



Bestemmingsplan Campus TU Zuid, Delft

Zonering trillingbronnen in relatie tot trillinggevoelige objecten



Bestemmingsplan Campus TU Zuid, Delft

Zonering trillingbronnen in relatie tot trillinggevoelige objecten

opdrachtgever	TU Delft Campus and Real Estate
rapportnummer	O 15775-6-RA-003
datum	2 juli 2024
referentie	BSn/BSn//O 15775-6-RA-003
verantwoordelijke	ir. B. Snoeij
opsteller	ir. B. Snoeij +31 85 8228732 b.snoeij@peutz.nl

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

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

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Trillinggevoelige objecten binnen plangebied	5
2.1	Plangebied	5
2.2	Bestaande trillinggevoelige objecten	6
2.3	Trillinggevoelige objecten in ontwikkeling	6
3	Trillinggevoelige laboratoria	8
3.1	Unieke trillingeisen	8
3.2	Trillingeisen bestaande objecten	8
3.3	Trillingeisen objecten in ontwikkeling	9
3.4	Factoren die een rol spelen	9
3.5	Bruikbare richtlijnen voor gebiedsontwikkeling	10
3.6	Zoneringskaart trillingbronnen	11
4	Trillingen infrastructuur mobiliteit	12
4.1	Prognosemodel trillingen	12
4.2	Infrastructuur volgens bestemmingsplan	12
4.3	Trillingprognose bestemmingsplan	13
4.4	Trillingprognose bestemmingsplan met afsluiting Anthony Fokkerweg	14
4.5	Beoordeling en handhaving bij toekomstige ontwikkelingen	15
4.6	Zoneringskaarten en trillingbronnen infrastructuur	15
5	Trillingen door bedrijfsmatige activiteiten	17
5.1	Ontwikkeling van kavels nabij trillinggevoelige objecten	17
5.2	Zoneringskaarten en bedrijfsmatige trillingbronnen	17
6	Trillingen door bouwactiviteiten	19
6.1	Tijdelijke verstoring door ontwikkelingen	19
6.2	Zoneringskaarten en trillingbronnen bouwactiviteiten	19

1 Inleiding

De TU Delft, afdeling Campus and Real Estate (CRE), is voornemens het gebied Campus TU Zuid – aan de zuidzijde van TU Delft Science Park – verder te ontwikkelen en heeft daartoe een verkavelingsplan opgesteld. TU Delft CRE wil voorwaarden verbinden aan de te ontwikkelen kavels met als doel te kunnen blijven voldoen aan de trillingeisen op de vloeren van trillinggevoelige laboratoria en gebouwdelen.

Door in het bestemmingsplan voorwaarden op te nemen over de toegestane trillingniveaus, wil TU Delft CRE borgen dat de trillinggevoelige objecten – bestaand en in ontwikkeling – ook in de toekomst trillingarm blijven en niet verstoord worden door activiteiten en trillingbronnen die op naburige kavels worden ontplooit.

In dit rapport wordt een kader gegeven waarmee het bestemmingsplan kan worden ingevuld met betrekking tot trillingen en worden richtlijnen gegeven voor verdere ontwikkeling van het gebied.

Daarbij wordt achtereenvolgens een toelichting gegeven op het volgende:

- het plangebied en de ligging van de trillinggevoelige objecten binnen het gebied;
- de gestelde eisen (trillingcriteria) op de vloeren van de gebouwen, nodig voor de apparatuur ter plaatse;
- de zonering van toelaatbare trillingbronnen binnen het plangebied en de trillingskaarten.

Bij de zonering van de toelaatbare trillingbronnen binnen het plangebied wordt onderscheid gemaakt tussen de trillingbronnen die invloed kunnen hebben op de achtergrondtrillingniveaus:

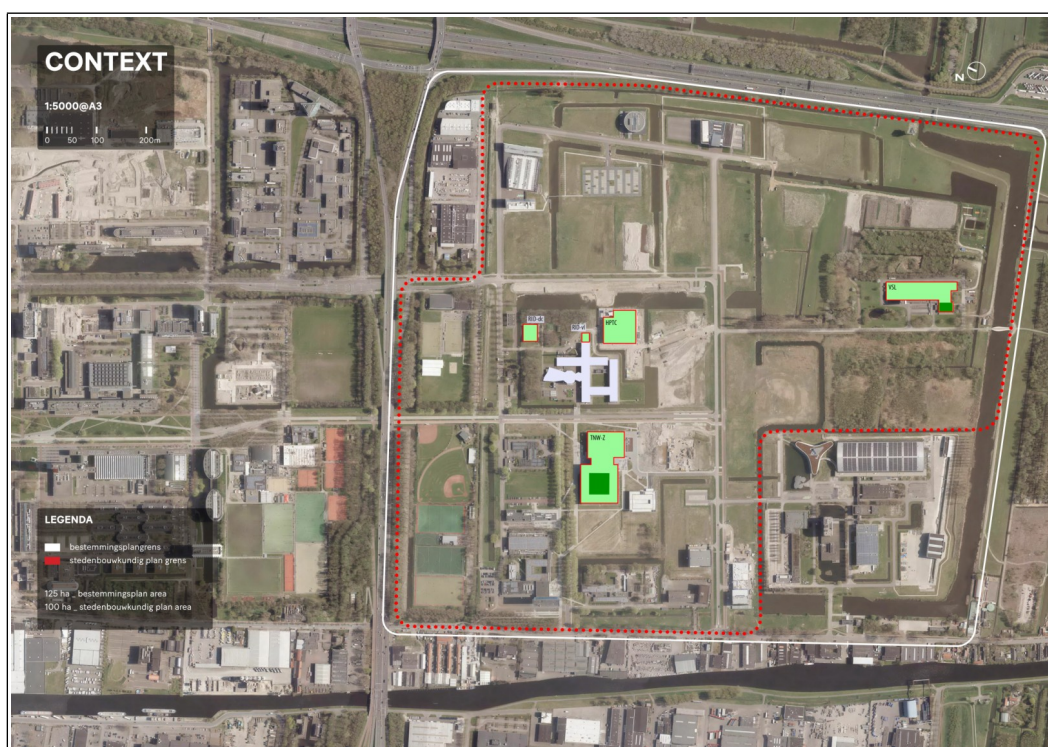
- als gevolg van wijzigingen in de infrastructuur;
- als gevolg van nieuwe activiteiten op de verschillende kavels;
- als gevolg van sloop- of bouwwerkzaamheden (tijdelijke invloed).

2 Trillinggevoelige objecten binnen plangebied

2.1 Plangebied

In onderstaande figuur is het plangebied Campus TU Zuid met de bestemmingsplangrens en de stedenbouwkundige plangrens weergegeven.

f1 Bestemmingsplangebied Campus TU Zuid, Delft



Het gebied Campus TU Zuid strekt zich uit van de rijksweg A13 (oost) tot aan de Rotterdamseweg (west), en wordt begrensd door de Kruithuisweg (noord) en de Thijssevaart (zuid).

