

e120103801

Prognose trillingsgevolgen bij aanleg nieuwe
Verbindingsweg te Dodewaard

Projectnummer : e120103801
Offertenummer en datum : o120360/oa/gwe/nsc van 5 april 2012
Titel rapport : Prognose trillingsgevolgen bij aanleg nieuwe Verbindings-
weg te Dodewaard
Status rapport : Definitief

Naam opdrachtgever : Gemeente Neder-Betuwe
Adres : Postbus 20
Plaats : 4043 ZG Opheusden
Naam contactpersoon : de heer P. Hospers
Datum opdracht : 23 april 2012
Kenmerk opdracht : Z/12/09051D/UIT/12/003448

Contactpersoon KOAC·NPC : G.E. Westera
Auteur(s) rapport : G.E. Westera

Rapportage

Naam: G.E. Westera
Functie: Senior adviseur
Handtekening:



Datum: 17 juli 2012

Autorisatie

Naam: dr.ir. C.A.P.M. van Gurp
Functie: Manager productgroep
Onderzoek en Advies
Handtekening:



Datum: 17 juli 2012

Zonder schriftelijke toestemming van KOAC·NPC mag het rapport niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	De SBR-richtlijnen voor de beoordeling van trillingsoverlast.....	5
2.1	Schade en hinder door trillingen	5
2.2	De status van de SBR-richtlijnen	5
3	Uitgangspunten voor de prognose.....	6
3.1	Ligging van de panden	6
3.2	Verkeersgegevens	7
3.3	Rijsnelheden	8
3.4	Invoergegevens bij prognoseberekningen.....	8
3.5	Keuze zware voertuigen	9
3.6	Wegvlakheid	10
3.7	Bodemprofiel	10
3.8	Bouwkundige gegevens woningen.....	11
4	Beoordelingscriteria volgens de SBR richtlijnen.....	12
4.1	Grenswaarden voor schade volgens SBR deel A.....	12
4.2	Streefwaarden voor hinder volgens SBR deel B.....	13
5	Resultaat prognoseberekningen	15
5.1	Algemeen.....	15
5.2	Pand Matensestraat 59	15
5.3	Pand Waalbandijk 52,53.....	16
5.4	Pand Waalbandijk 48	19
6	Samenvatting en conclusies.....	21
7	Referenties	23
Bijlage 1	Situering panden t.o.v. de nieuwe Verbindingsweg	
Bijlage 2	Verkeersgegevens	
Bijlage 3	Uitkomsten prognoseberekningen	

1 Inleiding

In verband met de beoogde vestiging van een nieuw bedrijf (De Beijer BV) op de locatie van de voormalige steenfabriek in de Waalwaard is de aanleg van een nieuwe Verbindingsweg tussen de A15 en de Waalbandijk actueel. Het nieuwe bedrijf brengt echter veel vrachtverkeer (geschat wordt 400 vrachtwagenbewegingen per dag) met zich mee met mogelijke gevolgen voor aanwonenden door verkeerstrillingen.

In opdracht van de Gemeente Neder-Betuwe heeft KOAC·NPC een prognose van de mogelijke trillingsgevolgen voor de panden Waalbandijk 52/53, Matensestraat 59 en Waalbandijk 48 uitgevoerd. De eerste twee panden betreffen woningen en het derde pand een caravanshuur. Deze panden zijn door de gemeente als kritisch aangemerkt ten aanzien van mogelijke trillingsoverlast bij realisatie van de nieuwe Verbindingsweg, omdat zij het dichtst bij de weg liggen.

Ten behoeve van de prognose heeft de gemeente gegevens beschikbaar gesteld over het tracé van de nieuwe Verbindingsweg, de ligging van de onderhavige panden, het type verharding, de verkeersintensiteiten, de maximum rijsnelheden, de ondergrondssituatie (sonderingen), evenals bouwkundige gegevens van de onderhavige panden.

Voor de trillingsprognose heeft KOAC·NPC het rekenprogramma Vibra Prediction (versie 2.01C) van TNO Bouw gebruikt. Hiermee kunnen verwachte trillingssterkten worden berekend. Deze uitkomsten zijn getoetst aan de criteria voor schade aan bouwwerken en hinder voor personen in gebouwen volgens de vigerende richtlijnen van de Stichting Bouwresearch (SBR) aangaande trillingsoverlast. De uitkomst van deze toetsing is bepalend voor de ernst van de trillingsgevolgen. Bij overschrijding van deze criteria moet rekening worden gehouden met trillingsgevolgen die klachten opleveren.

In het voorliggende rapport is de wijze waarop de prognose tot stand is gekomen beschreven en zijn de conclusies ten aanzien van de trillingsgevolgen onderbouwd. De prognose heeft opgeleverd dat voor geen van de drie panden overschrijding van de criteria voor trillingsoverlast volgens de SBR-richtlijnen wordt verwacht.

2 De SBR-richtlijnen voor de beoordeling van trillingsoverlast

2.1 Schade en hinder door trillingen

Verkeerstrillingen worden vrijwel altijd veroorzaakt door de interactie tussen een voertuig en de onvlakheid van de weg. Verkeersdrempels en op-/afritten van verkeersplateaus vormen vrij extreme onvlakheden waar vaak sterke trillingen ontstaan. Bij het passeren van vooral zware voertuigen worden ter plaatse van een onvlakheid kortdurende trillingen gegenereerd (trillingsbron) die zich in de wegconstructie en de ondergrond voortplanten. Deze trillingen bereiken in verzwakte vorm de bebouwing in de omgeving van de trillingsbron en kunnen aanleiding geven tot overlast. Deze overlast kan bestaan uit schade aan een gebouw en/of hinder voor personen in het gebouw.

In Nederland bestaan voor de beoordeling van trillingen geen specifieke wetten, zoals die er bijvoorbeeld zijn voor geluidhinder. Wel zijn er de 'Meet- en Beoordelingsrichtlijnen van de Stichting Bouwresearch' (SBR-richtlijnen). De SBR-richtlijnen kunnen worden beschouwd als de vigerende beoordelingsrichtlijnen voor trillingsoverlast [ref. 1,2]:

- SBR deel A : betreffende schade aan bouwwerken door trillingen
- SBR deel B : betreffende hinder voor personen in gebouwen door trillingen

De richtlijn SBR deel A stelt dat volgens de bestaande praktijkervaring een aanvaardbare kleine kans (kleiner dan 1%) bestaat dat schade aan bouwwerken en fundering zal optreden indien de *grenswaarden* voor schade niet worden overschreden.

Omdat grenswaarden voor hinder niet scherp gedefinieerd kunnen worden, wordt in de richtlijn SBR deel B gesproken over *streefwaarden* voor trillingshinder. Als de trillingssterkte onder deze streefwaarden blijft, mag worden verwacht dat in de meeste situaties geen hinder zal optreden.

De volgens de SBR-richtlijnen van toepassing zijnde grenswaarden voor schade, respectievelijk streefwaarden voor hinder, zijn in dit onderzoek gehanteerd voor de beoordeling van de mogelijke trillingsoverlast voor de panden Waalbandijk 52/53, Matensestraat 59 en Waalbandijk 48. Bij overschrijding van deze criteria moet rekening worden gehouden met trillingsgevolgen die klachten opleveren.

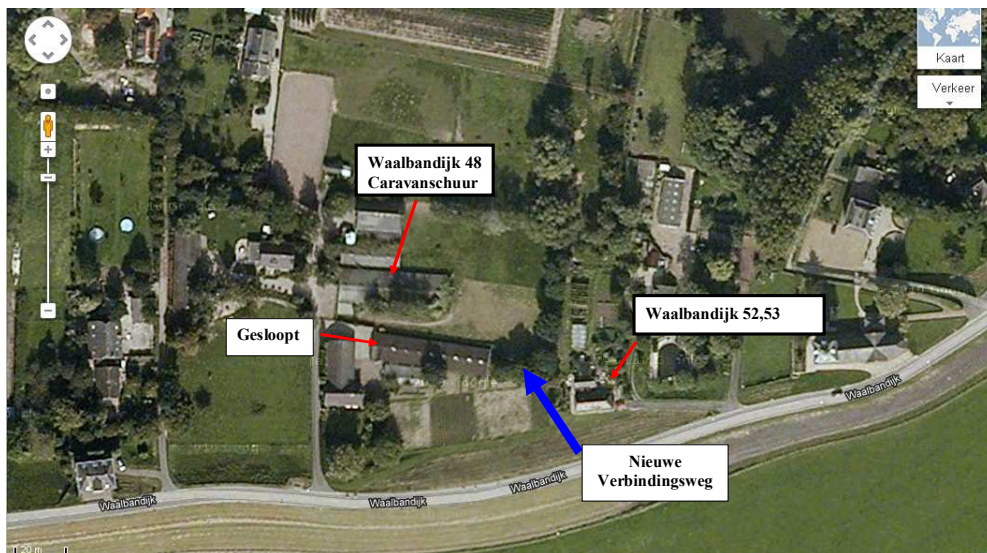
2.2 De status van de SBR-richtlijnen

De SBR-richtlijnen gelden in bestuursrechtelijke zin - als technische richtlijnen die per definitie in deze sfeer groot gezag hebben - onomstreden als representatief voor de stand van de nieuwste milieuhygiënische inzichten. In civielrechtelijke zin lijkt er geen beletsel om deze richtlijnen eveneens normerende werking toe te kennen, ter nadere onderbouwing van de zorgvuldigheidsnorm, respectievelijk om de richtlijn op te vatten als de norm waaraan de trillingen worden getoetst. Bovendien kan aan de richtlijn de status van verkeers- en veiligheidsnorm worden toegekend, waarvan schending eerder tot toerekening van aansprakelijkheid zal leiden. Dat geldt voor zowel persoonschade (letsel) als zaakschade (schade aan woningen) [ref. 3].

