

Milieueffectrapport

'Schiphol 2003'

Onderzoeksbijlage Geluid (deel 2)

Ministerie van Verkeer en Waterstaat



Luchtvaart

Milieueffectrapport

'Schiphol 2003'

Onderzoeksbijlage Geluid (deel 2)



Onderzoeksbijlage Geluid (deel 2)

- 1 Vergelijkingen geluidbelastingcontouren
- 2 Gevolgen van verschillen tussen Lden en Ke
- 3 Geluidsbelastingsindicatoren
- 4 Nieuw normenstelsel voor de luchtvaart.
Ontwikkeling van een bruikbare maat voor het totaal volume van de geluidimmissie (TVG)
- 5 Resultaten van onderzoek aan TVG-Landschap
- 6 Resultaten onderzoek beschermende werking van het huidige en nieuwe geluidstelsel Schiphol
- 7 Geluid vanwege het taxiën van vliegtuigen op de Luchthaven Schiphol
- 8 Onderzoek naar de grootte van overschrijdingen van de geluidbelasting in handhavingspunten ten gevolge van uitzonderlijke weersomstandigheden
- 9 Mogelijke volumegroei bij gebruik van Ke en Lden dosismaten door stillere luchtvlotten



Onderzoeksbijlage Geluid (deel 2)

1 Vergelijkingen geluidbelastingcontouren



VERGELIJKINGEN GELUIDBELASTINGCONTOUREN

Ke

Tabel 1: Vergelijking 2005 passend met Aanwijzing S5P

Tabel 2: Vergelijking 2005 passend met Aanwijzing S4S2

Tabel 3: Vergelijking 2010 passend met Aanwijzing S5P

Tabel 4: Vergelijking 2010 passend met Aanwijzing S4S2

LAeq-nacht

Tabel 5: Vergelijking 2005 passend met Aanwijzing S5P

Tabel 6: Vergelijking 2005 passend met Aanwijzing S4S2

Tabel 7: Vergelijking 2010 passend met Aanwijzing S5P

Tabel 8: Vergelijking 2010 passend met Aanwijzing S4S2

Tabel 9: Vergelijking 2005 opgeschaald met Aanwijzing S5P

Tabel 10: Vergelijking 2005 opgeschaald met Aanwijzing S4S2

Tabel 1: Vergelijking 2005 passend met Aanwijzing S5P - Ke

wtmer02	2005 PASSEND NLR 01.07.19.08.00.00			AANWIJZING S5P okt.1996 NLR 96.09.23.08.40.25			VERSCHIL 2005 passend - aanwijzing S5P		
	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder
	35 Ke	20 Ke		35 Ke	20 Ke		35 Ke	20 Ke	
WOONKERN									
Aalsmeer	2.011	4.054	2.400	1.512	5.446	2.700	499 X	-1.392	-300
Akersloot		1.345	500		1.645	700		-300	-200
Alkemade	25	165	100		188	100	25 X	-23	
Amstelveen	2.013	7.130	2.600	1.943	16.085	5.000	70 X	-8.955	-2.400
A'dam Zuid-oost		13.253	4.400		13.113	4.000		140 X	400 X
A'dam Buitenveldert	404	4.641	1.700	814	5.294	1.900	-410	-653	-200
A'dam Osdorp		6.420	1.700	166	9.387	2.900	-166	-2.967	-1.200
A'dam Geuzenveld		6.246	1.800		9.448	2.900		-3.202	-1.100
A'dam Slotervaart		9.525	2.400		11.369	3.400		-1.844	-1.000
A'dam rest	60	1.477	400	29	2.280	600	31 X	-803	-200
Beverwijk		1.580	500		365	100		1.215 X	400 X
Castricum									
Diemen		124			401	100		-277	-100
Haarlem									
Haarlemmeriede	483	1.819	1.000	119	1.449	700	364 X	370 X	300 X
Badhoevedorp		1			18			-17	
Hoofddorp		53			4.651	1.500		-4.598	-1.500
Nieuw Vennep	6	1.139	500	6	808	300		331 X	200 X
Rijnsenhout	60	1.135	500	212	1.174	700	-152	-39	-200
Zwanenburg	2.639	3.163	2.000	2.857	3.163	2.100	-218		-100
Haarlemmermeer rest	1.638	2.447	1.500	1.862	3.047	1.700	-224	-600	-200
Heemskerk									
Jacobswoude	27	617	200	45	1.162	500	-18	-545	-300
Limmen									
Lisse		300	100		23			277 X	100 X
Loenen									
Muiden					75			-75	
Nieuwveen		1.876	700		1.730	600		146 X	100 X
Noordwijkerhout									
Oostzaan									
Oegstgeest		3.600	1.200		2.600	700		1.000 X	500 X
Ouder Amstel		270	100		499	200		-229	-100
Ronde Venen		292	100		100			192 X	100 X
Sassenheim		3.537	1.300		2.919	1.000		618 X	300 X
Uitgeest		2.032	700		2.307	900		-275	-200
Uithoorn	180	5.367	2.500	30	5.346	1.900	150 X	21 X	600 X
Velsen	17	2.625	800	3	348	100	14 X	2.277 X	700 X
Voorhout		52						52 X	
Warmond		1.745	1.000		1.745	800			200 X
Weesp									
Zaanstad	52	3.955	1.300	21	2.969	900	31 X	986 X	400 X
Assendelft	412	2.455	1.000	404	1.340	600	8 X	1.115 X	400 X
Overig		1.627	500		1.368	400		259 X	100 X
TOTAAL	10.027	96.067	35.500	10.023	113.862	40.000	4 X	-17.795	-4.500
Totaal 2005 passend <u>hoger</u> dan aanwijzing S5P							1.192	8.999	4.800
Totaal 2005 passend <u>lager</u> dan aanwijzing S5P							1.188	26.794	9.300

Aantallen mensen ernstige hinder per woonkern afgerond op 100-tallen

"X" betekent: aantal 2005 passend hoger dan aanwijzing S5P

Tabel 2: Vergelijking 2005 passend met Aanwijzing S4S2 - Ke

wtmer02	2005 PASSEND NLR 01.07.19.08.00.00			AANWIJZING S4S2 juni 2000 NLR 99.09.09.11.39.08			VERSCHIL 2005 passend-aanwijzing S4S2		
	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder
	35 Ke	20 Ke		35 Ke	20 Ke		35 Ke	20 Ke	
WOONKERN									
Aalsmeer	2.011	4.054	2.400	1.670	7.083	3.600	341 X	-3.029	-1.200
Akersloot		1.345	500		1.570	600		-225	-100
Alkemade	25	165	100	71	188	100	-46	-23	
Amstelveen	2.013	7.130	2.600	2.852	20.558	7.000	-839	-13.428	-4.400
A'dam Zuid-oost		13.253	4.400		16.999	6.400		-3.746	-2.000
A'dam Buitenveldert	404	4.641	1.700	1.966	9.087	3.500	-1.562	-4.446	-1.800
A'dam Osdorp		6.420	1.700	250	13.967	5.000	-250	-7.547	-3.300
A'dam Geuzenveld		6.246	1.800	1.345	16.246	6.000	-1.345	-10.000	-4.200
A'dam Slotervaart		9.525	2.400		13.548	5.200		-4.023	-2.800
A'dam rest	60	1.477	400	10	23.314	6.400	50 X	-21.837	-6.000
Beverwijk		1.580	500		20			1.560 X	500 X
Castricum									
Diemen		124			261	100		-137	-100
Haarlem					98			-98	
Haarlemmeriede	483	1.819	1.000	995	1.886	1.100	-512	-67	-100
Badhoevedorp		1		1	542	200	-1	-541	-200
Hoofddorp		53			6.097	2.000		-6.044	-2.000
Nieuw Vennep	6	1.139	500	388	2.829	1.200	-382	-1.690	-700
Rijsenhout	60	1.135	500	10	1.174	600	50 X	-39	-100
Zwanenburg	2.639	3.163	2.000	3.163	3.163	2.100	-524	-100	-100
Haarlemmermeer rest	1.638	2.447	1.500	1.832	3.380	1.800	-194	-933	-300
Heemskerk					11			-11	
Jacobswoude	27	617	200	4	1.366	500	23 X	-749	-300
Limmen									
Lisse		300	100		1.150	400		-850	-300
Loenen									
Muiden					2.050	800		-2.050	-800
Nieuwveen		1.876	700		2.112	800		-236	-100
Noordwijkerhout					2.147	800		-2.147	-800
Oostzaan									
Oegstgeest		3.600	1.200		7.300	2.700		-3.700	-1.500
Ouder Amstel		270	100		849	300		-579	-200
Ronde Venen		292	100		749	200		-457	-100
Sassenheim		3.537	1.300		4.475	1.500		-938	-200
Uitgeest		2.032	700		3.357	1.100		-1.325	-400
Uithoorn	180	5.367	2.500	24	9.296	3.600	156 X	-3.929	-1.100
Velsen	17	2.625	800		44		17 X	2.581 X	800 X
Voorhout		52			147			-95	
Warmond		1.745	1.000		1.745	1.000			
Weesp					400	100		-400	-100
Zaanstad	52	3.955	1.300	55	8.784	3.400	-3	-4.829	-2.100
Assendelft	412	2.455	1.000	371	3.114	1.700	41 X	-659	-700
Overig		1.627	500		2.814	900		-1.187	-400
TOTAAL	10.027	96.067	35.500	15.007	193.920	72.700	-4.980	-97.853	-37.200
Totaal 2005 passend <u>hoger</u> dan aanwijzing S4S2							678	4.141	1.300
Totaal 2005 passend <u>lager</u> dan aanwijzing S4S2							5.658	101.994	38.500

Aantallen mensen ernstige hinder per woonkern afgerond op 100-tallen

"X" betekent: aantal 2005 passend hoger dan aanwijzing S4S2

Tabel 3: Vergelijking 2010 passend met Aanwijzing S5P - Ke

wtmer02	2010 PASSEND NLR 01.06.19.10.30.00			AANWIJZING S5P okt.1996 NLR 96.09.23.08.40.25			VERSCHIL 2010 passend - aanwijzing S5P		
	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder
	35 Ke	20 Ke		35 Ke	20 Ke		35 Ke	20 Ke	
WOONKERN									
Aalsmeer	2.003	4.004	2.300	1.512	5.446	2.700	491 X	-1.442	-400
Akersloot		1.220	400		1.645	700		-425	-300
Alkemade	25	165	100		188	100	25 X	-23	
Amstelveen	2.025	6.164	2.400	1.943	16.085	5.000	82 X	-9.921	-2.600
A'dam Zuid-oost		13.113	4.300		13.113	4.000			300 X
A'dam Buitenveldert	354	4.351	1.500	814	5.294	1.900	-460	-943	-400
A'dam Osdorp		6.880	1.900	166	9.387	2.900	-166	-2.507	-1.000
A'dam Geuzenveld		6.452	1.900		9.448	2.900		-2.996	-1.000
A'dam Slotervaart		9.375	2.300		11.369	3.400		-1.994	-1.100
A'dam rest	60	1.176	300	29	2.280	600	31 X	-1.104	-300
Beverwijk		2.155	600		365	100		1.790 X	500 X
Castricum									
Diemen		74			401	100		-327	-100
Haarlem									
Haarlemmeriede	457	1.779	1.000	119	1.449	700	338 X	330 X	300 X
Badhoevedorp		1			18			-17	
Hoofddorp		30			4.651	1.500		-4.621	-1.500
Nieuw Vennep	4	1.057	400	6	808	300	-2	249 X	100 X
Rijsenhout	31	1.130	500	212	1.174	700	-181	-44	-200
Zwanenburg	2.640	3.163	2.000	2.857	3.163	2.100	-217		-100
Haarlemmermeer rest	1.647	2.396	1.400	1.862	3.047	1.700	-215	-651	-300
Heemskerk		1						1 X	
Jacobswoude	30	343	100	45	1.162	500	-15	-819	-400
Limmen									
Lisse		300	100		23			277 X	100 X
Loenen									
Muiden					75			-75	
Nieuwveen		1.755	500		1.730	600		25 X	-100
Noordwijkerhout									
Oostzaan									
Oegstgeest		2.905	800		2.600	700		305 X	100 X
Ouder Amstel		270	100		499	200		-229	-100
Ronde Venen		267	100		100			167 X	100 X
Sassenheim		3.537	1.200		2.919	1.000		618 X	200 X
Uitgeest		1.707	600		2.307	900		-600	-300
Uithoorn	214	5.275	2.400	30	5.346	1.900	184 X	-71	500 X
Velsen	17	2.625	900	3	348	100	14 X	2.277 X	800 X
Voorhout		29						29 X	
Warmond		1.745	800		1.745	800			
Weesp									
Zaanstad	49	869	300	21	2.969	900	28 X	-2.100	-600
Assendelft	406	1.786	700	404	1.340	600	2 X	446 X	100 X
Overig		1.712	600		1.368	400		344 X	200 X
TOTAAL	9.962	89.811	32.500	10.023	113.862	40.000	-61	-24.051	-7.500
Totaal 2010 passend hoger dan aanwijzing S5P							1.195	6.858	3.300
Totaal 2010 passend lager dan aanwijzing S5P							1.256	30.909	10.800

Aantallen mensen ernstige hinder per woonkern afgerond op 100-tallen

"X" betekent: aantal 2010 passend hoger dan aanwijzing S5P

Tabel 4: Vergelijking 2010 passend met Aanwijzing S4S2 - Ke

wtmer02	2010 PASSEND NLR 01.06.19.10.30.00			AANWIJZING S4S2 juni 2000 NLR 99.09.09.11.39.08			VERSCHIL 2010 passend - aanwijzing S4S2		
	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder	Woningen binnen		Mensen ernstige hinder
	35 Ke	20 Ke		35 Ke	20 Ke		35 Ke	20 Ke	
WOONKERN									
Aalsmeer	2.003	4.004	2.300	1.670	7.083	3.600	333 X	-3.079	-1.300
Akersloot		1.220	400		1.570	600		-350	-200
Alkemade	25	165	100	71	188	100	-46	-23	
Amstelveen	2.025	6.164	2.400	2.852	20.558	7.000	-827	-14.394	-4.600
A'dam Zuid-oost		13.113	4.300		16.999	6.400		-3.886	-2.100
A'dam Buitenveldert	354	4.351	1.500	1.966	9.087	3.500	-1.612	-4.736	-2.000
A'dam Osdorp		6.880	1.900	250	13.967	5.000	-250	-7.087	-3.100
A'dam Geuzenveld		6.452	1.900	1.345	16.246	6.000	-1.345	-9.794	-4.100
A'dam Slotervaart		9.375	2.300		13.548	5.200		-4.173	-2.900
A'dam rest	60	1.176	300	10	23.314	6.400	50 X	-22.138	-6.100
Beverwijk		2.155	600		20			2.135 X	600 X
Castricum									
Diemen		74			261	100		-187	-100
Haarlem					98			-98	
Haarlemmeriede	457	1.779	1.000	995	1.886	1.100	-538	-107	-100
Badhoevedorp		1		1	542	200	-1	-541	-200
Hoofddorp		30			6.097	2.000		-6.067	-2.000
Nieuw Vennep	4	1.057	400	388	2.829	1.200	-384	-1.772	-800
Rijsenhout	31	1.130	500	10	1.174	600	21 X	-44	-100
Zwanenburg	2.640	3.163	2.000	3.163	3.163	2.100	-523		-100
Haarlemmermeer rest	1.647	2.396	1.400	1.832	3.380	1.800	-185	-984	-400
Heemskerk		1			11			-10	
Jacobswoude	30	343	100	4	1.366	500	26 X	-1.023	-400
Limmen									
Lisse		300	100		1.150	400		-850	-300
Loenen									
Muiden					2.050	800		-2.050	-800
Nieuwveen		1.755	500		2.112	800		-357	-300
Noordwijkerhout					2.147	800		-2.147	-800
Oostzaan									
Oegstgeest		2.905	800		7.300	2.700		-4.395	-1.900
Ouder Amstel		270	100		849	300		-579	-200
Ronde Venen		267	100		749	200		-482	-100
Sassenheim		3.537	1.200		4.475	1.500		-938	-300
Uitgeest		1.707	600		3.357	1.100		-1.650	-500
Uithoorn	214	5.275	2.400	24	9.296	3.600	190 X	-4.021	-1.200
Velsen	17	2.625	900		44		17 X	2.581 X	900 X
Voorhout		29			147			-118	
Warmond		1.745	800		1.745	1.000			-200
Weesp					400	100		-400	-100
Zaanstad	49	869	300	55	8.784	3.400	-6	-7.915	-3.100
Assendelft	406	1.786	700	371	3.114	1.700	35 X	-1.328	-1.000
Overig		1.712	600		2.814	900		-1.102	-300
TOTAAL	9.962	89.811	32.500	15.007	193.920	72.700	-5.045	-104.109	-40.200
	Totaal 2010 passend <u>hoger</u> dan aanwijzing S4S2						672	4.716	1.500
	Totaal 2010 passend <u>lager</u> dan aanwijzing S4S2						5.717	108.825	41.700

Aantallen mensen ernstige hinder per woonkern afgerond op 100-tallen

"X" betekent: aantal 2010 passend hoger dan aanwijzing S4S2

Tabel 5: Vergelijking 2005 passend met Aanwijzing S5P - LAeq-nacht

wtmer02	2005 PASSEND NLR 01.07.19.08.15.00			AANWIJZING S5P okt. 1996 NLR 96.09.30.08.08.06			VERSCHIL 2005 passend - aanwijzing S5P			
	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	
	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	
WOONKERN										
Aalsmeer	49	2.565	1.100	232	2.976	1.300	-183	-411	-200	
Akersloot		1.720	800	175	1.720	800	-175			
Alkemade		165	100	94	4.245	1.600	-94	-4.080	-1.500	
Amstelveen	540	7.545	2.500	283	2.799	900	257 X	4.746 X	1.600 X	
A'dam Zuid-oost		2.891	900		362	100		2.529 X	800 X	
A'dam Buitenveldert		1.856	600		1.916	600		-60		
A'dam Osdorp										
A'dam Geuzenveld										
A'dam Slotervaart										
A'dam rest		6			4			2 X		
Beverwijk		20			20					
Castricum					12			-12		
Diemen										
Haarlem										
Haarlemmerliede	68	532	200	69	689	300	-1	-157	-100	
Badhoevedorp										
Hoofddorp		688	300		1.843	700		-1.155	-400	
Nieuw Vennep		1.361	600	755	5.352	2.200	-755	-3.991	-1.600	
Rijsenhout	907	1.174	600	1.174	1.174	600	-267			
Zwanenburg	286	954	400	258	1.025	400	28 X	-71		
Haarlemmermeer rest	1.189	2.034	900	1.767	2.708	1.200	-578	-674	-300	
Heemskerk		11			43			-32		
Jacobsvoude	378	1.372	600	165	1.777	700	213 X	-405	-100	
Limmen					1.930	800		-1.930	-800	
Lisse		1.225	500		3.203	1.200		-1.978	-700	
Loenen		1.746	700					1.746 X	700 X	
Muiden										
Nieuwveen	1.255	2.112	900		2.112	800	1.255 X		100 X	
Noordwijkerhout										
Oostzaan										
Oegstgeest					7.325	2.500		-7.325	-2.500	
Ouder Amstel		36			2			34 X		
Ronde Venen		5.563	2.100		317	100		5.246 X	2.000 X	
Sassenheim		1.962	700		5.265	2.000		-3.303	-1.300	
Uitgeest		3.507	1.500	782	3.507	1.600	-782		-100	
Uithoorn	73	119	100	17	117		56 X	2 X	100 X	
Velsen		17			23			-6		
Voorhout		56			3.482	1.300		-3.426	-1.300	
Warmond					1.745	700		-1.745	-700	
Weesp										
Zaanstad	26	2.364	900	45	3.300	1.200	-19	-936	-300	
Assendelft	607	2.510	1.000	687	2.597	1.000	-80	-87		
Overig		2.052	800		17.488	6.400		-15.436	-5.600	
TOTAAL	5.378	48.163	18.800	6.503	81.078	31.000	-1.125	-32.915	-12.200	
		Totaal 2005 passend <u>hoger</u> dan aanwijzing S5P						1.809	14.305	5.300
		Totaal 2005 passend <u>lager</u> dan aanwijzing S5P						2.934	47.220	17.500

Aantallen mensen slaapverstoring per woonkern afgerond op 100-tallen

"X" betekent: aantal 2005 passend hoger dan aanwijzing S5P

Tabel 6: Vergelijking 2005 passend met Aanwijzing S4S2 - LAeq-nacht

wtmer02	2005 PASSEND NLR 01.07.19.08.15.00			AANWIJZING S4S2 juni 2000 NLR 00.03.21.10.15.54			VERSCHIL 2005 passend-aanwijzing S4S2			
	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	
	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	
WOONKERN										
Aalsmeer	49	2.565	1.100	1	2.491	1.100	48 X	74 X		
Akersloot		1.720	800		1.720	800				
Alkemade		165	100	71	188	100	-71	-23		
Amstelveen	540	7.545	2.500	444	2.721	900	96 X	4.824 X	1.600 X	
A'dam Zuid-oost		2.891	900		4.608	1.500		-1.717	-600	
A'dam Buitenveldert		1.856	600		1.501	500		355 X	100 X	
A'dam Osdorp					45			-45		
A'dam Geuzenveld					2			-2		
A'dam Slotervaart										
A'dam rest		6			5			1 X		
Beverwijk		20			40			-20		
Castricum										
Diemen										
Haarlem					413	100		-413	-100	
Haarlemmerliede	68	532	200	916	1.900	900	-848	-1.368	-700	
Badhoevedorp					62			-62		
Hoofddorp		688	300		288	100		400 X	200 X	
Nieuw Vennep		1.361	600	366	2.187	1.000	-366	-826	-400	
Rijssenhout	907	1.174	600	81	1.174	500	826 X		100 X	
Zwanenburg	286	954	400	2.875	3.163	1.600	-2.589	-2.209	-1.200	
Haarlemmermeer rest	1.189	2.034	900	1.455	2.382	1.100	-266	-348	-200	
Heemskerk		11			16			-5		
Jacobsvoude	378	1.372	600		1.365	500	378 X	7 X	100 X	
Limmen										
Lisse		1.225	500		950	400		275 X	100 X	
Loenen		1.746	700					1.746 X	700 X	
Muiden										
Nieuwveen	1.255	2.112	900		1.630	600	1.255 X	482 X	300 X	
Noordwijkerhout										
Oostzaan										
Oegstgeest					7.325	2.600		-7.325	-2.600	
Ouder Amstel		36			15			21 X		
Ronde Venen		5.563	2.100		317	100		5.246 X	2.000 X	
Sassenheim		1.962	700		3.567	1.400		-1.605	-700	
Uitgeest		3.507	1.500		3.507	1.500				
Uithoorn	73	119	100		134	100	73 X	-15		
Velsen		17		10	49		-10	-32		
Voorhout		56			29			27 X		
Warmond					1.745	800		-1.745	-800	
Weesp										
Zaanstad	26	2.364	900	69	8.300	3.200	-43	-5.936	-2.300	
Assendelft	607	2.510	1.000	2.149	3.114	1.400	-1.542	-604	-400	
Overig		2.052	800		4.747	1.800		-2.695	-1.000	
TOTAAL	5.378	48.163	18.800	8.437	61.700	24.600	-3.059	-13.537	-5.800	
		Totaal 2005 passend <u>hoger</u> dan aanwijzing S4S2						2.676	13.458	5.200
		Totaal 2005 passend <u>lager</u> dan aanwijzing S4S2						5.735	26.995	11.000

Aantallen mensen slaapverstoring per woonkern afgerond op 100-tallen

"X" betekent: aantal 2005 passend hoger dan aanwijzing S4S2

Tabel 7: Vergelijking 2010 passend met Aanwijzing S5P - LAeq-nacht

wtmer02	2010 PASSEND NLR 01.06.19.09.30.00			AANWIJZING S5P okt. 1996 NLR 96.09.30.08.08.06			VERSCHIL 2010 passend - aanwijzing S5P			
	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	
	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	
WOONKERN										
Aalsmeer	47	2.475	1.100	232	2.976	1.300	-185	-501	-200	
Akersloot		1.720	800	175	1.720	800	-175			
Alkemade		94		94	4.245	1.600	-94	-4.151	-1.600	
Amstelveen	444	7.142	2.300	283	2.799	900	161 X	4.343 X	1.400 X	
A'dam Zuid-oost		4.395	1.400		362	100		4.033 X	1.300 X	
A'dam Buitenveldert		2.042	600		1.916	600		126 X		
A'dam Osdorp										
A'dam Geuzenveld										
A'dam Slotervaart										
A'dam rest		5			4			1 X		
Beverwijk		20			20					
Castricum					12			-12		
Diemen										
Haarlem										
Haarlemmerliede	64	473	200	69	689	300	-5	-216	-100	
Badhoevedorp										
Hoofddorp		581	200		1.843	700		-1.262	-500	
Nieuw Vennep		848	300	755	5.352	2.200	-755	-4.504	-1.900	
Rijssenhout	845	1.174	600	1.174	1.174	600	-329			
Zwanenburg	217	946	400	258	1.025	400	-41	-79		
Haarlemmermeer rest	902	1.832	800	1.767	2.708	1.200	-865	-876	-400	
Heemskerk		7			43			-36		
Jacobswoude	345	1.365	600	165	1.777	700	180 X	-412	-100	
Limmen					1.930	800		-1.930	-800	
Lisse					3.203	1.200		-3.203	-1.200	
Loenen		1.577	600					1.577 X	600 X	
Muiden										
Nieuwveen	1.088	2.112	900		2.112	800	1.088 X		100 X	
Noordwijkerhout										
Oostzaan										
Oegstgeest					7.325	2.500		-7.325	-2.500	
Ouder Amstel		42			2			40 X		
Ronde Venen		4.513	1.700		317	100		4.196 X	1.600 X	
Sassenheim					5.265	2.000		-5.265	-2.000	
Uitgeest		3.507	1.500	782	3.507	1.600	-782		-100	
Uithoorn	69	116	100	17	117		52 X	-1	100 X	
Velsen		17			23			-6		
Voorhout					3.482	1.300		-3.482	-1.300	
Warmond					1.745	700		-1.745	-700	
Weesp										
Zaanstad	26	1.804	700	45	3.300	1.200	-19	-1.496	-500	
Assendelft	531	2.490	1.000	687	2.597	1.000	-156	-107		
Overig	1	2.578	1.000		17.488	6.400	1 X	-14.910	-5.400	
TOTAAL	4.579	43.875	16.800	6.503	81.078	31.000	-1.924	-37.203	-14.200	
		Totaal 2010 passend <u>hoger</u> dan aanwijzing S5P						1.482	14.316	5.100
		Totaal 2010 passend <u>lager</u> dan aanwijzing S5P						3.406	51.519	19.300

Aantallen mensen slaapverstoring per woonkern afgerond op 100-tallen

"X" betekent: aantal 2010 passend hoger dan aanwijzing S5P

Tabel 8: Vergelijking 2010 passend met Aanwijzing S4S2 - LAeq-nacht

wtmer02	2010 PASSEND NLR 01.06.19.09.30.00			AANWIJZING S4S2 juni 2000 NLR 00.03.21.10.15.54			VERSCHIL 2010 passend-aanwijzing S4S2			
	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	
	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	
WOONKERN										
Aalsmeer	47	2.475	1.100	1	2.491	1.100	46 X	-16		
Akersloot		1.720	800		1.720	800				
Alkemade		94		71	188	100	-71	-94	-100	
Amstelveen	444	7.142	2.300	444	2.721	900		4.421 X	1.400 X	
A'dam Zuid-oost		4.395	1.400		4.608	1.500		-213	-100	
A'dam Buitenveldert		2.042	600		1.501	500		541 X	100 X	
A'dam Osdorp					45			-45		
A'dam Geuzenveld					2			-2		
A'dam Slotervaart										
A'dam rest		5			5					
Beverwijk		20			40			-20		
Castricum										
Diemen										
Haarlem					413	100		-413	-100	
Haarlemmerliede	64	473	200	916	1.900	900	-852	-1.427	-700	
Badhoevedorp					62			-62		
Hoofddorp		581	200		288	100		293 X	100 X	
Nieuw Vennep		848	300	366	2.187	1.000	-366	-1.339	-700	
Rijssenhout	845	1.174	600	81	1.174	500	764 X		100 X	
Zwanenburg	217	946	400	2.875	3.163	1.600	-2.658	-2.217	-1.200	
Haarlemmermeer rest	902	1.832	800	1.455	2.382	1.100	-553	-550	-300	
Heemskerk		7			16			-9		
Jacobsvoude	345	1.365	600		1.365	500	345 X		100 X	
Limmen										
Lisse					950	400		-950	-400	
Loenen		1.577	600					1.577 X	600 X	
Muiden										
Nieuwveen	1.088	2.112	900		1.630	600	1.088 X	482 X	300 X	
Noordwijkerhout										
Oostzaan										
Oegstgeest					7.325	2.600		-7.325	-2.600	
Ouder Amstel		42			15			27 X		
Ronde Venen		4.513	1.700		317	100		4.196 X	1.600 X	
Sassenheim					3.567	1.400		-3.567	-1.400	
Uitgeest		3.507	1.500		3.507	1.500				
Uithoorn	69	116	100		134	100	69 X	-18		
Velsen		17		10	49		-10	-32		
Voorhout					29			-29		
Warmond					1.745	800		-1.745	-800	
Weesp										
Zaanstad	26	1.804	700	69	8.300	3.200	-43	-6.496	-2.500	
Assendelft	531	2.490	1.000	2.149	3.114	1.400	-1.618	-624	-400	
Overig	1	2.578	1.000		4.747	1.800	1 X	-2.169	-800	
TOTAAL	4.579	43.875	16.800	8.437	61.700	24.600	-3.858	-17.825	-7.800	
		Totaal 2010 passend <u>hoger</u> dan aanwijzing S4S2						2.313	11.537	4.300
		Totaal 2010 passend <u>lager</u> dan aanwijzing S4S2						6.171	29.362	12.100

Aantallen mensen slaapverstoring per woonkern afgerond op 100-tallen

"X" betekent: aantal 2010 passend hoger dan aanwijzing S4S2

Tabel 9: Vergelijking 2005 opgeschaald met Aanwijzing S5P - LAeq-nacht

wtmer02	2005 OPGESCHAALD NLR 01.08.14.10.30.00			AANWIJZING S5P okt. 1996 NLR 96.09.30.08.08.06			VERSCHIL 2005 opgeschaald-aanw. S5P		
	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap
	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring
WOONKERN									
Aalsmeer	61	2.687	1.200	232	2.976	1.300	-171	-289	-100
Akersloot		1.720	800	175	1.720	800	-175		
Alkemade		188	100	94	4.245	1.600	-94	-4.057	-1.500
Amstelveen	896	9.708	3.100	283	2.799	900	613 X	6.909 X	2.200 X
A'dam Zuid-oost		6.509	2.100		362	100		6.147 X	2.000 X
A'dam Buitenveldert	5	2.537	800		1.916	600	5 X	621 X	200 X
A'dam Osdorp									
A'dam Geuzenveld									
A'dam Slotervaart									
A'dam rest		12			4			8 X	
Beverwijk		20			20				
Castricum		12			12				
Diemen									
Haarlem									
Haarlemmerliede	73	643	300	69	689	300	4 X	-46	
Badhoevedorp									
Hoofddorp		917	400		1.843	700		-926	-300
Nieuw Vennep		1.805	800	755	5.352	2.200	-755	-3.547	-1.400
Rijssenhout	1.032	1.174	600	1.174	1.174	600	-142		
Zwanenburg	358	980	400	258	1.025	400	100 X	-45	
Haarlemmermeer rest	1.320	2.064	1.000	1.767	2.708	1.200	-447	-644	-200
Heemskerk		14			43			-29	
Jacobsvoude	588	1.377	600	165	1.777	700	423 X	-400	-100
Limmen		130	100		1.930	800		-1.800	-700
Lisse		1.775	700		3.203	1.200		-1.428	-500
Loenen		1.746	700					1.746 X	700 X
Muiden									
Nieuwveen	1.530	2.112	900		2.112	800	1.530 X		100 X
Noordwijkerhout		46						46 X	
Oostzaan									
Oegstgeest					7.325	2.500		-7.325	-2.500
Ouder Amstel		57			2			55 X	
Ronde Venen	100	7.063	2.700		317	100	100 X	6.746 X	2.600 X
Sassenheim		1.962	700		5.265	2.000		-3.303	-1.300
Uitgeest	157	3.507	1.600	782	3.507	1.600	-625		
Uithoorn	79	134	100	17	117		62 X	17 X	100 X
Velsen		19			23			-4	
Voorhout		77			3.482	1.300		-3.405	-1.300
Warmond		740	300		1.745	700		-1.005	-400
Weesp									
Zaanstad	43	2.744	1.100	45	3.300	1.200	-2	-556	-100
Assendelft	696	2.566	1.000	687	2.597	1.000	9 X	-31	
Overig	2	2.352	900		17.488	6.400	2 X	-15.136	-5.500
TOTAAL	6.940	59.397	23.000	6.503	81.078	31.000	437 X	-21.681	-8.000
Totaal 2005 opgeschaald hoger dan aanwijzing S5P							2.848	22.295	7.900
Totaal 2005 opgeschaald lager dan aanwijzing S5P							2.411	43.976	15.900

Aantallen mensen slaapverstoring per woonkern afgerond op 100-tallen

"X" betekent: aantal 2005 opgeschaald hoger dan aanwijzing S5P

Tabel 10: Vergelijking 2005 opgeschaald met Aanwijzing S4S2 - LAeq-nacht

wtmer02	2005 OPGESCHAALD			AANWIJZING S4S2 juni 2000			VERSCHIL			
	NLR 01.08.14.10.30.00			NLR 00.03.21.10.15.54			2005 opgeschaald-aanw. S4S2			
	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	Woningen binnen		Mensen slaap	
26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring	26 dB(A)	20 dB(A)	verstoring		
WOONKERN										
Aalsmeer	61	2.687	1.200	1	2.491	1.100	60 X	196 X	100 X	
Akersloot		1.720	800		1.720	800				
Alkemade		188	100	71	188	100	-71			
Amstelveen	896	9.708	3.100	444	2.721	900	452 X	6.987 X	2.200 X	
A'dam Zuid-oost		6.509	2.100		4.608	1.500		1.901 X	600 X	
A'dam Buitenveldert	5	2.537	800		1.501	500	5 X	1.036 X	300 X	
A'dam Osdorp					45			-45		
A'dam Geuzenveld					2			-2		
A'dam Slotervaart										
A'dam rest		12			5			7 X		
Beverwijk		20			40			-20		
Castricum		12						12 X		
Diemen										
Haarlem					413	100		-413	-100	
Haarlemmerliede	73	643	300	916	1.900	900	-843	-1.257	-600	
Badhoevedorp					62			-62		
Hoofddorp		917	400		288	100		629 X	300 X	
Nieuw Vennep		1.805	800	366	2.187	1.000	-366	-382	-200	
Rijssenhout	1.032	1.174	600	81	1.174	500	951 X		100 X	
Zwanenburg	358	980	400	2.875	3.163	1.600	-2.517	-2.183	-1.200	
Haarlemmermeer rest	1.320	2.064	1.000	1.455	2.382	1.100	-135	-318	-100	
Heemskerk		14			16			-2		
Jacobsvoude	588	1.377	600		1.365	500	588 X	12 X	100 X	
Limmen		130	100					130 X	100 X	
Lisse		1.775	700		950	400		825 X	300 X	
Loenen		1.746	700					1.746 X	700 X	
Muiden										
Nieuwveen	1.530	2.112	900		1.630	600	1.530 X	482 X	300 X	
Noordwijkerhout		46						46 X		
Oostzaan										
Oegstgeest					7.325	2.600		-7.325	-2.600	
Ouder Amstel		57			15			42 X		
Ronde Venen	100	7.063	2.700		317	100	100 X	6.746 X	2.600 X	
Sassenheim		1.962	700		3.567	1.400		-1.605	-700	
Uitgeest	157	3.507	1.600		3.507	1.500	157 X		100 X	
Uithoorn	79	134	100		134	100	79 X			
Velsen		19		10	49		-10	-30		
Voorhout		77			29			48 X		
Warmond		740	300		1.745	800		-1.005	-500	
Weesp										
Zaanstad	43	2.744	1.100	69	8.300	3.200	-26	-5.556	-2.100	
Assendelft	696	2.566	1.000	2.149	3.114	1.400	-1.453	-548	-400	
Overig	2	2.352	900		4.747	1.800	2 X	-2.395	-900	
TOTAAL	6.940	59.397	23.000	8.437	61.700	24.600	-1.497	-2.303	-1.600	
							Totaal 2005 opgeschaald hoger dan aanwijzing S4S2	3.924	20.845	7.800
							Totaal 2005 opgeschaald lager dan aanwijzing S4S2	5.421	23.148	9.400

Aantallen mensen slaapverstoring per woonkern afgerond op 100-tallen

"X" betekent: aantal 2005 opgeschaald hoger dan aanwijzing S4S2



Onderzoeksbijlage Geluid (deel 2)

2 Gevolgen van verschillen tussen Lden en Ke



GEVOLGEN VAN VERSCHILLEN TUSSEN Lden EN Ke

Opgesteld door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat en het Ministerie van VROM

Belangrijke verschillen tussen de formules voor Lden en Ke zijn de wijze waarop de "drie elementen van de geluidbelasting", te weten aantal vliegtuigen, geluidsniveaus van de vliegtuigen en etmaalweefactoren in de formules zijn gecombineerd.

In deze paragraaf een beschrijving van de gevolgen van deze verschillen, ten aanzien van:

- de mogelijke verkeersgroei door afname van het geluidsniveau van de afzonderlijke vliegtuigen bij gelijk blijvende geluidbelasting;
- de effecten van verschuiving van verkeer binnen het etmaal.

Deze zaken zijn kwalitatief, ondersteund met enkele rekenvoorbeelden, uitgewerkt. Bij elk onderdeel zijn de conclusies vermeld.

