

Notitie 04718-45042-08
Akoestisch onderzoek locatie De Hoef noord;
stijgsnelheid spoorweglawaai

Datum	Referentie	Behandeld door
11 maart 2019	04718-45042-08	T. Taris/LCr

1 Inleiding

Plangebied De Hoef noord te Rosmalen is gelegen op een geluidbelaste locatie vanwege spoorweglawaai. Op het plangebied De Hoef noord bestaat het voornemen om een appartementencomplex en een aantal grondgebonden woningen te realiseren. Deze nieuwe woningen liggen ten zuiden van een spoorweg. Onderzoek naar de akoestische situatie van nieuwbouw is van essentieel belang binnen dit plangebied.

1.1 Stijgsnelheid

De circulaire 'Beoordelingswijze piekgeluiden voor spoorwegemplacements' van de staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, d.d. 2004 omschrijft een beoordelingswijze van piekgeluiden ter voorkoming van optredende schrik- en ontwaakreacties. Deze reacties worden veroorzaakt door een onverwachte snelle toename van het geluidniveau. De beoordelingsgrootte die in dit kader daarom wordt gehanteerd is de stijgsnelheid. De stijgsnelheid kwantificeert de toename van de geluidbelasting.

In het kader van de bovengenoemde circulaire dient het aantal geluidgebeurtenissen met een stijgsnelheid groter dan 15 decibel per seconde (dB/s) te worden beperkt en/of de stijgsnelheid zelf te worden beperkt.

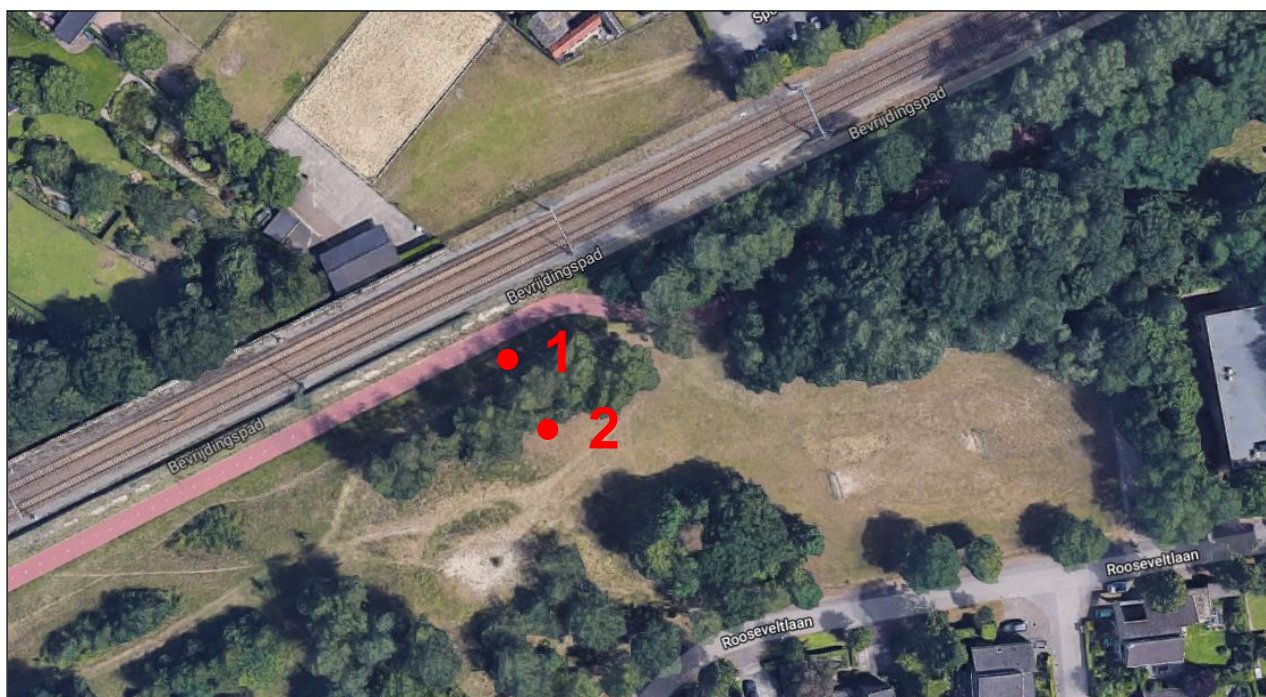
De stijgsnelheid volgt uit het A-gewogen geluidrukniveau gemeten met tijdsmiddeling FAST, $L_{pAF}(t)$ als functie van de tijd (middelingstijd van 1/8 seconde). In het tijdverloop worden de stijgende gedeeltes geselecteerd, dit zijn de gedeeltes waar de richtingscoëfficiënt, $dL_{pAF}(t)/dt$, overal positief is. Van al deze stijgende gedeeltes worden alleen die beschouwd waarbij de totale stijging 10 dB(A) of meer bedraagt. De stijgsnelheid is de maximale afgeleide van deze stijgende gedeeltes in dB/s.

2 Geluidmetingen

Door middel van geluidmetingen zijn de piekniveaus en stijgsnelheden van treinpassages vastgesteld. Deze metingen zijn uitgevoerd op een halve kilometer ten westen van het plangebied aan hetzelfde traject als waar het plangebied aan ligt. Bij de metingen op 9 januari 2019 is gebruik gemaakt van de volgende meetapparatuur:

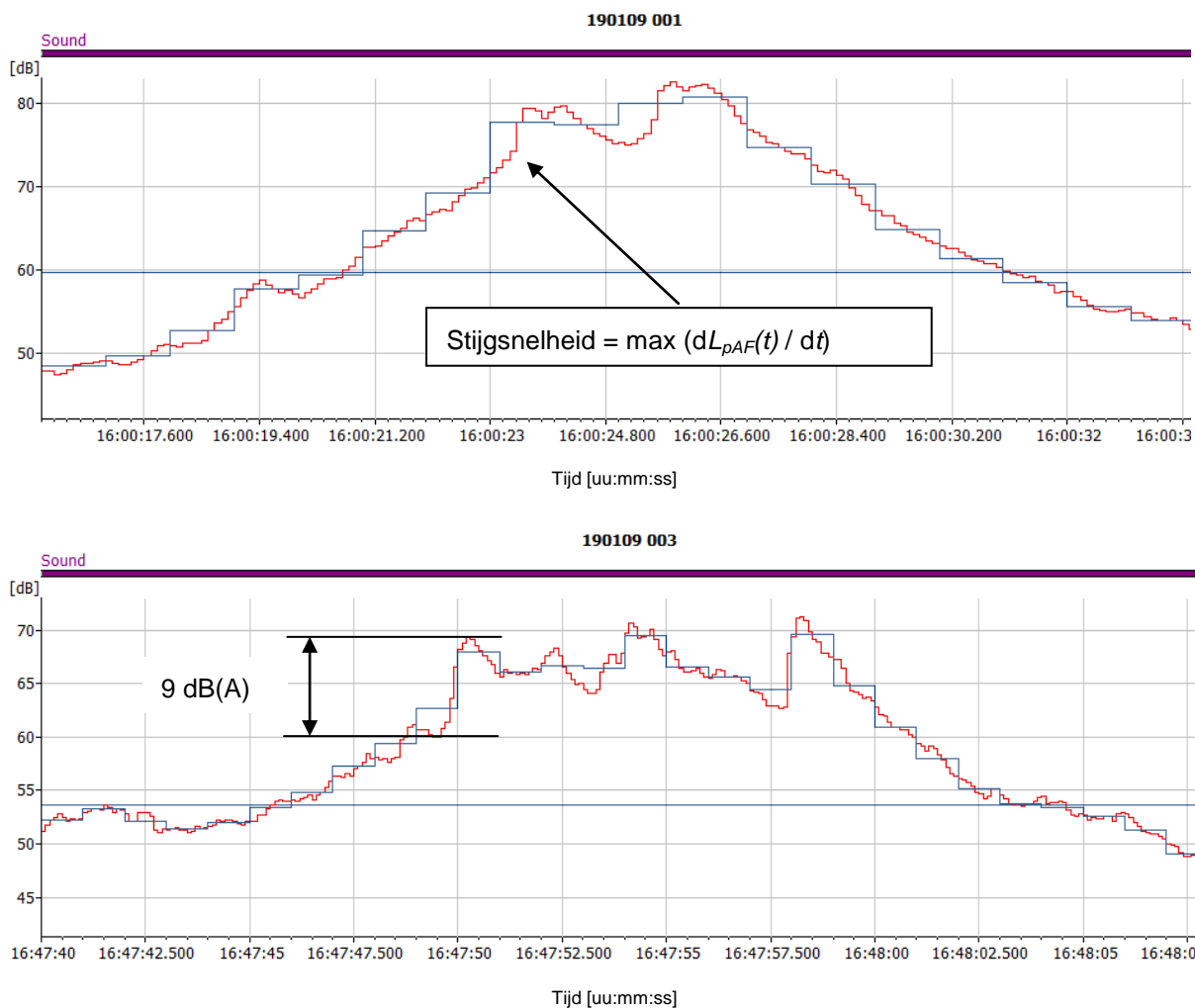
- | | | |
|-----------------|---------------|------------|
| - geluidmeter | fabrikant B&K | type 2250; |
| - meetmicrofoon | fabrikant B&K | type 4189. |

