



Akoestisch onderzoek BLVC

Warmtepompcentrale terrein TU Delft

projectnummer 0479879.100
definitief revisie 01
8 maart 2023

Akoestisch onderzoek BLVC

Warmtepompcentrale terrein TU Delft

projectnummer 0479879.100

definitief revisie 01
8 maart 2023

Auteur

R. Wieringa

Opdrachtgever

Equans Energy Solutions bv
Kosterijland 20
3981 AJ BUNNIK



Gecontroleerd:

M.J. Reinders



datum

8 maart 2023

beschrijving

definitief

vrijgave

E. Koomen



Inhoudsopgave

Blz.

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding en achtergrond	1
1.2	BLVC Kaderplan Campus	1
1.3	Plangebied en geluidgevoelige bestemmingen	1
1.4	Doel	4
1.5	Leeswijzer	4
2	Beoordelingskader BLVC kaderplan Campus	5
2.1	Geluidsoverlast	5
2.2	Meldingsprotocol Geluidsoverlast	6
3	Voorgestelde aanpak	8
3.1	Beschrijving fases	8
3.2	Geluidssituatie per fase	9
3.2.1	Realisatiefase	9
3.2.2	Gebruiksfase	9
3.3	Bepaling geluidniveau TU Delft onderwijsgebouwen	11
3.4	Bepaling binnenniveau TU Delft onderwijsgebouwen	11
4	Bepaling niveaus in de onderwijsgebouwen	15
4.1	Realisatiefase	15
4.2	Gebruiksfase	16
5	Maatregelen	18
5.1	Maatregelen realisatiefase	18
5.2	Maatregelen gebruiksfase	18
6	Conclusies en aanbevelingen	19
6.1	Conclusies realisatiefase	19
6.2	Conclusies gebruiksfase	20
6.3	Monitoring	20

Bijlage 1 Meldings protocol geluidsoverlast

Bijlage 2 Concept maandenplanning realisatiefase

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en achtergrond

Equans Energy Solutions bv (verder Equans) heeft het voornemen om op het campusterrein van de TU Delft (TUD) een warmtepompcentrale (WPC) te realiseren. De WPC zal ten behoeven zijn van het Open Warmtenet Delft en de TU Delft. Bij het gebruik van de WPC zal er een bepaalde geluidemissie ontstaan door pompen en randapparatuur van de centrale. De activiteiten van de WPC tijdens de representatieve bedrijfssituatie en realisatiefase wordt in onderhavig onderzoek getoetst aan de eigen normering van TU Delft.

In relatie met procedures voor vergunningverlening (Wet algemene bepalingen omgevingsrecht) en ruimtelijke ordening (nieuw bestemmingsplan) zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd en gerapporteerd. Dit betreft zowel de realisatiefase als de gebruiksfase:

Akoestisch onderzoek

'Warmtepompcentrale op het terrein TU Delft, maart 2023, Antea Group

Akoestisch onderzoek

'Realisatiefase warmtepompcentrale op het terrein TU Delft, maart 2023, Antea Group

1.2 BLVC Kaderplan Campus

In de genoemde rapportages is getoetst aan de normen die van toepassing zijn op basis van de wet- en regelgeving.

De TU Delft heeft echter ook een eigen normering, vastgelegd in het BLVC Kaderplan Campus (2019). Het BLVC Kaderplan Campus is een beleidsdocument dat voorziet in een aantal richtlijnen ten aanzien van de omgevingsaspecten Bereikbaarheid, Leefbaarheid, Veiligheid en Communicatie bij de nieuwbouw van vastgoed, de aanleg van infrastructuur en (groot) onderhoud in de buitenruimte op de campus.

Het voorliggende document voorziet in de toetsing van deze interne normen van de TU Delft.

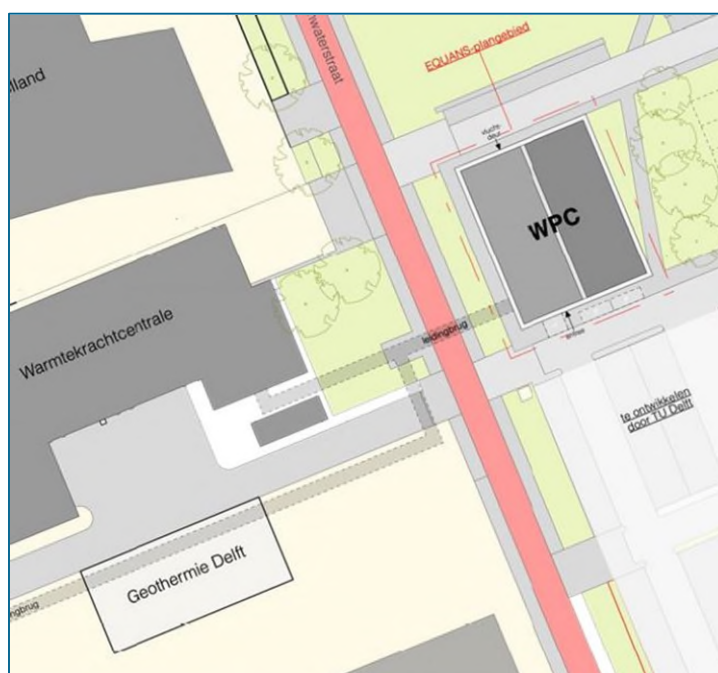
1.3 Plangebied en geluidgevoelige bestemmingen

De voorgenomen locatie betreft (een deel van) het parkeerterrein aan de Leeghwaterstraat op het terrein van de TU Delft, nabij de locatie van het geothermie Delft project. De locatie is in figuur 1.1 weergegeven.



Figuur 1.1: Voorgenomen locatie warmtepompcentrale

Een plattegrond van de locatie is weergegeven in figuur 1.2.



Figuur 1.2: Plattegrond locatie warmtepompcentrale (en situering geothermie project)

In de omgeving rondom de WPC zijn geluidgevoelige gebouwen van de TU Delft en de Hogeschool Inholland gelegen. Voor de gebouwnummering die wordt gebruikt in dit onderzoek, is gebruik gemaakt van de nummeringsystematiek van de TU Delft. In figuur 1.3 is de gebouwnummering weergegeven van de gehele TU. Deze nummering wordt ook in onderhavig onderzoek gehanteerd.



Figuur 1.3 Gebouwen conform systematiek TU Delft (bron: Zonekaart gebouwen (arcgis.com))

Voor gebouw 34 in bovenstaand figuur is nog een andere differentiatie aangehouden om de resultaten op dit gebouw beter te kunnen duiden. In figuur 1.4 is deze nadere onderverdeling gerepresenteerd.



Figuur 1.4 Onderverdeling gebouwen 34 conform systematiek TU Delft
 (voorgenomen locatie WPC indicatief toegevoegd met rode cirkel)

1.4 Doel

Doel van het akoestisch onderzoek is inzicht te geven in de akoestische inpasbaarheid van de activiteiten van de representatie bedrijfssituatie van de WPC binnen de kaders van de het BLVC Kaderplan Campus van de TU Delft.