3 Uitgangspunten voor de prognose

3.1 Ligging van de panden

De ligging van de panden waarvoor de mogelijke trillingsoverlast moet worden geprognosticeerd is op de tekening in bijlage 1 aangegeven. De panden Waalbandijk 48 en 52, 53 liggen nabij de aansluiting van de nieuwe Verbindingsweg op de Waalbandijk (figuur 1). De ligging van het pand Matensestraat 59 (figuur 2) is nabij de aan te leggen rotonde op de kruising van de nieuwe Verbindingsweg met de Matensestraat en de Dodewaardstraat. De figuren 3 en 4 tonen de beide woonhuizen.



Figuur 1 Ligging panden Waalbandijk 52,53 en 48



Figuur 2 Ligging pand Matensestraat 59



Figuur 3 **Pand Waalbandijk 52,53**



Figuur 4 **Pand Matensestraat 59**

3.2 Verkeersgegevens

Voor de beoordeling van het aspect hinder volgens SBR deel B kunnen de aantallen zware voertuigen in de dag-, avond- en nachtperiode een rol spelen. Deze zijn ontleend aan het door de gemeente beschikbaar gestelde rapport over het Wegverkeerslawaaï en de Luchtkwaliteit [4B]. In bijlage 2 is aangegeven hoe uit deze verkeersgegevens de intensiteiten voor de afzonderlijke perioden zijn bepaald. In tabel 1 zijn de aantallen vermeld.

Tabel 1 Verkeersgegevens 2024 (op basis van gegevens uit tabel 5 in [4B])

Pand	Wegvak		Aantallen middelzware en zware voertuigen			
	1)	2)	Dag (07:00 – 19:00 uur)	Avond (19:00 – 23:00 uur)	Nacht (23:00 – 07:00 uur)	Totaal
Matensestraat 59	15	Tussen Matensestraat en Kalkestraat	448	52	49	549
Waalbandijk 48 en 52,53	16	Tussen Kalkestraat en Waalbandijk	350	40	36	426
Waalbandijk 52,53	10	Waalbandijk tussen aansluiting met nieuwe verbindingsweg en toegangsweg Waalwaard	411	25	20	456

1) wegvak volgens aanduiding in bijlage 3 van [4A] (variant 1A, met snelheidsverlaging op wegvak 10)

2) wegvak volgens aanduiding in tabel 5 in [4B]

3.3 Rijsnelheden

De nieuwe Verbindingsweg is gelegen buiten de bebouwde kom. De tracéstudie [4A] adviseert om het noordelijk deel uit te voeren als gebiedsontsluitingsweg met een snelheid van 80 km/h (GOW80) en het zuidelijk deel als erftoegangsweg met een snelheid van 60 km/h (ETW60). De kruispunten worden voorzien van een rotonde. Het pand Matensestraat 59 is gelegen op korte afstand van de rotonde in het noordelijk deel van het tracé. Het is uitgesloten dat vrachtauto's deze rotonde zullen passeren met 80 km/h. Een realistische passeersnelheid ter hoogte van dit pand wordt op maximaal 30 km/h aangenomen. Ter hoogte van de beide panden aan de Waalbandijk sluit de nieuwe Verbindingsweg aan op de Waalbandijk. Ook hier zal de rijsnelheid van vrachtwagens laag liggen en wordt een maximum rijsnelheid van 30 km/h aangenomen. Op het wegvak op de Waalbandijk tot de afslag naar de locatie van de voormalige steenfabriek in de Waalwaard (wegvak 10) zal volgens [4A] een maximumsnelheid van 30 km/h gaan gelden. Aan deze keuze ligt onder meer het Trillingsonderzoek Waalbandijk in Dodewaard [5] ten grondslag.

3.4 Invoergegevens bij prognoseberekeningen

Om trillingssterkten te voorspellen is het door TNO Bouw ontwikkelde rekenprogramma Vibra Prediction, versie 2.01.C (2004) gebruikt. Dit rekenprogramma heeft de volgende structuur:

- invoer van verkeersgegevens (type voertuig, snelheid, intensiteit);
- invoer van gegevens over de vlakheid van de weg (drempelafmetingen, intrinsieke vlakheid verharding);
- invoer van gegevens over het te beschouwen bouwwerk (type fundering, vloeroverspanning, diepte gebouw, enz.);
- simulatie van de passage van een voertuig met zekere snelheid (genereren trillingen);

- overdracht van de trillingen in de bodem (bodemprofiel);
- overdracht van de trillingen naar het fundament van het gebouw;
- overdracht van de trillingen van het fundament naar de onderdelen van het gebouw;
- berekening van de verwachte trillingssterkten.

Uit bovenstaande opsomming blijkt dat voor het uitvoeren van een prognose invoergegevens nodig zijn. Deze zijn ontleend aan de door de gemeente Neder-Betuwe beschikbaar gestelde informatie. De prognoseberekningen worden met een veiligheidsfactor uitgevoerd, die is gebaseerd op een overschrijdingskans van 5% van de predictie.

3.5 Keuze zware voertuigen

Maatgevend voor het teweegbrengen van trillingen zijn grote, zware voertuigen omdat personenwagens geen trillingen van betekenis genereren. Naar verwachting zullen de vrachtwagens van De Beijer BV dominant zijn in het zware verkeer. Figuur 5 toont een typische representant van deze vrachtwagens (onbeladen 15 ton, beladen 46 ton) zoals gebruikt om verkeerstrillingen op te wekken in het Trillingsonderzoek Waalbandijk in Dodewaard [5].

In het rekenprogramma Vibra Prediction kunnen verschillende zware voertuigen worden gekozen, maar helaas ontbreekt het type vrachtwagen volgens figuur 5. Voor de prognoseberekningen zijn daarom uit de beschikbare zware voertuigen een aantal geselecteerd die representatief geacht worden voor het teweegbrengen van verkeerstrillingen op de nieuwe Verbindingsweg. Aangenomen wordt dat met de keuze van deze voertuigen een goede benadering wordt verkregen van de te verwachten trillingssterkten in de te beoordelen panden. Uit de praktijk is bekend dat luchtgeveerde bussen flinke verkeerstrillingen kunnen veroorzaken, en dit voertuig is daarom meegenomen in de berekeningen. De volgende voertuigen zijn gekozen:

- 2-assige vrachtwagen, 13 ton;
- 2-assige vrachtwagen, 20 ton;
- 3-assige vrachtwagen, 30 ton;
- Vrachtwagen '79, 40 ton;
- Luchtgeveerde bus (SB 200);
- Bladgeveerde bus (MB 200).



Figuur 5 Typische representant zware vrachtwagen De Beijer BV

3.6 Wegvlakheid

De vlakheid van de weg is een dominante invloedsfactor bij het optreden van verkeerstrillingen. Een maat voor de vlakheid is de International Roughness Index (IRI). De IRI-schaal geeft een kwantitatieve karakterisering van de vlakheid van de weg. Een zuiver vlakke weg heeft een IRI-waarde van 0 mm/m. Een goede asfaltbetonverharding heeft een IRI-waarde van 0,5 tot 2,0 mm/m. Een elementenverharding heeft door de intrinsiek minder goede vlakheid altijd hogere IRI-waarden. KOAC·NPC hanteert bij prognoseberekningen representatieve wegprofielen voor de mate van vlakheid (goed: IRI=2,4 mm/m, middel: IRI=4,4 mm/m, slecht IRI=7,1 mm/m). De wegverharding voor de nieuwe Verbindingsweg is (nieuw) asfalt. In de prognoseberekningen is daarom gerekend met een goede, vlakke asfaltverharding met een IRI-waarde tot 2,4 mm/m. Ten behoeve van de berekeningen is een wegvak gemodelleerd met een lengte van 80 m met deze vlakheid, waarover de passage van het voertuig wordt gesimuleerd. Het te beoordelen pand staat op gegeven afstand ter hoogte van het midden van dit wegvak.