Daarnaast is een belangrijk verschil tussen de Ke en de Lden dat in Lden al het vliegtuiggeluid wordt meegenomen, terwijl in de Ke-methodiek het vliegtuiggeluid van minder dan 65 dB(A) niet in de berekeningen wordt meegenomen. Deze zogenaamde "drempelwaarde" in de Ke heeft met name effect op de berekende geluidbelasting op grotere afstand van de luchthaven. Daar is immers het niveau van het vliegtuiggeluid lager doordat de vliegtuigen daar hoger vliegen. Ook neemt het effect van de drempelwaarde toe naarmate vliegtuigen stiller worden. Daardoor is er in Lden minder groei mogelijk bij toename van stillere vliegtuigen dan in Ke.

1. De effecten van de geluidsniveaus van de vliegtuigen en het aantal vliegtuigen

Zoals bijvoorbeeld is aangegeven in de nota SBTL, is een groei van het vliegverkeer binnen de aan de PKB gelijkwaardige geluidsnormen alleen mogelijk als de luchtvaartsector tijdig zodanige maatregelen neemt, dat er "stiller" zal worden gevlogen dan nu het geval is. Die maatregelen betreffen bijvoorbeeld het gebruik van stillere vliegtuigen en de toepassing van stillere vliegprocedures.

De mate van groei van het luchtverkeer die met dit soort maatregelen mogelijk is, is groter wanneer voor de geluidbelasting de nieuwe indicator Lden wordt gebruikt dan wanneer de geluidbelasting wordt uitgedrukt in Ke. Dit effect wordt echter weer teniet gedaan door het genoemde effect van de drempelwaarde in Ke. Als gevolg daarvan zijn de groeimogelijkheden voor Lden en Ke vrijwel gelijk, ongeacht de "stilheid" van de vloot in het voor de grenswaarden gehanteerde scenario.

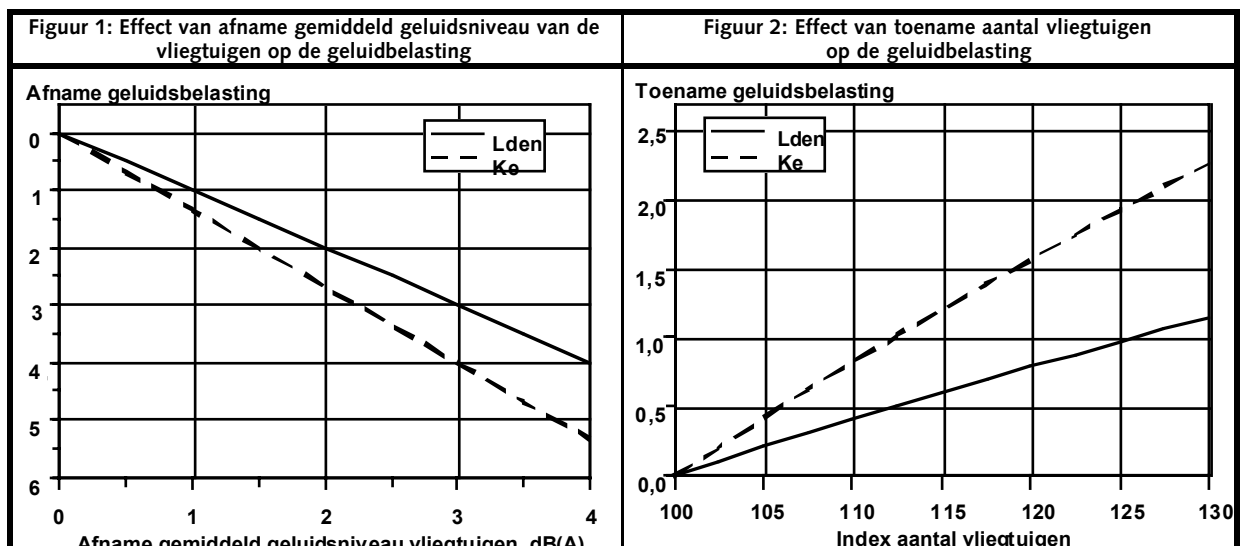
De verschillen in groeimogelijkheden tussen Ke en Lden worden beschreven in drie stappen:

- hoeveel neemt de geluidbelasting af, als het *gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen* afneemt maar het aantal vliegtuigen gelijk blijft;
- hoeveel neemt de geluidbelasting toe, als het *aantal vliegtuigen* toeneemt maar het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen gelijk blijft;
- bij welke verlaging van het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen kan het aantal vliegtuigen met hoeveel toenemen, bij *gelijk blijvende geluidbelasting*.

Daarbij wordt steeds een vergelijking gemaakt, zonder rekening te houden met het effect van de afkap. In bijlage 9 van "geluid 2" van het MER Schiphol 2003 is beschreven hoe de groeimogelijkheden verschillen als wel rekening wordt gehouden met de drempelwaarde.

Aan de hand van rekenvoorbeelden is beschreven hoe Lden en Ke reageren op veranderingen ten opzichte van een referentiesituatie, geïllustreerd met enkele rekenvoorbeelden. Daarbij doet het er voor de resultaten niet toe, hoe hoog de geluidbelasting in die "referentiesituatie" is. Voor de effecten van de drempelwaarde is dat natuurlijk wel relevant. Wat hier over Lden staat, geldt precies zo voor Lnight.

Effect op geluidbelasting van afname geluidsniveau óf toename aantal vliegtuigen



In figuur 1 is weergegeven hoe Lden en Ke, zonder rekening te houden met effecten van de drempelwaarde, reageren op een afname van het *gemiddeld geluidsniveau* van de vliegtuigen waarbij het aantal vliegtuigen niet verandert, in figuur 2 hoe Lden en Ke reageren op een toename van het *aantal vliegtuigen* en er geen verandering is van het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen. Aantallen vliegtuigen worden daarbij aangeduid met een "index". Voor de referentiesituatie is die index 100, meer vliegtuigen geeft een hogere index; bijvoorbeeld "index = 110" betekent 10% meer vliegtuigen.

Zowel voor Lden als Ke geldt: als het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen afneemt, neemt ook de geluidbelasting af, en: als het aantal vliegtuigen toeneemt, neemt ook de geluidbelasting toe. Maar, bij *dezelfde* afname van het gemiddeld geluidsniveau of *dezelfde* toename van het aantal vliegtuigen, is er een verschil tussen Lden en Ke ten aanzien van *hoeveel* de geluidbelasting toe- of afneemt.

Voorbeelden bij figuur 1 en 2; effecten op geluidbelasting		
Verandering	Lden (getrokken lijn)	Ke (stippellijn)
Figuur 1, geluidsniveau vliegtuigen		
1. Gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen 3 dB(A) lager	Geluidbelasting 3 dB(A) lager	Geluidbelasting 4 Ke lager
2. Geluidbelasting Lden = 1 dB(A) respectievelijk 1 Ke lager	Gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen 1,0 dB(A) lager	Gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen 0,75 dB(A) lager
Figuur 2, aantal vliegtuigen		
3. Index = 120; aantal vliegtuigen 20% hoger, bijvoorbeeld groei van 500.000 naar 600.000 vliegtuigen	Geluidbelasting 0,8 dB(A) hoger	Geluidbelasting 1,6 Ke hoger
4. Geluidbelasting Lden = 1 dB(A) respectievelijk 1 Ke hoger	Index = 126; aantal vliegtuigen 26% hoger, bijvoorbeeld groei van 500.000 naar 630.000 vliegtuigen.	Index = 112; aantal vliegtuigen 12% hoger, bijvoorbeeld groei van 500.000 naar 560.000 vliegtuigen.

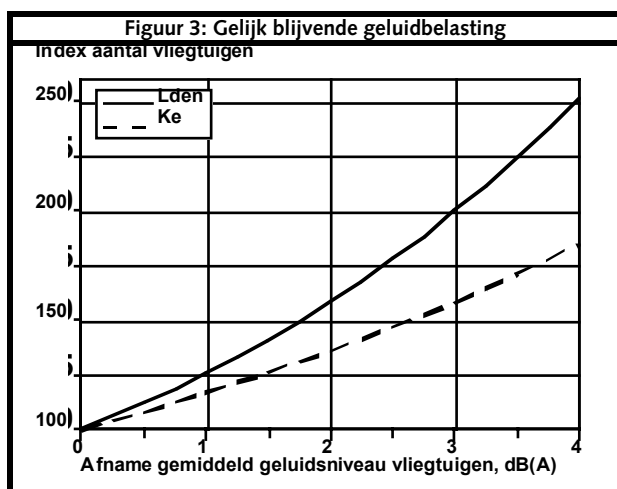
Conclusies

- Lden reageert minder sterk dan Ke op dezelfde afname van het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen, zie voorbeeld 1.
Dat komt, omdat in de formule voor Lden staat " $10 \log (... 10^{L_{AX}/10})$ " en in de formule voor Ke " $20 \log (... 10^{L_{Amax}/15})$ ". Daardoor verandert Lden met $10/10 = 1$ maal de verandering van het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen en Ke met $20/15 = 4/3$ maal de verandering van het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen.
- Voor dezelfde numerieke afname van de geluidbelasting, is voor Lden een grotere afname van het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen nodig dan voor de Ke, zie voorbeeld 2.
- Lden reageert half zo sterk als de Ke op dezelfde toename van het aantal vliegtuigen, zie voorbeeld 3.
Dat komt, omdat in de formule voor Lden staat " $10 \log (...)$ " en in de formule voor Ke " $20 \log (...)$ ".
- Dezelfde numerieke verhoging van de geluidbelasting leidt voor Lden tot een veel grotere toename van het aantal vliegtuigen dan voor de Ke, zie voorbeeld 4.

Al deze conclusies gelden zoals gezegd ten opzichte van een referentiesituatie en zonder rekening te houden met effecten van de drempelwaarde in Ke.

De conclusie ad c heeft ook gevolgen voor de "preciesheid" waarmee de grenswaarden moeten worden gehandhaafd. "Gelijkwaardigheid" heeft niet alleen betrekking op het stellen van gelijkwaardige grenswaarden maar ook op de mate van bescherming die via de handhaving van die grenswaarden moet worden geboden. In het huidige stelsel is sprake van overschrijding van een grenswaarde als de geluidbelasting ten gevolge van het werkelijke gebruik van Schiphol 0,05 Ke (of meer) te hoog is; een dergelijke overschrijding wordt afgerond op 0,1 Ke. In Lden komt "dezelfde mate van strengheid" neer op handhaven vanaf een overschrijding die half zo groot is, derhalve bij een overschrijding vanaf Lden = 0,025 dB(A) (afrondding op 0,05 dB(A)). Deze "preciesheid" stelt hoge eisen aan de nauwkeurigheid waarmee de geluidbelasting voor de handhaving bepaald wordt.

Afname geluidsniveau én toename aantal vliegtuigen bij gelijk blijvende geluidbelasting



In de voorbeelden hierboven, werd óf het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen verlaagd waardoor de geluidbelasting afneemt, óf het aantal vliegtuigen verhoogd waardoor de geluidbelasting toeneemt. Er is ergens een "evenwicht", waarbij én het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen afneemt én het aantal vliegtuigen toeneemt en toch de geluidbelasting gelijk blijft.

Uit voorbeelden 2 en 4 blijkt het volgende. Om de geluidbelasting Lden met 1 dB(A) te verlagen, moet het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen met 1 dB(A) afnemen. De geluidsbelasting in Lden neemt met 1 dB(A) toe als het aantal vliegtuigen met 26% toeneemt. De Lden-geluidbelasting blijft derhalve gelijk, als én de vliegtuigen gemiddeld 1 dB(A) stiller worden én het aantal vliegtuigen met 26% toeneemt. Net zo blijft de Ke geluidbelasting gelijk, als én de

vliegtuigen gemiddeld 0,75 dB(A) stiller worden én het aantal vliegtuigen met 12% toeneemt. Voor "een beetje meer stiller per vliegtuig", namelijk gemiddeld 1 dB(A) tegen 0,75 dB(A), is een fors hogere groei mogelijk wanneer Lden als indicator voor de geluidbelasting wordt gebruikt dan wanneer de geluidbelasting wordt uitgedrukt in Ke, namelijk 26% voor Lden tegen 12% voor Ke. Ook hiervoor geldt dat in deze beschouwing geen rekening is gehouden met het effect van de drempelwaarde in de Ke.

In figuur 3 is dit verder uitgewerkt. Daarin is zowel voor Lden als Ke aangegeven hoeveel het aantal vliegtuigen kan groeien als de afzonderlijke vliegtuigen stiller worden, bij gelijk blijvende geluidbelasting. Voor het aantal vliegtuigen is daarbij weer de indexwaarde gebruikt.

Voorbeelden bij figuur 3; gelijk blijvende geluidbelasting		
Verandering	Lden (getrokken lijn)	Ke (stippellijn)
1. Gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen 1 dB(A) lager	Index = 126; aantal vliegtuigen 26% hoger, bijvoorbeeld groei van 500.000 naar 630.000 vliegtuigen	Index = 116,5; aantal vliegtuigen 16,5% hoger, bijvoorbeeld groei van 500.000 naar 582.500 vliegtuigen
2. Gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen 3 dB(A) lager	Index = 200; verdubbeling van het aantal vliegtuigen, bijvoorbeeld groei van 500.000 naar 1 miljoen vliegtuigen	Index = 158; aantal vliegtuigen 58% hoger, bijvoorbeeld groei van 500.000 naar 790.000 vliegtuigen.
3. Groei aantal vliegtuigen is 20% (index = 120), bijvoorbeeld van 500.000 naar 600.000 vliegtuigen	Noodzakelijke afname van het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen is 0,8 dB(A)	Noodzakelijke afname van het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen is 1,2 dB(A)

Conclusies

Zonder rekening te houden met het effect van de drempelwaarde in de Ke geldt:

- Bij gelijk blijvende geluidbelasting is bij dezelfde afname van het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen, een veel grotere toename van het aantal vliegtuigen mogelijk wanneer Lden als indicator voor de geluidbelasting wordt gebruikt dan wanneer de geluidbelasting wordt uitgedrukt in Ke. Voor Lden is een verkeersgroei van 26% per dB(A) stiller worden van de vliegtuigen mogelijk, voor de Ke is dit 16,5% per dB(A), zie voorbeeld 1.
- Dit zijn cumulatieve percentages ("rente op rente"); bijvoorbeeld: als door het invoeren van bepaalde maatregelen op dit gebied, het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen met 3 dB(A) afneemt, is op basis van Lden een verdubbeling van het aantal vliegtuigen mogelijk (index=200), op basis van de Ke een groei met 58% (index=158), zie voorbeeld 2.
- Voor dezelfde groei van het aantal vliegtuigen bij gelijk blijvende geluidbelasting, is de noodzakelijke afname van het gemiddeld geluidsniveau van de vliegtuigen wanneer Lden als indicator voor de geluidbelasting wordt gebruikt, anderhalf maal zo klein als wanneer de geluidbelasting wordt uitgedrukt in Ke, zie voorbeeld 3.

Invloed 65 dB(A) drempelwaarde in de Ke

In de Ke worden vliegtuigpassages die een geluidsniveau L_{Amax} lager dan 65 dB(A) veroorzaken niet meegeteld; dit heet "een drempelwaarde van 65 dB(A)" ("drempelwaarde" is de formele naam, dit wordt ook wel "afkapniveau" genoemd). Het effect van de drempelwaarde is, dat naarmate meer bewegingen met een lokaal geluidsniveau beneden de 65 dB(A) voorkomen, een lagere geluidbelasting wordt berekend dan wanneer geen drempelwaarde zou worden toegepast. Lden kent geen drempelwaarde; daarin worden alle vliegtuigpassages meegeteld, ongeacht het geluidsniveau dat ze veroorzaken.

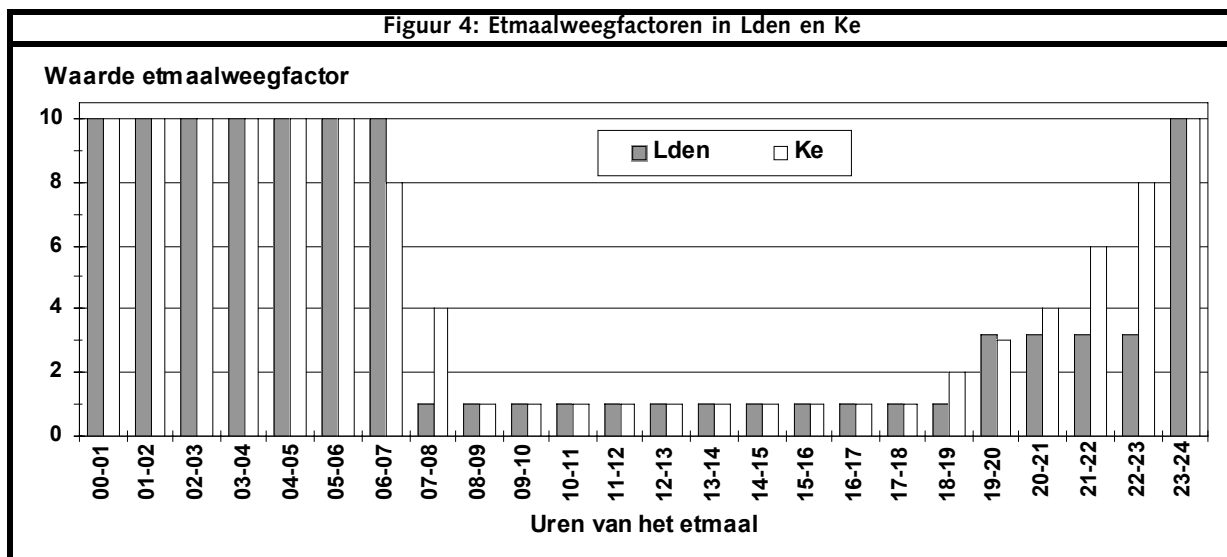
Het geluidsniveau van elk vliegtuig neemt af naarmate het verder van het vliegveld vliegt. Dat komt, omdat een vliegtuig op grotere hoogte vliegt naarmate het verder van het vliegveld is. Elk vliegtuig verdwijnt "ergens" onder de 65 dB(A) drempelwaarde; stille vliegtuigen op kleine afstand van het vliegveld, lawaaiige vliegtuigen verder weg. Dit leidt er toe dat het effect van de drempelwaarde in de Ke op grote afstanden van het vliegveld groter is dan dichterbij het vliegveld. Voorts neemt het effect van de drempelwaarde toe naarmate de vliegtuigen stiller worden.

In bovenstaande rekenvoorbeelden is geen rekening gehouden met deze drempelwaarde. Het is niet mogelijk het effect hiervan met eenvoudige voorbeelden in beeld te brengen, hiervoor zouden complete contourberekeningen moeten worden uitgevoerd. Kwalitatief geldt dat de verschillen tussen Lden en Ke als het gaat om de groei van het aantal vliegtuigen en de 'stilheid' van de vliegtuigen bij gelijk blijvende geluidbelasting, door het effect van de drempelwaarde teniet worden gedaan.

2 De effecten van verschillen in etmaalweegfactoren in Lden en Ke

In de bepaling van de geluidbelasting wordt het geluid van een vliegtuigpassage gewogen naar het tijdstip waarop de passage plaatsvindt. Deze weging wordt bepaald door de etmaalweegfactor. Etmaalweegfactoren zijn "vermenigvuldigings-factoren op het aantal vliegtuigen". Bijvoorbeeld: als een vliegtuig tussen 23 en 6 uur voorbij, dan telt het mee als 10 vliegtuigen. De waarden van de etmaalweegfactoren en de perioden van het etmaal waarop zij betrekking hebben, zijn in de formules voor Lden anders dan voor de Ke, zie figuur 4.

Figuur 4: Etmaalweegfactoren in Lden en Ke



Lden kent drie tijdsblokken: de dagperiode van 07 tot 19 uur, de avondperiode van 19 tot 23 uur en de nachtperiode van 23 tot 07 uur. In de Ke worden negen tijdsblokken onderscheiden: de periode 08-18 uur, de periode 23-06 uur en alle overige uren van het etmaal afzonderlijk. De etmaalweegfactoren zijn voor Lden en Ke gelijk in de periode 08-18 uur en 23-06 uur. Voor de perioden 06-07 uur en 19-20 uur zijn de etmaalweegfactoren voor Lden hoger dan voor de Ke, voor de perioden 07-08, 18-19, 20-23 uur voor de Lden lager dan voor de Ke.

De weegfactoren voor de Lden zijn vastgelegd in de (ontwerp) EU-richtlijnen voor omgevingslawaai. De verschillen van de weegfactoren en de eventuele effecten daarvan zijn dus inherent aan de (in EU-kader verplichte) overgang naar Lden.

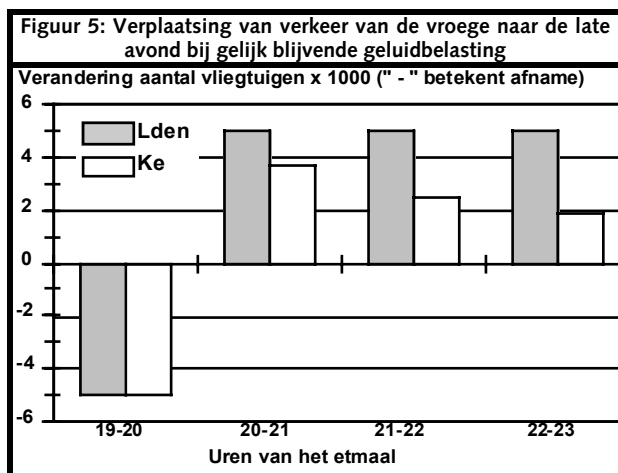
In het onderstaande wordt de werking van de etmaalweegfactoren en de verschillen tussen Lden en Ke aan de hand van enkele rekenvoorbeelden geïllustreerd. Bekeken wordt hoe Lden en Ke reageren op veranderingen van de verdeling van het verkeer over het etmaal ten opzichte van een referentiesituatie. Het doet er voor de resultaten niet toe, hoe de verdeling over het etmaal in die "referentiesituatie" is; het onderstaande geldt algemeen.

De vraagstelling luidt: als in een bepaalde periode van het etmaal het aantal vliegtuigen wordt verlaagd, hoeveel kan het aantal dezelfde vliegtuigen - "dezelfde vliegtuigen" wil zeggen: met dezelfde geluidsproductie per vliegtuig - in een ander deel van het etmaal toenemen, opdat de geluidbelasting ongewijzigd blijft? En: hoe groot is de netto toe- of afname van het totaal aantal vliegtuigen daardoor? Eis voor "gelijk blijvende geluidbelasting" is, dat "het aantal maal de etmaalweegfactor" niet verandert.

Verplaatsing van verkeer binnen de dagperiode en binnen de nachtperiode

Verplaatsing van aantallen vliegtuigen binnen de periode 08 tot 18 uur en binnen de periode 23 tot 06 uur heeft geen effect op de geluidbelasting. Dit geldt zowel voor Lden als voor de Ke. Immers binnen die perioden heeft de etmaalweegfactor voor beide maten van de geluidbelasting dezelfde waarde; 1 voor de periode van 08 tot 18 uur en 10 in de periode van 23 tot 06 uur. Bijvoorbeeld: de verplaatsing van 5.000 vliegtuigen (of welk ander aantal dan ook) van de periode 10 tot 11 uur naar 16 tot 17 uur leidt niet tot een verandering van de geluidbelasting, de verplaatsing van vliegtuigen van de periode 23 tot 00 uur naar 03 tot 04 uur evenmin.

Verplaatsing van de vroege naar de late avond



Verplaatsing van vliegtuigen binnen de avondperiode van 19 tot 23 uur heeft geen invloed op Lden maar wel op de Ke. Dat komt, omdat de etmaalweegfactor in Lden voor alle uren in de avondperiode dezelfde waarde 3,16 heeft, terwijl de etmaalweegfactor in de Ke hoger is naarmate het tijdstip later valt, variërend van 3 in periode 19-20 uur tot 8 in de periode 22-23 uur.

In figuur 5 is verondersteld dat het aantal vliegtuigen in de vroege avond, de periode 19-20 uur, met 5000 afneemt. De vraag is dan: hoeveel kan het verkeer in de latere avond, dat wil zeggen in de periode 20-21 uur of in de periode 21-22 uur of in de periode 22-23 uur, toenemen bij gelijk blijvende geluidbelasting? Wanneer de geluidbelasting wordt uitgedrukt in Lden luidt het antwoord op die vraag: steeds met hetzelfde aantal waarmee het aantal in de periode 19-20 uur is

verlaagd, omdat in Lden de etmaalweefactor voor al deze perioden van het etmaal dezelfde waarde heeft. Voor de Ke is het antwoord afhankelijk van de periode waarnaar het verkeer wordt verplaatst. Weliswaar kan het verkeer in de periode 20-21 uur toenemen, maar die toename is lager dan de afname in de periode 19-20 uur, omdat voor de Ke de etmaalweefactor in de periode 20-21 uur hoger is dan in de periode 19-20 uur. Per saldo moet het totaal aantal vliegtuigen derhalve afnemen. Naarmate het verkeer naar een later tijdstip wordt verplaatst, moet het totaal aantal vliegtuigen meer afnemen, dit is weergegeven in onderstaand overzicht.

5000 vliegtuigen minder in periode 19-20 uur bij gelijk blijvende geluidbelasting				
Toename van verkeer in periode:	Mogelijke toename van het aantal vliegtuigen per deel van het etmaal		Noodzakelijke netto <u>afname</u> van het totaal aantal vliegtuigen	
	Lden	Ke	Lden	Ke
20-21 uur	5.000	3.750	0	1.250
21-22 uur	5.000	2.500	0	2.500
22-23 uur	5.000	1.875	0	3.125

Opmerking: Als het aantal vliegtuigen in de periode 19-20 uur meer (of minder) dan 5.000 wordt gereduceerd, nemen ook de aantallen in de tabel evenredig toe (of af). Bijvoorbeeld: een reductie van 10.000 (2 x 5.000) in de periode 19-20 uur leidt voor de Ke tot een noodzakelijke netto afname van 6.250 (2 x 3.125) vliegtuigen als dit verkeer wordt verschoven naar 22-23 uur. Voor Lden is er geen verschil, want twee maal nul is ook weer nul.

Conclusie

Wanneer Lden als indicator voor de geluidbelasting wordt gebruikt, kan binnen de periode 19 tot 23 uur een verschuiving van vliegverkeer van de vroege naar de late avond plaatsvinden, zonder dat dit tot uitdrukking komt in de geluidbelasting en zonder dat een reductie van het aantal vliegtuigen nodig is om de geluidbelasting gelijk te doen blijven. In de Ke neemt de geluidbelasting in dat geval wel toe en moet het totaal aantal vliegtuigen worden gereduceerd opdat de geluidbelasting gelijk blijft.

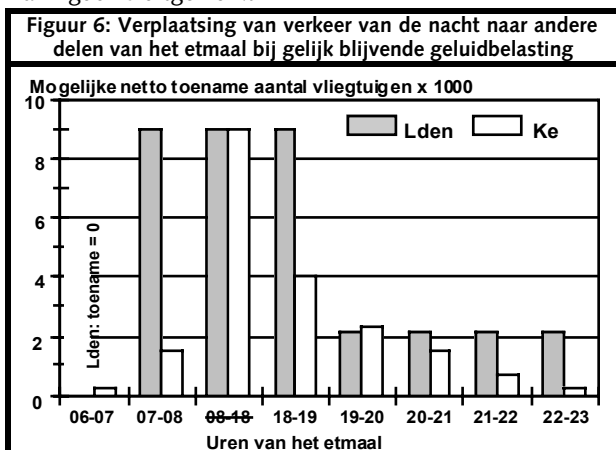
Bij deze conclusie moet worden aangemerkt dat "verschuiven van verkeer" in het operationeel gebruik van de luchthaven bepaald wordt door vele factoren, zoals het gehanteerde "blokkensysteem" van de 'home carrier', de internationale dienstregeling en de marktvraag.

Naar verwachting zal met name door de voorgenomen uitbreiding van het "blokken systeem" door KLM, het aantal vluchten in de vroege ochtend en late avond toenemen. Dit blijkt ook uit de vergelijking van de door de sector voor het MER Schiphol 2003 aangeleverde scenario's 2005 en 2010, waarin in 2010 juist in die dagdelen een grote groei t.o.v. 2005 wordt verwacht.

De (effecten van de) verschillen in de weefactoren zijn inherent aan de conform de EU-richtlijn verplichte overgang naar Lden.

Reductie van het vliegverkeer in de nacht

Als het aantal vliegtuigen 's nachts (tussen 23 en 06 uur) afneemt, kunnen daarvoor in de plaats méér vluchten in andere delen van het etmaal worden uitgevoerd. Ook hier zijn er verschillen tussen Lden en Ke, dit is aan de hand van figuur 6 uitgewerkt.



Hierbij is verondersteld, dat het aantal vliegtuigen in de nacht met 1000 afneemt. Bij gelijk blijvende geluidbelasting kunnen dan in alle andere delen van het etmaal méér dan 1000 dezelfde vliegtuigen extra worden geacommodeerd, zodat netto een toename van het totale verkeer mogelijk is. Immers, in de nacht heeft de etmaalweefactor de hoogste waarde, in alle andere perioden van het etmaal zijn de etmaalweefactoren lager. Dit geldt zowel voor Lden als voor de Ke.

Hoevéél meer dan 1000 vliegtuigen extra mogelijk zijn, hangt af van de uren waarin die groei van het verkeer plaatsvindt. In figuur 6 is zowel voor Lden als voor de Ke aangegeven hoeveel de netto toename van het totaal aantal vliegtuigen kan zijn, als de groei wordt verwezenlijkt in de periode 06-07 uur, of in de periode 07 tot 08 uur, of in de periode 08-18 uur, enzovoorts.

In onderstaand overzicht de cijfers.

1000 vliegtuigen minder in periode 23-06 uur bij gelijk blijvende geluidbelasting				
Toename van verkeer in periode:	Mogelijke toename van het aantal vliegtuigen per deel van het etmaal		Mogelijke netto <u>toename</u> van het totaal aantal vliegtuigen	
	Lden	Ke	Lden	Ke
06-07 uur	1.000	1.250	0	250
07-08 uur	10.000	2.500	9.000	1.500
08-18 uur	10.000	10.000	9.000	9.000
18-19 uur	10.000	5.000	9.000	4.000
19-20 uur	3.165	3.333	2.165	2.333
20-21 uur	3.165	2.500	2.165	1.500
21-22 uur	3.165	1.667	2.165	667
22-23 uur	3.165	1.250	2.165	250

Opmerking: Als het aantal nachtvluchten met meer dan 1.000 afneemt, nemen ook de aantallen in de tabel evenredig toe. Bijvoorbeeld: een afname van het aantal nachtvluchten met 2.000 (2 x 1.000) levert voor Lden en Ke in de periode 08-18 uur een netto groei mogelijkheid met 18.000 (2 x 9.000) vliegtuigen op.

Conclusie

Bij een reductie van het aantal nachtvluchten (23-06 uur) en bij gelijk blijvende geluidbelasting, kan het verkeer in andere perioden van het etmaal groeien. Ook het totaal aantal vliegtuigen kan dan toenemen. Wanneer Lden als indicator voor de geluidbelasting wordt gebruikt, kan hierdoor een anderhalf tot negen maal zo grote groei van het totale vliegverkeer worden gerealiseerd als bij gebruik van de Ke mogelijk is, met uitzondering van: groei in de periode 08-18 uur; dan zijn de groeimogelijkheden voor Lden en Ke gelijk; en groei in de perioden 06-07 uur en 19-20 uur; dan zijn de groei mogelijkheden voor Lden iets lager dan voor de Ke.

Ook bij deze conclusie moet worden aangemerkt dat "verschuiven van verkeer" in het operationeel gebruik van de luchthaven bepaald wordt door vele factoren, zoals het gehanteerde blokkensysteem van de 'home carrier', de internationale dienstregeling en de marktvraag.



Onderzoeksbijlage Geluid (deel 2)

3 Geluidsbelastingsindicatoren



BIJLAGE 8: GELUIDSBELASTINGSINDICATOREN

Geluidsniveau

De hoeveelheid geluid veroorzaakt door één vliegtuig dat voorbij vliegt ("één vliegtuigpassage"), heet het geluidsniveau. Als een vliegtuig voorbij vliegt, zwelt het geluid dat mensen "op aarde" horen eerst aan, bereikt dan een maximum en zwakt vervolgens weer af. Er worden in dit MER twee maten voor het geluidsniveau gebruikt:

- L_{max}: het maximale geluidsniveau dat gedurende één vliegtuigpassage optreedt;
- L_AX (wordt ook wel SEL, single event level, genoemd), dit geeft het geluid van de gehele vliegtuigpassage, dus het hele proces van "aanzwellen-maximum-afzakken" (en niet alleen het maximum zoals L_{max}), weer in één getal. L_AX is het constante geluidsniveau gedurende 1 seconde, dat dezelfde "acoustische energie" levert als de gehele vliegtuigpassage. Daarin is verdisconteerd hoelang het geluid van het vliegtuig hoorbaar is.

Zowel L_{max} als L_AX worden uitgedrukt in dB(A) als eenheid, bijvoorbeeld L_{max} = 65 dB(A).

Geluidbelasting

Op basis van het geluidsniveau van één vliegtuig kunnen geen uitspraken worden gedaan over de hinder die mensen ondervinden. De hinder hangt ook af van hoe vaak men vliegtuigen hoort en gedurende welk deel van het etmaal (bijvoorbeeld 's nachts hinderlijker dan overdag). Dit wordt beschreven door de "geluidbelasting", waarin de geluidsniveaus van alle vliegtuigen die gedurende één jaar van en naar het vliegveld vliegen, op een bepaalde manier "bij elkaar worden opgeteld".

Een geluidbelastingsindicator is in het algemeen een combinatie van drie elementen:

1. Hoeveel geluid maakt elk vliegtuig, dat wil zeggen het geluidsniveau van elk vliegtuig.
2. Hoeveel vliegtuigen vliegen er in één jaar van en naar het vliegveld.
3. Gedurende welke uren van het etmaal vliegen de vliegtuigen voorbij, tot uitdrukking gebracht door de "etmaalweefactoren". Die brengen in rekening dat een vliegtuigpassage in de nacht of in de vroege ochtend of avond, als hinderlijker wordt ervaren dan wanneer datzelfde vliegtuig overdag voorbij vliegt (worden ook wel nachtstrafactoren genoemd; een onjuiste benaming omdat ze niet alleen betrekking hebben op de nacht).

Geluidbelastingsindicatoren Ke en L_{den}

In het MER Schiphol 2003 worden vier geluidbelastingsindicatoren gebruikt: Ke, L_Aeq-nacht, L_{den} en L_{night}. De formules hiervoor zijn opgenomen en toegelicht aan het einde van deze bijlage. Hieronder een korte beschrijving, afgesloten door een samenvatting van de overeenkomsten en verschillen in tabelvorm.

Op dit moment worden voor Schiphol twee indicatoren voor de geluidbelasting ten gevolge van vliegtuigen gebruikt: Ke en L_Aeq-nacht. De Ke is gebaseerd op het vliegverkeer gedurende het gehele etmaal en wordt bepaald voor de situatie buitenshuis ("aan de gevel"). Voor het geluidsniveau van de afzonderlijke vliegtuigen wordt het L_{max} gebruikt. Vliegtuigpassages met een geluidsniveau lager dan 65 dB(A) worden in de Ke niet meegenomen, de zogenoemde 65 dB(A) drempelwaarde (wordt ook wel "afkapwaarde" genoemd). L_Aeq-nacht is alleen gebaseerd op het vliegverkeer tussen 23 en 06 uur en wordt bepaald voor de situatie binnen de slaapkamer. Anders gezegd, in L_Aeq-nacht wordt rekening gehouden met de geluidsdemping van de gevel van de woning (bij gesloten ramen), in de Ke niet. Voor het geluidsniveau van de afzonderlijke vliegtuigen wordt het L_AX gebruikt. Juist omdat L_Aeq-nacht alleen betrekking heeft op de nacht - en niet op het hele etmaal - zitten in deze indicator geen etmaalweefactoren

In het MER worden twee nieuwe geluidbelastingsindicatoren geïntroduceerd, te weten L_{den} (Day-evening-night level) en L_{night} (Night level).

Als indicator voor de geluidbelasting over het gehele etmaal wordt de alleen in Nederland gebruikte Ke vervangen door het L_{den}. Hiermee vervallen enkele nadelen die aan de Ke kleven, met name de 65 dB(A) drempelwaarde, en wordt aangesloten bij de (concept) richtlijn van de EU inzake de harmonisatie van de maat waarin de geluidbelasting wordt uitgedrukt.

De huidige L_Aeq-nacht wordt ook vervangen door een nieuwe indicator, te weten L_{night}, eveneens conform de aanstaande EU-richtlijn.

Evenals de Ke, is L_{den} gebaseerd op de situatie buitenshuis en op het verkeer in het hele etmaal. Hierin zitten derhalve ook etmaalweefactoren. Deze hebben echter andere waarden dan in de Ke, ze hebben tevens betrekking op andere perioden van het etmaal (zie hiervoor bijlage 7). In L_{den} wordt het L_AX als geluidsniveau van de afzonderlijke vliegtuigen gebruikt. L_{den} kent geen drempelwaarde. Voorts zijn in L_{den} de hierboven genoemde drie elementen a t/m c anders gecombineerd dan in de Ke.

Lnight heeft alleen betrekking op de nacht, doch anders dan in LAeq-nacht wordt hier het verkeer in de periode 23 tot 07 uur (en niet tot 06 uur) meegenomen. Een tweede verschil tussen Lnight en LAeq-nacht is dat Lnight betrekking heeft op de situatie buitenshuis en LAeq-nacht op de situatie binnen de slaapkamer. De geluidsdemping van de gevel speelt in Lnight derhalve geen rol. Evenals in LAeq-nacht, zitten in Lnight geen etmaalweefactoren. Evenals LAeq-nacht wordt ook in Lnight het LAX als geluidsniveau van de afzonderlijke vliegtuigen gebruikt.

