spoor. In het kader van de Omgevingswet (Ow, evenwichtige toedeling van functies aan locaties) spelen ook de trillingen van spoorverkeer een rol in de afweging of er op een locatie sprake is van een aanvaardbaar woon- en leefklimaat (hoewel trillingen door spoorverkeer buiten de reikwijdte van het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) vallen).

Om klachten over trillingen te voorkomen, heeft het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een *Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen* opgesteld, die gemeenten en ontwikkelaars helpt om klachten over trillingen in nieuwe woningen te voorkomen. Hierin staan algemene tips en handvatten over hoe om te gaan met trillingen van spoorverkeer. In de praktijk blijkt dat die algemene aanpak niet altijd voldoende duidelijkheid geeft over de aanvaardbaarheid van trillingen in specifieke situaties.

Daarom is een afwegingskader opgesteld, waarbij we de bestaande kennis over trillingen door spoorverkeer vertalen naar een kader specifiek voor de gemeente Houten, en dus geënt op de lokale situatie.

DOEL VAN DIT AFWEGINGSKADER

Doel van dit afwegingskader is om concrete handvatten te geven voor zowel de vroege fases van projecten ('waar moet ik rekening mee houden bij bouwen in de spoorzone?') als voor de beoordeling van individuele aanvragen van omgevingsvergunningen.

WET- EN REGELGEVING

Er bestaat in Nederland geen wettelijk kader voor de beoordeling van trillingshinder in gebouwen. Ook in de Ow zijn geen streef- en grenswaarden (standaardwaarden genoemd) opgenomen voor trillingen afkomstig van hoofd- en spoorwegen. Het begrip ‘goede ruimtelijke ordening’ uit de Wro art. 3.1 is in de Ow vervangen door het begrip ‘evenwichtige toedeling van

functies aan locaties', art. 4.2. Vanuit dit artikel moet ook in het kader van een omgevingsplan onder de Ow trillingshinder (waar relevant) in kaart worden gebracht en betrokken worden bij de afweging in het kader van het beschermen van de fysieke leefomgeving. Net als onder de Wro zijn hulpmiddelen als de eerder genoemde *Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen* en de SBR-richtlijn van toepassing om mogelijke trillingshinder in kaart te brengen respectievelijk te beoordelen.

BEOORDELINGSKADER VOOR SPOORTRILLINGEN

De SBR-richtlijn wordt op basis van jurisprudentie al enkele decennia gebruikt om trillingen in gebouwen te beoordelen.[1] Deze richtlijn bestaat uit drie delen (deel A[2]– schade in gebouwen, deel B[3] – hinder voor personen in gebouwen en deel C[4] – verstoring van gevoelige apparatuur) waarvan alleen deel B relevant is voor nieuwbouw in de nabijheid van het spoor: de afstand tussen spoor en gebouwen is doorgaans dermate groot dat er geen schade aan de gebouwen zal ontstaan, en verstoring van gevoelige apparatuur is doorgaans onderdeel van de commerciele afweging die een bedrijf met dergelijke apparatuur maakt om al dan niet in een spoorzone zich te vestigen.

In de SBR-richtlijn deel B zijn een aantal aspecten relevant, deze worden hieronder kort toegelicht:

1. De richtlijn toetst zowel een maximaal optredende trillingssterkte (V_{max}, treedt op bij de trein die gedurende de meetperiode de hoogste trillingen veroorzaakt) als het tijdsgemiddelde van de trillingen (V_{per}, deze grootheid is in tegenstelling tot V_{max} dus ook afhankelijk van het aantal treinen).
2. De richtlijn maakt in de beoordeling onderscheid tussen verschillende situaties, en toetst daarbij strenger in:
    a. Nieuwbouwsituaties (nieuwe gebouwen, nieuw spoor, aanleg van wissels). Bij bestaande situaties zijn de streefwaarden minder streng, er wordt dan uitgegaan van een zekere mate van gewenning en er zijn minder mogelijkheden om de trillingen te reduceren.
    b. Gebouwen met een overnachtingsfunctie (woningen, ziekenhuizen). De meeste hinder wordt vaak in rust ervaren. Bij gebouwen met een niet-overnachtingsfunctie (kantoren, scholen) gelden minder strenge streefwaarden. Winkels, sport- en industriepanden vallen buiten de richtlijn.
    c. De nacht, omdat de meeste hinder vaak in rust wordt ervaren. De streefwaarden voor overdag zijn ca. een factor 2 minder streng dan 's nachts.