De metingen zijn uitgevoerd ter hoogte van een plaats waar een bestaand geluidscherm eindigt. Deze overgang zorgt namelijk voor een piek in de stijgsnelheid. Er is op twee afstanden van het scherm gemeten: op 13 meter en op 24 meter. De bomenrij tussen de twee meetposities vormt verwaarloosbare afscherming omdat er geen blad aan zat tijdens de geluidmetingen en daarnaast het directe zicht niet wegneemt.



Figuur 2.1: Meetposities

Onderstaande figuren zijn achtereenvolgens weergaves van een treinpassage op meetpositie 1 en op meetpositie 2. De rode lijn is het A-gewogen geluiddrukkniveau gemeten met tijdsmiddeling FAST.



Figuur 2.2: Weergave metingen

In bovenstaande figuren is te zien dat de rode lijn op een aantal tijdstippen omhoog verspringt. Dit zijn de momenten waarop de stijgsnelheid het hoogst is. Daarnaast is te zien dat er meerdere momenten gedurende een treinpassage (kunnen) zijn waarop het geluidniveau een piek bereikt. Dit wordt veroorzaakt doordat er bepaalde onderdelen van de trein meer geluid maken dan andere (zoals piepende wielen). Op het moment dat een onderdeel van de trein voorbij het geluidscherm komt met een hogere geluidemissie is de stijgsnelheid het hoogst.

In het onderste figuur (meting 003, afstand van 24 meter) hebben de stijgende gedeeltes waar de richtingscoëfficiënt overal positief is geen totale stijging van 10 dB(A). Dit wordt veroorzaakt door kleine fluctuaties waardoor het geluidniveau kortstondig een klein beetje daalt. De maximale gemeten stijging op deze positie is 9 dB(A). Het uitgangspunt, en tevens de worst-case benadering, is dat stijgingen van minimaal 10 dB(A) wel kunnen voorkomen.

Voor beide posities zijn minimaal vier treinpassages gemeten. De hoogste stijgsnelheid die hieruit volgt is respectievelijk 30,56 dB/s en 24,56 dB/s voor een afstand van 13 meter en 24 meter.

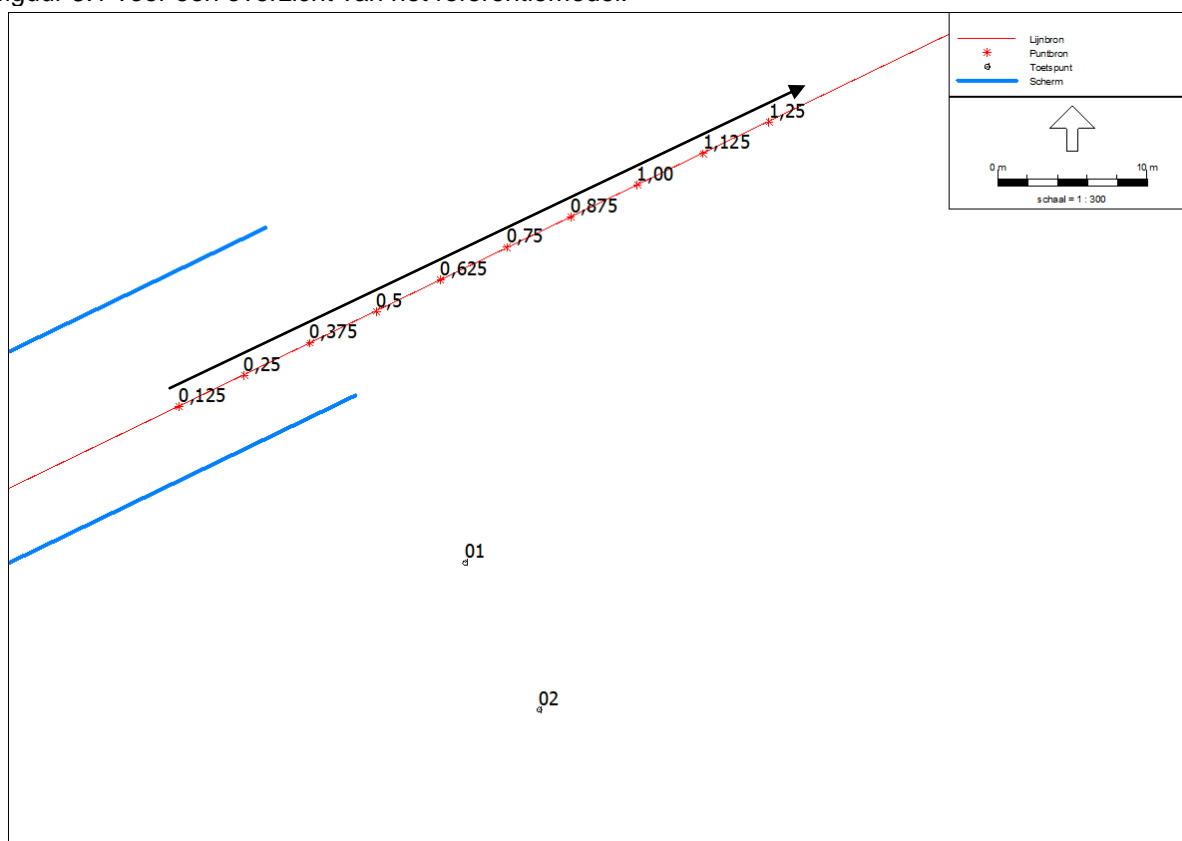
3 Rekenmodel

Omdat het bouwplan nog niet is uitgevoerd is het onmogelijk om geluidmetingen ter plaatse te doen. Een rekenmodel biedt de mogelijkheid om benadering van de toekomstige akoestische situatie te maken. In het voorliggende onderzoek zijn twee rekenmodellen opgesteld: een referentiemodel en een rekenmodel van De Hoef noord. Het referentiemodel is opgesteld om de geluidemissie van de treinpassages in het rekenmodel te fitten op de geluidemissie die volgt uit de geluidmetingen. Het rekenmodel van De Hoef noord is vervolgens gebruikt om de geluidbelasting op de gevels van de nieuwbouw te bepalen. De manier waarop de treinpassages zijn gemodelleerd wordt hierin overgenomen uit het referentiemodel.

3.1 Referentiemodel

De treinpassages zijn gemodelleerd als combinatie van een lijnbron en een puntbron. Op deze manier wordt zowel rekening gehouden met de geluidemissie van de gehele trein als met het specifieke deel van de trein dat een hogere geluidemissie heeft.

Uit het geluidregister spoor van het ministerie van Infrastructuur en Milieu volgt dat de maximale snelheid van voorbijkomende treinen 140 km/u is. Deze snelheid vormt het uitgangspunt voor de modellering omdat het resulteert in de hoogste stijgsnelheid. Met deze snelheid legt de trein ongeveer 4,86 meter af in 1/8 seconde (overeenkomend met de meetsnelheid FAST). Hierdoor vallen de beoordelingsposities 4,86 meter uit elkaar en daarom is de afstand tussen de puntbronnen daarmee overeenkomend. Zie figuur 3.1 voor een overzicht van het referentiemodel.