Tabel 2.1: Samenvatting overeenkomsten en verschillen geluidsbelastingsindicatoren				
Geluidsbelastingsindicator	Hele etmaal		Alleen nacht	
	Kosten-eenheid	Lden (Day-evening-night level)	LAeq-nacht	Lnight (Night level)
Eenheid *)	Ke	dB(A)	dB(A)	dB(A)
Geluidsniveau per vliegtuig	LAm _{ax}	LAX	LAX	LAX
Drempelwaarde	Vliegtuigpassages met een geluidsniveau lager dan 65 dB(A) worden niet meegeteld	Geen drempelwaarde	Geen drempelwaarde	Geen drempelwaarde
Buitenshuis of binnen	Buitenshuis	Buitenshuis	Binnen slaapkamer	Buitenshuis
Aantal vliegtuigen gedurende ...	1 jaar, hele etmaal	1 jaar, hele etmaal	1 jaar, periode 23-06 uur	1 jaar, periode 23-07 uur
Etmaal weefactoren	9 perioden. Waarden: 1 tussen 08 en 18 uur; 10 tussen 23 en 06 uur; voor andere uren per uur verschillende waarden variërend van 2 tot 8	3 perioden Waarden: 1 tussen 07 en 19 uur; 3,16 tussen 19 en 23 uur; 10 tussen 23 en 07 uur	Geen etmaalweefactoren	Geen etmaalweefactoren

*) Bij de eenheid waarin de verschillende geluidsbelastingsindicatoren worden uitgedrukt, de volgende opmerking. Het is verwarrend, dat internationaal zowel het geluidsniveau, LAm_{ax} en LAX, als de geluidsbelasting, Lden, LAeq-nacht en Lnight, worden uitgedrukt in "dB(A)" als eenheid. Als van "iets over geluid" wordt gezegd, dat het "zoveel dB(A)" is, moet er daarom altijd bij worden gezegd of het gaat om het geluidsniveau of om de geluidsbelasting. Een aantal dB(A) voor een geluidsniveau heeft een andere betekenis dan voor een geluidsbelasting; zo is een geluidsniveau van een afzonderlijk vliegtuig van 65 dB(A) vrij laag, terwijl een geluidsbelasting van alle vliegtuigen samen van Lden = 65 dB(A) hoog is.

TOELICHTING OP FORMULES VOOR Ke; Lden; LAeq-nacht EN Lnight

Ke, Kosteneenheid

$$B = 20 \log (\sum N \times 10^{L_{Am_{ax}}/15}) - 157, \text{ uitgedrukt in Ke, waarin:}$$

LAm_{ax}= het maximum geluidsniveau ten gevolge van één vliegtuigpassage, uitgedrukt in dB(A) en buitenshuis bepaald. Vliegtuigpassages met een LAm_{ax} lager dan 65 dB(A) worden buiten beschouwing gelaten (65 dB(A) drempelwaarde)

N = etmaalweefactor afhankelijk van de periode van het etmaal waarin de vliegtuigpassage plaatsvindt, volgens onderstaande tabel.

Σ = somming van de bijdragen van alle vliegtuigen die gedurende één jaar gedurende het gehele etmaal starten van of landen op het vliegveld.

Lden

$$L_{den} = 10 \log (\sum N 10^{LAX/10}) - 75, \text{ uitgedrukt in dB(A), waarin:}$$

LAX = het tijdsgeïntegreerde geluidsniveau voor een referentieperiode van 1 seconde ten gevolge van één vliegtuigpassage, uitgedrukt in dB(A) en buitenshuis bepaald.

N = etmaalweefactor afhankelijk van de periode van het etmaal waarin de vliegtuigpassage plaatsvindt, volgens onderstaande tabel.

Σ = somming van de bijdragen van alle vliegtuigen die gedurende één jaar gedurende het gehele etmaal starten van of landen op het vliegveld

75 = 10 log (aantal seconden in een jaar)

Etmaalweegfactoren N in Ke en Lden										
Periode van Het etmaal	00 tot 06 uur	06 tot 07 uur	07 tot 08 uur	08 tot 18 uur	18 tot 19 uur	19 tot 20 uur	20 tot 21 uur	21 tot 22 uur	22 tot 23 uur	23 tot 00 uur
Ke	10	8	4	1	2	3	4	6	8	10
Lden	10		1			3,16			10	

De etmaalweegfactoren zijn "vermenigvuldigingsfactoren op het aantal vliegtuigen". Bijvoorbeeld: als een vliegtuig tussen 08 en 18 uur voorbij vliegt, telt het voor 1 vliegtuig mee. Vliegt een vliegtuig tussen 22 en 23 uur voorbij, dan telt het in de Ke voor 8 vliegtuigen, enzovoorts.

In de officiële EU formule voor Lden worden vluchten in de periode 19-23 uur (avond) en 23-07 uur (nacht) gewogen met een toeslag van 5 dB(A) respectievelijk 10 dB(A) op de geluidsniveaus van de vliegtuigen. Dit komt volstrekt overeen met de hier gegeven etmaalweegfactoren van 3,16 respectievelijk 10 op de aantallen vliegtuigen.

LAeq-nacht

$$LAeq\text{-nacht} = 10 \log (\sum 10^{(LAX - L_{gevel})/10}) - 44, \text{ uitgedrukt in dB(A), waarin:}$$

- LAX = het tijdsgeïntegreerde geluidsniveau voor een referentieperiode van 1 seconde t.g.v. één vliegtuigpassage, uitgedrukt in dB(A) en buitenshuis bepaald.
- Lgevel = de geveldeemping in dB(A); het verschil tussen het geluidsniveau buitenshuis en binnen de slaapkamer bij gesloten ramen; voor Schiphol is "Lgevel" voor starts 20,5 dB(A), voor landingen 22 dB(A).
- Σ = somming van de bijdragen van alle vliegtuigen die gemiddeld in één nacht in de periode van 23.00 uurtot 06.00 uur starten van of landen op het vliegveld, bepaald uit het aantal nachtvluchten per jaar gedeeld door 365.
- 44 = 10 log (aantal seconden in 7 uur)

Lnicht

$$Lnicht = 10 \log (\sum 10^{LAX/10}) - 70,2 \text{ uitgedrukt in dB(A), waarin:}$$

- LAX = het tijdsgeïntegreerde geluidsniveau voor een referentieperiode van 1 seconde ten gevolge van één vliegtuigpassage, uitgedrukt in dB(A) en buitenshuis bepaald.
- Σ = somming van de bijdragen van alle vliegtuigen die gedurende één jaar in de periode van 23.00 uur tot 07.00 uur lokale tijd starten van of landen op het vliegveld
- 70,2 = 10 log (aantal seconden in één jaar in de periode 23.00 uur tot 07.00 uur)



4 Nieuw normenstelsel voor de luchtvaart.

Ontwikkeling van een bruikbare maat voor het totaal volume van de geluidimmissie (TVG)



Rapport

Nieuw normenstelsel voor de luchtvaart
- Ontwikkeling van een bruikbare maat voor het
Totaal Volume van de Geluidimmissie (TVG)

Rapportnummer ML 452-1 d.d. 2 augustus 2001

Opdrachtgever: Directoraat-Generaal Luchtvaart

Rapportnummer: ML 452-1

Datum: 2 augustus 2001

Ref.: FvdP/Lvi/ML 452-1-RA

Lid ONRI
ISO-9001 gecertificeerd

Adviesbureau
Peutz & Associés B.V.
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR Zoetermeer
Tel. (079) 361 49 92
Fax (079) 361 49 85
zoetermeer@peutz.nl

Adviesbureau
Peutz & Associés B.V.
Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH Mook
Tel. (024) 388 00 77
Fax (024) 358 51 50
mook@peutz.nl

Peutz Consult GmbH
Kolberger Strasse 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Peutz & Associés S.A.R.L.
34 Rue de Paradis
75010 Paris
Tel. +33 1 452 305 00
Fax +33 1 452 305 04
peutz@club-internet.fr

Opdrachten worden aanvaard
en uitgevoerd volgens de
'Regeling van de verhouding
tussen opdrachtgever en
adviserend ingenieursbureau'
(RVOI-1998). Ingeschreven
KvK onder nummer 12028033.
BTW identificatienummer
NL 004933837R01

Inhoud

	pagina
1. INLEIDING EN SAMENVATTING	3
2. PROBLEEMSTELLING	4
3. NADERE UITWERKING EN EVALUATIE VAN TVG-TNL	6
4. EEN BRUIKBAAR ALTERNATIEF: TVG-KASSA	9
5. CONCLUSIE	12

1. INLEIDING EN SAMENVATTING

In opdracht van het Directoraat-Generaal Luchtvaart, directie ONL, is uitvoerig onderzoek verricht ten behoeve van het ontwikkelen van een bruikbare maat voor het Totale Volume van de Geluidimmissie (TVG).

Het TVG is één van de elementen in het nieuwe normenstelsel voor de luchtvaart, waarmee de geluidbelasting van de omgeving wordt gereguleerd en gelimiteerd.

Gelet op de rol van het TVG in het nieuwe normenstelsel en de samenhang ervan met de grenswaarden in Handhavingspunten gelden er drie belangrijke randvoorwaarden voor het TVG:

- het TVG dient verdelingsonafhankelijk te zijn;
- het TVG moet reageren op stiller, maar ook op luidruchtiger vliegen; bovendien dient dit op een gelijkwaardige wijze door te werken in het TVG als in de handhavingspunten; dit betekent dat het TVG onder meer moet reageren op technische en operationele maatregelen (TOMS);
- het TVG dient gevoelig te zijn voor nog significant geachte wijzigingen in aantal vliegtuigbewegingen, verkeersverdeling over het etmaal etc.

Dit onderzoek wijst uit dat het TVG zoals in de nota TNL aangegeven is (TVG-TNL) ook na optimalisatie niet (geheel) verdelingsonafhankelijk is.

Vanuit de inzichten uit dat onderzoek is een alternatief TVG ontwikkeld (aangeduid als TVG-Kassa) dat volledig verdelingsonafhankelijk is en op vrijwel gelijke wijze als TVG-TNL reageert op TOMS.

Daarmee voldoet TVG-Kassa in hoge mate aan de genoemde randvoorwaarden.

In dit rapport wordt de technische uitwerking van TVG-Kassa gedocumenteerd en gemotiveerd.

2. PROBLEEMSTELLING

In de nota TNL wordt een nieuwe geluidmaat, het totale volume van de geluidmissie (TVG), geïntroduceerd.

De rol van het TVG in het nieuwe normenstelsel is dat daarmee de totale hoeveelheid geluidbelasting die wordt veroorzaakt door de luchtvaart, ongeacht de verdeling ervan over verschillende gebieden, wordt gereguleerd c.q. gelimiteerd.

Een essentiële eigenschap is dat TVG verdelingsonafhankelijk moet zijn.

N.B.: In de praktijk zijn er vele factoren welke medebepalend zijn voor de verdeling van het geluid naar de omgeving.

Van groot belang is het baangebruik. Het baangebruik is mede afhankelijk van de over het jaar optredende meteorologische condities (windrichting, windsnelheid, nat/droog). Andere verdelingsfactoren zijn routegebruik, vliegpadspreiding en (groot) baanonderhoud.

Vooraf de meteorologische invloed op de verdeling van het geluid over de omgeving vormde een belangrijke overweging om een element als TVG in het nieuwe normenstelsel te introduceren.

Het TVG zoals in de nota TNL aangegeven, TVG-TNL, wordt bepaald door op de 35 Ke-contour van het grenswaardenscenario een aantal referentiepunten te selecteren. De gemiddelde geluidbelasting (in L_{den}) in deze referentiepunten vormt het TVG-TNL.

Op of nabij de 35 Ke-contour worden tevens handhavingspunten gekozen bij concentraties van woonbebouwing. In deze handhavingspunten worden grenswaarden geformuleerd voor de nog toelaatbare geluidbelasting.

Het is van belang om op te merken dat het TVG-TNL gebaseerd is op punten welke in hoge mate gelijkwaardig zijn aan de handhavingspunten. Ten dele zullen de punten zelfs (kunnen) samenvallen.

Het belang daarvan schuilt in de mate waarin het TVG respectievelijk de handhavingspunten reageren op TOMS (technische en operationele maatregelen).

Omdat de regelgevingselementen "TVG-TNL" en "handhavingspunten" in feite nauw verwant zijn, want gebaseerd op dezelfde danwel gelijkwaardige punten rond de luchthaven, zullen ze in belangrijke mate gelijk reageren op TOMS.

Deze inherent gelijke/gelijkwaardige invloed van TOMS op respectievelijk TVG en handhavingspunten is een belangrijk element in het nieuwe normenstelsel, een element dat wezenlijk bijdraagt aan de in het stelsel beoogde flexibiliteit en stuurbaarheid van het luchtvaartproces binnen de randvoorwaarden van het hoge beschermingsniveau voor de woonomgeving.

Voorzover alternatieven voor TVG-TNL worden ontwikkeld is een belangrijke randvoorwaarde daarbij dat het alternatieve TVG op (vrijwel) dezelfde wijze dient te

reageren op TOMS als TVG-TNL, omdat TVG-TNL gelijk/gelijkwaardig reageert aan de handhavingspunten.

Voorts dient het TVG gevoelig te zijn voor nog significant geachte wijzigingen in aantallen vliegtuigen, de verkeersverdeling over het etmaal, etc.

Samenvattend kan worden gesteld dat in het ontwikkelen van een bruikbare maat voor het TVG er drie belangrijke randvoorwaarden zijn:

- het TVG dient zo goed mogelijk verdelingsonafhankelijk te zijn;
- het TVG dient op een aan de handhavingspunten gelijke/gelijkwaardige wijze te reageren op TOMS;
- het TVG dient gevoelig te zijn voor nog significant geachte wijzigingen in het luchtverkeer.

3. NADERE UITWERKING EN EVALUATIE VAN TVG-TNL

De methodiek voor het bepalen van TVG-TNL, met name waar het gaat om de keuze van de referentiepunten op basis waarvan TVG-TNL wordt vastgesteld, is in de ONL werkgroep PTG 1 vastgelegd.

Ter onderbouwing daarvan is uitvoerig onderzoek verricht naar de vraag in hoeverre door een rationele keuze van de referentiepunten TVG-TNL zo goed mogelijk verdelingsonafhankelijk is te maken.

Dit onderzoek heeft geresulteerd in het inzicht dat het aantal referentiepunten per contourlob moet worden gekozen naar rato van het daaraan ten grondslag liggende baan- en routegebruik.

Tevens heeft dat onderzoek geresulteerd in het inzicht hoe per contourlob de referentiepunten over de lob verdeeld moeten worden om te bewerkstelligen dat vliegpadspreiding (ook een verdelingsparameter) het TVG niet te zeer beïnvloedt.

Aan de aldus verregaande geoptimaliseerde TVG-TNL zijn uitvoerige simulaties uitgevoerd teneinde inzicht te krijgen in:

- de verdelingsonafhankelijkheid ervan;
- de wijze waarop TOMS erin doorwerken;
- de gevoeligheid voor nog significant geachte wijzigingen in het luchtverkeer.

De simulaties zijn realistisch in die zin dat de gehanteerde afwijkingen van de verkeersverdeling van het nominale scenario in de praktijk zouden kunnen optreden; er zijn geen extreme afwijkingen en/of maatregelen gesimuleerd.

In onderstaande tabel I zijn de resultaten van de simulaties weergegeven.

Tabel I Simulaties aan TVG-TNL

wijziging ten opzichte van het nominale scenario	verandering in TVG-TNL in dB
30-jarig gemiddeld baangebruik, nominaal routegebruik en vliegpadspreiding (nominaal)	0,00
V1 baangebruik vanwege meteo 1967	-0,03
V1 baangebruik vanwege meteo 1976	-0,04
V1 baangebruik vanwege meteo 1990	-0,02
V1 baangebruik vanwege meteo 1994	0,01
V1 baangebruik vanwege meteo 1996	0,02
V1 baangebruik vanwege meteo 1998	-0,02
V1 baangebruik 30 jaar gemiddeld, echter groot baanonderhoud 18/36	+0.05
V2 gewijzigd routegebruik	-0,01
V2 asymmetrische vliegpadspreiding	-0,03
V2 halvering spreidingbreedte	+0,01
V2 alternatieve route	0,00
V2 gewijzigd uitgangspunt voor segregatie	0,00
T verhoogde inzet reduced flaps	-0,14
T gewijzigde startprocedure (toepassing ICAO-B)	-0,11
T verhoogde inzet 2000 ft – landingen	-0,08
T verhoogde inzet van stilste geluidklasse (4) voor vliegtuigen in capaciteitsklasse 7 (50% van MD11 vervangen door B777)	-0,04
G iets meer verkeer in avond (5000 vluchten van dag verschoven naar avond)	+0,04
G iets meer verkeer van capaciteitsklasse 2 naar 3 (hogere capaciteitsklasse)	+0,02

In de tabel zijn de simulaties ingedeeld in V (1 en 2), T en G, als codering voor simulaties aan Verdelingsparameters, aan TOMS en inzake gevoeligheid. Voor wat betreft de verdelingsparameters is onderscheid gemaakt tussen V1, zijnde “onbeïnvloedbare” parameters (meteo en baanonderhoud) en V2, zijnde “beïnvloedbare” parameters (routegebruik, spreiding etc.).

Uit de resultaten van de simulaties kan worden afgeleid dat TVG-TNL, ondanks de optimalisatie ervan, niet geheel verdelingsafhankelijk is.

De totale (samengestelde) resterende verdelingsafhankelijkheid bedraagt nog ca. 0,10 dB.

N.B.: De getalwaarde voor de samengestelde verdelingsafhankelijkheid is enigszins afhankelijk van de methodiek waarmee deze samenstelling wordt uitgevoerd.

N.B.: De betekenis van deze verdelingsafhankelijkheid van 0,10 dB laat zich als volgt illustreren:

Voorzover een marge van 0,10 dB gehanteerd zou worden in het nieuwe normenstelsel in de grenswaarde voor TVG (een marge vanwege de niet volledige verdelingsafhankelijkheid van TVG-TNL), komt dat overeen met een bandbreedte van bijna 12000 vliegtuigbewegingen.

De simulaties inzake de gevoeligheid zijn uitgevoerd omdat het wenselijk wordt geacht dat de daarin gehanteerde wijzigingen (bijvoorbeeld 5000 vluchten van de dag verschoven naar de avond) een significante invloed op het TVG heeft (i.e. een verandering van 0,04 dB in TVG wordt vanuit deze invalshoek als significant beoordeeld).

Daarmee doet zich de situatie voor dat de ongewenste verdelingsafhankelijkheid van TVG-TNL van dezelfde grootte orde is als de gewenste gevoeligheid van TVG-TNL.

In feite moet daarmee worden vastgesteld dat de verdelingsafhankelijkheid van TVG-TNL hoger is dan wat nog goed inpasbaar is binnen het stelsel.

Daarmee ontstaat de vraag of er alternatieven voor TVG-TNL ontwikkeld kunnen worden welke beter voldoen aan de gestelde randvoorwaarden.

4. EEN BRUIKBAAR ALTERNATIEF: TVG-KASSA

Vanuit de inzichten welke zijn ontstaan in het onderzoek aan TVG-TNL is een alternatief ontwikkeld.

In dit alternatief wordt een volledige verdelingsonafhankelijkheid gerealiseerd door het TVG te bepalen op basis van het werkelijke vliegverkeer dat dan geprojecteerd wordt op één baan, één route, zonder vliegpadspreiding.

De verdelingsaspecten (baangebruik, routegebruik en vliegpadspreiding) spelen dan geen rol meer in het TVG en wordt het TVG uitsluitend nog bepaald door de parameters die wel relevant zijn voor het TVG, te weten: aantal vliegbewegingen, nachtstraffactoren, vlootsamenstelling, vliegprocedures en TOMS.

Vanwege de doeltreffende eenvoud van zo een TVG, is dit TVG aangeduid als TVG-Kassa: per vliegbeweging vindt verrekening plaats welke alleen afhankelijk is van vliegtuigtype, vliegprocedure (incl. evt. TOMS) en tijdstip.

Elke oneigenlijke invloed van baangebruik, routegebruik en vliegpadspreiding is daarmee uit het TVG geëlimineerd

Een punt van nadere invulling/uitwerking is nu nog hoe de referentiepunten op basis waarvan TVG-Kassa wordt berekend, moeten worden gekozen ten opzichte van de enkele baan/route. De ligging van deze referentiepunten zal bepalend zijn voor wijze waarop TOMS doorwerken in TVG-Kassa.

Uit de randvoorwaarden dat TVG op aan de handhavingspunten gelijke/gelijkwaardige wijze dient te reageren op TOMS volgt dat TVG-Kassa op aan TVG-TNL gelijke/gelijkwaardige wijze dient te reageren op TOMS.

Het is daarmee van belang dat de referentiepunten van TVG-Kassa op vergelijkbare plaatsen ten opzichte van de enkele baan/route liggen als de referentiepunten van TVG-TNL liggen ten opzichte van de werkelijke baan/route combinaties liggen.

Ook is het van belang dat binnen TVG-Kassa starts en landingen verhoudingsgewijs een zelfde belang hebben als binnen TVG-TNL.

Intensieve analyses, ondersteund door simulatieberekeningen, resulteren in de navolgende concrete invulling voor wat betreft TVG-Kassa:

- alle startend en landend verkeer vindt plaats op 1 baan en over 1 route in het verlengde van de baan.
N.B.: Starts en landingen vinden plaats over dezelfde route (enkelzijdig baangebruik).
- de referentiepunten worden gekozen in een regelmatig raster, rasterfijnheid 1000 m
- het raster loopt in de x-richting (asrichting van baan) van 7 km tot 17 km vanaf de startdrempel van de baan

- het raster loopt in de ij-richting (dwars op baan) van 0 km tot 2 km vanaf (het verlengde van) de baan
- aldus zijn 33 referentiepunten gedefinieerd, waarbij TVG-Kassa wordt berekend als

$$\text{TVG-Kassa} = \frac{1}{33} \sum_{i=1}^{33} L_i$$

waarbij L_i de geluidbelasting in L_{den} is in referentiepunt i

In figuur 1 is een en ander grafisch nader geïllustreerd.

Ter nadere onderbouwing van deze concrete invulling kan nog worden opgemerkt:

- het enkelzijdig baangebruik is nodig om de invloed van starts en landingen in TVG-Kassa goed bij de situatie in de handhavingspunten te laten aansluiten;
- het raster loopt in de ij-richting van 0 tot 2 km. Hiermee krijgen de punten in het verlengde van de baan c.q. onder het vliegp pad relatief meer gewicht dan wanneer het raster van –2 tot +2 km zou lopen.

Gelet op de ligging van handhavingspunten c.q. van referentiepunten voor TVG-TNL ten opzichte van de vliegpaden, sluit een raster van 0 tot 2 km daarbij beter aan.

Ook de te kiezen rasterfijnheid (stapgrootte 1 km) hangt samen met bovenstaande.

- de te kiezen rasterafmetingen (7 tot 17 km; 0 tot 2 km) hangen samen met de ligging van handhavingspunten c.q. TVG-TNL referentiepunten ten opzichte van baan en vliegp ad.

De fine-tuning van de rasterafmetingen heeft plaatsgevonden op de daarmee te bereiken optimale gelijkwaardigheid van TOMS-Invloed (vergeleken met de TOMS-Invloed in TVG-TNL).

In onderstaande tabel II zijn de resultaten van de relevante simulaties aan TVG-Kassa weergegeven. De simulaties V1 en V2 zijn niet uitgevoerd omdat TVG-Kassa per definitie geheel onafhankelijk is van dergelijke verdelingsparameters (Invloed “0,00” dB).

Steeds is ter vergelijking ook het overeenkomstige resultaat voor TVG-TNL weergegeven.

Tabel II Simulaties aan TVG-Kassa

wijziging t.o.v. nominale scenario	invloed op	
	TVG-Kassa	TVG-TNL
T – verhoogde inzet van reduced flaps landingen	- 0,14	-0,14
– inzet van ICAO-B starts	-0,12	-0,11
– verhoogde inzet van 2000 ft landingen	-0,09	-0,08
– verhoogde inzet van stillere geluidklasse (4) op capaciteitsklasse 7 50% van (MD11 vervangen door B777)	- 0,06	-0,04
G – iets meer verkeer in avond (5000 vluchten van dag verschoven naar avond)	+0,05	+0,04
– iets meer verkeer van capaciteitsklasse 2 naar 3	+0,02	+0,02

Vastgesteld kan worden op basis van tabel II dat TVG-Kassa verregaand gelijkwaardig aan TVG-TNL reageert op TOMS en een vrijwel gelijke gevoeligheid heeft voor wijzigingen in het luchtverkeer.

Daarenboven is TVG-Kassa volledig verdelingsonafhankelijk.

TVG-Kassa is daarmee een maat welke voldoet aan alle te stellen randvoorwaarden en is daarmee in de context van het nieuwe normenstelsel als een goed bruikbare maat te kwalificeren.

5. CONCLUSIE

Het TVG zoals aangeduid in de nota TNL, TVG-TNL, blijkt, ondanks verregaande optimalisatie voor wat betreft de nadere uitwerking ervan, nog in beperkte mate afhankelijk van de verdeling van het geluid over de omgeving.

Deze ongewenste verdelingsafhankelijkheid (ca. 0,05 dB) is van dezelfde orde grootte als de gewenste gevoeligheid voor significant geachte wijzigingen in het vliegverkeer.

Daarmee is de facto de verdelingsafhankelijkheid van TVG-TNL niet goed inpasbaar in het nieuwe normenstelsel.

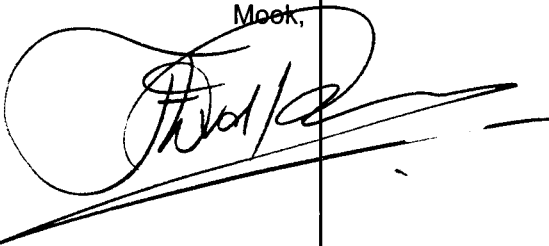
Het ontwikkelde alternatief, TVG-Kassa, is volledig verdelingsonafhankelijk. Het is mogelijk gebleken TVG-Kassa zodanig nader uit te werken dat de gevoeligheid voor technische en operationele maatregelen (TOMS) aan het vliegverkeer gelijk/gelijkwaardig is aan de gevoeligheid van TVG-TNL en van de geluidbelasting in de handhavingspunten voor deze TOMS.

Daarmee is in de vorm van TVG-Kassa een invulling gevonden voor het TVG, zodanig dat deze optimaal zal functioneren in de context van het nieuwe normenstel.

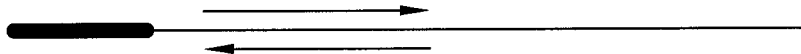
Dit rapport bestaat uit:

12 pagina('s)

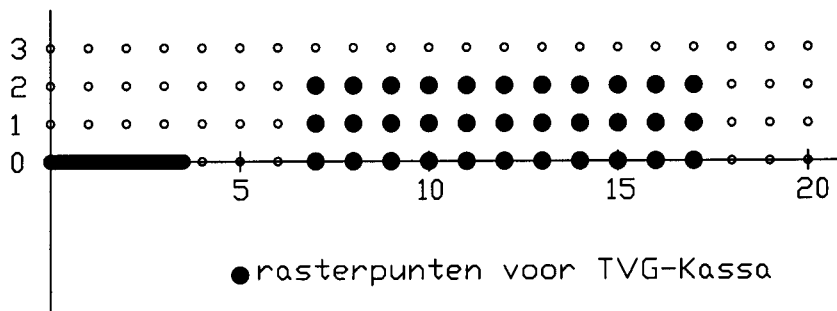
1 figuur

Moek,


baan,
baanlengte 3500 m



starts en landingen,
geen vliegpadspreiding





Onderzoeksbijlage Geluid (deel 2)

5 Resultaten van onderzoek aan TVG-Landschap



Rapport

Resultaten van onderzoek aan TVG-Landschap

Rapportnummer ML 452-2 d.d. 2 augustus 2001

Opdrachtgever: Directoraat-Generaal Luchtvaart

Rapportnummer: ML 452-2

Datum: 2 augustus 2001

Ref.: FvdP/Lvl/ML 452-2-RA

Lid ONRI
ISO-9001 gecertificeerd

Adviesbureau
Peutz & Associés B.V.
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR Zoetermeer
Tel. (079) 361 49 92
Fax (079) 361 49 85
zoetermeer@peutz.nl

Adviesbureau
Peutz & Associés B.V.
Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH Mook
Tel. (024) 388 00 77
Fax (024) 358 51 50
mook@peutz.nl

Peutz Consult GmbH
Kolberger Strasse 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Peutz & Associés S.A.R.L.
34 Rue de Paradis
75010 Paris
Tel. +33 1 452 305 00
Fax +33 1 452 305 04
peutz@club-internet.fr

Opdrachten worden aanvaard
en uitgevoerd volgens de
'Regeling van de verhouding
tussen opdrachtgever en
adviserend ingenieursbureau'
(RVOI-1998). Ingeschreven
KvK onder nummer 12028033.
BTW identificatienummer
NL 004933837R01

Inhoud

	pagina
1. INLEIDING EN SAMENVATTING	3
2. PROBLEEMSTELLING	4
3. ONDERZOEK AAN TVG-LANDSCHAP	6
3.1. Opzet van onderzoek	7
3.2. Rekenresultaten	8
4. BEOORDELING	9
5. CONCLUSIES	12

1. INLEIDING EN SAMENVATTING

In opdracht van het Directoraat-Generaal Luchtvaart, programmadirectie ONL, is uitvoerig onderzoek verricht aan een alternatieve maat voor het totale volume van de geluidmissie (TVG), zoals die is aangereikt door de Commissie Deskundigen Vliegtuiggeluid; deze maat wordt verder aangeduid als TVG-Landschap.

Het TVG is één van de elementen in het nieuwe normenstelsel voor de luchtvaart waarmee de geluidbelasting die wordt veroorzaakt door de luchtvaart wordt gereguleerd en gelimiteerd.

Gelet op de rol van het TVG in het nieuwe normenstelsel en de samenhang ervan met de grenswaarden in Handhavingpunten gelden er drie belangrijke randvoorwaarden voor het TVG:

- het TVG dient verdelingsonafhankelijk te zijn;
- het TVG moet reageren op stiller, maar ook op luidruchtiger vliegen; bovendien dient dit op een gelijkwaardige wijze door te werken in het TVG als in de handhavingpunten; dit betekent dat het TVG ondermeer moet reageren op zogenaamde technische en operationele maatregelen (TOMS)
- het TVG dient gevoelig te zijn voor nog significant geachte wijzigingen in aantal vliegtuigbewegingen, verkeersverdeling over het etmaal, etc.

Het TVG-Landschap is onderzocht op verdelingsafhankelijkheid, op de wijze waarop TOMS er in doorwerken en op de gevoeligheid voor wijzigingen in aantal vliegtuigbewegingen, verdeling ervan over het etmaal, etc., aan de hand van een aantal simulaties.

Ook het TVG-TNL, zoals dat in de nota TNL is aangegeven, en het TVG-Kassa zoals dat door ONL naderhand is ontwikkeld als een beter alternatief zijn eerder reeds ook beoordeeld aan de hand van dezelfde simulatieberekeningen.

Uit de simulaties blijkt dat TVG-Landschap niet verdelingsonafhankelijk is (de verdelingsafhankelijkheid is vergelijkbaar aan TVG-TNL) en niet op een aan handhavingpunten gelijkwaardige wijze reageert op TOMS.

Van de nu onderzochte TVG-maten voldoet TVG-Kassa in belangrijke mate aan de genoemde randvoorwaarden; TVG-TNL en TVG-Landschap schieten op één of meer aspecten tekort.

2. PROBLEEMSTELLING

In de nota TNL wordt een nieuwe geluidmaat, het totale volume van de geluidimmissie (TVG), geïntroduceerd.

De rol van het TVG in het nieuwe normenstelsel is dat daarmee de totale hoeveelheid geluid aan de grond, ongeacht de verdeling ervan over verschillende gebieden, wordt gereguleerd c.q. gelimiteerd.

Een essentiële eigenschap is dat TVG verdelingsonafhankelijk moet zijn.

N.B.: In de praktijk zijn er vele factoren welke medebepalend zijn voor de verdeling van het geluid over de omgeving.

Van groot belang is het baangebruik. Het baangebruik is mede afhankelijk van de over het jaar optredende meteorologische condities (windrichting, windsnelheid, nat/droog). Andere verdelingsfactoren zijn routegebruik en vliegpadspreiding.

Vooraf de meteorologische invloed op de verdeling van het geluid over de omgeving vormde een belangrijke overweging om een element als TVG in het nieuwe normenstelsel te introduceren.

Het TVG zoals in de nota TNL aangegeven, TVG-TNL, wordt bepaald door op de 35 Ke-contour van het grenswaardenscenario een aantal referentiepunten te selecteren. De gemiddelde geluidbelasting (in L_{den}) in deze referentiepunten vormt het TVG-TNL.

Op of nabij de 35 Ke-contour worden tevens handhavingspunten gekozen bij concentraties van woonbebouwing. In deze handhavingspunten worden grenswaarden geformuleerd voor de nog toelaatbare geluidbelasting.

Het is van belang om op te merken dat het TVG-TNL gebaseerd is op punten welke in hoge mate gelijkwaardig zijn aan de handhavingspunten. Ten dele zullen de punten zelfs (kunnen) samenvallen.

Het belang daarvan schuilt in de mate waarin het TVG respectievelijk de geluidbelasting in handhavingspunten reageren op TOMS (technische en operationele maatregelen).

Omdat de regelgevingselementen "TVG-TNL" en "handhavingspunten" in feite nauw verwant zijn, want gebaseerd op dezelfde danwel gelijkwaardige punten rond de luchthaven, zullen ze in belangrijke mate gelijk reageren op TOMS.

Deze inherent gelijke/gelijkwaardige invloed van TOMS op respectievelijk TVG en handhavingspunten is een belangrijk element in het nieuwe normenstelsel, een element dat wezenlijk bijdraagt aan de in het stelsel beoogde flexibiliteit en stuurbaarheid van het luchtvaartproces binnen de randvoorwaarden van het hoge beschermingsniveau voor de woonomgeving.

Voorzover alternatieven voor TVG-TNL worden ontwikkeld is een belangrijke randvoorwaarde daarbij dat het alternatieve TVG op (vrijwel) dezelfde wijze dient te

reageren op TOMS als TVG-TNL, omdat TVG-TNL gelijk/gelijkwaardig reageert aan de handhavingspunten.

Voorts dient het TVG gevoelig te zijn voor nog significant geachte wijzigingen in aantallen vliegtuigen, de verkeersverdeling over de etmaalperioden, etc.

Samenvattend kan worden gesteld dat in het ontwikkelen van een bruikbare maat voor het TVG er drie belangrijke randvoorwaarden zijn:

- het TVG dient zo goed mogelijk verdelingsonafhankelijk te zijn;
- het TVG dient op een aan de handhavingspunten gelijke/gelijkwaardige wijze te reageren op TOMS.
- het TVG dient gevoelig te zijn voor nog significant geachte wijzigingen in aantallen vliegtuigen, verkeersverdeling over het etmaal etc.

De Commissie Deskundigen Vliegtuiggeluid heeft in haar advies een alternatief TVG aangereikt, TVG-Landschap genaamd (verder aan te duiden als TVG-LSP). Dit TVG-LSP kent een algemene formulering waarin optioneel de plaatsafhankelijke woondichtheid is betrokken; in bijlage I is de zijdens de Commissie aangereikte definitie van TVG-Landschap opgenomen. In de verbijzondering stelt de Commissie de weegfunctie in het immissiegebied voorsnog overal op 1, zodat de woondichtheid dan geen parameter meer is in TVG-LSP.

Overigens is het evident dat een TVG waarin woondichtheid een rol speelt **per definitie** verdelingsafhankelijk is.

Immers bijvoorbeeld verkeersverschuivingen, vanwege windomstandigheden, van een baan met vliegroutes over weinig bebouwd gebied naar een baan met routes over dicht bebouwd gebied geeft een toename van een dergelijk TVG, terwijl in fysieke zin er geen verandering optreedt van de hoeveelheid geluid in de omgeving.

Voor de verdere analyse wordt uitgegaan van een TVG-Landschap zonder weegfunctie. De formule voor TVG-LSP is, uitgaande van een regelmatig raster, dan te vereenvoudigen tot:

$$\text{TVG-LSP} = 10 \log \sum_i P_i$$

waarin $P_i = 10^{L_i/10}$; met L_i de geluidbelasting in L_{den} in rasterpunt i .

3. ONDERZOEK AAN TVG-LANDSCHAP

TVG-Landschap is onderzocht middels simulatieberekeningen. Deze zijn uitgevoerd overeenkomstig de eerdere simulatieberekeningen aan TVG-TNL en TVG-Kassa.

Het uitgangspunt voor de simulatieberekeningen is een zogenaamde grenswaarden-scenario. In het grenswaardenscenario wordt het toekomstige geprognosticeerde luchthavengebruik aangegeven, waarbij een zodanige schaling is toegepast dat juist voldaan wordt aan de zogenaamde PKB-criteria. Daarmee vormt zo een scenario de grondslag voor de gelijkwaardige overgang naar het nieuwe normenstelsel.

Als (grenswaarden)scenario is gehanteerd het zogenaamde ONL-fase 3 scenario, zonder meteomarge met 500.000 vliegtuigbewegingen per jaar. Dit scenario is opgesteld ten behoeve van de uitwerking van het normenstelsel zoals dat in hoofdlijnen is weergegeven in de nota TNL.

Er wordt geen weging voor woondichtheid toegepast in TVG-LSP, omdat een dergelijke weging (nog) niet voorhanden is.

TVG-LSP wordt bepaald aan de hand van L_{den} -berekeningen in de rasterpunten van een regelmatig raster. In een gebied rond de luchthaven (X van 107-119 km, Y van 476-489 km) wordt gerekend in een raster met een maaswijdte van 500 x 500 m (in totaal 675 rasterpunten).

Binnen dit fijnmazige raster worden de 113 rasterpunten welke **op** het luchthaventerrein zijn gesitueerd, conform het gestelde door de commissie, uitgezonderd.

Buiten bovenstaand fijnmazig raster wordt in een grover raster (1000 x 1000 m) gerekend tot aan de randen van het studiegebied (X van 84-139 km, Y van 445-511 km).

De rekenresultaten in het 1000 x 1000 m raster worden met een factor 4 gewogen, daar één rasterpunt in het grove raster gelijkwaardig is aan 4 rasterpunten in een 500 x 500 m raster.

TVG-LSP wordt berekend door energetische sommatie van de resultaten (L_{den} -waarden in dB(A)) in alle rasterpunten.

N.B.: De keuze voor een plaatselijk grover raster is gemaakt om nog hanteerbare rekentijden te kunnen realiseren voor de simulaties.

Vanuit analytisch oogpunt is deze keuze verantwoord; een enkele simulatie is ook doorgerekend met een fijn raster (500 x 500 m) over het hele studiegebied om aan te tonen dat die resultaten niet wezenlijk verschillen van de simulatie op basis van een plaatselijk grover raster.

