

Hugo R. Kruytgebouw Universiteit Utrecht

Geluid- en trillingmetingen tijdens simulatie renovatie werkzaamheden

27 juni 2019, definitief

Project related

Introductie

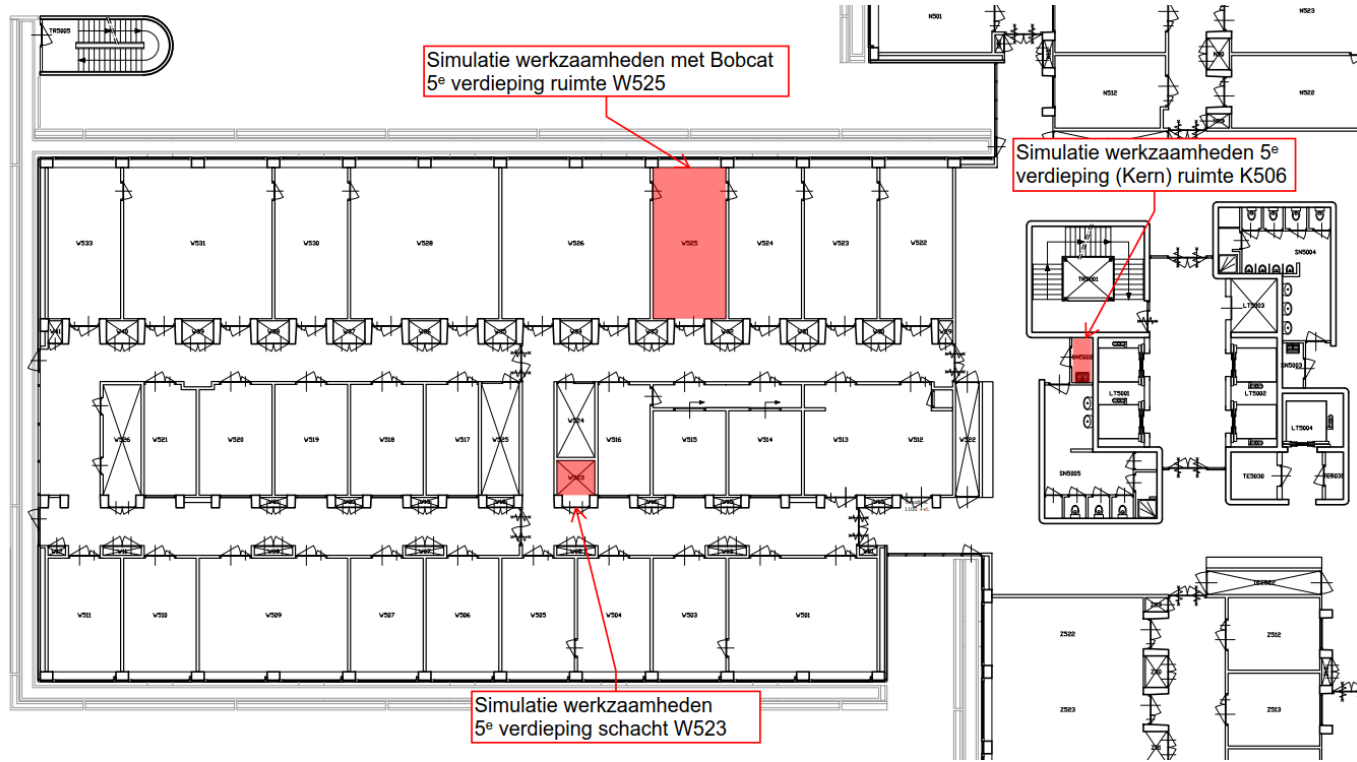
- I.v.m. herwaardering vastgoed heeft Universiteit Utrecht het voornemen om het Hugo R. Kruytgebouw te renoveren
- Wens is renovatie uit te voeren met “winkel in bedrijf”, opties:
 - Per wijk renoveren met overige 3 wiken in bedrijf
 - Onderste 2 lagen gefaseerd renoveren t.o.v. bovenbouw in zelfde wijk
- Simulatie van renovatiewerkzaamheden uitgevoerd ter bepaling geluid- en trillingsoverdracht:
 - Zware testmethoden gebruikt
 - Geen beheersmaatregelen toegepast
- Vraag: Wat is impact renovatie Hugo R. Kruytgebouw op lopende onderzoeksactiviteiten ten aanzien van geluid en trillingen

Simulatie renovatie werkzaamheden

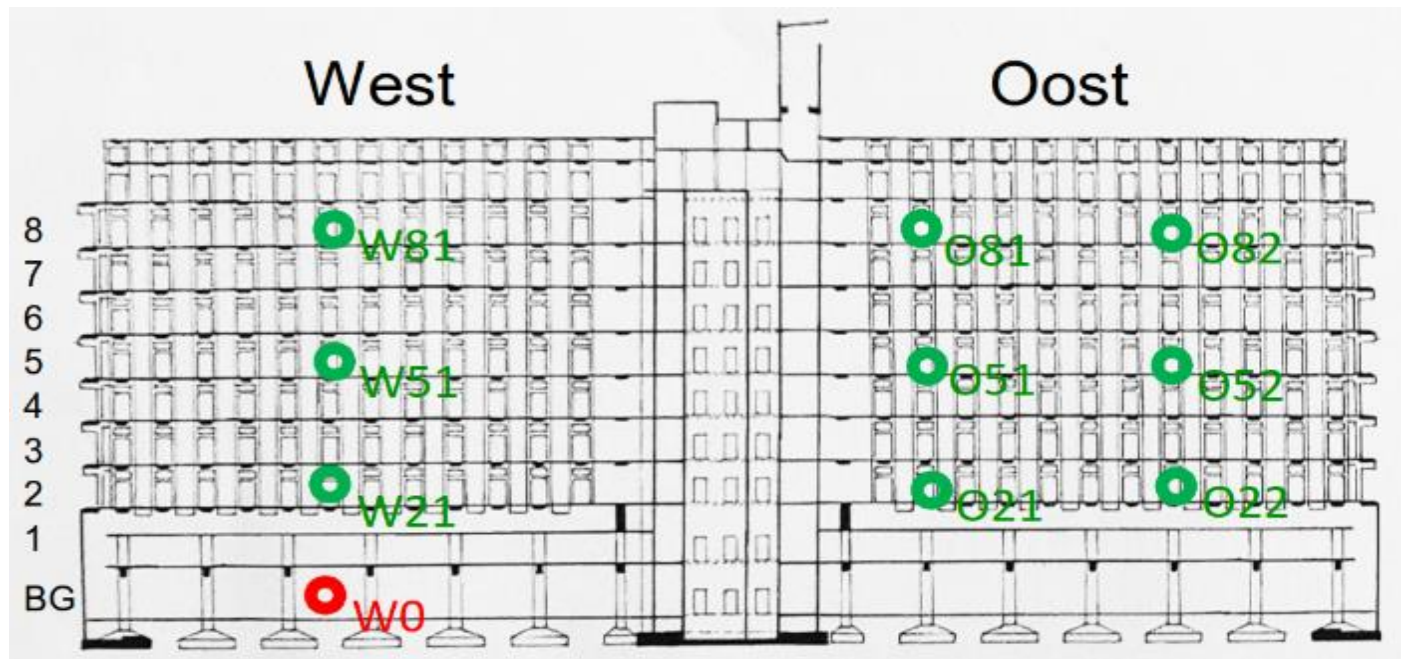
Geluidsbronnen	Materiaal
Hakken met Bobcat met beitel	Stenen binnenwand
	Dekvloer loshakken
Gaten boren met een klopboormachine	Betonnen kolom
	Betonnen vloer
Elektrisch hakken met Kango	Dekvloer loshakken
	Betonnen kolom
Slijpen met een slijptol	Metaal slijpen
	Beton slijpen
Hameren	Kloppen op radiatoren
	Betonnen kolom



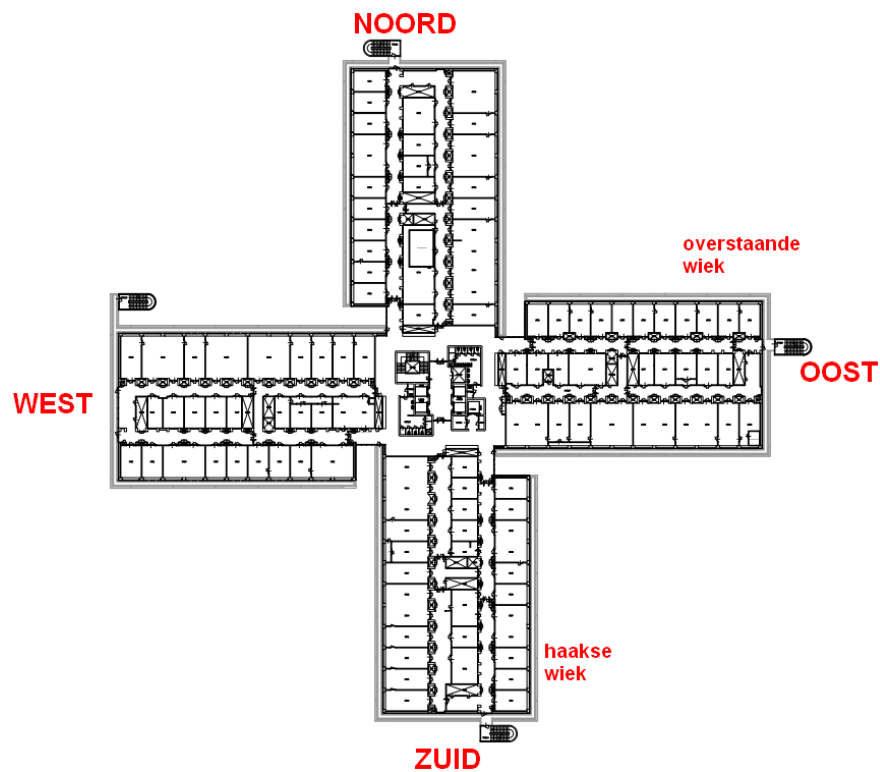
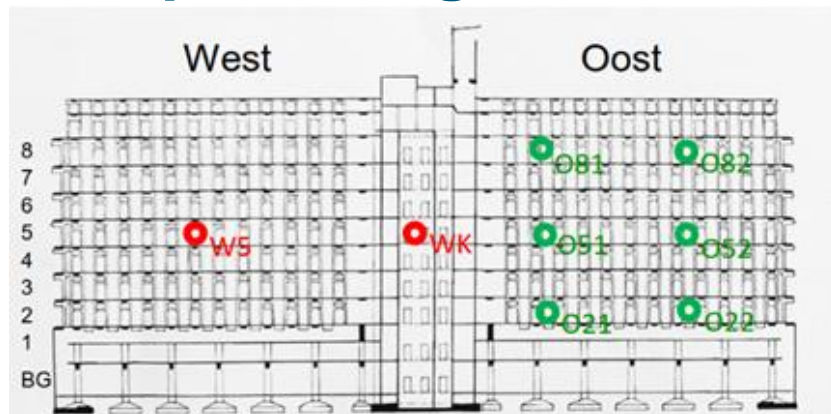
Bronposities – 5^e verdieping



Meetposities geluid ○ – bron begane grond ○

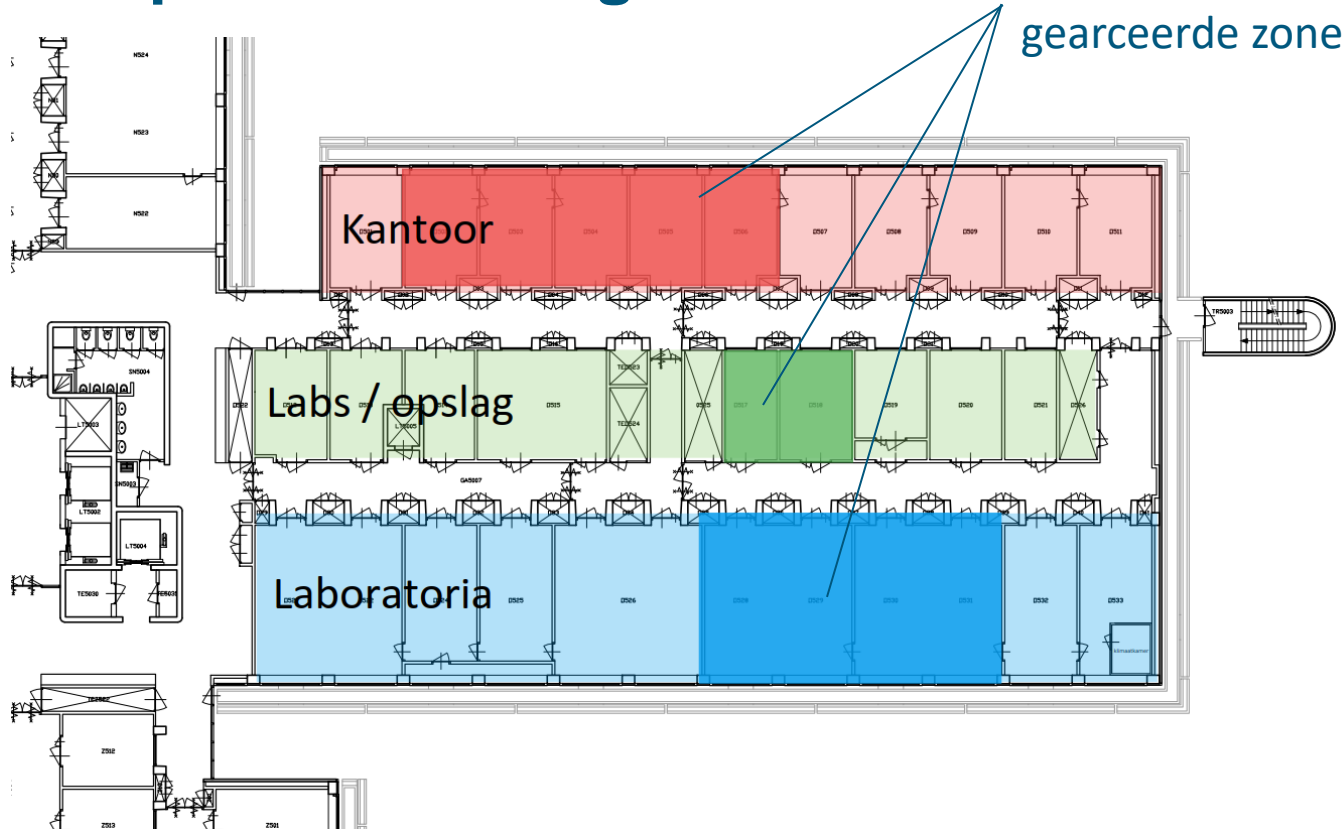


Meetposities geluid ○ – bron verdieping en kern ○



Meetposities - vleugel

Meetposities in de donker gearceerde zones



Toetsingskader geluid

Equivalentente geluidniveaus [L_{Aeq}] (tijdgemiddelde)

- Streefwaarden volgens NPR 3438:2007 'Ergonomie – geluidhinder op de arbeidsplaats'
- Werkplekken/vergaderruimten $L_{Aeq} \leq 35 \text{ dB(A)}$
- Laboratoria $L_{Aeq} \leq 45 \text{ dB(A)}$

Maximale geluidniveaus [L_{Amax}] (piekgeluiden)

- Piekgeluiden beoordeeld conform methodiek milieuwetgeving (=streefwaarde + 20dB)
 - Werkplekken/vergaderruimten $L_{Amax} \leq 55 \text{ dB(A)}$
 - Laboratoria $L_{Amax} \leq 65 \text{ dB(A)}$
- ❖ Indien het achtergrondgeluidniveau ten gevolge van regulier gebruik van een te meten vertrek tijdens de metingen hoger blijkt te zijn dan de streefwaarden dient dit achtergrondgeluidniveau voor het betreffende vertrek vastgelegd te worden als streefwaarde.