Een gebouw kan op twee manieren voldoen aan de richtlijn: de trillingssterkte V_{max} moet lager zijn dan de onderste streefwaarde A1 (zie Tabel 1), óf V_{max} moet lager zijn dan de bovenste streefwaarde A2, waarbij tegelijkertijd de trillingsintensiteit V_{per} lager is dan de streefwaarde A3. Zie ook het schema in Figuur 1. Bij nieuwbouw worden de trillingen, conform de SBR B-richtlijn, beoordeeld op de streefwaarden voor een nieuwe situatie. Bij bestaande bouw worden de trillingen getoetst aan de streefwaarden voor een bestaande situatie.

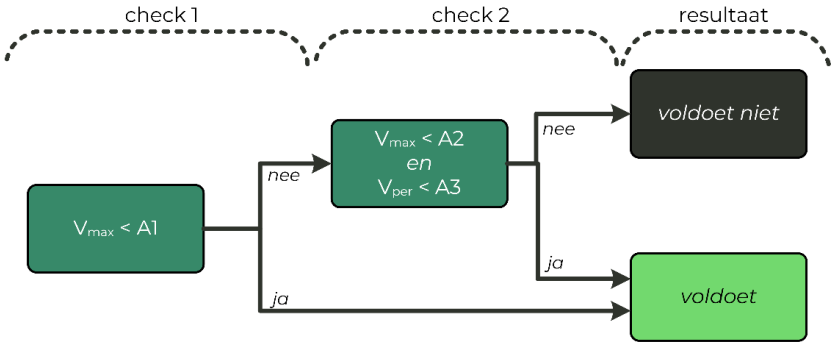
---

[1] Voor spoorprojecten wordt door ProRail sinds 2012 ook wel gebruik gemaakt van de Bts, deze is afgeleid van de SBR-richtlijn en op aspecten aangescherpt (waaronder een doelmatigheidsafweging en een andere manier om de trillingen vast te stellen). Deze richtlijn wordt echter doorgaans niet gebruikt om de trillingen in nieuw te bouwen woningen langs het spoor te beoordelen.
[2] SBR-richtlijn deel A:2017 – Schade aan bouwwerken
[3] SBR-richtlijn deel B:2002 – Hinder voor personen in gebouwen
[4] SBR-richtlijn deel C:2002 – Verstoring van trillingsgevoelige apparatuur

Belangrijk is hierbij om te benadrukken dat er geen sprake is van grenswaarden in de SBR B-richtlijn, maar van streefwaarden. Bij overschrijdingen van de streefwaarden zijn maatregelen dus niet verplicht, maar dienen deze te worden afgewogen op doelmatigheid. Hiervoor geeft de SBR B-richtlijn in bijlage 5 handvatten. In deze afweging kunnen aspecten zoals kosten, duurzaamheid, neveneffecten en risico's een rol spelen.