3.1. Opzet van onderzoek

Onderstaand wordt een overzicht gegeven van de simulatieberekeningen welke zijn uitgevoerd. De simulaties zijn zodanig opgezet dat daarmee het effect op TVG gekwantificeerd wordt van nog realistische afwijkingen ten opzichte van de verkeerssamenstelling en verkeers-afwikkeling zoals verondersteld in het grenswaardenscenario.

De simulaties zijn in te delen naar simulaties aan de verdelingsafhankelijkheid (V), de invloed van TOMS (T) en naar de gevoeligheid (G) van het TVG.

In onderstaand overzicht van de simulaties is steeds middels bovenstaande codering (V, T, G) aangegeven is wat de aard van de betreffende simulatie is.

Overzicht van simulaties:

- 30 = het grenswaardenscenario met 30 jaar gemiddeld baangebruik (referentie)
- 67 (V) = baangebruik 1967
- 76 (V) = baangebruik 1976
- 90 (V) = baangebruik 1990
- 94 (V) = baangebruik 1994
- 96 (V) = baangebruik 1996
- 98 (V) = baangebruik 1998
- rg (V) = routegebruik van zuidoostelijke routes voor 10% verplaatst naar noordwestelijke
- sh (V) = spreiding gehalveerd
- sa (V) = spreiding asymmetrisch
- sr (V) = tweetal routes verlegd, 19L-ARN en 36-BER
- 03 (V) = groot baanonderhoud (vijfde baan, 4 maanden)
- sg (V) = segregatie 19R/18 afgezwakt tot 75%, segregatie 01R/01L/06 van 75% ingezet
- rf (T) = 100% reduced flaps, behalve 2/3 en 2/4, Fokker 100
- 2f (T) = landingen 2000 ft
- b3 (T) = ICAO-B starts waar voorhanden (B737, A310, DC10 en DC10 -3 dB)
- v7 (T) = 50% van de bewegingen met type 7/3 wordt met 7/4 uitgevoerd
- ns (G) = nachtstraf van 5000 dagbewegingen verhoogd tot 3.16
- t2 (G) = 5% van de bewegingen met type 2/3 en 2/4 wordt met 3/3 uitgevoerd
- v7 (G) = 50% van de bewegingen met type 7/3 wordt met 7/4 uitgevoerd

Naast bovenstaande "realistische" simulaties is tevens een zeer extreme simulatie uitgevoerd, 22 (V), waarbij alle landingen van de 5^e baan (18) zijn verplaatst naar de Fokker-baan (22), zodat extreem veel landend verkeer over Amsterdam plaatsvindt.

Deze simulatie is toegevoegd naar aanleiding van het gestelde in het Advies van de Commissie Deskundigen Vliegtuiggeluid. In het Advies wordt gesteld dat met name

middels TVG-TNL onvoldoende bescherming geboden zou worden aan het dichtbevolkte en kwetsbare gebied van Amsterdam, en dat die bescherming middels TVG-LSP beter zou worden.

3.2. Rekenresultaten

In onderstaande tabel I zijn de resultaten van de simulatieberekeningen weergegeven. De tabel geeft de resultaten aan TVG-LSP weer als verschil ten opzichte van de referentieberekening ("30").

In de tabel zijn tevens de overeenkomstige resultaten aan TVG-TNL en TVG-Kassa weergegeven.

Tabel I Rekenresultaten van simulaties

Simulatie	Invloed in dB(A) ten opzichte van referentie		
	TVG-TNL	TVG-Kassa	TVG-LSP
30 (ref)	-	-	-
67	-0,03	-	-0,01
76	-0,04	-	+0,01
90	-0,02	-	-0,01
94	+0,01	-	-0,02
96	+0,02	-	+0,01
98	-0,02	-	-0,02
rg	-0,01	-	0,00
sh	+0,01	-	-0,01
sa	-0,03	-	+0,04
sr	0,00	-	+0,02
03	+0,05	-	-0,07
sg	0,00	-	0,00
rf	-0,14	-0,14	-0,11
2f	-0,08	-0,09	+0,11
b3	-0,11	-0,12	-0,04
v7	-0,04	-0,06	-0,05
ns	+0,04	+0,05	+0,04
t2	+0,02	+0,02	+0,02
v7	-0,04	-0,06	-0,05
22	*	-	+0,06

-: per definitie 0,00

*: niet berekend

4. BEOORDELING

Aan de hand van de resultaten van de simulaties kan worden vastgesteld dat TVG-LSP niet verdelingsonafhankelijk is.

De verdelingsafhankelijkheid van TVG-LSP is vrijwel even groot als die van TVG-TNL. Slechts TVG-Kassa is verdelingsonafhankelijk.

Op basis van de rekenresultaten van de simulaties aan de verdelingsafhankelijkheid kan worden vastgesteld dat de samengestelde verdelingsafhankelijkheid (vanwege meteo, vliegpadspreiding, routegebruik, etc.) voor zowel TVG-TNL als voor TVG-LSP ca. 0,13 à 0,15 dB(A) bedraagt.

N.B.: Hierbij zijn de resultaten uit tabel I voor de verschillende groepen simulaties (meteo, routes, spreiding, groot baanonderhoud) als absolute waarden gesommeerd. Sommatie van absolute waarden ligt in de rede omdat het teken van het resultaat van de simulaties veelal afhankelijk is van de "richting" van de gesimuleerde wijziging.

Vanuit statistisch oogpunt is ook te overwegen om kwadratische sommatie toe te passen; dan wordt een samengestelde verdelingsafhankelijkheid van 0,07 à 0,08 dB gevonden.

Nog significant geachte wijzigingen (gevoeligheidssimulaties NS, T2 en V7) geven effecten van $\pm 0,05$ dB(A).

Daarmee doet de situatie zich voor dat de ongewenste invloed vanwege verdelingsafhankelijkheid groter is dan de gewenste invloed van significant geachte wijzigingen in het luchtvaartproces.

De verdelingsafhankelijkheid (van TVG-LSP en TVG-TNL) is daarmee te groot om nog inpasbaar te zijn in het nieuwe normenstelsel.

Ook een meer directe herleiding van de verdelingsafhankelijkheid van 0,13 à 0,15 dB geeft een dergelijk inzicht. Voorzover een marge van 0,13 à 0,15 dB gehanteerd zou worden in het nieuwe normenstelsel in de grenswaardestelling voor TVG (een marge vanwege de niet volledige verdelingsonafhankelijkheid van TVG-TNL of TVG-LSP), komt dat overeen met een bandbreedte van ruim 16.000 vliegtuigbewegingen.

Op analytische gronden kan worden aangetoond dat een maat als TVG-LSP theoretisch verdelingsonafhankelijk is, mits de berekening over een voldoende groot studiegebied met een voldoende fijn raster wordt uitgevoerd.

Echter op analytische gronden is het ook duidelijk dat het TVG-LSP dan in zeer hoge mate wordt bepaald door de zeer hoge geluidniveaus op het luchthaventerrein, waardoor TVG-LSP nauwelijks zou reageren op wijzigingen in aan- of uitvliegprocedures ("stiller vliegen"). Om dat probleem te ondervangen heeft de Commissie Deskundigen

Vliegtuiggeluid aangegeven dat rasterpunten op het luchthaventerrein buiten beschouwing moeten blijven (weegfactor nul).

Door het hanteren van zo'n uitzonderingsgebied is echter TVG-LSP niet meer verdelingsonafhankelijk.

Uit de simulatie blijkt dat TVG-LSP dan vrijwel even slecht scoort op de eis van verdelingsonafhankelijkheid als TVG-TNL.

De invloed van technische operationele maatregelen (TOMS), welke beogen om stiller te vliegen, is voor TVG-LSP sterk afwijkend van de wijze waarop deze doorwerken in TVG-TNL en TVG-Kassa. Vooral bij de simulaties 2f en b3 zijn de verschillen groot.

Bij simulatie 2f is de invloed op TVG-LSP zelfs tegengesteld aan die in TVG-TNL en TVG-Kassa (+0,11 versus -0,09 DB).

Bovenstaande sterk afwijkende invloed van TOMS is te verklaren door het gegeven dat TVG-TNL en TVG-Kassa in sterke mate worden bepaald door punten op of nabij de 35 Ke-contour.

TVG-LSP wordt ook bepaald door punten met een hogere en lagere geluidbelasting c.q. door punten ver binnen en buiten de 35 Ke-contour.

Hierdoor is de (sterk) verschillende invloed van TOMS op TVG-LSP ten opzichte van de invloed op TVG-TNL en TVG-Kassa te verklaren.

Zoals in de probleemstelling (hoofdstuk 2) reeds aangegeven is één van de randvoorwaarden welke aan het TVG te stellen is, dat TOMS op een gelijkwaardige wijze doorwerkt in de geluidbelasting in de handhavingspunten respectievelijk in het TVG. TVG-TNL reageert, vanwege de referentiepunten welke deels tevens handhavingspunten zijn, inherent optimaal gelijkwaardig aan de geluidbelasting in de handhavingspunten. Waar TVG-LSP sterk verschillend van TVG-TNL reageert op TOMS, moet worden vastgesteld dat TVG-LSP niet op de beoogde wijze reageert op TOMS.

De gevoeligheid van TVG-LSP voor nog significant geachte wijzigingen in het luchtvaartproces (simulaties G) is gelijkwaardig aan de gevoeligheid van TVG-TNL en TVG-Kassa.

Aangezien de rasterfijnheid waarmee TVG-LSP wordt berekend mogelijk van invloed is op de resultaten van de simulaties, is de simulatie 03 (groot baanonderhoud), alsmede simulatie 30 (referentieberekening), tevens doorgerekend in een volledig 500 x 500 m raster.

Het doel hiervan is om ook op deze wijze aan te tonen dat de keuze om de simulaties deels te berekenen met een 1000 x 1000 m raster, een verantwoorde keuze is.

Met hantering van het fijne raster over het gehele studiegebied wordt voor simulatie 03 als resultaat voor TVG-LSP -0,07 gevonden. Dit resultaat is gelijk aan het in tabel I gegeven resultaat voor de berekening met het deels grovere raster.

Hiermee is afdoende aangetoond dat het in de simulaties gehanteerde raster een verantwoorde keuze is.

De (onrealistische) simulatie waarbij zeer veel landend verkeer over Amsterdam is verondersteld (simulatie "22") toont slechts een marginale toename van TVG-LSP.

TVG-LSP is, zonder een weging voor woondichtheid, niet extra gevoelig voor vluchten boven Amsterdam en biedt derhalve geen extra bescherming.

Overigens moet opgemerkt worden dat een extra gevoeligheid voor vluchten boven een specifiek gebied noch binnen TVG-TNL noch binnen TVG-LSP te verwachten is.

Bescherming van specifieke gebieden wordt geboden door handhavingspunten en niet door een TVG.

5. CONCLUSIES

Blijkens de uitgevoerde simulaties is het door de Commissie Deskundigen Vliegtuiggeluid aangereikte TVG-Landschap **niet** verdelingsonafhankelijk.

De verdelingsafhankelijkheid van TVG-Landschap is vrijwel even groot als die van TVG-TNL, welke onder andere om die reden door de Commissie werd afgewezen.

De door ONL ontwikkelde TVG-Kassa is wel verdelingsonafhankelijk.

TVG-Landschap voldoet **niet** aan de randvoorwaarden dat de invloed van maatregelen om stiller te vliegen (TOMS) gelijk/gelijkwaardig is aan de invloed welke die maatregelen hebben op de geluidbelasting in de handhavingspunten.

TVG-TNL en TVG-Kassa voldoen wel aan deze randvoorwaarden.

TVG-Landschap reageert met een vrijwel gelijke gevoeligheid op wijzigingen in aantal vliegtuigen, verdeling over het etmaal en de geluidproductie van vliegtuigen als TVG-TNL en TVG-Kassa.

Samenvattend moet worden vastgesteld dat TVG-Landschap significant slechter voldoet aan de vanuit het nieuwe normenstelsel te stellen randvoorwaarden dan TVG-TNL en TVG-Kassa.

Dit rapport bestaat uit:

12 pagina('s)

1 bijlage

Mook,



Bijlage I

BEREKENINGSMETHODE TVG-LANDSCHAP

ALGEMEEN

De geluidsbelasting in Lden wordt in een nader te bepalen gebied, het immissiegebied, rond de luchthaven berekend. Hiervoor kan in eerste instantie aangehouden worden het gebied van 55km*56km rond Schiphol. Het gebied is de vierhoek gedefinieerd door de hoekpunten (84000,455000) en (139000,511000) in rijksdriehoekscoördinaten. Immissiepunten op het luchthaventerrein worden niet meegenomen. De wettelijk vastgelegde berekeningsmethode voor Lden wordt gevolgd. Met behulp van de Lden-waarden in de rasterpunten wordt het TVG bepaald.

Het TVG in zijn meest algemene zin kan als volgt worden gedefinieerd:

1. De immissie in elk rasterpunt wordt bepaald door:

$$P_i = 10^{(L_i+75)/10}$$

Hierin zit een tijdsafhankelijke weegfunctie voor dag-, avond- en nachtperiode.

2. De algemene formule voor het TVG luidt:

$$TVG = 10 \log \left[\frac{\sum W_i P_i \Delta S_i}{\sum W_i \Delta S_i} \right] - 75$$

waarin $\Delta S_i = \delta x_i \delta y_i$

3. In deze (meest algemene) formulering is een plaatsafhankelijke weegfunctie opgenomen W_i . De definitie daarvan zou kunnen zijn:

$$W_i = N_i/N$$

waarin: N_i = lokale woondichtheid in rasterpunt i
 N = gemiddelde woondichtheid in immissiegebied.

Buiten immissiegebied geldt $W_i = 0$.

Vooralsnog wordt door de commissie de weegfunctie in elk punt in het immissiegebied op 1 gesteld. Later kan overwogen worden om deze nader te specificeren zoals bijvoorbeeld onder punt 3 aangegeven.

Voor het immissiegebied is nu een vierhoek gekozen, met uitzondering van het luchthaventerrein. Voor het berekeningsprincipe van het TVG is de keuze van het immissiegebied niet relevant. Een nadere definiëring van de vorm van het immissiegebied zal in een latere fase plaatsvinden.



6 Resultaten onderzoek beschermende werking van het huidige en nieuwe geluidstelsel Schiphol





NLR-CR-2001-373

Resultaten onderzoek beschermende werking van het huidige en nieuwe geluidstelsel Schiphol

F.J.M. Wubben en S.P. Galis

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van DGL/ONL, contractnummer DGRLD
2.00.73.804.1.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke
wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DGL/ONL.

Hoofdafdeling:	Luchtverkeer
Datum:	Augustus 2001
Rubricering van de titel:	Ongerubriceerd





Samenvatting

Het kabinet heeft besloten de bestaande milieu- en veiligheidsnormen van de Planologische Kernbeslissing (PKB) te vervangen door een nieuw, gelijkwaardig normenstelsel. Dit stelsel zal in 2003 in werking treden en zal in tegenstelling tot de huidige systematiek (Ke en LA_{eq}-nacht) gebaseerd worden op de geluidbelastingmaten L_{den} en L_{night}.

Het nieuwe geluidstelsel moet gelijkwaardig zijn aan de PKB-randvoorwaarden:

- geluid etmaal: maximaal 10.000 woningen in de 35 Ke-zone en aanzienlijk minder ernstig gehinderden binnen de 20 Ke-contour (indicatief referentiegetal 54.000);
- geluid nacht: maximaal 10.100 woningen in de LA_{eq} = 26 dB(A) nachtzone en aanzienlijk minder slaapgestoorden binnen de LA_{eq} = 20 dB(A) contour.

Het overgangsscenario dat aan de PKB randvoorwaarden voldoet wordt gebruikt voor het vaststellen van de grenswaarden.

De huidige systematiek is gebaseerd op een geluidzone met een daarbuiten geldende grenswaarde van 35 Ke waarbij voor Schiphol gehandhaafd wordt in ongeveer 250 zonepunten welke gelegen zijn in berekeningsnetwerkpunten net buiten de zone. Deze zonepunten liggen in het algemeen niet in woongebieden. Handhaving in de nieuwe systematiek vindt plaats in handhavingspunten welke in principe gelegen zijn in woongebieden op of nabij de 35 Ke contour. In dit onderzoek is een voorstel voor 30 handhavingspunten onderzocht. Daarnaast is er een grens gesteld aan het totale volume van de geluidimmissie (TVG) en zijn er regels voor baan- en routegebruik waarmee gereguleerd wordt, waar en wanneer er gevlogen kan worden.

In het kader van het onderzoek dat aan dit rapport ten grondslag ligt, stond de volgende vraag centraal:

Kan er buiten de 58 L_{den} contour behorende bij het overgangsscenario, een belasting in woongebieden optreden groter dan 58 dB(A) L_{den} zonder dat zich dat vertaalt in een overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek)? En zo ja, kan dit voorkomen worden door extra handhavingspunten toe te voegen?

Daarnaast is onderzocht hoe stabiel of variabel de geluidbelasting is in woongebieden in het gebied van 53 (equivalent aan 20 Ke) tot 58 dB(A) L_{den} (equivalent aan 35 Ke) zonder dat overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek) optreedt.

Beide systemen zijn onderworpen aan deze onderzoeksvragen. Het is de eerste keer dat de bestaande systematiek op deze onderzoeksvragen is onderzocht. Het onderzoek is alleen uitgevoerd voor de handhavingspunten voor L_{den} , niet voor L_{night} . Verwacht mag worden dat voor de L_{night} , de aard van de resultaten hetzelfde is als voor L_{den} .

Voor de nieuwe systematiek wordt in één simulatie in één woongebied een geluidbelastingswaarde hoger dan 58 dB(A) L_{den} geconstateerd in woongebieden tussen de 53 en 58 dB(A) referentiecontour. Het betreft een waarde van 58,2 dB(A) L_{den} . Voor de huidige systematiek zijn geen woongebieden gevonden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) referentiecontouren waar een hogere geluidbelastingswaarde voorkwam dan 58 dB(A) L_{den} . Op basis van bovenstaande kan gesteld worden dat er in de huidige systematiek weinig mogelijkheden zijn voor een verschuiving van de geluidbelasting in woongebieden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} contouren. In de nieuwe systematiek met 30 handhavingspunten zijn daar meer mogelijkheden voor. Het toevoegen van handhavingspunten zal naar verwachting leiden tot minder mogelijkheden voor verschuiving van de geluidbelasting in de genoemde gebieden.

Dit onderzoek naar de beschermende werking van het normenstelsel toont aan dat voor zowel de huidige als de nieuwe systematiek, de geluidbelasting ten opzichte van de referentieberekening kan toenemen in het gebied buiten de zone of handhavingspunten terwijl er geen overschrijding van de geluidnormen plaatsvindt. De referentieberekening is de geluidbelastingsberekening waarmee de grenswaarden in zonepunten of handhavingspunten worden bepaald. In het algemeen betreft dit een verschuiving van de geluidbelasting. Dat wil zeggen dat er zowel lokaties zijn aan te wijzen met een lokale toename in de geluidbelasting maar ook lokaties met een lokale afname van de geluidbelasting. In de opzet van de nieuwe systematiek waarborgt het TVG dat er geen toename in de totale geluidbelasting optreedt. De maximaal geconstateerde toename van de geluidbelasting L_{den} in woongebieden tussen de 53-58 dB(A) L_{den} bedraagt 2,6 dB(A) voor de nieuwe systematiek en 0,4 dB(A) voor de huidige systematiek. Deze waarden volgen uit een simulatie waarbij de vliegpadspreiding van het verkeer binnen de wettelijke luchtverkeerswegen zijn verschoven. Deze gesimuleerde verschuiving van de vliegpadspreiding kan als fors worden gekarakteriseerd maar wordt niet als onmogelijk beschouwd. Het verschil in de mogelijke toename in de geluidbelasting is terug te voeren op het verschil in het aantal "controlepunten" voor de huidige systematiek (~250 zonepunten) en de nieuwe systematiek (30 handhavingspunten).

Op basis van historische gegevens van jaarberekeningen voor Schiphol (FANOMOS) wordt voor de huidige systematiek slechts in uitzonderlijke gevallen een toename van de geluidbelasting buiten de 35 Ke referentiecontour geconstateerd, zonder dat er een



overschrijding in een nabij gelegen zonepunt heeft plaatsgevonden. Een overschrijding van een zonepunt leidt in het algemeen ook tot een toename van de geluidbelasting in het gebied gelegen buiten de zonepunten. De simulatieberekeningen laten een maximale toename van de geluidbelasting L_{den} , ten opzichte van de referentie, zien van 0,4 dB(A) voor de huidige systematiek, terwijl in de periode 1997 tot en met 2000 deze in de praktijk niet wordt geconstateerd. Hieruit valt op te maken dat de variaties die zijn bestudeerd bij de simulatieberekeningen groter zijn dan de werkelijke variaties die zijn opgetreden in de periode 1997 tot en met 2000.

Gezien de ligging en het aantal handhavingspunten kan op basis van een kwalitatieve analyse door NLR experts, gesteld worden dat het nieuwe normenstelsel geluid geen mogelijkheden biedt voor volumegroei ten gevolge van anticiperend vliegen, bijvoorbeeld door bewust de handhavingspunten te vermijden. In dit rapport zijn simulaties uitgevoerd voor 8 relevante parameters die de geluidbelasting beïnvloeden. Op basis van de kwalitatieve analyse lijkt het niet mogelijk om met de relevante parameters zodanig bewust te sturen dat volumegroei kan worden gerealiseerd.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	8
2. De handhaving in de huidige en de nieuwe systematiek vergeleken	10
3 Aanpak van het onderzoek	12
3.1 Inleiding	12
3.2 Historische ontwikkeling van de geluidbelasting	12
3.3 Rekensimulaties	12
3.4 Kwalitatieve analyse van de (on)mogelijkheid van anticiperend vliegen	18
4 Historische ontwikkelingen	19
5 Resultaten van simulaties	20
5.1 Vergelijking van ongeschaalde simulaties met referentieberekening	20
5.2 Globale volumeschaling	22
5.2.1 Schaalfactoren	22
5.2.2 Resultaten na volumeschaling	25
5.3 Lokale volumeschaling	27
6. Anticiperend vliegen in de buurt van handhavingspunten, kan dat?	32
7 Samenvatting en conclusies	36
8 Referentie	40

Appendices:

- A: Figuren historische ontwikkeling geluidbelasting
- B: Uitgangspunten simulatieberekeningen beschermende werking normenstelsel geluid
- C: Figuren: vergelijking ongeschaalde simulaties met referentie
- D: Figuren: vergelijking globaal geschaalde simulaties met referentie

(102 pagina's totaal, inclusief appendices)

Afkortingen

AAS	Amsterdam Airport Schiphol
AIP	Aeronautical Information Publication
ARN	Route genoemd naar vliegbaken ARNEM
BER	Route genoemd naar vliegbaken BERGI
dB(A)	decibel (A-gewogen)
DGL	Directoraat Generaal Luchtvaart
EHAM	ICAO codering voor de luchthaven Schiphol
FANOMOS	Flight track and Aircraft NOise MONitoring System
FMS	Flight Management System
ICAO	Internationale Civil Aviation Authority
Ke	Kosten eenheden
ILS	Instrumental Landing System
LAeq	Equivalente A-gewogen geluidbelasting
L _{den}	Dag, avond en nacht A-gewogen equivalente geluidbelasting
LGV	Laterale GeluidVerzwakking
LNAV	Lateral Navigation
LVNL	Luchtverkeersleiding Nederland
MER	Milieu Effect Rapportage
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
ONL	Ontwikkeling Nationale Luchthaven
PAM	Route genoemd naar vliegbaken PAMPUS
PKB	Planologische Kern Beslissing
RNAV	Area Navigation
SID	Standard Instrument Departure
TVG	Totale Volume Geluid
UDL	UitvoeringsDienst Luchtvaart
V&W	Verkeer en Waterstaat



1. Inleiding

Het kabinet heeft besloten de bestaande milieu- en veiligheidsnormen voor het vijfbanenstelsel op Schiphol, zoals vastgelegd in de PKB Schiphol, te vervangen door een nieuwe gelijkwaardige systematiek. Deze systematiek zal in 2003 in werking treden.

Het nieuwe geluidstelsel moet gelijkwaardig zijn aan de PKB-randvoorwaarden:

- geluid etmaal: maximaal 10.000 woningen in de 35 Ke-zone en aanzienlijk minder ernstig gehinderden binnen de 20 Ke-contour (indicatief referentiegetal 54.000);
- geluid nacht: maximaal 10.100 woningen in de LAeq = 26 dB(A) nachtzone en aanzienlijk minder slaapgestoorden binnen de LAeq = 20 dB(A) contour.

Het overgangsscenario dat aan de PKB randvoorwaarden voldoet wordt gebruikt voor het vaststellen van de grenswaarden.

De huidige systematiek is gebaseerd op een geluidzone met een daarbuiten geldende grenswaarde van 35 Ke waarbij voor Schiphol gehandhaafd wordt in ongeveer 250 zonepunten welke gelegen zijn in berekeningsnetwerk-punten net buiten de zone. Deze zonepunten liggen in het algemeen niet in woongebieden. Handhaving in de nieuwe systematiek vindt plaats in handhavingspunten welke in principe gelegen zijn in woongebieden op of nabij de 35 Ke contour. In dit onderzoek is een voorstel voor 30 handhavingspunten onderzocht. Daarnaast is er een grens gesteld aan het totale volume van de geluidemissie (TVG) en zijn er regels voor baan- en routegebruik waarmee gereguleerd wordt, waar en wanneer er gevlogen kan worden.

In het kader van het onderzoek dat aan dit rapport ten grondslag ligt, stond de volgende vraag centraal:

Kan er buiten de 58 L_{den} contour behorende bij het overgangsscenario, een belasting in woongebieden optreden groter dan 58 dB(A) L_{den} zonder dat zich dat vertaalt in een overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek)? En zo ja, kan dit voorkomen worden door extra handhavingspunten toe te voegen?

Daarnaast is onderzocht hoe stabiel of variabel de geluidbelasting is in woongebieden in het gebied van 58 tot 53 dB(A) L_{den} (equivalent aan 20 Ke) zonder dat overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek) optreedt.

De overgang van de huidige naar de nieuwe systematiek vindt plaats middels een Ke-overgangsscenario dat voldoet aan de genoemde randvoorwaarden van de PKB. Voor dit

passende scenario zijn tevens L_{den} -berekeningen uitgevoerd in handhavingspunten. De bijbehorende geluidbelastingwaarden in handhavingspunten zijn de grenswaarden waar in de toekomst op wordt gehandhaafd. In de praktijk wordt verwacht dat er ten opzichte van het passende verkeersscenario variaties zullen gaan optreden. Het scenario is immers een toekomstverwachting (situatie 2010) en door ontwikkelingen in vlootsamenstelling, vliegprocedures e.d., zal de feitelijke geluidbelasting in de loop der jaren wijzigen. Dit heeft tot gevolg dat er rekening mee gehouden moet worden dat de geluidbelasting zich anders zal gaan ontwikkelen dan geprognostiseerd. Middels simulatieberekeningen zijn variaties aangebracht in het passende scenario om te onderzoeken welke gevolgen dat kan hebben op de geluidbelasting buiten de 58 dB(A) L_{den} geluidcontour zonder dat er een overschrijding plaatsvindt van de geluidnormen in zowel de huidige als de nieuwe systematiek. In dit rapport wordt het passende scenario in het vervolg aangeduid als het referentiescenario.

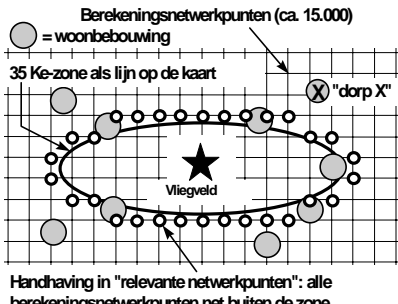
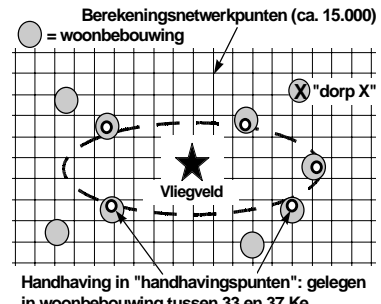
Het onderzoek beschreven in dit rapport is alleen uitgevoerd voor de handhavingspunten voor L_{den} , niet voor L_{night} . Verwacht mag worden dat voor de L_{night} , de aard van de resultaten hetzelfde is als voor L_{den} .

In dit rapport zal eerst worden ingegaan op de verschillen in handhaving tussen de huidige en de nieuwe systematiek (hoofdstuk 2). In hoofdstuk 3 volgt een beschrijving van de onderzoeks aanpak om bovenstaande onderzoeksvragen te kunnen beantwoorden. Hierbij is naar de historische ontwikkeling van de geluidbelasting gekeken en zijn berekeningen uitgevoerd met variaties in de parameters die de geluidbelasting beïnvloeden. Een beschrijving van de historische ontwikkeling van de geluidbelasting wordt gegeven in hoofdstuk 4, in hoofdstuk 5 gevolgd door de resultaten van de berekeningen met parameter variaties. Hoofdstuk 6 geeft een kwalitatieve beoordeling van de (on)mogelijkheden van anticiperend vliegen in de nieuwe normeringssystematiek. Tenslotte volgen in hoofdstuk 7 de conclusies van dit onderzoek.

2. De handhaving in de huidige en de nieuwe systematiek vergeleken

In onderstaande tabel 2.1 wordt een overzicht gegeven van de verschillen in de handhaving volgens de huidige- en de nieuwe systematiek.

Tabel 2.1 Vergelijking huidige en nieuwe systematiek

	Huidige systematiek	Nieuwe systematiek
		
a.	<p>De handhaving vindt plaats in de zogenoemde zonepunten: alle berekeningsnetwerk-punten net buiten de zone en rond de hele zone, op een onderlinge afstand van 500 m en soms in maar meestal buiten woongebieden.</p> <p>Het aantal zonepunten netwerkpunten is 250.</p> <p>De grenswaarde in elk punt is vastgesteld met een zoneberekening.</p> <p>In geen enkel zonepunt mag de voor dát punt vastgestelde grenswaarde worden overschreden.</p>	<p>De handhaving vindt plaats in "handhavingspunten", die (in principe) in woongebieden liggen, tussen de 33 en 37 Ke contour.</p> <p>Het aantal handhavingspunten is 30.</p> <p>De grenswaarde in elk punt is vastgesteld met de zoneberekening ad a.</p> <p>In geen enkel handhavingspunt mag de voor dát punt vastgestelde grenswaarde worden overschreden.</p>
b.	---	Er is een grenswaarde voor het totale volume van de geluidimmissie, TVG, die mag niet worden overschreden
c.	Er zijn regels voor baan- en routegebruik welke deels zijn vastgelegd in een convenant tussen de minister van V&W en LVNL en deels in de aanwijzing voor het 5-banenstelsel	Er zijn regels voor baan- en routegebruik welke een wettelijke status hebben.
<p><i>De bescherming van "dorp X": in dorp X, gelegen buiten de 35 Ke zone, is de geluidbelasting volgens de zoneberekening ad a, 31 Ke, in dorp X ligt geen handhavingspunt en geen zonepunt waarop wordt gehandhaafd.</i></p>		
d.	<p><u>Bescherming van dorp X:</u></p> <p>In dit onderzoek wordt ingegaan op de bescherming die wordt geboden ten gevolge van de zone. Volgens de Luchtvaartwet geldt de eis, dat buiten de zone (dus ook in "dorp X") de geluidbelasting t.g.v. het werkelijke gebruik van Schiphol nergens hoger mag zijn dan 35 Ke, de wettelijke grenswaarde (in "dorp X" wel hoger dan 31 Ke).</p>	<p><u>Bescherming van dorp X:</u></p> <p>In dit onderzoek wordt ingegaan op de bescherming die wordt geboden ten gevolge van handhavingspunten, TVG en regels voor baan- en routegebruik.</p> <p>Er is geen wettelijke grenswaarde, er is immers geen zone als "lijn op de kaart" meer en daardoor evenmin de eis, dat buiten die lijn de geluidbelasting t.g.v. het werkelijke gebruik van Schiphol nergens hoger mag zijn dan 35 Ke (of welke andere waarde dan ook</p>



De voornaamste inhoudelijke verschillen tussen het nieuwe en het huidige systeem zijn:

- de "handhavingspunten" in de nieuwe systematiek liggen (in principe) in woonbebouwing, de zonepunten in de huidige systematiek liggen in berekeningsnetwerkpunten met een onderlinge afstand van 500 m rond de hele zone, soms in maar meestal buiten woonbebouwing;
- er zijn aanzienlijk minder "handhavingspunten" (30) in de nieuwe systematiek dan zonepunten (250) in de huidige systematiek;
- in de nieuwe systematiek geldt naast de grenswaarde in elk handhavingspunt ook een grenswaarde voor het totale volume van de geluidimmissie, in de huidige systematiek niet.

3 Aanpak van het onderzoek

3.1 Inleiding

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvragen die zijn vermeld in de inleiding van dit rapport zijn een 3-tal deelonderzoeken uitgevoerd. Deze betreffen:

- een onderzoek naar de historische ontwikkeling van de geluidbelasting op Schiphol voor het 4-banen stelsel in de jaren 1997 tot en met 2000;
- L_{den} rekensimulaties waarbij gevarieerd is met die parameters die van invloed zijn op de geluidbelasting;
- een kwalitatieve analyse door NLR specialisten van de (on)mogelijkheid om anticiperend te vliegen nabij handhavingspunten om extra ruimte voor groei te creëren.

Onderstaand wordt per deelonderzoek een nadere uitleg gegeven van de aanpak. De resultaten van de deelonderzoeken staan in hoofdstuk 4, 5 en 6.

3.2 Historische ontwikkeling van de geluidbelasting

Om een eerste beeld te krijgen van de beschermende werking van de huidige systematiek voor het gebied buiten de 35 Ke geluidzone, zijn resultaten van jaarberekeningen¹ (FANOMOS) vergeleken met de voor dat jaar vigerende zoneberekening. Dit is uitgevoerd voor de jaren 1997 t/m 2000. Deze resultaten kunnen niet gebruikt worden voor een evaluatie van de nieuwe systematiek vanwege het feit dat in de geanalyseerde jaren reeds sturing² heeft plaatsgevonden op basis van de vigerende zone (zonepunten). De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in hoofdstuk 4.

3.3 Rekensimulaties

De geluidbelasting in een punt wordt bepaald door de volgende 8 parameters:

1. Het aantal vliegtuigbewegingen uitgesplitst naar start- en landing.
2. Verdeling van het aantal starts resp. landingen over het etmaal.
3. Verdeling aantal starts over de afstandsklassen.
4. Vlootsamenstelling, indeling in 9 gewichtscategorieën en 4 geluidsklassen.
5. De toegepaste operationele vliegprocedures, d.w.z. op wijze waarop wordt gestart en geland en in welke mate daarbij "stille" vliegprocedures worden toegepast (Bijv.: ICAO-A

¹ Jaarberekeningen zijn de geluidberekeningen die door het FANOMOS systeem worden uitgevoerd ten behoeve van de bewaking van de zich ontwikkelende geluidbelasting rond de luchthaven.

² in bijvoorbeeld het baangebruik om overschrijdingen te voorkomen

- of ICAO-B start; conventionele nadering of reduced flap nadering, idle thrust CDA; naderingshoogte 2000 of 3000 ft, enz).
6. De ligging van de grondpaden van de vertrek- en aankomstroutes (vanaf de start en tot en met de landing inclusief het deel van de holding naar touch-down), inclusief de spreiding.
 7. De verdeling van het aantal starts en landingen over de uit- respectievelijk de aanvliegeroutes en richtingen.
 8. De verdeling van het verkeer over de start- en landingsbanen (baangebruikspercentages).

Een verandering in de geluidbelasting is altijd terug te voeren op een variatie in één of meer van de bovenbeschreven parameters. In principe kan een variatie in één van deze parameters leiden tot een niet-uniforme toename van de geluidbelasting. Daarmee wordt bedoeld dat door wijziging van één of meer van de parameters, op de 58 dB(A) L_{den} -contour een sterkere toename³ in de geluidbelasting kan optreden dan binnen⁴ of/en buiten⁵ deze contour. Door dit niet-uniforme gedrag is het denkbaar dat de geluidbelasting in het binnen- of buitengebied stijgt ten opzichte van de referentie zonder dat er een overschrijding wordt geconstateerd in de geluidsnormen.

Hieronder wordt per parameter nagegaan of een wijziging in deze parameter kan leiden tot niet-uniforme effecten in de geluidbelasting:

- ad 1. **Aantal vliegtuigbewegingen.** Geen niet-uniform effect. Een toename van alleen het verkeersvolume leidt altijd tot dezelfde toename in het hele rekenalgoritme. In het nieuwe normenstelsel wordt dit gelimiteerd door de grenswaarde van het TVG.
- ad 2. **Verdeling over etmaal.** Doordat overdag andere routes en procedures worden gevlogen dan 's nachts kan de geluidbelasting lokaal in binnen- en buitengebied gaan wijzigen bij een andere verdeling van het verkeer binnen de etmaalperiodes, dag, avond en nacht die in de L_{den} geluidbelastingsmaat een rol spelen. Het effect wordt beperkt door de aanwezigheid van een nachtnormering uitgedrukt in de L_{night} geluidbelastingsmaat.
- ad 3. **Verdeling over afstandsklassen.** Een andere verdeling over de afstandsklassen kan leiden tot niet-uniforme effecten.
- ad 4. **Vlootsamenstelling.** Introductie van nieuwe vliegtuigen kan leiden tot niet-uniforme effecten. Het is denkbaar dat nieuwere vliegtuigen vooral dichtbij de luchthaven een geluidreductie laten zien indien toekomstige geluidwinsten zich met name zouden voordoen in de hogere frequenties van het geluidsspectrum. Door atmosferische demping wordt verder weg van de luchthaven vooral het geluid bij de lagere frequenties gehoord. Eventuele winsten in het geluid bij de hogere frequenties hebben verder weg van de

³ Indien over toename in de geluidbelasting wordt gesproken is dit ten opzichte van de referentie

⁴ In het vervolg wordt dit het binnengebied genoemd. Het gebied correspondeert met hogere L_{den} -waarden

⁵ Dit wordt in het vervolg het buitengebied genoemd. Het gebied correspondeert met lagere L_{den} -waarden.