3.7 Bodemprofiel

Het bodemprofiel legt vast hoe de trillingen zich in de ondergrond voortplanten (verzwakken). Dit is afhankelijk van de geometrische verzwakking (afstand tot de trillingsbron) en de fysische demping van de trillingen in de bodem. In het rekenprogramma Vibra Prediction kan worden gekozen uit zeven standaardbodemprofielen. KOAC·NPC beschikt over de sondeercurven van de ondergrondsituatie bij deze standaardbodemprofielen. Door de gemeente zijn sonderingen aangeleverd [6] en deze zijn vergeleken met de sonderingen van de standaardbodemprofielen. Op basis van de sonderingen DKM-01 (nabij het pand Matensestraat 59) en DKM-02 (nabij de panden Waalbandijk 48 en 52,53), is geconcludeerd dat het standaardbodemprofiel "Tiel" het meest representatief is voor de prognose. Dit bodemprofiel is ook gehanteerd in de trillingsbe-

rekeningen in het kader van de MER wijziging bestemming Waalwaard [7]. De wegfundering is op een dikte van 0,5 m aangenomen, evenals in [7].

3.8 Bouwkundige gegevens woningen

De prognoseberekningen verlangen een aantal bouwkundige gegevens van de panden. Om deze te verkrijgen heeft de gemeente informatie verstrekt [8, 9]. Tabel 2 vermeldt de voor de berekeningen relevante gegevens van de geselecteerde woningen. De afstand tot de weg betreft de afstand tussen de naar de nieuwe Verbindingsweg gerichte gevel van betreffend pand en de weg. Deze afstanden zijn door de gemeente opgegeven.

Tabel 2 Relevante bouwkundige gegevens van de panden

Pand	Afstand tot de weg [m]	Type fundatie	Fundatie zettings-gevoelig	Stijfheid gebouw	Type vloer	Vloer-over-spanning (m)	Diepte gebouw (m)	Con-structie	Gebouw-categorie 1)
Matensestraat 59	31	op staal	ja	hoog	hout/beton	6	9,7	metselwerk	2
Waalbandijk 48 (caravanshuur)	17	op staal	ja	hoog	beton	14	43	metselwerk	2,3
Waalbandijk 52,53	29	op staal	ja	laag	lichtbeton	5	7	metselwerk	3

¹⁾ Toelichting gebouwcategorie

Volgens SBR deel A wordt van een gebouwcategorie 2 (metselwerkconstructie) uitgegaan als de onderdelen van de draagconstructie van een gebouw in goede staat verkeren en als de onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren in goede staat verkeren. Er wordt van een gebouwcategorie 3 uitgegaan bij oude en monumentale gebouwen met grote cultuurhistorische waarde en/of bij in slechte staat verkerende gebouwen uit metselwerk of onderdelen daarvan. Bij de inventarisatie [8] is vastgesteld dat de metselwerkconstructie van het pand Matensestraat in goede conditie verkeert (cat. 2). Voor het pand Waalbandijk 48 is goed/matig vastgesteld (cat. 2,3). Voor het pand Waalbandijk 52,53 (bouwjaar omstreeks 1880) is de metselwerkconstructie in slechte staat bevonden en wordt daarom categorie 3 aangehouden. Ook gezien de ouderdom van het pand is dit voor de hand liggend.

4 Beoordelingscriteria volgens de SBR richtlijnen

4.1 Grenswaarden voor schade volgens SBR deel A

De vaststelling van de grenswaarden voor de woningen is gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- Bij de prognoses met Vibra Prediction worden de trillingssterkten op een stijf (vast) punt van de draagconstructie op het begane grondniveau en op onderdelen van de constructie / niveau hoogste verdieping van de woning voorspeld; dit refereert aan een beperkte meting (SBR deel A: paragraaf 8.4.2.2).
- De woningen vallen in bouwwerkcategorie 2 of 3 (SBR deel A: paragraaf 10.2.1).
- De fundering wordt zettingsgevoelig verondersteld (SBR deel A: paragraaf 10.2.2).
- De trillingsbron (wegverkeer) heeft het karakter van herhaald kortdurende trillingen (SBR deel A: paragraaf 10.2.3).
- De dominante frequenties van de trillingen liggen voornamelijk onder 10 Hz.

Op basis van de bovenstaande uitgangspunten zijn de karakteristieke grenswaarden bepaald die voor de panden van toepassing zijn.

Tabel 3 vermeldt de grenswaarden voor een dominante frequentie tot 10 Hz. Bij hogere dominante frequenties worden de grenswaarden hoger (dus minder kritisch). In tabel 3 is tevens de grenswaarde ter voorkoming van schade aan de draagconstructie (op het begane grondniveau), met het oog op zettingen van de fundering, weergegeven. De in de tabel vermelde grenswaarde van 15,9 mm/s geldt voor een dominante frequentie van 10 Hz. Heeft een trilling een lagere frequentie, dan wordt de grenswaarde hoger (dus minder kritisch).

Omdat een beperkte meting als referentie geldt, dient volgens de richtlijn op de karakteristieke waarde van de grenswaarde (V_{kar}) een partiële veiligheidsfactor (γ_t) te worden toegepast die het type trilling in rekening brengt (SBR deel A: paragraaf 10.3.2). Voor herhaald kortdurende trillingen bedraagt deze veiligheidsfactor 1,5. Voor de uiteindelijke beoordeling is de *rekenwaarde van de grenswaarde* (V_r) maatgevend. Deze wordt bepaald door het quotiënt van V_{kar} en γ_t en is in de onderste regel van de tabel vermeld.

Tabel 3 Grenswaarden voor de topwaarde van de trillingssnelheid voor aspect schade

	Begane grond stijf punt ($F_{dom} < 10$ Hz)		Onderdelen / hoogste verdieping		Trillingsgevoelige fundering ($F_{dom} < 10$ Hz)
	Cat. 2 ¹⁾	Cat. 3 ¹⁾	Cat. 2 ¹⁾	Cat. 3 ¹⁾	
V_{kar} (mm/s)	5,0	3,0	15	8,0	< 15,9
γ_t	1,5	1,5	1,5	1,5	-
$V_r = V_{kar}/\gamma_t$ (mm/s)	3,3	2,0	10,0	5,3	> 15,9

1) Gebouwcategorie

4.2 Streefwaarden voor hinder volgens SBR deel B

Maatgevend voor de beoordeling van de trillingsterkte met betrekking tot het aspect hinder zijn streefwaarden voor gewogen effectieve waarde van de trillingsnelheid.

Deze zijn afhankelijk van:

- de functie van een ruimte in het gebouw (SBR deel B, paragraaf 10.2);
- de omstandigheden van voorkomen van de trillingen (SBR deel B, paragraaf 10.3);
- het tijdstip van voorkomen van de trillingen (SBR deel B, paragraaf 10.4).

Voor de gebouwfunctie geeft SBR deel B de volgende keuzen:

- Gezondheidszorg;
- Wonen;
- Onderwijs en kantoor;
- Bijeenkomst;
- Kritische werkruimte.

De functie van de ruimte is voor de panden Matensestraat 59 en Waalbandijk 52,53 als 'wonen' geclassificeerd. De functie voor het pand Waalbandijk 48 - de caravanshuur - is wat lastig onder te brengen. Gekozen is voor 'Bijeenkomst' omdat deze de hoogste streefwaarden kent en de caravanshuur ten aanzien van hinder minder kritisch wordt verondersteld.

De omstandigheid van voorkomen bij wegverkeer betreft 'herhaald voorkomende trillingen gedurende lange tijd'.

Verder dient rekening met de 'situatie' te worden gehouden:

- een bestaande situatie (bestaande bron en bestaande ontvanger);
- een gewijzigde situatie (wijziging van een bestaande bron);
- een nieuwe situatie (nieuwe bron of een nieuwe ontvanger).

Voor nieuwe bewoners/gebruikers van een bestaand gebouw is sprake van een bestaande situatie. Een gewijzigde situatie is bijvoorbeeld de vervanging van het wegdek, een verhoging van de verkeersintensiteit of inzet van ander materieel (voertuigen). Een nieuwe situatie is bijvoorbeeld een nieuw aangelegde weg, een nieuw aangelegde verkeersdrempel of een nieuw gebouw in de nabijheid van een (bestaande) weg. Bij de voorgenomen aanleg van de nieuwe Verbindingsweg is sprake van een nieuwe situatie.