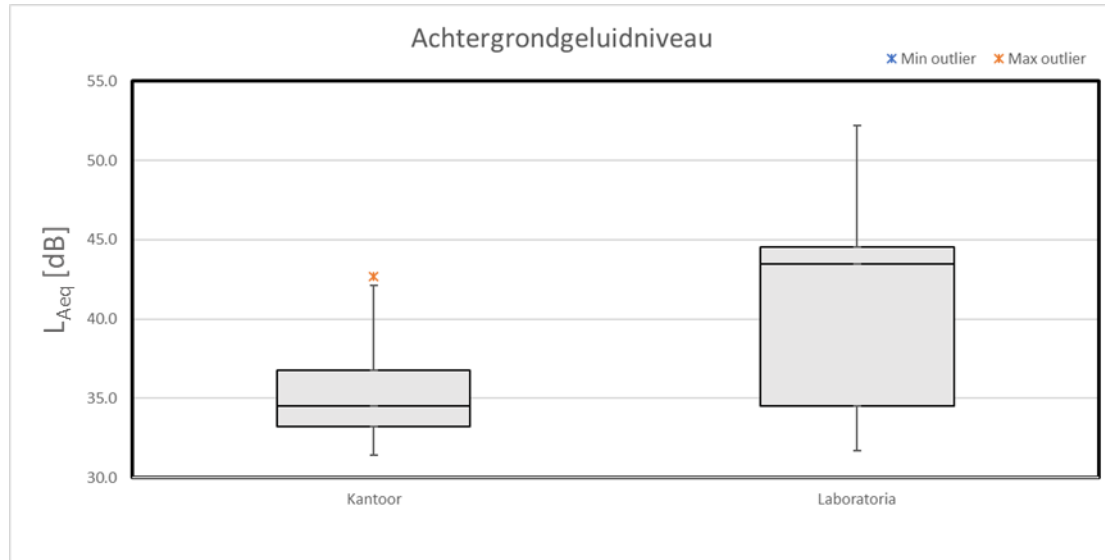
Metingen achtergrondgeluidniveau

■ Kantoor

- Gemiddeld 34 dB
- Grotendeels 32 – 36 dB
- Ventilatiegeluid
- Incidenteel hogere waarde door wegverkeerslawaaï

■ Laboratoria

- Gemiddeld 44 dB
- Grotendeels 35 – 44 dB
- Ventilatiegeluid
- Hoog ventilatievoud



Geluidmetingen – toelichting

- Metingen uitgevoerd met deuren gesloten
- Voornamelijk overdracht via constructie > contactgeluid is dominant
- Bij metingen met bronpositie in de kern zijn niet alle simulaties uitgevoerd vanwege beperkte ruimte
- De resultaten betreffen A-gewogen geluidniveau's (gecorrigeerd voor gevoeligheid menselijk gehoor)

Geluidmetingen – toelichting presentatie resultaten

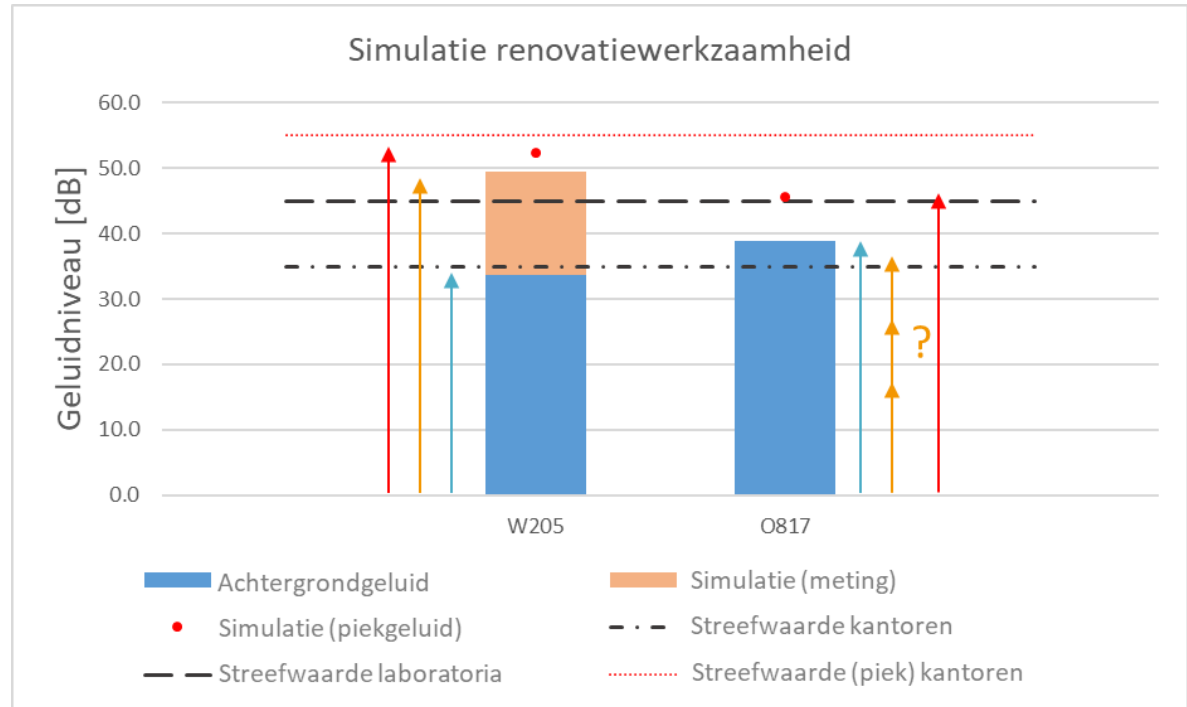
■ Achtergrondgeluid

■ Simulatie

- Achtergrondgeluid + geluidproductie werkzaamheid
- Geluidproductie werkzaamheid < achtergrondgeluid
 - ❖ Kan nog wel hoorbaar zijn!

■ Streefwaarde

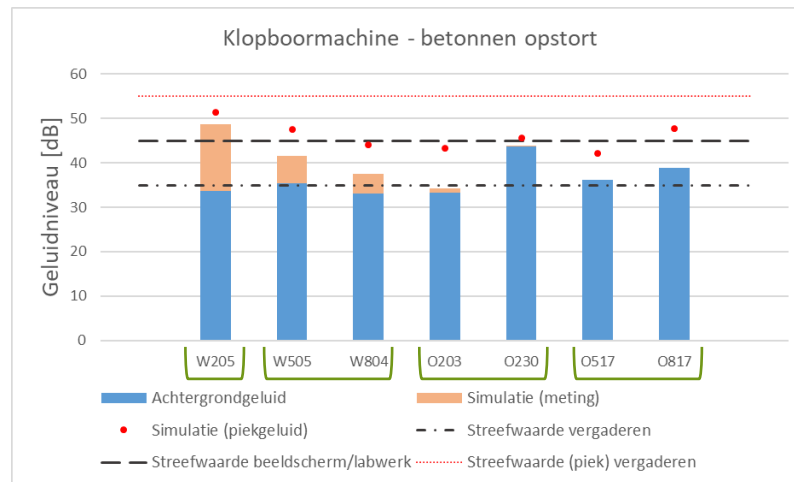
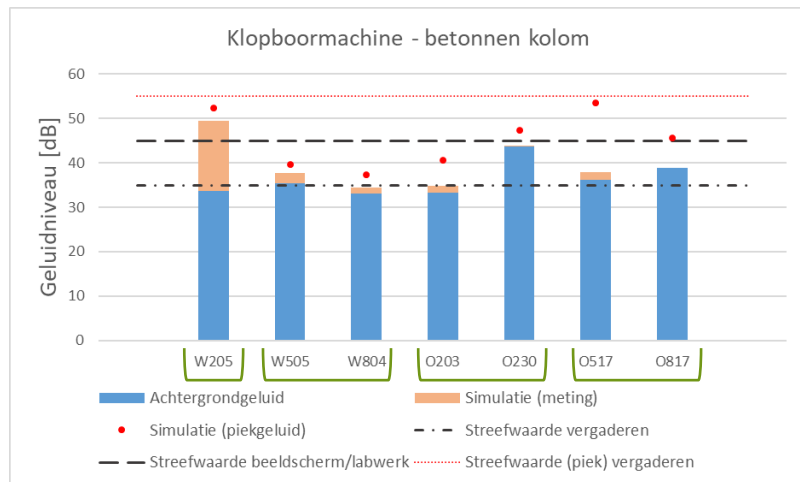
- Equivalent geluidniveau
- Piekgeluidniveau
 - ❖ Voor kantoor en laboratoria; wordt tijdens de metingen niet behaald in overstaande en haakse wijk



NB Metingen zijn uitgevoerd met gesloten deuren

Geluidmetingen – toelichting gelijktijdigheid

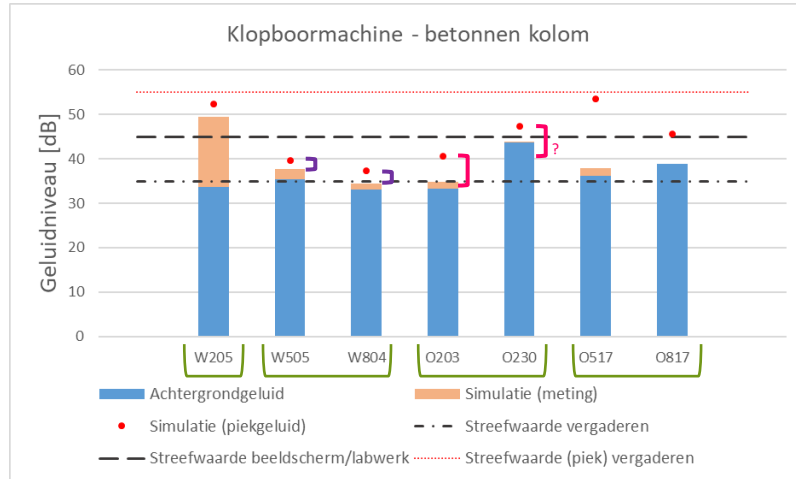
- Metingen vinden plaats per ruimte
- Twee ruimtes worden gelijktijdig gemeten
- Per twee ruimtes wordt elke werkzaamheid gesimuleerd
- Werkzaamheid (signaal) kan per simulatie verschillen



 Gelijktijdige werkzaamheid

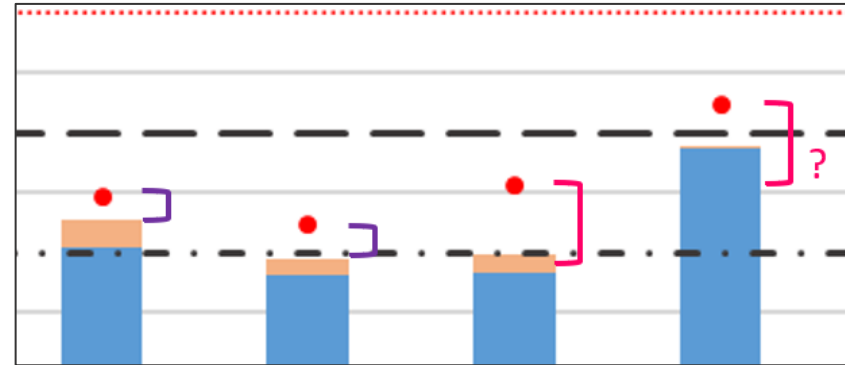
Geluidmetingen – toelichting gelijktijdigheid

- Verschillend signaal leidt tot verschillende resultaten
- Met name voor piekgeluiden waar verschillen niet worden gemiddeld



Gelijktijdige werkzaamheid

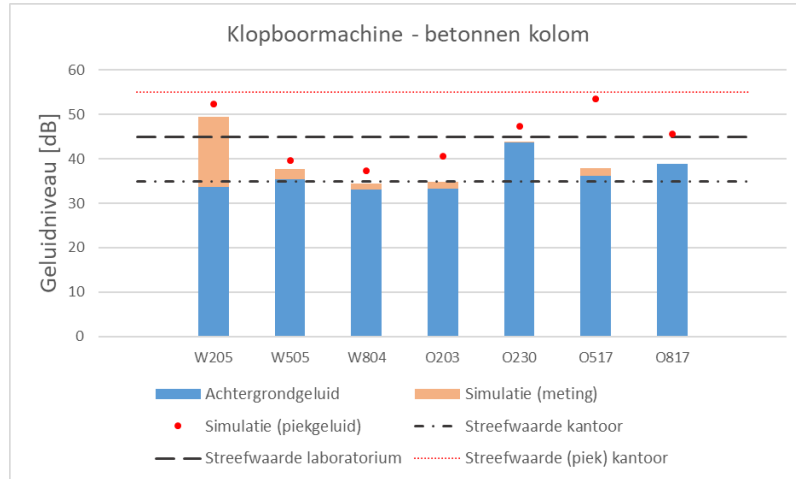
- Wanneer het geluid tgv werkzaamheden niet/nauwelijks boven achtergrondniveau komt, is het onduidelijk of het piekgeluid tgv de simulatie of stoorgeluid is



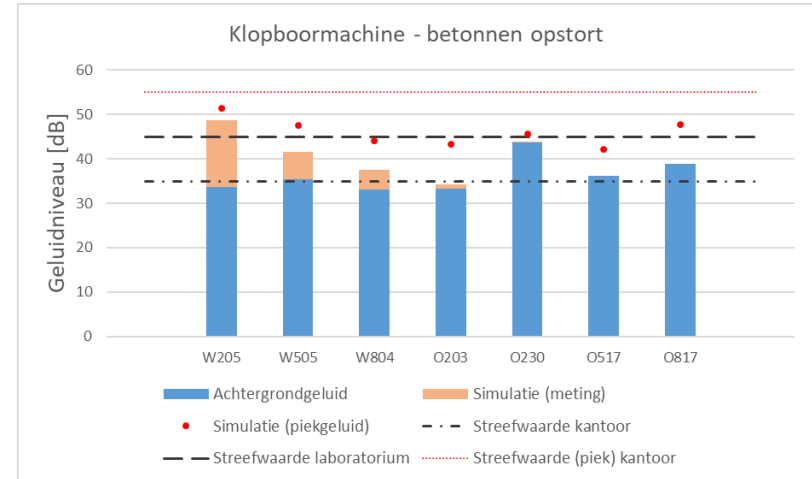
Vershil piekgeluid - tijdgemiddeld

Resultaat geluidmetingen – Bron begane grond

- Ruim boven achtergrondniveau in wijk waarin werkzaamheden plaatsvinden
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk

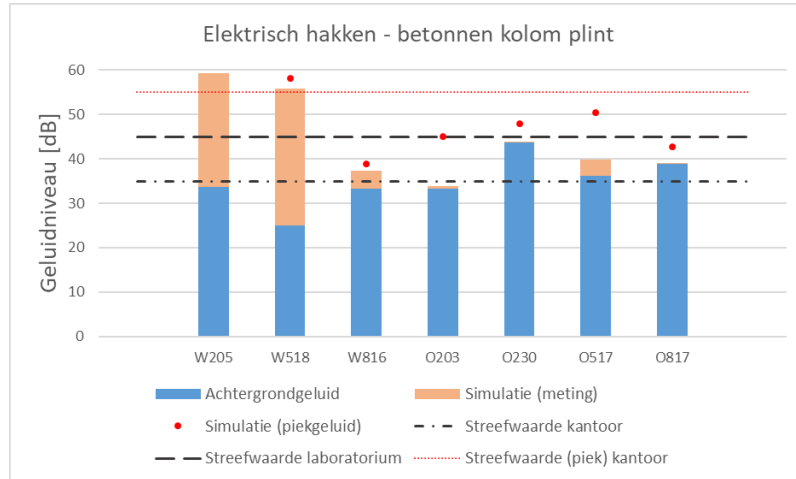


- Ruim boven achtergrondniveau in wijk waarin werkzaamheden plaatsvinden
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk

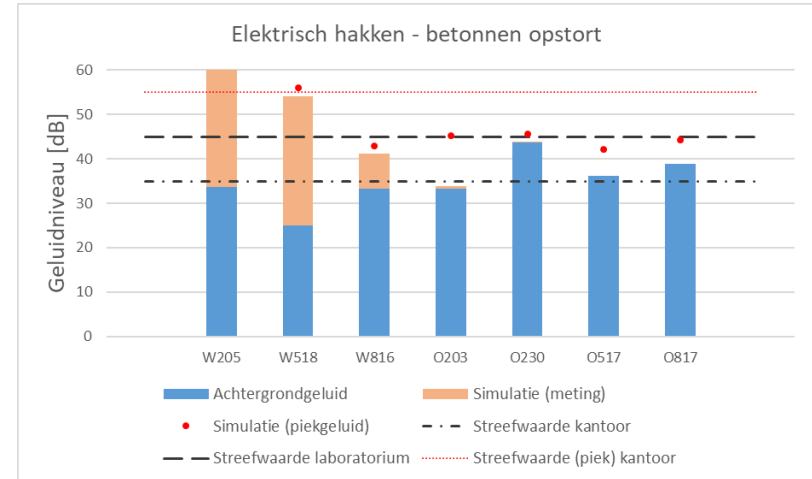


Resultaat geluidmetingen – Bron begane grond

- Ruim boven achtergrondniveau in wijk waarin werkzaamheden plaatsvinden
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk

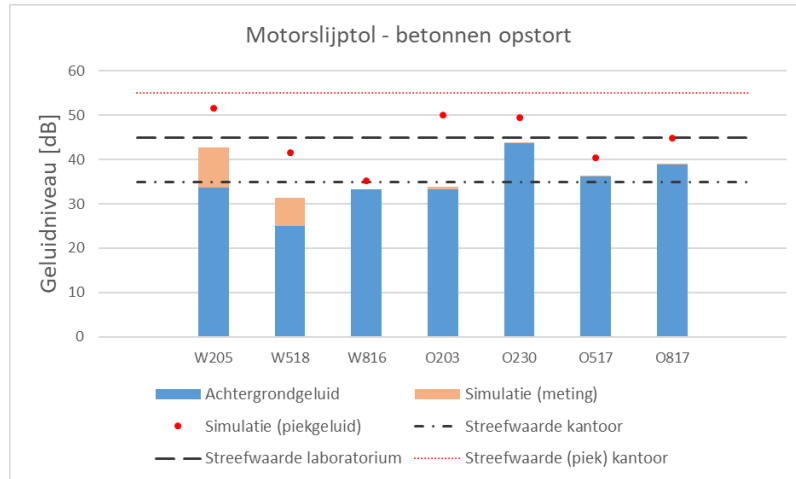


- Ruim boven achtergrondniveau in wijk waarin werkzaamheden plaatsvinden
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk

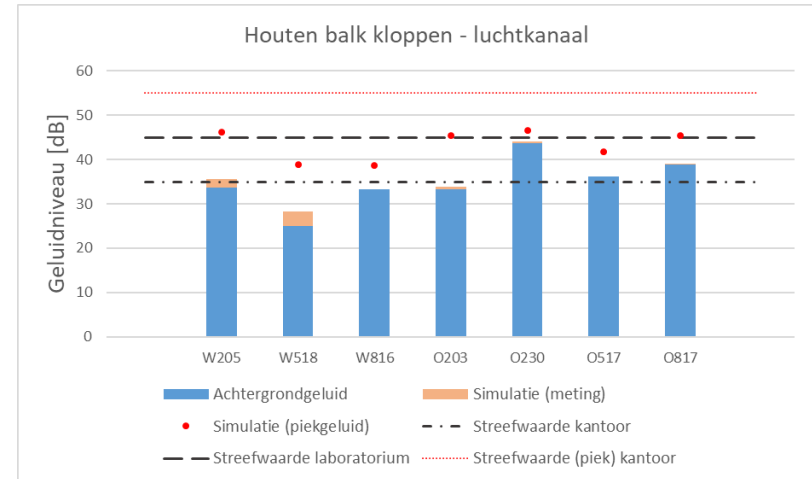


Resultaat geluidmetingen – Bron begane grond

- Boven achtergrondniveau in wijk waarin werkzaamheden plaatsvinden
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk

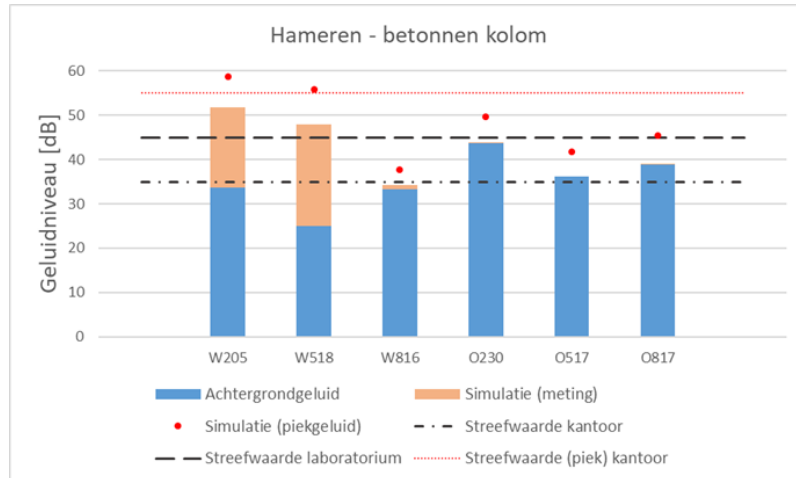


- Boven achtergrondniveau in wijk waarin werkzaamheden plaatsvinden
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk



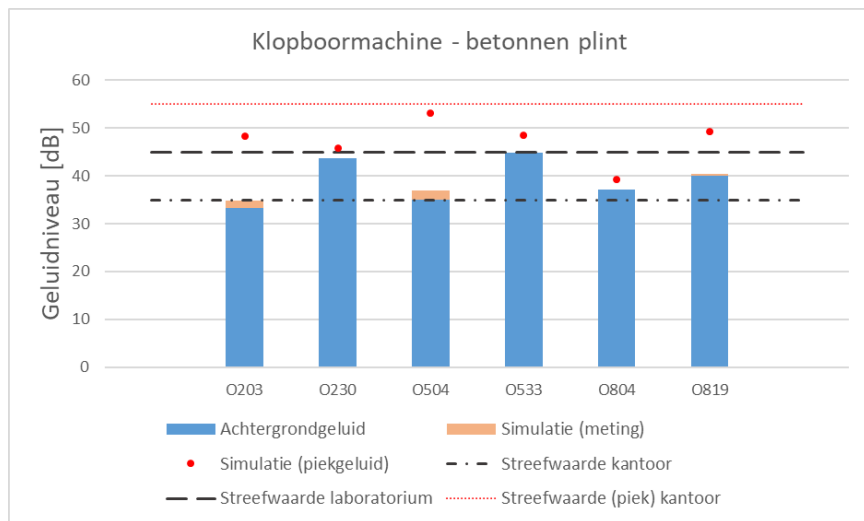
Resultaat geluidmetingen – Bron begane grond

- Ruim boven achtergrondniveau in wijk waarin werkzaamheden plaatsvinden
- Niet boven achtergrondniveau in overstaande wijk

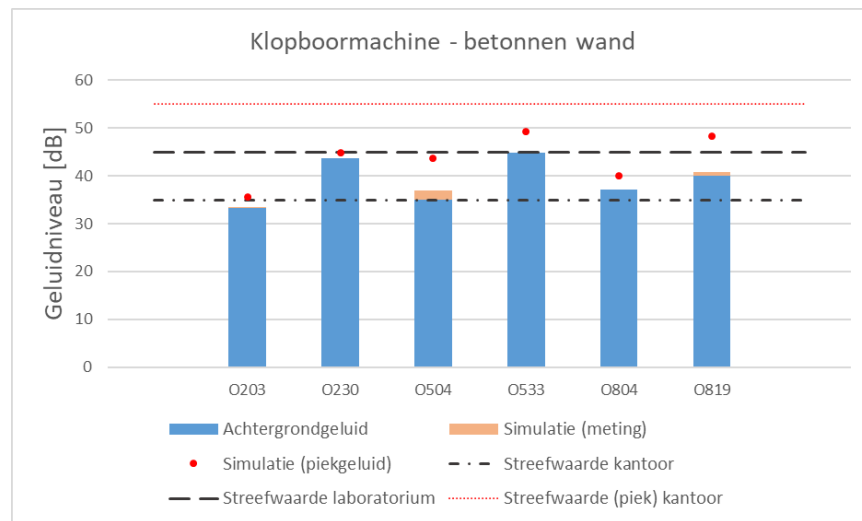


Resultaat geluidmetingen – Bron Kern (5^e verdieping)

- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk



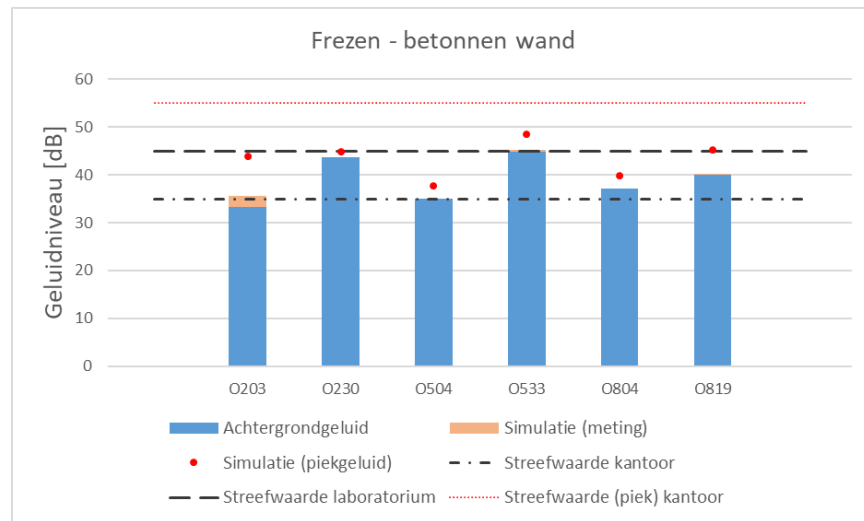
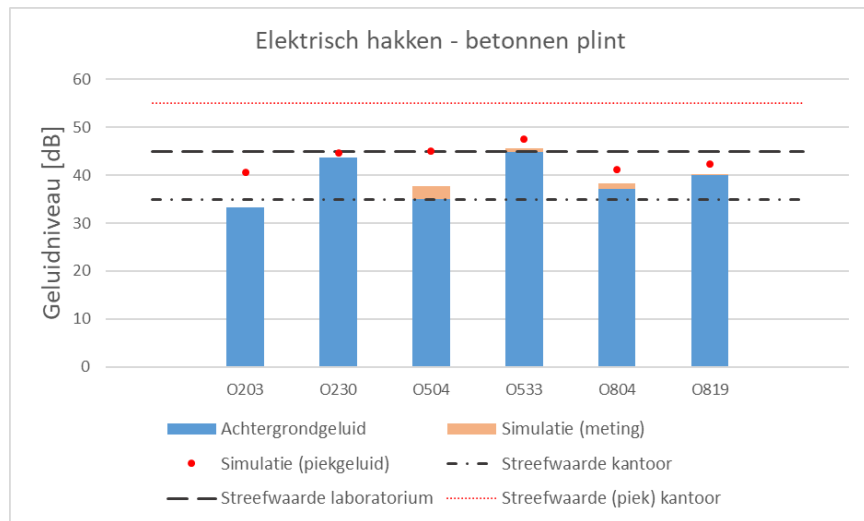
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk



Resultaat geluidmetingen – Bron Kern (5^e verdieping)

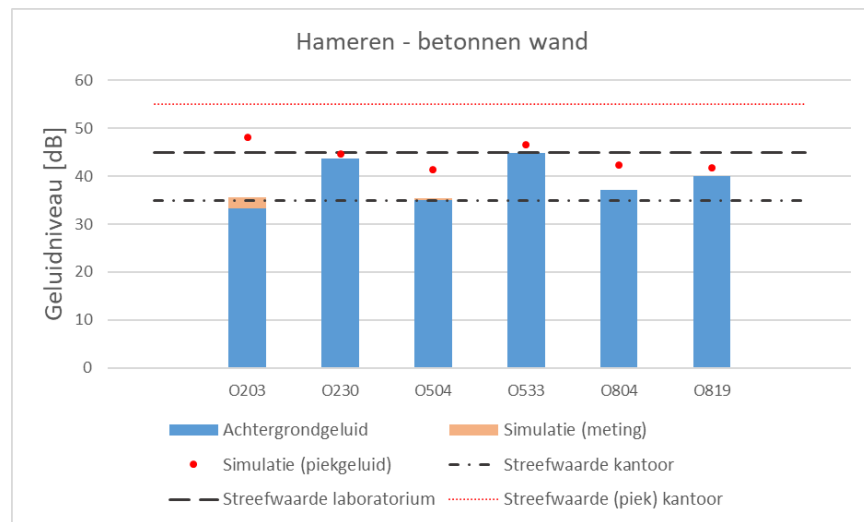
- Boven achtergrondniveau op 5e verdieping 'overstaande' wijk (Oost)
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk

- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk



Resultaat geluidmetingen – Bron Kern (5^e verdieping)

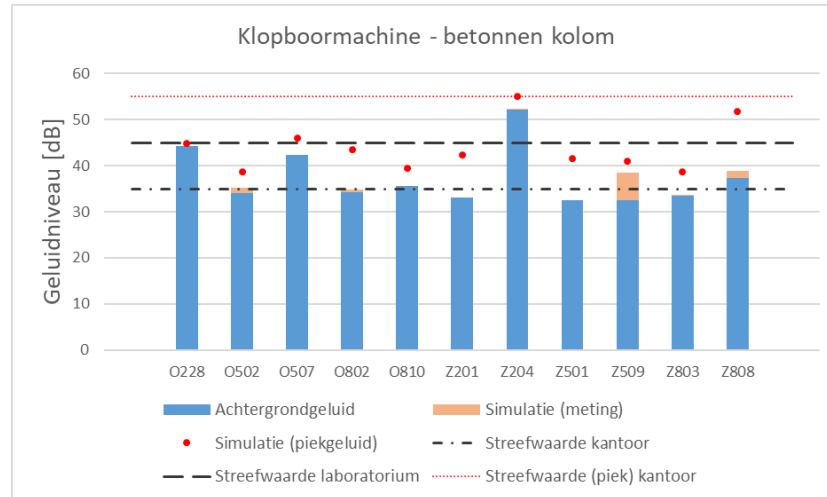
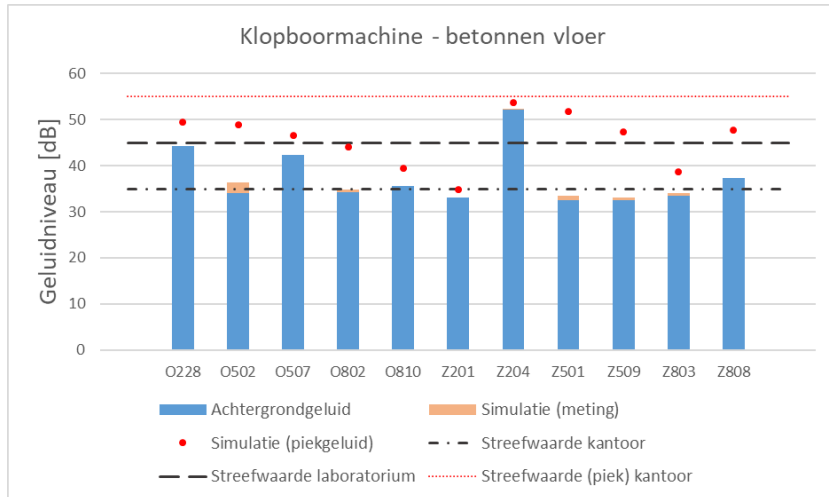
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk



Resultaat geluidmetingen – Bron West 5^e verdieping (523)

- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in haakse wijk

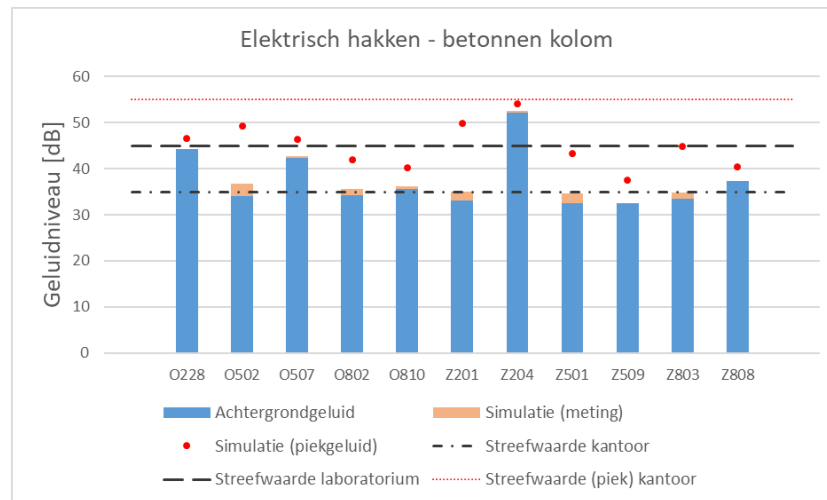
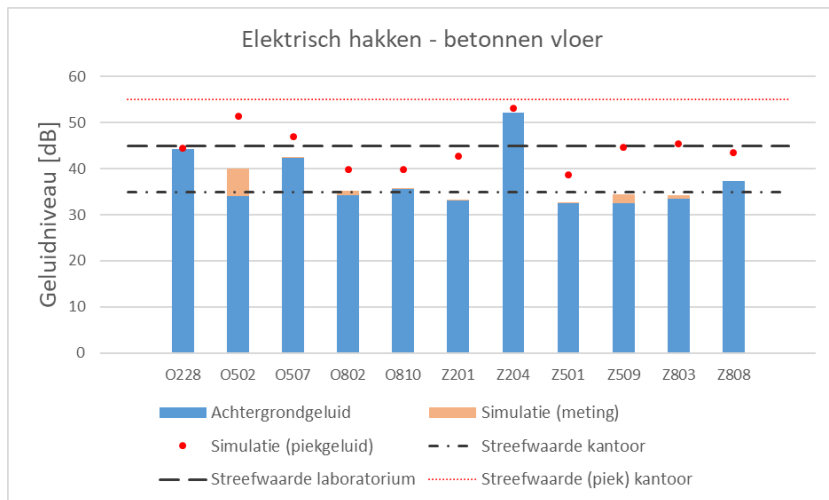
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in haakse wijk



Resultaat geluidmetingen – Bron West 5^e verdieping (523)

- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in haakse wijk

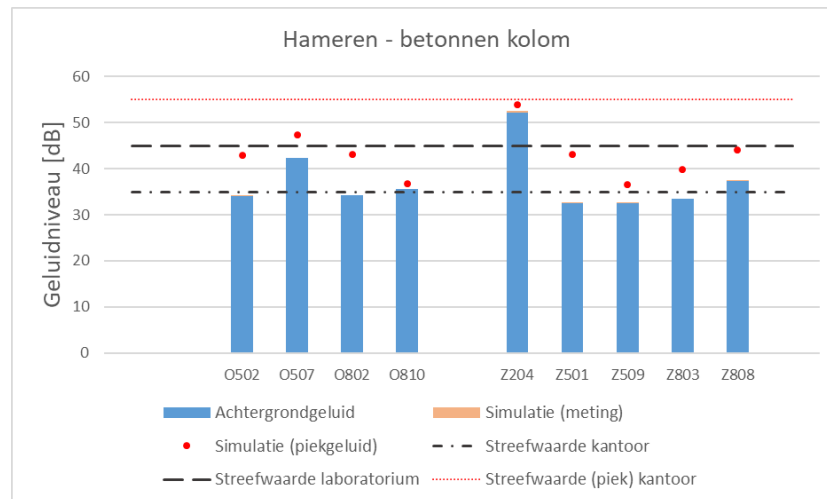
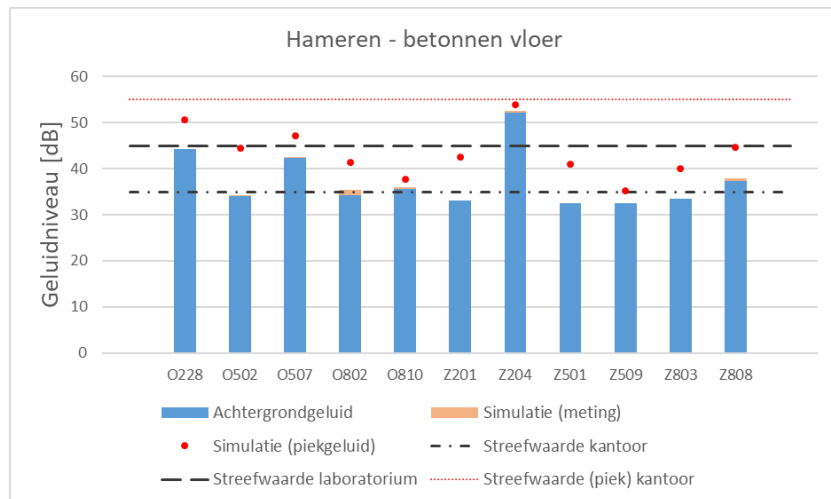
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in overstaande wijk
- Niet/nauwelijks boven achtergrondniveau in haakse wijk