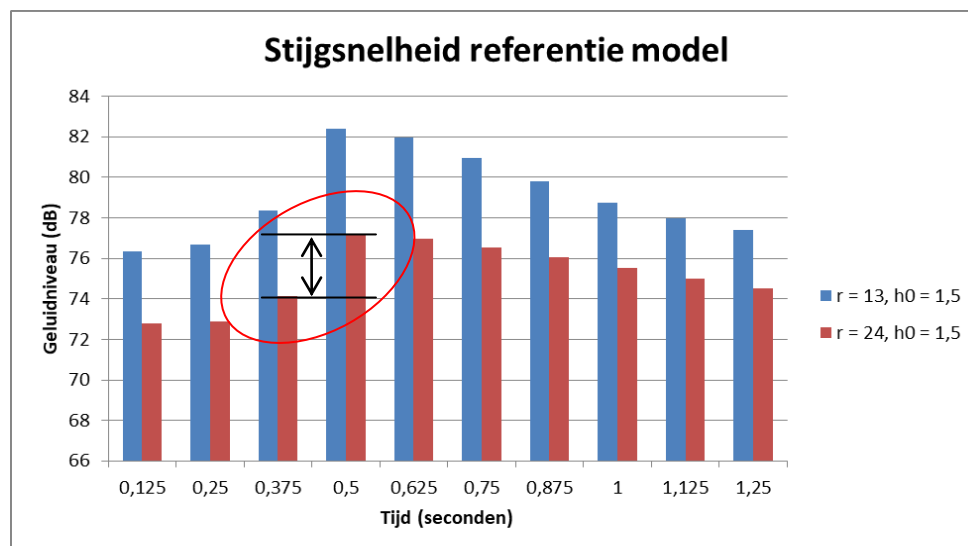


Figuur 3.1: Overzicht referentiemodel

Het bronvermogen van de lijn- en puntbronnen is op die manier gefit dat het maximale geluidniveau en de stijgsnelheid overeenkomend zijn met de maximale niveaus die volgen uit de geluidmetingen. Omdat het gaat om een worst-case benadering is de stijgsnelheid van meetpositie 2 aangehouden. In tabel 3.1 en figuur 3.2 worden de rekenresultaten weergegeven.

Tabel 3.1: Rekenresultaten referentierekenmodel

Referentiepunt	A-gewogen geluiddrukkniveau $L_{pAF}(t)$ per 1/8 seconde										stijgsnelheid dB/seconde
	0,125 sec	0,25 sec	0,375 sec	0,5 sec	0,625 sec	0,75 sec	0,875 sec	1 sec	1,125 sec	1,25 sec	
01, $r = 13, h_0 = 1,5$	76,35	76,67	78,34	82,39	81,95	80,98	79,82	78,77	77,98	77,39	32,4
02, $r = 24, h_0 = 1,5$	72,77	72,9	74,11	77,18	76,97	76,56	76,07	75,52	75	74,53	24,6



Figuur 3.2: Grafische weergave rekenresultaten referentierekenmodel

De stijgsnelheid is berekend door het maximale verschil in geluiddrukkniveau (bijvoorbeeld 77,18 dB(A) – 74,11 dB(A) = 3,07 dB(A)) te delen door het tijdverschil, te weten 1/8 seconde. Het maximale verschil in geluiddruk ontstaat op het moment dat de trein voorbij het scherm rijdt (tussen 0,375 sec en 0,5 sec).

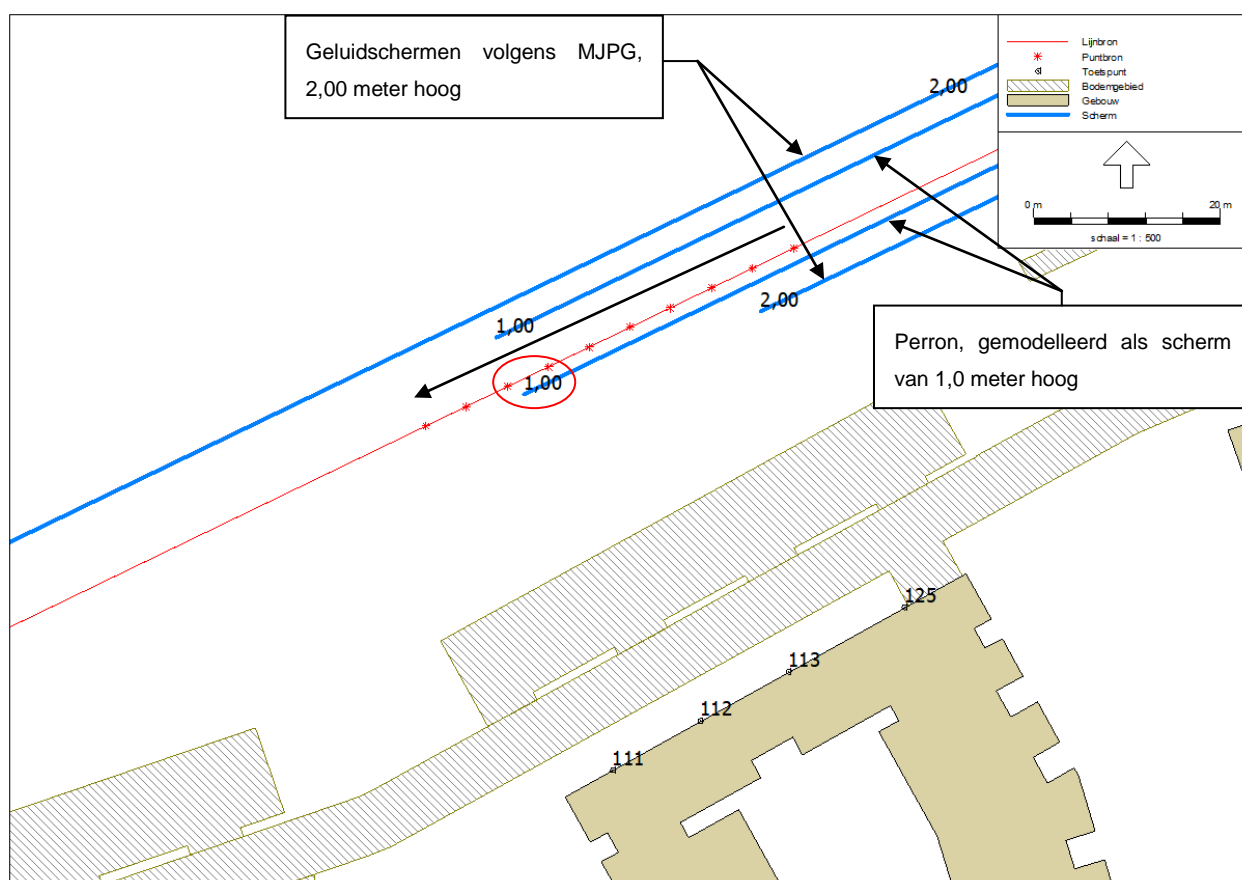
Het referentierekenmodel is zo opgesteld dat de stijgsnelheid op referentiepunt 2 overeenkomt met de maximale gemeten stijgsnelheid. De gemeten stijgsnelheid op een afstand van 24 meter is maximaal 24,56 dB/s; overeenkomend met de stijgsnelheid op referentiepunt 2 in het rekenmodel. De gemeten stijgsnelheid op een afstand van 13 meter is 30,56 dB/s; de stijgsnelheid op dit punt in het rekenmodel is 32,4 dB/s. Het rekenmodel is daarom een worst case benadering.

Het maximaal geluidniveau op referentiepunt 1 is overeenkomend met het gemeten maximaal geluidniveau (zie figuur 2.2) omdat deze maatgevend is.

