



VERMEER
groep

Trillingsrapport

VEP24.675 Onderzoek Verkeerstrillingen Koningstraat-Elft - Hippolytushoef

Opdrachtgever

Gemeente Hollandse Kroon
t.a.v. dhr. R. Metzelaar
Burgemeester Mijnliefstraat 1
1761 BK Anna Paulowna

Opsteller

Vermeer Expertise BV
Ing. Erik L.A.W. Goris
Bemmelseweg 57
6662 PE Elst

Voor u ligt een eindrapportage met betrekking tot uitgevoerde trillingsmonitoring welke wij op basis van onze kennis, ervaring en deskundigheid hebben uitgevoerd/opgesteld in het kader van risicobeheersing.

In deze rapportage zult u alle relevante feiten en omstandigheden met betrekking tot de monitoring en de resultaten van het project vinden. Wij hopen u hiermee naar behoren te kunnen informeren en duidelijkheid te verschaffen in de metingen en achterliggende gemaakte keuzes.

Mocht u naar aanleiding van dit rapport nog verdere vragen hebben of een toelichting wensen, zijn wij hiervoor bereikbaar via de contact gegevens onderaan de pagina.



Ing. Erik L.A.W. Goris
Directeur Vermeer Expertise B.V.

22 januari 2025



VOORWOORD	2
INHOUDSOPGAVE	3
1. INLEIDING	4-5
1.1 NAW-gegevens	4
1.2 Versie	4
1.3 Achtergrondinformatie	4
1.4 Meetperiode en meetlocatie(s)	4-5
2. MONITORING TRILLINGEN	6-12
2.1 SBR Richtlijn	6
2.2 Gebouw categorie	6-7
2.3 Soort trillingen	8
2.4 Soort metingen	9-10
2.5 Grens- en signaalwaarde	11
2.6 Meetsystemen	12
3. MEETRESULTATEN	13-17
3.1 Meetpunt I	13
3.2 Meetpunt II	14
3.3 Meetpunt III	15
3.4 Meetpunt IV	16
3.5 Meetpunt V	17
4. Conclusie	18
Bijlage	19
Bijlage I: SBR-A Richtlijn	19-20
Bijlage II: Checklist Bouwkundige Staat	21-22
Bijlage III: Kalibratierapport	23
Bijlage IV: Productspecificaties	24
Bijlage V: Schema bepaling grenswaarde	25



1. Inleiding

1.1 NAW-gegevens:

Opdrachtgever:	Opsteller trillingsrapport:
Gemeente Hollandse Kroon	Vermeer Expertise B.V
Burgemeester Mijnlieffstraat 1	Bemmelseweg 57
1761 BK Anna Paulowna	6662 PE Elst (Gld)
[Referentie]	VEP24.675

1.2 Versie:

Versie	Datum	Opsteller	Second-opinion
Conceptrapport	22 januari 2025	Dhr. M. Autsema	Dhr. G. Baggerman
Eindrapport	22 januari 2025	Dhr. M. Autsema	Dhr. G. Baggerman

1.3 Achtergrondinformatie:

In opdracht van de Gemeente Hollandse Kroon wij een trillingsmonitoring uitgevoerd ten behoeve van het monitoren van trillingen door het verkeer in de Koningstraat-Elft te Hippolytushoef. Deze monitoring is gericht op het verkrijgen van een inzichtelijk beeld van de eventuele vrijkomende trillingen door het verkeer voor de omgeving. De meting en deze rapportage zijn uitgevoerd en opgesteld conform de SBR Richtlijn.

1.4 Meetperiode en meetlocatie(s):

De metingen zijn verricht in de periode van 4 november 2024 t/m 30 november 2024. Onderstaande meetpunten zijn in deze periode gemonitord.

Meetpunt I:



Straatnaam: Koningstraat
Huisnummer: 1
Postcode: 1777 AA
Woonplaats: Hippolytushoef
Type object: Bedrijfspand
Staat: Cat II (goede staat)
Status: Normaal/niet trillingsgevoelig
Afstand: +/- 5 meter
Meetsysteem: Omnidot LUGEQE

Meetpunt II:

Straatnaam: Koningstraat
Huisnummer: 41
Postcode: 1777 AA
Woonplaats: Hippolytushoef
Type object: Vrijstaande woning
Staat: Cat II (goede staat)
Status: Normaal/niet trillingsgevoelig
Afstand: +/- 5 meter
Meetsysteem: Omnidot NEMAHE



1. Inleiding

Meetpunt III:



Straatnaam: Elftstraat
Huisnummer: 37
Postcode: 1777 CG
Woonplaats: Hippolytushoef
Type object: Vrijstaande woning
Staat: Cat II (goede staat)
Status: Normaal/niet trillingsgevoelig
Afstand: +/- 5 meter
Meetsysteem: Omnidot XUNIMA

Meetpunt IV:

Straatnaam: Elft
Huisnummer: 22
Postcode: 1777 AD
Woonplaats: Hippolytushoef
Type object: Vrijstaande woning
Staat: Cat II (goede staat)
Status: Normaal/niet trillingsgevoelig
Afstand: +/- 5 meter
Meetsysteem: Omnidot NEMAHE

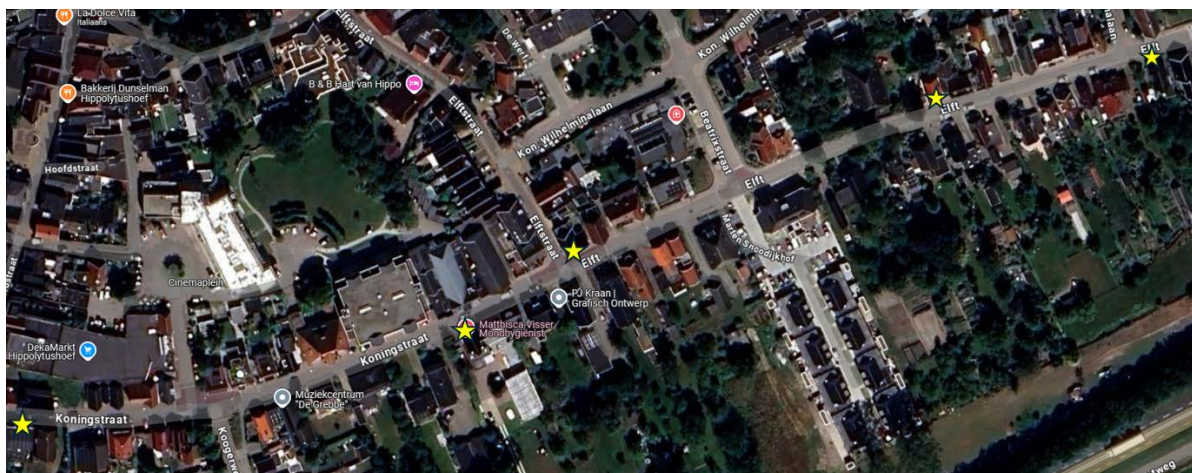


Meetpunt V



Straatnaam: Elft
Huisnummer: 45
Postcode: 1777 AC
Woonplaats: Hippolytushoef
Type object: Vrijstaande woning
Staat: Cat II (goede staat)
Status: Normaal/niet trillingsgevoelig
Afstand: +/- 5 meter
Meetsysteem: Omnidot BAYIVU

Locaties meetpunten:



Afbeelding 1: Situatieschets locaties meetsystemen.