Resultaat geluidmetingen – Bron West 5^e verdieping (523)

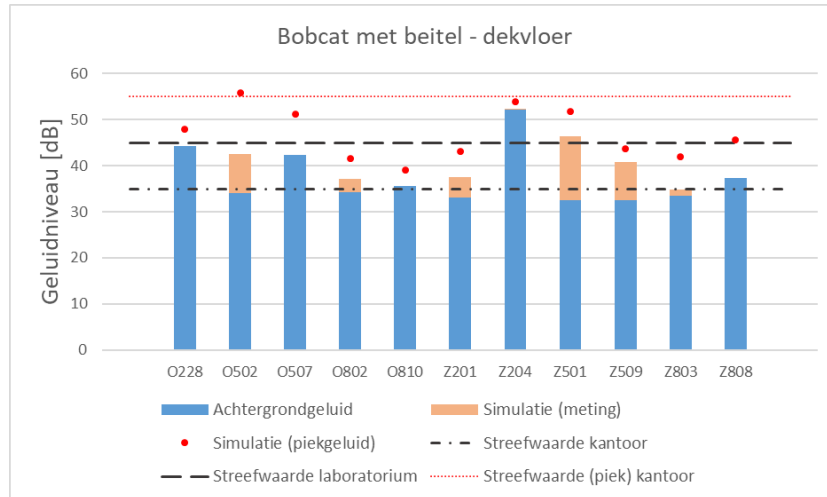
- Niet boven achtergrondniveau in overstaande wijk
- Niet boven achtergrondniveau in haakse wijk

- Niet boven achtergrondniveau in overstaande wijk
- Niet boven achtergrondniveau in haakse wijk



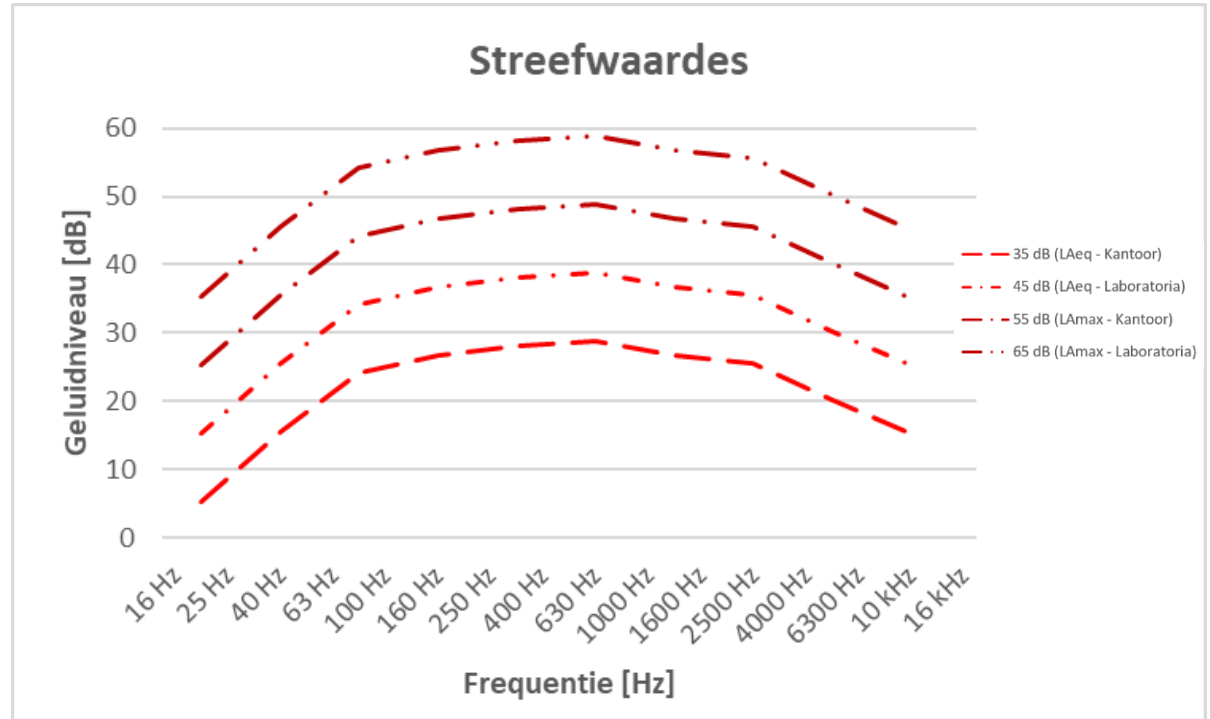
Resultaat geluidmetingen – Bron West 5^e verdieping (525)

- Boven achtergrondniveau in overstaande wijk
- Ruim boven achtergrondniveau in haakse wijk



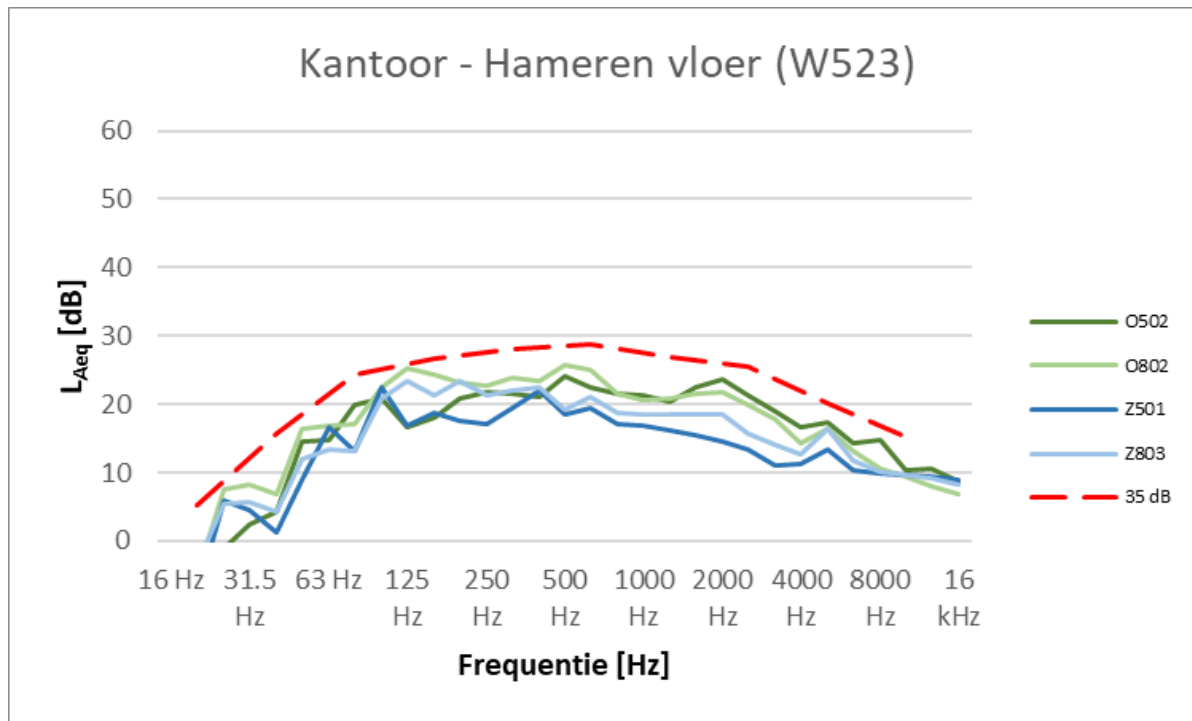
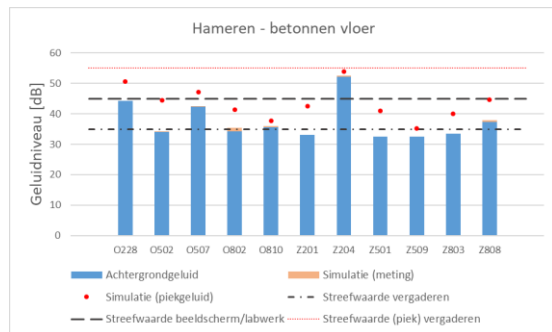
Toetsingskader geluid – Spectrum Streefwaarde

- Streefwaarde volgens NPR 3438 is ééngetalswaarde
- Achtergrondgeluidniveau van H.R. Kruytgebouw gemeten
- Spectrum gemeten achtergrondgeluid toegevoegd aan streefwaarde om te komen tot spectrale streefwaardes voor tijdgemiddelden en piekgeluiden bij kantoren en laboratoria



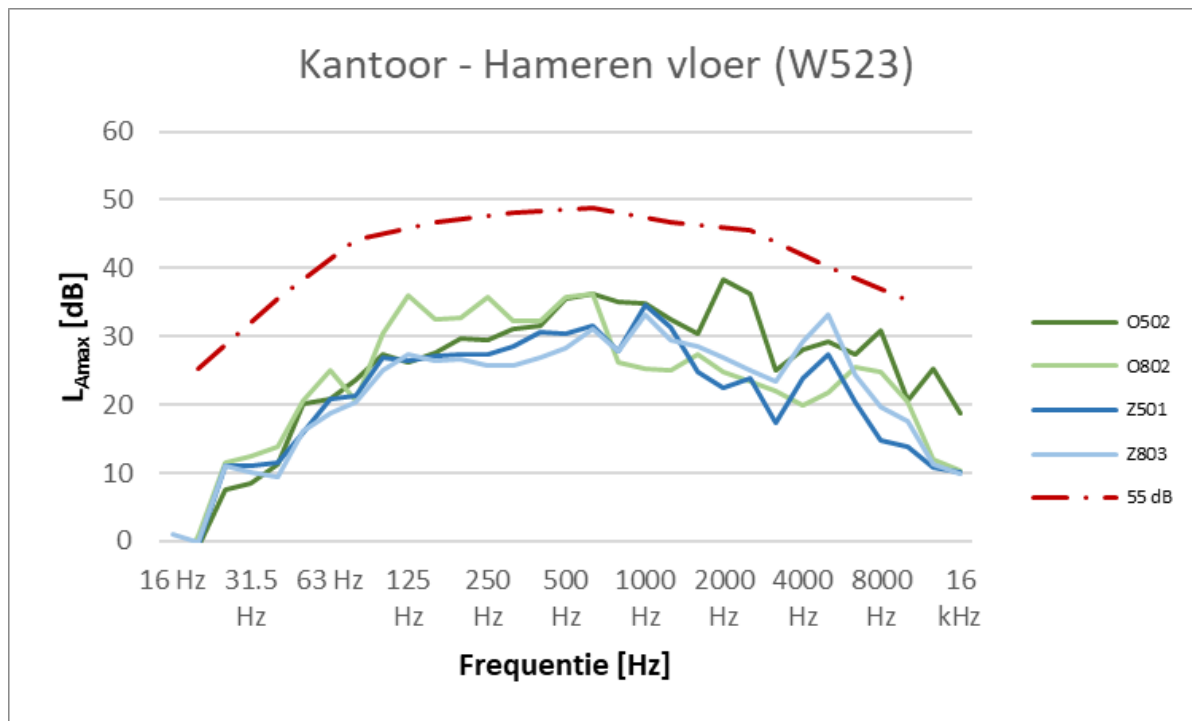
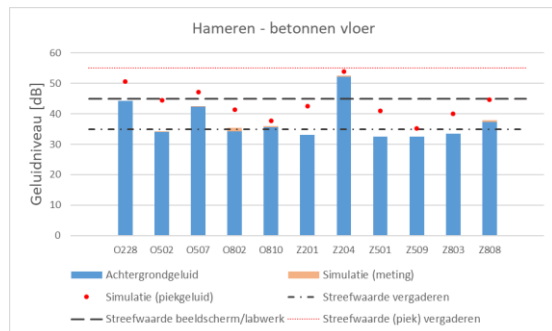
Resultaat geluidmetingen L_{Aeq} – Kantoor (hameren)

- Metingen voldoen aan de streefwaarde



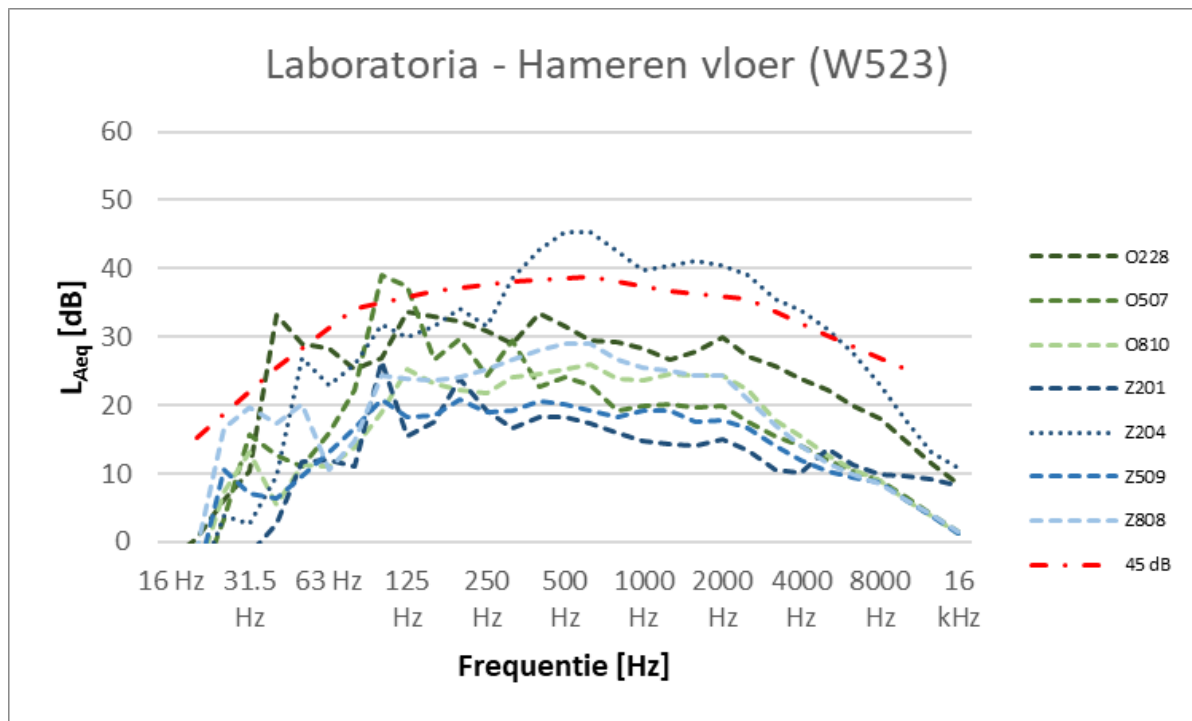
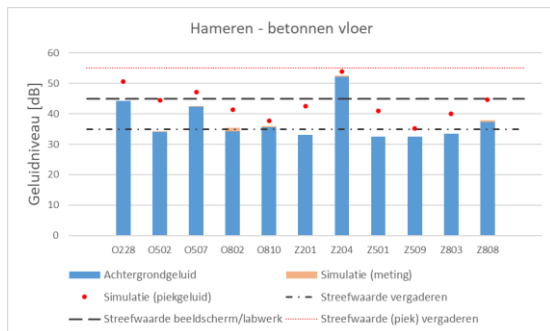
Resultaat geluidmetingen L_{Amax} – Kantoor (hameren)

- Piekgeluiden voldoen aan de streefwaarde



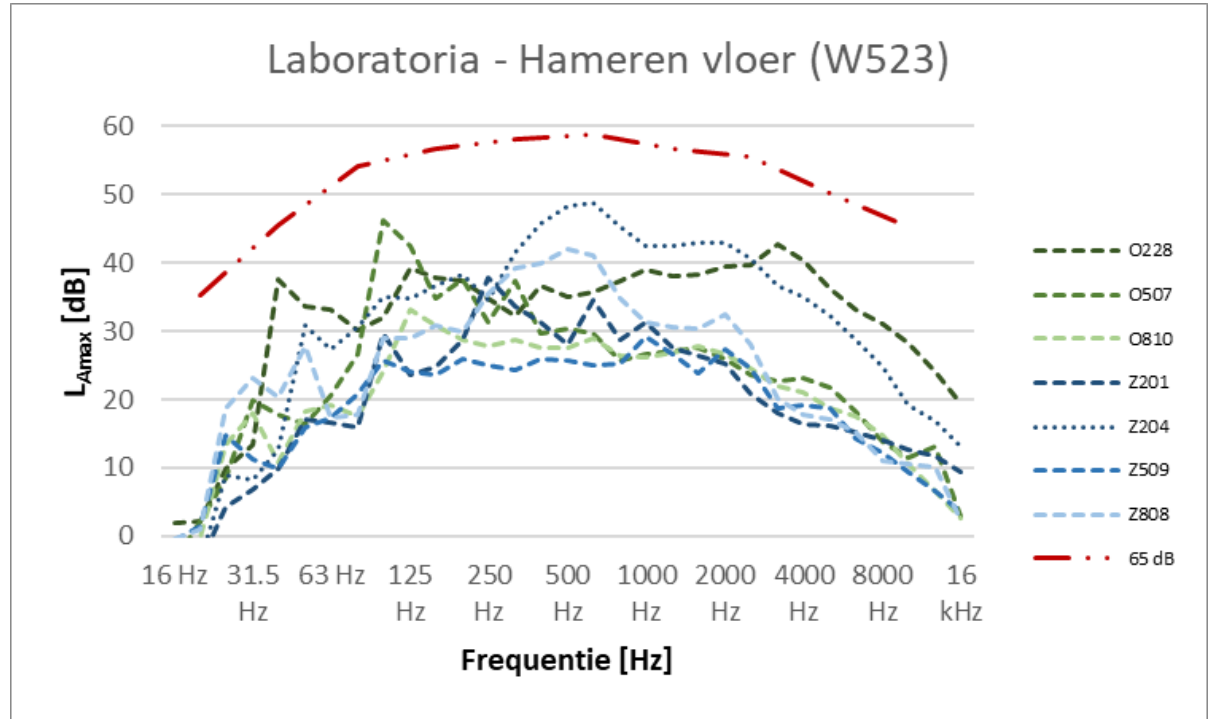
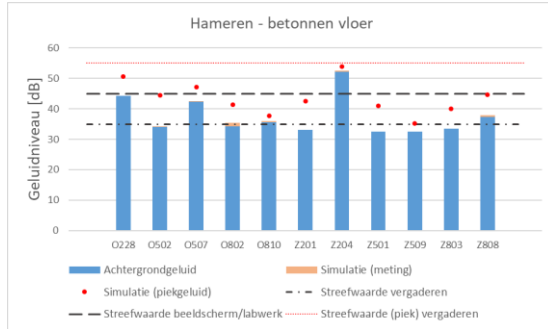
Resultaat geluidmetingen L_{Aeq} – Laboratorium (hameren)