Voor het tijdstip van optreden van de trillingen worden drie perioden onderscheiden:

- dag 07.00 tot 19.00 uur;
- avond 19.00 tot 23.00 uur;
- nacht 23.00 tot 07.00 uur.

Op basis van bovengenoemde uitgangspunten zijn de in tabel 4 vermelde streefwaarden van toepassing.

Tabel 4 Streefwaarden trillingssterkte voor beoordeling aspect hinder

Pand	Dag en avond			Nacht		
	A1	A2	A3	A1	A2	A3
Matensestraat 59 Waalbandijk 52,53	0,1	0,4	0,05	0,1	0,2	0,05
Waalbandijk 48	0,15	0,6	0,07	0,15	0,6	0,07

De streefwaarden hebben de volgende betekenis:

- A1 : onderste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$ (dimensieloos)
- A2 : bovenste streefwaarde voor de trillingssterkte $V_{\max}$ (dimensieloos)
- A3 : streefwaarde voor de trillingssterkte V_{per} (dimensieloos)

De streefwaarden zijn dimensieloos omdat er een wegingsfactor wordt toegepast die de frequentie afhankelijkheid van de menselijke gewaarwording van trillingen in rekening brengt.

Trillingen in gebouwen worden als toelaatbaar beschouwd indien is voldaan aan één van de onderstaande voorwaarden:

- $V_{\max}$ dient kleiner te zijn dan A1;
- $V_{\max}$ dient kleiner te zijn dan A2 én V_{per} dient kleiner te zijn dan A3.

De waarde van V_{per} moet alleen worden bepaald voor de betreffende beoordelingsperiode (dag/avond/nacht) in het geval de A1-waarde wordt overschreden maar niet de A2-waarde. Bij de berekening van de V_{per} waarde telt het aantal voertuigen dat passeert mee. Als $V_{\max}$ groter is dan A2 hoeft V_{per} niet meer te worden bepaald omdat al niet meer aan de voorwaarden wordt voldaan. In dat geval levert namelijk de passage van één individueel voertuig al overschrijding op.

5 Resultaat prognoseberekeringen

5.1 Algemeen

De berekeningen met het programma Vibra Prediction versie 2.01C zijn uitgevoerd op basis van de in hoofdstuk 3 beschreven uitgangspunten. In bijlage 3 zijn de berekeningsuitkomsten opgenomen. Voor deze uitkomsten geldt een overschrijdingskans van 5%. Navolgend zijn van de beoordeelde panden de belangrijkste berekeningsuitkomsten gegeven en het resultaat van de toetsing aan de SBR criteria.

5.2 Pand Matensestraat 59

5.2.1 Aspect schade (SBR deel A)

In §3.3 is aangegeven dat weliswaar een GOW 80 snelheidsregiem geldt, maar ten aanzien van de rijsnelheden nabij het pand Matensestraat 59 vrachtwagens maximaal 30 km/h zullen rijden om de rotonde te kunnen passeren. In tabel 5 zijn de hoogst te verwachten trillingssterkten vermeld tot 30 km/h, en volledigheidshalve ook de te verwachten trillingssterkten op het snelheidstraject van 30 tot 80 km/h in het geval er toch sneller zou worden gereden.

De uitkomsten in tabel 5 voor de begane grond moeten worden getoetst aan de rekenwaarde van de grenswaarde (V_r) voor de begane grond volgens tabel 3. Het pand is ingedeeld in gebouwcategorie 2, de dominante frequentie ligt onder 10 Hz (zie bijlage 3) en de grenswaarde van 3,3 mm/s is daarom van toepassing. De verwachte hoogste trillingssterkten liggen zeer ruim onder deze grenswaarde, zowel tot 30 km/h als bij hogere snelheden.

Voor onderdelen / hoogste verdieping bedraagt de rekenwaarde van de grenswaarde 10,0 mm/s (zie tabel 3) en de verwachte hoogste trillingssterkten liggen ook zeer ruim onder deze grenswaarde, zowel tot 30 km/h als bij hogere snelheden.

Voor de toetsing op zetting (trillingsgevoelige fundering) bedraagt de grenswaarde 15,9 mm/s (zie tabel 3), en de verwachte trillingssterkten liggen ook zeer ruim onder deze grenswaarde.

Geconcludeerd wordt dat de toetsing aan de grenswaarden uitwijst dat de kans op schade door verkeerstrillingen aanvaardbaar klein is, zelfs als er sneller wordt gereden dan de aangenomen snelheid van 30 km/h.

Tabel 5 Hoogste trillingssterkten aspect schade

Type voertuig	Hoogste trillingssterkten (V_{max}) in mm/s			
	Beganegron		Onderdelen / hoogste verdieping	
	tot 30 km/h	30 - 80 km/h	tot 30 km/h	30 - 80 km/h
2-assige vrw, 13t	0,1	0,1	0,2	0,3
2-assige vrw, 20t	0,1	0,1	0,2	0,3
3-assige vrw, 30t	0,1	0,1	0,3	0,5
Vrachtauto '79, 40t	0,1	0,2	0,5	1,1
Luchtgeveerde bus, SB 200	0,1	0,2	0,2	0,5
Bladgeveerde bus, MB 200	0,1	0,1	0,2	0,4

5.2.2 Aspect hinder (SBR deel B)

In tabel 6 zijn de hoogst verwachte trillingssterkten voor het aspect hinder samengevat.

Tabel 6 Hoogste trillingssterkten aspect hinder

Type voertuig	Hoogste trillingssterkten $V_{eff,max}$ [-]	
	tot 30 km/h	30 - 80 km/h
2-assige vrw, 13t	0,024	0,032
2-assige vrw, 20t	0,023	0,031
3-assige vrw, 30t	0,022	0,028
Vrachtauto '79, 40t	0,043	0,081
Luchtgeveerde bus, SB 200	0,044	0,091
Bladgeveerde bus, MB 200	0,035	0,047

De berekeningsuitkomsten dienen aan de streefwaarden volgens tabel 4 te worden getoetst, waarbij geldt:

- $< A1$ ($= 0,1$) : geen hinder;
- $> A2$ ($= 0,4$ voor dag/avond en $0,2$ voor nacht): hinder, reeds bij één passage;
- tussen $A1$ en $A2$: hinder als $A3$ ($= 0,05$) wordt overschreden, wat afhankelijk is van het aantal passages in een gegeven periode (dag/avond/nacht).

De toetsing wijst uit dat voor rijsnelheden tot 30 km/h, en zelfs bij hogere snelheden, de laagste streefwaarde ($A1$) niet wordt overschreden. Het aantal vrachtwagenbewegingen in de dag-, avond- en nachtperiode is daarom ongelimiteerd. Er wordt geen hinder voor de bewoners van het pand verwacht.

5.3 Pand Waalbandijk 52,53

5.3.1 Aspect schade (SBR deel A)

In § 3.3 is aangegeven dat weliswaar op de nieuwe Verbindingsweg een ETW60 snelheidsregiem geldt, maar ten aanzien van de rijsnelheden nabij het pand Waalbandijk 52,53 de vracht-

wagens maximaal 30 km/h zullen rijden in verband met de nadering van de kruising met de Waalbandijk. In tabel 7 zijn de hoogst te verwachten trillingssterkten vermeld tot 30 km/h, en volledigheidshalve ook de te verwachten trillingssterkten op het snelheidstraject van 30 tot 60 km/h in het geval er toch sneller zou worden gereden.

De uitkomsten in tabel 7 voor de begane grond moeten worden getoetst aan de rekenwaarde van de grenswaarde (V_r) voor de begane grond volgens tabel 3. Het pand is ingedeeld in gebouwcategorie 3, de dominante frequentie ligt onder 10 Hz (zie bijlage 3) en de grenswaarde van 2,0 mm/s is daarom van toepassing. De verwachte hoogste trillingssterkten liggen ruim onder deze grenswaarde, zowel tot 30 km/h als bij hogere snelheden.

Voor onderdelen / hoogste verdieping bedraagt de rekenwaarde van de grenswaarde 5,3 mm/s (zie tabel 3) en de verwachte hoogste trillingssterkten liggen ook ruim onder deze grenswaarde, zowel tot 30 km/h als als bij hogere snelheden.

Voor de toetsing op zetting (trillingsgevoelige fundering) bedraagt de grenswaarde 15,9 mm/s (zie tabel 3), en de verwachte trillingssterkten liggen zeer ruim onder deze grenswaarde.

Geconcludeerd wordt dat de toetsing aan de grenswaarden uitwijst dat de kans op schade door verkeerstrillingen aanvaardbaar klein is.