3.2 Rekenmodel De Hoef noord

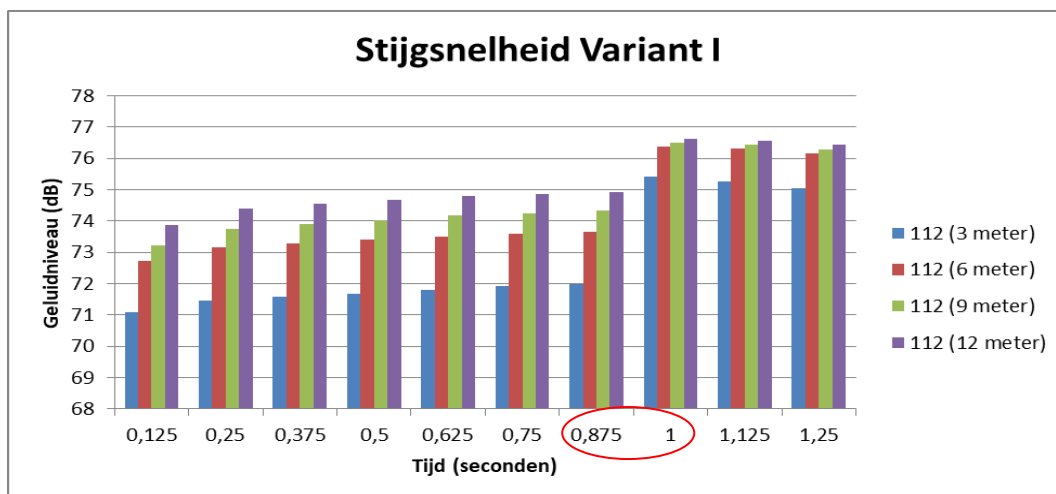
3.2.1 Variant I maximale geluidniveaus en stijgsnelheden

Uitgangspunt voor variant I is de realisatie van de geluidschermen zoals omschreven in het “akoestisch onderzoek geluidsanering; gemeente 's-Hertogenbosch; Meer Jaren Programma Geluidsanering (MJPG)” van Arcadis d.d. 11 oktober 2017. Uitgangspunt is daarnaast dat deze schermen niet worden verlengd in de richting van het plangebied. Zie figuur 3.3 voor een weergave van het rekenmodel.

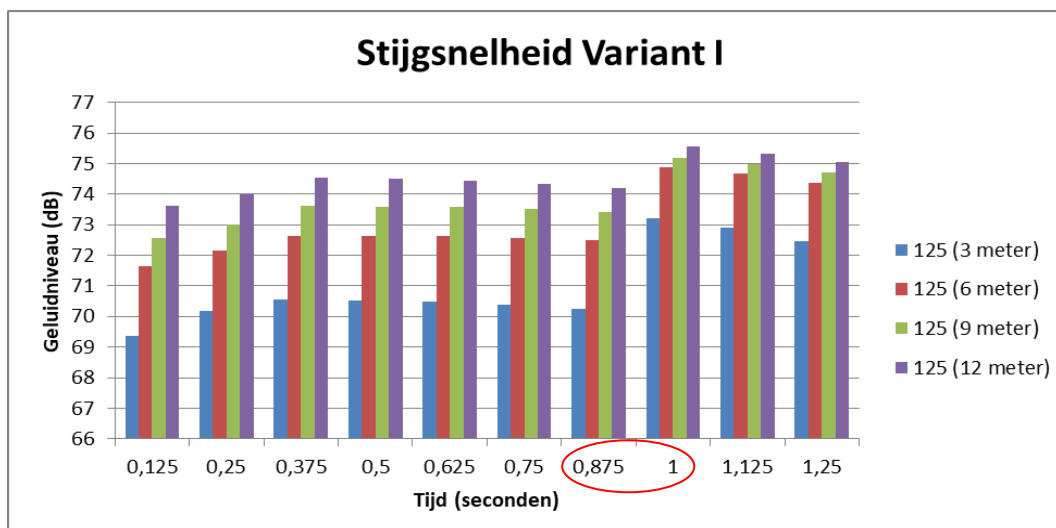


Figuur 3.3: Weergave van rekenmodel variant I

In figuur 3.4 en figuur 3.5 worden achtereenvolgens de rekenresultaten op rekenpunt 112 en rekenpunt 125 weergegeven. Deze rekenpunten zijn maatgevend omdat beide in het verlengde liggen van een beëindiging van een geluidscherm. De rood omcirkelde tijdsfragmenten uit deze figuren zijn overeenkomend met rood omcirkelde puntbronnen uit figuur 3.3. Zie bijlage I voor een gedetailleerde weergave van de rekenresultaten.



Figuur 3.4: Rekenresultaten variant I (rekenpunt 112)



Figuur 3.5: Rekenresultaten variant I (rekenpunt 125)

In tabel 3.2 zijn de stijgsnelheden op rekenpunt 111, 112, 113 en 125 weergegeven. Uit de rekenresultaten volgt dat de stijgsnelheid het hoogst is op de onderste verdieping. Op een groot deel van de gevels van het nieuwe appartementencomplex is de berekende stijgsnelheid groter dan 15 dB(A)/s. Deze stijgsnelheden voldoen daarom niet aan de normstelling uit de circulaire. Tabel 3.3 geeft de berekende maximale geluidniveaus weer.

Tabel 3.2: Stijgsnelheden variant I

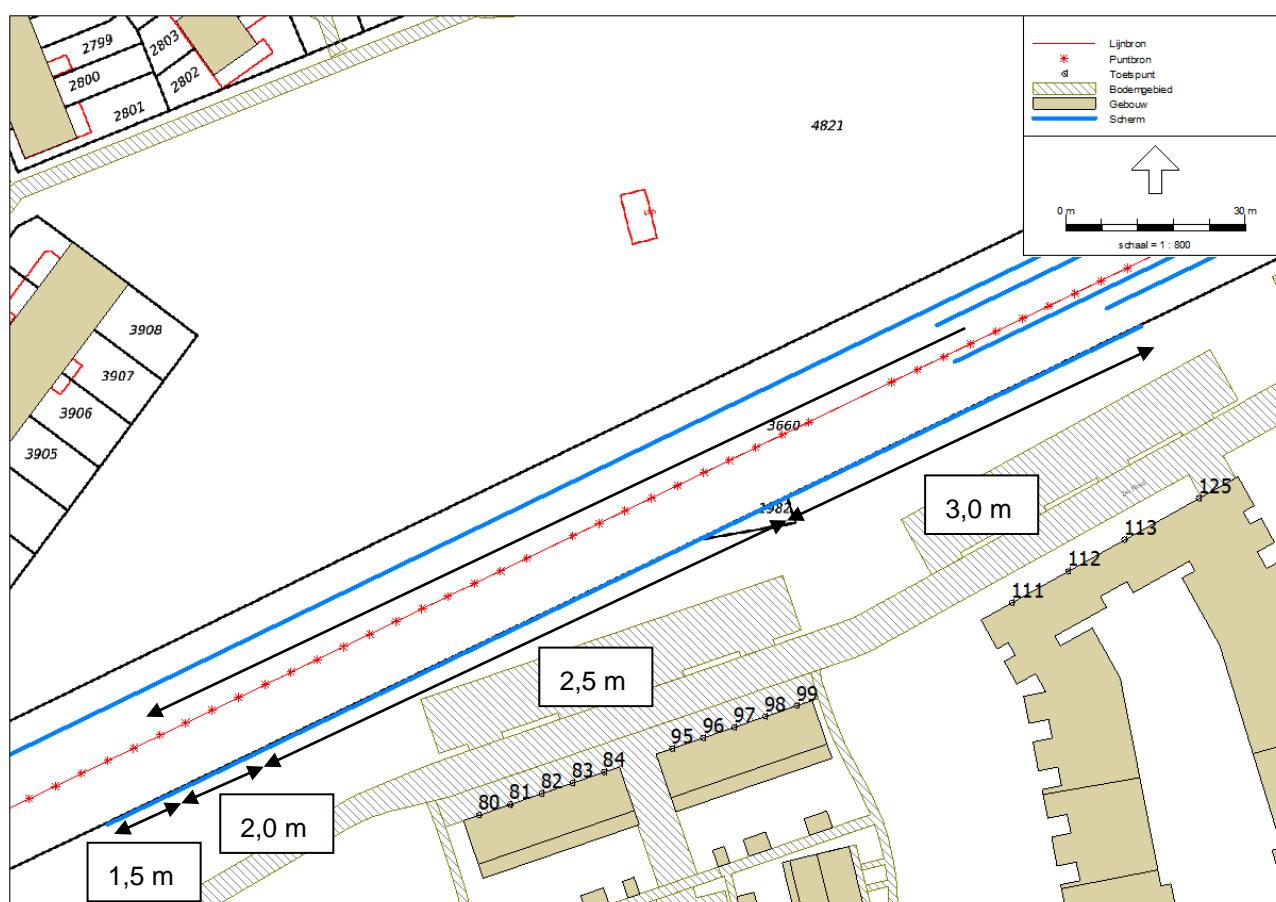
		Beoordelingspunt			
Beoordelingshoogte		125	113	112	111
Stijgsnelheid (dB/s)	12	10,8	12,7	13,5	13,4
	9	14,2	16,6	17,4	16,6
	6	19,2	21,4	21,8	20,2
	3	23,6	26,6	27,3	24,4