2.2 Bestaande trillinggevoelige objecten

Binnen het plangebied zijn meerdere bestaande trillinggevoelige objecten aanwezig. Deze zijn in bovenstaande figuur gemarkeerd:

t2.1 Bestaande trillinggevoelige objecten

Markering	Trillinggevoelig object	Bijzonderheden
RID-dc	Reactorinstituut Delft (RID), datacenter	
RID-vl	Reactorinstituut Delft (RID), versnellerlaboratorium	
H-PTC	Holland PTC protonenkliniek	
TNW-Z	TNW Zuid faculteit Applied Physics	specifieke locatie trillingarme laboratoria
VSL	VSL onderzoeksgebouw	specifieke locatie trillingarme laboratoria

Deze gebouwen zijn door de TU Delft aangewezen als trillinggevoelig object, waarbij de volgende omschrijving wordt gebruikt:

“Trillinggevoelig object: gebouw of gebouwdeel waarbinnen één of meerdere ruimten specifiek bedoeld zijn voor apparatuur of onderzoekstellingen die nadelig beïnvloeding kunnen ondervinden als gevolg van een te hoog trillingniveau in de vloer van de betreffende ruimte”.

Veelal zijn dergelijke ruimten gefundeerd op een specifieke vloer, gericht op beperking van de trillingoverdracht van buiten naar binnen. Dankzij dergelijke bouwkundige voorzieningen is de invloed van externe trillingbronnen beperkt, dit neemt echter niet weg dat bij toename van de externe trillingniveaus, ook het trillingniveau in de trillingarme ruimte zal kunnen toenemen.

2.3 Trillinggevoelige objecten in ontwikkeling

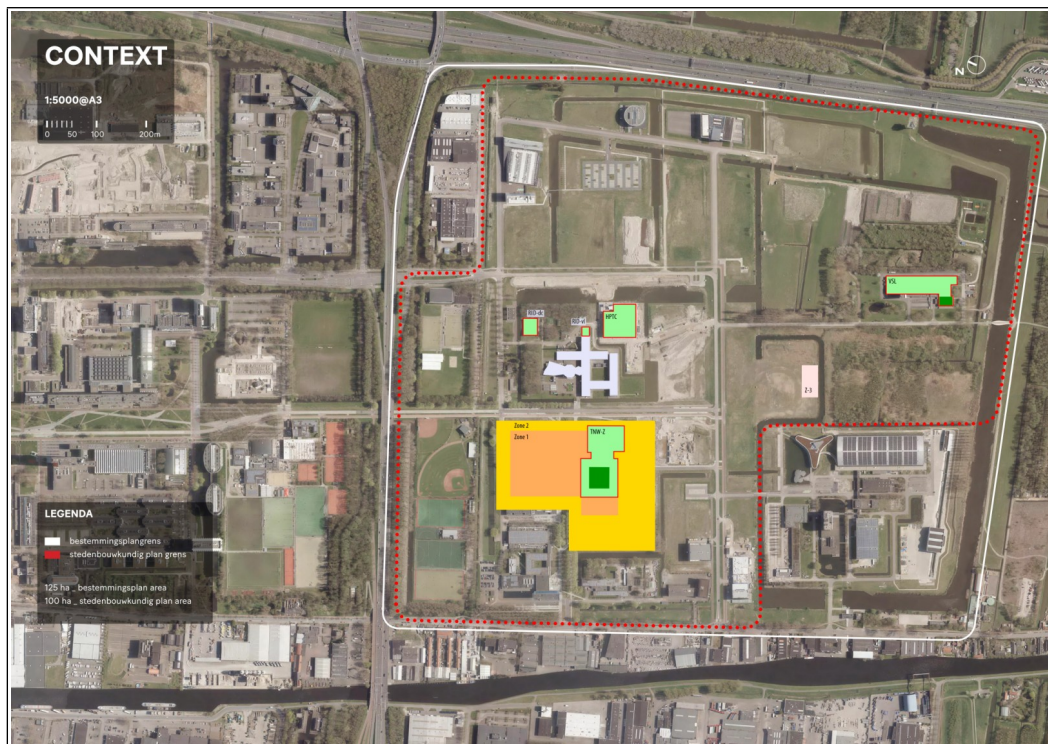
Niet alleen worden bestaande gebouwen en gebouwdelen aangewezen als trillinggevoelige objecten, de TU Delft reserveert een zone rondom de bestaande gebouwen voor toekomstige ontwikkelingen en benoemt deze zone als trillinggevoelig object in ontwikkeling.

Deze zone is geselecteerd op basis van een onderzoek naar vlekken binnen het plangebied waar de trillingniveaus laag zijn, uitgaande van de geplande infrastructuur en aanwezige trillingbronnen en met een afsluiting van een bestaande doodlopende weg. In een volgend hoofdstuk wordt hierop nader ingegaan.

Uit deze studie volgt dat verschillende locaties binnen het plangebied geschikt kunnen zijn om trillinggevoelige apparatuur op te stellen, uitgaande van een functioneel gebouwontwerp met bijzondere vloerconstructie en fundatie.

Deze zones of kavels worden gereserveerd als potentieel zoekgebied voor functies waarvoor behoefte is aan een trillingarme vloer of werkomgeving en in overleg met TU Delft zijn de zones of kavels aangewezen waar mogelijk een toekomstig trillinggevoelig object wordt geprojecteerd.

f2 Bestaande trillinggevoelige objecten en trillinggevoelige objecten in ontwikkeling



De trillinggevoelige objecten in ontwikkeling zijn in bovenstaande figuur gemarkeerd:

t2.2 Trillinggevoelige objecten in ontwikkeling

Markering	Trillinggevoelig object in ontwikkeling	Bijzonderheden
Zone 1	grond ten noorden en ten westen van TNW Zuid	in potentie gereserveerd voor VC-F laboratoria
Zone 2	grond ten noorden, westen en zuiden van TNW Zuid	in potentie gereserveerd voor VC-E laboratoria
Zone 3	grond ten zuiden van Heertjeslaan (gemeente Delft)	in potentie gereserveerd voor VC-D laboratoria

3 Trillinggevoelige laboratoria

3.1 Unieke trillingeisen

De eisen die met betrekking tot trillingen gesteld zijn aan de vloeren van de laboratoria, zijn gerelateerd aan het onderzoek dat plaatsvindt en de apparatuur die daarvoor gebruikt wordt. Per laboratorium – en zelfs per onderzoeksinstrument – zijn andere eisen van toepassing.

De bijzondere vloeren van de laboratoria zijn zodanig ontworpen dat trillingbronnen minder verstoring geven dan bij normale vloeren het geval zou zijn. De onderzoeksapparatuur is zo gevoelig dat trillingbronnen op grotere afstand van het gebouw meetbaar kunnen zijn. Om die reden worden ontwikkelingen, activiteiten en trillingbronnen binnen een straal van tientallen tot zelfs honderden meters rondom dit soort gebouwen nauwlettend in de gaten gehouden.