- Z204 overschrijd de streefwaarde
- O228 en O507 gaan spectraal over de norm maar blijven in totaal onder de streefwaarde
- Overschrijdingen veroorzaakt door achtergrondgeluid (ventilatiegeluid)



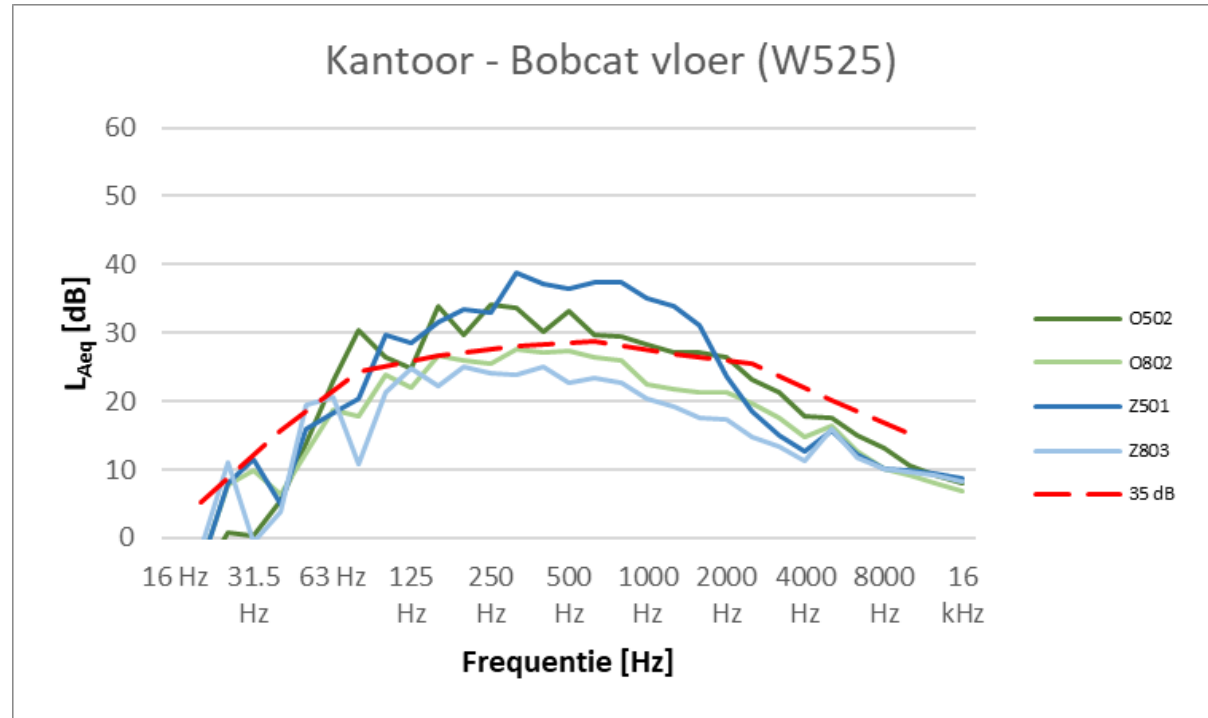
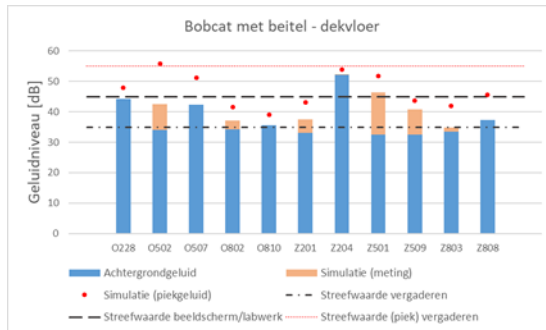
Resultaat geluidmetingen L_{Amax} – Laboratorium (hameren)

- Piekgeluiden voldoen aan de streefwaarde



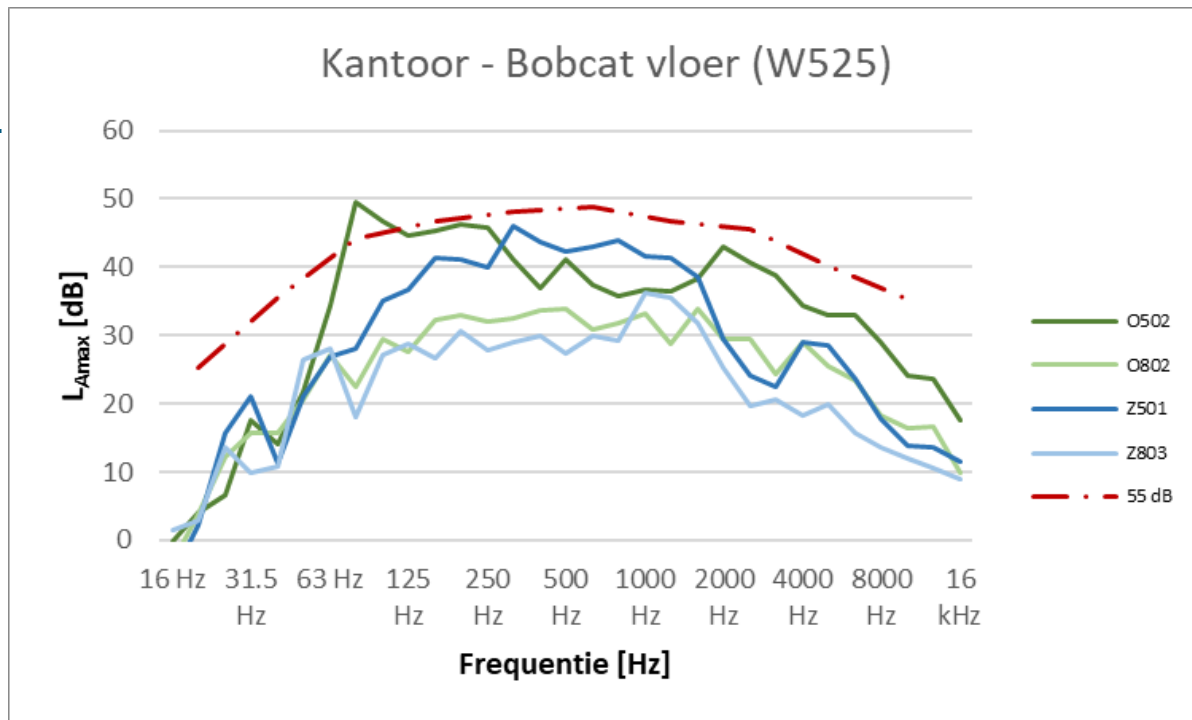
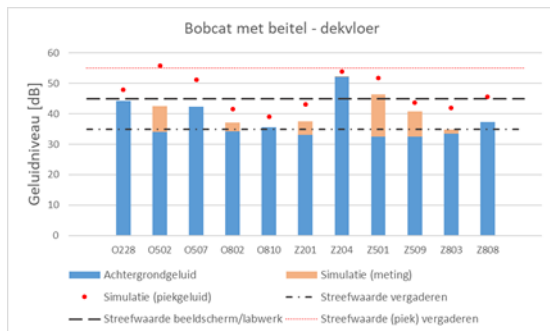
Resultaat geluidmetingen L_{Aeq} – Kantoor (bobcat)

- O502 en Z501 overschrijden de streefwaarde
- Overschrijdingen t.g.v werkzaamheden Bobcat



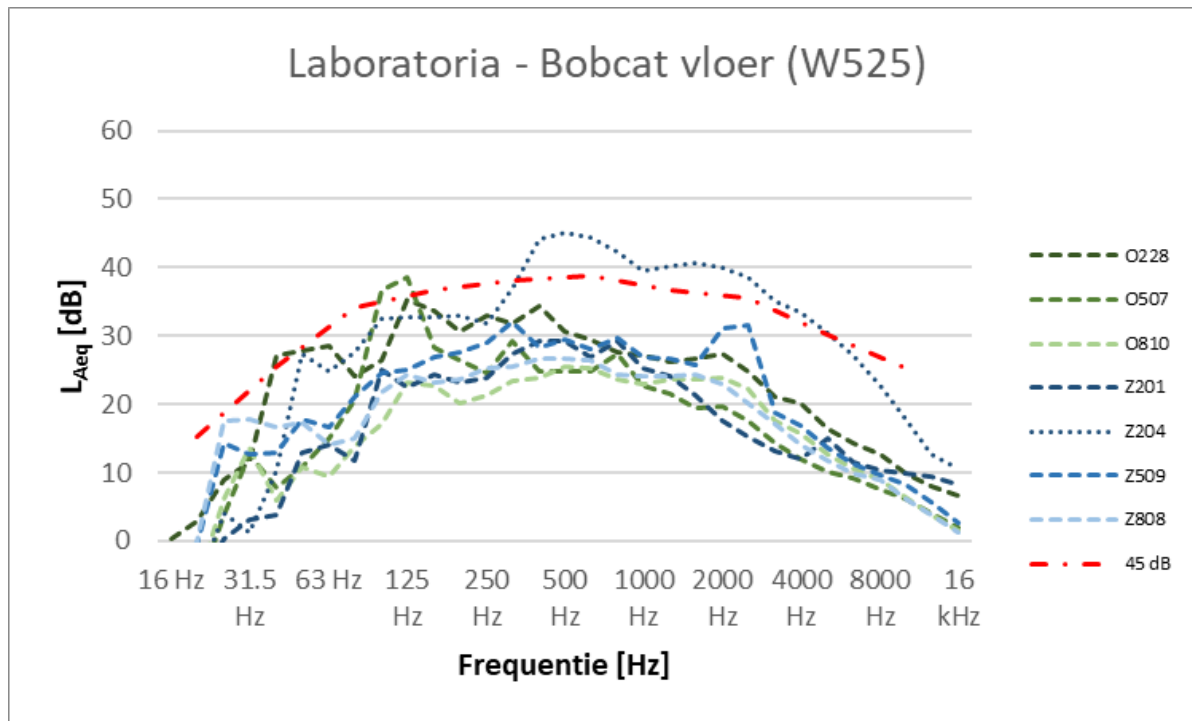
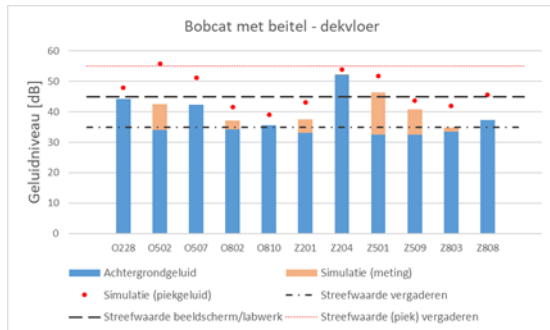
Resultaat geluidmetingen L_{Amax} – Kantoor (bobcat)

- O502 overschrijdt voor piekgeluid zowel spectraal als totaal streefwaarde t.g.v. werkzaamheden Bobcat



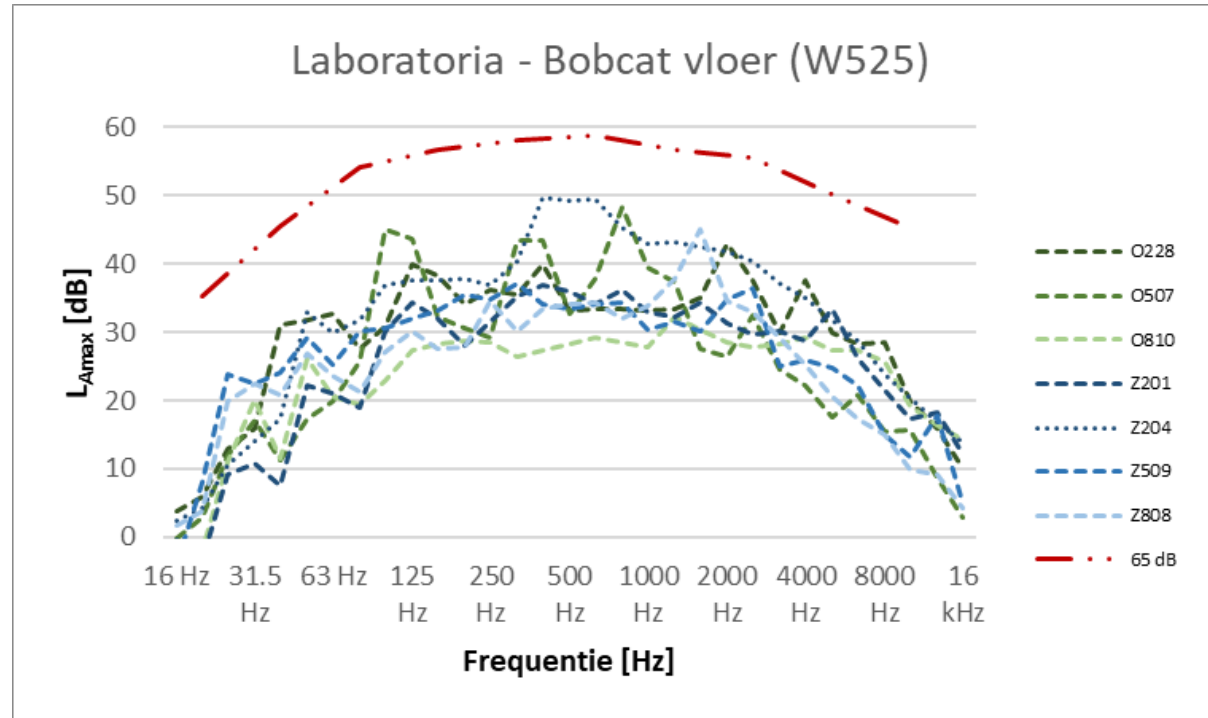
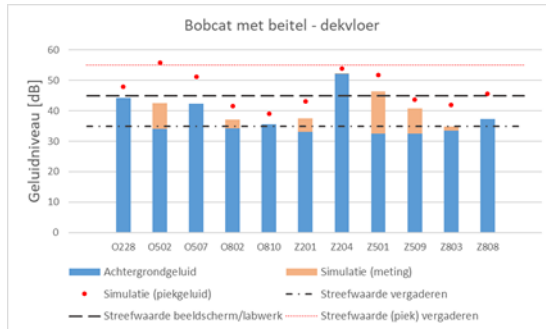
Resultaat geluidmetingen L_{Aeq} – Laboratoria (bobcat)

- Z204 overschrijd de streefwaarde
- O228 en O507 gaan spectraal over de norm maar blijven in totaal onder de streefwaarde



Resultaat geluidmetingen L_{Amax} – Laboratoria (bobcat)