1.5 Leeswijzer

De rapportage is als volgt opgebouwd:

- Hoofdstuk 2 geeft het beoordelingskader;
- Hoofdstuk 3 beschrijft de voorgestelde aanpak;
- De berekende geluidbelasting wordt in hoofdstuk 4 weergegeven;
- Maatregelen worden in hoofdstuk 5 omschreven;
- In hoofdstuk 6 worden tenslotte conclusies en aanbevelingen gegeven.

2 Beoordelingskader BLVC kaderplan Campus

In onderstaand hoofdstuk is de informatie uit het BLVC Kaderplan Campus (versie 4 juni 2019) met betrekking tot geluidsoverlast weergegeven (citaten cursief). Voor de onderhavige toetsing aan het BLVC Kaderplan Campus zijn uitsluitend de gebouwen van de TU Delft beschouwd.

2.1 Geluidsoverlast

Er zijn belangrijke restricties die bij de TU Delft gelden ten aanzien van geluidsoverlast, omdat met name het proces van onderwijs ernstig kan worden verstoord door geluidsoverlast. Als een docent of een hoogleraar onverstaanbaar wordt tijdens een college en daardoor een college onuitvoerbaar raakt, dan ontstaat er een acute en moeilijke opgave voor de roosterafdeling van ESA om voor de eerstvolgende tentamenperiode een inhaalcollege en een geschikte collegezaal te vinden.

In tentamenperiodes is geluidsoverlast uit den boze, aangezien dit kan leiden tot het afbreken van tentamens. Dat leidt ertoe dat zo'n tentamen vervolgens ongeldig verklaard wordt en dat de student het later opnieuw moet doen. Uiteraard is dat voor zowel de studenten zelf als voor de dienst Onderwijs & Studentenzaken (O&S) een onacceptabele situatie.

Vanuit het BLVC Kaderplan Campus worden om die reden de volgende werkwijze en restricties voorgeschreven:

Risicobeheersing geluidsoverlast – Verplicht opnemen in de planning:

- *Integreren van de academische jaarindeling in het algemeen tijdschema (ATS), zodat tentamenweken en vakantieperioden zichtbaar zijn;*
- *Afstemmen van de activiteiten in het ATS op de tentamen- en vakantieperioden, zodat geluidsoverlast gevende activiteiten niet tijdens tentamenperioden worden gepland;*
- *Keuze van bouwwijze en materieel afstemmen op de onderstaande restricties ten aanzien van geluidsbelasting op de gevel en in de onderwijsruimten.*

Restricties

- *Collegetijden:*
 - o 08:45 – 12:30 uur
 - o 13:45 – 19:30 uur*Collegetijden kunnen per faculteit verschillen. Controleer daarom het rooster of neem contact op met de O&S medewerker van de faculteit. Wanneer er zalen ingeroosterd dienen te worden, tijd (minstens 4 weken van tevoren) afstemmen met de BLVC-coördinator en ESA.*
- *Tijdens (aangepaste) collegetijden mogen de volgende beperkte geluiddragende werkzaamheden plaatsvinden:*
 - *Werkverkeer*
 - *Gecontroleerd sloopwerk (demontage, knabbelen)*
 - *Asbestsanering binnen*
 - *Grondwerk*
 - *Verdichten van aanvullingen met trilrol of lichte trilplaat (Wackerstamper)*
 - *Rioleringswerk*
 - *Bouwplaatsinrichting*
 - *Geboorde, gepulste of inwendig geheide paalfundering*
 - *Betonstorten met kubel en betonpomp, incl. nabehandelen*
 - *(De)montage van steigers en hulpwerken*

- Montage van constructie (staal, prefab beton, gevel, dak, etc..)
 - Metselwerk
 - Afbouw werkzaamheden binnen
 - Beton boren (nat)
 - Installatiewerkzaamheden
 - Schilderwerk
 - Inrichting
 - Kolk- en rioolreiniging
- Met dien verstande dat het maximaal toegestane equivalente geluidniveau in de omliggende zalen t.g.v. bouwwerkzaamheden (gemeten over minimaal 5 minuten en maximaal 20 minuten) niet hoger dan 45 dB en een piekbelasting van maximaal 60 dB mag zijn.*
- Buiten (aangepaste) college tijden mogen geluiddragende werkzaamheden plaatsvinden, zoals:
 - Heiwerk met een dieselblok of een hydraulisch blok
 - Beton boren (droog)
 - Verdichten van aanvullingen met zwarte trilplaat
 - Aftrillen bestratingswerk
 - Zaag- hak- en breekwerk
 - Sloopwerk met sloophamers en puinbrekers
 - Tijdens tentamenperiodes mag er geen geluidsoverlast plaatsvinden naar onderwijszalen en tentamengebouwen. Dit betekent dat er tijdens deze perioden geen geluiddragende werkzaamheden mogen plaatsvinden. Beperkte geluiddragende werkzaamheden gedurende de tentamenperiode dienen te worden afgestemd tussen de omgevingsmanager CRE en de roosterafdeling van O&S. Het maximaal toegestane equivalent geluidniveau in de omliggende college-/tentamenzalen is t.g.v. bouwwerkzaamheden (gemeten over minimaal 5 minuten en maximaal 20 minuten) niet hoger dan 35 dB met een piekbelasting van maximaal 40 dB.
 - Bij melding van overlast door de gebruiker tijdens tentamens dient de overlast gevende activiteit per direct te worden gestaakt en op een later tijdstip (buiten tentamentijden) te worden uitgevoerd. Alle hieruit voortvloeiende consequenties zijn voor rekening van de aannemer.
 - Logistieke vensters tijdens tentamenperioden (zie academische jaarindeling).
 - Tijdens tentamenperioden (zie jaarplanning) is zwaar bouwverkeer¹ op de wegen binnen de TU Ring verboden gedurende de volgende tijden:
 - o 08.45 – 12.30
 - o 13.30 – 17.14
 - o 18.30 – 22.00

2.2 Meldingsprotocol Geluidsoverlast

In bijlage E is een protocol bijgevoegd dat kan worden gehanteerd bij werkzaamheden in of in de nabijheid van faculteitsgebouwen en laboratoria.

De genoemde bijlage E is opgenomen als bijlage 1 bij voorliggend rapport. Van belang is dat bij de indeling in categorieën activiteiten onderscheid wordt gemaakt tussen activiteiten die wel en niet kunnen worden onderbroken.

¹ Onder zwaar bouwverkeer wordt verstaand grondtransport, truckmixers, aan- en afvoer van groot materieel, aan- en afvoer van bouwmaterialen en afval.

Bij bouwactiviteiten die niet kunnen worden onderbroken worden genoemd: vervaardigen boorpaal, lopend betonstort en montage van grote onderdelen m.b.v. hijskranen. Ook in de WPC is er sprake van deelactiviteiten die niet zonder meer kunnen worden onderbroken. Het is van belang om hiermee rekening te houden.

3 Voorgestelde aanpak

3.1 Beschrijving fases

In de inleiding is reeds beschreven dat er onderzoek heeft plaatsgevonden voor twee fasen, te weten achtereenvolgens de realisatiefase en gebruiksfase.