3.2 Trillingeisen bestaande objecten

Voor de trillingarme vloeren van de betreffende trillinggevoelige objecten gelden de volgende maatgevende eisen:

t3.1 Trillingeisen vloer van bestaande trillinggevoelige objecten

Trillinggevoelig object	Trillingcriteria	Frequentiegebied	Toelaatbaar trillingniveau	Analyse
RID datacenter	VC-B	1 – 80 Hz	88 dB 25 µm/s	snellheid, rms-waarde per tertsbands
RID versnellerlab	VC-D	1 – 80 Hz	76 dB 6,3 µm/s	snellheid, rms-waarde per tertsbands
Holland PTC	VC-B	1 – 80 Hz	88 dB 25 µm/s	snellheid, rms-waarde per tertsbands
TNW Zuid	VC-F	1 – 80 Hz	64 dB 1,56 µm/s	snellheid, rms-waarde per tertsbands
VSL	VSL	2 – 30 Hz	0,07 µm	verplaatsing, peak-peak-waarde per tertsbands
		30 – 200 Hz	0,01 m/s ²	versnelling, peak-peak-waarde per tertsbands

Voor het RID versnellerlab, TNW Zuid en VSL zijn de eisen gerelateerd aan de specificaties van de opgestelde onderzoeksapparatuur en deze eisen gelden voor specifieke ruimten binnen het gebouw (afzonderlijke funderingen ten behoeve van de laboratoria).

Voor het RID datacenter en voor het Holland PTC zijn de eisen gebaseerd op normaal optredende achtergrondtrillingniveaus en deze eisen gelden voor het gebouw in het algemeen.

3.3 Trillingeisen objecten in ontwikkeling

Voor de kavels die – al dan niet gedeeltelijk – zijn aangemerkt als trillinggevoelig object in ontwikkeling, is momenteel geen sprake van een gedefinieerd project of een opgave van de te ontplooiën (onderzoeks)activiteiten. Daarmee is evenmin bekend aan welke trillingeisen de laboratoria zullen moeten voldoen, of op welke wijze een trillingarme vloerconstructie zal worden gerealiseerd.

Uit de voornoemde studie is gebleken dat gezien het lage trillingniveau ter plaatse, sprake is van een potentie voor een trillingarme vloer, uitgaande van een passende vloerconstructie en fundering. In het kader van de zonering van trillingbronnen op zodanige wijze dat de trillinggevoelige objecten in ontwikkeling daardoor niet beïnvloed worden, wordt uitgegaan van de volgende te hanteren eisen:

t3.2 Trillingeisen vloer van trillinggevoelige objecten in ontwikkeling

Trillinggevoelig object	Trillingcriteria	Frequentiegebied	Toelaatbaar trillingniveau	Analyse
Zone 1	VC-F	1 – 80 Hz	64 dB 1,56 µm/s	snellheid, rms-waarde per tertsbands
Zone 2	VC-E	1 – 80 Hz	70 dB 3,1 µm/s	snellheid, rms-waarde per tertsbands
Zone 3	VC-D	1 – 80 Hz	76 dB 6,3 µm/s	snellheid, rms-waarde per tertsbands

3.4 Factoren die een rol spelen

In de interactie tussen trillingbron en trillinggevoelig onderzoek is sprake van een aantal factoren die de mate van verstoring – de veroorzaakte trillingen in de onderzoeksofstelling of het meetinstrument – bepalen:

- de trillingbron of de trillingveroorzakende activiteit;
- de opstellingswijze of fundering onder de trillingbron;
- de afstand tot het laboratorium;
- de bodemgesteldheid;
- de fundering en bijzondere constructie van de laboratoriumvloeren;
- de opstellingswijze van de onderzoeksofstelling.

Er is vrijwel geen situatie waarbij één partij de controle kan voeren over al deze factoren. Over het algemeen zijn meerdere partijen betrokken, waarbij elke partij slechts invloed kan uitoefenen op een beperkt aantal van bovenstaande factoren.

De mate van hinder wordt enerzijds ingegeven door de mate van overschrijding van de trillingeis, anderzijds door de regelmaat waarmee deze plaatsvindt (continu, gedeelte van de dag, met tussenpozen, tijdelijk, sporadisch, uitsluitend bij calamiteiten).

Zo kan het zijn dat een zeer intense maar kortdurende, sporadische trillingbron geaccepteerd wordt (bijvoorbeeld het testen van een noodstroomaggregaat of het verplaatsen van een vuilcontainer), zolang de betrokken laboratoria tijdig op de hoogte zijn en de planning van de onderzoekswerkzaamheden overeenkomstig aangepast kan worden aan de verstoring.

Voor de genoemde laboratoria zijn de fundering en bijzondere vloerconstructie een gegeven met een trillingeis op vloerniveau. De bodemgesteldheid is binnen dit bestemmingsplan globaal gelijk, de afstand tot de trillingbronnen varieert per kavel.

De overige factoren zullen bij de ontwikkeling van een kavel binnen een toetsingskader beschouwd moeten worden.

3.5 **Bruikbare richtlijnen voor gebiedsontwikkeling**

Het is niet werkbaar om derden de eisen voor te leggen die gelden voor de vloeren van de laboratoria zonder verdere kaders of toelichting op de mogelijkheden binnen de afzonderlijke kaders.

Bij de ontwikkeling van gebieden en planning van bedrijfsactiviteiten is het vanwege Nederlandse regelgeving gebruikelijk om met geluidzonering en geluidgevoelige bestemmingen rekening te houden. Op basis van complexe rekenmodellen kunnen de bijdragen van afzonderlijke geluidbronnen en activiteiten inzichtelijk worden gemaakt, waarbij vervolgens beheersmaatregelen kunnen worden ontworpen – indien nodig – om de gecumuleerde geluidbelasting ter plaatse van de geluidgevoelige bestemming te beheersen binnen de grenswaarden.

Voor bodemtrillingen in relatie tot trillinggevoelige objecten of laboratoria op naburige kavels is geen Nederlandse regelgeving voorhanden en ontbreken voorschriften, richtlijnen en ontwerp-kaders. Daarbij wordt de trillingoverdracht beïnvloed door gebouw-funderingen en bodemgesteldheid, waardoor rekenmodellen zeer complex worden. Het opstellen van een prognose van de trillingbijdrage van trillingbronnen en activiteiten is derhalve een complexe en arbeidsintensieve ontwerp-opgave.

De TU Delft heeft al veel onderzoek gedaan naar de trillingen in de omgeving, de voortplanting van trillingen in de bodem en de trillingoverdracht naar enkele van de trillingarme laboratoriumvloeren.

Om tot bruikbare richtlijnen en ontwerp-kaders te komen, worden deze onderzoeken ter beschikking gesteld van de gebiedsontwikkeling en wel op een wijze dat op eenvoudige wijze een inschatting gemaakt kan worden van de bijdrage van bepaalde trillingbronnen en activiteiten, gegeven een zekere locatie binnen het plangebied. Deze informatie is samengevat in de trillingkaarten, waarin voor trillingbronnen een 'veilige' afstand tot de laboratoria is aangegeven.