Tabel 1 Streefwaarden in de SBR-richtlijn deel B voor gebouwen voor nieuwe en bestaande situaties

	Dag en avond			Nacht		
Situatie	**A1**	**A2**	**A3**	**A1**	**A2**	**A3**
Wonen en gezondheidszorg, nieuwe situatie	0.1	0.4	0.05	0.1	0.2	0.05
Wonen en gezondheidszorg, bestaande situatie	0.2	0.8	0.10	0.2	0.4	0.10
Onderwijs, bijeenkomst en kantoor	0.15	0.6	0.07	0.15	0.6	0.07
Onderwijs, bijeenkomst en kantoor	0.3	1.2	0.15	0.3	1.2	0.15



Figuur 1 Schema beoordeling SBR B-richtlijn

HINDERLIJKHEID VAN SPOORTRILLINGEN

Het RIVM[5] heeft de afgelopen jaren onderzoek gedaan naar de hinderlijkheid van trillingen. Hierbij is, door een combinatie van modelonderzoek (met het rekenmodel OURS) en enquetes een relatie gelegd tussen het aantal ernstig gehinderden en de trillingssterkte. De samenvattende resultaten zijn weergegeven in Figuur 2. Een paar opmerkingen bij deze grafiek:

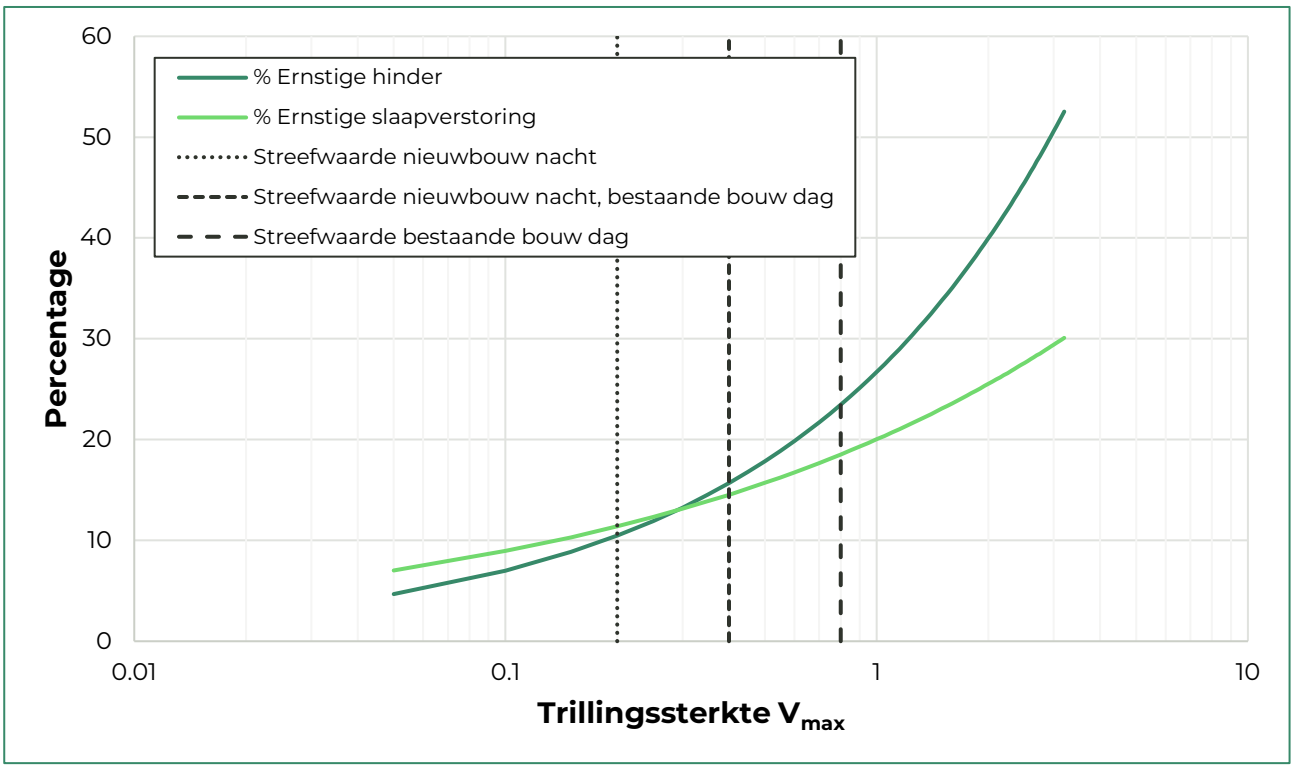
1. De dosis (de trillingssterkte) is vastgesteld met een rekenmodel, en kan daardoor afwijken van de werkelijke waarden. Voor het effect (de ervaren hinder) geldt dat sprake is van een steekproef, waarbij met name de non-respons (mensen geven geen reactie op enqueteverzoek) kan leiden tot een overschatting van het effect (vooral mensen die gehinderd zijn, klagen over hinderlijke trillingen).
2. Bij een Vmax kleiner dan 0.3 is de kans op ernstige slaapverstoring groter dan de kans op ernstige hinder. Dat is bijzonder, het gedeelte van de grafiek onder de 0.3 moet daarom met enige voorzichtigheid worden beschouwd.
3. Bij de streefwaarde A2 uit de SBR B-richtlijn voor de trillingssterkte V_{max} (die in de Houtense situatie vaak maatgevend zullen zijn boven de gemiddelde trillingssterkte V_{per}) zijn de percentages ernstig gehinderden en slaapverstoorden als in Tabel 2.