- luchthaven dus nauwelijks effect. De winst treedt met name op kortere afstanden tot de luchthaven op.
- ad 5. **Vliegprocedures.** De introductie van nieuwe vliegprocedures kan leiden tot niet-uniforme effecten. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan startprocedures waarbij eerder of later van maximaal vermogen wordt overgeschakeld naar klimvermogen waardoor de geluidemissie zich met name rond de luchthaven concentreert of juist verder weg van de luchthaven. Dit is met name het verschil tussen de ICAO-A en ICAO-B startprocedures.
- ad 6. **Vliegpadspreiding.** Een wijziging in de vliegpadspreiding binnen de wettelijk vastgestelde luchtverkeerswegen (luchthavenverkeersbesluit) en de SID⁶-beschrijving resulteert per definitie plaatselijk in een lagere - en elders in een hogere geluidbelasting. Afwijking van de luchtverkeerswegen wordt tot een hoogte van 3000 ft voor maximaal 3% van het straalverkeer toegestaan. Aanpassing van een luchtverkeersweg of/en SID-beschrijving zal altijd moeten worden goedgekeurd door het bevoegd gezag. Binnen de luchtverkeerswegen is het echter denkbaar dat de vliegpadspreiding wijzigt door bijvoorbeeld verbeterde Flight Management Systemen (FMS) in vliegtuigen. Het is denkbaar dat een lokale wijziging van de spreiding leidt tot lagere individuele geluidniveaus ter plaatse van een handhavingspunt waardoor er meer verkeer geaccommodeerd zou kunnen worden binnen de grenswaarde. Globaal gezien zal een goed werkend TVG dit “ontzien” van handhavingspunten met het doel meer verkeer te accommoderen, voorkomen.
- ad 7. **Verdeling bewegingen over routes/richtingen.** Een andere verdeling van het verkeer over de routes/richtingen kan leiden tot niet-uniforme effecten. De vlootsamenstelling over een route kan hierdoor immers veranderen (zie item ad. 4) en daardoor de routespreiding (zie item ad. 6). Tevens kan de verhouding van start- en naderingen ter plaatse van zonepunten of een handhavingspunt in het buitengebied gaan wijzigen (zie item ad. 5). Segregatie van landend verkeer valt ook onder dit item.
- ad 8. **Baangebruik.** Middels het baangebruik kan indirect de verdeling van het verkeer over de routes beïnvloed worden (zie item ad. 7). Dit speelt met name in combinatie met segregatie een rol.

Deze analyse heeft geleid tot 12 L_{den} simulatieberekeningen waarbij steeds één van de besproken parameters vaak fors (veel groter dan wat in de praktijk mag worden verwacht) is gevarieerd en de andere parameters onveranderd zijn gebleven ten opzichte van de referentieberekening. Alleen de 12e simulatieberekening is een samenstel van meerdere

⁶ SID=standard instrument departure welke is vastgelegd in het Aeronautical Information Publication (AIP) waaraan gerefereerd wordt vanuit hoofdstuk 5 van de luchtvaartwet

parameters. In appendix B wordt een overzicht gegeven van uitgevoerde simulatieberekeningen.

De resultaten van de simulatieberekeningen zijn vergeleken met de resultaten van de referentieberekening. Daaruit blijkt dat voor de huidige systematiek overschrijdingen in zonepunten werden geconstateerd en voor de nieuwe systematiek overschrijdingen in handhavingspunten of/en het TVG. Om overschrijdingen te voorkomen zullen in de praktijk maatregelen worden genomen welke het verkeersvolume ter plaatse van de overschrijding verminderen en op andere plaatsen waar nog wel “geluidruimte” over is vermeerderen. Er zal altijd naar gestreefd worden om de ruimte die het TVG biedt zoveel mogelijk te benutten. Binnen het tijdsbestek het onderhavige onderzoek was het niet mogelijk om de verkeersbeschrijving zodanig aan te passen dat er nergens een overschrijding meer plaatsvond in enige geluidnorm. Het aanpassen van een verkeersbeschrijving (scenario) is namelijk een zeer arbeidsintensief proces.

Daarom is er in het kader van dit onderzoek voor gekozen om dit te simuleren door het totale verkeersvolume zodanig te schalen dat er net geen overschrijding meer plaatsvindt in enige geluidnorm, een zogenaamde volumeschaling. Bij globale volumeschaling wordt de geluidbelasting op het gehele berekeningsnetwerk met eenzelfde ΔL_{den} gecorrigeerd. De toe- of afname in verkeersvolume wordt berekend met de volgende formule:

$$1 + \frac{\Delta N}{N} = 10^{\frac{-\Delta L_{den}}{10}} \quad (3.1)$$

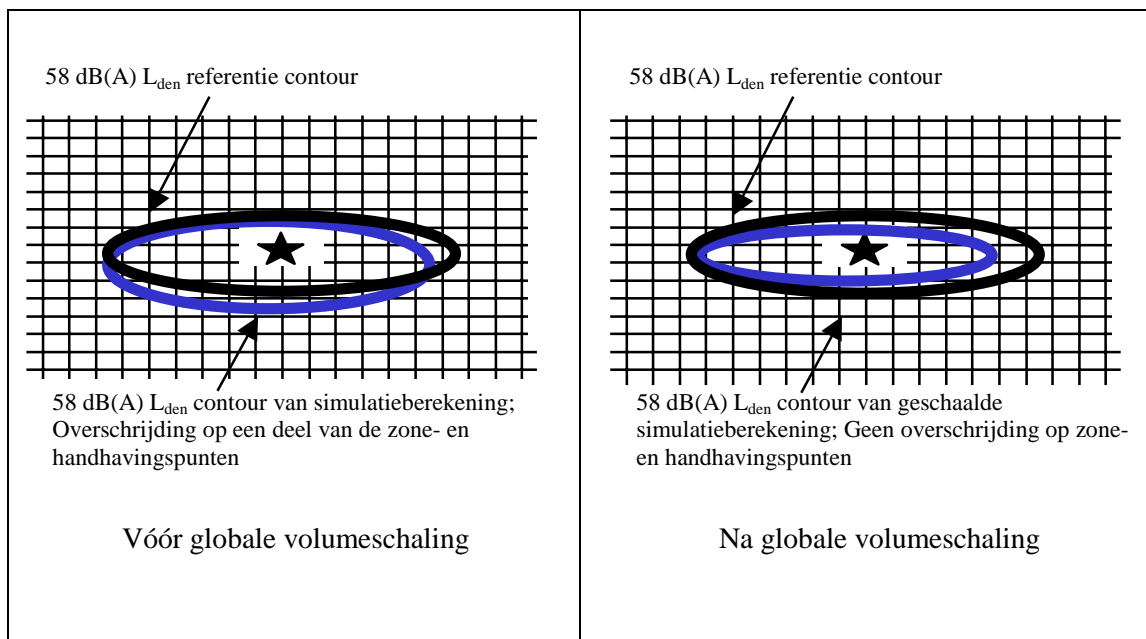
waarbij

ΔL_{den} in dB(A), het maximaal geconstateerde verschil in geluidbelasting tussen de simulatieberekening en de referentieberekening in zonepunten voor de huidige systematiek enerzijds, en in handhavingspunten en/of TVG voor de nieuwe systematiek anderzijds.

ΔN de toename in het aantal vliegbewegingen

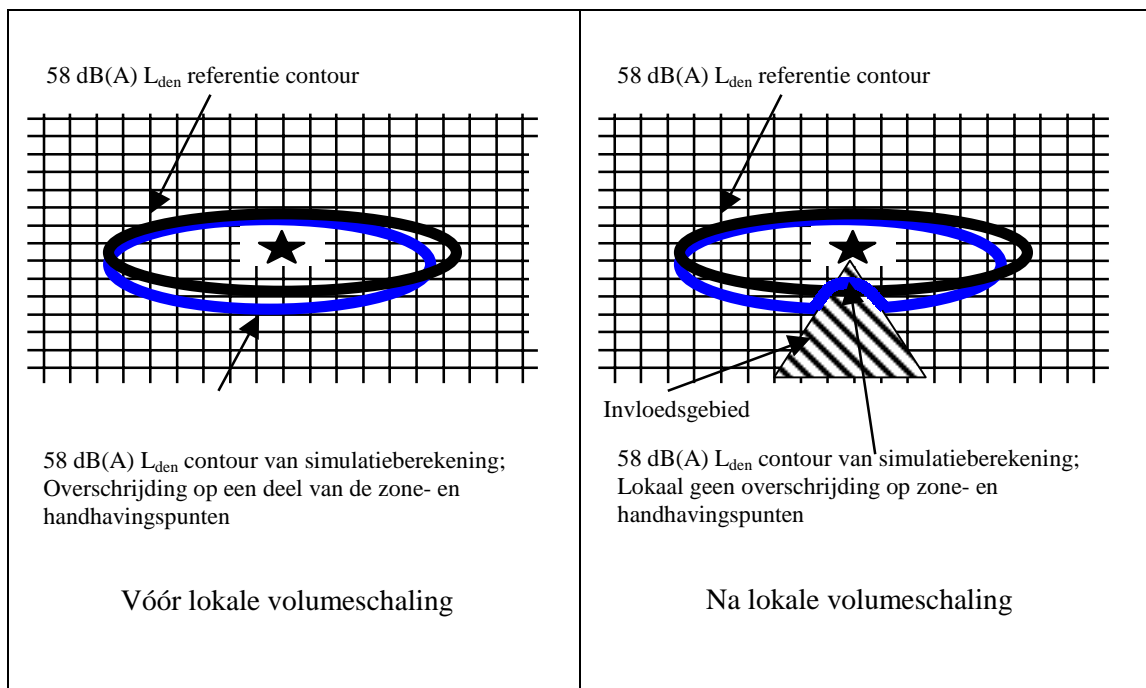
N het totaal aantal vliegbewegingen

De consequentie van globale volumeneerschaling is dat er lokaal te ver wordt teruggeschaald omdat alleen de maximaal geconstateerde overschrijding in enige norm maatgevend is in deze procedure. Onderstaande figuren (fig. 1) illustreren dit:



Figuur 1: Schematische weergave van lokale volumeschaling

Naast globale volume neerschaling zijn voor een aantal simulaties en een beperkt aantal zone- en handhavingspunten zogenaamde lokale analyses uitgevoerd. Hierbij is voor een lokaal gebied rond de beschouwde zone- en handhavingspunten, lokale volumeschaling toegepast om toch zo goed mogelijk aan te sluiten bij de effecten die in de praktijk zullen optreden ten gevolge van gerichte lokale stuurmaatregelen. Bij lokale neerschaling wordt de maatgevende lokale overschrijding gebruikt als basis voor de volumeschaling. Bij lokale volumeschaling is het TVG buiten beschouwing gelaten. In onderstaande figuur (fig. 2) wordt lokale volumeschaling grafisch toegelicht.



Figuur 2: Schematische weergave van lokale volumeschaling

Na volumeschaling is gekeken welke toename in de geluidbelasting optreedt in woongebieden (zie fig. B.3) gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} contour⁷ tussen de geschaalde simulatie- en referentieberekening. Voor globale schaling is gekeken in dit gehele gebied. Voor lokale schaling alleen voor woongebieden tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} contour in de nabijheid van de beschouwde zone- en handhavingspunten (het invloedsgebied).

Als uitgangsscenario voor de simulaties is gekozen voor het door de luchtvaartsector aan ONL geleverde L_{den} passende⁸ scenario voor het peiljaar 2010⁹. Dit scenario heeft NLR berekeningsnummer (ONL MER Schiphol 2003) 01-06-20 08:00:00 en bevat 525.000 bewegingen inclusief general aviation. Bij deze berekening zijn de posities van de L_{den} -handhavingspunten geleverd door DGL/ONL (zie figuur B.2 in appendix B). In appendix B wordt een overzicht gegeven van de uitgevoerde berekeningen en de daarbij gehanteerde uitgangspunten. De woongebieden zijn gedefinieerd in figuur B.3 van de appendix en zijn tevens geleverd door DGL/ONL.

De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in hoofdstuk 5.

⁷ Initieel zijn berekeningen uitgevoerd in Kosten eenheden. Door toedoen van de drempelwaarde in de Kosten methodiek en de daaruit resulterende niet-lineairiteiten in de resultaten, waren echter dusdanige volumeneerschalingen benodigd dat besloten is om deze analyses uit te voeren in de L_{den} dosismaat.

⁸ Passend binnen PKB grenzen.

⁹ Verwacht wordt dat voor een ander scenario en peiljaar dezelfde conclusies gelden.

3.4 Kwalitatieve analyse van de (on)mogelijkheid van anticiperend vliegen

Met eerdergenoemde simulaties worden alle parameters die de geluidbelasting bepalen onderzocht. De vraag is of het daarnaast mogelijk is om "anticiperend" te vliegen in de buurt van de handhavingspunten om de geluidbelasting alleen daar ter plekke te beperken, en daarmee extra ruimte voor groei te creëren.

Middels een discussie welke gevoerd is tussen NLR specialisten op het gebied van air traffic control, luchthaven capaciteitsvraagstukken en NLR vliegers zijn de volgende vragen behandeld:

- Is het waarschijnlijk/mogelijk om binnen de luchtverkeerswegen van startroutes structureel anders te vliegen dan het AIP¹⁰ aangeeft met als doel handhavingspunten te vermijden?
- Is het waarschijnlijk/mogelijk om binnen de luchtverkeerswegen de spreiding rond startroutes te verminderen om handhavingspunten te vermijden?
- Is het waarschijnlijk/mogelijk om bij naderingsroutes middels radar vectoring te anticiperen ter plaatse van handhavingspunten?
- Is het denkbaar dat er in de nabijheid van handhavingspunten geanticipeerd wordt in de vliegprocedure?

De resultaten van dit onderzoek zijn beschreven in hoofdstuk 6.

¹⁰ Aeronautical Information Publication



4 Historische ontwikkelingen

In figuren A.1 t/m A.4 uit appendix A worden de verschilresultaten in Kosten eenheden (Ke) getoond tussen de jaarberekening en de zoneberekening voor de jaren 1997 t/m 2000. Een zoneoverschrijding wordt aangegeven middels een rode stip ter plaatse van enig zonepunt. De andere stippen in de kaarten geven de netwerkpunten aan waar de geluidbelasting van de jaarberekening hoger is dan de geluidbelasting van de zoneberekening. De kleur van de stip correspondeert met een bepaalde range van Ke-niveaus (bijv. 20-30 Ke correspondeert met blauwe stippen). Daarbij worden alleen de stippen corresponderend met 20 Ke en hoger in dit rapport beschouwd.

Alle figuren laten overschrijdingen zien ter plaatse van zonepunten alhoewel het aantal afneemt met de jaren. In het algemeen (op enkele uitzonderingen na) geldt dat bij een zoneoverschrijding ook in het gebied buiten de zonepunten een toename in de geluidbelasting waarneembaar is. Er wordt echter in geen enkel geval een hogere waarde dan 35 Ke buiten de zonepunten geconstateerd.

Andersom komt ook voor: een toename in de geluidbelasting in het gebied buiten de zonepunten zonder dat er een overschrijding op de nabijgelegen zonepunten voorkomt. Dit is met name zichtbaar in het jaar 1997 buiten de landingslob van de Kaagbaan. In het jaar 2000 is dit effect alleen zichtbaar in één geïsoleerd punt bij de contourlob van de Buitenveldertbaan. Onderlinge vergelijking van de figuren toont een duidelijke daling van het aantal netwerkpunten waar een toename in de geluidbelasting in Ke wordt geconstateerd. Dit is enerzijds het gevolg van een betere sturing en anderzijds betere aansluiting van prognose met handhaving middels verbeterde modellering van de zoneberekening. In het jaar 2000 is een nieuwe zone van kracht geworden voor het S4S2 banenstelsel. De verbeterde modellering van met name het routestelsel (middels een correctie van de geluidbelasting middels deltavelden) is duidelijk zichtbaar in de daling van het aantal blauwe stippen.

Op basis van de resultaten van het jaar 1997-2000 (figuren A.1 t/m A.4 uit appendix A) kan gesteld worden dat het huidige normenstelsel slechts in uitzonderlijke gevallen een toename van de geluidbelasting buiten de 35 Ke te zien heeft gegeven zonder dat er een overschrijding in een nabijgelegen zonepunt geconstateerd is. Een overschrijding van een zonepunt leidt in het algemeen ook tot een toename van de geluidbelasting in het gebied gelegen buiten de zonepunten. In geen enkel geval is buiten de zonepunten een geluidbelasting geconstateerd welke hoger is dan 35 Ke.

5 Resultaten van simulaties

5.1 Vergelijking van ongeschaalde simulaties met referentieberekening

In dit hoofdstuk worden de resultaten behandeld (appendix C) van de ongeschaalde simulatieberekeningen bij vergelijking met het resultaat van de referentieberekening. Beide berekeningen bevatten dus een gelijk aantal vliegtuigbewegingen (525.000 inclusief general aviation).

In figuur C.1 uit appendix C worden de resultaten getoond van de gebruikte referentieberekening. Middels kleurenbanden zijn in figuren C.2 t/m C.12 de positieve verschillen in geluidbelasting gegeven tussen een simulatieberekening en de referentie (positief: de simulatie geeft een groter resultaat in het netwerkpunt dan de referentieberekening). De a-figuren laten alle positieve verschillen zien buiten de 58 dB(A) L_{den} -contour van de referentieberekening. De b-figuren geven alleen de positieve resultaten tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} welke tevens gelegen zijn in woongebieden. Indien in de tekst gesproken wordt over een toename in de geluidbelasting dan wordt hier een toename bedoeld ten opzichte van de corresponderende referentieberekening (een positief verschil in de figuren C.2 t/m C.12). Gebieden waar geen kleur voorkomt zijn gebieden waar de geluidbelasting afneemt ten opzichte van de referentie. Er is dus sprake van een verschuiving van de geluidbelasting ten gevolge van de simulatieberekeningen.

In het algemeen kan worden opgemerkt dat de a-figuren C.2 t/m C.12 uit appendix C, in grote gebieden een toename in de geluidbelasting laten zien ten gevolge van de onderzochte simulaties. Dit zijn voor het grootste deel toenames in gebieden met een geluidbelasting lager dan 53 dB(A) L_{den} (equivalent aan de 20 Ke contour). Dit blijkt met name als alleen de woongebieden beschouwd worden tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} -contouren (zie hiertoe de b-figuren van C.2 t/m C.12). In dit rapport wordt de analyses alleen uitgevoerd voor woongebieden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} .

Hieronder volgt een korte toelichting bij de figuren:

Figuur C.2 (simulatie 2): De figuur laat de relatieve effecten zien van het doorrekenen van alle verkeer op de kleinste afstandsklasse binnen de vliegtuigcategorie. Dit correspondeert met de laagste operationele vliegtuiggewichten. De figuur laat duidelijk zien dat dit toch kan leiden tot een toename in de geluidbelasting. Dit kan veroorzaakt worden door:

- a. het gebruik van andere prestatieprofielen waardoor bij andere stuwkrachts- en afstandswaarden wordt geïnterpoleerd (geëxtrapoleerd) in de geluidtabel;



- b. andere correcties t.g.v. de laterale geluidsverzwakking (LGV) doordat het vliegtuig zich op een andere hoogte bevindt. De correctie op het geluidniveau neemt af met toenemende hoogte.

Dicht bij de luchthaven wordt een toename in L_{den} tot 3 dB(A) waargenomen.

Figuur C.3 (simulatie 3): Uit deze figuur blijkt in een groot gebied rond de luchthaven een toename in de geluidbelasting L_{den} tot 1 dB(A) ten gevolge van het doorrekenen van het verkeer op de grootste afstandsklasse. Uit de tabel in bijlage B blijkt dat deze simulatie minder verstrekkend is dan simulatie 2. Vergelijking van figuur C.2 met figuur C.3 toont gebieden in figuur C.3 waar de geluidbelasting toeneemt, op die locaties waar witte vlekken voorkomen in figuur C.2. (ofwel lagere ΔL_{den} -waarden dan in de referentie). De getoonde effecten lijken in figuur C.2 voornamelijk gedomineerd te worden door LGV-effecten terwijl figuur C.3 meer het directe gevolg is van andere prestatiegegevens.

Figuur C.4 (simulatie 4): Deze figuur toont het effect van het gebruik van stillere vliegtuigen. De toename van de geluidbelasting blijkt zich met name op grotere afstand van de luchthaven voor te doen. Dit geldt ook voor het gebied bij Haarlem-Heemstede dat gedomineerd wordt door landend verkeer op baan 18, 19R en 27.

Figuur C.5 (simulatie 5): Deze figuur toont het effect van het gebruik van maximaal ICAO A starts en reduced flaps naderingen. Uit de figuur blijkt een zeer kleine toename doordat deze simulatie slechts een zeer beperkte wijziging is ten opzichte van de referentie.

Figuur C.6 (simulatie 6): Deze figuur toont het effect van het gebruik van minimaal ICAO A starts en reduced flaps naderingen. Uit de figuur blijkt een toename in de geluidbelasting langs zowel start als naderingsroutes.

Figuur C.7 (simulatie 7): Halvering van spreiding heeft per definitie geen effect op het TVG omdat het alleen leidt tot een andere verdeling van de geluidbelasting over de omgeving. Een toename in de geluidbelasting valt te verwachten rond de nominale routes. In de figuur is dit ook duidelijk waarneembaar. Op grotere afstanden van de nominale routes neemt de geluidbelasting juist af.

Figuur C.8 (simulatie 8): Verdere spreidingsreductie geeft een verdere toename van de geluidbelasting in smallere banden rond de nominale route. Met name op plaatsen waar normaliter grote spreiding optreedt (zoals bij het indraaien op het ILS van naderingen) is de toename in geluidbelasting door het niet toepassen van spreiding groot (tot 7 dB(A)).



Figuur C.9 (simulatie 9): Significante positieve verschillen (> 1 dB(A)) zijn zichtbaar op die plaatsen waar de vliegpadspreidingsgebieden zijn verplaatst binnen de wettelijke luchtverkeerswegen (zie figuur B.1 in bijlage B voor de verschoven spreidingsgebieden). Zeer grote effecten zijn zichtbaar voor de spreidingsgebieden van naderingen op baan 27 welke 2° verdraaid zijn naar het zuiden. Ook deze simulatie heeft geen effect op het TVG.

Figuur C.10 (simulatie 10): Verplaatsing van verkeer over routes leidt tot een redelijk uniforme toename van de geluidbelasting. In het geval dat per baan 10% van het verkeer op ARN/PAM (oostelijke richting) naar BER (noord-westelijke richting) wordt verplaatst, dan laat figuur C.10 een toename van de geluidbelasting zien van ten hoogste ca. 1 dB(A) ten westen van de luchthaven.

Figuur C.11 (simulatie 11): Indien het baangebruik, inclusief meteotoeslag, wordt gehanteerd voor een jaar met extreem weer (1998), dan laat figuur C.11 een toename van de geluidbelasting zien van maximaal ca. 3 dB(A). Deze toename treedt op door het gewijzigd baangebruik. Een toename treedt met name op in het centrum van Amsterdam, ten gevolge van een relatieve toename van landingen op baan 22. Ook deze simulatie heeft geen effect op het TVG.

Figuur C.12 (simulatie 12): Deze figuur beschrijft de 'worst case' situatie en laat de toename van de geluidbelasting zien t.g.v. het gelijktijdig optreden van:

- a. simulatie 3: alle verkeer op grootste afstandsklasse;
- b. simulatie 5: alle verkeer vliegt met minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen;
- c. simulatie 8: geen routespreiding;
- d. simulatie 9: gewijzigde routes;
- e. simulatie 10: verplaatsing spreidingsgebieden;
- f. simulatie 11: baangebruik voor jaar met extreem weer.

5.2 Globale volumeschaling

5.2.1 Schaalfactoren

In tabel 5.1 worden de resultaten samengevat van het TVG voor de referentie- en ongeschaalde simulatieberekeningen. Deze norm maakt alleen onderdeel uit van de nieuwe systematiek. De tabel toont de waarden van TVG en het verschil ten opzichte van de referentie. Een negatief verschil duidt op een verlaging van het TVG en een positieve waarde op een toename ten opzichte van de referentieberekening. Bijvoorbeeld onder simulatie 3 moet



dus een volumeneerschaling plaatsvinden wil het TVG de waarde van de referentie niet overschrijden.

Tabel 5.1 Berekende Totale Volume Geluidmissie (TVG) voor de referentie- en simulatiescenarios, en verschil tussen simulatie en referentie.

Simulatie:	Omschrijving:	TVG dB(A)	TVG _{simulatie} minus TVG _{referentie} (dB(A))
Referentie ONL-MER Schiphol 2003	Referentie ONL-fase 5, 525.000 bew. 2010	63,56	--
2	Alle verkeer op kleinste afstandsklasse	62,91	-0,65
3	Alle verkeer op grootste afstandsklasse	63,75	0,19
4	Alle verkeer één geluidklasse stiller	61,81	-1,74
5	Alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	63,47	-0,09
6	Alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	63,66	0,11
7	Alle verkeer halvering spreiding	63,56	0,00
8	Alle verkeer zonder spreiding	63,56	0,00
9	Verplaatsing spreidingsgebieden	63,56	0,00
10	Verplaatsing verkeer over routes	63,56	0,00
11	Baan gebruik voor jaar met extreem weer	63,56	0,00
12	'Worst case'	63,69	0,13

Tabel 5.2 toont het maximaal geconstateerde verschil in geluidbelasting tussen de ongeschaalde simulatieberekening en de referentieberekening in de zonepunten (zie ligging zonepunten in fig. D.1 van appendix D) en de handhavingspunten (zie fig. B.2 van appendix B). Een positieve waarde correspondeert met een noodzakelijke neerschaling om overschrijdingen in zone- en handhavingspunten te voorkomen.



Tabel 5.2 Verschil in geluidbelasting op zone- en handhavingspunten tussen ongeschaalde simulatieberekening en referentieberekening.

Simulatie:	Omschrijving:	ΔL_{den} , gelijk aan $L_{den,simulatie}$ minus $L_{den,referentie}$ (dB(A))	
		Huidige systematiek	Nieuwe systematiek
2	Alle verkeer op kleinste afstandsklasse	2,29	1,76
3	Alle verkeer op grootste afstandsklasse	0,44	0,31
4	Alle verkeer één geluidklasse stiller	-0,09	-0,57
5	Alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	0,00	0,00
6	Alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	1,03	0,86
7	Alle verkeer halvering spreiding	0,52	0,61
8	Alle verkeer zonder spreiding	1,37	0,95
9	Verplaatsing spreidingsgebieden	3,71	3,04
10	Verplaatsing verkeer over routes	0,50	0,27
11	Baan gebruik voor jaar met extreem weer	1,10	1,00
12	'Worst case'	6,03	5,01

Onderlinge vergelijking van tabel 5.1 en 5.2 laat zien dat de grootste verschillen ten opzichte van de referentie voor de nieuwe systematiek in alle gevallen gedecteerd wordt door de maximale waarde in enig handhavingspunt. Het TVG is dus in geen enkel geval de beperkende norm.

Vergelijking van het maximale verschil in geluidbelasting in zonepunten (huidige systematiek) met het maximale verschil in handhavingspunten (nieuwe systematiek) laat zien dat de grootste verschillen in het algemeen voor de huidige systematiek worden geconstateerd. Alleen voor simulatie 7 is het maximale verschil in handhavingspunten groter. Deze constatering komt niet onverwacht omdat het aantal zonepunten (ongeveer 250) veel groter is dan het aantal handhavingspunten (30).

De gecombineerde 'worst case' simulatie is een zeer extreme simulatie. Dit blijkt ook uit het hoge maximale verschil tussen simulatie en referentie op zone- cq. handhavingspunten, conform tabel 5.2. De overschrijding is dusdanig hoog dat dit leidt tot een buitensporige neerschaling van het verkeersvolume. Gezien het feit dat een dergelijke hoge overschrijding



wordt geconstateerd, wordt geconcludeerd dat voor deze simulatie geen goede basis bestaat voor een volumeneerschaling. Immers een neerschaling van 6 dB(A) komt overeen met een neerschaling naar slechts 25% van het verkeer. Ook bij simulatie 9, aanpassing enkele routes, worden hoge overschrijdingen geconstateerd. Deze overschrijdingen zijn echter lokaal, en volumeneerschaling kan in deze situatie beschouwd worden als een lokale volumemaatregel.

5.2.2 Resultaten na volumeschaling

De figuren D.2 t/m D.12, in appendix D, tonen de verschillen in geluidbelasting tussen de geschaalde resultaten van de simulatieberekening en de resultaten van de referentieberekening. De schaling van het simulatieresultaat is uitgevoerd voor zowel de huidige systematiek als voor de nieuwe systematiek door de resultaten van de simulaties te verkleinen met de ΔL_{den} -waarde uit tabel 5.2. Voor dit geschaalde simulatieresultaat wordt dus geen overschrijding meer geconstateerd in zonepunten enerzijds en handhavingspunten en TVG anderzijds. De a-figuren van D.2 t/m D.12 tonen steeds de toename in geluidbelasting uitgaande van de huidige systematiek en de b-figuren uitgaande van de nieuwe systematiek.

Uit de resultaten van de simulaties in bijlage D blijkt dat er zowel in gebieden binnen als buiten de 58 dB(A) L_{den} -contour een toename in de geluidbelasting kan voorkomen ten opzichte van de referentieberekening terwijl er geen overschrijding op zonepunten enerzijds en handhavingspunten of/en TVG anderzijds wordt geconstateerd. De gebieden zonder verkleuring zijn gebieden waar de geluidbelasting ten gevolge van de simulatie juist afneemt. Er is dus sprake van een verschuiving van de geluidbelasting ten gevolge van de simulaties. Gezien het feit dat voor de huidige systematiek de neerschaling in het algemeen groter is dan voor de nieuwe systematiek, zijn er voor de nieuwe systematiek vaak wat grotere gebieden aan te wijzen met een toename in de geluidbelasting. Gerealiseerd moet worden dat dit veelal het geval is op plaatsen met een geluidbelasting lager dan 53 dB(A) L_{den} . In het huidige onderzoek is alleen de toename in de geluidbelasting onderzocht in woongebieden, gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} -contour.

De figuren D.13a en D.13b geven de ΔL_{den} waarden als functie van de referentie-geluidbelasting L_{den} in woongebieden voor respectievelijk de huidige en de nieuwe systematiek. Langs de x-as staat de L_{den} -waarde van de referentieberekening uitgezet en langs de y-as, het corresponderende verschil tussen de geschaalde simulatie en de referentie in woongebieden. Iedere kleur behoort tot een simulatie. De figuren D.14a en D.14b zijn detailvergrotingen van D13a en D13b. Hierin worden alleen de *toenames* in de geluidbelasting L_{den} tussen de globaal geschaalde simulatie en referentieberekening in de woongebieden weergegeven.



In de figuren D.14a en D.14b kunnen twee zaken worden onderscheiden:

1. Een 'kritiek gebied' (aangegeven met het grijze vlak), waarvoor geldt dat de geluidbelasting L_{den} , van de geschaalde simulatieberekening in een woongebied buiten de 58 dB(A) geluidcontour, meer zou bedragen dan 58 dB(A).
2. Het geeft een overzicht van de gevonden toenames van de geluidbelasting, ΔL_{den} , tussen de geschaalde simulatie berekening en de referentieberekening, optredende in de woongebieden die in het referentie scenario een geluidbelasting L_{den} ondervinden tussen de 53 en 70 dB(A);

ad 1

Uit de figuren D.13a, D.13b, D.14a en D.14b blijkt dat voor de uitgevoerde simulaties die passen binnen zowel de huidige als de nieuwe systematiek, geen enkele ΔL_{den} waarde in het 'kritieke gebied' valt. Ofwel: zowel voor de huidige als de nieuwe systematiek is voor de doorgerekende simulaties geen geluidbelasting L_{den} in woongebieden buiten de equivalent van de 35 Ke geluidzone (te weten de 58 dB(A) L_{den} geluidzone) geconstateerd, die groter of gelijk is aan 58 dB(A). Daarmee kan worden geconcludeerd dat op basis van globale volumeschaling wordt voldaan aan het minimale beschermingsniveau van 35 Ke buiten de equivalent van de 35 Ke-geluidzone en in woongebieden, zoals in de huidige luchtvaartwet en aanwijzing wordt bedoeld.

ad 2

Binnen de huidige systematiek wordt in het gebied tussen 53 dB(A) (equivalent van 20 Ke) en 58 dB(A) (equivalent van 35 Ke) een maximale toename van de geluidbelasting L_{den} in woongebieden geconstateerd van 0,42 dB(A). Deze toename wordt veroorzaakt door simulatie 8, alle verkeer zonder spreiding.

Binnen de nieuwe systematiek wordt in het gebied tussen 53 dB(A) (equivalent van 20 Ke) en 58 dB(A) (equivalent van 35 Ke) een maximale toename van de geluidbelasting L_{den} in woongebieden geconstateerd van 0,84 dB(A). Deze toename wordt veroorzaakt door simulatie 8, alle verkeer zonder spreiding.

Op basis van globale volumeschaling kan worden geconcludeerd dat er een verschil van maximaal 0,84 versus 0,42 dB(A) in de toename van de geluidbelasting L_{den} in woongebieden buiten de 58 dB(A) L_{den} geluidcontour, wordt geconstateerd tussen de huidige en nieuwe systematiek. Het betreft hier een verschuiving van de geluidbelasting. Er zijn ook gebieden aan te wijzen waar de geluidbelasting juist afneemt.

5.3 Lokale volumeschaling

In de vorige paragraaf zijn de resultaten weergegeven voor iedere geschaalde simulatie middels volumeschaling. In werkelijkheid zullen met name specifieke, lokaal werkende stuurmaatregelen worden gebruikt om lokale overschrijdingen van geluidgrenswaarden te voorkomen. Dergelijke stuurmaatregelen zullen invloed hebben op het baan- en routegebruik en daarmee op het verkeersscenario dat aan de geluidbelastingsberekeningen ten grondslag ligt. Een volledige beschouwing van alle mogelijke stuurmaatregelen op alle mogelijke handhavingpunten is binnen het tijdbestek van het onderliggende onderzoek niet haalbaar.

Op basis van de b-figuren C.2 t/m C.12 uit appendix C zijn voor een aantal simulaties, gebieden geselecteerd die in aanmerking komen voor een verdergaande detailanalyse middels lokale volumeschaling. Deze lokale volumeschaling wordt representatief geacht voor de specifieke stuurmaatregelen die ten behoeve van de lokale (dreigende) overschrijding zullen worden genomen. De keuze voor specifieke gebieden en simulaties is gebaseerd op de combinatie van:

- het ontbreken van een handhavingpunt ter plaatse van het gebied;
- terwijl er wel zonepunten voorkomen;
- en er een significante toename in de geluidbelasting (tussen de ongeschaalde simulatie en referentie) wordt geconstateerd.

Onderstaande tabel geeft per simulatie het gebied aan waar detailanalyses met lokale volumeschaling hebben plaatsgevonden.

Tabel 5.3 Geselecteerde gebieden per simulatie voor lokale volumeschaling

Simulatie	Omschrijving:	Geselecteerde gebied voor lokale volumeschaling
2	Alle verkeer op kleinste afstandsklasse	Aalsmeer
6	Alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps naderingen	Buitenveldert/Amstelveen
7	Alle verkeer halvering spreiding	Uitgeest/Krommenie
8	Alle verkeer zonder spreiding	Uitgeest/Krommenie
9	Aanpassing spreidingsgebieden	de Kwakel/Uithoorn
10	Verplaatsing verkeer over routes	de Kwakel/Uithoorn
11	Baan gebruik voor jaar met extreem weer	Buitenveldert/Amstelveen

In tabel 5.4 staat de noodzakelijke lokale neerschaling in dB(A) weergegeven, zodanig dat er binnen de huidige systematiek lokaal geen overschrijdingen optreden op de beschouwde

zonepunten. Het maatgevende zonepunt wordt tevens genoemd in de tabel (zie voor ligging van dit punt figuur D.1 uit appendix D). Tevens staat de maximaal geconstateerde toename van de geluidbelasting ΔL_{den} (het verschil tussen de geluidbelasting L_{den} in de lokaal geschaalde simulatieberekening en de referentieberekening) in het lokale invloedsgebied¹¹ weergegeven.

Tabel 5.4 Noodzakelijke lokale neerschaling in beschouwde zonepunten zodanig dat binnen de huidige systematiek geen overschrijding op beschouwde zonepunten wordt geconstateerd en, de bijbehorende maximale geluidbelasting in het invloedsgebied en de maximale toename van de geluidbelasting ΔL_{den} in het invloedsgebied.

Simulatie	Omschrijving:	Lokale neerschaling (dB(A))	Bepalende zonepunt	Resultaat na lokale volumeschaling	
				Max. ΔL_{den} (dB(A))	Max. L_{den} waarde in invloedsgebied (dB(A))
2	Alle verkeer op kleinste afstandsklasse	2,16	146	<0,00	55,12
6	Alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	1,03	235	0,04	56,29
7	Alle verkeer halvering spreiding	0,52	123	0,33	56,57
8	Alle verkeer zonder spreiding	1,37	123	0,42	55,71
9	Verplaatsing spreidingsgebieden	2,98	201	0,44	56,04
10	Verplaatsing verkeer over routes	0,41	201	0,21	57,02
11	Baangebruik voor jaar met extreem weer	0,95	235	0,07	53,73

Uit tabel 5.4 blijkt een maximale toename van de geluidbelasting van 0,44 dB(A) voor simulatie 9, aanpassing spreidingsgebieden, zonder overschrijding van de geluidbelasting op de beschouwde zonepunten. In het invloedsgebied is in geen enkel geval een geluidbelasting waargenomen van meer dan 58 dB(A) L_{den} .

¹¹ woongebieden gelegen tussen de 53 dB(A) en 58 dB(A) referentiecontour en waarvan redelijkerwijs kan worden aangenomen dat deze gebieden beschermd worden door de beschouwde zonepunten



In tabel 5.5 staat de noodzakelijke lokale neerschaling in dB(A) weergegeven, zodanig dat er binnen de nieuwe systematiek lokaal geen overschrijding optreedt op enig handhavingspunt. Het bepalende handhavingspunt wordt tevens genoemd in de tabel (zie voor ligging van deze punten figuur B.2 appendix B). Tevens staat de maximaal geconstateerde toename van de geluidbelasting ΔL_{den} (het verschil tussen de geluidbelasting L_{den} in de lokaal geschaalde simulatieberekening en de referentieberekening) in het lokale invloedsgebied¹² weergegeven.