Tabel 3.3: Maximale geluidniveaus variant I

	Beoordelingshoogte	Beoordelingspunt			
		125	113	112	111
Maximale geluidniveaus (dB)	12	73	76	77	77
	9	75	76	77	77
	6	75	76	76	77
	3	73	75	75	76

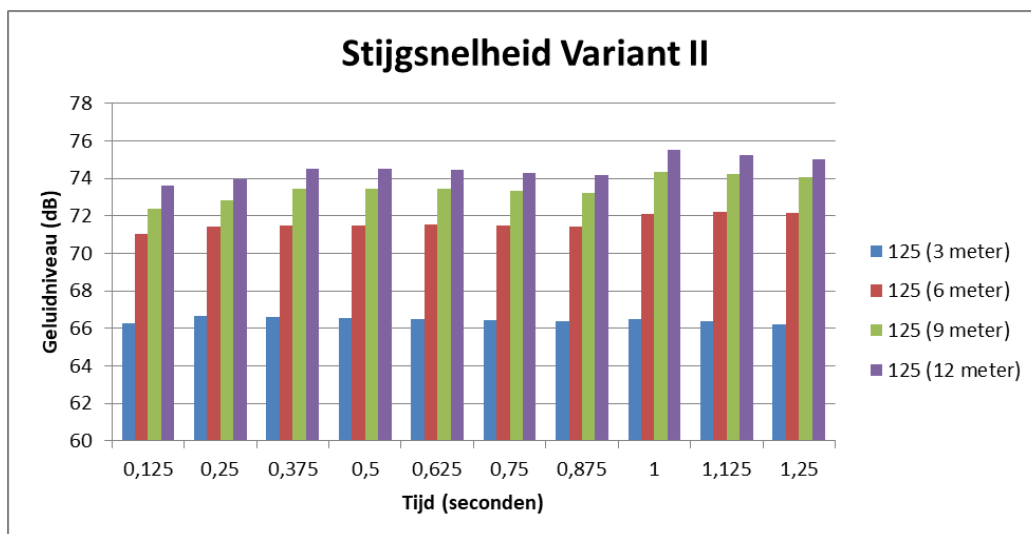
3.2.2 Variant II maximale geluidniveaus en stijgsnelheden

Omdat variant I leidt tot een overschrijving van de stijgsnelheid worden de benodigde maatregelen, in de vorm van geluidschermen op het eigen terrein, bepaald. Deze maatregelen worden weergegeven in figuur 3.6. Geluidschermen dienen een minimaal eigen gewicht van 15 kg per vierkante meter te hebben en vrij te zijn van openingen/kieren.

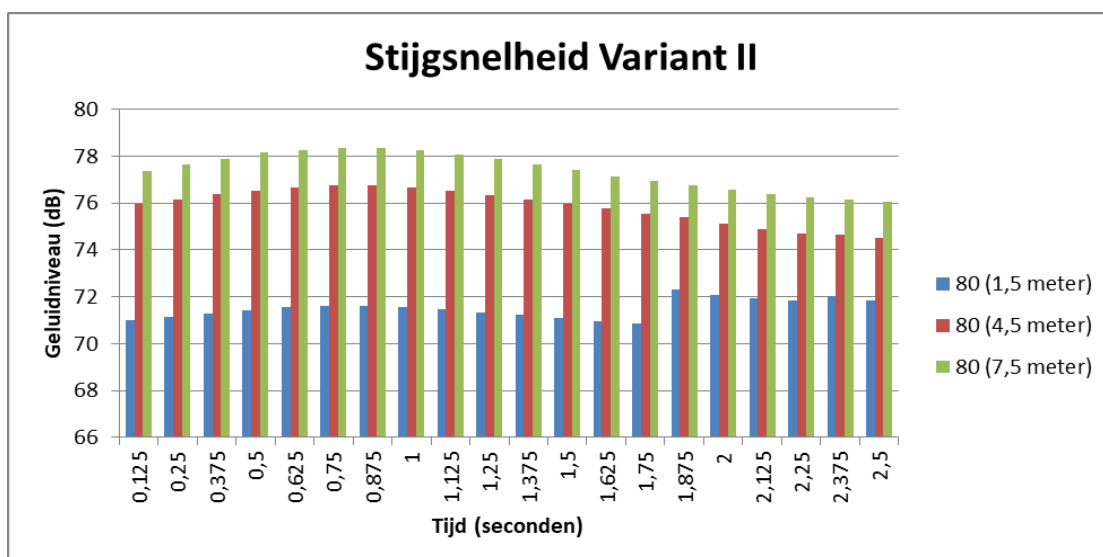


Figuur 3.6: Maatregelen variant II

De rekenresultaten van rekenpunt 125 en rekenpunt 80 zijn maatgevend. Deze worden in figuur 3.7 en 3.8 weergegeven.



Figuur 3.7: Rekenresultaten variant II op rekenpunt 125



Figuur 3.8: Rekenresultaten variant II op rekenpunt 80

In tabel 3.4 worden de rekenresultaten op maatgevende rekenpunten (op hoekpunten van de bouwblokken) weergegeven. Zie bijlage II voor een gedetailleerde weergave van de rekenresultaten.