[5] [redacted] van et al., *Hinder en slaapverstoring door trillingen van treinen, Resultaten van de Vervolgmeting "Wonen langs het spoor"*, RIVM-rapport 2023-0327

4. Uit Tabel 2 is duidelijk dat de streefwaarden voor de trillingssterkte V_{max} uit de SBR B-richtlijn strenger lijken te zijn (minder gehinderden bij de streefwaarde) dan voor de gemiddelde trillingssterkte V_{per}.

Tabel 2 Ernstig gehinderden en slaapverstoorden bij streefwaarde A2 en A3

Streefwaarde	A2 (V_{max})		A3 (V_{per})	
	%EH	%SV	%EH	%SV
Nieuwbouw, nacht	10%	11%	19%	19%
Nieuwbouw, dag	16%	15%		
Bestaande bouw, nacht	16%	15%	23%	26%
Bestaande bouw, dag	23%	19%		



Figuur 2 Dosis-effectrelaties vanuit RIVM (2023)

Het percentage ernstig gehinderden laat zien dat het grootste deel van de omwonenden langs het spoor bij de streefwaarden niet ernstig gehinderd is. Met een gemiddeld aantal bewoners per adres van 2,12 (bron: CBS 2023) geldt dat bij de nachtelijke streefwaarde A2 van 0.2 per woning waarin een ernstig gehinderde woont, er 4,5 huizen zijn waarin geen ernstig gehinderde woont. Vooral bij het afwegen van maatregelen bij nieuwbouw speelt deze scheefte een rol: moet je voor bijv. [redacted] per woning maatregelen treffen (en dus alle alle huizen in prijs verhogen met genoemde [redacted] om die ene ernstig gehinderde te voorkomen? De prijs per ernstig gehinderde is in dit geval namelijk ruim boven de [redacted]

Natuurlijk dient ernstige hinder zoveel mogelijk te worden voorkomen, maar bovenstaand voorbeeld maakt duidelijk dat het aantal overschrijdingen (hoe vaak komt een hoge trilling voor) relevant is in de afweging: genoemde meer dan [redacted] per ernstig gehinderde is wellicht de moeite waard als er dagelijks 10 keer sprake is van dergelijke ernstige hinder, maar wellicht minder de moeite waard als er dagelijks 1 keer sprake is van ernstige hinder, of misschien zelfs maar 1 keer per week of per maand.

In de afweging voor het treffen van maatregelen dient het aantal overschrijdingen daarom nadrukkelijk een rol te krijgen.

Tenslotte, in bijlage 5 van de SBR B-richtlijn wordt nog een categorisering van hinder gegeven die ook gebruikt kan worden bij het afwegen van de trillingen, zie Tabel 3.