1) Realisatiefase

a) Bouwrijp maken

In de eerste fase wordt het projectgebied bouwrijp gemaakt. Dit houdt in dat op het projectgebied wordt gegraven en de noodzakelijke kabels en leidingen worden gelegd. Er zal geluid worden geproduceerd door een graafmachine, shovel, aggregaat en het werkverkeer wat van en naar het projectgebied rijdt. Dit verkeer zal in iedere fase bestaan uit bestelwagens en vrachtwagens. Deze fase duurt circa 1 maand.

b) Grondwerk, fundering en schroefpalen

Nadat het projectgebied bouwrijp is gemaakt, zullen de funderingswerkzaamheden van start gaan. Uitgangspunt hierbij is dat dit met schroefpalen gebeurt, zodat er niet hoeft te worden geheid. Er zal geluid worden geproduceerd door een graafmachine, machine voor schroefpalen, bemalingspomp, bouwkraan, aggregaat en het werkverkeer dat van en naar het projectgebied rijdt. Deze fase zal circa 3 maanden duren. De werkzaamheden waarbij de machine voor de schroefpalen in bedrijf is zullen circa 7 dagen duren in de tweede maand van deze fase.

c) Inrichten

Wanneer de funderingswerkzaamheden zijn afgerond, wordt het terrein ingericht. Dit gebeurt middels een bouwkraan, mobiele kraan, shovel, trilplaat en het werkverkeer dat van – en naar het projectgebied rijdt. Om de bodem gereed te maken, wordt de trilplaat en shovel gebruikt. Deze fase zal circa 11 maanden duren waarbij er in de 10^e maand van deze fase circa 4 dagen wordt gewerkt met de trilplaat.

2) Gebruiksfase

a) Representatief

Tijdens de gebruiksfase van de WPC zullen er meerdere bronnen van belang zijn voor de bepaling van het geluidniveau dat de inrichting produceert. Dit is voornamelijk het geluid wat binnen in de WPC wordt geproduceerd door de warmtepompen en naar buiten uitstraalt via de gevels van het gebouw en de twee vaste installaties op het dak.

b) Incidenteel

De WPC beschikt niet over een incidentele bedrijfssituatie. Werkzaamheden met betrekking tot onderhoud zijn al reeds meegenomen in de representatieve bedrijfssituatie.

Door middel van de akoestische rekenmodellen die voor de genoemde onderzoeken zijn opgesteld, zijn voor onderhavig onderzoek de geluidniveaus op de verschillende geveldelen van de TU Delft onderwijsgebouwen bepaald. Het maatgevende niveau per fase en gebouw is in hoofdstuk 4 gepresenteerd.

3.2 Geluidsituatie per fase

3.2.1 Realisatiefase

In onderstaande tabel 3.1 is de representatieve bedrijfssituatie (inclusief geluidemissie) gepresenteerd voor de aanlegfase. Deze gegevens zijn afkomstig uit het rapport 'Akoestisch onderzoek Realisatiefase warmtepompcentrale op het terrein TU Delft, projectnummer 0479879.100, 8 maart 2023. In bijlage 2 is de concept maandenplanning voor de realisatie van de WPC weergegeven. Hierin staat vermeld wanneer ieder werktuig in bedrijf is en hoelang de totale realisatie duurt (15 maanden).

Tabel 3.1 Bedrijfsduur per geluidbron per periode van de dagperiode in de realisatiefase

Omschrijving van de bron	Bronsterkte [dB(A)]	Bouwrijp maken [uur]	Grondwerk, fundering en schroefpalen [uur]	Inrichten [uur]
Graafmachine	105	8	8	-
Shovel	104	5	-	5
Bemalingspomp	85	-	12	-
Machine voor schroefpalen	102	-	5	-
Bouwkraan	104	-	3	3
Mobiele kraan	104	-	-	4
Aggregaat	95	12	12	-
Trilplaat	114	-	-	4
Licht verkeer*	92	16	16	16
Zwaar verkeer*	100-102	8	8	8

* Bij het licht- en zwaar verkeer zijn het aantal voertuigen weergegeven i.p.v. de bedrijfsduur.

Maximale geluidniveaus

In het genoemde akoestisch onderzoek naar de aanlegfase zijn de maximale geluidniveaus (piekniveaus) niet beschouwd. Voor de realisatiefase is er namelijk geen wettelijke basis (Bouwbesluit) voor beschouwing van maximale geluidniveaus.

Vanwege onderhavige toetsing voor de BLVC, zijn de maximale geluidniveaus in alle fases inzichtelijk gemaakt. Derhalve is in de realisatiefase rekening gehouden met een piekniveau van 110 dB(A) voor het materieel en 125 dB(A) voor het gebruik van de trilplaat.

3.2.2 Gebruiksfase

Onderstaande geluidgegevens zijn afkomstig uit het rapport 'Akoestisch onderzoek Warmtepompcentrale op het terrein TU Delft', projectnummer 0479879.100, 8 maart 2023.

De warmtepompcentrale bestaat uit twee ruimtes waarin iedere ruimte zes warmtepompen 24 uur per etmaal actief zijn, een ruimte waar twee chemiepompen actief zijn, een ruimte waar compressors actief zijn, twee vaste warmtepompen op het dak en een hijskraan op de rand van het dak. Een volledig overzicht van de gehanteerde bronvermogenenniveaus, bedrijfstijden en locatie staat beschreven in het genoemde akoestisch onderzoek van de gebruiksfase van de warmtepompcentrale.

Enkele bronnen zijn van belang voor de bepaling van het geluidniveau dat de inrichting produceert, te weten het binnenniveau in het inrichtingsgebonden gebouw, en het geluid dat wordt veroorzaakt door de twee warmtepompen op het dak. De bronniveaus zijn bepaald op basis van metingen bij vergelijkbare inrichtingen, kengetallen, aangeleverde informatie van de opdrachtgever of leverancier en met een binnenniveau berekening aan de hand van de formule van Sabine. Onderstaande tabel toont een vereenvoudigde weergave van deze geluidniveaus. De gehanteerde geluidvermogenenniveaus zoals weergegeven in tabel 3.2 zijn gebaseerd op de cijfers waarbij er al reeds geluidreducerende maatregelen zijn getroffen. Deze maatregelen zijn beschreven in het bovenstaande akoestisch onderzoek. Ze hebben betrekking tot het binnenniveau van de twee warmtepomp ruimten, de twee warmtepompen op het dak en de geluidisolatiewaarde van de overheaddeur van de WPC.

Tabel 3.2: Gehanteerde geluidvermogenenniveaus inclusief geluidreducerende maatregelen

Omschrijving	Bronsterkte
Geveluitstraling warmtepomp ruimten	46 – 54 dB(A)/m ²
Geveluitstraling pompruimte	14 – 27 dB(A)/m ²
Uitstraling ventilatieroosters	64 dB(A)
Geveluitstraling waterbehandelingsruimte	31 – 37 dB(A)/m ²
Warmtepompen op het dak	82 dB(A)
Hijskraan op het dak	85 dB(A)
Vrachtwagen	100 / 107* dB(A)
Bestelbus	96 / 100* dB(A)

* Piekniveau van vrachtwagen en bestelbus.