3.6 Zoneringskaart trillingbronnen

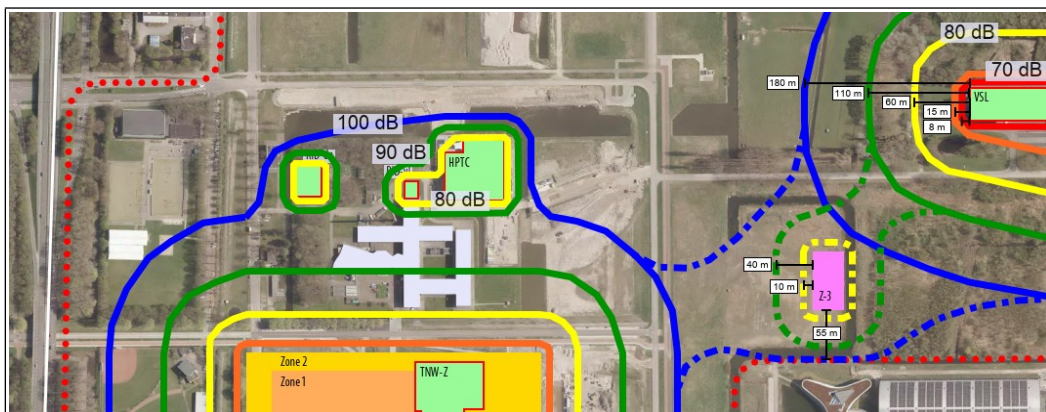
Om voor de ontwikkeling van het plangebied tot een handzaam toetskader te komen, is voor het plangebied aangegeven welke soort trillingbronnen mogelijk zijn in relatie tot de afstand tot de trillinggevoelige objecten.

Deze zoneringskaarten zijn in drie hoofdgroepen onderverdeeld:

- laagfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 1 tot 5 Hz;
- middenfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 5 tot 10 Hz;
- hoogfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 10 tot 80 Hz.

Voor de drie hoofdgroepen is op de zoneringskaart aangegeven welke afstand ten minste moet worden aangehouden tot de trillinggevoelige objecten, om verstoring van de apparatuur te voorkomen.

f3 Detail van zoneringskaart trillingbronnen



Met behulp van vibratie-isolijnen wordt aangegeven welke trillingbronniveaus binnen deze zonering mogen optreden, waarbij geen overschrijdingen van de trillingeisen op de vloeren worden veroorzaakt.

In de bijlage zijn de zoneringskaarten voor de drie hoofdgroepen opgenomen.

4 Trillingen infrastructuur mobiliteit

4.1 Prognosemodel trillingen

Om inzichtelijk te maken wat de invloed is van bepaalde trillingbronnen, is een prognosemodel opgesteld waarmee de bijdragen van verschillende relevante trillingbronnen binnen de campus van TU Delft zijn gemodelleerd. Voor een raster van punten zijn voor elk rasterpunt de bijdragen van meerdere trillingbronnen gesommeerd en is een trillingprognose bepaald. Daarbij is uitgegaan van de infrastructuur voor mobiliteit zoals omschreven in het bestemmingsplan.

De afstand tot de verschillende trillingbronnen, de bodemdamping en het al dan niet gelijktijdig optreden van meerdere bronnen is in dit prognosemodel verwerkt.

4.2 Infrastructuur volgens bestemmingsplan

Op basis van het bestemmingsplan is een trillingprognose opgesteld, waarbij is uitgegaan van een in gebruik zijnde trambaan (tramtype Siemens Avenio), een doorgetrokken tracé langs de Thijssevaart en een reservering voor de toekomstige verlenging van de trambaan.

De relevante infrastructuur die in het rekenmodel is opgenomen:

t4.1 Infrastructuur mobiliteit, uitgangspunten prognosemodel

Wegdeel / straatnaam	Intensiteit gebruik	Type verharding
rijksweg A13	rijksweg hoofdinfrastructuur	geasfalteerd
Kruidhuisweg N470	provinciale weg hoofdinfrastructuur	geasfalteerd
Rotterdamseweg	doorgaande weg	geasfalteerd
Heertjeslaan	doorgaande weg	geasfalteerd
Huismansingel	doorgaande weg	geasfalteerd
Mekelweg	busbaan en trambaan (tramtype Siemens Avenio)	geasfalteerd
Molengraaffsingel	lokaal verkeer	geasfalteerd
Van der Maasweg	bestemmingsverkeer (doodlopend)	geasfalteerd
Thijsseweg	bestemmingsverkeer (doodlopend)	klinkerbestrating
Cyclotronweg	bestemmingsverkeer (doodlopend)	klinkerbestrating
Uytenbogaartsingel	parkeerplaatsen sportvelden (doodlopend)	klinkerbestrating
Watermanweg	bestemmingsverkeer	klinkerbestrating
Anthony Fokkerweg	bestemmingsverkeer (doodlopend)	klinkerbestrating

Als te zijner tijd daadwerkelijk een nieuw trillinggevoelige object gerealiseerd zal worden ten noorden van TNW-Zuid, moet rekening gehouden worden met het afsluiten van de Anthony Fokkerweg voor gemotoriseerd verkeer. De Watermanweg wordt dan doodlopend.

Het servicegebouw Logistiek en Milieu (L&M) van de TU Delft zal daarbij eveneens verplaatst moeten worden naar een andere locatie, zodat de trillinggevoelige objecten buiten de invloedssfeer van L&M komen te liggen.

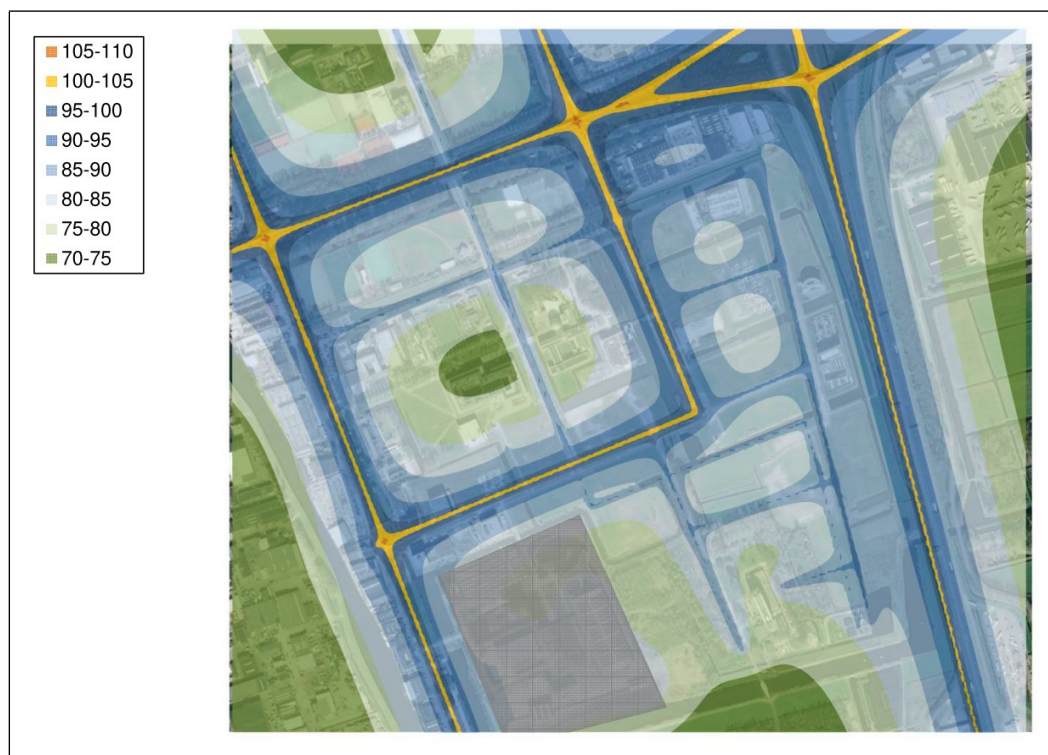
De trillingprognose is niet direct gerelateerd aan de verkeersintensiteit (aantal voertuigbewegingen), maar in hoofdzaak gebaseerd op het type wegdekverharding en het type te verwachten voertuigen. Op alle hoofdinfrastructuur en doorgaande wegen is zwaar vrachtverkeer een regelmatig optredende trillingbron, terwijl bestemmingsverkeer voornamelijk uit personenvoertuigen bestaat, met sporadisch een lichte of middelzware vrachtwagen.