Tabel 3 Hinderkwalificatie voor weg- en railverkeer uit bijlage 5 van de SBR B-richtlijn

V_{max}	Hinderkwalificatie	%EH	%SV
< 0.1	Geen hinder	< 7%	< 9%
0.1 - 0.2	Weinig hinder	7-10%	9-11%
0.2 - 0.8	Matige hinder	10-23%	11-19%
0.8 - 3.2	Hinder	23-50%	19-30%
> 3.2	Ernstige hinder	> 50%	> 30%

Relevant is hierbij dat de richtlijn aangeeft dat ernstige hinder niet toelaatbaar is, en dat voor situaties met (matige) hinder maatregelen dienen te worden afgewogen op doelmatigheid.

AFWEGINGSKADER VOOR TRILLINGEN IN HOUTEN

Vanuit bovenstaande paragraaf m.b.t. wet- en regelgeving, de beleving van hinder door trillingen en eigen ervaringen met nieuwbouw langs het spoor, is een aantal conclusies te trekken:

1. Er zijn situaties die zonder meer aanvaardbaar zijn: dit betreft situaties waarbij sprake is van weinig hinder: de trillingen zijn lager dan de streefwaarden voor nieuwe situaties. Het percentage ernstig gehinderden of ernstig slaapverstoorden is dan klein.
2. Er zijn situaties die zonder meer niet aanvaarbaar zijn: dit betreft situaties waarbij sprake is van ernstige hinder: de trillingssterkte V_{max} is hoger dan 3,2. Dat komt overeen met meer dan 50% ernstige hinder en meer dan 30% ernstige slaapverstoring.
3. Er is een tussencategorie die mogelijk aanvaardbaar is, waarbij de aanvaardbaarheid afhankelijk is van bijvoorbeeld welke maatregelen zijn getroffen, het aantal overschrijdingen en de hoogte van de trillingen. Hierbij adviseren we het volgende:
    a. De trillingen moeten voldoen aan de streefwaarden voor een bestaande situatie, incidentele uitzonderingen (maximaal 1 per maand) daargelaten. Bij deze streefwaarden is sprake van ca. 16% ernstige hinder, een aanvaardbare verhoging van het percentage ernstig gehinderden.
    b. In deze tussencategorie moeten maatregelen worden afgewogen op doelmatigheid (effect vs. kosten), waarbij geldt dat naarmate er sprake is van meer overschrijdingen van het beoordelingskader, duurdere maatregelen nodig kunnen zijn.
    c. De uiteindelijke afweging mag per project individueel worden gemaakt. Elk project is namelijk verschillend. Aspecten die in de afweging en motivatie een rol kunnen spelen, zijn bijvoorbeeld:
        i. Een bovengrens voor het bedrag van maatregelen kan gezocht worden in het bedrag dat ProRail hanteert bij doelmatigheidsafwegingen ([redacted] per 1-1-2024, incl. BTW). In de meeste gevallen zal een dergelijke kostenverhoging echter leiden tot onverkoopbare woningen.
        ii. De bouwkosten van de woning kunnen een rol spelen, wellicht door een percentage van de bouwkosten te hanteren: bij doelgroepwoningen (waar het