Voor een overzicht van de invoergegevens van het rekenmodel wordt verwezen naar de twee akoestische onderzoeken voor de gebruiksfase en realisatiefase zoals genoemd in paragraaf 1.1.

Maximale geluidniveaus

Vanwege het continue karakter van het proces en de afzonderlijke geluidbronnen zal de geluidbelasting over een etmaal nauwelijks variëren. De maximale geluidniveaus (pieken) veroorzaakt door onderdelen van de installatie (bijv. regel- en drukventielen of het aan-/uitschakelen van apparatuur) zijn nauwelijks relevant ten opzichte van de rest van de installatie. De hoogste maximale geluidniveaus zullen worden veroorzaakt door de vrachtwagen/mobiele kraan en bestelbussen. Alleen deze piekgeluiden zijn meegenomen in het onderzoek.

3.3 Bepaling geluidniveau TU Delft onderwijsgebouwen

De overdrachtsberekeningen zijn uitgevoerd met behulp van een computerprogramma, Geomilieu V2022.3.

Voor de berekeningen zijn op basis van de vastgestelde geluidsituatie uit paragraaf 3.2 de volgende gegevens ingevoerd:

- de brongegevens per afzonderlijke bron (de bedrijfsduur, de immissierelevante bronsterkte, de locatie, de hoogte);
- de afschermende of reflecterende objecten (locatie en hoogte);
- de bodemgesteldheid (harde of zachte bodem);
- de locatie van de berekeningspunten.

Behoudens de realisatiefase heeft de gebruiksfase een continu karakter. In de realisatiefase zullen de activiteiten alleen tussen 07.00 - 19.00 uur plaatsvinden. Naar alle waarschijnlijkheid zullen de meeste colleges en tentamens in deze dagperiode plaatsvinden. Daarnaast is in het BLVC Kaderplan Campus met betrekking tot geluidoverlast geen onderscheid gemaakt in dag-, avond- en nachtperiode.

Derhalve zullen de geluidniveaus op de TU Delft onderwijsgebouwen voor de realisatiefase alleen voor de dagperiode worden bepaald. Bij de gebruiksfase zal er wel onderscheid worden gemaakt in de dag-, avond- en nachtperiode.

3.4 Bepaling binnenniveau TU Delft onderwijsgebouwen

Na bepaling van de geluidniveaus is vervolgens voor de meest dichtbij gesitueerde TU-gebouwen van de berekende waarden 17 dB afgetrokken. Dit betreft een aanname voor het verschil in geluidniveau tussen buiten en binnen. De aanname van 17 dB geluidwering is vrij conservatief en is gebaseerd op artikel 2.1.1 uit het 'Uitvoeringskader Gevelisolatie 2016 (UGI 2016)' van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu:

2.1.1 Eis gevelgeluidwering lager dan 17 dB

Om te bepalen of een object in aanmerking komt voor onderzoek wordt vastgesteld aan welke eisen de geluidwering van de gevel dient te voldoen. De eis aan de gevelgeluidwering wordt bepaald door de belasting op de buitengevel (exclusief eventuele correcties) te verminderen met de eis aan het binnenniveau in de geluidgevoelige ruimten.

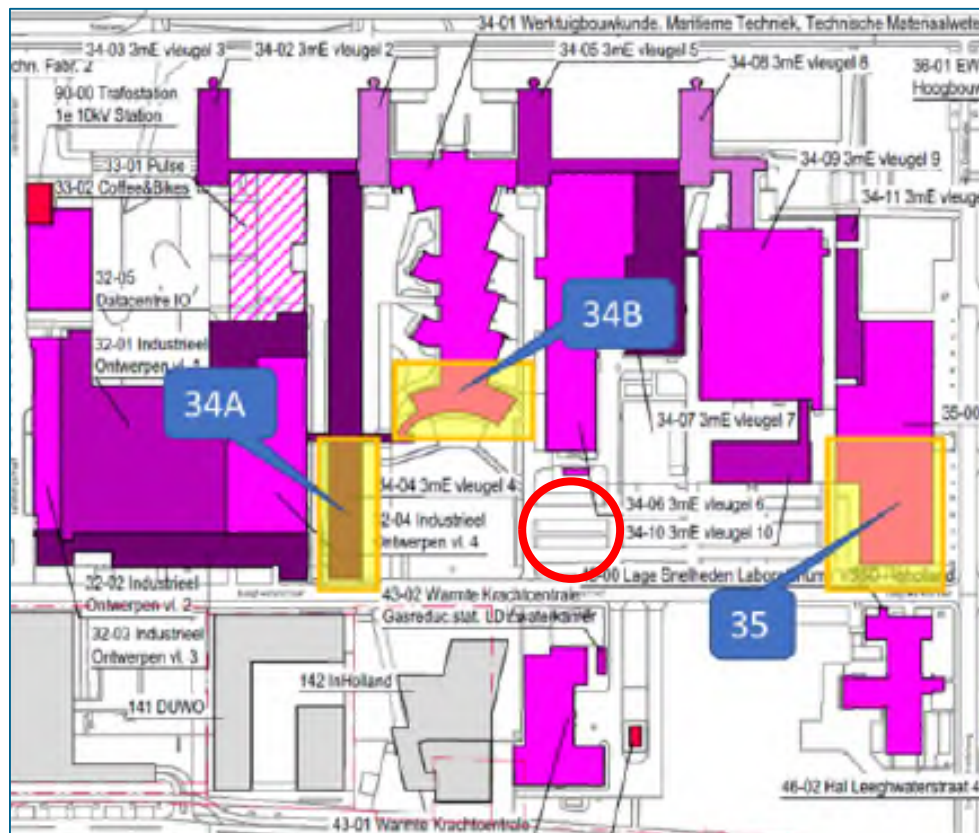
Een bestaande gevel heeft altijd een bepaalde geluidwering, zelfs als deze slecht onderhouden is of bestaat uit akoestisch zwak isolerende onderdelen. Een normale gevel houdt over het algemeen al 20 dB geluid tegen, in de praktijk komt een waarde van onder de 17 dB nauwelijks voor².

Hiermee is derhalve het (maximaal) verwachte binnenniveau bepaald.

Geluidwering

In delen van gebouwen 34A, 34B en 35 worden tentamens gehouden in tentamenperioden. Voor deze delen van deze gebouwen (zie figuur 3.1) is de geluidwering van de gevels nader bepaald. Op deze wijze kan beter worden bepaald of tijdens de verschillende geluidproducerende fases tentamens gegeven kunnen worden.

² Minder dan 0,05%, in voorkomende situaties is dit vaak te wijten aan een gebrek aan de woning of aan de aanwezigheid van een gevel met een hogere belasting dan waar de geluidbelasting op is vastgesteld.



Figuur 3.1 Tentamenruimten TU Delft (met indicatieve locatie WPC als rode cirkel)

Gebouwdeel 34A



Figuur 3.2 Tentamenruimte TU Delft gebouw 34A

Aangehouden kenmerken langsgewel:

- 70% beglazing;
- 30 % stenen constructie;
- Natuurlijke ventilatie (uitgangspunt Rijkswaterstaat -> kleine lokalen)

Aangehouden kenmerken kopgevel:- Deze gevel is akoestisch niet relevant: geen gevelopeningen en een stenen uitvoering.