Tabel 3.4: Rekenresultaten Variant II

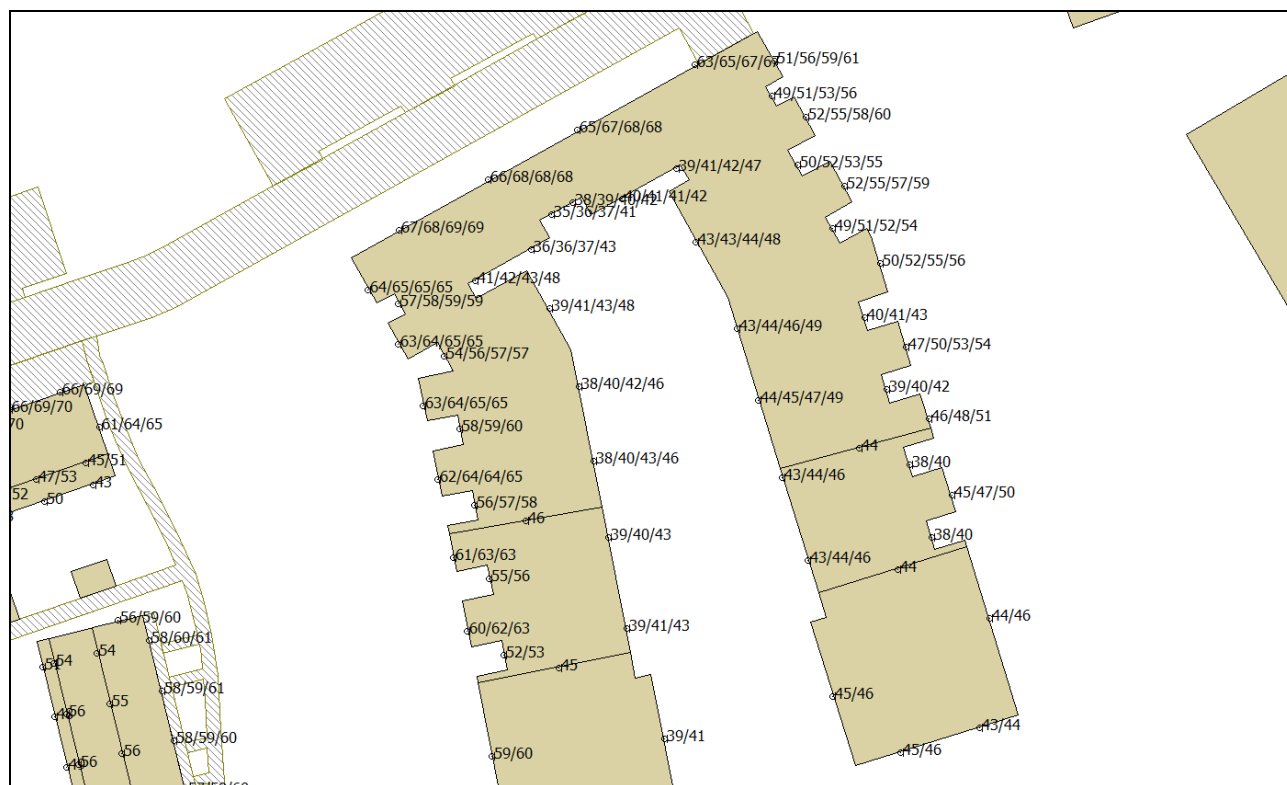
Beoordelingspositie	Hoogte (m)	Stijgsnelheid (dB/s)	Maximale geluidniveau (dB)
125	3	3,0	66
	6	5,5	72
	9	8,8	74
	12	10,5	76
111	3	6,8	68
	6	3,9	73

Beoordelingspositie	Hoogte (m)	Stijgsnelheid (dB/s)	Maximale geluidniveau (dB)
	9	0,6	75
	12	0,0	76
99	1,5	8,7	68
	4,5	13,4	74
	7,5	4,9	76
80	1,5	11,6*	72
	4,5	1,6	76
	7,5	2,2	78

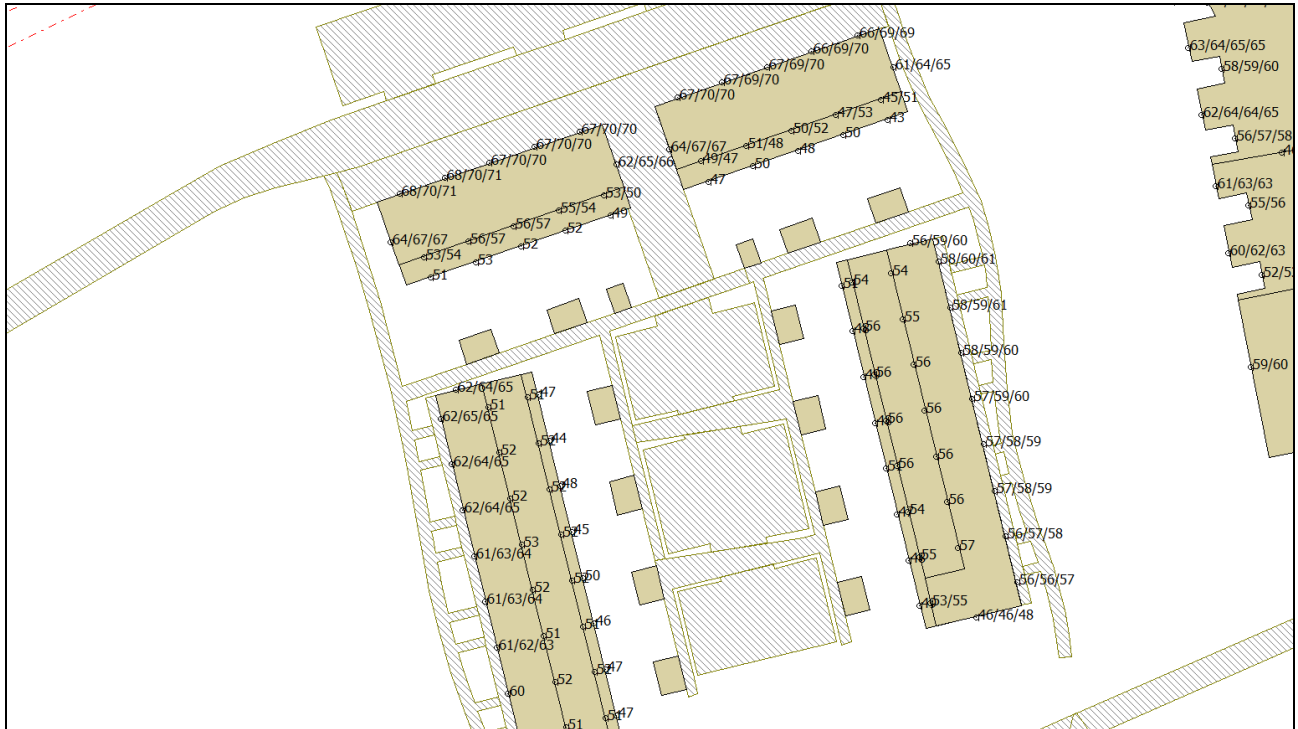
* Deze stijgsnelheid kan buiten beschouwing gelaten worden als de trein van oost naar west rijdt omdat het geluidniveau voor 1,875 sec al aan het dalen was. Dit gaat echter niet op wanneer de trein in tegenovergestelde richting rijdt en daarom wordt de gepresenteerde waarde wel meegenomen.

3.2.3 Variant I L_{den}

In deze variant wordt uitgegaan van het huidige emissieregister spoor en de realisatie van de geluidschermen die volgen uit het onderzoek van Arcadis. Onderstaande figuren geven de rekenresultaten weer.



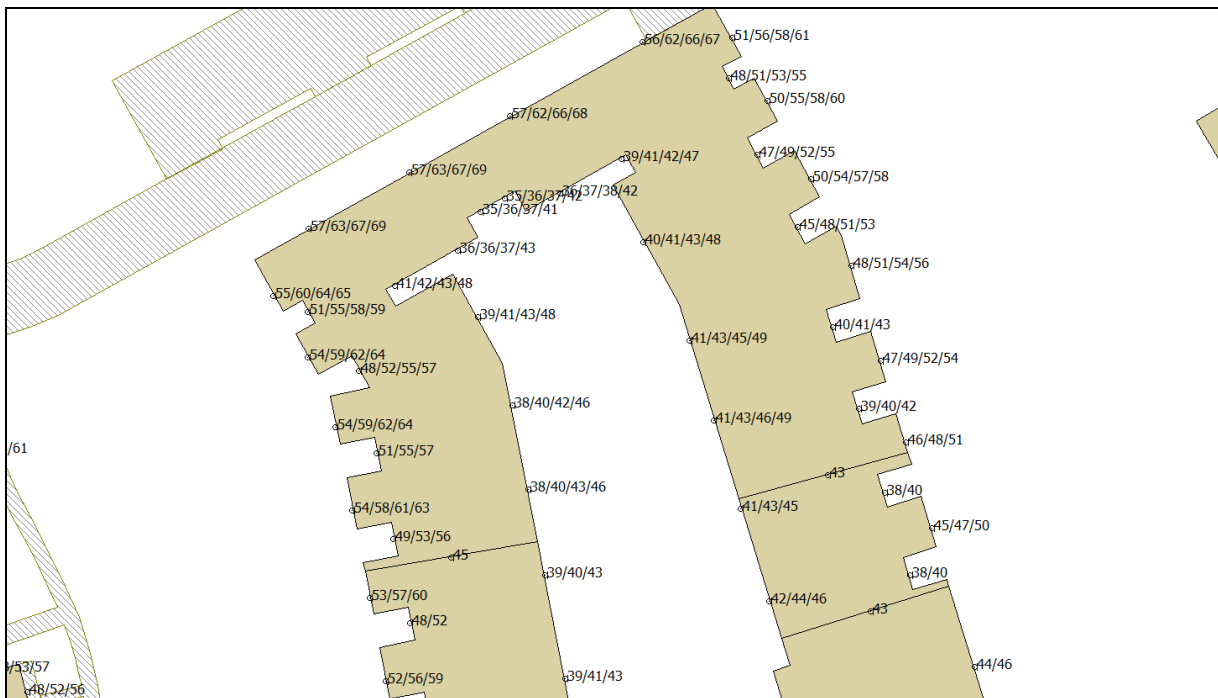
Figuur 3.9: Rekenresultaten t.p.v. appartementen variant I (oost) in dB L_{den}



Figuur 3.10: Rekenresultaten t.p.v. grondgebonden woningen variant I (west) in dB L_{den}

3.2.4 Variant II L_{den}

In deze variant wordt uitgegaan van de maatregelen zoals omschreven in paragraaf 3.2.2. Onderstaande figuren geven de rekenresultaten weer.