- Piekgeluiden voldoen aan de streefwaarde



Conclusie geluidmetingen

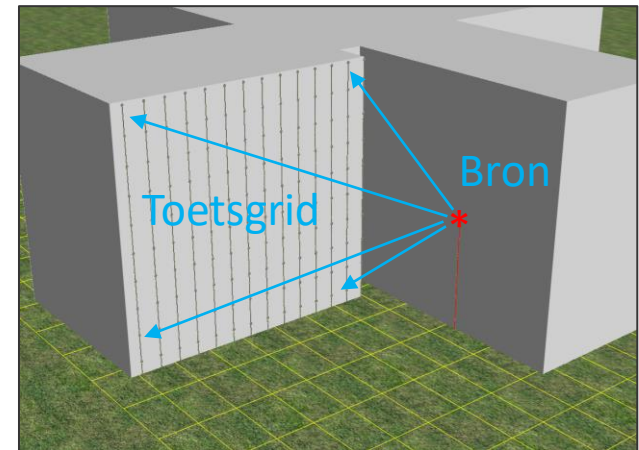
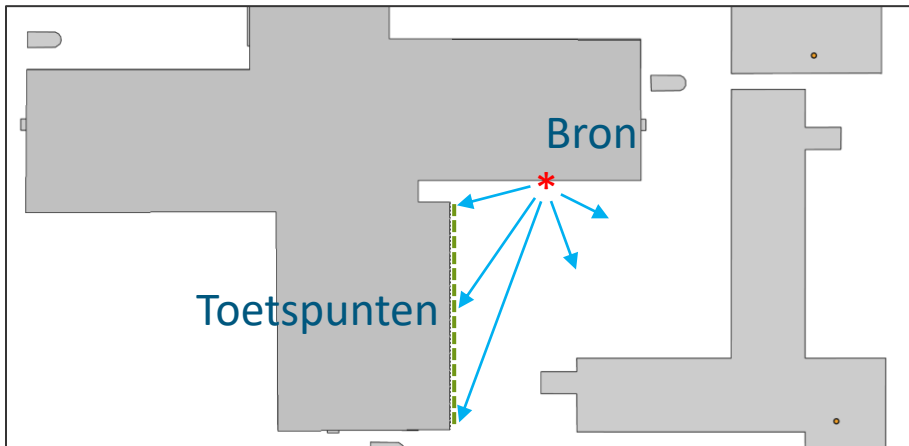
- Achtergrondgeluidmetingen
 - Kantoren:
 - Gemiddeld achtergrondgeluidniveau = 34 dB
 - Dit komt overeen met de streefwaarde L_{Aeq} conform NPR3438
 - In enkele kantoren wordt deze streefwaarde overschreden
 - Laboratoria:
 - Gemiddeld achtergrondgeluidniveau = 44 dB
 - Dit komt overeen met de streefwaarde L_{Aeq} conform NPR3438
 - In één laboratorium wordt de streefwaarden L_{Aeq} conform NPR3438 overschreden
- Renovatie BG + 1^e verdieping en in zelfde wijk verdieping 2 t/m 8 verdieping in bedrijf
 - Geluidniveaus t.g.v. simulatiewerkzaamheden liggen ruim boven achtergrondniveau
 - Streefwaarden L_{Aeq} voor kantoren en laboratoria worden overschreden
 - Streefwaarden van piekgeluiden L_{Amax} voor kantoren worden overschreden

Conclusie geluidmetingen

- Renovatie per wijk en overige 3 wiken in bedrijf
 - Geluidniveaus t.g.v. simulatiewerkzaamheden niet/nauwelijks boven achtergrondniveau
 - Uitzondering hierop zijn werkzaamheden met Bobcat
 - Er wordt voldaan aan streefwaarden L_{Aeq} voor kantoren en laboratoria (uitgezonderd ruimten waarbij achtergrondniveau boven streefwaarde ligt en simulaties Bobcat)
 - Er wordt voldaan streefwaarden van piekgeluiden L_{Amax} voor kantoren en laboratoria
 - Geluidoverdracht voornamelijk contactgeluid via constructie
 - Simulatie werkzaamheden hebben andere frequentie inhoud en zijn te onderscheiden van achtergrondniveau
 - Geluidniveaus begin wijk (kernzijde) iets hoger dan einde wijk (verschil ca 3 dB, met menselijk oor net waarneembaar)
- Renovatie kern en overige 3 wiken in bedrijf
 - Geluidniveaus t.g.v. simulatiewerkzaamheden niet/nauwelijks boven achtergrondniveau
 - Er wordt voldaan aan streefwaarden L_{Aeq} conform NPR3438 voor kantoren en laboratoria
 - Er wordt voldaan streefwaarden van piekgeluiden L_{Amax} voor kantoren en laboratoria
 - Simulatie werkzaamheden op zelfde verdieping en in kern duidelijk waarneembaar (luchtgeluid via gangen en kern)

Geluidemissie via gevel

- Middels 3D-simulaties is voorspelling gemaakt van de geluidemissie via de gevel
- Geluidwering van de bestaande gevel is ingeschat op 23 dB obv visuele inspectie
- Berekend is de geluidbelasting op de gevel van de haakse wijk
- 2 situaties:
 - Renovatiewerkzaamheden op vloer MET gevel intact;
 - Renovatiewerkzaamheden aan gevel of op vloer ZONDER gevel



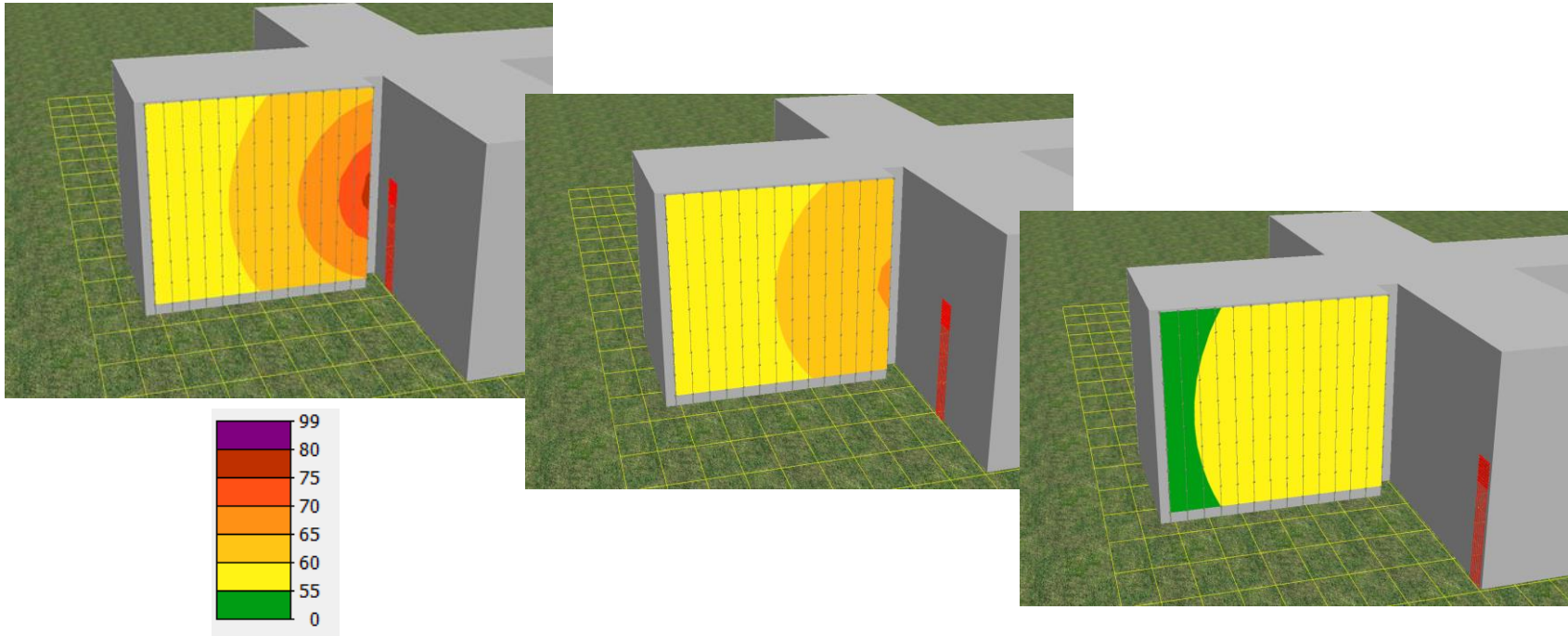
Geluidemissie - Geluidproductie

- Geluidproductie simulatie renovatie werkzaamheden gebaseerd op geluidmetingen (slides 15 t/m 34)
- Geluidrukniveau in de ruimte varieert tussen 80 – 110 dB afhankelijk van de type werkzaamheid en grootte ruimte
- Berekening uitgevoerd met $L_p = 80$ en $L_p = 110$ dB
- Gepresenteerde geluidniveaus berekend op gevel wiek met direct zicht op werkzaamheden

Geluidsbronnen	Materiaal	Geluidproductie [dB]	
		L_{Aeq}	L_{Amax}
Hakken met Bobcat met beitel	Stenen binnenwand	99	112
	Dekvloer loshakken	103	110
Gaten boren met een klopboormachine	Betonnen kolom	90	93
	Betonnen vloer	95	98
Elektrisch hakken met Kango	Dekvloer loshakken	98	102
	Betonnen kolom	90	93
Slijpen met een slijptol	Metaal slijpen	98	101
	Beton slijpen	109	111
Hameren	Kloppen op radiatoren	86	95

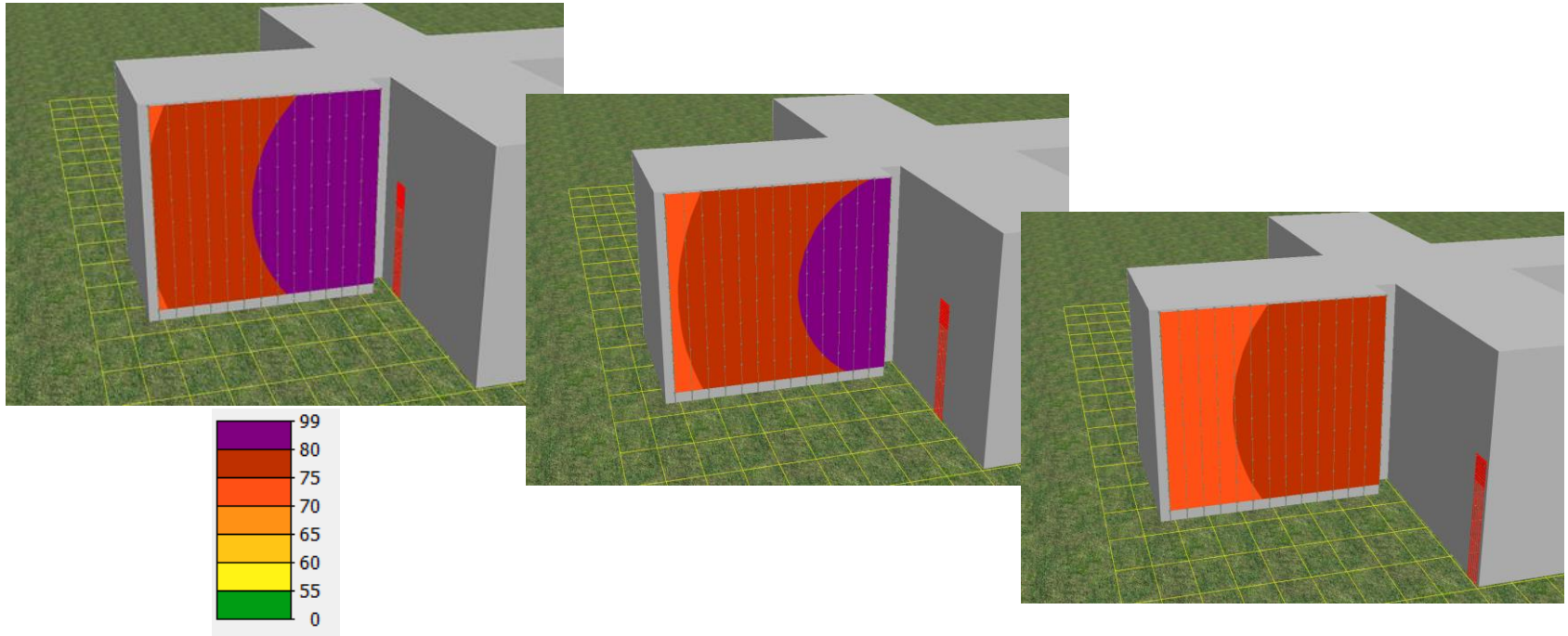
Geluidemissie 5^e verdieping – gevel niet verwijderd

- Geluidproductie beton slijpen 110 dB



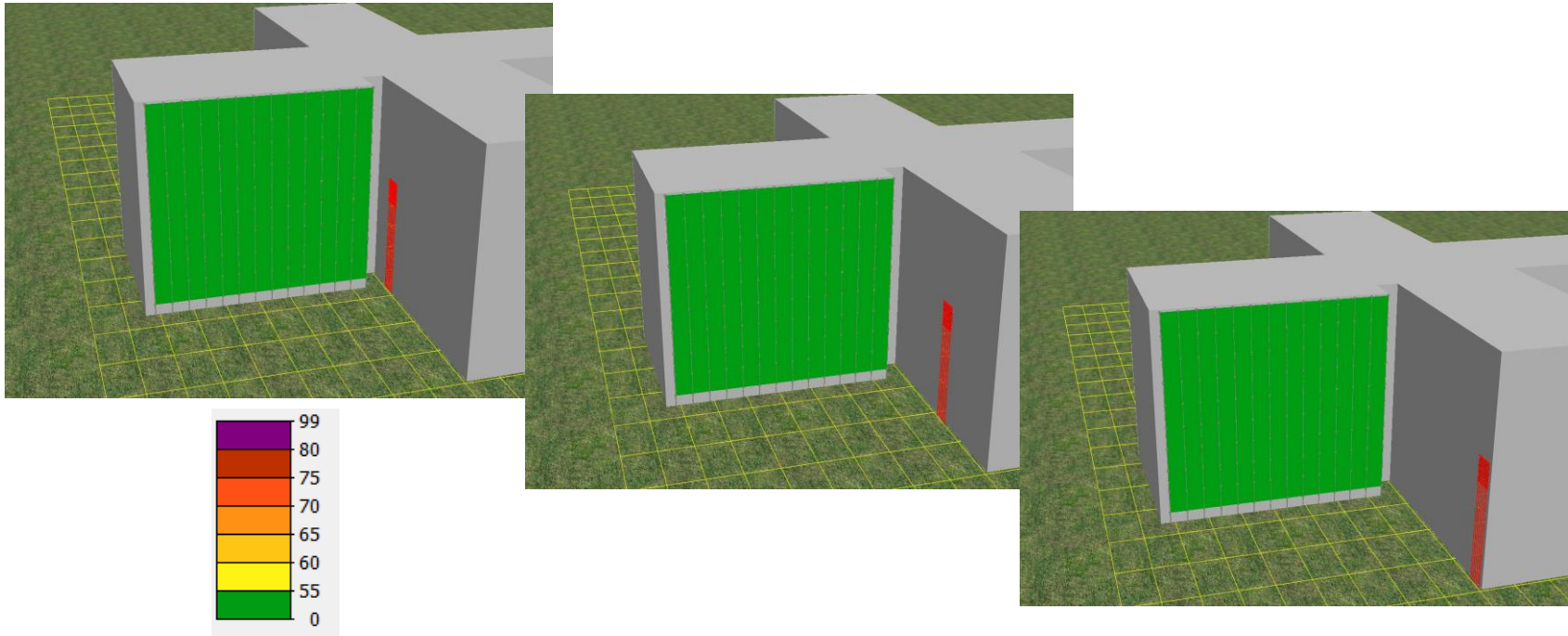
Geluidemissie 5^e verdieping – gevel verwijderd

- Geluidproductie beton slijpen 110 dB



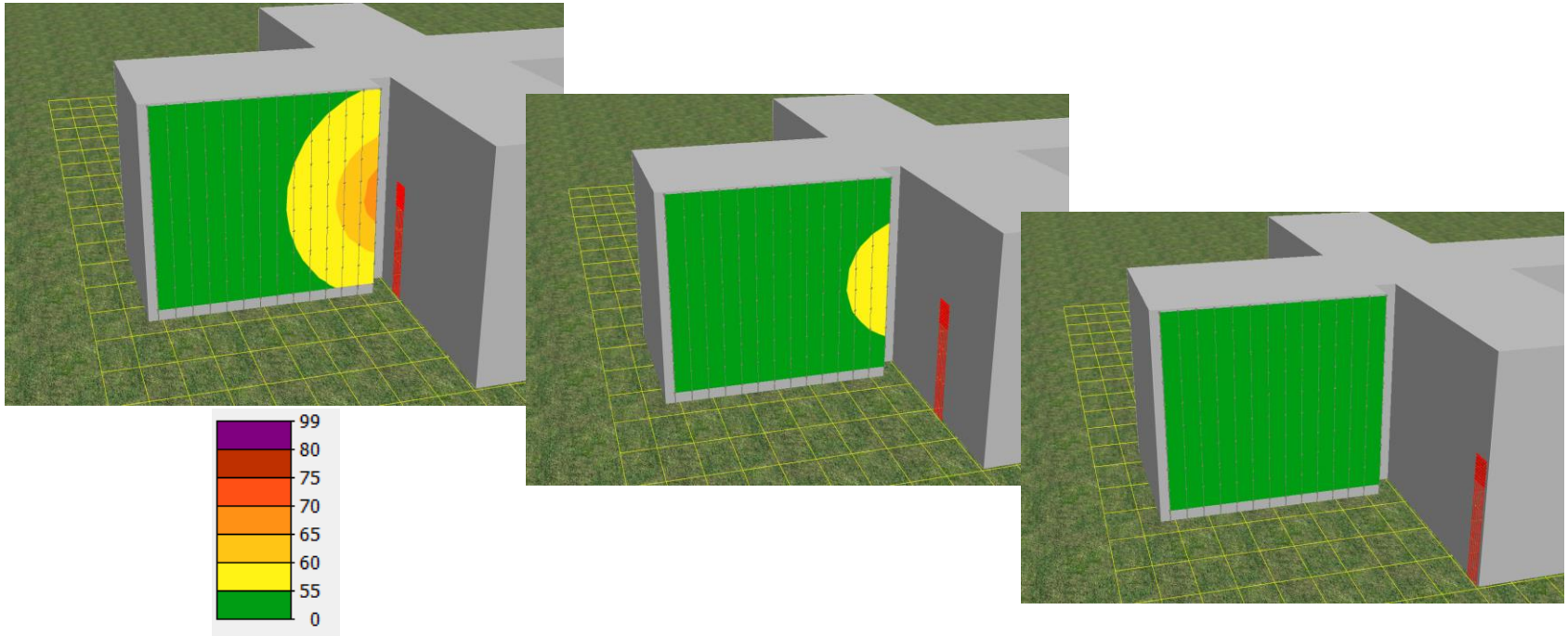
Geluidemissie 5^e verdieping – gevel niet verwijderd