Aangehouden kenmerken plat dak:

- Betonplaat (circa 100 mm) en bitumen dakbedekking.

Kierdichting:

- Een kierdichting van 35 is aangehouden voor de geveldelen met kozijnen.

Resultaat:

- Berekende geluidwering: 19 dB.

Gebouwdeel 34B



Figuur 3.3 Tentamenruimte TU Delft gebouw 34B

Aangehouden kenmerken langsgevel:

- 90% beglazing;
- 10 % houtskeletbouw-constructie;
- Natuurlijke ventilatie (uitgangspunt Rijkswaterstaat -> kleine lokalen).

Aangehouden kenmerken kopgevel:

- 90% beglazing (deur hierin meegenomen);
- 10 % houtskeletbouw-constructie.

Aangehouden kenmerken platdak:

- Betonplaat (circa 100 mm) en bitumen dakbedekking.

Kierdichting:

- Een kierdichting van 35 is aangehouden voor de geveldelen met kozijnen.\

Resultaat:

- Berekende geluidwering: 18 dB.

Gebouwdeel 35



Figuur 3.4 Tentamenruimte TU Delft gebouw 35

Aangehouden kenmerken langsgevel:

- 80% beglazing;
- 20% houtskeletbouw-constructie;
- Natuurlijke ventilatie (uitgangspunt op basis van ca. 64 personen aanwezig).

Aangehouden kenmerken plat dak:

- Lichtstraat op basis van 50% 'oud' veiligheidsglas en 50% isolatie veiligheidsglas;
- Houten plat dak en bitumen dakbedekking.

Kierdichting:

- Een kierdichting van 35 is aangehouden voor de geveldelen met kozijnen.

Resultaat:

- Berekende geluidwering: 23 dB.

4 Bepaling niveaus in de onderwijsgebouwen

In onderstaande tabellen zijn per fase en per gebouw de maatgevende geluidniveaus op en in de gebouwen gepresenteerd. Hierbij zijn de volgende uitgangspunten aangehouden met betrekking tot de geluidwering van de gebouwen:

- Gebouw 34A: 19 dB
- Gebouw 34B: 18 dB
- Gebouw 35: 23 dB
- Overig: 17 dB

De binnenniveaus zijn vervolgens getoetst aan de gestelde grenswaarden uit het BLVC Kaderplan Campus met betrekking tot geluidoverlast.

Tijdens (aangepaste) collegetijden

Met dien verstande dat het maximaal toegestane equivalent geluidniveau in de omliggende zalen t.g.v. bouwwerkzaamheden (gemeten over minimaal 5 minuten en maximaal 20 minuten) niet hoger dan 45 dB en een piekbelasting van maximaal 60 dB mag zijn.

Tijdens tentamenperiodes

Het maximaal toegestane equivalent geluidniveau in de omliggende college-/tentamenzalen is t.g.v. bouwwerkzaamheden (gemeten over minimaal 5 minuten en maximaal 20 minuten) niet hoger dan 35 dB met een piekbelasting van maximaal 40 dB.

4.1 Realisatiefase

Het berekende equivalent geluidniveau binnen de gebouwen voor de dagperiode tijdens de realisatiefase zijn in tabel 4.1 weergegeven. Voor ieder gebouw is het hoogst berekende geluidniveau weergegeven per maand van de realisatiefase.

Tabel 4.1 Equivalent geluidniveau als binnenniveau per maand van de realisatiefase

Gebouw	Hoogst berekende langtijdgemiddelde beoordelingsniveau [dB(A)] per maand							
	1	2	3	4	5 t/m 7	8 t/m 13	14	15
32	38	37	36	34	34	33	44	24
34-09	40	39	36	35	35	34	45	27
34A	38	38	37	35	35	33	44	24
34B	37	36	36	34	34	33	45	25
34C	39	38	38	36	36	35	46	29
34D	44	43	41	39	39	38	48	31
35	32	32	29	27	27	26	35	20
XX	Overschrijding grenswaarde tijdens tentamenperiodes							
XX	Overschrijding grenswaarde tijdens tentamenperiodes en (aangepaste) collegetijden							

De oranje gearceerde waarden duiden op een overschrijding van de grenswaarden voor de tentamenperiodes. Daar de grenswaarden tijdens de (aangepaste) collegetijden soepeler zijn, duiden de rood gearceerde waarden op zowel een overschrijding van tentamenperiodes als (aangepaste) collegetijden.

Uit tabel 4.1 blijkt dat er tijdens de 14e maand op gebouwen 34C en 34D overschrijdingen ontstaan van de grenswaarden tijdens tentamenperiodes en tijdens (aangepaste) collegetijden. Voor vrijwel alle omliggende TU Delft gebouwen worden de grenswaarden tijdens tentamenperiodes overschreden.

De overschrijdingen in maand 14 worden met name veroorzaakt door het gebruik van de trilplaat. Hoewel het gebruik van een (lichte) trilplaat expliciet wordt toegestaan in het BLVC-beleid, geldt dat dit alsnog niet tot een overschrijding van het binnenniveau mag leiden.

De berekende maximale geluidniveau als binnenniveau voor de dagperiode tijdens de realisatiefase is in tabel 4.2 weergegeven.

Tabel 4.2 Maximale geluidniveaus als binnenniveau per maand

Gebouw	Hoogste maximale geluidniveaus als binnenniveau [dB(A)] per maand							
	1	2	3	4	5 t/m 7	8 t/m 13	14	15
32	46	46	46	46	46	46	61	46
34-09	48	48	48	48	48	48	62	48
34A	46	46	46	46	46	46	61	46
34B	51	51	51	51	51	51	63	51
34C	57	57	57	57	57	57	72	57
34D	50	50	50	50	50	50	66	50
35	39	39	39	39	39	39	53	39
XX	Overschrijding grenswaarde tijdens tentamenperiodes							
XX	Overschrijding grenswaarde tijdens tentamenperiodes en (aangepaste) college tijden							

Uit tabel 4.2 blijkt dat de piekgeluiden in de omliggende gebouwen tijdens de tentamenperiodes alleen voldoen op gebouw 35 aan de grenswaarde van 40 dB(A), met uitzondering van maand 14. Voor de rest van de gebouwen zal het piekgeluid te hoog zijn.

Tijdens de 14e maand, wanneer de trilplaat actief is, zal ook de grenswaarde van 60 dB(A) voor de (aangepaste) college tijden worden overschreden bij de meeste gebouwen. Met name gebouw 34C zal hogere piekniveaus ervaren.

4.2 Gebruiksfase

Het berekende equivalent geluidniveau en de maximale geluidniveaus binnen de gebouwen voor de dagperiode tijdens de gebruiksfase zijn in tabel 4.3 weergegeven. Voor ieder gebouw is het hoogst berekend geluidniveau weergegeven per maand van de gebruiksfase.