Figuur 3.11: Rekenresultaten t.p.v. appartementen variant II (oost) in dB L_{den}



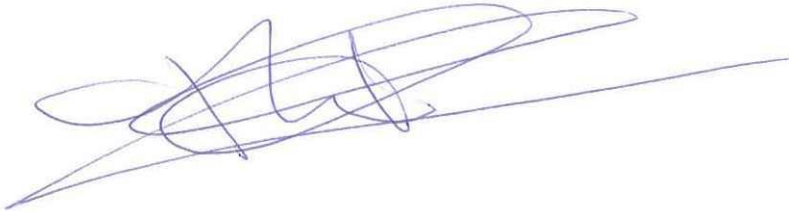
Figuur 3.12: Rekenresultaten t.p.v. grondgebonden woningen variant II (west) in dB L_{den}

In tabel 3.5 worden de rekenresultaten op de hoekpunten van de noordgevels van de bouwblokken weergegeven. Uit de tabel blijkt dat op de bovenste verdieping de hoogste geluidbelasting wordt berekend. De geluidreductie van de geluidwerende scherm is op deze verdieping echter zeer gering. Dit komt doordat de geluidschermen op een grote afstand van het spoor staan en het maaiveld hier lager is, waardoor het directe zicht op het spoor van de bovenste verdiepingen niet wordt weggenomen.

Tabel 3.5: Vergelijkingstabel L_{den} Variant I en Variant II

Beoordelingspositie	Hoogte (m)	L_{den} (dB) Variant I	L_{den} (dB) Variant II
125	3	62,9	56,0
	6	65,5	61,7
	9	66,6	65,6
	12	67,3	67,3
111	3	66,6	57,2
	6	68,3	63,1
	9	68,7	67,0
	12	68,7	68,6
99	1,5	66,2	55,8
	4,5	68,9	63,5
	7,5	69,4	67,5
80	1,5	67,6	58,0
	4,5	70,3	66,6
	7,5	70,6	70,0

Cauberg Huygen B.V.



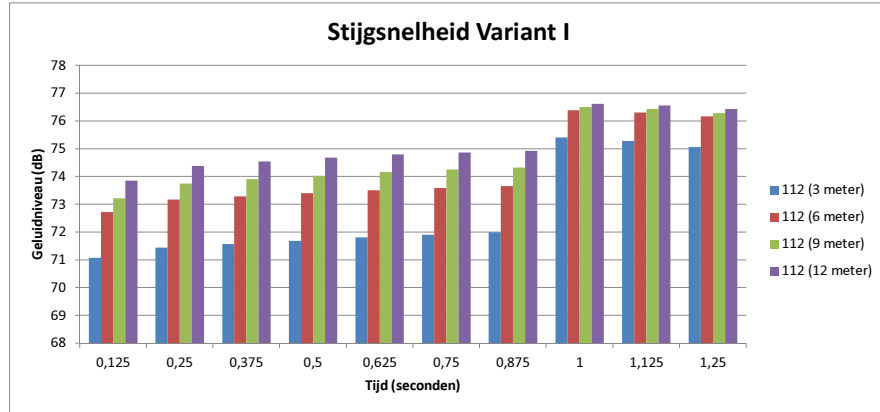
ing. T.H.A.M. Taris
Adviseur

Bijlagen

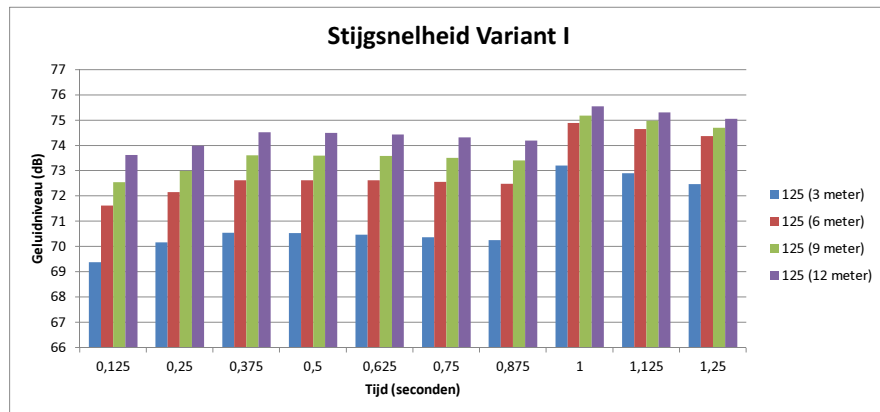
Bijlage I

Stijgsnelheid variant I

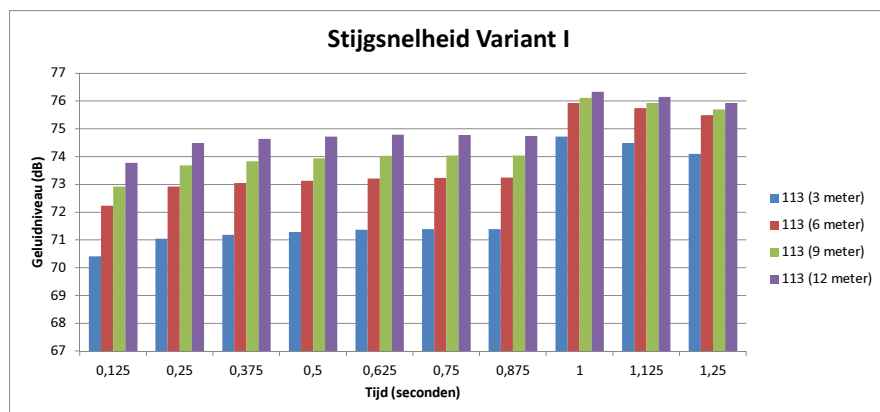
	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1	1,125	1,25	stijgsnelheid	piekniveau
112 (3 meter)	71,08	71,45	71,57	71,69	71,81	71,91	72	75,41	75,28	75,06	27,28	75,41
112 (6 meter)	72,72	73,17	73,29	73,4	73,51	73,59	73,66	76,39	76,31	76,17	21,84	76,39
112 (9 meter)	73,22	73,75	73,91	74,03	74,17	74,26	74,33	76,5	76,43	76,29	17,36	76,5
112 (12 meter)	73,86	74,39	74,55	74,68	74,8	74,87	74,93	76,62	76,56	76,43	13,52	76,62