2. Monitoring Trillingen

Om inzicht te krijgen in de eventuele vrijkomende trillingen vanuit de bouwwerkzaamheden is er een trillingsmonitoring uitgevoerd. De trillingen in de x, y en z-richting die zijn opgevangen door de omliggende panden werden gemonitord en gerapporteerd. Deze monitoring en de gemaakte keuzes zijn gebaseerd op de SBR Richtlijn.

2.1 SBR Richtlijn:

De trillingsmonitoring wordt uitgevoerd conform de 'Schade aan bouwwerken Richtlijn 2017', en dan specifiek de SBR-A Richtlijn. Deze richtlijn beschrijft tot in detail de meet methodiek, de toepassing van apparatuur en de berekening van waarden. Onderstaande eisen worden ten minste gesteld aan een correcte monitoring.

- Meetsystemen worden bij voorkeur op de hoek van een bouwblok dan wel woning/object geplaatst, zo dicht mogelijk bij het funderingsniveau.
- De signaal- en interventiewaarden zijn o.b.v. de Richtlijn en constatering ter plaatse vastgesteld.
- De metingen zijn uitgevoerd conform de SBR-A Richtlijn.
- De systemen worden gemonteerd door middel van een schroef en plug waardoor deze zonder speling aan het object vastzitten.
- Aan het einde van elke meetdag is er een dagrapport opgesteld en verstrekt aan de opdrachtgever(s).
- De systemen registreren alle waarneembare trillingen in drie richtingen, inclusief frequentie en tijdstip.

2.2 Gebouw categorie:

De signaal- en interventiewaarden worden bepaald op basis van enkele factoren. De eerste van deze factoren betreft de gebouwcategorie. Het bepalen van deze categorie geschiedt op basis van onderzoek. Bouwwerken en onderdelen van bouwwerken zijn ingedeeld in de twee onderstaande verschillende categorieën.

Categorie I	-> Onderdelen van de draagconstructie indien deze bestaan uit gewapend beton of hout. -> Onderdelen van een bouwwerk die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijvoorbeeld scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout. -> Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, die bestaan uit metselwerk zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke.
Categorie II	-> Onderdelen van de draagconstructie van en gebouw, indien deze bestaan uit metselwerk. -> Onderdelen van een gebouw die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies die bestaan uit niet-gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.



2. Monitoring Trillingen

Daarnaast wordt er onderscheid gemaakt op basis van de bouwkundige staat in het kader van de gevoeligheid voor trillingen. Om te bepalen of er sprake is van slechte staat of extra gevoeligheid dient de 'Checklist Bouwkundige Staat' uit de SBR-Richtlijn doorlopen te worden (zie bijlage). Deze checklist bevat de relevante soorten sterkteverminderingen en spanningsvermeerderingen, de bijbehorende bouwkundige oorzaken, de bijbehorende bouwkundige gevolgen en de wijze van vaststelling, resulterend in een van de twee onderstaande toestanden.

Gevoelig	-> Bouwwerken of onderdelen waarvan de sterkte is verminderd. -> Bouwwerken of onderdelen waarin sprake is van extra initiële spanningen.
Normaal	-> Bouwwerken of onderdelen waarvan de bouwkundige staat niet gevoelig is.

Tot slot heeft de eventuele monumentale status van bouwwerken nog invloed op de gevoeligheid voor trillingen. Deze status dient achterhaald te worden door een databank te raadplegen waarin deze geregistreerd staan. Bouwwerken die van overheidswege een monumentale status zijn toegekend zijn:

			
Rijksmonument: Gebouwe of aangelegde onroerende zaken of archeologische terreinen van nationaal belang die behouden moeten blijven.	Provinciaal monument: Gebouwe of aangelegde onroerende zaken of archeologische terreinen van provinciaal belang die behouden moeten blijven.	Gemeentelijk monument: Gebouwe of aangelegde onroerende zaken of archeologische terreinen van regionaal of plaatselijk belang die behouden moeten blijven.	Beschermd stadsgezicht: Gebied in een stad of dorp met een bijzonder cultuurhistorisch karakter welke beschermd is om de identiteit van het gebied te behouden.

Op basis van uitgevoerd onderzoek en de SBR-Checklist is er gekozen voor de volgende categorieën/status:

Cat II Gevoelig	-> N.V.T.
Cat II Normaal	-> Alle adressen

2. Monitoring Trillingen

2.3 Soort trillingen:

Bij de bepaling van de rekenwaarde van de grenswaarde dient ook rekening te worden gehouden met het type trillingsbron. Hierbij wordt onderscheid gemaakt uit onderstaande drie typen.

Kortdurend:

Trillingen die worden veroorzaakt door een stootvormige excitatie. Het aantal malen dat het trillingsverschijnsel voorkomt is zo gering dat vermoeiing van de constructiematerialen niet kan optreden. Voorbeelden hiervan zijn explosies en botsingen.

Herhaald kortdurend:

Trillingen die worden veroorzaakt door een stootvormige excitatie die herhaaldelijk voorkomt met dezelfde ordergrootte van trillingssnelheid. Voorbeelden hiervan zijn hei- en sloopwerkzaamheden en weg- en railverkeer.

Continue:

Hieronder worden trillingen verstaan die niet onder de voorgaande twee categorieën kunnen worden ingedeeld of trillingen waarbij resonanties en/of vermoeiingseffecten in de onderdelen van een bouwwerk kunnen optreden. Voorbeelden hiervan zijn machines met roterende onderdelen, vibratoren, verdichtingswerk door middel van trilwalsen, het inbrengen van fundatiepalen en damwanden door middel van trilblokken.

De eventueel vrijkomende trillingen van de uitgevoerde werkzaamheden zijn van herhaald kortdurende aard.



2. Monitoring Trillingen

2.4 Soort metingen:

De SBR Richtlijn maakt onderscheid tussen drie type metingen. De keuze voor het type meting wordt gebaseerd op het monitoren van trillingen afkomstig uit de bodem en trillingen met een andere oorsprong. Het tweede onderscheid is gebaseerd op het feit of de meting tot doel heeft om de trillingsbelasting van de draagconstructie te beoordelen of de kans op zettingen als gevolg van verdichting van de bodem. Dit laatste kan plaatsvinden bij trillingsgevoelige funderingen.

Indicatieve meting:

Bij een indicatieve meting wordt slechts op één meetpunt per gebouw gemeten. Dit meetpunt komt overeen met het meetpunt op begane grondniveau in een stijf punt van de draagconstructie. Het meetpunt wordt bovendien op de kleinste afstand tot de bron gekozen. In het meetpunt wordt in verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. De gekozen horizontale richtingen stemmen zoveel mogelijk overeen met de hoofdassen van het gebouw. Figuur 8.1 toont het meetpunt voor de indicatieve meting (zie kader 28) ten opzichte van de trillingsbron.

Beperkte meting:

Bij een beperkte meting wordt op twee meetpunten per gebouw gemeten. Welke punten worden gekozen hangt af van het doel van de meting:

1. voor beoordeling van de trillingsbelasting van de draagconstructie of overige onderdelen van de constructie;
2. Voor de beoordeling van de trillingsbelasting op de fundering in verband met de kans op zettingen.

Draagconstructie:

Bij een beperkte meting wordt ten minste in één meetpunt op begane grondniveau en ten minste in één meetpunt op de hoogste verdieping van het gebouw gemeten, beide in een stijf punt van de draagconstructie, loodrecht boven elkaar. De meetpunten worden bovendien op de kortste afstand tot de bron gekozen.