Tabel 4.3 (Piek)geluidniveaus van de binnen niveaus tijdens gebruiksfase WPC

Omschrijving	Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau INCL. maatregelen dB(A)	Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau EXCL. maatregelen dB(A)	Maximaal geluidniveau dB(A)	Indirecte hinder dB(A)
Gebouw 31	< 15	34	28	< 15
Gebouw 32	18	28	42	< 15
Gebouw 34-09	23	32	45	< 15
Gebouw 34A	19	28	42	< 15
Gebouw 34B	23	34	43	< 15
Gebouw 34C	23	33	52	< 15

Tabel 4.3 (Piek)geluidniveaus van de binnenniveaus tijdens gebruiksfase WPC

Omschrijving	Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau INCL. maatregelen dB(A)	Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau EXCL. maatregelen dB(A)	Maximaal geluidniveau dB(A)	Indirecte hinder dB(A)
Gebouw 34D	26	35	48	20
Gebouw 35	< 15	19	34	< 15
Gebouw 36	< 15	21	29	< 15
Gebouw 45	16	22	37	27
XX	Overschrijding grenswaarde tijdens tentamenperiodes			
XX	Overschrijding grenswaarde tijdens tentamenperiodes en (aangepaste) college tijden			

Tijdens de gebruiksfase worden er alleen overschrijdingen op de grenswaarden voor de piekniveaus berekend tijdens tentamenperiodes. Deze piekgeluiden ontstaan met name door vrachtwagens bij onderhoudsactiviteiten.

Voor het equivalent geluidniveau wordt er voldaan aan de grenswaarden gesteld door de TU Delft.

5 Maatregelen

5.1 Maatregelen realisatiefase

In hoofdstuk 4 zijn twee knelpunten geïdentificeerd tijdens de realisatiefase, namelijk:

- overschrijdingen van het gewenste binnenniveau tijdens tentamenperiodes door verschillende geluidbronnen;
- overschrijdingen van het gewenste binnenniveau tijdens college tijden door gebruik van de trilplaat.

In de tentamenperiode geldt dat werkzaamheden afgestemd moeten (en zullen) worden met de onderwijsinstelling. De mogelijkheid voor het uitvoeren van werkzaamheden is namelijk gebonden aan de precieze invulling van de tentamenperiode. Het is nog niet duidelijk in welke zalen en op welke tijden tentamens zullen plaatsvinden. Indien in gebouwen 32 en 34 tentamens worden gehouden, zal met de aannemer afgestemd moeten worden welke werkzaamheden wanneer plaats kunnen vinden om een stille binnenruimte in deze gebouwen te kunnen garanderen. In het geval dat een tentamen in één van de relevante gebouwen samen valt met werkzaamheden, geldt dat wanneer de graafmachine, de shovel, de machine voor schroefpalen, de bouwkransen, en de trilplaat buiten werking zijn, een stille binnenruimte alsnog kan worden gegarandeerd. De binnenniveaus zonder gebruik van deze genoemde geluidbronnen zijn weergegeven in tabel 5.1.

Tabel 5.1 Equivalent geluidniveau als binnenniveau tijdens tentamens zonder gebruik van de graafmachine, de shovel, de machine voor schroefpalen, de bouwkransen, en de trilplaat

Gebouw	Hoogst berekende langtijdgemiddelde beoordelingsniveau [dB(A)] per maand							
	1	2	3	4	5 t/m 7	8 t/m 13	14	15
32	29	30	30	30	29	24	24	24
34-09	29	31	30	31	31	27	27	27
34A	30	30	30	30	30	24	24	24
34B	28	28	28	28	28	25	25	25
34C	31	31	31	31	31	29	29	29
34D	35	35	35	35	35	31	31	31
35	24	24	24	24	24	20	20	20

Voor het maximale geluidniveau geldt dezelfde afweging, met toevoeging van het gebruik van zwaar verkeer – wanneer een tentamen plaatsvindt in de relevante gebouwen, zal zwaar verkeer van- en naar de bouwlocatie moeten worden uitgesteld.

Tijdens college tijden wordt de grenswaarde van 45 dB(A) alleen in maand 14 overschreden, door het gebruik van de trilplaat. Wanneer deze alleen actief is buiten college tijden, kan worden voldaan aan het gewenste binnenniveau. Dit zal moeten worden afgestemd met de onderwijsinstelling, om te voorkomen dat eventuele aanpassingen aan college tijden dit belemmeren. Ook kan een uitkomst zijn om de college tijden- of locaties aan te passen tijdens de 4 dagen dat de trilplaat actief is.

5.2 Maatregelen gebruiksfase

Tijdens de gebruiksfase worden de maximale geluidniveaus overschreden door incidentele onderhoudswerkzaamheden. Wanneer ervoor wordt gezorgd dat deze niet plaatsvinden tijdens tentamenperiodes, zal worden voldaan aan het BLVC beleid.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies realisatiefase

Tijdens het 'bouwrijp maken', 'Grondwerk, fundering en schroefpalen' en 'inrichten' zullen naar verwachting overschrijdingen optreden van de grenswaarden ten aanzien van het binnenniveau voor zowel het equivalente als het maximale geluidniveau.

Indien het gestelde uitgangspunt van een geluidwering van 19 dB voor gebouw 34A, 18 dB voor gebouw 34B, 23 dB, alsmede voor gebouw 35 en 17 dB voor de overige gebouwen wordt aangehouden, dan is de verwachting dat de grenswaarden ten aanzien van **tentamenperiodes** op de volgende TU Delft gebouwen worden overschreden:

- a. Bouwrijp maken: 32, 34-09, 34A, 34B, 34C, en 34D;
- b. Grondwerk, fundering en schroefpalen: 32, 34-09, 34A, 34B, 34C, en 34D;
- c. Inrichten: 32, 34-09, 34A, 34B, 34C en 34D.

Hierbij vindt de grootste overschrijding plaats bij gebouw 34D.

Tijdens de realisatiefase 'Inrichten' zullen er op de TU Delft gebouwen 34C en 34D ook de grenswaarde van maximale geluidniveaus voor de **(aangepaste) collegetijden** worden overschreden. Deze overschrijdingen ontstaan met name door de inzet van de trilplaat.

Overwegingen

Tentamenperiode

- In de tentamenperiode geldt dat werkzaamheden afgestemd moeten en zullen worden met de onderwijsinstelling. De mogelijkheid voor het uitvoeren van werkzaamheden is namelijk gebonden aan de precieze invulling van de tentamenperiode. Het is nog niet duidelijk in welke zalen en op welke tijden tentamens zullen plaatsvinden. Indien in gebouwen 32 en 34 tentamens worden gehouden, zal met de aannemer afgestemd moeten worden welke werkzaamheden wanneer plaats kunnen vinden om een stille binnenruimte in deze gebouwen te kunnen garanderen.
- In het geval dat een tentamen in één van de relevante gebouwen samen valt met werkzaamheden, geldt dat wanneer de graafmachine, de shovel, de machine voor schroefpalen, de bouwkransen, en de trilplaat buiten werking zijn, een stille binnenruimte alsnog kan worden gegarandeerd.
- Voor het maximale geluidniveau geldt dezelfde afweging, met toevoeging van het gebruik van zwaar verkeer – wanneer een tentamen plaatsvindt in de relevante gebouwen, zal zwaar verkeer van- en naar de bouwlocatie moeten worden uitgesteld.