Over de Mekelweg is gerekend met trillingen als gevolg van personenbussen en trams van het type Siemens Avenio.

4.3 Trillingprognose bestemmingsplan

In onderstaande figuur is de trillingprognose voor Campus TU Zuid weergegeven.

f4 Trillingprognose Campus TU Zuid met de trillingniveaus in dB (maaiveld)



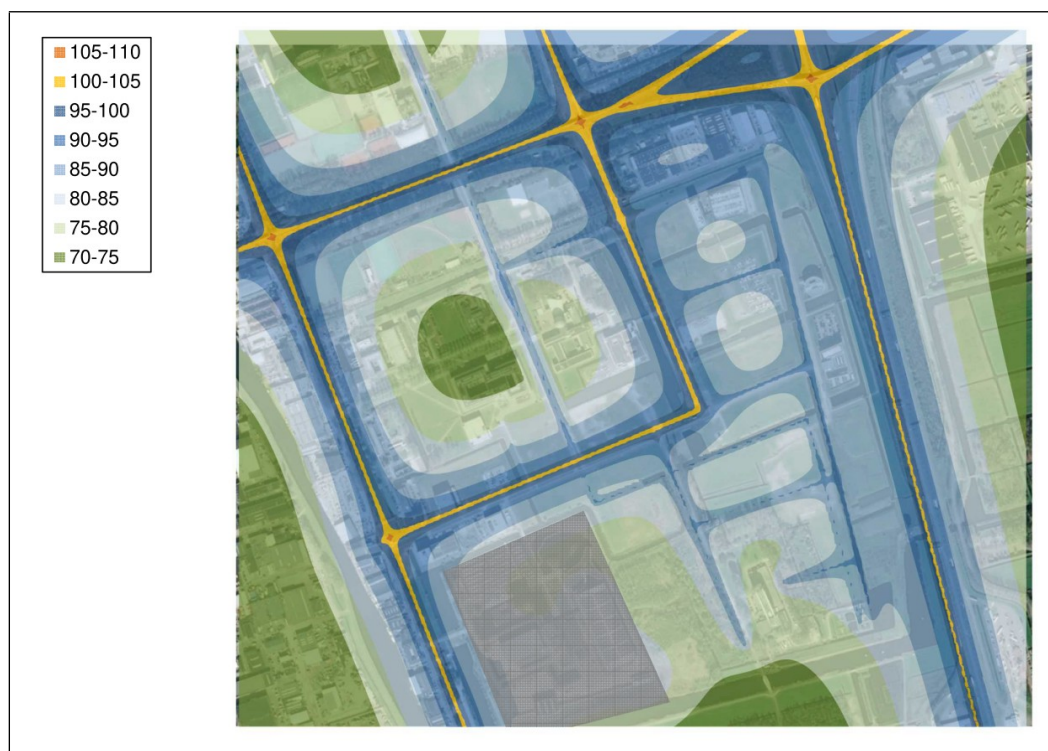
De overdracht vanuit bodem naar gebouwconstructie is in dit prognosemodel niet opgenomen. Getoond is het te verwachten trillingniveau gemeten op maaiveld, als gevolg

van regulier gebruik van de infrastructuur en de daar te verwachten trillingbronnen (verkeer).

4.4 Trillingprognose bestemmingsplan met afsluiting Anthony Fokkerweg

In onderstaande figuur is de trillingprognose voor Campus TU Zuid weergegeven, waarbij als verdere maatregel de Anthony Fokkerweg is afgesloten voor gemotoriseerd verkeer.

f5 Trillingprognose Campus TU Zuid met de trillingniveaus in dB (maaiveld), Anthony Fokkerweg afgesloten



De overdracht vanuit bodem naar gebouwconstructie is in dit prognosemodel niet opgenomen. Getoond is het te verwachten trillingniveau gemeten op maaiveld, als gevolg van regulier gebruik van de infrastructuur en de daar te verwachten trillingbronnen (verkeer).

Het gebied met lage trillingniveaus ter plaatse van het bestaande laboratoriumgebouw |TNW Zuid wordt als gevolg van de afsluiting van de Anthony Fokkerweg uitgebreid in noordelijke richting. Het servicegebouw Logistiek en Milieu (L&M) van de TU Delft is hierbij eveneens verplaatst naar een andere locatie, zodat de trillinggevoelige objecten buiten de invloedssfeer van L&M liggen.

In de visie van de TU Delft wordt niet alleen het bestaande laboratoriumgebouw, maar ook de omliggende zone aangemerkt als te beschermen trillinggevoelig object.

4.5 Beoordeling en handhaving bij toekomstige ontwikkelingen

Bij toekomstige ontwikkelingen aan de infrastructuur mobiliteit moet rekening gehouden worden met de invloed op de trillinggevoelige objecten, zowel bestaand als in ontwikkeling.

Daarbij worden de volgende aspecten onder aandacht gebracht:

1. Het aanpassen van bestaande asfaltwegen naar klinkerbestrating moet beschouwd worden als een negatieve invloed op de trillinggevoelige objecten.
2. Het toepassen van verkeersdrempels – snelheidsregulerende objecten – moet beschouwd worden als een negatieve invloed op de trillinggevoelige objecten.
3. Het wijzigen of omleggen van doorgaande routes met regelmatig passerend zwaar vrachtverkeer – waardoor de afstand tot de trillinggevoelige objecten kleiner wordt – moet beschouwd worden als een negatieve invloed op de trillinggevoelige objecten.

Om de huidige situatie voor de trillinggevoelige objecten te handhaven, moeten aanpassingen aan de infrastructuur nabij de trillinggevoelige objecten zorgvuldig beoordeeld en afgewogen worden.

Daarbij wordt een minimaal aan te houden afstand tot de trillinggevoelige objecten aangehouden, bij een grotere afstand dan deze minimum afstand ligt het trillinggevoelig object buiten de invloedssfeer van de betreffende trillingbron.

4.6 Zoneringskaarten en trillingbronnen infrastructuur

Om voor de ontwikkeling van het plangebied tot een handzaam toetskader te komen, is voor het plangebied aangegeven welke soort trillingbronnen mogelijk zijn in relatie tot de afstand tot de trillinggevoelige objecten.

De zoneringskaarten zijn in drie hoofdgroepen onderverdeeld:

- laagfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 1 tot 5 Hz;
- middenfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 5 tot 10 Hz;
- hoogfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 10 tot 80 Hz.