In het meetpunt op de begane grond wordt in verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. Dit meetpunt op begane grondniveau komt overeen met het meetpunt voor de indicatieve meting.

In het meetpunt op de hoogste verdieping wordt minimaal in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. De gekozen horizontale richtingen stemmen zoveel mogelijk overeen met de hoofdassen van het gebouw. In geval van het gebruik van een trillingssensor die alle drie de richtingen gelijktijdig meet, wordt de verticale richting gewoon meegenomen in het onderzoek.

Fundering (kans op zettingen):

Bij een beperkte meting op de fundering wordt ten minste op twee meetpunten op begane grondniveau gemeten. De meetpunten worden gekozen op twee stijve punten van de draagconstructie met de kortste afstand tot de bron. De meetpunten worden op minimaal 10 meter afstand van elkaar gekozen of op de hoeken van het gebouw als die afstand kleiner is.

In de meetpunten wordt in de verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. De gekozen horizontale richtingen stemmen zoveel mogelijk overeen met de hoofdassen van het gebouw.

Bij een beperkte meting voor zowel de beoordeling van de draagconstructie als de fundering zijn dus tenminste drie meetpunten nodig. Figuur 8.2 toont de meetpunten voor de beperkte meting (zie kader 29).



2. Monitoring Trillingen

Uitgebreide meting:

Bij een uitgebreide meting dient in een groter aantal meetpunten te worden gemeten ter aanvulling op de meetpunten volgens de beperkte meting. Op welke plaatsen gemeten wordt, hangt af van het doel van de meting en van de situatie ter plaatse. Hieronder zijn enige richtlijnen gegeven.

Voor de beoordeling van de trillingsbelasting op de draagconstructie:

De meetpunten moeten op begane grondniveau gekozen worden in stijve punten van de draagconstructie van het gebouw, uitgaande van het meetpunt op de kortste afstand tot de bron, met onderlinge afstanden van circa 10 m. In deze meetpunten wordt in verticale richting en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. De horizontale richtingen stemmen zoveel mogelijk overeen met de hoofdasen van het gebouw.

Op het niveau van de hoogste verdiepingvloer dienen meetpunten gekozen te worden in een stijf punt van de draagconstructie. Deze meetpunten liggen loodrecht boven de meetpunten op begane grondniveau. Als het gebouw hoger is dan 10 m, worden ook op tussengelegen niveaus meetpunten gekozen, zodanig dat de verticale afstand tussen de meetpunten kleiner is dan 10 m. In deze punten wordt in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. Deze richtingen stemmen overeen met de horizontale richtingen op de begane grond. Bij gebouwen met een draagconstructie bestaande uit metselwerk, ongewapend beton en/of andere brosse bouwmaterialen dienen bovendien meetpunten te worden gekozen in het midden van de overspanning van vlakken, muren en kolommen die tot de draagconstructie behoren. Hier wordt in één richting loodrecht op het vlak of in twee onderling loodrechte richtingen loodrecht op de as van het desbetreffende element gemeten.

Voor de beoordeling van de trillingsbelasting op de fundering:

De meetpunten komen overeen met de meetpunten op begane grondniveau voor de beoordeling van de trillingsbelasting op de draagconstructie van het gebouw. Het aantal meetpunten bedraagt minimaal 4.

Voor de beoordeling van de trillingsbelasting op overige onderdelen:

De meetpunten worden gekozen in het midden van de overspanning van vlakken, muren en kolommen, al dan niet behorend tot de draagconstructie, en in het midden van de overspanning van liggers, vloervelden, plafonds of vlakken van scheidingsconstructies die niet tot de draagconstructie behoren. De meetrichting moet steeds loodrecht op het vlak of in twee onderling loodrechte richtingen loodrecht op de as van het desbetreffende element zijn gekozen. Figuur 8.3 toont als voorbeeld de meetposities bij een uitgebreide meting.

Bij de indicatieve- en beperkte meting worden minder trillingsopnemers gebruikt dan bij de uitgebreide meting. Hierdoor is het minder zeker dat ook op de plaats wordt gemeten waar de grootste trillingswaarden optreden. Deze onzekerheid leidt ertoe dat een grotere veiligheidsfactor op de meetresultaten wordt gezet voordat deze beoordeeld kunnen worden. Bij een uitgebreide meting wordt er minimaal gemeten met 5 trillingsmeters.

Voor de huidige monitoring is er sprake van een indicatieve meting op basis van 1 meter per gebouw.



2. Monitoring Trillingen

2.5 Grens- en signaalwaarden:

De grenswaarde en daarmee de signaleringswaarde is afhankelijk van de trillingsfrequentie. Het systeem stelt deze automatisch in op basis van de ingevoerde instellingen. De frequentie bij de huidige werkzaamheden zal doorgaans 0-20Hz zijn. De grenswaarde is bepaald op basis van de laagste frequentie, naar mate deze hoger wordt zal de grenswaarde eveneens hoger worden. Er wordt verder nog onderscheid gemaakt tussen trillingsgevoelige panden en niet trillingsgevoelige panden.

De formule voor het berekenen van de grenswaarde, conform de SBR-A richtlijn, is als volgt: $V_{KAR}/Y_S * Y_T$.

Grenswaarde – Categorie II normaal:

De grenswaarde in deze categorie bevat verschillende onderdelen. Het pand is niet trillingsgevoelig en verkeerd in goede staat. De meting is indicatief en de eventuele bron van trillingen is herhaald kortdurend. Hiermee rekening houdend wordt de grenswaarde als volgt bepaald:

V_{KAR} = 5mm/sec in de frequentie tot 10 Herz

Y_S = de veiligheidsfactor van 1,6 bestaande uit twee componenten. Het type meting (indicatief: factor van 1,6) en de bouwkundige staat (niet gevoelig, factor 1,0).

Y_T = het type trillingsbron. In dit geval herhaald kortdurend resulteert in een factor van 1,5.

De formule wordt vervolgens: $5/(1.6*1.5) = 2,083$ mm/ sec tot 10 Herz.

Concreet houdt dit in dat de Grens- en signaalwaarde als volgt zijn ingesteld:

Signaalwaarde: 1,56 mm/sec

Interventiewaarde: 2,083 mm/sec

Grenswaarde – Categorie II monumentaal/trillingsgevoelig:

Bij objecten gecategoriseerd als monumentaal of anders trillingsgevoelig worden de waardes naar behoren aangepast. De berekening is dan als volgt:

V_{KAR} = 5mm/sec in de frequentie tot 10 Herz

Y_S = de veiligheidsfactor van 2,72 bestaande uit twee componenten. Het type meting (indicatief: factor van 1,6) en de bouwkundige staat (monumentaal/gevoelig, factor 1,7).

Y_T = het type trillingsbron. In dit geval herhaald kortdurend resulteert in een factor van 1,5.

De formule wordt vervolgens: $5/(2.272*1.5) = 1,225$ mm/ sec tot 10 Herz.