Collegetijden

- Tijdens collegetijden wordt de grenswaarde van 45 dB(A) alleen in maand 14 overschreden, door het gebruik van de trilplaat. Wanneer deze alleen actief is buiten collegetijden, kan worden voldaan aan het gewenste binnenniveau. Dit zal moeten worden afgestemd met de onderwijsinstelling, om te voorkomen dat eventuele aanpassingen aan collegetijden dit belemmeren. Ook kan een uitkomst zijn om de collegetijden- of locaties aan te passen tijdens de 4 dagen dat de trilplaat actief is.

6.2 Conclusies gebruiksfase

Tijdens de gebruiksfase zullen naar verwachting geen overschrijdingen van de grenswaarden ten aanzien van het binnenniveau voor het equivalente geluidniveau optreden.

Voor het maximale geluidniveau zijn er op de TU Delft gebouwen 32, 34-09, 34A, 34B, 34C en 34D overschrijdingen berekend tijdens tentamenperiodes. Deze piekgeluiden ontstaan met name door vrachtwagens bij onderhoudsactiviteiten.

Overweging

Tentamenperiode

- Wanneer ervoor wordt gezorgd dat onderhoudswerkzaamheden niet plaatsvinden tijdens tentamenperiodes, zal worden voldaan aan het beleid.

6.3 Monitoring

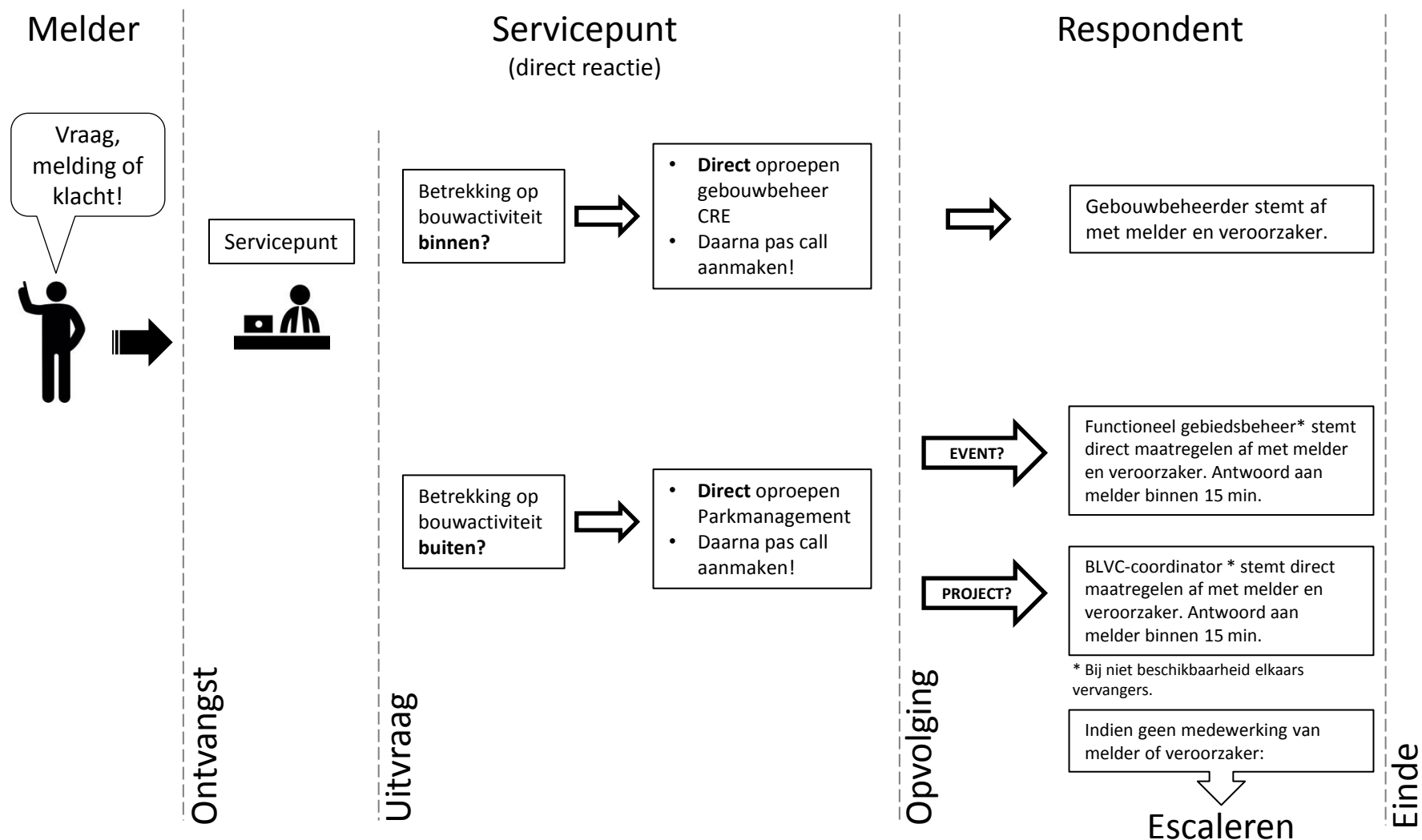
De conclusies ten aanzien van de geluidniveaus op en binnen de gebouwen van de TU Delft zijn gebaseerd op uitgangspunten en prognoses van aangeleverde informatie vanuit Equans en op kengetallen / vergelijkbare geluidmetingen van Antea Group. Voor de TU Delft is het van belang dat er een zekere borging is ten aanzien van geprognosticeerde geluidbelastingen. De aanbeveling is om ter plaatse van relevante gebouwdelen (tentamenruimten) van de TU Delft het geluid afkomstig van de inrichting continu te monitoren en te registreren. De monitoring geschiedt zodanig dat een goede indicatie wordt verkregen van het equivalent geluidniveau op de gevels van deze gebouwdelen. De in dit rapport gepresenteerde geluidbelastingen kunnen voor de monitoring als kritische waarden worden gehanteerd. Het plan van aanpak en de te hanteren meetlocaties van de monitoring zullen in afstemming met de TU Delft moeten worden opgesteld. Onvoorziene omstandigheden mogen niet toegerekend worden tot overschrijdingen van de kritische waarde voor de monitoring.