- Geluidproductie hameren 80 dB



Geluidemissie 5^e verdieping – gevel verwijderd

- Geluidproductie hameren 80 dB



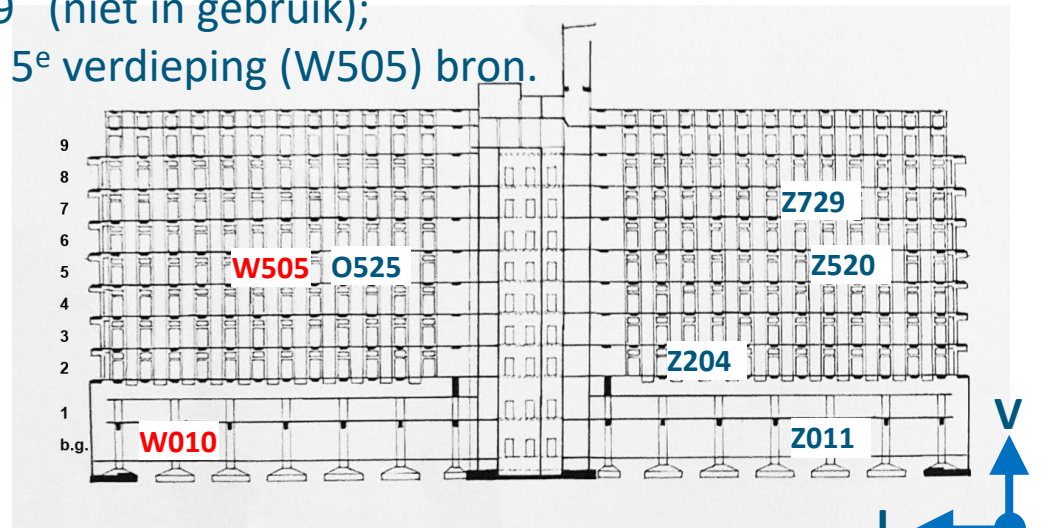
Conclusie geluidemissie via gevel

- Om te voldoen aan streefwaarde voor kantoorruimten moet geluidbelasting op gevel < 55 dB
- Om te voldoen aan streefwaarde voor laboratoria moet geluidbelasting op gevel < 65 dB
- Geluidbelasting op gevel met direct zicht op werkzaamheden varieert sterk
- Bij werkzaamheden met minimale geluidproductie (80 dB) wordt:
 - aan 55 dB voldaan als gevel niet verwijderd is;
 - 55 dB voor deel gevel overschreden bij werkzaamheden nabij kern als gevel verwijderd is;
 - En 65 dB wordt in dat geval slechts voor zeer beperkt deel gevel overschreden
- Bij werkzaamheden met maximale geluidproductie (110 dB) wordt:
 - 55 voor de gevel overschreden als gevel niet verwijderd is
 - 65 dB voor deel gevel overschreden bij werkzaamheden nabij kern als gevel verwijderd is;
 - 55 en 65 dB fors overschreden bij als gevel verwijderd is

Meetposities trillingen

- mp 1 Zuid begane grond ruimte Z011 (reproductive biology);
- mp 2 Zuid 2^e verdieping ruimte Z204 (Fytotron lab II);
- mp 3 Zuid 5^e verdieping ruimte Z520 (niet in gebruik);
- mp 4 Oost 5^e verdieping ruimte O515 (lab celbiologie);
- mp 5 Zuid 7^e verdieping ruimte Z729 (niet in gebruik);
- mp 6 West begane grond (W010) en 5^e verdieping (W505) bron.

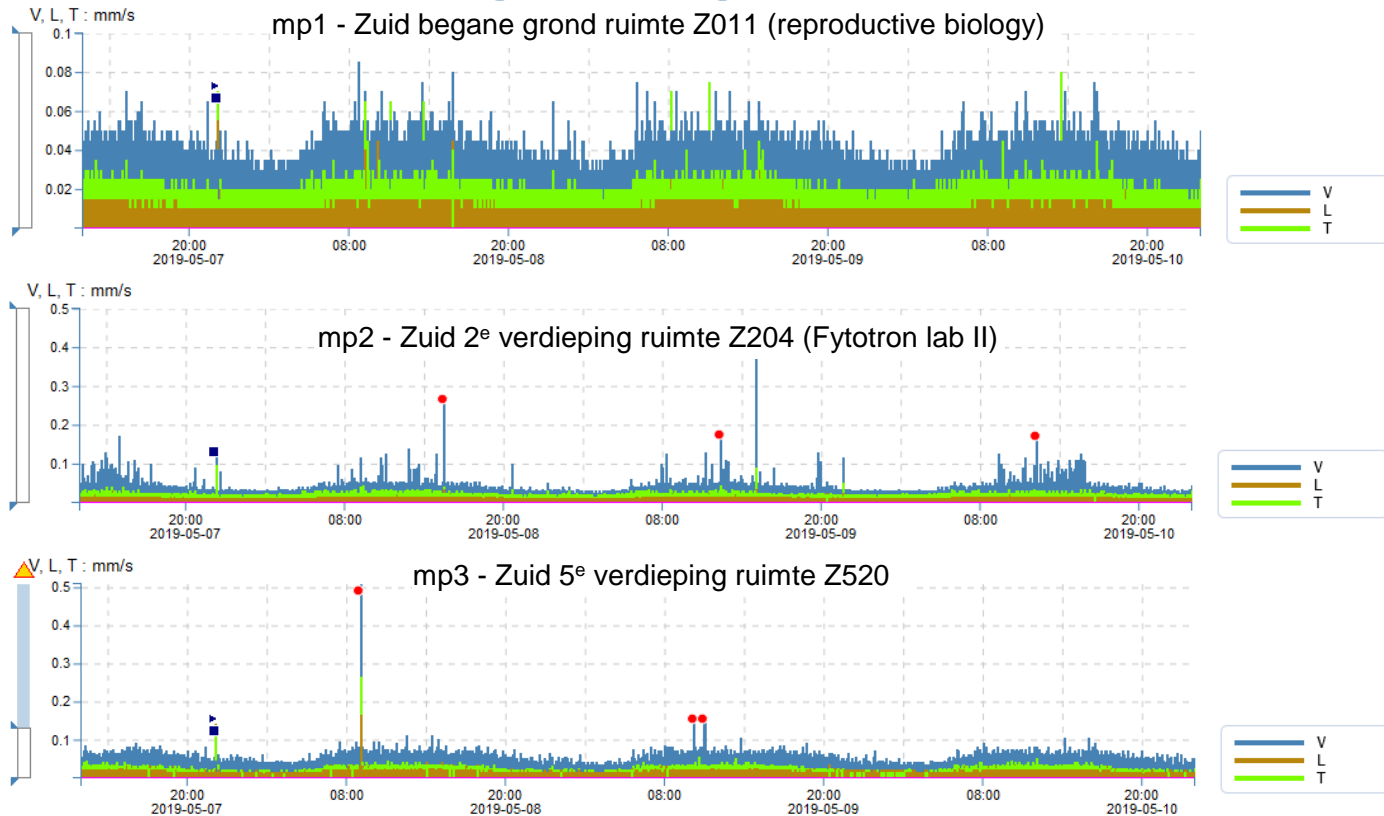
Trillingen gemeten in drie loodrecht op elkaar staande richtingen V, L, T evenwijdig aan assen van gebouw



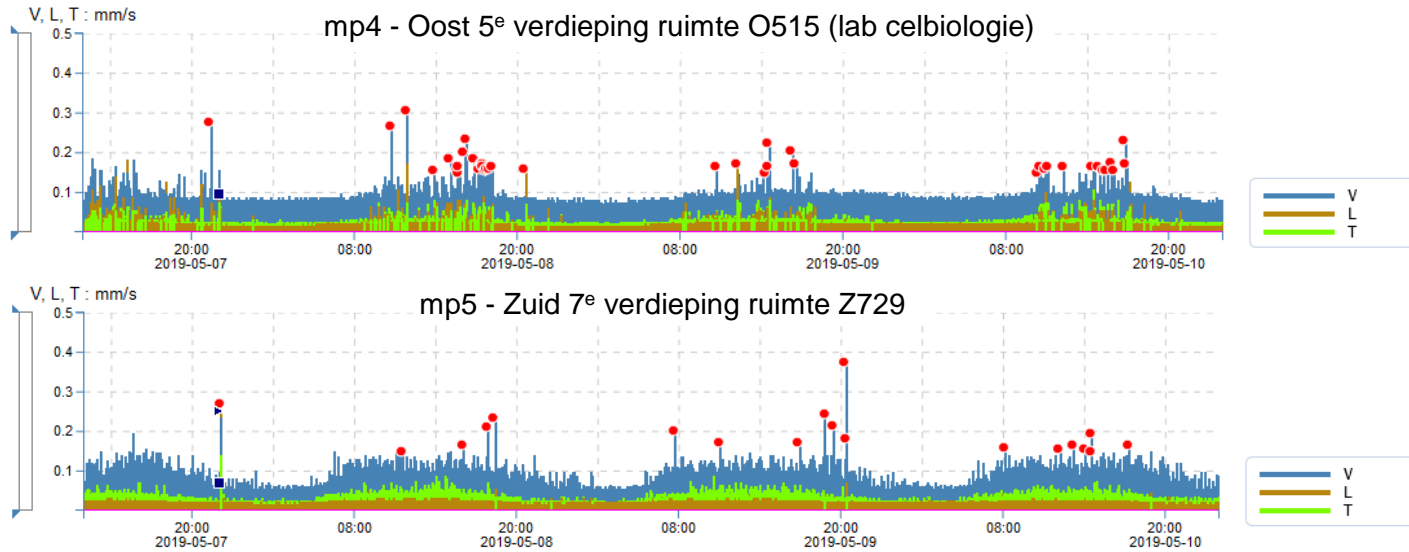
Toetsingskader trillingen

- Er zijn geen trillingeisen bekend voor laboratoria/kantoorruimten Kruytgebouw
- in overleg met opdrachtgever; toetswaarde = trillingniveau nulmeting
 - V_{rms} tijdgemiddelde trillingssnelheid (08-17 uur)
 - V_{max} maximale trillingssnelheid tijdens gehele meetperiode nulmeting

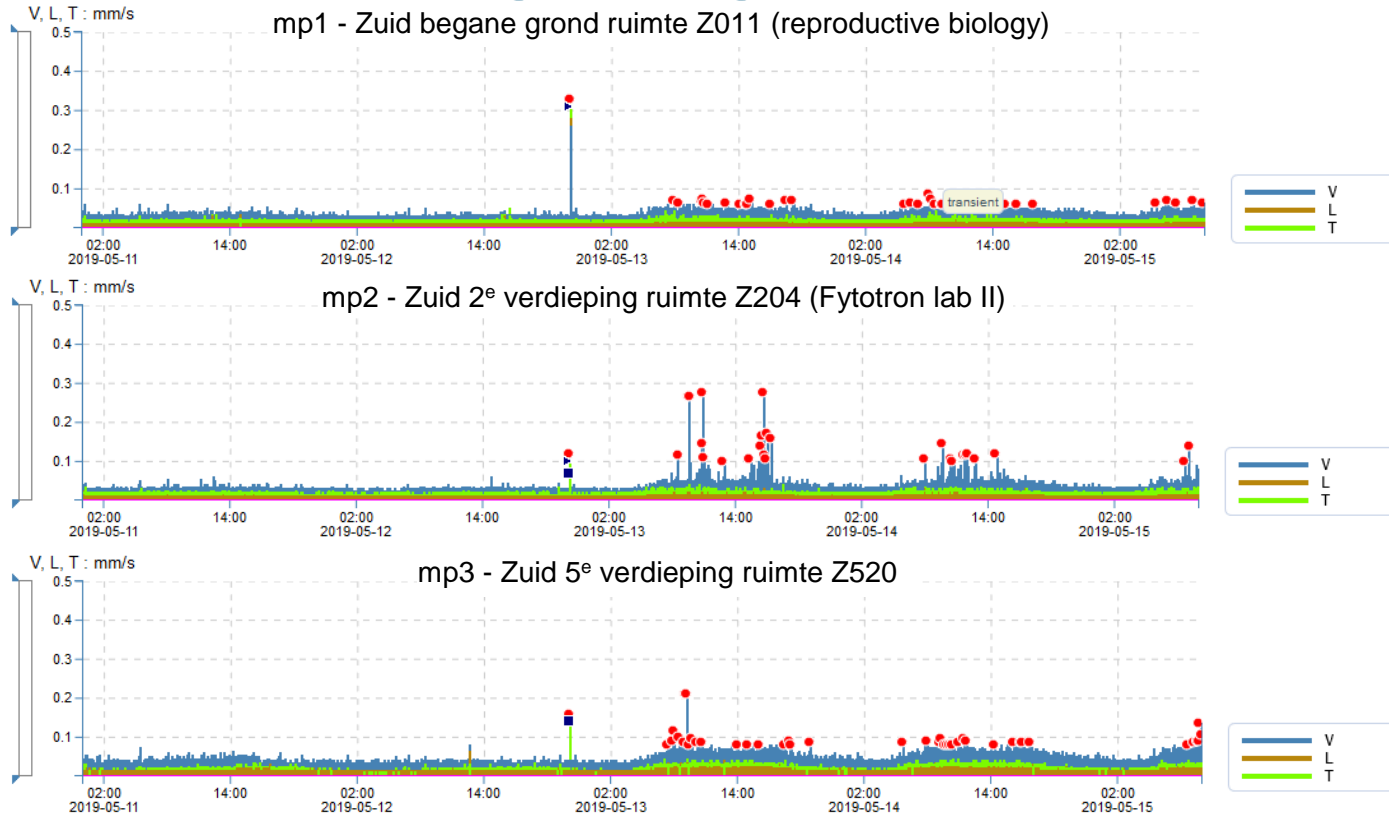
Resultaat nulmeting trillingen 7-10 mei 2019



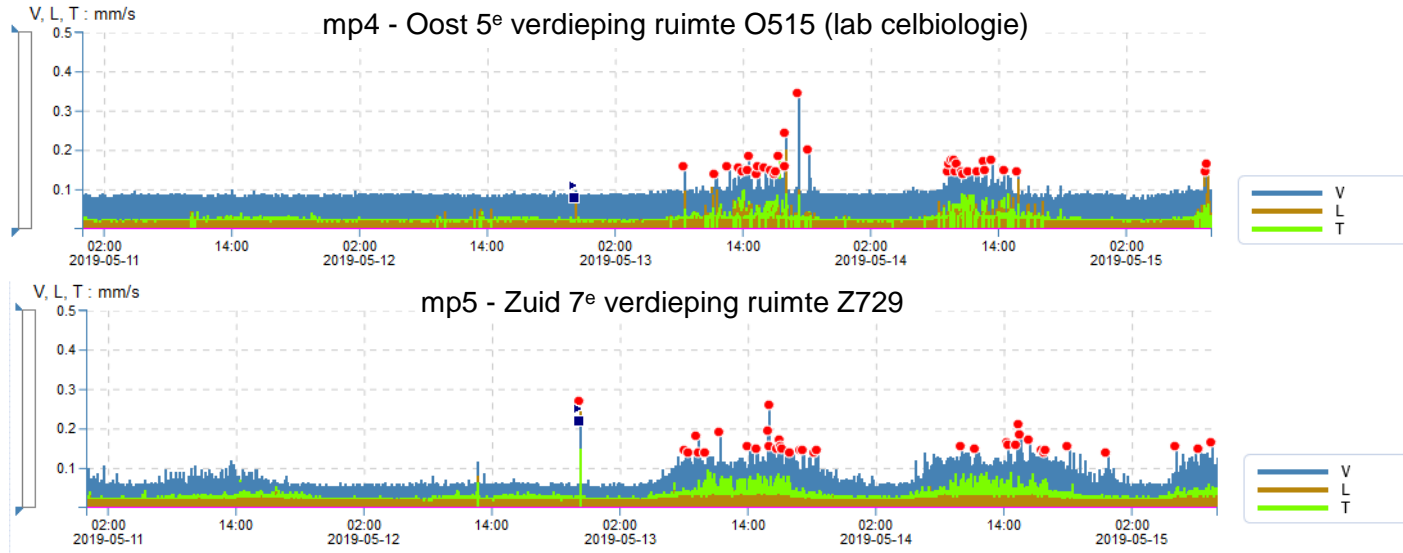
Resultaat nulmeting trillingen 7-10 mei 2019