Concreet houdt dit in dat de Grens- en signaalwaarde als volgt zijn ingesteld:

Signaalwaarde: 0,98 mm/sec

Interventiewaarde: 1,225 mm/sec

Frequentie [Hz]	V _{kar} bouwwerk [mm/s]	
	cat. 1	cat. 2
0	20,00	5,00
5	20,00	5,00
10	20,00	5,00
15	22,50	6,25
20	25,00	7,50
25	27,50	8,75
30	30,00	10,00
35	32,50	11,25
40	35,00	12,50
45	37,50	13,75
50	40,00	15,00

Afbeelding 2: Verandering rekenwaarde o.b.v. frequentie. (SBR)



2. Monitoring Trillingen

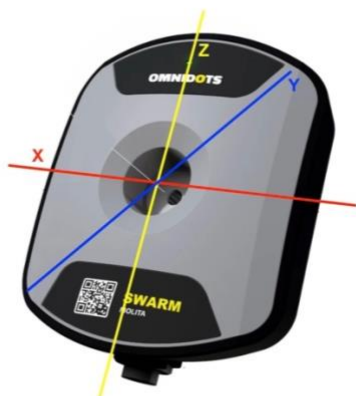
2.6 Meetsystemen:

Voor deze monitoring wordt gebruik gemaakt van periodiek gekalibreerde van 'Omnidots SWARM-trillingsmeters'. Deze meters voldoen aan de gestelde eisen van de SBR-richtlijn en meten zowel de snelheid als de frequentie van de trillingen op de x, y en z-as. Daarnaast creëren deze systemen, per systeem, dagrapporten en alarmeren bij overschrijdingen de gekoppelde telefoonnummers. De kalibratierapporten en specificaties van deze meters zijn te vinden in de bijlagen.

De meetsystemen registreren alle waarneembare beweging op de X, Y en Z as boven 0,1 mm/s en binnen 0,5Hz en 250Hz. Er wordt uitsluitend gebruik gemaakt van gekalibreerde meters waardoor de meetnauwkeurigheid geen afwijking heeft. De meters zijn op vooraf bepaalde strategische locaties binnen het invloed-gebied geplaatst. Voor alle technische specificaties en de kalibratierapporten zie bijlage(n).

Het monitoren van trillingen betreft zeer gevoelige metingen welke verstoord kunnen worden door de omgeving. Op locatie is er alles aan gedaan om de systemen dusdanig te plaatsen dat externe invloed zoals direct contact met de meter voorkomen wordt. Hiermee wordt tevens vandalisme en diefstal getracht te voorkomen.

De systemen generen per systeem automatisch dagrapporten waarin alle geconstateerde waarden opgenomen worden. Het alarmeren geschiedt automatisch via SMS meldingen naar alle relevante telefoonnummers en mailadressen, waarin alle benodigde informatie visueel wordt weergegeven. Deze metingen worden bewaard voor een periode van 7 jaar.



Afbeelding 3: Meetsysteem en de bijbehorende assen.



3. Meetresultaten

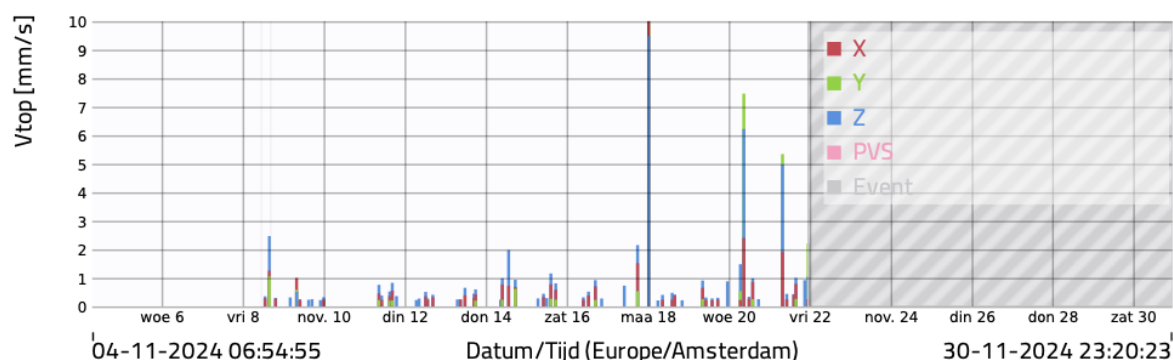
Onderstaande betreft de meetresultaten inclusief eventuele overschrijdingen over de gehele meetperiode per meetsysteem.

3.1 Meetpunt I:

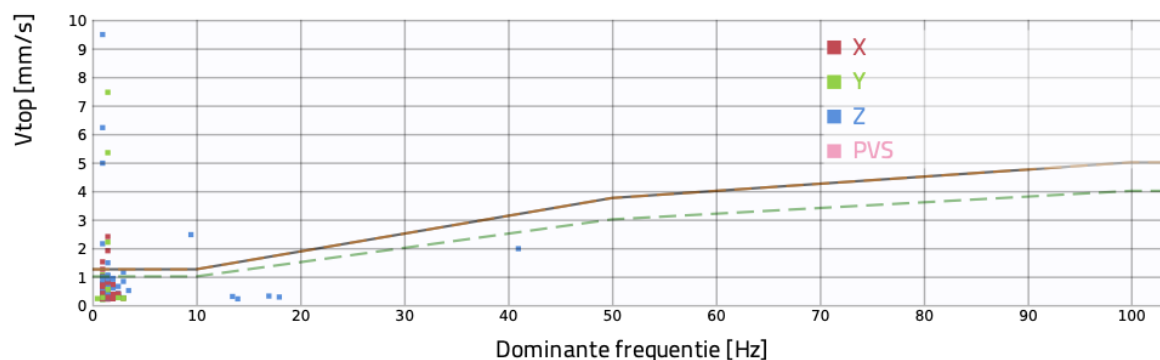
Locatie: Koningstraat 1, Hippolytushoef

Systeem: Omnidot LUGEQE

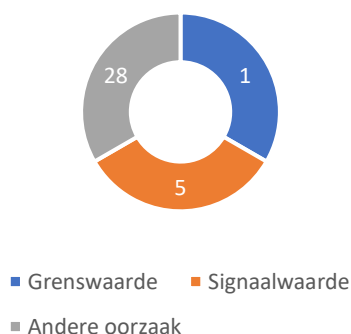
Grootste trillingssnelheid/tijd



Grootste trillingssnelheid/frequentie



Afbeelding 4/5: Meetresultaten gehele meetperiode. (Honeycomb)



Op het bovenstaande meetpunt is in de meetperiode 1 relevante overschrijding van de interventiewaarde geconstateerd. Daarnaast lijkt er sprake te zijn van 28 stoortrillingen door direct contact. De overige 5 waarden betreffen overschrijdingen van de signaalwaarden. De waarden van de stoortrillingen en signaalwaarden laten wij dan ook buiten beschouwing.