De infrastructuur bestaat uit trillingbronnen die voornamelijk worden ondergebracht in de hoofdgroep laagfrequente trillingbronnen. Daarbij zijn ter indicatie de volgende bronniveaus gegeven, waarmee een inschatting kan worden gemaakt van de invloedssfeer die een bepaalde aanpassing aan de infrastructuur zou kunnen hebben.

t4.2 Trillingbronnen infrastructuur

Trillingbron	Hoofdgroep trillingbronnen	Bronniveau (op 2 m afstand)
personenauto, over asfalt wegdekverharding	laagfrequente trillingbronnen, 1 – 5 Hz	85 dB
personenauto, over klinkers wegdekverharding	laagfrequente trillingbronnen, 1 – 5 Hz	95 dB
zwaar vrachtverkeer, over asfalt wegdekverharding	laagfrequente trillingbronnen, 1 – 5 Hz	95 dB
zwaar vrachtverkeer, over klinkers wegdekverharding	laagfrequente trillingbronnen, 1 – 5 Hz	105 dB
trambaan, tramtype Siemens Avenio	middenfrequente trillingbronnen, 5 – 10 Hz	90 dB

Op de zoneringskaarten is aangegeven welke afstand ten minste moet worden aangehouden tot de trillinggevoelige objecten, om een relevante verhoging van het trillingniveau ter plaatse te voorkomen.

Op basis van de zoneringskaarten wordt geconcludeerd dat binnen het plangebied in algemene zin kan worden gesteld dat wegverkeer over klinkerbestrating op alle trillinggevoelige objecten van invloed is. Daarnaast hebben wegen met asfaltverharding waarover zwaar vrachtverkeer rijdt, evenals de trambaan, binnen een groot deel van het plangebied invloed op de trillinggevoelige objecten. Om die reden wordt in het bestemmingsplan een aantal voorwaarden gegeven ten aanzien van aanleg en uitvoering van infrastructuur (wegen, trambaan, e.d.).

5 Trillingen door bedrijfsmatige activiteiten

5.1 Ontwikkeling van kavels nabij trillinggevoelige objecten

Met de ontwikkeling van kavels voor bedrijfsmatige activiteiten moet rekening worden gehouden met de trillingen die daarbij veroorzaakt worden. Vooropgesteld wordt dat trillingbronnen in principe wel mogelijk zijn onder voorwaarden van bijvoorbeeld de opstellingswijze of de gebruiksintensiteit. Daarbij geldt eveneens dat de invloed afneemt naarmate de afstand tot de trillinggevoelige objecten groter is.

5.2 Zoneringskaarten en bedrijfsmatige trillingbronnen

Om voor de ontwikkeling van het plangebied tot een handzaam toetskader te komen, is voor het plangebied aangegeven welke soort trillingbronnen mogelijk zijn in relatie tot de afstand tot de trillinggevoelige objecten.

De zoneringskaarten zijn in drie hoofdgroepen onderverdeeld:

- laagfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 1 tot 5 Hz;
- middenfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 5 tot 10 Hz;
- hoogfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 10 tot 80 Hz.

Voor bedrijfsmatige trillingbronnen moet in eerste instantie gedacht worden aan algemene gebouwinstallaties, zoals koelmachines, luchtbehandelingskasten, warmtepompen en noodstroomaggregaten. Deze trillingbronnen worden voornamelijk ondergebracht in de hoofdgroep hoogfrequente trillingbronnen.

Daarnaast zal de aard van de bedrijvigheid of activiteit al dan niet als trillingbron aangemerkt moeten worden. Voorbeelden daarvan zijn vracht- of containeropslag, metaal- of betonbewerking, drukpersen, bots- of valproeven, explosievenonderzoek, materiaalonderzoek met behulp van centrifuges of sterkteonderzoek van constructies met trekbanken of puntbelasting.

Om de toelaatbare bronniveaus langs de vibratie-isolijnen beter te kunnen relateren aan werkelijke trillingbronnen en bedrijfsactiviteiten, is een illustratieve en gelimiteerde opsomming gegeven van trillingbronnen en activiteiten waarvan de bronniveaus bekend zijn uit eerdere praktijkmetingen.

Deze voorbeelden van trillingbronnen geven aan te vestigen bedrijven een indicatie van de mogelijkheden, of de noodzaak om rekening te houden met extra trillingreducerende voorzieningen.

De gegeven voorbeelden van trillingbronnen en bronniveaus zijn indicatief. Er bestaat een grote variatie aan typen, fabrikanten en uitvoeringen voor elk van de genoemde trillingbronnen, waarbij tenslotte de fundering, de bodem en de opstellingswijze in belangrijke mate van invloed zijn op de werkelijke trillingniveaus.

Ter indicatie zijn de volgende bronniveaus gegeven, waarmee een inschatting kan worden gemaakt van de invloedssfeer die een bepaalde bedrijfsmatige trillingbron zou kunnen hebben op de trillinggevoelige objecten.

t5.1 Bedrijfsmatige trillingsbronnen

Trillingbron	Hoofdgroep trillingbronnen	Bronniveau (op 1 m afstand)
schroefkoelmachine	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	80 dB
zuigerkoelmachine	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	90 dB
luchtbehandelingskast, debiet < 50.000 m³/h	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	80 dB
luchtbehandelingskast, debiet < 100.000 m³/h	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	90 dB
luchtbehandelingskast, debiet > 100.000 m³/h	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	95 dB
pomp, vermogen < 10 kW	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	85 dB
pomp, vermogen > 10 kW	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	95 dB
liftinstallatie	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	85 dB
transformator, vermogen 1 MW	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	85 dB
noodstroomaggregaat	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	100 dB
metaalbewerking, trekbank 350 ton	middenfrequente trillingbronnen, 5 – 10 Hz	110 dB
metaalbewerking, slagschaar	middenfrequente trillingbronnen, 5 – 10 Hz	120 dB
leggen en plaatsen afvalcontainer	middenfrequente trillingbronnen, 5 – 10 Hz	95 dB

Op de zoneringskaarten is aangegeven welke afstand ten minste moet worden aangehouden tot de trillinggevoelige objecten, om een relevante verhoging van het trillingniveau ter plaatse te voorkomen.

De trillingkaarten bieden een richtlijn om in een vroeg stadium een inschatting van de haalbaarheid te maken, maar bij verdere uitwerking en engineering van de plannen moet met aandacht bekeken worden of de werkelijk te plaatsen trillingbronnen daadwerkelijk niet meer trillingen veroorzaken dan toegestaan.

Daarbij zal een goede onderbouwing overlegd moeten worden op basis van informatie over de trillingbron, de optredende trillingniveaus en de kenmerkende frequenties. Daarbij is ook van belang duidelijkheid te verkrijgen over de bedrijfsduur of repetitie van de trillingen (continu, gedeelte van de dag, met tussenpozen, tijdelijk, sporadisch, uitsluitend bij calamiteiten).