Antea Group
Maart 2023

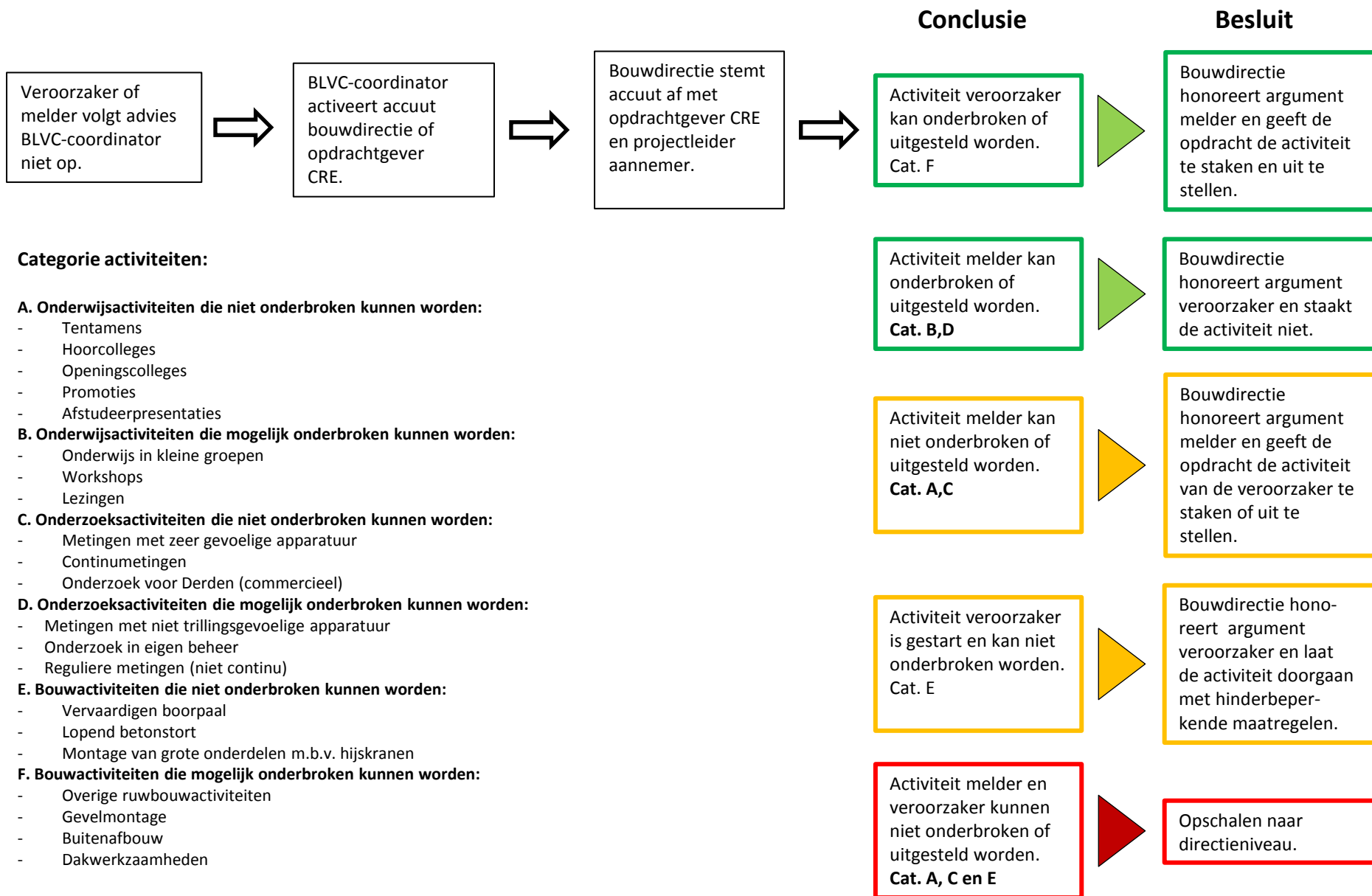
Bijlage 1

Bijlage 1 Meldings protocol geluidoverlast

Protocol meldingen en klachten geluids- en trillingsoverlast t.g.v. bouwactiviteiten



Escalatiemodel meldingen en klachten overlast t.g.v. bouwactiviteiten



Bijlage 2

Bijlage 2 Concept maandenplanning realisatiefase

Bijlage 2 Concept maandenplanning WPC Delft

			Maanden >	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Opmerkingen
ACTIVITEIT		DUUR																		
Bouwrijp maken		Ca. 20 dagen																		
Grondwerk en Fundering		Ca. 60 dagen																		
Heien		Ca. 7 dagen																		10 palen/dag
Koppen snellen (pneumatisch) Casco BG		Ca. 2 dagen																		40 palen/dag
Casco 01+02		Ca. 60 dagen																		
Casco 03		Ca. 70 dagen																		
Dakconstructie hoog en laag		Ca. 40 dagen																		
Gevel		Ca. 60 dagen																		
Afbouw		Ca. 100 dagen																		
Terrein inrichting		Ca. 120 dagen																		
		Ca. 40 dagen																		
GELUIDBRON	BRONSTERKTE	DUUR	UUR/DAG																	
Graafmachine	105 dB(A)	Ca. 25 dagen	8																	Elektrische alternatieven mogelijk
Shovel	104 dB(A)	Ca. 5 dagen	5																	
Bemalingspomp	85 dB(A)	Ca. 60 dagen	12																	Elektrische alternatieven mogelijk
Machine voor schroefpalen	102 dB(A)	Ca. 7 dagen	5																	
Bouwkraan	104 dB(A)	Continu*	3																	Elektrische alternatieven mogelijk
Mobiele kraan	104 dB(A)	Ca. 30 dagen	4																	Elektrische alternatieven mogelijk
Aggregaat (groot)	95 dB(A)	Continu	12																	Elektrisch alternatief mogelijk
Trilplaat	114 dB(A)	Ca. 4 dagen	4																	
Licht verkeer	92 dB(A)	Continu	1,5																	Bestelwagens
Zwaar verkeer	103 dB(A)	Continu	1,5																	Vrachtwagens
*) Continu = iedere werkdag van de betreffende maand																				
NB: nog geen rekening gehouden met door TUDelft toegestane planning.																				

De informatie die in dit rapport is opgenomen is uitsluitend bestemd voor de geadresseerde(n) en kan persoonlijke of vertrouwelijke informatie bevatten. Gebruik van deze informatie, door anderen dan de geadresseerde(n) en gebruik door hen die niet gerechtigd zijn van deze informatie kennis te nemen, is niet toegestaan. De informatie is uitsluitend bestemd om te worden gebruikt door de geadresseerde, voor het doel waarvoor dit rapport is vervaardigd. Indien u niet de geadresseerde bent of niet gerechtigd bent tot kennisneming, is openbaarmaking, vermenigvuldiging, verspreiding en/of verstrekking van deze informatie aan derden is niet toegestaan, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group en wordt u verzocht de gegevens te verwijderen en direct melding te maken bij security@anteagroup.nl. Derden, zij die niet geadresseerd zijn, kunnen geen rechten aan dit rapport ontlenen, tenzij na schriftelijke toestemming door Antea Group.

Over Antea Group

Van stad tot land, van water tot lucht; de adviseurs en ingenieurs van Antea Group dragen in Nederland sinds jaar en dag bij aan onze leefomgeving. We ontwerpen bruggen en wegen, realiseren woonwijken en waterwerken. Maar we zijn ook betrokken bij thema's zoals milieu, veiligheid, assetmanagement en energie. Onder de naam Oranjewoud groeiden we uit tot een allround en onafhankelijk partner voor bedrijfsleven en overheden. Als Antea Group zetten we deze expertise ook mondiaal in. Door hoogwaardige kennis te combineren met een pragmatische aanpak maken we oplossingen haalbaar én uitvoerbaar. Doelgericht, met oog voor duurzaamheid. Op deze manier anticiperen we op de vragen van vandaag en de oplossingen van de toekomst. Al meer dan 60 jaar.

Copyright © 2023

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de auteurs.