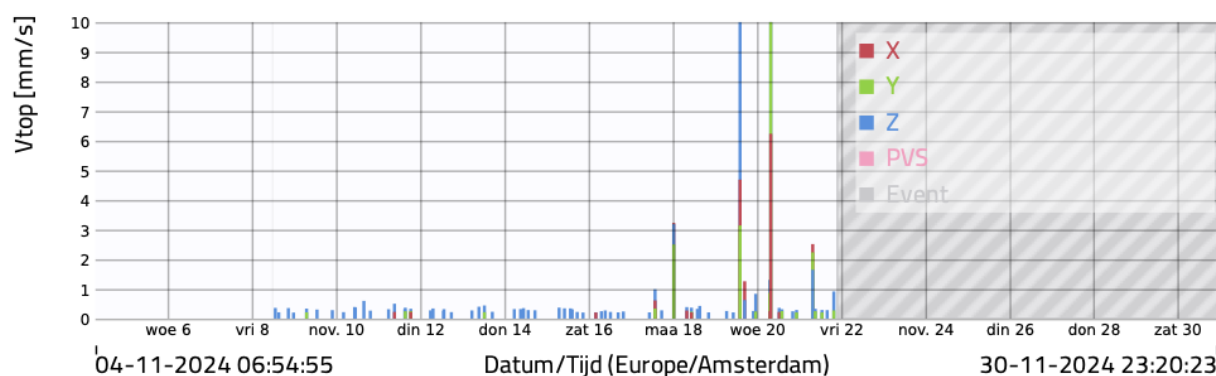


3. Meetresultaten

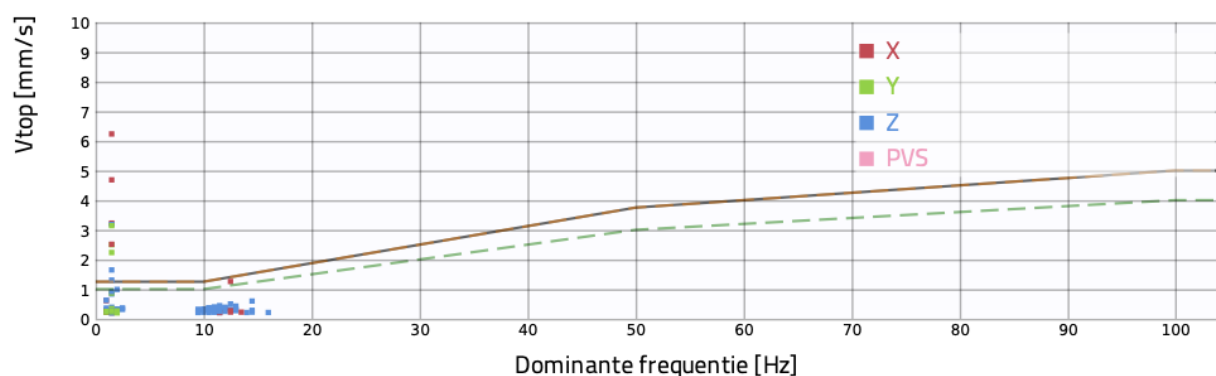
3.2 Meetpunt II:

Locatie: Koningstraat 41, Hippolytushoef
Systeem: Omnidot NEMAHE

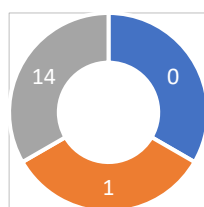
Grootste trillingssnelheid/tijd



Grootste trillingssnelheid/frequentie



Afbeelding 6/7: Meetresultaten gehele meetperiode. (Honeycomb)



■ Grenswaarde ■ Signaalwaarde
■ Andere oorzaak

Op het bovenstaande meetpunt zijn in de meetperiode geen relevante overschrijdingen van de interventiewaarde geconstateerd. Er lijkt er sprake te zijn van 14 stoortrillingen door direct contact. De overige waarde betreft een overschrijding van de signaalwaarde. De waarden van de stoortrillingen en signaalwaarde laten wij dan ook buiten beschouwing.

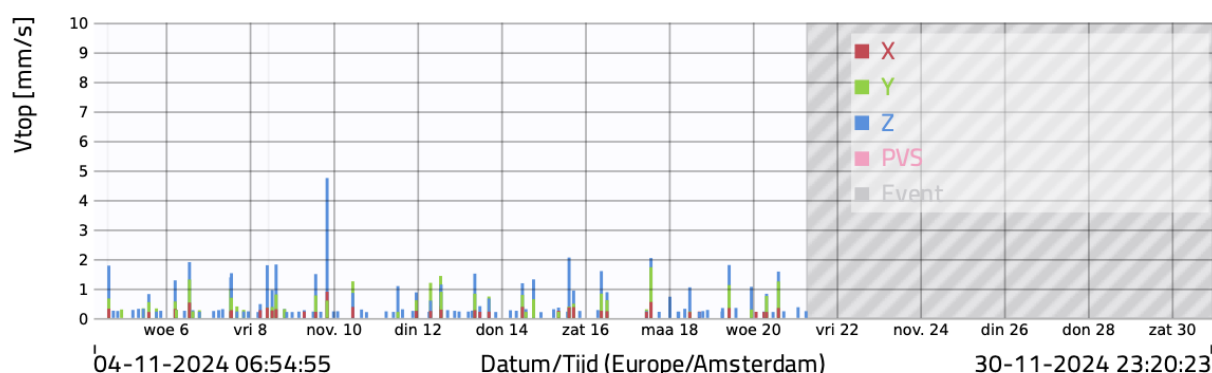


3. Meetresultaten

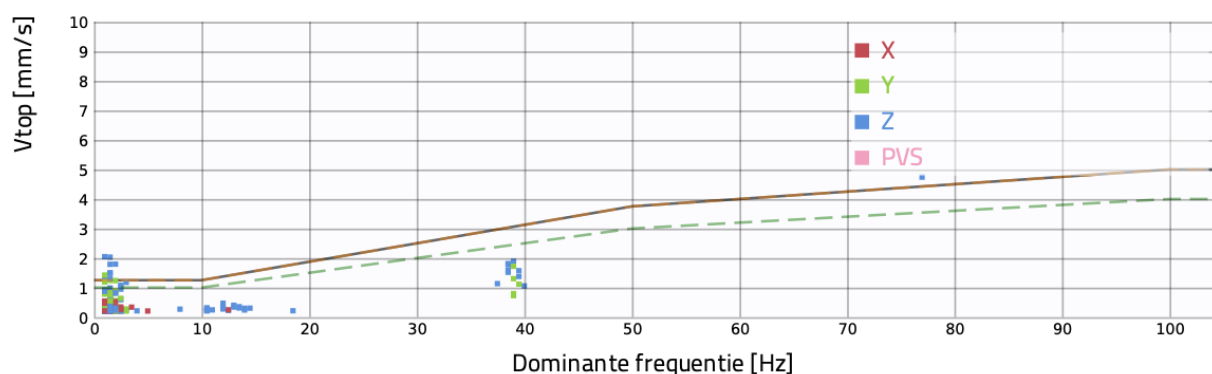
3.3 Meetpunt III:

Locatie: Elftstraat 37, Hippolytushoef
Systeem: Omnidot XUNIMA

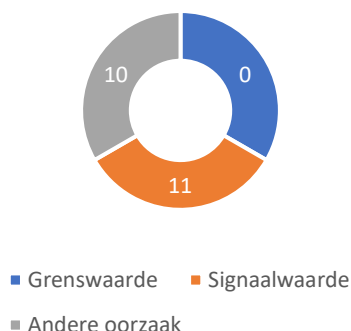
Grootste trillingssnelheid/tijd



Grootste trillingssnelheid/frequentie



Afbeelding 8/9: Meetresultaten gehele meetperiode.(Honeycomb)



Op het bovenstaande meetpunt zijn in de meetperiode geen relevante overschrijdingen van de interventiewaarde geconstateerd. Er lijkt enkel sprake te zijn van stoortrillingen door direct contact en overschrijdingen van de signaalwaarde. Deze waarden laten wij dan ook buiten beschouwing.