Tabel 7 Hoogste trillingssterkten aspect schade

Type voertuig	Hoogste trillingssterkten (V_{max}) in mm/s			
	Begane grond		Onderdelen / hoogste verdieping	
	tot 30 km/h	30 - 60 km/h	tot 30 km/h	30 - 60 km/h
2-assige vrw, 13t	0,1	0,1	0,3	0,3
2-assige vrw, 20t	0,1	0,1	0,3	0,3
3-assige vrw, 30t	0,1	0,1	0,4	0,5
Vrachtauto '79, 40t	0,1	0,3	0,8	1,1
Luchtgeveerde bus, SB 200	0,2	0,2	0,3	0,5
Bladgeveerde bus, MB 200	0,1	0,1	0,3	0,4

5.3.2 Aspect hinder (SBR deel B)

In tabel 8 zijn de hoogst verwachte trillingssterkten voor het aspect hinder samengevat.

Tabel 8 Hoogste trillingssterkten aspect hinder

Type voertuig	Hoogste trillingssterkten $V_{\text{eff,max}}$ [-]	
	tot 30 km/h	30 - 60 km/h
2-assige vrw, 13t	0,029	0,031
2-assige vrw, 20t	0,027	0,032
3-assige vrw, 30t	0,026	0,038
Vrachtauto '79, 40t	0,052	0,091
Luchtgeveerde bus, SB 200	0,052	0,057
Bladgeveerde bus, MB 200	0,041	0,039

De berekeningsuitkomsten dienen aan de streefwaarden volgens tabel 4 te worden getoetst, waarbij geldt:

- $< A1$ ($= 0,1$) : geen hinder;
- $> A2$ ($= 0,4$ voor dag/avond en $0,2$ voor nacht): hinder, reeds bij één passage;
- tussen $A1$ en $A2$: hinder als $A3$ ($= 0,05$) wordt overschreden, wat afhankelijk is van het aantal passages in een gegeven periode (dag/avond/nacht).

De toetsing wijst uit dat voor rijsnelheden tot 30 km/h, en zelfs bij hogere snelheden, de laagste streefwaarde ($A1$) niet wordt overschreden. Het aantal vrachtwagenbewegingen in de dag-, avond- en nachtperiode is daarom ongelimiteerd. Er wordt geen hinder voor de bewoners van het pand verwacht.

5.3.3 Trillingsgevolgen door verkeer op de Waalbandijk

Tussen de aansluiting van de nieuwe Verbindingsweg op de Waalbandijk en de afslag naar de Waalwaard passeert het verkeer op de dijk het pand aan de Waalbandijk nummer 52,53 (wegvak 10 in tabel 1). Dit verkeer zal hoofdzakelijk bestaan uit vrachtwagens van De Beijer BV. In het Trillingsonderzoek Waalbandijk in Dodewaard [5] is geconcludeerd dat bij rijsnelheden tot 60 km/h de grenswaarden voor schade (SBR deel A) niet worden overschreden. Voor het aspect hinder wordt tot 30 km/h de laagste streefwaarden ($A1$) niet overschreden. Wel is overschrijding vastgesteld bij hogere rijsnelheden. Geadviseerd is daarom om op dit wegvak de maximumsnelheid te begrenzen op 30 km/h. In tabel 9 is het verwachte aantal zware voertuigen vermeld dat in deze prognose is bepaald (zie tabel 1) en het aantal dat in het trillingsonderzoek [5] is aangehouden. In de dagperiode zijn deze aantallen gelijk te noemen. In de avond- en nachtperiode worden nu meer passages verwacht. De hoogst gemeten trillingssterkte in het trillingsonderzoek bedroeg 0,08 bij rijsnelheden tot 30 km/h, en deze waarde ligt onder de laagste streefwaarde ($A1 = 0,1$). Trillingssterkten onder deze streefwaarde introduceren geen trillingshinder. Bij de maximumsnelheid van 30 km/h wordt daarom ook in de avond- en nachtperiode geen hinder verwacht, ook al rijden er wat meer vrachtwagens.

Tabel 9 Verwachte aantal passages

Verkeersintensiteit (zware voertuigen)	Dagperiode (07:00 – 19:00)	Avondperiode (19:00 – 23:00)	Nachtperiode (23:00 – 07:00)
Volgens tabel 1 in dit rapport	411	25	20
Gehanteerd in trillingsonderzoek [5]	406	1	12

5.4 Pand Waalbandijk 48

5.4.1 Aspect schade (SBR deel A)

In § 3.3 is aangegeven dat weliswaar een ETW60 snelheidsregiem geldt, maar ten aanzien van de rijsnelheden nabij het pand Waalbandijk 48 de vrachtwagens maximaal 30 km/h zullen rijden in verband met de nadering van de kruising met de Waalbandijk. In tabel 10 zijn de hoogst te verwachten trillingssterkten vermeld tot 30 km/h, en volledigheidshalve ook de te verwachten trillingssterkten op het snelheidstraject van 30 tot 60 km/h in het geval er toch sneller zou worden gereden.

Het pand heeft geen verdieping. De uitkomsten in tabel 10 moeten worden getoetst aan de rekenwaarde van de grenswaarde (V_r) voor de begane grond volgens tabel 3. Het pand is ingedeeld in gebouwcategorie 2 of 3, de dominante frequentie ligt onder 10 Hz (zie bijlage 3). Voor gebouwcategorie 3 geldt de (strengste) grenswaarde: 2,0 mm/s. De verwachte hoogste trillingssterkten liggen ruim onder deze grenswaarde, zowel tot 30 km/h als bij hogere snelheden.

Voor onderdelen bedraagt de rekenwaarde van de grenswaarde 5,3 mm/s (zie tabel 3) en de verwachte hoogste trillingssterkten liggen ook ruim onder deze grenswaarde, zowel tot 30 km/h als bij hogere snelheden.

Voor de toetsing op zetting (trillingsgevoelige fundering) bedraagt de grenswaarde 15,9 mm/s (zie tabel 3). De verwachte trillingssterkten liggen zeer ruim onder deze grenswaarde.

Geconcludeerd wordt dat de toetsing aan de grenswaarden uitwijst dat de kans op schade door verkeerstrillingen aanvaardbaar klein is, zelfs als er ter hoogte van het pand (dat wat verder van de kruising ligt dan het pand Waalbandijk 52,53) sneller wordt gereden dan 30 km/h.

Tabel 10 Hoogste trillingssterkten aspect schade

Type voertuig	Hoogste trillingssterkten (V_{max}) in mm/s			
	Begane grond		Onderdelen	
	tot 30 km/h	30 - 60 km/h	tot 30 km/h	30 - 60 km/h
2-assige vrw, 13t	0,1	0,1	0,4	0,5
2-assige vrw, 20t	0,1	0,1	0,4	0,5
3-assige vrw, 30t	0,1	0,1	0,6	0,7
Vrachtauto '79, 40t	0,2	0,3	1,0	1,6
Luchtgeveerde bus, SB 200	0,2	0,2	0,4	0,7
Bladgeveerde bus, MB 200	0,1	0,1	0,3	0,6

5.4.2 Aspect hinder (SBR deel B)

In tabel 11 zijn de hoogst verwachte trillingssterkten voor het aspect hinder samengevat.

Tabel 11 Hoogste trillingssterkten aspect hinder

Type voertuig	Hoogste trillingssterkten $V_{eff,max}$ [-]	
	tot 30 km/h	30 - 60 km/h
2-assige vrw, 13t	0,029	0,028
2-assige vrw, 20t	0,026	0,027
3-assige vrw, 30t	0,033	0,052
Vrachtauto '79, 40t	0,078	0,125
Luchtgeveerde bus, SB 200	0,051	0,075
Bladgeveerde bus, MB 200	0,043	0,056

De berekeningsuitkomsten dienen aan de streefwaarden volgens tabel 4 te worden getoetst, waarbij geldt:

- $< A1$ (= 0,15) : geen hinder;
- $> A2$ (= 0,6 voor dag/avond en nacht): hinder, reeds bij één passage;
- tussen $A1$ en $A2$: hinder als $A3$ (= 0,07) wordt overschreden, wat afhankelijk is van het aantal passages in een gegeven periode (dag/avond/nacht).

De toetsing wijst uit dat voor rijsnelheden tot 30 km/h, en zelfs bij hogere snelheden, de laagste streefwaarde ($A1$) niet wordt overschreden. Het pand is in gebruik als caravanstalling en het aspect hinder voor personen is daarom niet direct relevant. Echter, zelfs als er personen in de stalling zouden verblijven, zullen deze geen hinder ervaren.