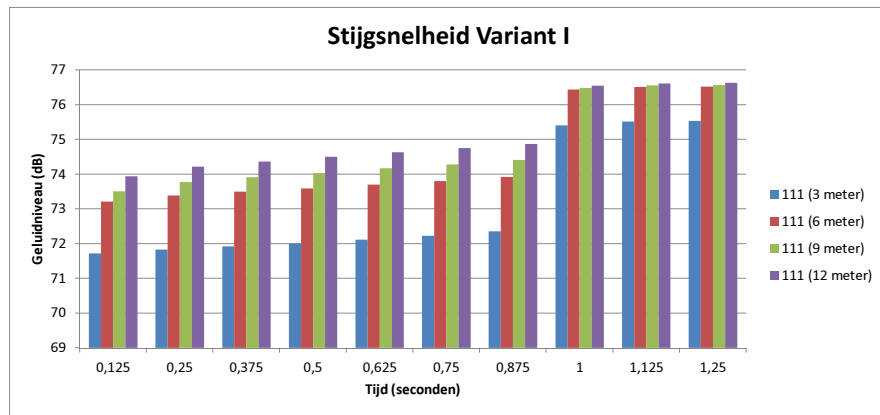
	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1	1,125	1,25	stijgsnelheid	piekniveau
125 (3 meter)	69,38	70,17	70,55	70,53	70,47	70,37	70,26	73,21	72,9	72,47	23,6	73,21
125 (6 meter)	71,63	72,16	72,63	72,63	72,62	72,56	72,49	74,89	74,66	74,37	19,2	74,89
125 (9 meter)	72,55	72,99	73,61	73,6	73,59	73,51	73,41	75,19	74,98	74,7	14,24	75,19
125 (12 meter)	73,63	73,99	74,53	74,5	74,44	74,33	74,2	75,55	75,31	75,06	10,8	75,55



	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1	1,125	1,25	stijgsnelheid	piekniveau
113 (3 meter)	70,41	71,05	71,19	71,29	71,37	71,4	71,4	74,73	74,49	74,1	26,64	74,73
113 (6 meter)	72,24	72,93	73,05	73,14	73,22	73,24	73,25	75,93	75,75	75,5	21,44	75,93
113 (9 meter)	72,93	73,69	73,84	73,94	74,03	74,05	74,05	76,12	75,94	75,7	16,56	76,12
113 (12 meter)	73,78	74,49	74,64	74,73	74,79	74,78	74,75	76,34	76,15	75,94	12,72	76,34

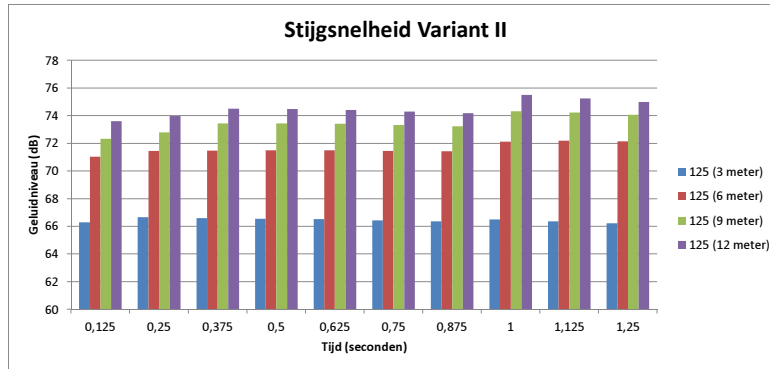


	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1	1,125	1,25	stijgsnelheid	piekniveau
111 (3 meter)	71,72	71,83	71,92	72,01	72,12	72,23	72,36	75,41	75,52	75,54	24,4	75,54
111 (6 meter)	73,21	73,39	73,5	73,59	73,7	73,8	73,92	76,44	76,51	76,52	20,16	76,52
111 (9 meter)	73,51	73,78	73,91	74,03	74,17	74,28	74,41	76,49	76,56	76,57	16,64	76,57
111 (12 meter)	73,94	74,22	74,37	74,5	74,63	74,75	74,87	76,55	76,62	76,63	13,44	76,63

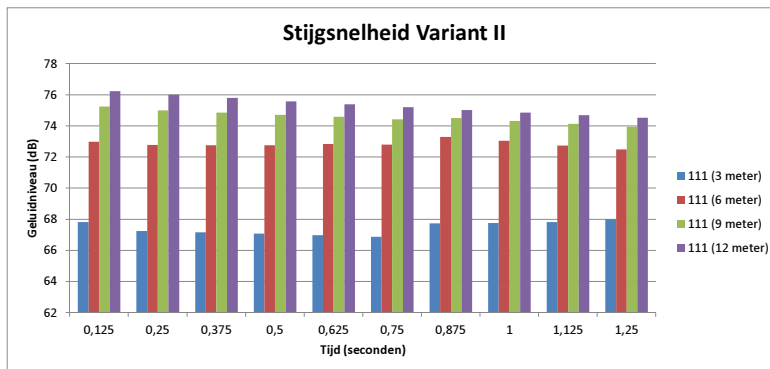


Bijlage II Stijgsnelheid variant II

	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1	1,125	1,25	stijgsnelheid	piekniveau
125 (3 meter)	66,29	66,66	66,6	66,56	66,52	66,44	66,37	66,51	66,37	66,23	2,96	66,66
125 (6 meter)	71,04	71,45	71,49	71,5	71,51	71,47	71,43	72,12	72,21	72,16	5,52	72,21
125 (9 meter)	72,35	72,81	73,44	73,44	73,43	73,34	73,24	74,34	74,24	74,08	8,8	74,34
125 (12 meter)	73,61	73,97	74,52	74,49	74,43	74,31	74,19	75,5	75,26	75,01	10,48	75,5

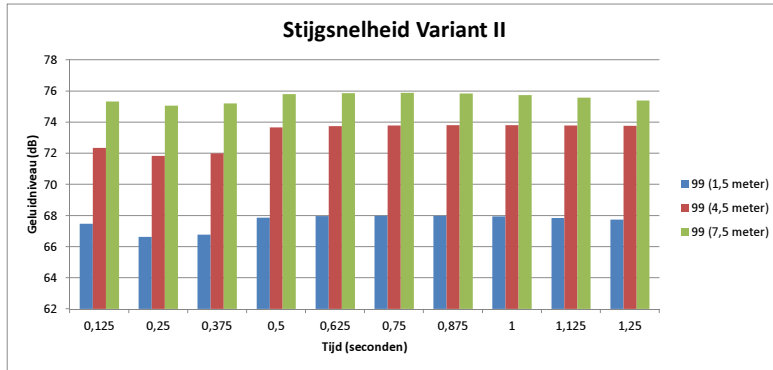


	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1	1,125	1,25	stijgsnelheid	piekniveau
111 (3 meter)	67,83	67,25	67,16	67,09	66,99	66,89	67,74	67,77	67,82	68,02	6,8	68,02
111 (6 meter)	72,99	72,78	72,76	72,76	72,84	72,8	73,29	73,05	72,74	72,49	3,92	73,29
111 (9 meter)	75,25	75	74,85	74,72	74,59	74,43	74,51	74,32	74,13	73,96	0,64	75,25
111 (12 meter)	76,24	76,01	75,81	75,59	75,4	75,2	75,03	74,86	74,69	74,54	0	76,24



	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1	1,125	1,25	stijgsnelheid	piekniveau
99 (1,5 meter)	67,47	66,63	66,78	67,87	67,96	68	67,99	67,94	67,85	67,74	8,72	68
99 (4,5 meter)	72,36	71,83	72	73,67	73,75	73,8	73,82	73,81	73,8	73,78	13,36	73,82
99 (7,5 meter)	75,34	75,06	75,2	75,81	75,87	75,89	75,84	75,74	75,58	75,4	4,88	75,89

0



80 (1,5 meter)
80 (4,5 meter)
80 (7,5 meter)

0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1	1,125	1,25	1,375	1,5	1,625	1,75	1,875	2	2,125	2,25	2,375	2,5	stijgsnelheid	piekniveau
70,99	71,15	71,29	71,44	71,54	71,6	71,62	71,57	71,46	71,34	71,21	71,07	70,96	70,85	72,3	72,07	71,94	71,85	72,01	71,86	11,6	72,3
75,97	76,17	76,37	76,54	76,67	76,74	76,74	76,66	76,52	76,35	76,15	75,96	75,78	75,56	75,4	75,13	74,9	74,71	74,66	74,51	1,6	76,15
77,37	77,63	77,9	78,14	78,27	78,35	78,34	78,24	78,08	77,86	77,63	77,39	77,15	76,92	76,75	76,57	76,4	76,26	76,14	76,03	2,16	77,63