6 Trillingen door bouwactiviteiten

6.1 Tijdelijke verstoring door ontwikkelingen

De ontwikkeling van het gebied kan niet los gezien worden van sloop- en bouwactiviteiten. Bouwactiviteiten worden gekenmerkt door relatief hoge trillingniveaus, met name als gevolg van heiverkzaamheden en zwaar vrachtverkeer over onverharde wegen. Daarnaast is een belangrijk kenmerk het tijdelijk karakter van de verhoogde trillingniveaus.

6.2 Zoneringskaarten en trillingbronnen bouwactiviteiten

Om voor de ontwikkeling van het plangebied tot een handzaam toetskader te komen, is voor het plangebied aangegeven welke soort trillingbronnen mogelijk zijn in relatie tot de afstand tot de trillinggevoelige objecten.

De zoneringskaarten zijn in drie hoofdgroepen onderverdeeld:

- laagfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 1 tot 5 Hz;
- middenfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 5 tot 10 Hz;
- hoogfrequente trillingbronnen, voor trillingen van 10 tot 80 Hz.

Voor trillingbronnen die bij sloop- en bouwactiviteiten worden ingezet, moet in eerste instantie gedacht worden aan heiverkzaamheden, zwaar vrachtverkeer over onverharde wegen, ondersteunende machines en stroomaggregaten. Deze trillingbronnen worden voornamelijk ondergebracht in de hoofdgroep laagfrequente trillingbronnen.

Om de toelaatbare bronniveaus langs de vibratie-isolijnen beter te kunnen relateren aan werkelijke trillingbronnen en activiteiten, is een illustratieve en gelimiteerde opsomming gegeven van trillingbronnen en activiteiten. Deze voorbeelden van trillingbronnen geven een indicatie van de mogelijkheden, of de noodzaak om rekening te houden met extra trillingreducerende voorzieningen gedurende de realisatie van gebouwen.

De gegeven voorbeelden van trillingbronnen en bronniveaus zijn indicatief. Er bestaat een grote variatie aan typen, fabrikanten en uitvoeringen voor elk van de genoemde trillingbronnen, waarbij tenslotte de fundering, de bodem en de opstellingswijze in belangrijke mate van invloed zijn op de werkelijke trillingniveaus.

Ter indicatie zijn de volgende bronniveaus gegeven, waarmee een inschatting kan worden gemaakt van de invloedssfeer die een bepaalde trillingbron zou kunnen hebben op de trillinggevoelige objecten.

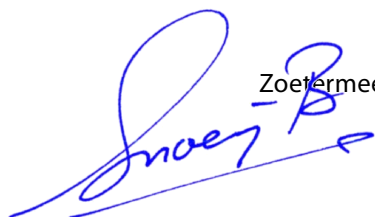
t6.1 Trillingsbronnen in de bouw

Trillingbron	Hoofdgroep trillingbronnen	Bronniveau
heiwerkzaamheden, enkele heistelling traditioneel	laag- en middenfrequente trillingbronnen, 1 – 10 Hz	100 à 110 dB (op 10 m afstand)
heiwerkzaamheden, twee heistellingen simultaan	laag- en middenfrequente trillingbronnen, 1 – 10 Hz	120 dB (op 10 m afstand)
trillingarme funderingstechnieken (boor- of schroefpalen)	middenfrequente trillingbronnen, 5 – 10 Hz	80 à 90 dB (op 10 m afstand)
zwaar vrachtverkeer, over onverharde wegen	laagfrequente trillingbronnen, 1 – 5 Hz	110 dB (op 2 m afstand)
betonmixerwagens, over onverharde wegen	laagfrequente trillingbronnen, 1 – 5 Hz	115 dB (op 2 m afstand)
vallend puin, zak zand of grind	laagfrequente trillingbronnen, 1 – 5 Hz	110 dB (op 1 m afstand)
plaatsen bouwcontainer	middenfrequente trillingbronnen, 5 – 10 Hz	95 dB (op 1 m afstand)
pomp, vermogen < 10 kW	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	85 dB (op 1 m afstand)
pomp, vermogen > 10 kW	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	95 dB (op 1 m afstand)
zware sloopkamer	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	95 dB (op 1 m afstand)
stroomaggregaat	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	100 dB (op 1 m afstand)
trilstamper	hoogfrequente trillingbronnen, 10 – 80 Hz	110 dB (op 2 m afstand)

Op de zoneringskaarten is aangegeven welke afstand ten minste moet worden aangehouden tot de trillinggevoelige objecten, om een relevante verhoging van het trillingniveau ter plaatse te voorkomen.

De trillingkaarten bieden een richtlijn om in een vroeg stadium een inschatting van de haalbaarheid te maken, maar bij verdere uitwerking en engineering van de plannen moet met aandacht bekeken worden of de werkelijk te plaatsen trillingbronnen daadwerkelijk niet meer trillingen veroorzaken dan toegestaan.

Dit betekent dat alle sloop- en bouwactiviteiten die binnen het plangebied zullen plaatsvinden in samenspraak met de TU Delft ingepland en uitgevoerd moeten worden om de mate van verstoring van de trillinggevoelige objecten te kunnen beheersen. Daarbij zal een goede onderbouwing overlegd moeten worden op basis van informatie over de trillingbron, de optredende trillingniveaus en de kenmerkende frequenties. Daarbij is ook van belang duidelijkheid te verkrijgen over de bedrijfsduur of repetitie van de trillingen (continu, gedeelte van de dag, met tussenpozen, tijdelijk, sporadisch, uitsluitend bij calamiteiten).

 Zoetermeer,

Dit rapport bevat 20 pagina's en 1 bijlage.