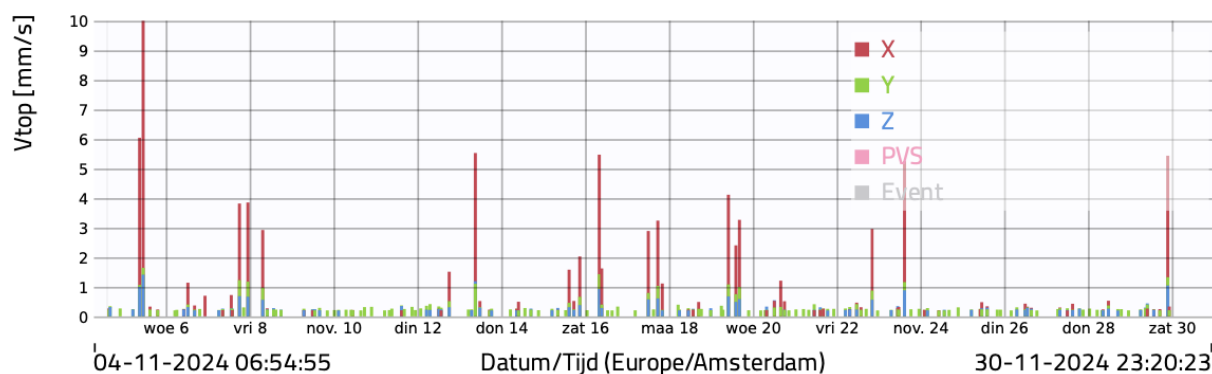


3. Meetresultaten

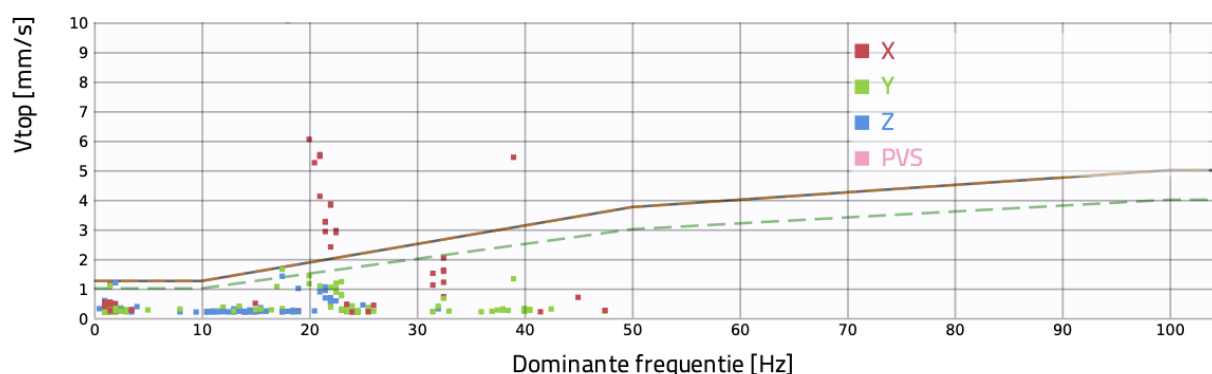
3.3 Meetpunt IV:

Locatie: Elft 22, Hippolytushoef
Systeem: Omnidot YOTUYE

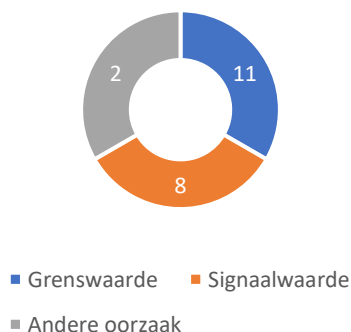
Grootste trillingssnelheid/tijd



Grootste trillingssnelheid/frequentie



Afbeelding 10/11: Meetresultaten gehele meetperiode.(Honeycomb)



Op het bovenstaande meetpunt zijn in de meetperiode 11 relevante overschrijdingen van de interventiewaarde geconstateerd. Er lijkt daarnaast sprake te zijn van 2 stoortrillingen door direct contact en 8 overschrijding van de grenswaarde, welke wij dan ook buiten beschouwing laten.

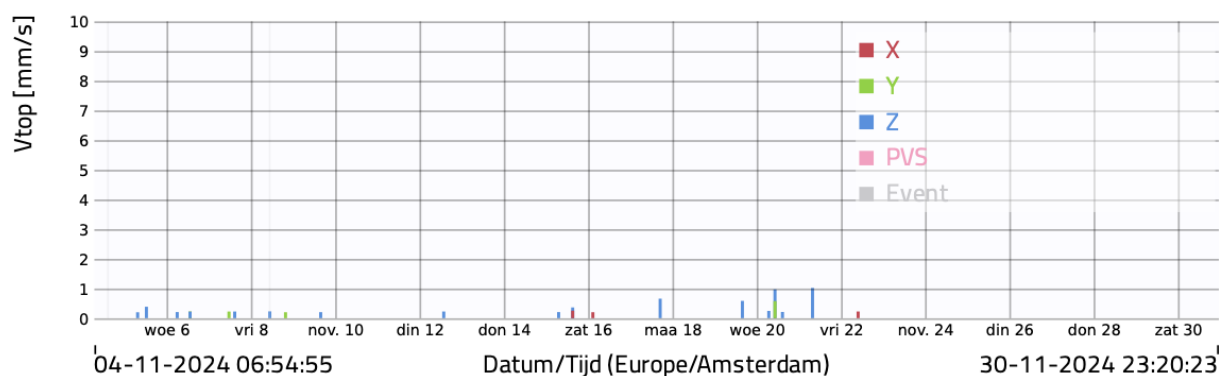


3. Meetresultaten

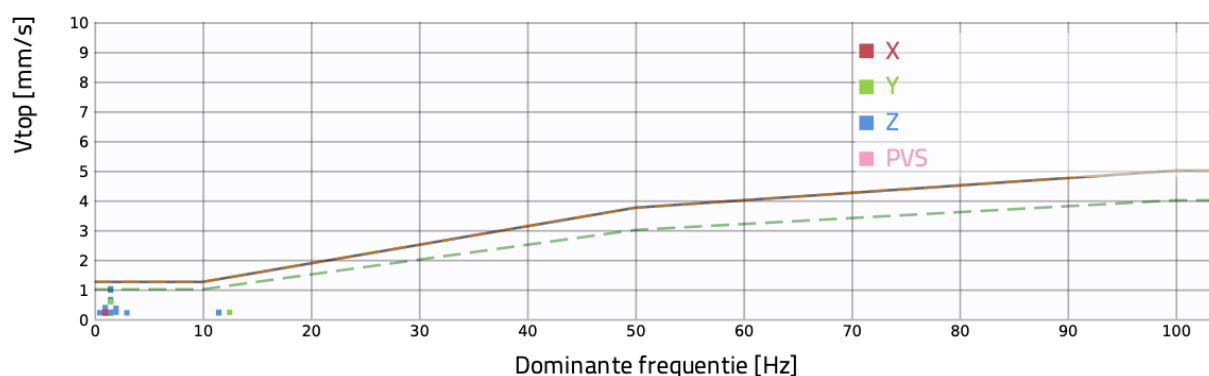
3.3 Meetpunt V:

Locatie: Elft 45, Hippolytushoef
Systeem: Omnidot BAYIVU

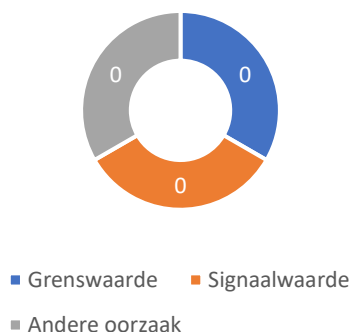
Grootste trillingssnelheid/tijd



Grootste trillingssnelheid/frequentie



Afbeelding 12/13: Meetresultaten gehele meetperiode.(Honeycomb)



Op het bovenstaande meetpunt zijn in de meetperiode geen relevante overschrijdingen van de interventiewaarde en de signaalwaarde geconstateerd. Er is tevens geen sprake van stoortrillingen door direct contact.