6 Samenvatting en conclusies

In verband met de beoogde vestiging van een nieuw bedrijf (De Beijer BV.) op de locatie van de voormalige steenfabriek in de Waalwaard is de aanleg van een nieuwe Verbindingsweg tussen de A15 en de Waalbandijk actueel. Het nieuwe bedrijf brengt echter veel vrachtverkeer (geschat wordt tot 400 vrachtwagenbewegingen per dag) met zich mee, met mogelijke gevolgen voor aanwonenden door verkeerstrillingen.

In opdracht van de Gemeente Neder-Betuwe heeft KOAC·NPC een prognose van de mogelijke trillingsgevolgen voor de panden Waalbandijk 52/53, Matensestraat 59 en Waalbandijk 48 uitgevoerd. De eerste twee panden betreffen woningen en het derde pand een caravanshuur. Deze panden zijn door de gemeente als kritisch aangemerkt ten aanzien van mogelijke trillingsoverlast bij realisatie van de nieuwe Verbindingsweg, omdat ze het dichtst bij de weg liggen.

Voor de trillingsprognose heeft KOAC·NPC het rekenprogramma Vibra Prediction (versie 2.01C) van TNO Bouw gebruikt. De uitkomsten zijn getoetst aan de criteria voor schade aan bouwwerken en hinder voor personen in gebouwen volgens de vigerende richtlijnen voor trillingen van de Stichting Bouwresearch (SBR).

Op basis van de uitgangspunten voor de prognoseberekeningen zijn de navolgende conclusies getrokken voor de trillingsgevolgen voor de panden Waalbandijk 52/53, Matensestraat 59 en Waalbandijk 48.

Aspect schade (SBR deel A)

De richtlijn SBR deel A stelt dat volgens de bestaande praktijkervaring een aanvaardbare kleine kans (kleiner dan 1%) bestaat dat schade aan bouwwerken en fundering zal optreden indien de *grenswaarden* voor schade niet worden overschreden.

Voor elk van de beoordeelde panden liggen de verwachte trillingssterkten ruim onder de van toepassing zijnde grenswaarden. De kans op schade wordt daarom aanvaardbaar klein geacht.

Aspect hinder (SBR deel B)

Omdat grenswaarden voor hinder niet scherp gedefinieerd kunnen worden, wordt in de richtlijn SBR deel B gesproken over *streefwaarden* voor trillingshinder. Als de trillingssterkte onder deze streefwaarden blijft, mag worden verwacht dat in de meeste situaties geen hinder zal optreden.

Voor elk van de beoordeelde panden liggen de verwachte trillingssterkten ruim onder de van toepassing zijnde streefwaarden en derhalve wordt voor de bewoners geen hinder verwacht.

Trillingsgevolgen voor andere panden

De prognose van de trillingsgevolgen is uitgevoerd voor een drietal panden die door de gemeente als kritisch zijn aangemerkt omdat ze het dichtst bij de weg liggen. De berekeningen hebben uitgewezen dat voor deze panden trillingssterkten worden verwacht die zeer ruim onder

de van toepassing zijnde criteria voor schade en hinder volgens de SBR-richtlijnen liggen. Op grond hiervan wordt verwacht dat - binnen de randvoorwaarden van de prognoseberekningen - voor vergelijkbare en minder kritische panden ook geen overschrijding van de SBR-criteria zal optreden.

7 Referenties

- [ref. 1] Schade aan gebouwen door trillingen, SBR-richtlijn *Deel A*, Stichting Bouwresearch, Rotterdam, 2002.
- [ref. 2] Hinder voor personen in gebouwen door trillingen, SBR-richtlijn *Deel B*, Stichting Bouwresearch, Rotterdam, 2002.
- [ref. 3] Prof. mr. J.M. van Dunné, Aansprakelijkheid naar burgerlijk recht voor schade veroorzaakt door trillingen, *Symposium Trillingen: Hinder, Schade en Aansprakelijkheid*, Erasmus Universiteit Rotterdam, 19 oktober 1999.
- [ref. 4A] Arcadis, Verbindingsweg Dodewaard tracéstudie, rapport 076390161:0.2-Definitief, B01043.200891.0101, 17 april 2012.
- [ref. 4B] Arcadis, Bestemmingsplan onderzoek verbindingsweg Dodewaard wegverkeerslawaaï en luchtkwaliteit, rapport 076385220.0.1-Definitief, 12 april 2012
- [ref. 5] KOAC·NPC, Resultaten trillingsonderzoek Waalbandijk Dodewaard, rapport e1103342101, 17 januari 2012.
- [ref. 6] Inpijn-Blokpoel Ingenieursbureau, Geotechnisch onderzoek nabij de Waalbandijk te Dodewaard, documentnummer 03P000839-RG-01, 17 april 2012.
- [ref. 7] DHV/Provincie Gelderland, MER wijziging bestemming Waalwaard, Bijlage 7, dossier BA5242, versie definitief, maart 2012.
- [ref. 8] Inventarisatieformulieren gebouwen ten behoeve van trillingsberekeningen, Matenestraat 59, Waalbandijk 48 en Waalbandijk 52,53; inventarisaties uitgevoerd door P. van Rooij op 25-04-2012 en 04-06-2012.
- [ref. 9] Arcadis, 3D-ontwerp Dodewaard situatie, B01043.200891.0120, tekeningnr. 01, versie E

Bijlage 1

Situering panden ten opzichte van nieuwe Verbindingsweg

(1 pagina exclusief voorblad)

Year	1997	1997	1997	1997
Artist	Various Artists	Various Artists	Various Artists	Various Artists
Label	Various Labels	Various Labels	Various Labels	Various Labels
Genre	Various Genres	Various Genres	Various Genres	Various Genres
Format	Various Formats	Various Formats	Various Formats	Various Formats
Price	Various Prices	Various Prices	Various Prices	Various Prices
Availability	Various Availability	Various Availability	Various Availability	Various Availability
Notes	Various Notes	Various Notes	Various Notes	Various Notes

Bijlage 2

Verkeersgegevens

(2 pagina's exclusief voorblad)

Verkeersgegevens

De verkeersgegevens (weekdaggemiddelde etmaalintensiteiten, voertuigverdelingen, verdelingen over de dag-, avond- en nachtperiode) voor het huidige peiljaar 2013 (1 jaar voor openstelling van de weg) en het toekomstige peiljaar 2024 (10 jaar na openstelling van de weg) zijn afgeleid van de berekende verkeersgegevens uit de Tracéstudie Verbindingsweg Dodewaard (april 2012).

De verkeersgegevens die gehanteerd zijn voor dit onderzoek zijn weergegeven in Tabel 4 en Tabel 5.

Tabel 4
Verkeersgegevens 2013

Weg(vak)	Etmaal intensiteit	Voertuigverdeling (%)			Verdeling over het etmaal (%)
		Dag*	Avond*	Nacht*	**
Waalbandijk (ten oosten van de aansluiting) (v: 50 km/h)	854	83,9	92,0	83,1	7,1
		11,2	5,7	13,5	2,6
		4,9	2,3	3,4	0,5
Waalbandijk (ten westen van de aansluiting) (v: 60 km/h)	664	92,5	96,5	92,1	7,1
		5,3	2,5	6,3	2,8
		2,3	1,0	1,6	0,5

* Lichte motorvoertuigen / Middelzware motorvoertuigen / Zware motorvoertuigen

** Dag / Avond / Nacht

Tabel 5
Verkeersgegevens 2024

Weg(vak)	Etmaal intensiteit	Voertuigverdeling (%)			Verdeling over het etmaal (%)
		Dag*	Avond*	Nacht*	**
Verbindingsweg (tussen de Kalkestraat en de Waalbandijk)	2.164	80,0	86,4	73,7	6,7
		17,6	11,9	24,0	3,4
		2,5	1,8	2,3	0,8
Verbindingsweg (tussen de Matensestraat en de Kalkestraat)	5.950	90,5	93,8	87,1	6,6
		8,3	5,4	11,8	3,5
		1,2	0,8	1,1	0,8
Waalbandijk (ten oosten van de aansluiting)	1.963	86,2	93,3	85,6	7,1
		9,6	4,8	11,5	2,7
		4,2	2,0	2,9	0,5
Waalbandijk (ten westen van de aansluiting)	2.266	79,1	89,4	78,2	7,2
		14,6	7,6	17,4	2,6
		6,4	3,1	4,4	0,5
Toegangsweg Waalwaard	378***	0,0	45,7	0,0	7,5
		68,6	38,6	80,0	1,4
		30,4	15,8	20,0	0,5

* Lichte motorvoertuigen / Middelzware motorvoertuigen / Zware motorvoertuigen

** Dag / Avond / Nacht

*** Uitgangspunt is 400 vrachtwagenbewegingen, doordat er een omrekeningslag van weekdaggemiddelde naar weekdaggemiddelde heeft plaatsgevonden is gerekend met een etmaalintensiteit van 378.