Tabel 5.5 Noodzakelijke lokale neerschaling in beschouwde handhavingspunten (HH-punten) zodanig dat binnen de *nieuwe* systematiek geen overschrijding op beschouwde *handhavingspunten* wordt geconstateerd en, de bijbehorende maximale geluidbelasting in het invloedsgebied en de maximale toename van de geluidbelasting ΔL_{den} in het invloedsgebied.

Simulatie	Omschrijving:	Lokale neerschaling (dB(A))	Bepalende HH-punt	Resultaat na lokale volumeschaling	
				Max. ΔL_{den} (dB(A))	Max L_{den} waarde in invloedsgebied (dB(A))
2	Alle verkeer op kleinste afstandsklasse	0,51	26	1,36	56,76
6	Alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen	0,86	18	0,21	57,06
7	Alle verkeer halvering spreiding	0,61	10	0,24	56,48
8	Alle verkeer zonder spreiding	0,72	10	1,07	56,36
9	Aanpassing spreidingsgebieden	0,81	22	2,62	58,21
10	Verplaatsing verkeer over routes	0,27	22	0,35	57,16
11	Baangebruik voor jaar met extreem weer	1,00	18	0,02	53,68

Uit tabel 5.5 blijkt een maximale toename van de geluidbelasting van 2,62 dB(A) voor simulatie 9, aanpassing spreidingsgebieden, zonder overschrijding van de geluidbelasting op de beschouwde handhavingspunten. In het invloedsgebied is voor één simulatie een

¹² woongebieden gelegen tussen de 53 dB(A) en 58 dB(A) referentiecontour en waarvan redelijkerwijs kan worden aangenomen dat deze gebieden beschermd worden door de beschouwde handhavingspunten



geluidbelasting waargenomen van meer dan 58 dB(A) L_{den} (na lokale schaling). Deze waarde bedraagt 58,21 dB(A), 2,26 dB(A) boven de waarde uit de referentieberekening en werd geconstateerd in de resultaten van simulatie 9.

Op basis van deze resultaten kan het volgende worden geconcludeerd:

1. In één simulatie is in één woongebied voor de nieuwe systematiek een geluidbelastingwaarde geconstateerd welke boven de 58 dB(A) L_{den} uitkwam in het invloedsgebied terwijl er lokaal geen overschrijding in handhavingspunten plaatsvond. Deze waarde bedraagt 58,2 dB(A) L_{den} . Voor de huidige systematiek werd dat in geen enkele simulatie geconstateerd.
2. Uit de resultaten in tabel 5.4 en 5.5 kan worden geconcludeerd dat het in de huidige systematiek mogelijk is dat in invloedsgebieden de geluidbelasting L_{den} met 0,44 dB(A) toeneemt t.o.v. de geluidbelasting behorende bij het referentiescenario zonder dat er een overschrijding op de beschouwde zonepunten plaatsvindt. Indien wordt gehandhaafd op basis van de nieuwe systematiek, dan toont het onderzoek aan dat er invloedsgebieden bestaan waar de geluidbelasting L_{den} met 2,62 dB(A) kan toenemen, t.o.v. de geluidbelasting behorende bij het referentiescenario. Gerealiseerd moet worden dat er ook gebieden voorkomen waar de geluidbelasting afneemt ten opzichte van de referentieberekening. Het betreft hier een verschuiving van de geluidbelasting. Het maximaal geconstateerde verschil in de toename van de geluidbelasting tussen de huidige en nieuwe systematiek wordt geconstateerd voor simulatie 9, aanpassing spreidingsgebieden en bedraagt 2,62 versus 0,44 dB(A). Dit verschil is terug te voeren op het feit dat in de huidige systematiek meer controlepunten (zonepunten) worden gehanteerd dan in de nieuwe systematiek (handhavingspunten). Meer controlepunten leidt tot minder verschuivingsmogelijkheden. Indien in een bepaald gebied verschuiving van de geluidbelasting ongewenst is, dan kan dit effect middels het toevoegen van handhavingspunten worden beperkt.
3. De nieuwe systematiek biedt meer mogelijkheden voor verschuiving van de geluidbelasting in de achtergelegen woongebieden ten opzichte van de huidige systematiek. Het verplaatsen van spreidingsgebieden (simulatie 9) blijkt tot het grootste verschil in de toename van de geluidbelasting in het invloedsgebied te leiden tussen de nieuwe en huidige systematiek. In deze simulatie zijn drie spreidingsgebieden verplaatst binnen de luchtverkeerswegen¹³ van startroutes en één spreidingsgebied van een

¹³ In de huidige – en nieuwe systematiek is een verschuiving van de gemiddelde vliegbaan mogelijk door bijvoorbeeld verbeterde Flight Management Systemen (FMS) in vliegtuigen zolang de vliegbanen zich maar binnen het vastgestelde



naderingsroute is 2° verdraaid. Het is mogelijk dat een andere verplaatsing van de beschouwde spreidingsgebieden of een verplaatsing van andere spreidingsgebieden tot een andere maximale toename in de geluidbelasting zullen leiden in het invloedsgebied, dan gerapporteerd in dit rapport. In dit onderzoek is niet gezocht naar de verplaatsing van een spreidingsgebied welke uiteindelijk leidt tot de grootste toename in de geluidbelasting in het invloedsgebied zonder dat er een overschrijding plaatsvindt in de corresponderende zone- en handhavingspunten.



6. Anticiperend vliegen in de buurt van handhavingspunten, kan dat?

In bovenstaande simulaties zijn alle parameters die de geluidbelasting bepalen onderzocht. De vraag is of het daarnaast mogelijk is om "anticiperend" te vliegen in de buurt van de handhavingspunten om de geluidbelasting alleen daar ter plekke te beperken, en daarmee extra ruimte voor groei te creëren.

Hieronder volgt een compilatie van een discussie die gevoerd is tussen NLR specialisten op het gebied van air traffic control, luchthaven capaciteitsvraagstukken en NLR vliegers.

Is het waarschijnlijk/mogelijk om binnen de luchtverkeerswegen van startroutes structureel anders te vliegen dan het AIP aangeeft met als doel handhavingspunten te vermijden?

Hierbij zijn twee mogelijkheden te onderscheiden: een afwijking geïnitieerd door vliegers of een afwijking geïnitieerd door verkeersleiders.

Afwijking door vliegers

Vliegers wijken zonder toestemming van verkeersleiders niet (of zeer zelden) af van de SID (Standard Instrument Departure). Ten eerste garandeert een SID de "obstacle clearance" zoals een vlieger die graag wenst. Ten tweede selecteren de meeste vliegers direct na vertrek de autopilot (LNAV-mode). Vliegtechnisch gezien is dit ook wenselijk. Het is het meest simpel en het verlaagt de hoge werklast vlak na de start. Dit wordt aangemoedigd in het AIP: "connect FMS¹⁴ and autopilot as early as possible" (AIP EHAM AD 2-2-7.3). Hiervan wordt zelden door vliegers afgeweken bijvoorbeeld alleen indien de SID track door het FMS moeilijk te volgen is (direct een linkerbocht op 500 feet of windschering). De vlieger selecteert in dat geval de "heading mode". In de LNAV mode volgt het vliegtuig de track van de SID zoals gecodeerd in het FMS. De waypointcodering van de SIDs in het FMS is voorgeschreven in het AIP. Het is de operator door de UDL (Uitvoeringsdienst Luchtvaart) verboden andere waypoints in het FMS te coderen dan in het AIP vermeld staan (AIP EHAM AD 2-2-7.3 "It is prohibited to code other waypoints"). Over het algemeen zullen vliegers gewoon de officieel gepubliceerde waypoints (AIP) volgen van de SID.

Uitvoering door verkeersleiders

Op dit moment geldt op Schiphol de regel dat maximaal 3% van het straalverkeer onder 3000 ft hoogte middels een aanvullende instructie mag afwijken van de vertrekroute. Ook in de

¹⁴ Flight Management System



toekomst zal dit worden gehanteerd. De aanvullende instructies zijn primair bedoeld om separatie te garanderen en conflicten te vermijden. Een verkeersleider heeft op dit moment geen aandacht voor ligging van woongebieden (de radarschermen bevatten alleen de locaties van bakens en intersecties) laat staan de locatie van handhavingspunten.

Samenvattend lijkt het zeer onwaarschijnlijk dat de startroutes niet volgens het AIP uitgevoerd worden, behalve de toegestane percentages afwijkende instructies. Het is zeer onwaarschijnlijk dat binnen de grenzen van de afwijkende instructies, structureel handhavingspunten worden vermeden.

Is het waarschijnlijk/mogelijk om binnen de luchtverkeerswegen de spreiding rond startroutes te verminderen om handhavingspunten te vermijden?

Belangrijk in deze is dat voornamelijk de autopilotgains de nauwkeurigheid bepalen waarmee een vliegtuig de SID afvliegt. Het is dus belangrijk dat de SIDs “RNAV¹⁵ georiënteerd” zijn d.w.z. dat de SIDs geoptimaliseerd zijn naar waypointcodering. Op die manier is de spreiding rond startroutes te verminderen. Daarnaast zou het aantal waypoints in de FMS codering verhoogd kunnen worden wat de spreiding vermindert. Indien meer verkeerssegregatie wordt toegepast (props bij props etc) zal de verkeersleiding ook minder vliegtuigen van de SID af hoeven plukken ten behoeve van separatie doeleinden. De FMS codering is zoals eerder opgemerkt niet vrij te kiezen, zodat een lokale reductie van de routespreiding ter plaatse van handhavingspunten alleen mogelijk lijkt indien dit het gevolg is van de optimalisatie van een ontworpen SID.

Is het waarschijnlijk/mogelijk om bij naderingsroutes middels radar vectoring¹⁶ te anticiperen t.p.v. handhavingspunten?

Radar vectoren vindt plaats voordat het vliegtuig zich op het instrument landing systeem (ILS) bevindt. De gekozen handhavingspunten die voornamelijk met landingen corresponderen liggen vrijwel allemaal langs het ILS glijpad waarvan in laterale en verticale zin niet moet worden afgeweken. De geluidbelastingwaarden in handhavingspunten worden nauwelijks beïnvloed door de gevolgen van radar vectoren. Alleen de waarden in handhavingspunten gelegen op de uiteinden van lange landingslobben in de geluidcontour kunnen hierdoor beïnvloed worden. Zo al van anticipatie ter plekke van deze punten sprake kan zijn, zal een eventuele groei van het volume daar ter plekke onmogelijk worden gemaakt door andere handhavingspunten gelegen langs het ILS glijpad.

¹⁵ Area Navigation

¹⁶ het separeren van vliegtuigen middels instructies van de verkeersleider aan de piloot



Is het denkbaar dat er in de nabijheid van handhavingspunten geanticipeerd wordt in de vliegprocedure?

Afhankelijk van de afstand van de baan tot het handhavingspunt, kan het verticale klimprofiel aangepast worden, b.v. steil uitklimmen en klimvermogen reduceren voor het overvliegen van een handhavingspunt (dit zou in principe ook mogelijk zijn in de huidige systematiek met zonepunten). Zo'n aanpassing wordt door de vliegtuigen alleen uitgevoerd indien de procedure door de vliegtuigmaatschappijen vastgelegd wordt in een standard operating procedure (en dus bekend bij de UDL). Daarbij moet wel in het achterhoofd gehouden worden dat een operator zoals KLM een sterke voorkeur heeft voor één klimprofiel voor alle SID's. Dit bemoeilijkt het eventueel invoeren van verschillende klimprofielen voor verschillende SID's.

Normaal gesproken zal een verkeersvlieger dit niet doen. "Even het gas dicht trekken" betekent om effect te hebben, op z'n minst ½ nm voor tot een ½ nm na het handhavingspunt vermogen te reduceren. Tijdens het manoeuvreren in de nadering met het doel gestabiliseerd te raken op de ILS (downwind, base en het intercepten van de localizer) heeft het vliegtuig deze mogelijkheid niet. Het reduceren van het vermogen heeft direct gevolg voor de snelheid of hoogte, en werkt destabiliserend op het vliegpad.

Daarbij dient de vlieger tijdens het "vectoren" dus ook nauwkeurig zijn positie te weten om überhaupt op het juiste moment het vermogen te reduceren. Op dit traject is het dus erg onwaarschijnlijk.

Het is denkbaar dat een vlieger tijdens de nadering, op de ILS, mits volledig gestabiliseerd, een (gecreëerde) geringe overspeed (b.v. 10 kts) ter plaatse van een handhavingspunt (handhavingspunt is op de ILS makkelijk te relateren aan een hoogte) corrigeert dmv het reduceren van de thrustsetting. Echter, gezien de veelvuldige snelheidsinstructies van de verkeersleider aan de piloot ten behoeve van de separatie met ander verkeer, atmosferische omstandigheden (wind, windshear, slecht zicht etc.) zal in praktijk zo'n ontlastende actie niet vaak voorkomen. Een vlieger zal niet met opzet afwijken van een door de verkeersleider opgedragen snelheid omdat de separatie dan in het gedrang komt. Bijkomende voorwaarde is dat er ook slechts één handhavingspunt op de ILS staat. Bij twee of meer handhavingspunten in serie zal de vlieger er geheel vanaf zien.

Conclusie

Gezien het bovenstaande lijkt het nauwelijks mogelijk om op structurele basis anticiperend te vliegen in de buurt van handhavingspunten. De ligging van de handhavingspunten ten opzichte van de luchthaven is zo verschillend van punt tot punt dat een algemene maatregel in de buurt van alle handhavingspunten onmogelijk is. Mogelijkheden voor maatregelen specifiek per handhavingspunt lijken zeer beperkt doordat dit alleen mogelijk is door structureel af te wijken van SID-instructies voor starts en het hanteren van routeafhankelijke



vliegprocedures. Dit is een uiterst ongewenste situatie die de veiligheid rond de luchthaven niet ten goede komt.

Eventuele volumegroei ten gevolge van anticiperend vliegen is alleen mogelijk als op die handhavingspunten, welke significant beïnvloed worden door één vlucht, winst geboekt kan worden. Door wisselende weersomstandigheden zal eventuele volumegroei echter niet beperkt kunnen blijven tot één baan waardoor het effect van anticiperend vliegen op alle handhavingspunten noodzakelijk zal zijn. Gezien het grote aantal handhavingspunten (30) welke elk vragen om een eigen maatregel (voor zover dat dus al mogelijk is) kan gesteld worden dat de nieuwe systematiek voor geluid geen mogelijkheden biedt voor volumegroei ten gevolge van anticiperend vliegen. Ten overvloede wordt hier nogmaals gemeld dat de nieuwe systematiek een grens stelt aan de totale geluidimmissie middels het Totale Volume Geluid (TVG).

Gezien het bovenstaande lijkt het niet mogelijk om de simulaties zoals beschreven in hoofdstuk 5 bewust in te zetten om volumegroei te realiseren. In het algemeen zullen de verschuivingen in de geluidbelasting veroorzaakt worden door de volgende factoren:

- niet-beïnvloedbare factoren zoals bijvoorbeeld de meteorologische omstandigheden in enig (gebruiksplan)jaar,
- markttechnische factoren zoals bijvoorbeeld een bepaalde groei in een specifiek marktsegment waardoor er meer vluchten naar het oosten vliegen en minder naar het westen,
- (bron)technische factoren zoals bijvoorbeeld het aanschaffen van nieuwe vliegtuigen waardoor het geluid anders over de omgeving wordt verdeeld,
- operationele factoren zoals bijvoorbeeld het vliegen van nieuwe vliegprocedures of een aanpassing van het preferentieel baangebruik.

7 Samenvatting en conclusies

Samenvatting

In dit rapport is de beschermende werking van het nieuwe normenstelsel geluid vergeleken met de huidige systematiek van normering.

De huidige systematiek is gebaseerd op een geluidzone met een daarbuiten geldende grenswaarde van 35 Ke waarbij voor Schiphol gehandhaafd wordt in ongeveer 250 relevante netwerkpunten (zonepunten) welke gelegen zijn in berekeningsnetwerkpunten net buiten de zone. Deze zonepunten liggen in het algemeen niet in woongebieden. Handhaving in de nieuwe systematiek vindt plaats in handhavingspunten welke in principe gelegen zijn in woongebieden in de buurt van de 35 Ke contour. In dit onderzoek is een voorstel voor 30 handhavingspunten onderzocht. Daarnaast is er een grens gesteld aan het totale volume van de geluidmissie (TVG) en zijn er regels opgesteld voor het baan- en routegebruik waarmee gereguleerd wordt, waar en wanneer er gevlogen kan worden.

In het kader van het onderzoek dat aan dit rapport ten grondslag ligt, stonden de volgende vragen centraal:

Kan er buiten de 58 L_{den} contour, behorende bij het overgangsscenario, een belasting in woongebieden optreden groter dan 58 dB(A) L_{den} zonder dat zich dat vertaalt in een overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek)? En zo ja, kan dit voorkomen worden door extra handhavingspunten toe te voegen?

Daarnaast is onderzocht hoe stabiel of variabel de geluidbelasting is in woongebieden in het gebied van 53 tot 58 dB(A) L_{den} (equivalent aan 20 Ke) zonder dat er een overschrijding van de zonepunten (huidige systematiek) respectievelijk de handhavingspunten (nieuwe systematiek) optreedt.

Beide systemen zijn onderworpen aan deze onderzoeksvragen. Het is de eerste keer dat de bestaande systematiek op deze onderzoeksvragen is onderzocht. Het onderzoek is alleen uitgevoerd voor de handhavingspunten voor L_{den} , niet voor L_{night} . Verwacht mag worden dat voor de L_{night} , de aard van de resultaten hetzelfde is als voor L_{den} .

Het onderzoek is opgedeeld in 3 deelonderzoeken:

- Onderzoek naar de historische ontwikkeling van de geluidbelasting rond Schiphol voor de periode 1997 t/m 2000 waarbij de gerealiseerde geluidbelasting (jaarberekening uit



FANOMOS) vergeleken is met de geluidbelasting uit de vigerende zone. Dit onderzoek heeft alleen betrekking op de huidige systematiek.

- Onderzoek waarin middels 12 simulatieberekeningen de variatie in de geluidbelasting is onderzocht ten gevolge van variaties in 8 relevante parameters. De toegepaste variaties zijn in het algemeen groter dan wat in de praktijk mag worden verwacht. De simulatieberekeningen leiden tot overschrijdingen in zonepunten, handhavingspunten en TVG ten opzichte van de referentieberekening. Middels globale neerschaling van het verkeersvolume van de simulatieberekening is er voor gezorgd dat er geen overschrijding meer plaatsvond in zonepunten enerzijds, en handhavingspunten en TVG anderzijds. Vervolgens is voor de huidige en nieuwe systematiek gekeken welke verandering in de geluidbelasting optreedt in woongebieden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} -contour. Deze L_{den} contouren zijn qua ligging vergelijkbaar met de 20 respectievelijk 35 Ke-contouren.

Naast deze analyse methode zijn ook enkele detailanalyses uitgevoerd waarbij alleen lokaal het verkeersvolume (lokale volumeneerschaling) is geschaald zodat alleen op geselecteerde zone- en handhavingspunten geen overschrijding van de geluidbelasting optreedt. Vervolgens is de verandering in de geluidbelasting onderzocht in woongebieden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} in de nabijheid van de beschouwde punten. Lokale volumeschaling is een tijdrovend proces waardoor dit niet is uitgevoerd voor alle 12 in dit rapport beschreven simulaties en het aantal gebieden waar naar is gekeken beperkt is.

- Kwalitatief onderzoek waarbij middels expert opinions gekeken is naar de mogelijkheid om anticiperend te vliegen in de nabijheid van handhavingspunten (bijvoorbeeld de handhavingspunten bewust vermijden zodat in de handhavingspunten een lage geluidbelasting wordt veroorzaakt maar in het gebied buiten de handhavingspunten een hoge geluidbelasting) met als doel extra ruimte voor groei te creëren.

Conclusies

Hieronder volgen de conclusies uit de uitgevoerde onderzoeken. Daarbij de opmerking dat deze conclusies uiteraard alleen gelden voor de in dit onderzoek uitgevoerde simulaties. Het is mogelijk dat er zich in de praktijk andere omstandigheden voordoen die kunnen leiden tot andere conclusies.

A. Historisch onderzoek

Op basis van historische gegevens van jaarberekeningen voor Schiphol (FANOMOS) voor de periode 1997 tot en met 2000 wordt voor de huidige systematiek slechts in uitzonderlijke gevallen een toename van de geluidbelasting buiten de 35 Ke referentiecontour geconstateerd, zonder dat er een overschrijding in een nabij gelegen zonepunt heeft plaatsgevonden. Een overschrijding van een zonepunt leidt in het algemeen ook tot een toename van de



geluidbelasting in het gebied gelegen buiten de zonepunten. Hieruit valt op te maken dat de variaties die zijn bestudeerd bij de simulatieberekeningen groter zijn dan de werkelijke variaties die zijn opgetreden in de periode 1997 tot en met 2000.

B. Simulaties

Voor de nieuwe systematiek wordt in één simulatie een geluidbelastingswaarde hoger dan 58 dB(A) L_{den} geconstateerd in woongebieden tussen de 53 en 58 dB(A) referentiecontour. Deze waarde bedraagt 58,2 dB(A) L_{den} . Dit is geconstateerd middels een detailanalyse (lokale volumeschaling) van de simulatie waarbij de vliegpadspreidingsgebieden van enkele routes zijn verschoven binnen de wettelijke luchtverkeerswegen (simulatie 9). Deze verschuiving van de vliegpadspreiding kan als fors worden gekarakteriseerd maar wordt niet als onmogelijk beschouwd. Door handhavingspunten toe te voegen kan worden voorkomen dat een geluidbelasting L_{den} boven de 58 dB(A) optreedt in woongebieden tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} contour. Voor de huidige systematiek zijn geen woongebieden gevonden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) referentiecontouren waar een hogere geluidbelastingswaarde voorkwam dan 58 dB(A) L_{den} .

Voor zowel de nieuwe als de huidige systematiek kan buiten de 58 dB(A) L_{den} referentiecontour (equivalent aan de 35 Ke contour) de geluidbelasting toenemen terwijl er geen overschrijdingen van de grenswaarden in de handhavingspunten respectievelijk zonepunten plaatsvinden. Bij het eerdergenoemde historisch onderzoek kwam dit slechts in uitzonderlijke gevallen voor. Hieruit valt op te maken dat de variaties die zijn bestudeerd bij de simulatieberekeningen groter zijn dan de werkelijke variaties die zijn opgetreden in de periode 1997 tot en met 2000. De maximaal geconstateerde toename van de geluidbelasting L_{den} in woongebieden tussen de 53-58 dB(A) L_{den} bedraagt 2,6 dB(A) voor de nieuwe systematiek en 0,4 dB(A) voor de huidige systematiek. Deze waarden zijn gevonden in een simulatie waarbij de vliegpadspreidingsgebieden van enkele routes zijn verschoven binnen de wettelijke luchtverkeerswegen (simulatie 9). De genoemde waarden komen voort uit de analyse met lokale volumeschaling. Het betreft hierbij steeds een verschuiving van de geluidbelasting. Naast gebieden met een toename in de geluidbelasting komen er ook gebieden voor met een afname in de geluidbelasting. In de opzet van de nieuwe systematiek waarborgt het TVG dat er geen toename in de totale geluidbelasting optreedt.

Het maximaal geconstateerde verschil in de toename van de geluidbelasting tussen de huidige en nieuwe systematiek in deze simulatie bedraagt 2,6 versus 0,4 dB(A). Dit verschil is terug te voeren op het feit dat het aantal "controlepunten" in de huidige systematiek (zonepunten) hoger is dan in de nieuwe systematiek (handhavingspunten). Meer controlepunten leidt tot minder verschuivingsmogelijkheden en daarmee tot een lagere lokale toe- of afname van de



geluidbelasting. Indien in een bepaald gebied verschuiving van de geluidbelasting en daarmee een lokale toe- of afname van de geluidbelasting ongewenst is, dan kan dit effect middels het toevoegen van handhavingspunten worden beperkt. Op basis van bovenstaande kan gesteld worden dat de huidige systematiek minder mogelijkheden biedt voor een toename van de geluidbelasting in woongebieden gelegen tussen de 53 en 58 dB(A) L_{den} contour dan de nieuwe systematiek met 30 handhavingspunten. Op basis van dit onderzoek kan niet op voorhand worden aangegeven hoeveel en waar handhavingspunten zouden moeten worden toegevoegd. Andere variaties in de parameters (bijvoorbeeld de verschuiving van de vliegpadspreiding van andere routes) die de geluidbelasting bepalen kunnen leiden tot andere verschuivingen in de geluidbelasting.

C. Anticiperend vliegen

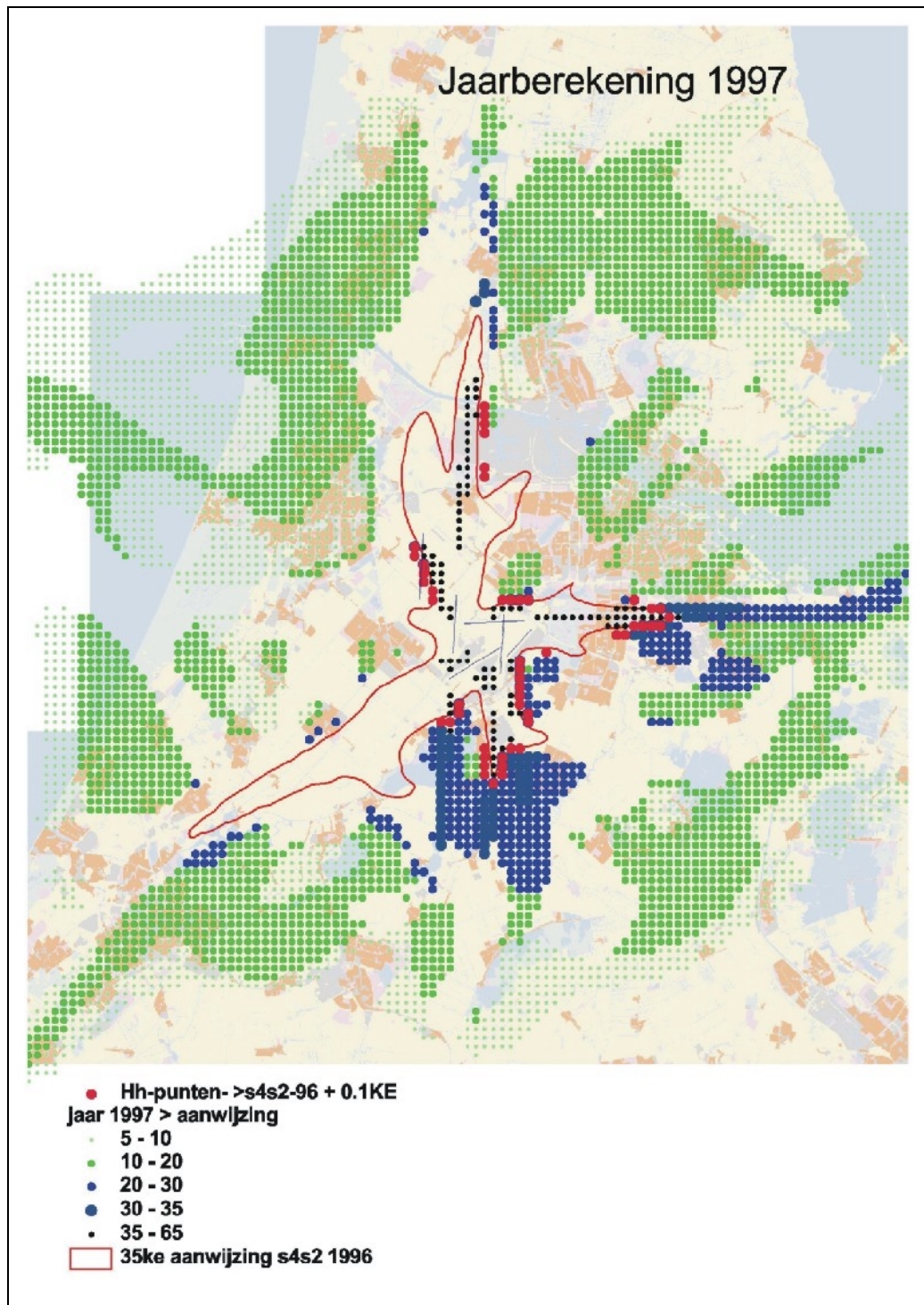
Gezien de ligging en het aantal handhavingspunten kan op basis van een kwalitatieve analyse door NLR experts, gesteld worden dat het nieuwe normenstelsel geluid geen mogelijkheden biedt voor volumegroei ten gevolge van anticiperend vliegen, bijvoorbeeld door bewust de handhavingspunten te vermijden. In dit rapport zijn simulaties uitgevoerd voor 8 relevante parameters die de geluidbelasting beïnvloeden. Op basis van de kwalitatieve analyse lijkt het niet mogelijk om met de relevante parameters zodanig bewust te sturen dat volumegroei kan worden gerealiseerd.



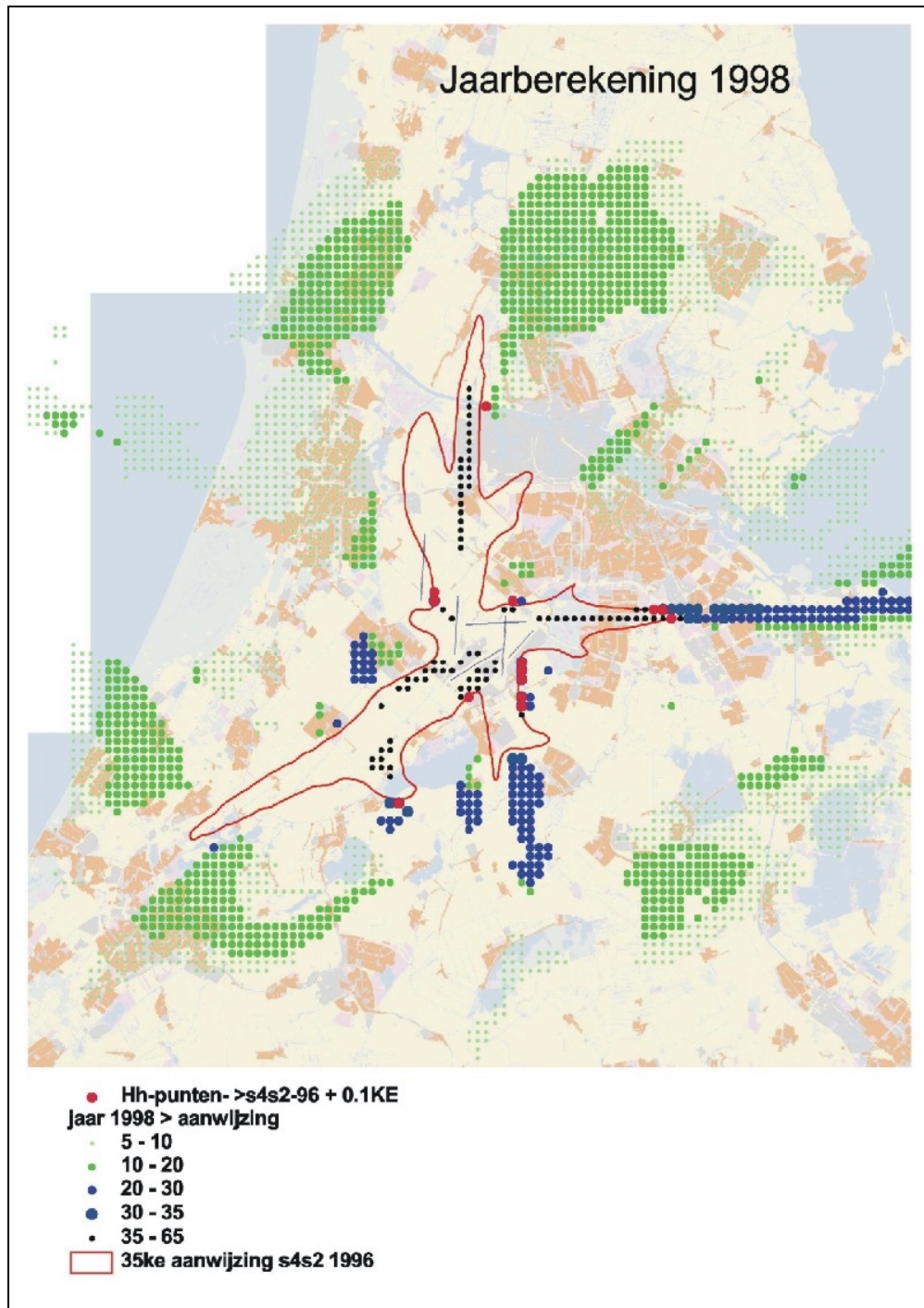
8 Referentie

1. Dolderman, A.B.; van Leeuwen-Kuijk; Jong de, R., Invoerboek MER
geluidbelastingsberekeningen Schiphol S5P, CR-NLR-2001-371, juli 2001

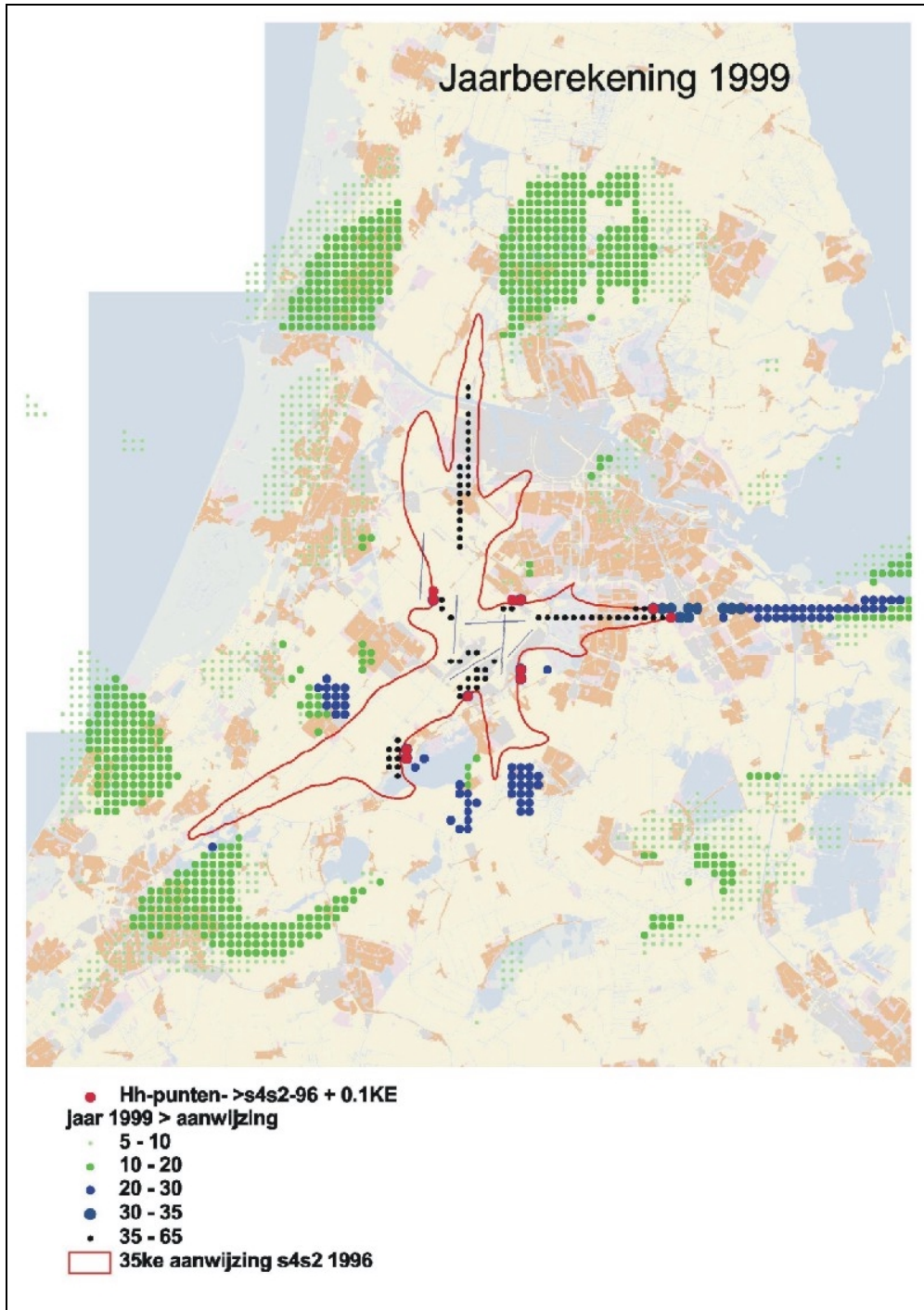
Appendix A Figuren historische ontwikkeling geluidbelasting



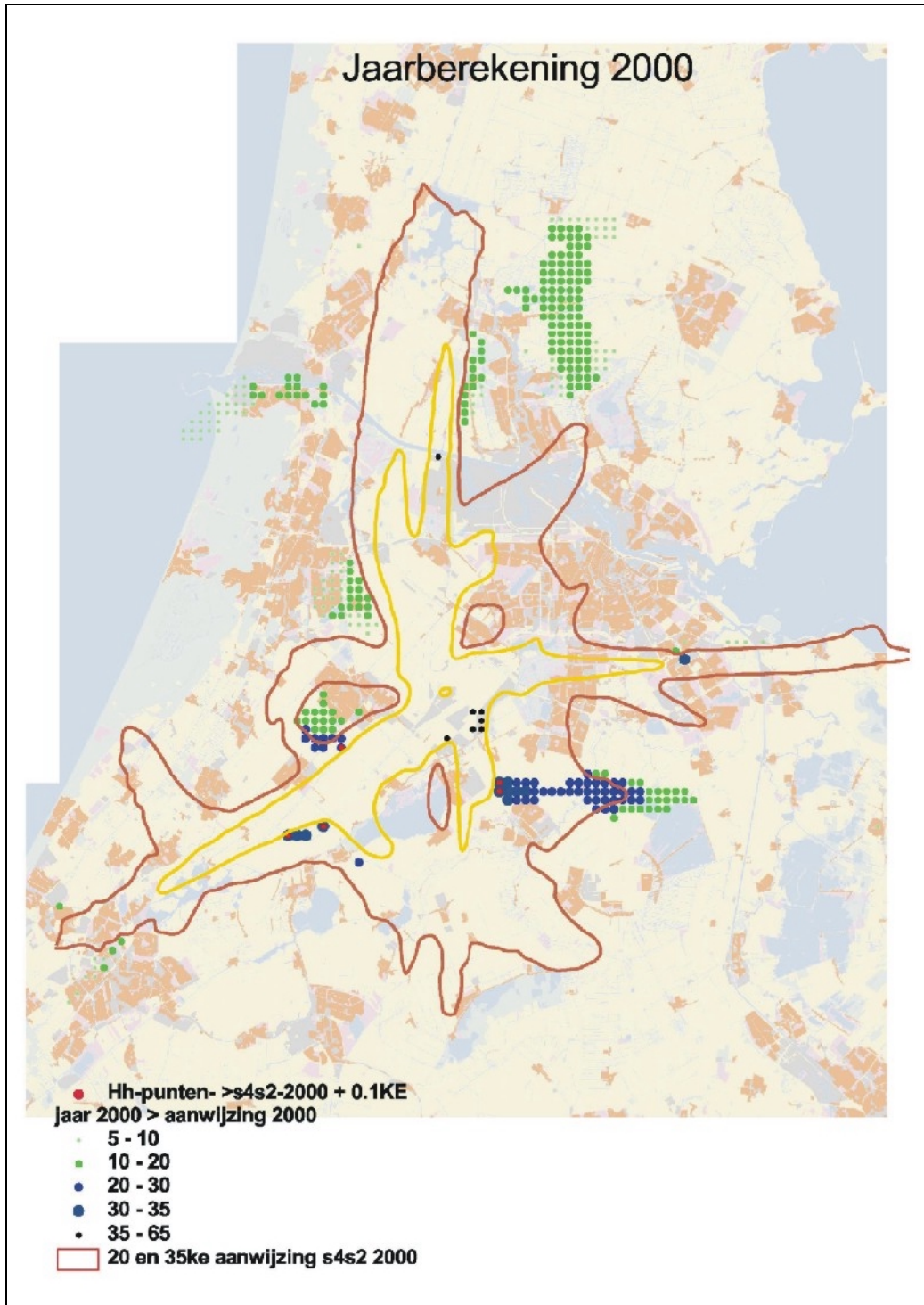
Figuur A.1 Jaarberekening 1997



Figuur A.2 Jaarberekening 1998



Figuur A.3 Jaarberekening 1999



Figuur A.4 Jaarberekening 2000

Appendix B Uitgangspunten simulatieberekeningen beschermende werking normenstelsel geluid

TVG berekeningen zijn uitgevoerd conform het TVG-kassa concept in de L_{den} dosismaat [ref.1].