4. Conclusie

Alvorens we overgaan tot de conclusie plaatsen we hier graag nog de volgende kanttekening bij. Er dient namelijk onderscheid gemaakt te worden tussen trillingen m.b.t. schade aan gebouwen (SBR-A) en trillingen m.b.t. tot hinder voor personen (SBR-B). Voor de beeldvorming, trillingen kunnen voor personen reeds waarneembaar zijn vanaf ca/ 0,2 mm/s. De versnelling die benodigd is om schade te veroorzaken aan gebouwen is echter significant hoger (de grenswaarde daarvoor betreft: 2,08 mm/s). Hiermee rekening houdend sluiten wij niet uit dat er wellicht trillingen waargenomen zijn. Het eventueel ondervinden van incidentele hinderlijke trillingen houdt echter niet per definitie in dat er sprake is van schadelijke trillingen. Hiervoor zal de toegestane grenswaarde significant en consequent moeten worden overschreden.

Meetpunt I:

Kijkend naar de gemeten waarden over de gehele meetperiode zien we dat er 1 relevante overschrijding op de Koningstraat 1 is geconstateerd. De factor die bij deze incidentele overschrijding hoort betreft 1,18 ten opzichte van de grenswaarde. Zoals zichtbaar in de onderstaande tabel houdt dit in dat de kans op het ontstaan van schade minimaal toeneemt. Deze toename wordt geschat op circa 1%. Desalniettemin, voor het ontstaan van schade zal de grenswaarde consequent en significant overschreden worden. Door deze incidentele overschrijding wordt de ordergrootte kans op het ontstaan van schade als onwaarschijnlijk beschouwd.

Meetpunt IV:

Op de Elft 22 zijn 11 relevante overschrijdingen geconstateerd. Deze overschrijdingen betreffen verschillende dominante frequenties, waardoor de grenswaarde veranderd. De verschillende bijbehorende grenswaarden, gebaseerd op gebouwcategorie en dominante frequentie, leveren een gemiddelde factor van circa 1,47 ten opzichte van de grenswaarde op. Zoals zichtbaar in de onderstaande tabel houdt dit in dat de kans op het ontstaan van schade enigszins toeneemt. Deze toename wordt hier geschat op ongeveer 3-5%. Desalniettemin wil dit niet zeggen dat er per definitie schade optreedt, slechts dat de toename van de kans op het ontstaan van schade op deze procentuele waarde wordt geschat.

Meetpunt II, III & V:

Deze meetpunten leveren geen relevante overschrijdingen op. Het optreden van schade als gevolg van trillingen wordt onder de grenswaarde als onwaarschijnlijk beschouwd (<1%). Waar resultaten die onder de grenswaarde blijven geen garantie zijn dat er per definitie geen schade ontstaat, wordt de kans niet aannemelijk geacht.

Factor op grenswaarde	Ordegrootte kans op schade
1 x grenswaarde ($V_d/V_r = 1$)	Ongeveer 1 %
1,2	Ongeveer 3%
1,5	Ongeveer 5%
2	Ongeveer 10%
3	Ongeveer 30%

Afbeelding 12: Ordergrootte kans op schade voor draagconstructie en onderdelen van de constructie uit metselwerk. (SBR)

Bijlage I: SBR-A Richtlijn

Er dient conform de SBR-richtlijn gemonitord te worden. De sensoren worden zo dicht mogelijk bij het funderingsniveau aangebracht, op een hoekverbinding het dichtst bij het werk. Wanneer het werk verplaatst zullen de sets met het werk mee verplaatst worden. De systemen worden gemonteerd op de wijze zoals omschreven in de SBR-richtlijn middels een schroef en plug in de voeg. De meetsystemen moeten zijn voorzien van een modem, waarmee een alarm gegeven wordt indien de signaleringswaarden dan wel de grenswaarde wordt bereikt. Dit alarm kan zowel via e-mail als sms verzonden worden naar een aantal door de opdrachtgever aan te duiden personen.

Wanneer de signaleringswaarde wordt overschreden is dit normaliter op 80% van de grenswaarde. Hiermee wordt aangegeven dat de grenswaarde wordt genaderd zodat er tijdig ingegrepen kan worden om de kans op schade te beperken.

Bij een overschrijding van de grenswaarde wordt er ook een melding afgegeven naar de aangeduide personen. Door een overschrijding van de grenswaarde wordt duidelijk dat de kans op schade toeneemt.

6.1 Indeling in Categorie:

Het instellen van de grenswaarde gebeurt conform de SBR-richtlijn waarbij de volgende categorieën onderscheiden worden:

6.1.1 Categorie I:

- In goede staat van onderhoud verkerende onderdelen van de draagconstructie, indien deze bestaat uit gewapend beton of hout;
- Onderdelen van een bouwwerk, die geen deel uitmaken van de draagconstructie (bijvoorbeeld scheidingsconstructies), indien deze bestaan uit gewapend beton of hout;
- Draagconstructies van bouwwerken, geen gebouw zijnde, welke bestaan uit metselwerk zoals pijlers van viaducten, kademuren en dergelijke constructies.

6.1.2 Categorie II:

- In goede staat verkerende onderdelen van de draagconstructie van een gebouw, indien deze bestaat uit metselwerk;
- In goede staat verkerende onderdelen van een gebouw, die niet tot de draagconstructie behoren, zoals scheidingsconstructies, die bestaan uit niet-gewapend beton, metselwerk of uit brosse steenachtige materialen.

6.1.3 Monumentale status en trillingsgevoelig:

- Onderdelen van oude en monumentale gebouwen met grote cultuurhistorische waarde;
- In slechte staat verkerende gebouwen uit metselwerk of in slechte staat verkerende onderdelen van gebouwen.

6.2 Soort trillingen

Als gevolg van de werkzaamheden zullen er voornamelijk herhaald kortdurende trillingen vrijkomen bij de uit te voeren werkzaamheden. De SBR-richtlijn maakt onderscheid in drie type trillingen, te weten:

3.3.1 Kortdurend:

Bronnen die incidenteel voorkomende kortdurende trillingen veroorzaken, ten gevolge van een stootvormige excitatie. Het aantal malen dat het trillingsverschijnsel voorkomt is zo gering dat niet met vermoeiingseffecten van constructiemateriaal te rekenen is. Voorbeelden zijn, explosies en botsingen.

3.3.2 Herhaald Kortdurend:

Bronnen die herhaalde kortdurende trillingen veroorzaakt bij een stootvormige excitatie. Hieronder worden verstaan bronnen, die zodanig vaak voorkomen, dat met vermoeiingseffecten in bouwmaterialen, te rekenen valt. Voorbeelden zijn heikwerkzaamheden, weg- en railverkeer.

3.3.3 Continue:

Bronnen die continue trillingen veroorzaken. Hieronder worden verstaan alle bronnen die niet onder de voorgaande twee types kunnen worden ingedeeld. Resonanties en / of vermoeiingseffecten in de onderdelen van een bouwwerk kunnen optreden. Bijvoorbeeld machines met roterende onderdelen, vibratoren, verdichtingswerk door middel van trilwalsen, het inbrengen fundatiepalen en damwanden door middel van trilblokken.