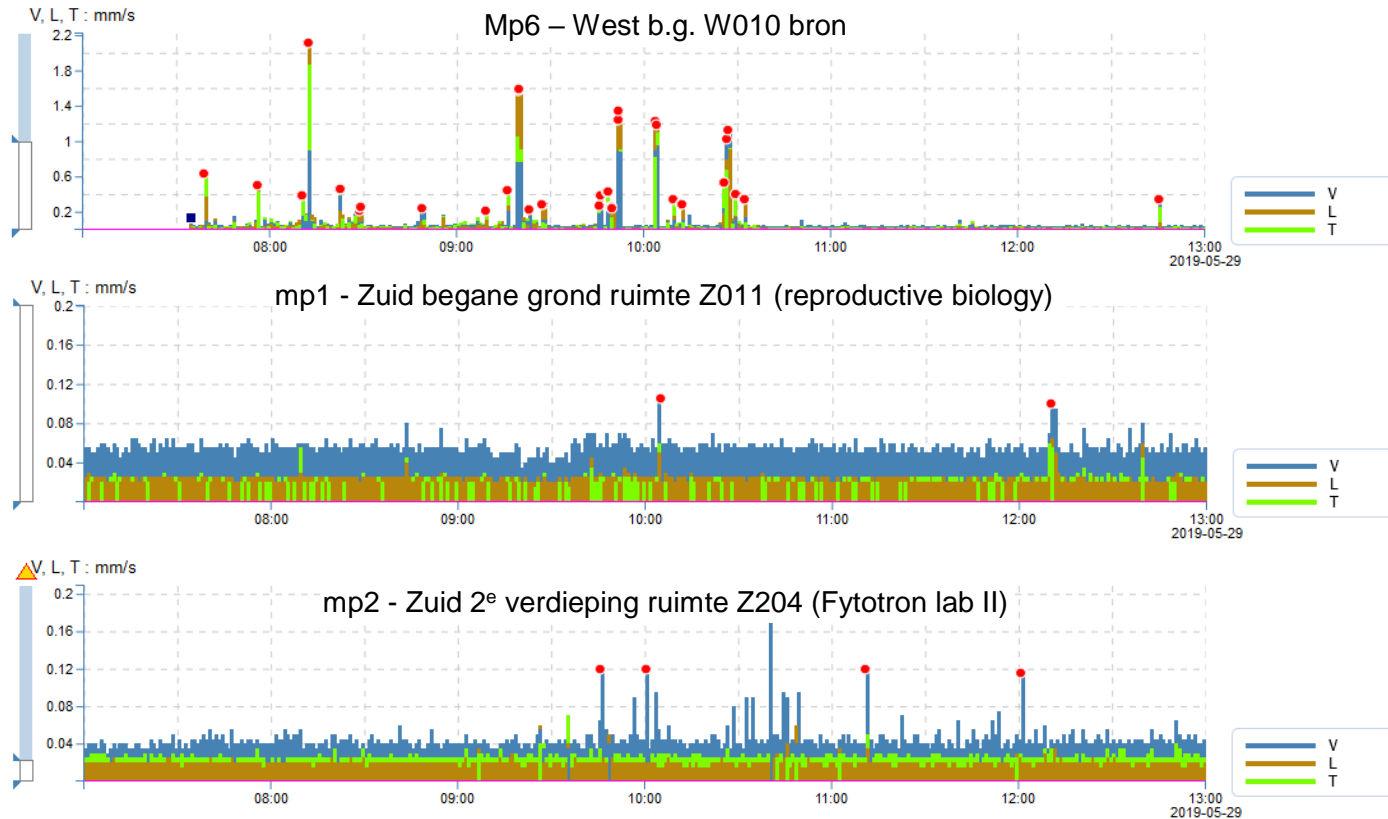
Resultaat nulmeting trillingen 11-15 mei 2019



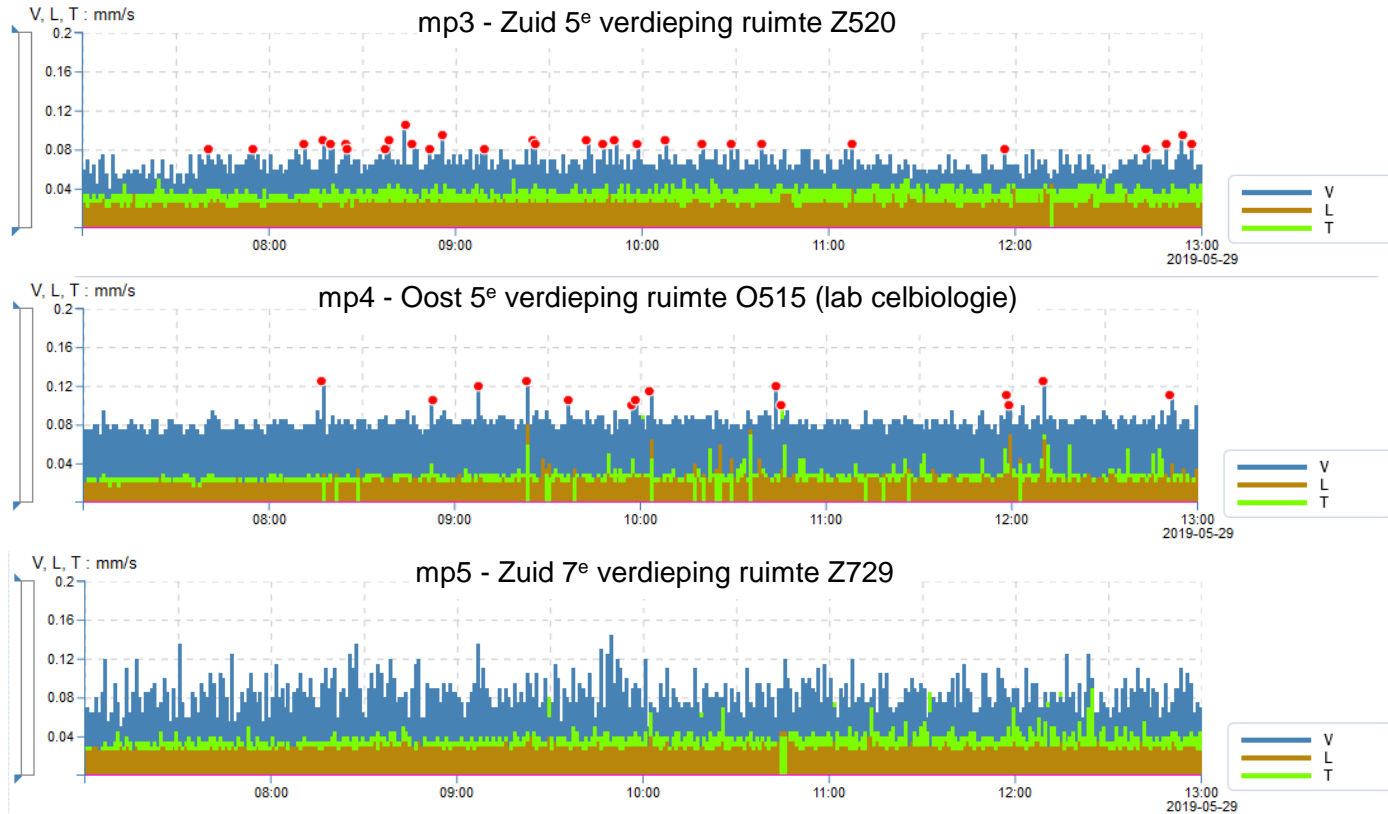
Resultaat nulmeting trillingen 11-15 mei 2019



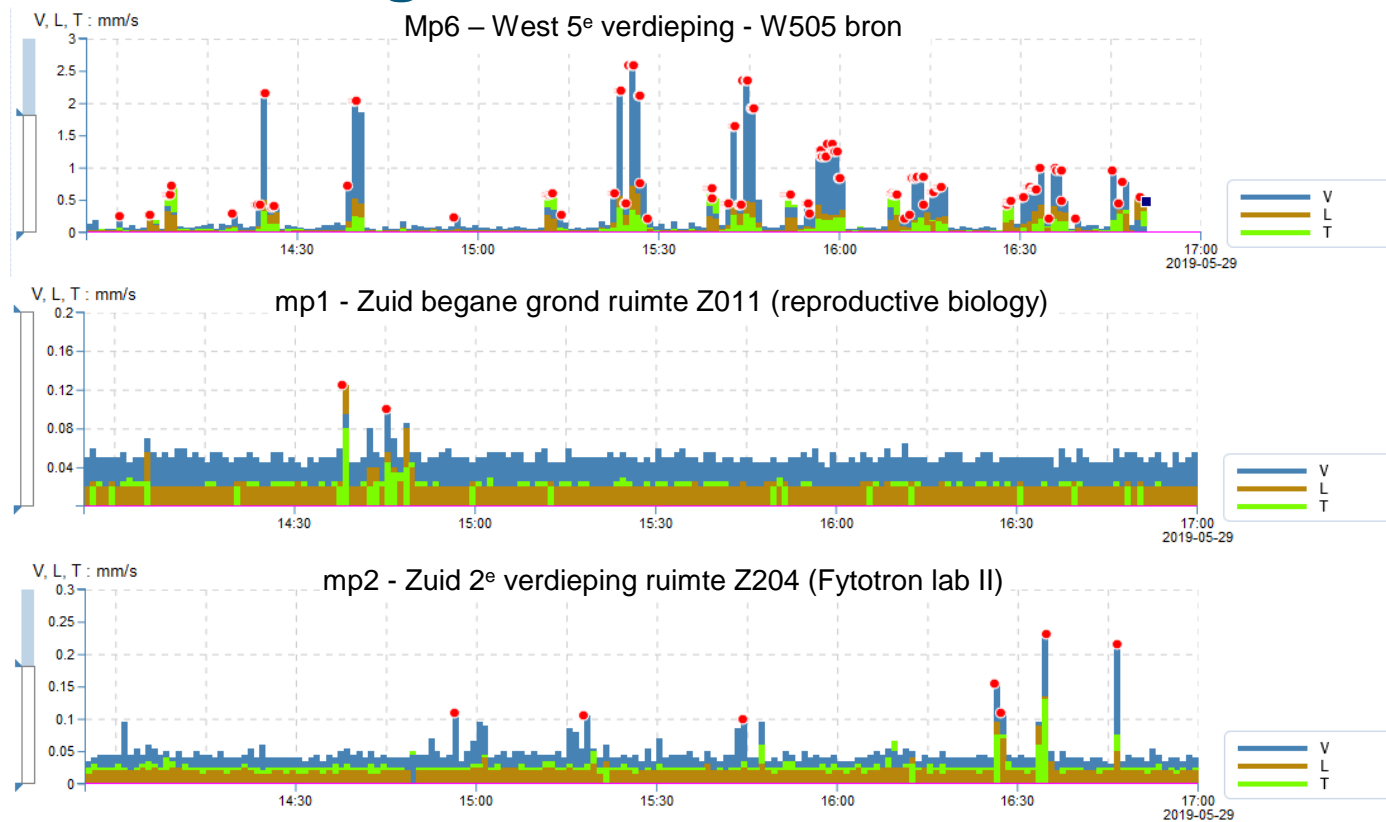
Resultaat trillingen 29 mei 2019 simulatie ochtend



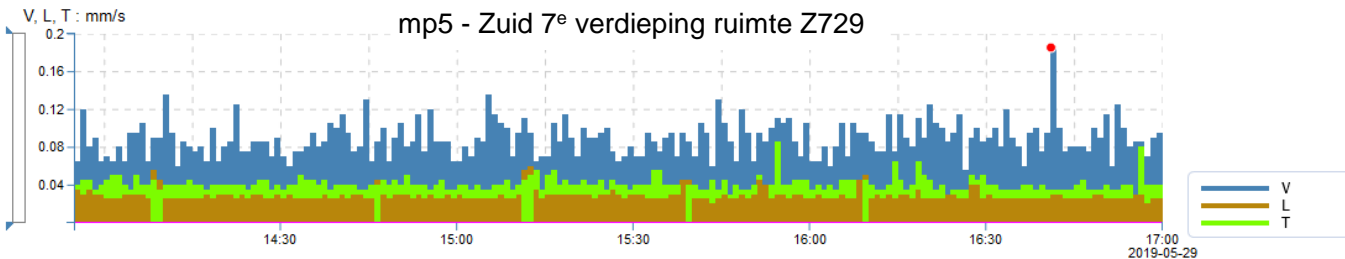
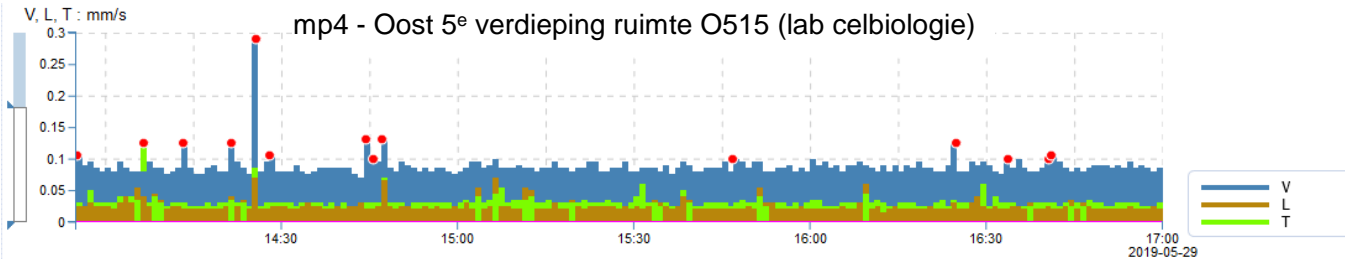
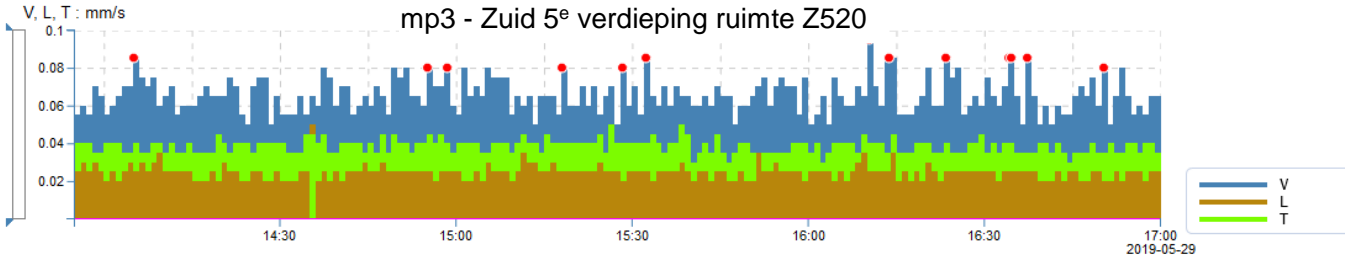
Resultaat trillingen 29 mei 2019 simulatie ochtend



Resultaat trillingen 29 mei 2019 simulatie middag



Resultaat trillingen 29 mei 2019 simulatie middag



Resultaat trillingen

mp	Locatie	nulmeting		simulatie renovatie werkzaamheden					
				begane grond		kern		5e verdieping	
		V_{rms}	V_{max}	V_{rms}	V_{max}	V_{rms}	V_{max}	V_{rms}	V_{max}
1	Zuid begane grond Z011 (reproductive biology)	0,05	0,09	0,06	0,11	0,06	0,10	0,05	0,10
2	Zuid 2e verdieping Z204 (Fytotron lab II)	0,06	0,27	0,04	0,12	0,05	0,12	0,05	0,23
3	Zuid 5e verdieping Z520	0,07	1,08	0,07	0,11	0,06	0,08	0,07	0,10
4	Oost 5e verdieping O515 (lab celbiologie)	0,10	0,31	0,08	0,13	0,09	0,13	0,09	0,30
5	Zuid 7e verdieping Z729	0,10	0,20	0,09	0,15	0,08	0,13	0,09	0,19

Conclusie trillingsmetingen

■ Trillingen nulmeting

- In weekeinde duidelijk lagere trillingniveaus dan op werkdagen wanneer gebouw in gebruik is
- Maximale trillingniveaus op werkdagen worden veroorzaakt door kortdurende excitaties van vloeren in nabijheid van meetpunten (lopen, rijden karretjes, vallen voorwerp)
- Tijdgemiddelde trillingniveaus op werkdagen zijn op meetpunten 4 en 5 hoger dan op meetpunten 1 t/m 3, dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door nabijheid van continu in bedrijf zijnde installaties
- Gemeten achtergrondniveau trillingen werkdag in meetpunt 1 (1-300Hz) ligt op niveau VC-A (50 μ m/s), in meetpunten 2 t/m 5 net boven niveau VC-A (60-100 μ m/s)

■ Trillingen simulatie werkzaamheden

- Tijdgemiddelde trillingniveaus van simulatie werkzaamheden zijn lager dan tijdgemiddelde trillingniveaus van nulmetingen op werkdagen met uitzondering van mp1 (oorzaak afronding 0,054 en 0,055/0,056)
- Alleen simulatie Bobcat 5e verdieping is net waarneembaar op mp4 door frequentiespectrum simulatie, echter tijdgemiddeld trillingniveau is lager dan nulmeting
- Overige simulatie werkzaamheden zijn niet waarneembaar op bovenstaande meetpunten
- Maximale trillingen op 29 mei worden niet veroorzaakt door simulatie werkzaamheden maar door kortdurende excitaties van vloeren in nabijheid van meetpunten (lopen, rijden karretjes, vallen voorwerp)

Bevindingen simulatie werkzaamheden

- Achtergrondgeluidniveau in enkele kantoren en laboratoria boven streefwaarde;
- Bij renovatie in dezelfde wijk worden streefwaarden overschreden;
- Bij renovatie per wijk liggen geluidniveaus t.g.v. simulatiewerkzaamheden niet/nauwelijks boven achtergrondniveau (werkzaamheden bobcat uitgezonderd);
- Bij renovatie kern liggen geluidniveaus t.g.v. simulatiewerkzaamheden niet/nauwelijks boven achtergrondniveau. Wel hogere geluidniveaus in de gangen;
- Geluidemissie via gevel is maatgevend bij direct zicht op werkzaamheden in haakse wijk. Overschrijdingen van streefwaarden voor kantoren en laboratoria zijn afhankelijk van de positie van de werkzaamheden (voor of achter gevel / afstand tot kern) en de geluidproductie van de werkzaamheid;
- Trillingen: simulatie werkzaamheden zijn niet waarneembaar op de meetpunten (werkzaamheden bobcat uitgezonderd).