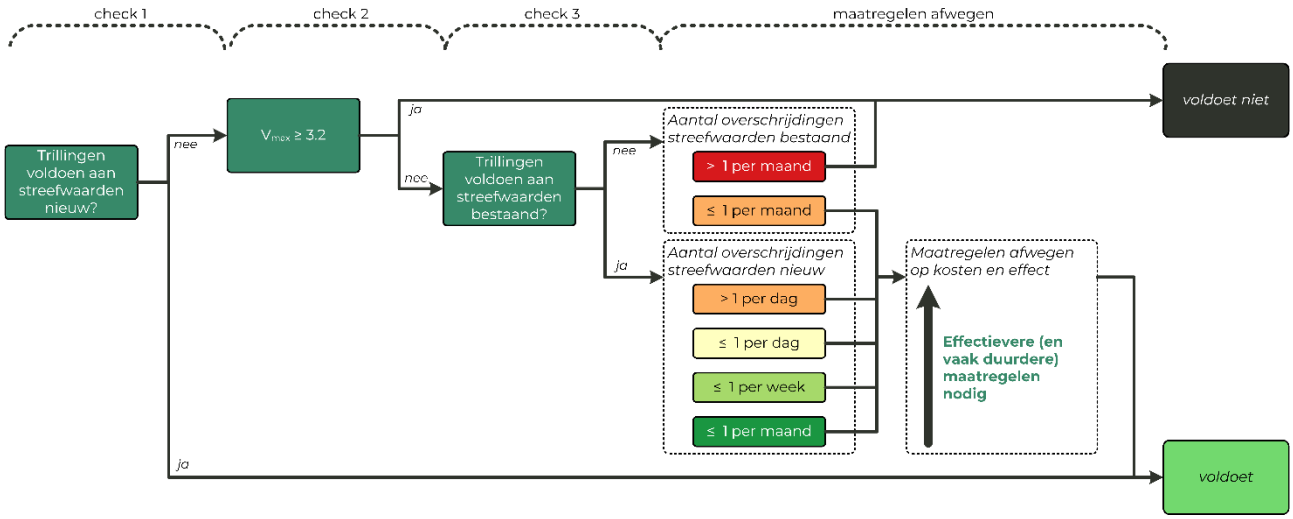
vaak al lastig is om deze kostendekkend te realiseren) kan wellicht gemotiveerd een lager bedrag worden gehanteerd.

iii. Het aantal overschrijdingen van de streefwaarden en de hoogte van de gemiddelde trillingssterkte V_{per}. Bij meer overschrijdingen ontstaat er meer hinder, en kunnen duurdere maatregelen nodig zijn.

iv. De impact op het milieu van een maatregel.

v. Eventuele technische risico's bij het treffen van maatregelen.

Het voorgestelde afwegingskader ziet er dan als volgt uit, zie Figuur 3.



Figuur 3 Afwegingskader

De juridische regel luidt dan:

> In dit omgevingsplan zijn regles opgenomen om te borgen dat de trillingen als gevolg van treinverkeer in de beoogde gebouwen aanvaardbaar zijn. Hieraan wordt invulling gegeven met de volgende regels:
>
> a. Het bouwen van bouwwerken voor de functie wonen conform is uitsluitend toegestaan wanneer uit een trillingsonderzoek conform de *Handreiking Nieuwbouw en Spoortrillingen* blijkt dat de streefwaarden voor 'Wonen nieuwe situatie', zoals bedoeld in Richtlijn deel B van Stichting Bouwresearch, niet worden overschreden.
> b. In afwijking van lid a. is het bouwen van bouwwerken voor de functie wonen ook toegestaan op voorwaarde dat alle doelmatige maatregelen om de trillingssterkte te verminderen worden getroffen en de streefwaarden voor 'Wonen bestaande situatie', zoals bedoeld in Richtlijn deel B van Stichting Bouwresearch, niet worden overschreden.

De regel dat incidentele overschrijdingen (minder dan eens per maand) mogelijk zijn boven de streefwaarden voor bestaande situaties, dient alleen in uitzonderingsgevallen te worden toegepast, als zwaarwegende economische of andere maatschappelijke belangen dit rechtvaardigen.