Project 120103801 Verkeersintensiteiten

Bron Arcadis, rapport Bestemmingsplan onderzoek verbindingsweg Dodewaard wegverkeerslawaaï en luchtkwaliteit (tabel 5)

Opmerking De verdeling over het etmaal betreft de uurintensiteit

	Etmaal	Dag	Avond	Nacht	Verdeling	
	intensiteit	1)	1)	1)	over het etmaal	
	Aantal				2)	
Verbindingsweg		80,0	86,4	73,7	6,7	%
(tussen de Kalkestraat	2164	17,6	11,9	24,0	3,4	%
en de Waalbandijk)		2,5	1,8	2,3	0,8	%
Lichte MVT		1392	254	102	1748	aantal
Middelzwaar MVT		306	35	33	374	aantal
Zwaar MVT		43	5	3	52	aantal
		350	40	36	426	VA totaal

	Etmaal	Dag	Avond	Nacht	Verdeling	
	intensiteit	1)	1)	1)	over het etmaal	
	Aantal				2)	
Verbindingsweg		90,5	93,8	87,1	6,6	%
(tussen de Matensestr.	5950	8,3	5,4	11,8	3,5	%
en de Kalkestraat)		1,2	0,8	1,1	0,8	%
Lichte MVT		4265	781	332	5378	aantal
Middelzwaar MVT		391	45	45	481	aantal
Zwaar MVT		57	7	4	67	aantal
		448	52	49	548	VA totaal

	Etmaal	Dag	Avond	Nacht	Verdeling	
	intensiteit	1)	1)	1)	over het etmaal	
	Aantal				2)	
Waalbandijk		86,2	93,3	85,6	7,1	%
(ten oosten van	1963	9,6	4,8	11,5	2,7	%
de aansluiting)		4,2	2,0	2,9	0,5	%
Lichte MVT		1442	198	67	1707	aantal
Middelzwaar MVT		161	10	9	180	aantal
Zwaar MVT		70	4	2	77	aantal
		231	14	11	257	VA totaal

	Etmaal	Dag	Avond	Nacht	Verdeling	
	intensiteit	1)	1)	1)	over het etmaal	
	Aantal				2)	
Waalbandijk		79,1	89,4	78,2	7,2	%
(ten westen van	2266	14,6	7,6	17,4	2,6	%
de aansluiting)		6,4	3,1	4,4	0,5	%
Lichte MVT		1549	211	71	1830	aantal
Middelzwaar MVT		286	18	16	320	aantal
Zwaar MVT		125	7	4	137	aantal
		411	25	20	456	VA totaal

	Etmaal	Dag	Avond	Nacht	Verdeling	
	intensiteit	1)	1)	1)	over het etmaal	
	Aantal				2)	
Toegangsweg		0,0	45,7	0,0	7,5	%
Waalwaard	378	68,6	38,6	80,0	1,4	%
		30,4	15,8	20,0	0,5	%
Lichte MVT		0	10	0	10	aantal
Middelzwaar MVT		233	8	12	254	aantal
Zwaar MVT		103	3	3	110	aantal
		337	12	15	363	VA totaal

- 1) Lichte motorvoertuigen / Middelzware motorvoertuigen / Zware motorvoertuigen
2) Dag / Avond / Nacht

Opmerking
De richtingen oost en west zijn zeer waarschijnlijk verwisseld in het rapport van Arcadis
Ten oosten is richting Waalwaard en daar rijden alle (400) vrachtwagens van De Beijer
Het aantal VA kan daarom niet 257 zijn. Het aantal voor ten westen (456)
lijkt waarschijnlijker.

Bijlage 3

Uitkomsten prognoseberekeningen

(10 pagina exclusief voorblad)

Matensestraat 59 Dodewaard

Rekenprogramma	Vibra Prediction versie 2.01C (TNO Bouw)
----------------	--

Bouwkundige gegevens pand

Afstand tot de nieuwe Verbindingsweg (m)	31
Type fundatie	op staal
Type vloeren	hout
Gebouwdiepte (m)	10
Vloeroverspanning (m)	6
Fundering trillingsgevoelig	ja
Stijfheid gebouw	hoog
Gebouwcategorie	2

Overige keuzes in Vibra Prediction

Overschrijdingskans bij predictie	5%
Standaardbodempromiel	Tiel
Dikte fundering (m)	0,5
Wegvlakheid	Vlakheid goed (IRI = 2,4 mm/m), eigen promiel
Bestaande of nieuwe situatie	nieuw

Predictie uitkomsten aspect schade

Voertuig met rijksnelheid 10 km/h	F _{dom} [Hz]	Trillingssterkte V _{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	6	0,0	0,0	0,0	0,0
2-assige vrw. 20t	6	0,0	0,0	0,0	0,0
3-assige vrw. 30t	6	0,0	0,0	0,0	0,0
Vrachtauto '79	8	0,0	0,1	0,0	0,1
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,0	0,1	0,0	0,1
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,0	0,0	0,0	0,1

Voertuig met rijksnelheid 20 km/h	F _{dom} [Hz]	Trillingssterkte V _{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	8	0,0	0,0	0,0	0,1
2-assige vrw. 20t	8	0,0	0,0	0,0	0,1
3-assige vrw. 30t	6	0,0	0,0	0,0	0,2
Vrachtauto '79	9	0,1	0,1	0,1	0,5
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,0	0,1	0,0	0,2
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,0	0,1	0,0	0,2

Voertuig met rij snelheid 30 km/h		Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
	F_{dom} [Hz]	Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	6	0,0	0,1	0,0	0,2
2-assige vrw. 20t	7	0,0	0,1	0,0	0,2
3-assige vrw. 30t	6	0,0	0,1	0,0	0,3
Vrachtauto '79	8	0,1	0,1	0,1	0,5
Luchtgeveerde bus SB 200	6	0,1	0,1	0,1	0,2
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,0	0,1	0,0	0,2

Voertuig met rij snelheid 40 km/h		Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
	F_{dom} [Hz]	Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	7	0,0	0,0	0,0	0,1
2-assige vrw. 20t	7	0,0	0,0	0,0	0,1
3-assige vrw. 30t	7	0,0	0,1	0,0	0,1
Vrachtauto '79	9	0,1	0,1	0,1	0,3
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,2
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,0	0,1	0,0	0,2

Voertuig met rij snelheid 50 km/h		Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
	F_{dom} [Hz]	Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	3	0,0	0,0	0,0	0,2
2-assige vrw. 20t	7	0,0	0,0	0,0	0,2
3-assige vrw. 30t	2	0,0	0,1	0,0	0,3
Vrachtauto '79	8	0,1	0,2	0,1	0,5
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,2	0,1	0,3
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,0	0,1	0,0	0,3

Voertuig met rijksnelheid 60 km/h		Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
	F_{dom} [Hz]	Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	4	0,0	0,1	0,0	0,1
2-assige vrw. 20t	4	0,0	0,1	0,0	0,1
3-assige vrw. 30t	2	0,1	0,1	0,1	0,3
Vrachtauto '79	8	0,1	0,2	0,1	0,8
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,3
Bladgeveerde bus MB 200	5	0,1	0,1	0,1	0,3

Voertuig met rijksnelheid 70 km/h		Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
	F_{dom} [Hz]	Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	5	0,0	0,1	0,0	0,3
2-assige vrw. 20t	5	0,0	0,0	0,0	0,3
3-assige vrw. 30t	3	0,1	0,1	0,1	0,5
Vrachtauto '79	8	0,1	0,2	0,1	1,1
Luchtgeveerde bus SB 200	6	0,1	0,2	0,1	0,5
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,4

Voertuig met rijksnelheid 80 km/h		Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
	F_{dom} [Hz]	Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	7	0,0	0,1	0,0	0,3
2-assige vrw. 20t	7	0,0	0,1	0,0	0,3
3-assige vrw. 30t	3	0,1	0,1	0,1	0,4
Vrachtauto '79	8	0,1	0,2	0,1	0,9
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,2	0,1	0,5
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,4

Predictie uitkomsten aspect hinder

	V_{eff, max} [-]							
Rijsnelheid [km/h]	10	20	30	40	50	60	70	80
Voertuig								
2-assige vrw. 13t	0,009	0,013	0,024	0,026	0,014	0,017	0,026	0,032
2-assige vrw. 20t	0,009	0,013	0,023	0,027	0,020	0,015	0,024	0,031
3-assige vrw. 30t	0,011	0,014	0,022	0,032	0,013	0,019	0,028	0,022
Vrachtauto '79	0,022	0,038	0,043	0,064	0,077	0,074	0,081	0,079
Luchtgeveerde bus SB 200	0,025	0,032	0,044	0,040	0,048	0,051	0,053	0,091
Bladgeveerde bus MB 200	0,015	0,021	0,035	0,033	0,030	0,031	0,042	0,047