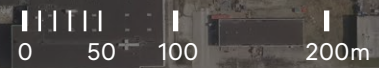


Bijlage 1

Zoneringskaarten trillingen

CONTEXT

1:5000@A3

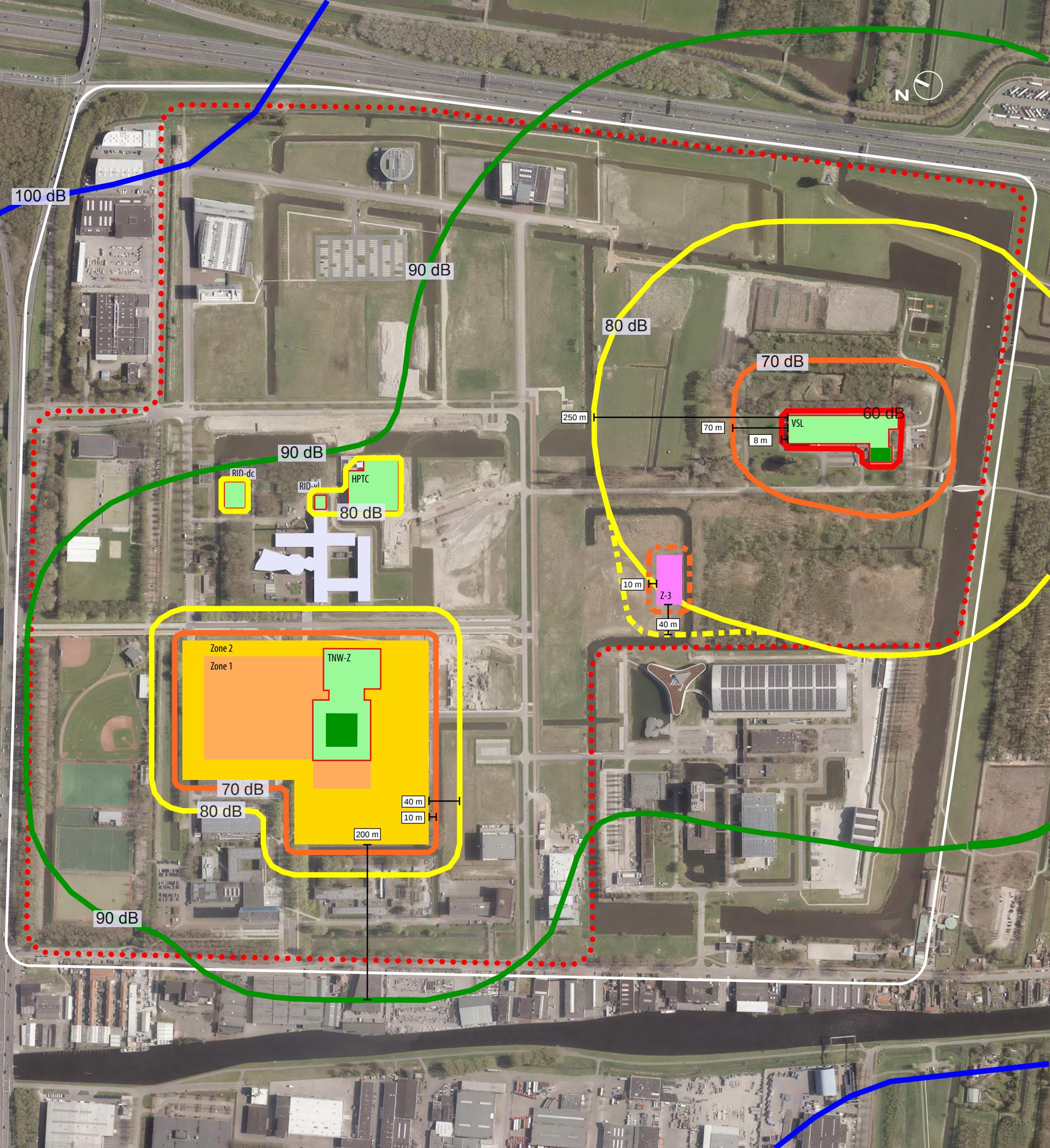


LEGENDA

-  bestemmingsplangrens
 stedenbouwkundig plan grens

125 ha _ bestemmingsplan area
100 ha _ stedenbouwkundig plan area

Laagfrequente trillingbronnen



100 dB

CONTEXT

1:5000@A3

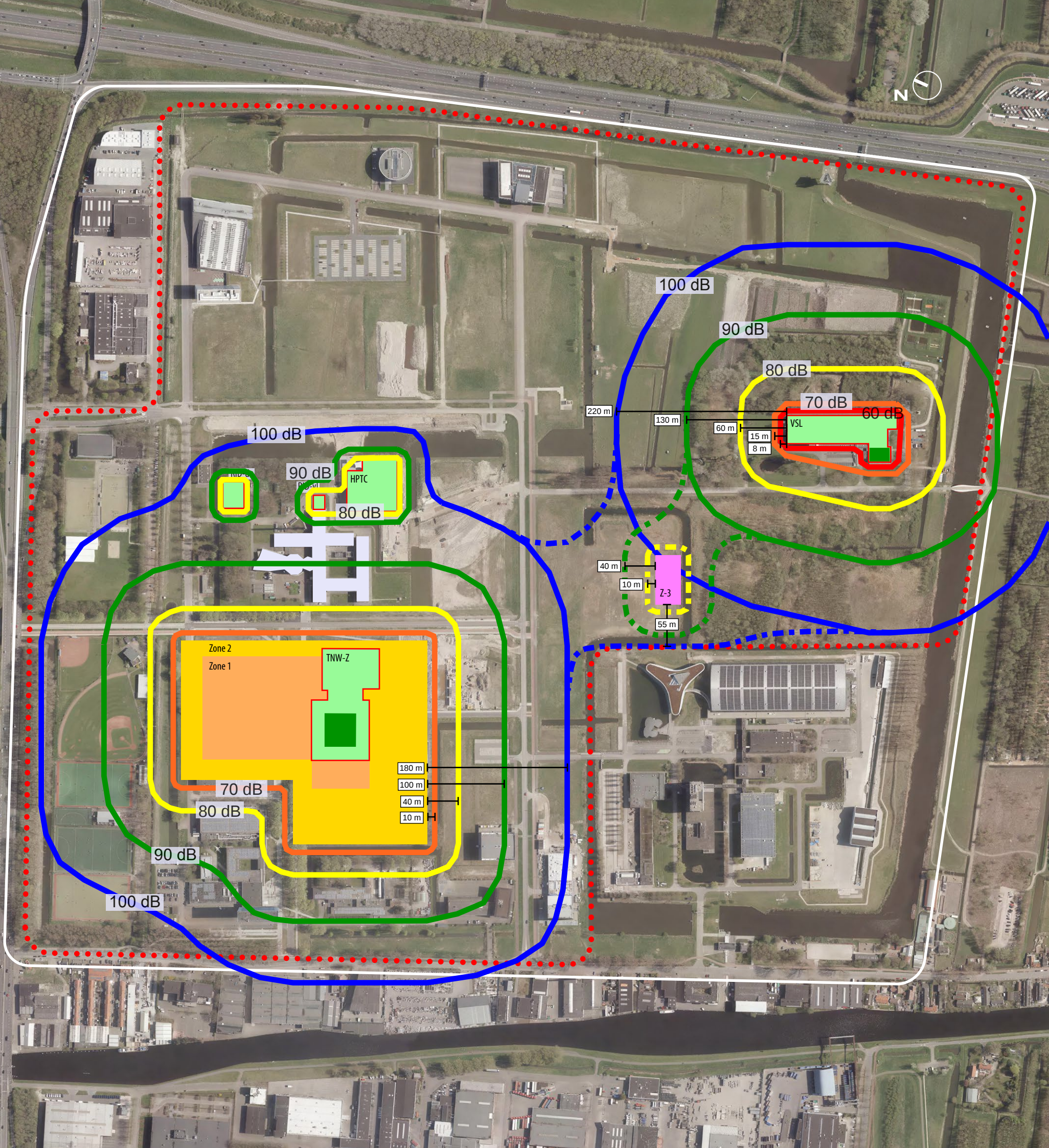
0 50 100 200m

LEGENDA

 bestemmingsplangrens
 stedenbouwkundig plan grens

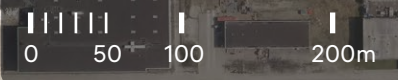
125 ha _ bestemmingsplan area
100 ha _ stedenbouwkundig plan area

Middenfrequente trillingbronnen



CONTEXT

1:5000@A3



LEGENDA

- bestemmingsplangrens
- stedenbouwkundig plan grens
- 125 ha _ bestemmingsplan area
- 100 ha _ stedenbouwkundig plan area

Hoogfrequente trillingbronnen
10 Hz - 80 Hz