AANDACHTSZONES VOOR NIEUWBOUW

Op basis van een database met ruim 600 metingen in heel Nederland (waaronder ook ca. 15 metingen in bestaande en nieuwe woningen in Houten) is een prognose opgesteld van de

contouren tot waar rekening dient te worden gehouden met spoortrillingen, specifiek voor de Houtense situatie. Hierbij is rekening gehouden met de lokale situatie qua bodemopbouw en treinenbeeld (aantalen, rijsnelheid, type treinen). Vervolgens zijn 4 zones gedefinieerd:

A. **Zone A**: dit betreft de zone het dichtst bij het spoor. Hier kunnen hoge trillingen optreden, het is lastig om te voldoen aan de streefwaarden, zelfs voor bestaande situaties. In deze zone adviseren we om liever niet te bouwen. Als hier toch gebouwd gaat worden, dan gelden de volgende adviezen:
    a. Voer in een zo vroeg mogelijk stadium trillingsonderzoek uit op de beoogde locatie, om vast te stellen wat de lokale situatie is t.a.v. trillingen.
    b. Houd in het stedenbouwkundig plan met trillingen. Handvatten hiervoor zijn:
        i. Liever ver bij het spoor vandaan dan dichtbij het spoor.
        ii. Liever zware bebouwing (hogere en grotere gebouwen zoals appartementencomplexen) dan grondgebonden woningen.
        iii. Grondgebonden woningen liever haaks op het spoor dan parallel aan het spoor.
        iv. Liever een waterpartij (diepe sloot) tussen spoor en bebouwing om de trillingen te verminderen, dan een groenzone.
    c. Houd bij de verdere uitwerking rekening met de resultaten uit het trillingsonderzoek, en toets het ontwerp op trillingen. Handvatten voor het verminderen van trillingen:
        i. Liever zware bouw dan lichte bouw.
        ii. Liever betonnen vloeren dan houten vloeren.
        iii. Liever breedplaatvloer dan kanaalplaatvloeren, de eerste hebben een hogere demping.
        iv. Liever geen grote open ruimtes zoals vides.
        v. Liever een zware fundering (palenfundering) dan een lichte fundering (fundering op staal). Bij een palenfundering zijn de trillingen lager bij langere, dikkere palen dan bij kortere, dunnere palen.
        vi. Andere maatregelen, zoals dikkere vloeren of het verzwaren van bijvoorbeeld stalen liggers, kunnen ook nodig zijn.
    d. Door de woningen uit te voeren met een dubbele, afgeveerde fundering kan ook dichtbij het spoor worden gebouwd. Houd hierbij echter rekening met de technische inpasbaarheid (dilataties, windstabiliteit, maakbaarheid i.r.t. grondwater) en een meerprijs per woning van [redacted] tot [redacted] incl. BTW.

B. **Zone B**: dit betreft de zone iets verder van het spoor. In deze zone wordt wel voldaan aan de streefwaarden voor bestaande situaties, maar niet aan de strengere streefwaarden voor nieuwe situaties. Voor deze zone gelden de volgende adviezen:
    a. Houd in het stedenbouwkundig plan met trillingen. Handvatten hiervoor zijn:
        i. Woningen liever haaks op het spoor dan parallel aan het spoor.
        ii. Liever een waterpartij (diepe sloot) tussen spoor en bebouwing om de trillingen te verminderen, dan een groenzone.
    b. Voer trillingsonderzoek uit op de beoogde locatie, om vast te stellen wat de lokale situatie is t.a.v. trillingen. Houd bij de uitwerking rekening met de resultaten uit het trillingsonderzoek, en toets het ontwerp op trillingen. Handvatten voor het verminderen van trillingen:
        i. Kies voor zware bouw boven lichte bouw.
        ii. Kies voor betonnen vloeren boven houten vloeren.
        iii. Kies bij betonnen vloeren voor breedplaatvloer boven kanaalplaatvloeren, de eerste hebben een hogere demping.
        iv. Vermijd grote open ruimtes zoals vides.

v. Liever een zware fundering (palenfundering) dan een lichte fundering (fundering op staal). Bij een palenfundering zijn de trillingen lager bij langere, dikkere palen dan bij kortere, dunnere palen.
vi. Andere maatregelen, zoals dikkere vloeren of het verzwaren van bijvoorbeeld stalen liggers, kunnen ook nodig zijn.