6.3 Soorten metingen volgens SBR

6.3.1 Indicatieve meting

Bij de indicatieve meting wordt slechts in een meetpunt gemeten. Dit meetpunt komt op begane grondniveau in een stijf punt van de draagconstructie op de kortste afstand tot de werkzaamheden. In het meetpunt wordt in verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten.

6.3.2 Beperkte meting

Bij de beperkte meting wordt ten minste in een meetpunt op begane grondniveau en tenminste in een meetpunt op de hoogste verdieping van het gebouw gemeten, beide in een stijf punt van de draagconstructie op de kortste afstand tot de huidige werkzaamheden. In het meetpunt op de begane grond wordt in verticale en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten. In het meetpunt op de hoogste verdieping wordt in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten.

6.3.3 Uitgebreide meting

Bij de uitgebreide meting wordt gemeten op begane grondniveau en op de verdieping(en). De meetpunten op begane grondniveau moeten gekozen worden in stijve punten van de draagconstructie van het gebouw op de kortste afstand naar de huidige werkzaamheden met onderlinge afstanden van kleiner of gelijk aan 10m. In deze meetpunten wordt in verticale richting en in twee onderling loodrechte horizontale richtingen gemeten

Bij de indicatieve- en beperkte meting worden minder trillingsopnemers gebruikt dan bij de uitgebreide meting. Hierdoor is het minder zeker dat ook op de plaats wordt gemeten waar de grootste trillingswaarden optreden. Deze onzekerheid leidt ertoe dat een grotere veiligheidsfactor op de meetresultaten wordt gezet voordat deze beoordeeld kunnen worden. Bij een uitgebreide meting wordt er minimaal gemeten met 5 trillingsmeters.

Bijlage II: Checklist Bouwkundige Staat

Werkwijze

De checklist is bedoeld om vast te stellen of voor een bouwwerk sprake is van verhoogde gevoeligheid voor trillingen vanwege (lokaal) verminderde sterkte of verhoogde initiële spanningen.

De checklist is niet geschikt voor een algemene bouwkundige schadebeoordeling of het bepalen van de oorzaken van schade.

Wijze van gebruik:

1. Het pand wordt van buiten in ogenschouw genomen. Zijn er geen scheuren en is er geen sprake van algemene scheefstand of scheefstand van onderdelen, dan is de bouwkundige staat "normaal" en hoeft de lijst niet te worden doorgenomen.
2. De eerste 7 oorzaken worden één voor één in ogenschouw genomen.
3. Daartoe wordt gekeken of een oorzaak wordt herkend, eventueel na toetsing aan een criterium.
4. Herkende oorzaken krijgen een vinkje ('oorzaakcheck').
5. Als een oorzaak is herkend, wordt meteen gekeken of gevolg schade is te herkennen.
6. Indien oorzaken bijbehorende gevolgschade zijn herkend, krijgt die een vinkje ('gevolgcheck').
7. Als er een gevolgcheck is gezet bij de eerste 7 oorzaken (en dus ook een oorzaakcheck op dezelfde regel) dan is de bouwkundige staat "gevoelig". De oorzaak krijgt een vinkje of de waarde 4 in kolom 'oorzaak & gevolg check' en het bijbehorende nummer kan worden gebruikt ter vastlegging in rapportages.
8. Het is in principe voldoende na het zetten van de eerste oorzaak & gevolg check bij de eerste 7 oorzaken het onderzoek te stoppen en de lijst dus niet af te maken. Men kan dus ook, bij bijvoorbeeld zeer zichtbare oorzaken, de lijst van de eerste 7 oorzaken in eigen volgorde doorlopen.
9. Indien geen van de eerste 7 oorzaken tot een 'oorzaak & gevolg check' hebben geleid, worden de overige 6 oorzaken in ogenschouw genomen.
10. Indien een oorzaak en de bijbehorende gevolgschade worden herkend, wordt in 'oorzaak & gevolg check' de bijbehorende puntenwaarde genoteerd.
11. Oorzaak 13, waarvoor de woning dient te worden betreden, hoeft alleen behandeld te worden als alle andere oorzaken zijn behandeld en het puntentotaal op dat moment 2 of 3 bedraagt.
12. Zodra in totaal 4 of meer punten zijn toegekend, is de bouwkundige staat "gevoelig".
13. Als na het doorlopen van de gehele lijst het puntentotaal minder dan 4 bedraagt, is de bouwkundige staat "normaal".



nr	Oorzaak van verhoogde trillingsgevoeligheid	Herkenning oorzaak	Criterium	Oorzaak check	Herkenning gevolgschade Diagonaal = al dan niet gedeeltelijk traps	Gevolg check	Punten-waarde	oorzaak & gevolg
1	Scheefstand	Lintvoegmeting, vloerwaterpassing Knikkertest	>1:500 meteen rollen		Diagonale scheur tussen twee randen in metselwerk		4	
2	Stijfheidsvariatie in fundering, talud	Landschappelijke ligging (terrand, dijkzijde)	ja / nee		Diagonale scheur tussen twee randen in metselwerk loodrecht op talud		4	
3	Relatieve zetting van de bodem bij fundering op staal	Zie: "trillingsgevoelige fundering"	SBR A		Diagonale scheur tussen twee randen in metselwerk of horizontale scheur vlak boven fundering / maaiveld		4	
4	Slechte paalfundering	Risicogebied en/of funderingsonderzoek en/of: zie "trillingsgevoelige fundering"	Risicokaart, SBR A		Diagonale scheur tussen twee randen in metselwerk of horizontale scheur vlak boven fundering / maaiveld		4	
5	Slechte voegspecie	Voegspecie verkrumeld	>25% opp.		Scheuren in het voegwerk		4	
6	Lange scheuren	X meter of lopen tussen twee "gaten" (deuren, ramen) in vlak	X >= 2		Scheuren elders in hetzelfde vlak		4	
7	Onvoldoende horizontale stijfheid in de constructie	Niet verankerde wanden / geen veranderingen bij aansluitingen, etc.	ja / nee		Scheefstand van betreffende wanden		4	
8	Uitbreiding pand	Uitbouw aanwezig, constructief verbonden aan oudbouw	ja / nee		Scheur bij aansluiting uitbouw		2	
9	Zwak materiaal (specie, baksteen, etc.) + ouderdom	Kleur/structuur + bouwjaar cq renovatiejaar	Risicolijst		Scheuren door het materiaal		2	
10	Variatie in fundatiewijze	Fundatiegegevens	ja / nee		Scheur ter plekke van overgang		2	
11	Lekkage (grote scheuren in metselwerk, lekkende dakgoot, etc.)	Zoutuitslag / uitloping in metselwerk	Aanwezig op kritieke plekken (bij ramen e.d.)		Scheuren ter plekke en/of in de omgeving van de lekkage		1	
12	Veel (korte) scheuren	#/m2	# >= 1		Lange en/of brede scheuren in hetzelfde vlak of in aansluitende vlakken		1	
13	Sloop van dragende onderdelen (binnenmuren)	Beeld gevel- en binnenwanden niet in overeenstemming met bouwjaar en/of bouwwijze	ja / nee		Diagonale scheur herleidbaar tot weggevallen afdrager		2	

[Zie bijgevoegd document]

Bijlage IV: Productspecificaties

[Zie bijgevoegd document]

Bijlage V: Schema bepaling grenswaarde