Waalbandijk 48 Dodewaard

Rekenprogramma	Vibra Prediction versie 2.01C (TNO Bouw)
----------------	--

Bouwkundige gegevens pand

Afstand tot de nieuwe Verbindingsweg (m)	17
Type fundatie	op staal
Type vloeren	beton
Gebouwdiepte (m)	43
Vloeroverspanning (m)	14
Fundering trillingsgevoelig	ja
Stijfheid gebouw	hoog
Gebouwcategorie	2, 3

Overige keuzes in Vibra Prediction

Overschrijdingskans bij predictie	5%
Standaardbodempromiel	Tiel
Dikte fundering (m)	0,5
Wegvlakheid	Vlakheid goed (IRI = 2,4 mm/m), eigen promiel
Bestaande of nieuwe situatie	nieuw

Predictie uitkomsten aspect schade

Voertuig met rijksnelheid 10 km/h	F _{dom} [Hz]	Trillingssterkte V _{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	6	0,0	0,0	0,0	0,1
2-assige vrw. 20t	6	0,0	0,0	0,0	0,1
3-assige vrw. 30t	6	0,0	0,0	0,0	0,1
Vrachtauto '79	9	0,1	0,1	0,1	0,2
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,0	0,1	0,0	0,1
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,0	0,1	0,0	0,1

Voertuig met rijksnelheid 20 km/h	F _{dom} [Hz]	Trillingssterkte V _{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	7	0,0	0,1	0,0	0,2
2-assige vrw. 20t	8	0,0	0,1	0,0	0,3
3-assige vrw. 30t	8	0,0	0,1	0,0	0,3
Vrachtauto '79	10	0,1	0,1	0,1	1,0
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,4
Bladgeveerde bus MB 200	6	0,0	0,1	0,0	0,3

Voertuig met rijksnelheid 30 km/h	F_{dom} [Hz]	Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	8	0,0	0,1	0,0	0,4
2-assige vrw. 20t	8	0,0	0,1	0,0	0,4
3-assige vrw. 30t	8	0,1	0,1	0,1	0,6
Vrachtauto '79	9	0,1	0,2	0,1	1,0
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,2	0,1	0,3
Bladgeveerde bus MB 200	8	0,1	0,1	0,1	0,3

Voertuig met rijksnelheid 40 km/h	F_{dom} [Hz]	Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	2	0,0	0,1	0,0	0,3
2-assige vrw. 20t	7	0,0	0,1	0,0	0,3
3-assige vrw. 30t	6	0,1	0,1	0,1	0,2
Vrachtauto '79	9	0,1	0,2	0,1	0,7
Luchtgeveerde bus SB 200	8	0,1	0,2	0,1	0,4
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,4

Voertuig met rijksnelheid 50 km/h	F_{dom} [Hz]	Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	9	0,0	0,1	0,0	0,5
2-assige vrw. 20t	9	0,0	0,1	0,0	0,5
3-assige vrw. 30t	8	0,1	0,1	0,1	0,7
Vrachtauto '79	9	0,2	0,3	0,2	0,9
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,2	0,1	0,6
Bladgeveerde bus MB 200	6	0,1	0,1	0,1	0,5

Voertuig met rijksnelheid 60 km/h		Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
	F_{dom} [Hz]	Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	4	0,1	0,1	0,1	0,3
2-assige vrw. 20t	4	0,0	0,1	0,0	0,3
3-assige vrw. 30t	3	0,1	0,1	0,1	0,5
Vrachtauto '79	8	0,2	0,3	0,2	1,6
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,2	0,1	0,7
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,6

Predictie uitkomsten aspect hinder

	$V_{eff, max}$ [-]					
Rijsnelheid [km/h]	10	20	30	40	50	60
Voertuig						
2-assige vrw. 13t	0,009	0,019	0,029	0,012	0,028	0,022
2-assige vrw. 20t	0,009	0,020	0,026	0,021	0,027	0,021
3-assige vrw. 30t	0,011	0,020	0,033	0,035	0,052	0,040
Vrachtauto '79	0,040	0,072	0,078	0,077	0,125	0,122
Luchtgeveerde bus SB 200	0,027	0,038	0,051	0,042	0,057	0,075
Bladgeveerde bus MB 200	0,015	0,027	0,043	0,034	0,038	0,056

Waalbandijk 52,53 Dodewaard

Rekenprogramma	Vibra Prediction versie 2.01C (TNO Bouw)
----------------	--

Bouwkundige gegevens pand

Afstand tot de nieuwe Verbindingsweg (m)	29
Type fundatie	op staal
Type vloeren	Licht beton
Gebouwdiepte (m)	7
Vloeroverspanning (m)	5
Fundering trillingsgevoelig	ja
Stijfheid gebouw	laag
Gebouwcategorie	3

Overige keuzes in Vibra Prediction

Overschrijdingskans bij predictie	5%
Standaardbodempromiel	Tiel
Wegvlakheid	Vlakheid goed (IRI = 2,4 mm/m), eigen profiel
Dikte fundering (m)	0,5
Bestaande of nieuwe situatie	nieuw

Predictie uitkomsten aspect schade

Voertuig met rijksnelheid 10 km/h	F _{dom} [Hz]	Trillingssterkte V _{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	6	0,0	0,0	0,0	0,0
2-assige vrw. 20t	6	0,0	0,0	0,0	0,1
3-assige vrw. 30t	5	0,0	0,0	0,0	0,1
Vrachtauto '79	8	0,0	0,1	0,0	0,2
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,1
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,0	0,0	0,0	0,1

Voertuig met rijksnelheid 20 km/h	F _{dom} [Hz]	Trillingssterkte V _{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	8	0,0	0,1	0,0	0,2
2-assige vrw. 20t	8	0,0	0,1	0,0	0,2
3-assige vrw. 30t	6	0,0	0,1	0,0	0,2
Vrachtauto '79	9	0,1	0,1	0,1	0,8
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,3
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,0	0,1	0,0	0,3

Voertuig met rijksnelheid 30 km/h	F_{dom} [Hz]	Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	6	0,1	0,1	0,1	0,3
2-assige vrw. 20t	7	0,0	0,1	0,0	0,3
3-assige vrw. 30t	6	0,0	0,1	0,0	0,4
Vrachtauto '79	8	0,0	0,1	0,1	0,8
Luchtgeveerde bus SB 200	6	0,1	0,2	0,1	0,3
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,3

Voertuig met rijksnelheid 40 km/h	F_{dom} [Hz]	Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	7	0,1	0,1	0,1	0,2
2-assige vrw. 20t	7	0,1	0,1	0,1	0,2
3-assige vrw. 30t	7	0,1	0,1	0,1	0,1
Vrachtauto '79	9	0,1	0,2	0,1	0,5
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,3
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,2

Voertuig met rijksnelheid 50 km/h	F_{dom} [Hz]	Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
		Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	3	0,0	0,1	0,0	0,3
2-assige vrw. 20t	7	0,0	0,1	0,0	0,3
3-assige vrw. 30t	7	0,1	0,1	0,1	0,5
Vrachtauto '79	8	0,1	0,3	0,1	0,7
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,2	0,1	0,5
Bladgeveerde bus MB 200	7	0,1	0,1	0,1	0,4

Voertuig met rijksnelheid 60 km/h		Trillingssterkte V_{top} [mm/s]			
		Vast punt		Fundering zetting	Onderdelen pand
	F_{dom} [Hz]	Verticaal	Horizontaal		
2-assige vrw. 13t	4	0,0	0,1	0,0	0,2
2-assige vrw. 20t	4	0,0	0,1	0,0	0,2
3-assige vrw. 30t	2	0,1	0,1	0,1	0,4
Vrachtauto '79	8	0,1	0,2	0,1	1,1
Luchtgeveerde bus SB 200	7	0,1	0,2	0,1	0,5
Bladgeveerde bus MB 200	5	0,1	0,1	0,1	0,4

Predictie uitkomsten aspect hinder

	$V_{eff, max}$ [-]					
Rijsnelheid [km/h]	10	20	30	40	50	60
Voertuig						
2-assige vrw. 13t	0,011	0,016	0,029	0,031	0,017	0,020
2-assige vrw. 20t	0,011	0,016	0,027	0,032	0,024	0,018
3-assige vrw. 30t	0,013	0,016	0,026	0,038	0,016	0,023
Vrachtauto '79	0,026	0,046	0,052	0,076	0,091	0,088
Luchtgeveerde bus SB 200	0,030	0,038	0,052	0,047	0,057	0,060
Bladgeveerde bus MB 200	0,018	0,025	0,041	0,039	0,036	0,037