C. **Zone C**: in deze zone is alleen in zeer gevoelige gebouwen een kans op hoge trillingen. In de praktijk zijn dit vooral lichte houtskeletbouw- of staalbouw woningen. Conventionele woningen met betonnen vloeren en een kalkzandsteen of betonnen draagstructuur voldoen aan het beoordelingskader voor trillingen. Voor deze zone gelden de volgende adviezen:
   a. Realiseer hier liever geen lichte houtskeletbouw- of staalbouw woningen. Als hier toch voor wordt gekozen, voer dan trillingsonderzoek uit op de beoogde locatie, om vast te stellen wat de lokale situatie is t.a.v. trillingen. Houd bij de uitwerking rekening met de resultaten uit het trillingsonderzoek, en toets het ontwerp op trillingen. Handvatten voor het verminderen van trillingen:
      i. Liever dikke vloeren dan dunne vloeren.
      ii. Vermijd grote open ruimtes zoals vides.
      iii. Liever een zware fundering (palenfundering) dan een lichte fundering (fundering op staal). Bij een palenfundering zijn de trillingen lager bij langere, dikkere palen dan bij kortere, dunnere palen.

D. Zone D: in deze zone zijn de trillingen van spoorverkeer in vrijwel alle gevallen lager dan de streefwaarden. Hier is geen nader onderzoek naar trillingen nodig.

Bovenstaande adviezen zijn samengevat weergegeven in het overzicht in Tabel 4. De weergegeven afstanden tot het spoor zijn sterk afhankelijk van bijv. de rijsnelheid en de bodemopbouw, in bijlage A is een kaart opgenomen met deze contouren in de gemeente Houten.

Tabel 4 Aandachtzones rond het spoor

Zone	Afstand tot spoor	Trillingsonderzoek	Algemene adviezen
A	20 - 50 m	Ja	➢ Zo ver mogelijk bij spoor vandaan ➢ Water tussen spoor en gebouwen ➢ Liefst grotere gebouwen (bijv. appartementen) ➢ Grondgebonden woningen haaks op het spoor ➢ Zware bouw (fundering, wanden, vloeren) ➢ Evt. afveren van fundering
B	90 - 280 m	Ja	➢ Water tussen spoor en gebouwen ➢ Grondgebonden woningen haaks op het spoor ➢ Zware bouw (fundering, wanden, vloeren)
C	280 - 500 m	Bij houtskelet- of staalbouw	➢ Zware bouw (fundering, wanden, vloeren)
D		Nee	

BIJLAGE A - AANDACHTZONES VOOR NIEUWBOUW

Legenda

- Zone A
- Zone B
- Zone C

5 5.1 5.2 5.3 5.4 5.5 5.6 5.7 5.8 5.9 6 6.1 6.2 6.4 6.6 6.7 7 7.1 7.2 7.6 7.7 7.8 8 8.1 8.2 8.5 8.6 8.9 9.1 9.3 9.7 9.9 10.1 10.2 10.4 10.5 10.6 10.7 10.8 11 11.4 11.6 11.7 11.9 12 12.1 12.3 12.5 12.6 12.7 12.8 12.9 13 13.1 13.2 13.3 13.4 13.5 13.6 13.7 13.8 13.9 14 14.1 14.2 14.3 14.4 14.6 14.7 14.9 15 15.1 15.2 15.3 15.4 15.5 15.6 15.7 15.8 15.9 16 16.1

Wijk bij Duurstede
Laagraven
Liesbosch
Wijk
Oud-Wulven
Heenstede
Houten
Lebrug
Tull en 't Waal
Ossenwaard
Hoef en Haag
Dorpshart
Het Lint
Hagestein
Honswijk
Everdingen
Tienhoven
Goilberdingen