Tabel B.1 Uitgevoerde berekeningen

Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
Referentieberekeningen ONL-fase 5:			
14_Lden_grid	L_{den} 2010 passend geluid	Met meteotoeslag (grid).	Contouren, woningtellingen.
14_Lden_HH	L_{den} 2010 passend geluid	Met meteotoeslag (HH. punten).	Zonecheck levert zonepunten en corresponderende
14_Lden_TVG	L_{den} 2010 passend geluid	Zonder meteotoeslag (TVG-kassa).	geluidbelasting.



Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
Simulatieberekeningen			
	Verdeling over afstandsklassen		
2_Lden_grid	L _{den} 2010 passend geluid met alle verkeer op kleinste afstandsklasse	Met meteotoeslag (grid).	100 % afstandsklasse 0 (40 % referentie) 0 % afstandsklasse 1
2_Lden_HH	L _{den} 2010 passend geluid met alle verkeer op kleinste afstandsklasse	Met meteotoeslag (HH).	(23 % referentie) 0 % afstandsklasse 2
2_Lden_TVG	L _{den} 2010 passend geluid met alle verkeer op kleinste afstandsklasse	Zonder meteotoeslag (TVG).	(21 % referentie) 0 % afstandsklasse 3 (16 % referentie)
3_Lden_grid	L _{den} 2010 passend geluid met alle verkeer op grootste ¹ afstandsklasse	Met meteotoeslag (grid).	Gerealiseerd moet worden dat niet voor iedere vliegtuigcategorie
3_Lden_HH	L _{den} 2010 passend geluid met alle verkeer op grootste afstandsklasse	Met meteotoeslag (HH).	4 afstandsklassen beschikbaar zijn vanwege een beperkte vliegrange van met name de kleinere vliegtuigen.
3_Lden_TVG	L _{den} 2010 passend geluid met alle verkeer op grootste afstandsklasse	Zonder meteotoeslag (TVG).	17 % afstandsklasse 0 (40 % referentie) 0 % afstandsklasse 1 (23 % referentie) 65 % afstandsklasse 2 (21 % referentie) 18 % afstandsklasse 3 (16 % referentie)

¹ De grootste afstandsklasse die voor iedere categorie voorkomt in de appendices bij het berekeningsvoorschrift.



Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
Simulatieberekeningen (vervolg)			
	Vlootsamenstelling		
4_Lden_grid	L _{den} 2010 passend geluid met alle verkeer op 1 geluidsklasse stiller	Met meteotoeslag (grid)	
4_Lden_HH	L _{den} 2010 passend geluid met alle verkeer op 1 geluidsklasse stiller	Met meteotoeslag (HH).	
4_Lden_TVG	L _{den} 2010 passend geluid met alle verkeer op 1 geluidsklasse stiller	Zonder meteotoeslag (TVG).	



Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
Simulatieberekeningen (vervolg)			
	Vliegprocedures		
5_Lden_grid	L _{den} 2010 passend geluid met max. ICAO A, reduced flaps	Met meteotoeslag (grid)	83% ICAO A starts (83% in referentie) 85% reduced flaps naderingen (54% in referentie)
5_Lden_HH	L _{den} 2010 passend geluid met max. ICAO A, reduced flaps	Met meteotoeslag (HH).	
5_Lden_TVG	L _{den} 2010 passend geluid met max. ICAO A, reduced flaps	Zonder meteotoeslag (TVG).	
6_Lden_grid	L _{den} 2010 passend geluid met min. ICAO A, reduced flaps	Met meteotoeslag (grid)	25% ICAO A starts (83% in referentie) 0% reduced flaps naderingen (54% in referentie)
6_Lden_HH	L _{den} 2010 passend geluid met min. ICAO A, reduced flaps	Met meteotoeslag (HH).	
6_Lden_TVG	L _{den} 2010 passend geluid met min. ICAO A, reduced flaps	Zonder meteotoeslag (TVG).	



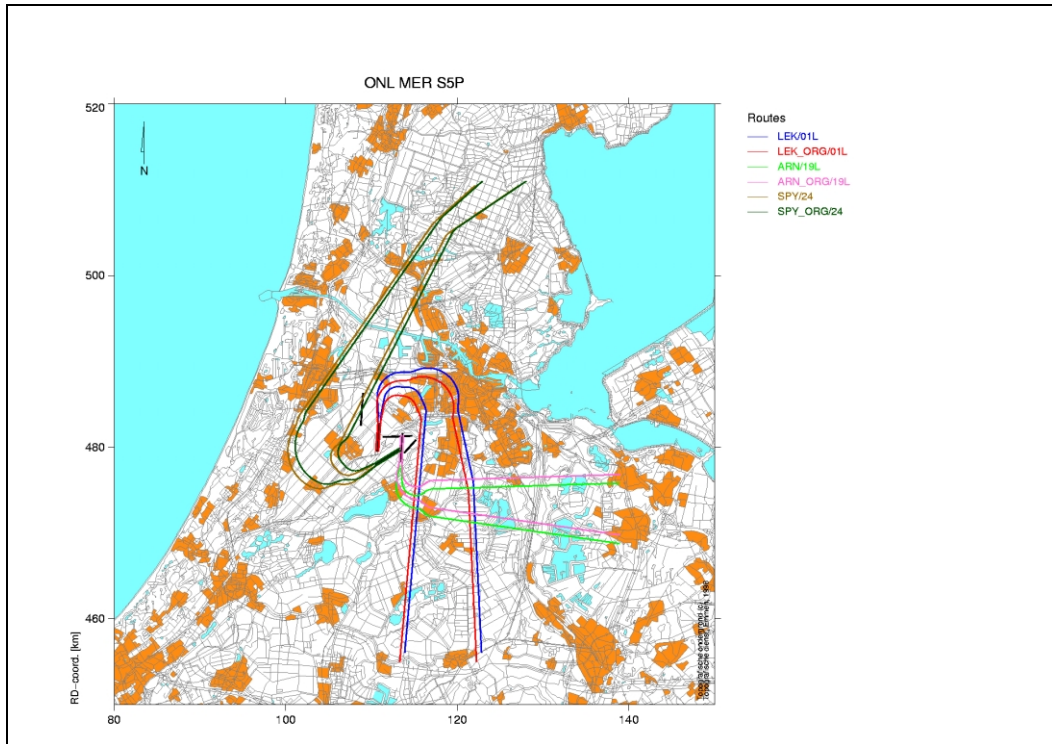
Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
Simulatieberekeningen (vervolg)			
	Vliegpadspreiding		TVG is per definitie gelijk aan TVG van referentie.
7_Lden_grid	L _{den} 2010 passend geluid met halvering spreiding	Met meteotoeslag (grid)	
7_Lden_HH	L _{den} 2010 passend geluid met halvering spreiding	Met meteotoeslag (HH).	
8_Lden_grid	L _{den} 2010 passend geluid zonder spreiding	Met meteotoeslag (grid)	
8_Lden_HH	L _{den} 2010 passend geluid zonder spreiding	Met meteotoeslag (HH).	
9_Lden_grid	L _{den} 2010 passend geluid met verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen	Met meteotoeslag (grid)	Starts 19L: startpunt is 250 meter verplaatst in de richting van de baan naar het zuiden.
9_Lden_HH	L _{den} 2010 passend geluid met verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen	Met meteotoeslag (HH).	Naderingen 27: alle vliegpaden zijn 2 graden gerooteerd richting het zuiden rond baankop 09. Spreidingsbanden starts 01L LEK, Start 19L ARN, Start 24 SPY verschoven binnen tolerantiegrenzen waarbij spreidingsbreedte ongewijzigd is gebleven. Zie fig. B.1 voor gewijzigde vliegpadspreiding.



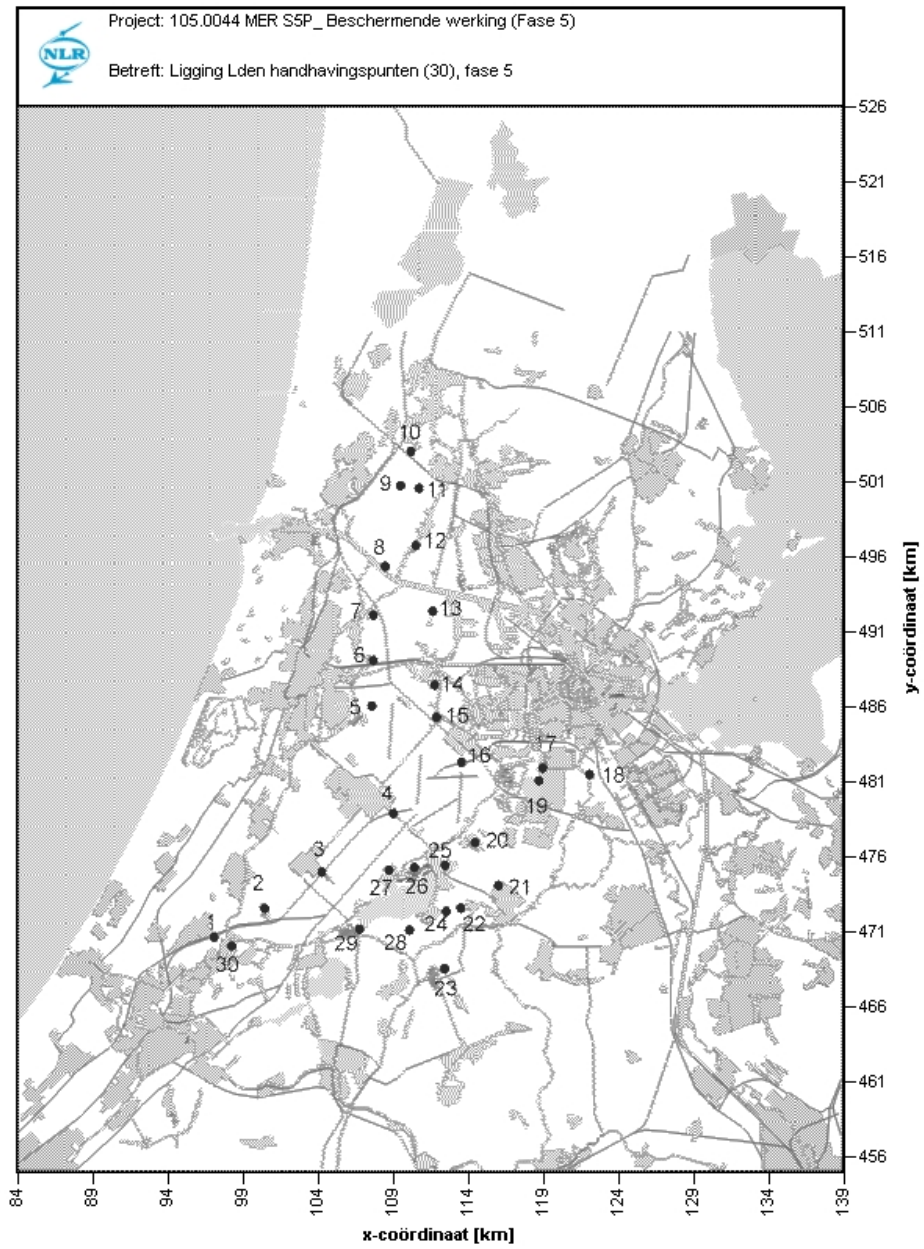
Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
Simulatieberekeningen (vervolg)			
10_Lden_grid	Verplaatsing verkeer over routes L _{den} 2010 passend geluid met verplaatsing van verkeer naar andere routes	Met meteotoeslag (grid)	Per baan 10% van verkeer op ARN/PAM naar BER.
10_Lden_HH	L _{den} 2010 passend geluid met verplaatsing van verkeer naar andere routes	Met meteotoeslag (HH).	
10_Lden_TVG	L _{den} 2010 passend geluid met verplaatsing van verkeer naar andere routes	Zonder meteotoeslag (TVG).	



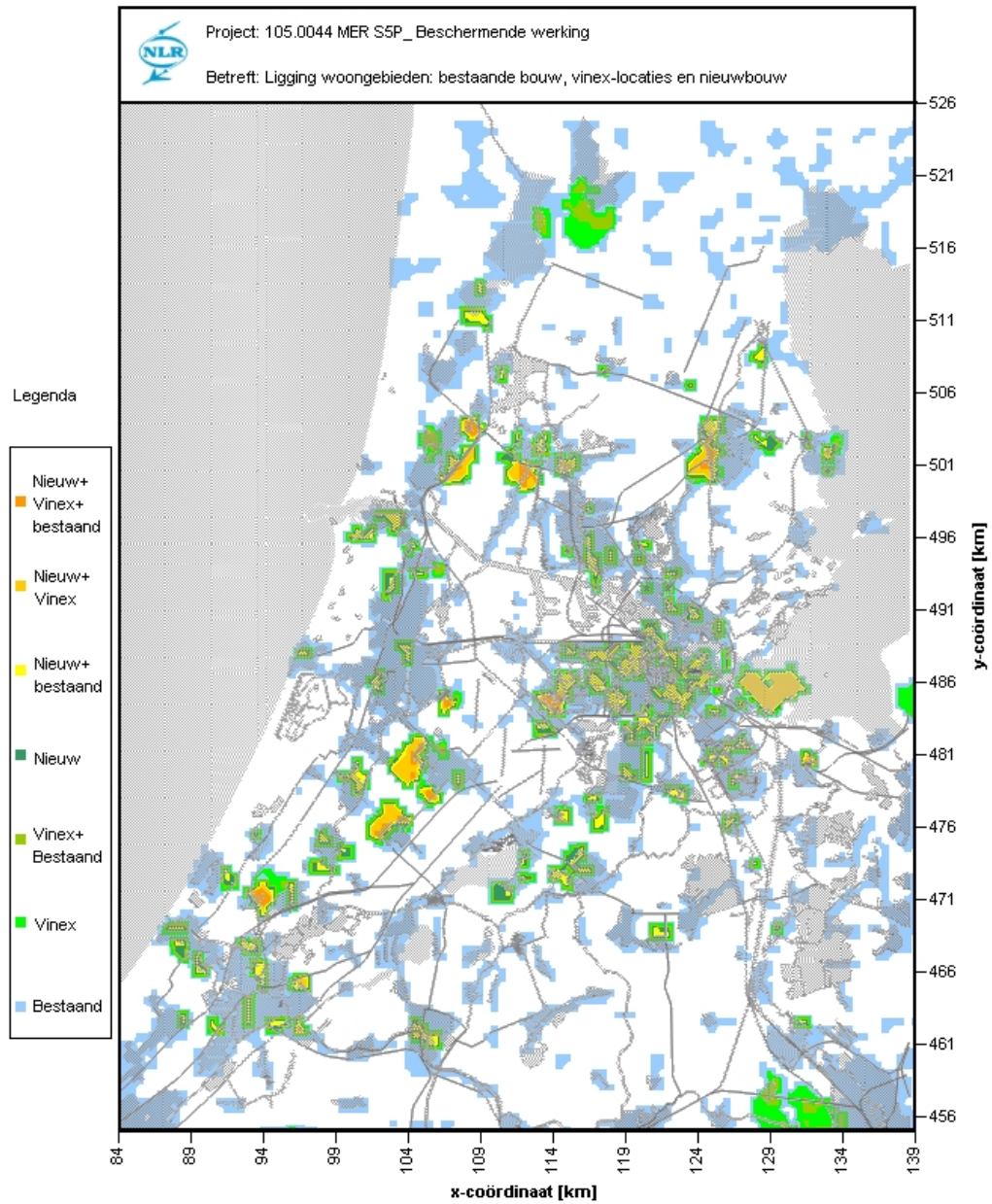
Reken-geval	Omschrijving werkzaamheden	Meteotoeslag	Opmerkingen
Simulatieberekeningen (vervolg)			
	Baangebruik		Baangebruik voor extreem weerjaar 1998
11_Lden_grid	L _{den} 2010 passend geluid met ander baangebruik	Met meteotoeslag (grid)	
11_Lden_HH	L _{den} 2010 passend geluid met ander baangebruik	Met meteotoeslag (HH).	
11_Lden_TVG	L _{den} 2010 passend geluid met ander baangebruik	Zonder meteotoeslag (TVG).	
	Worst case		
12_Lden_grid	Lden 2010 passend geluid worst case	Met meteotoeslag (grid)	Grootste afstandsklasse Minimaal ICAO A starts en reduced flaps
12_Lden_HH	Lden 2010 passend geluid worst case	Met meteotoeslag (HH).	naderingen Geen routespreiding Gewijzigde routes
12_Lden_TVG	Lden 2010 passend geluid worst case	Zonder meteotoeslag (TVG).	Verplaatsing verkeer over routes Baangebruik voor jaar met extreem weer



Figuur B.1. Ligging gewijzigde startroutes ten opzichte van referentie (_org)

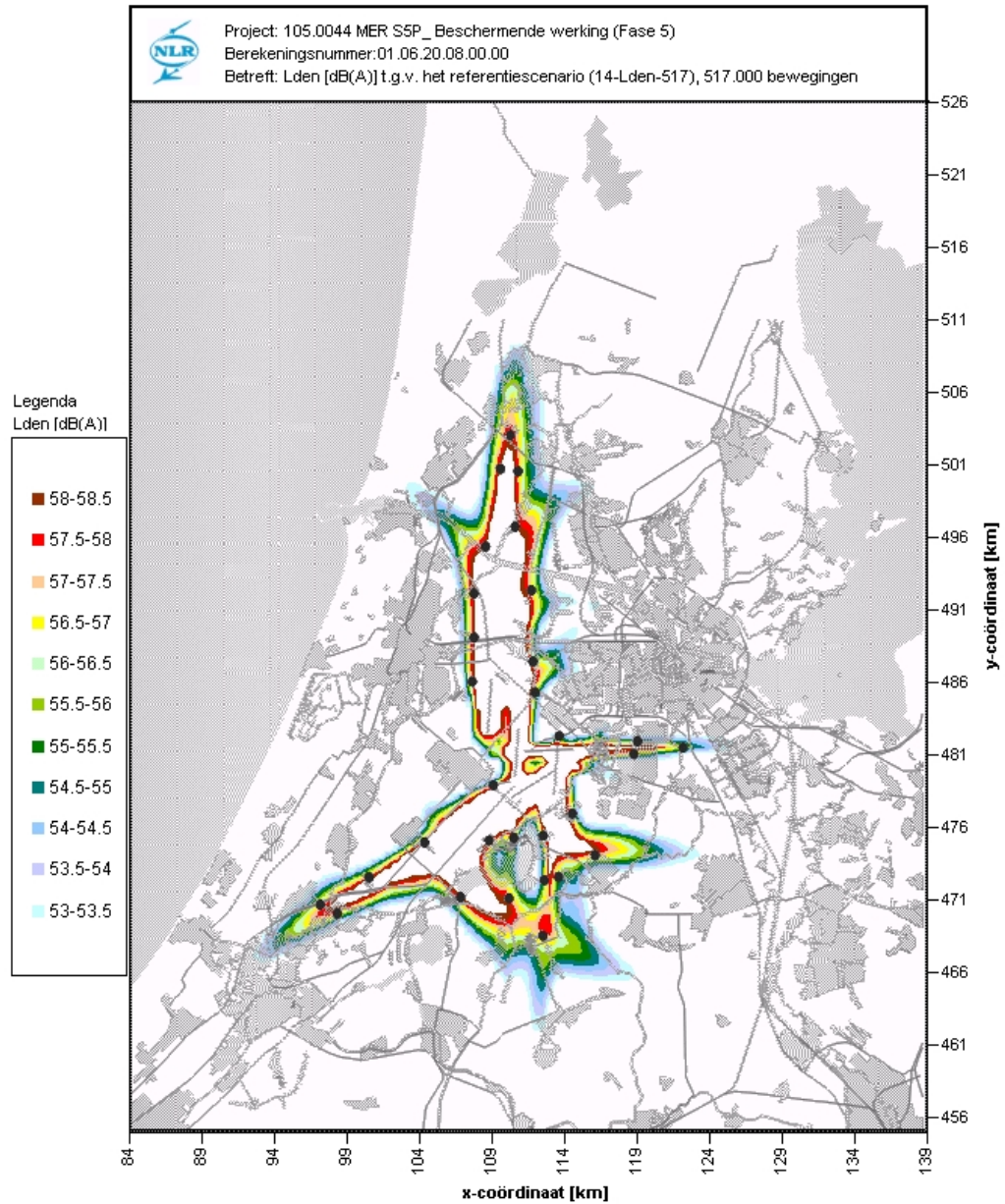


Figuur B.2. Ligging L_{den} handhavingspunten (30).

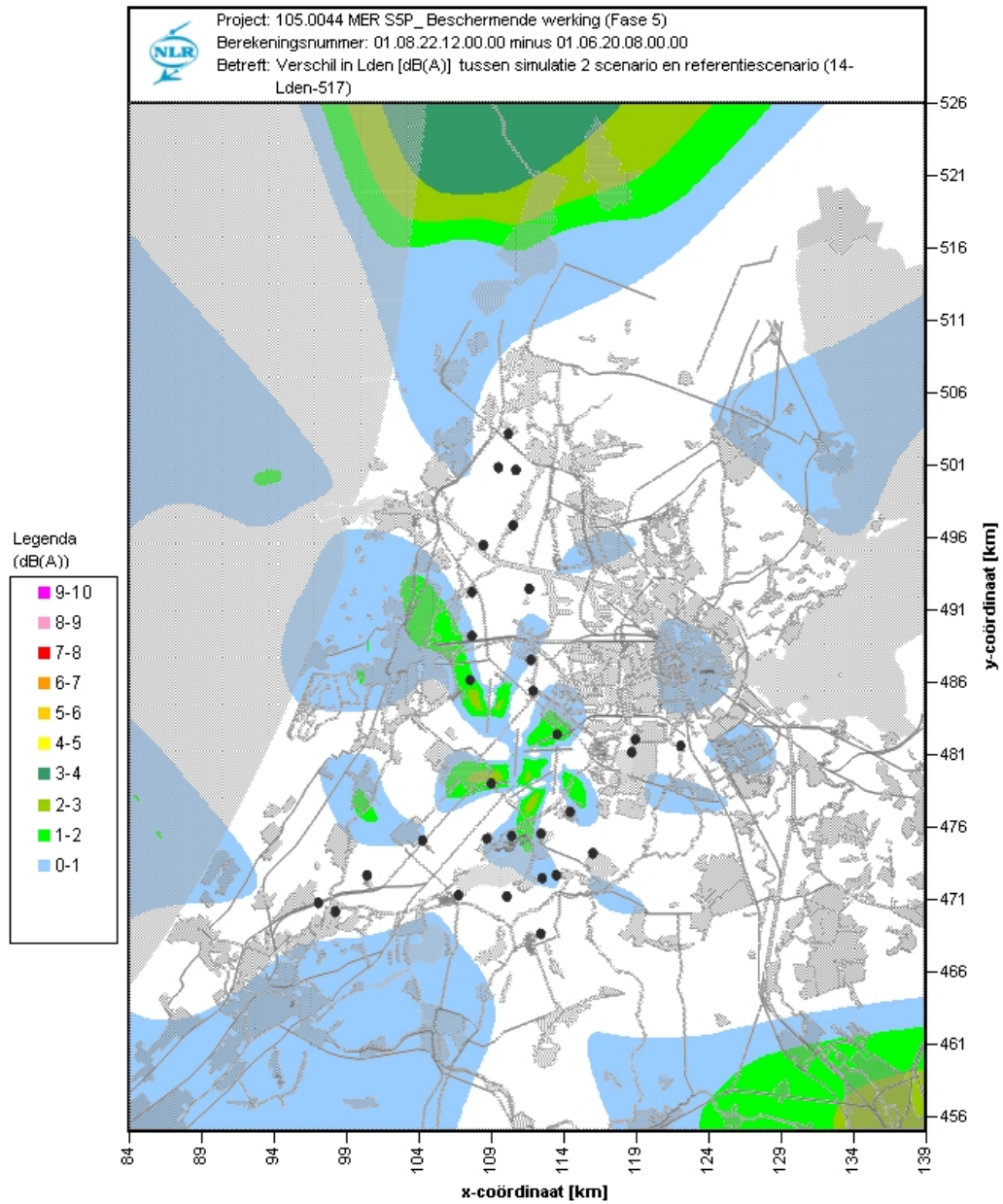


Figuur B.3 Ligging bestaande en nieuwe locaties van woongebieden rondom de luchthaven Schiphol

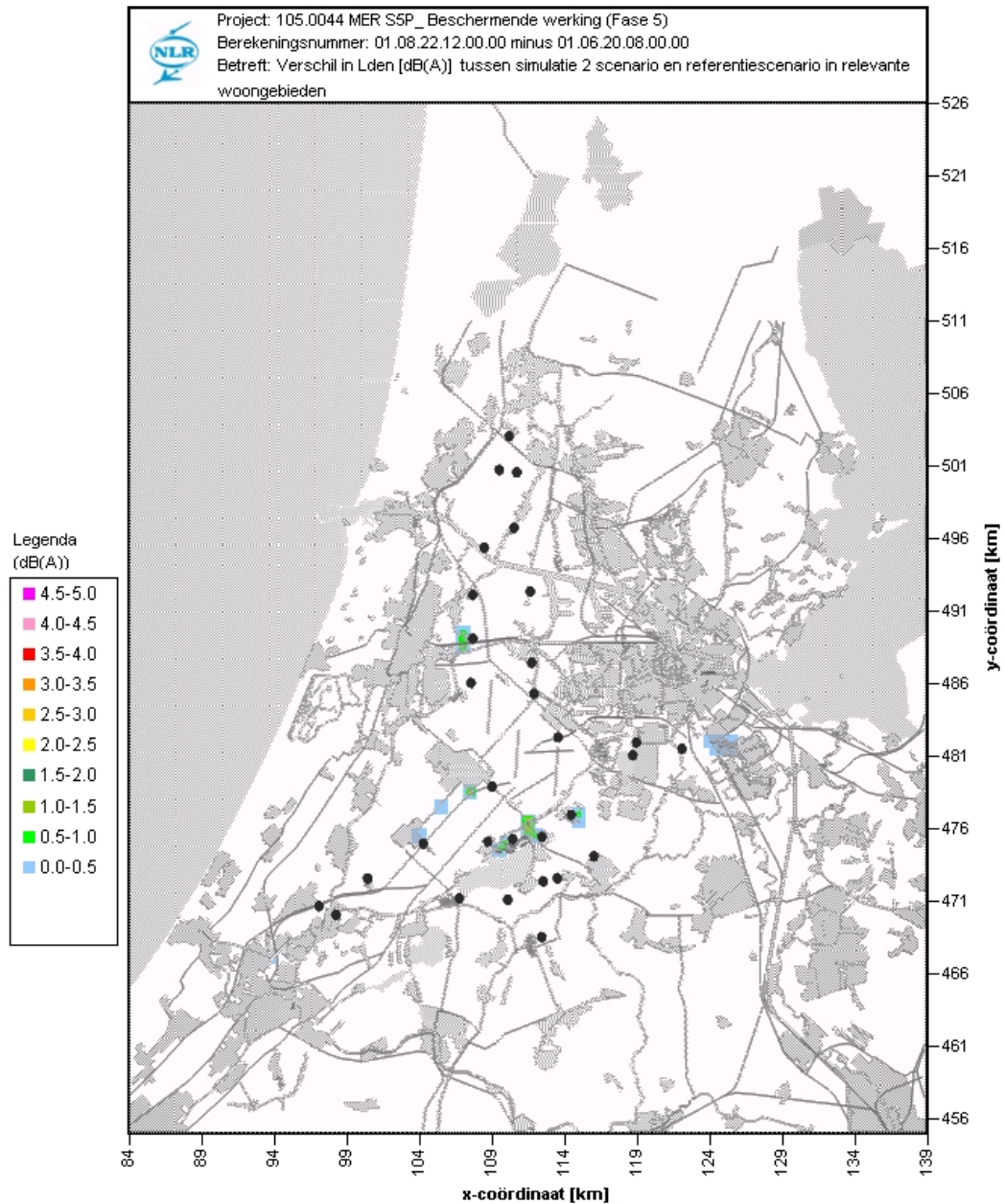
Appendix C Figuren: vergelijking ongeschaalde simulaties met referentie



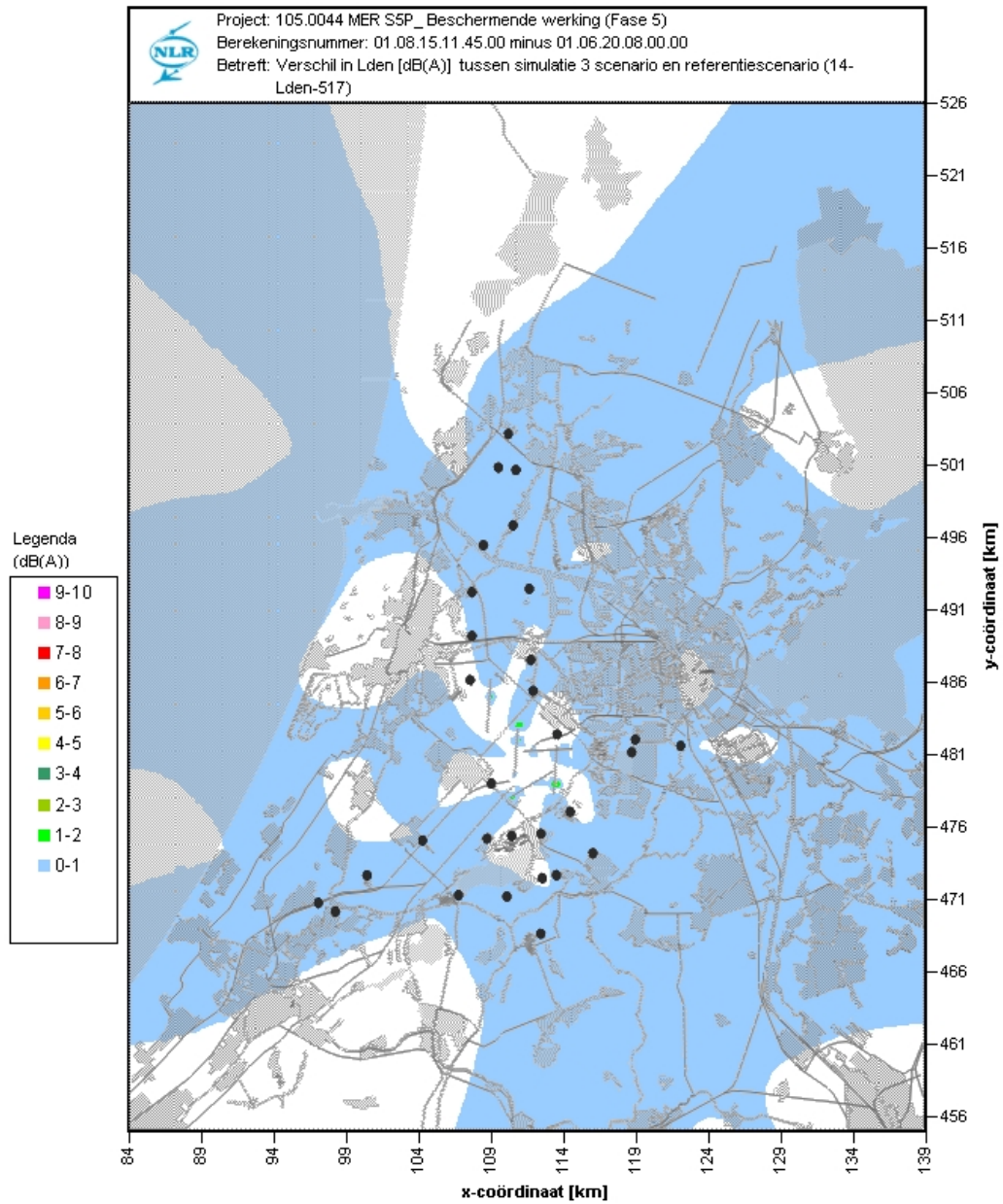
Figuur C.1. Geluidbelasting in L_{den} [dB(A)] t.g.v. het referentiescenario, 525.000 bewegingen (14- L_{den} -517)



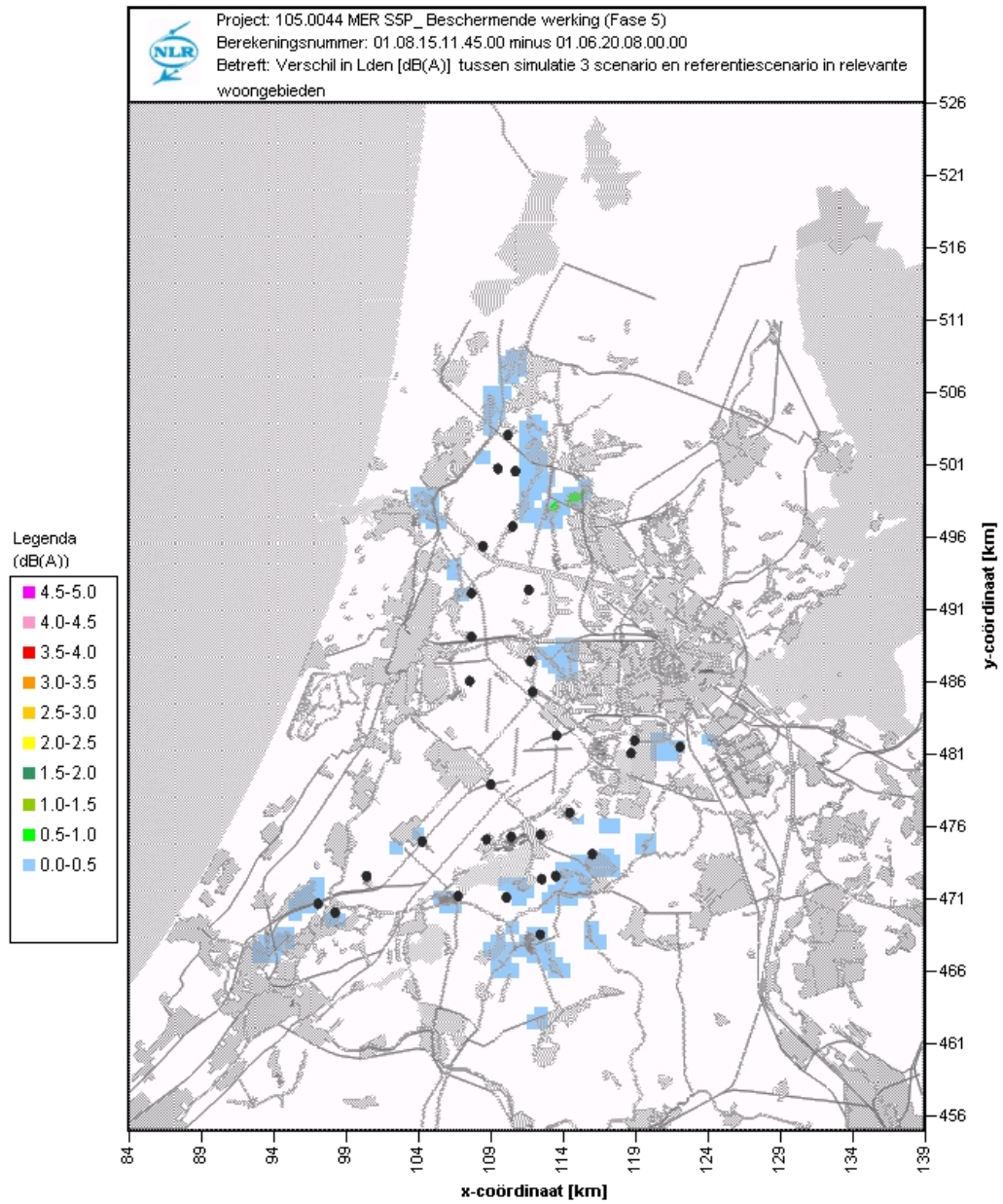
Figuur C.2a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 2 scenario (alle verkeer op kleinste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario



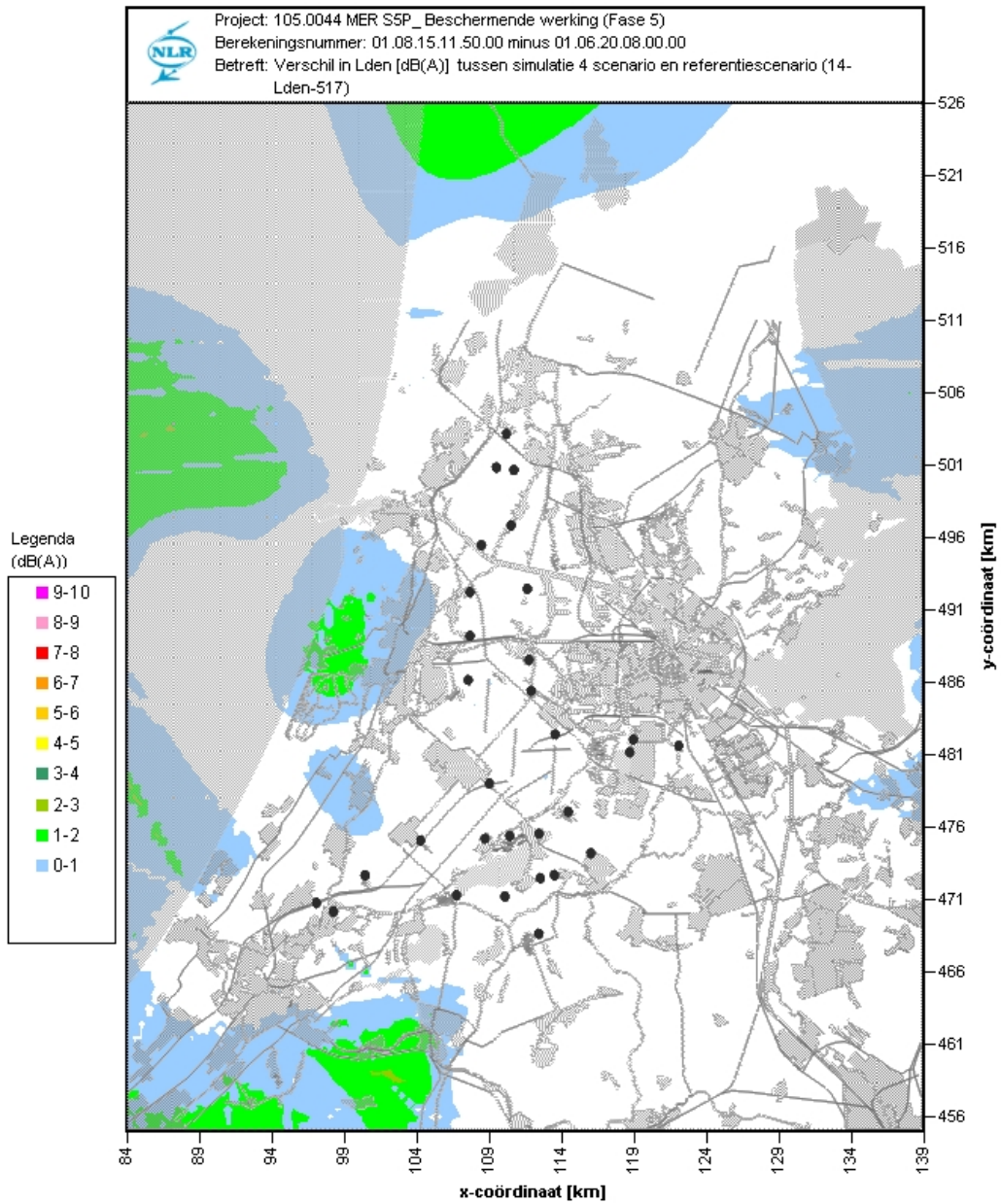
Figuur C.2b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 2 scenario (alle verkeer op kleinste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



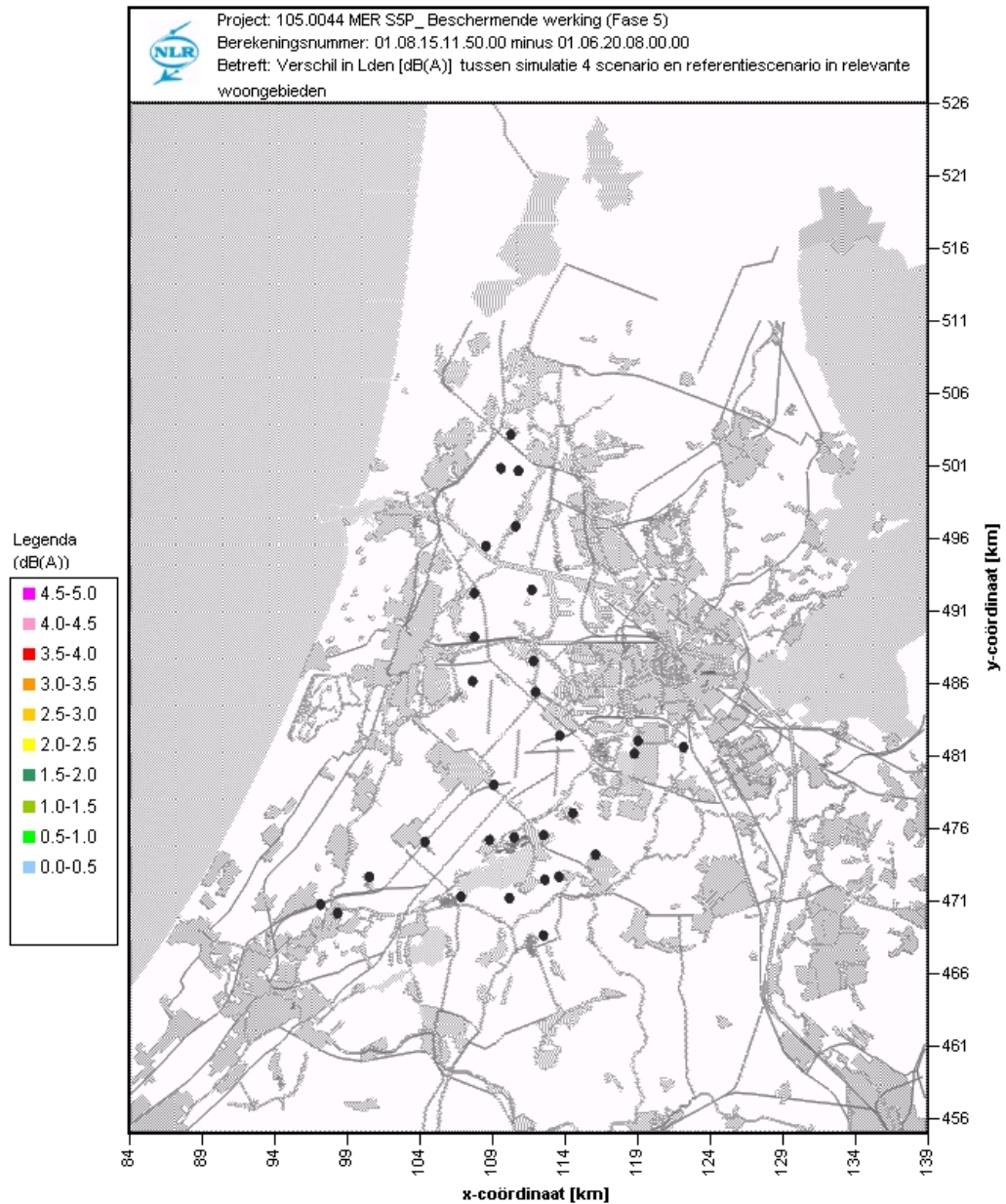
Figuur C.3a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 3 scenario (alle verkeer op grootste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario



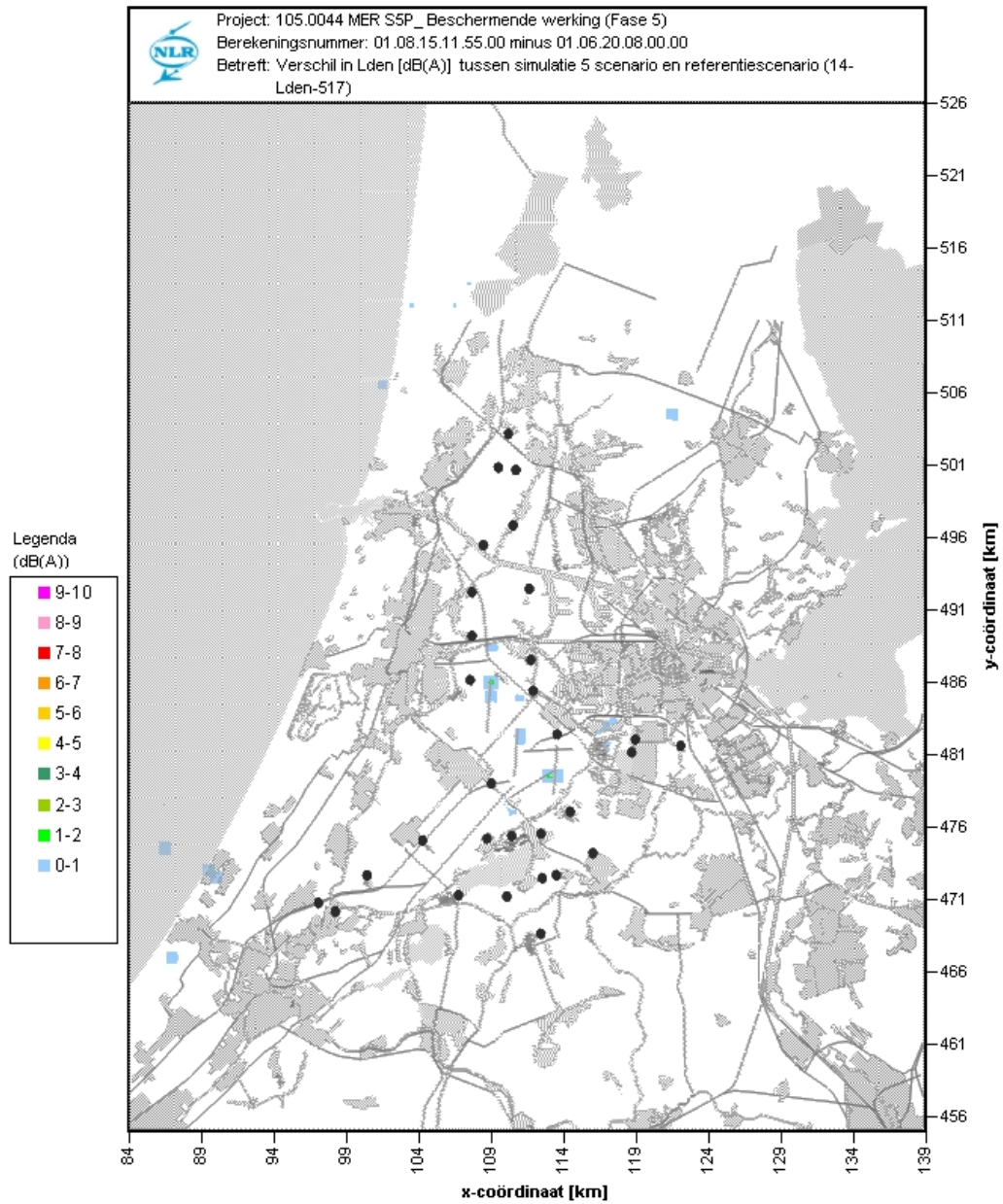
Figuur C.3b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 3 scenario (alle verkeer op grootste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



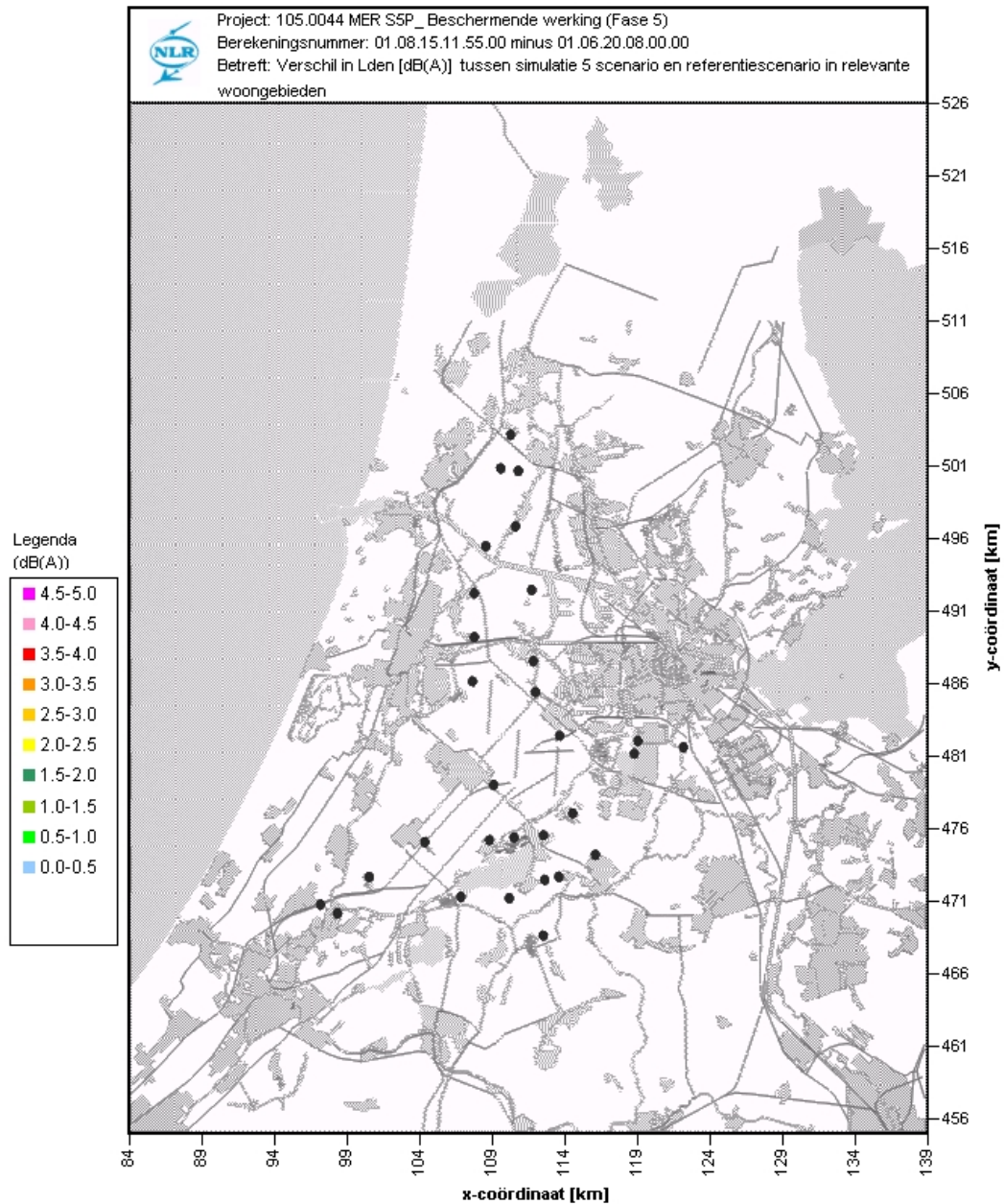
Figuur C.4a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 4 scenario (alle verkeer één geluidklasse stiller) t.o.v. het referentiescenario



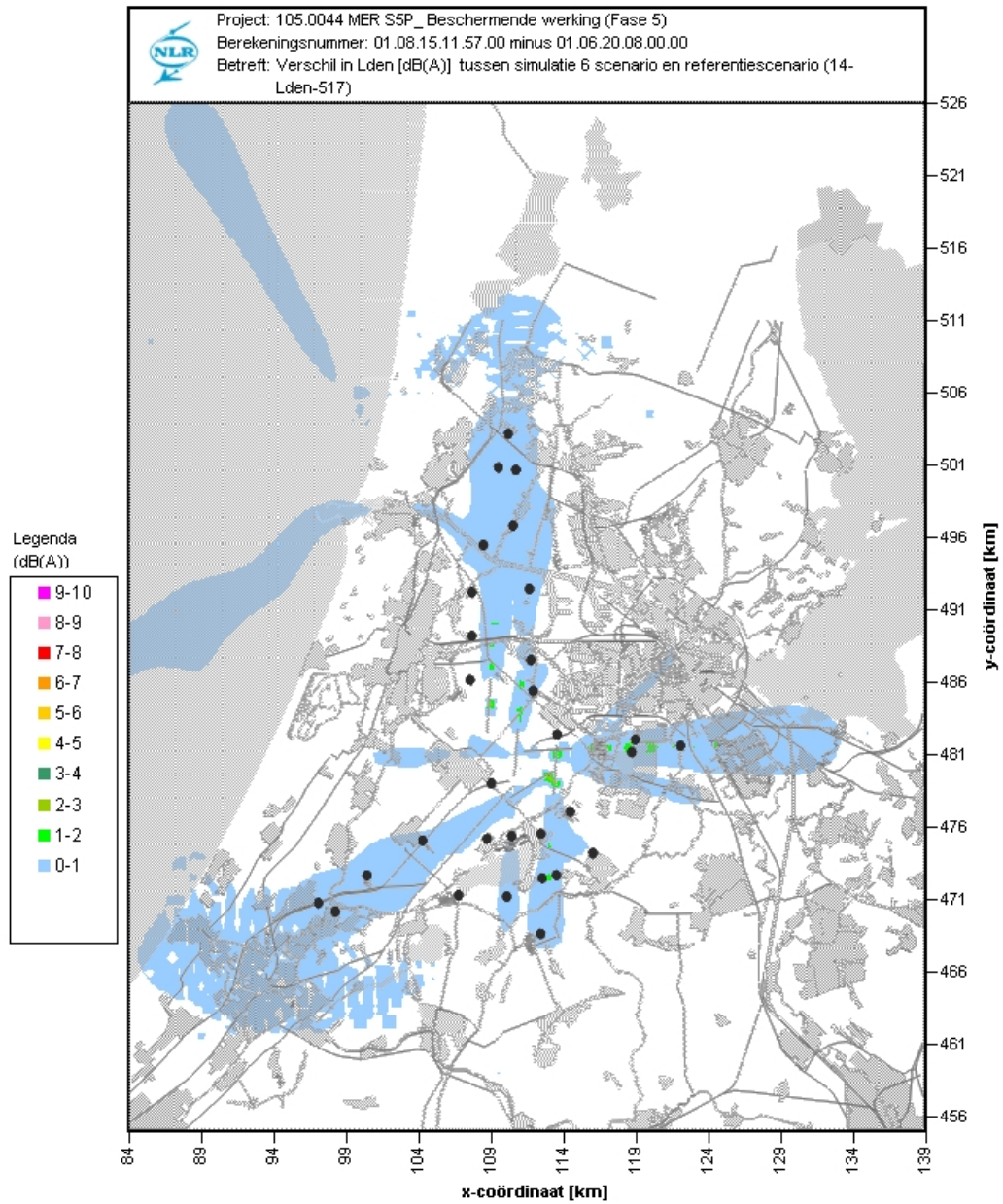
Figuur C.4b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 4 scenario (alle verkeer één geluidklasse stiller) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



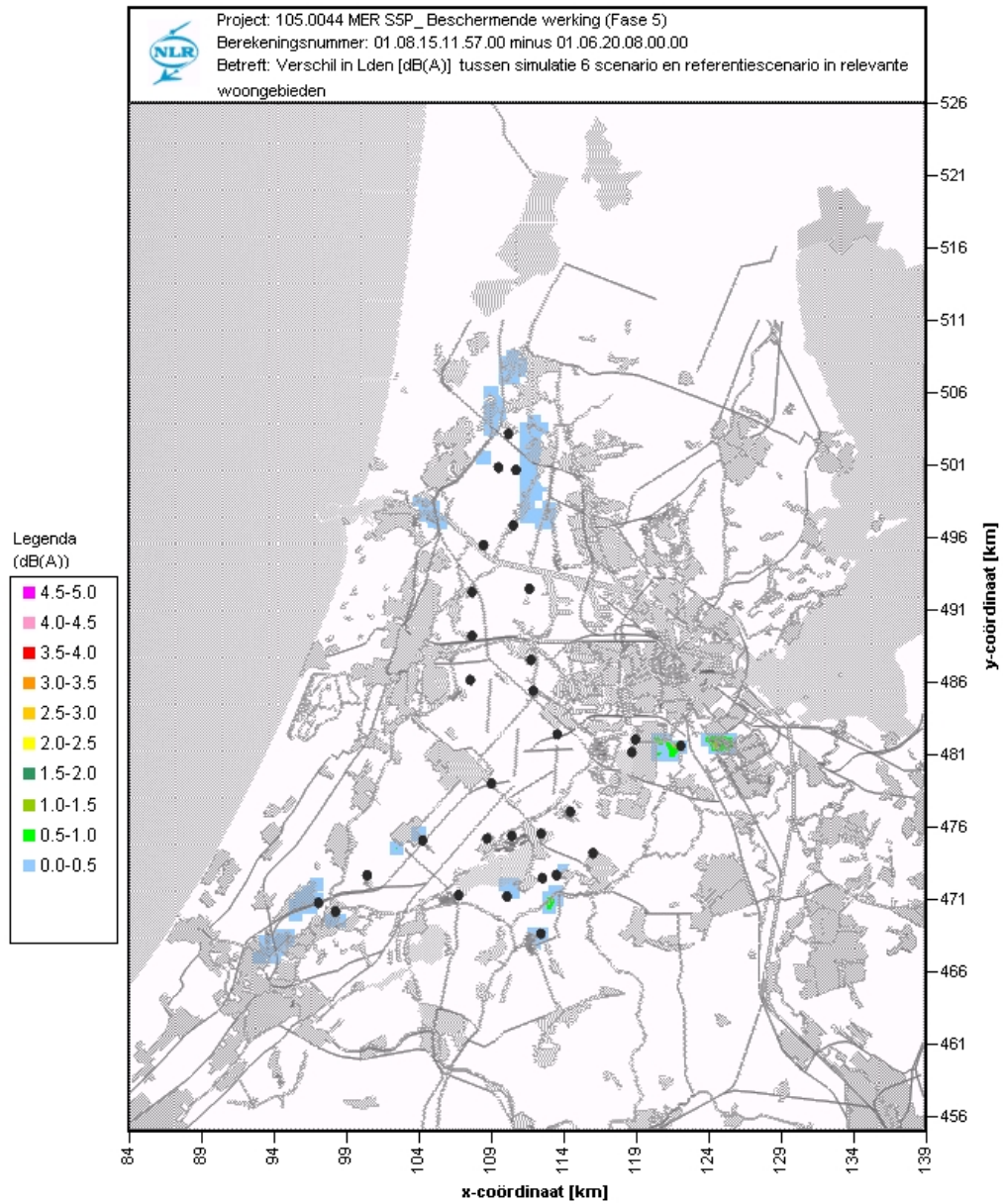
Figuur C.5a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 5 scenario (alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario



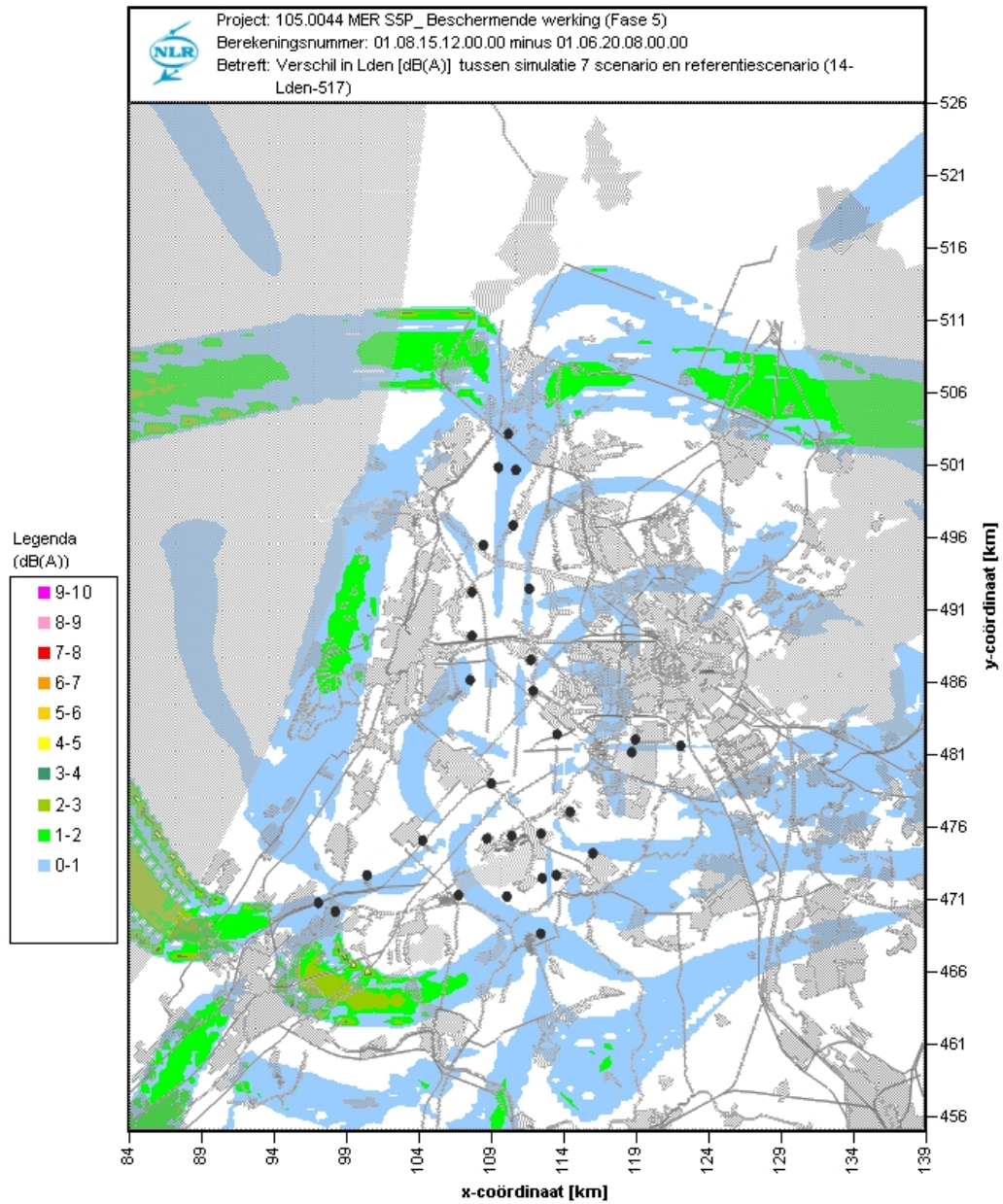
Figuur C.5b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 5 scenario (alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



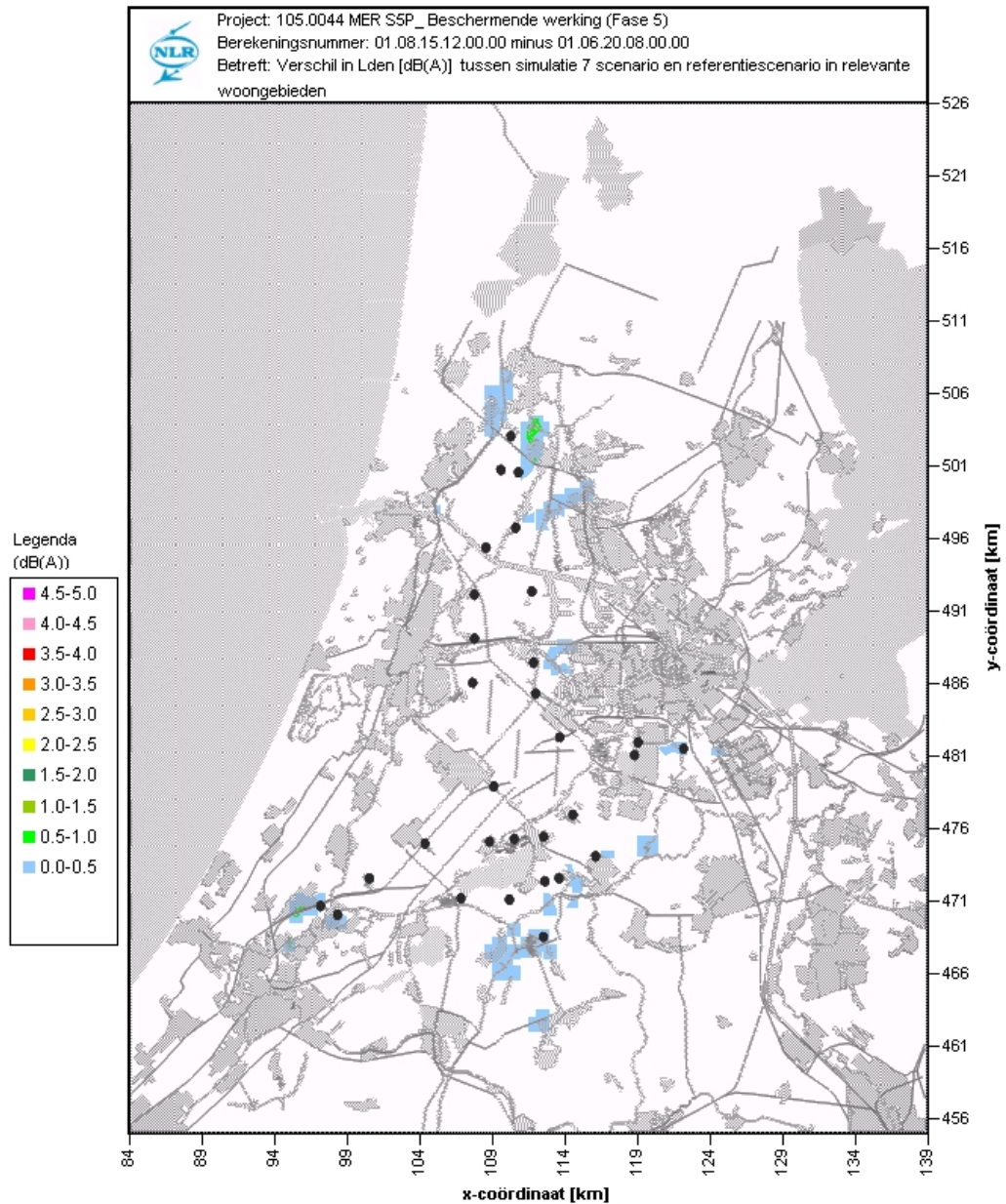
Figuur C.6a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 6 scenario (alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario



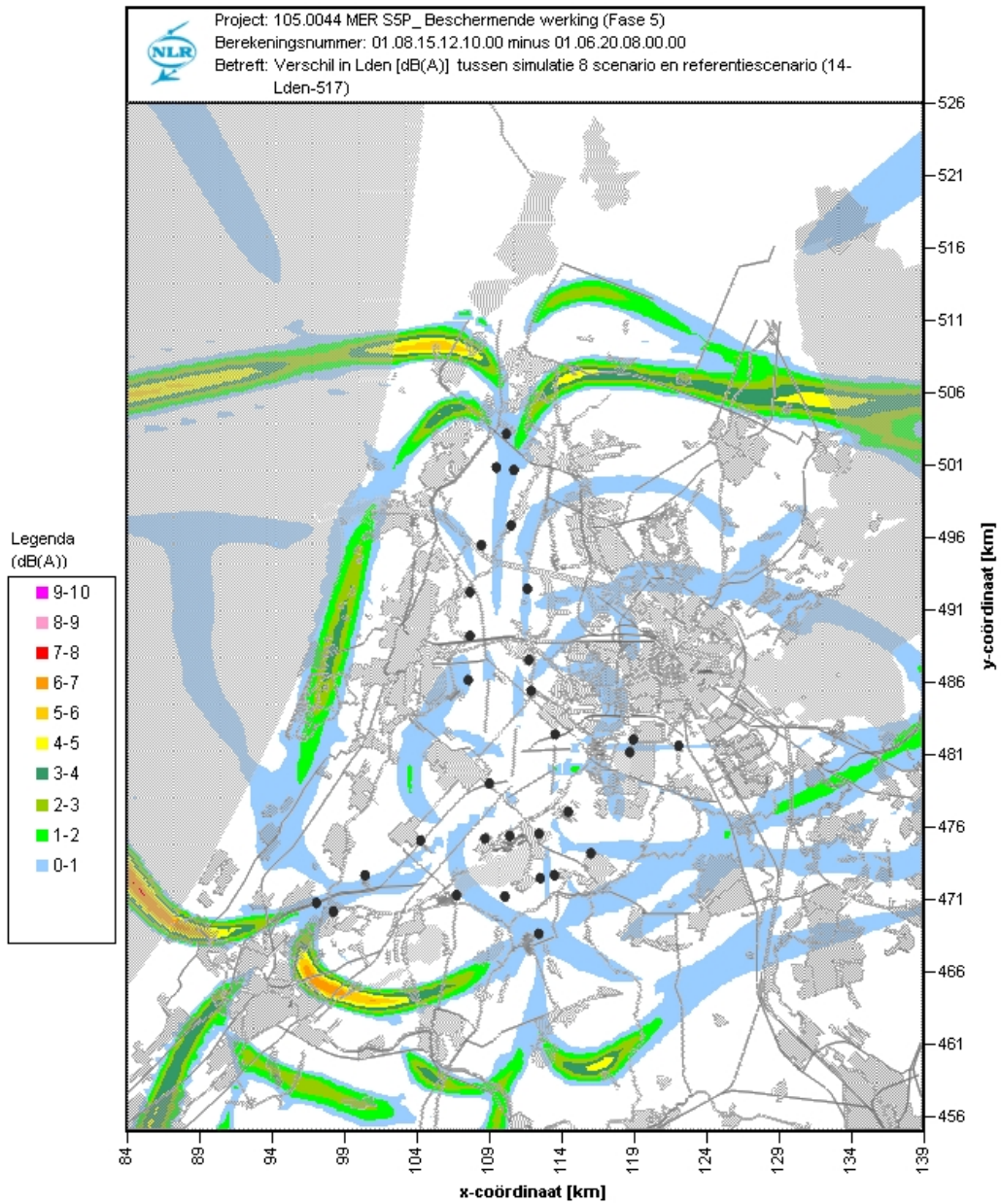
Figuur C.6b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 6 scenario (alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



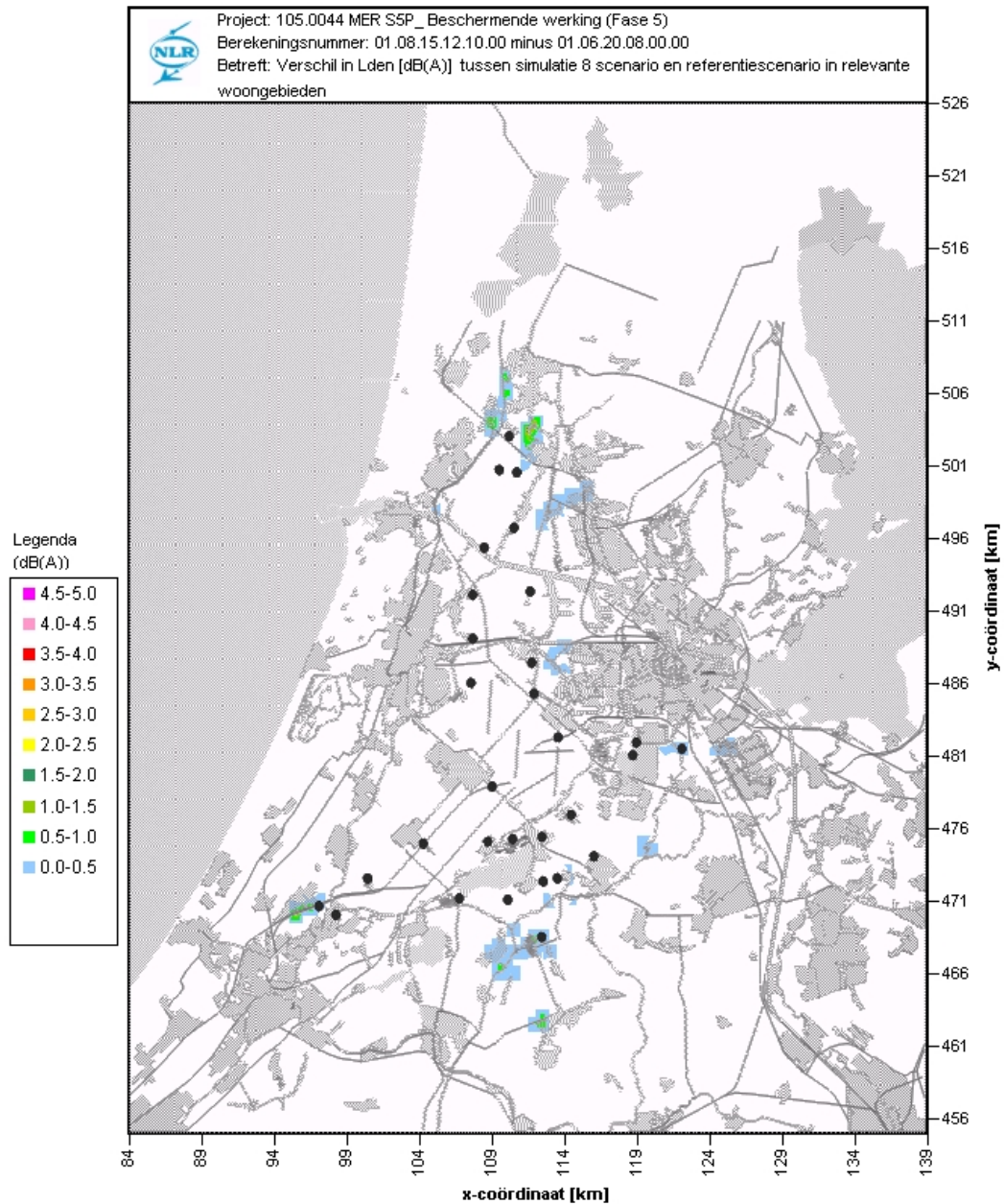
Figuur C.7a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 7 scenario (alle verkeer halvering vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario



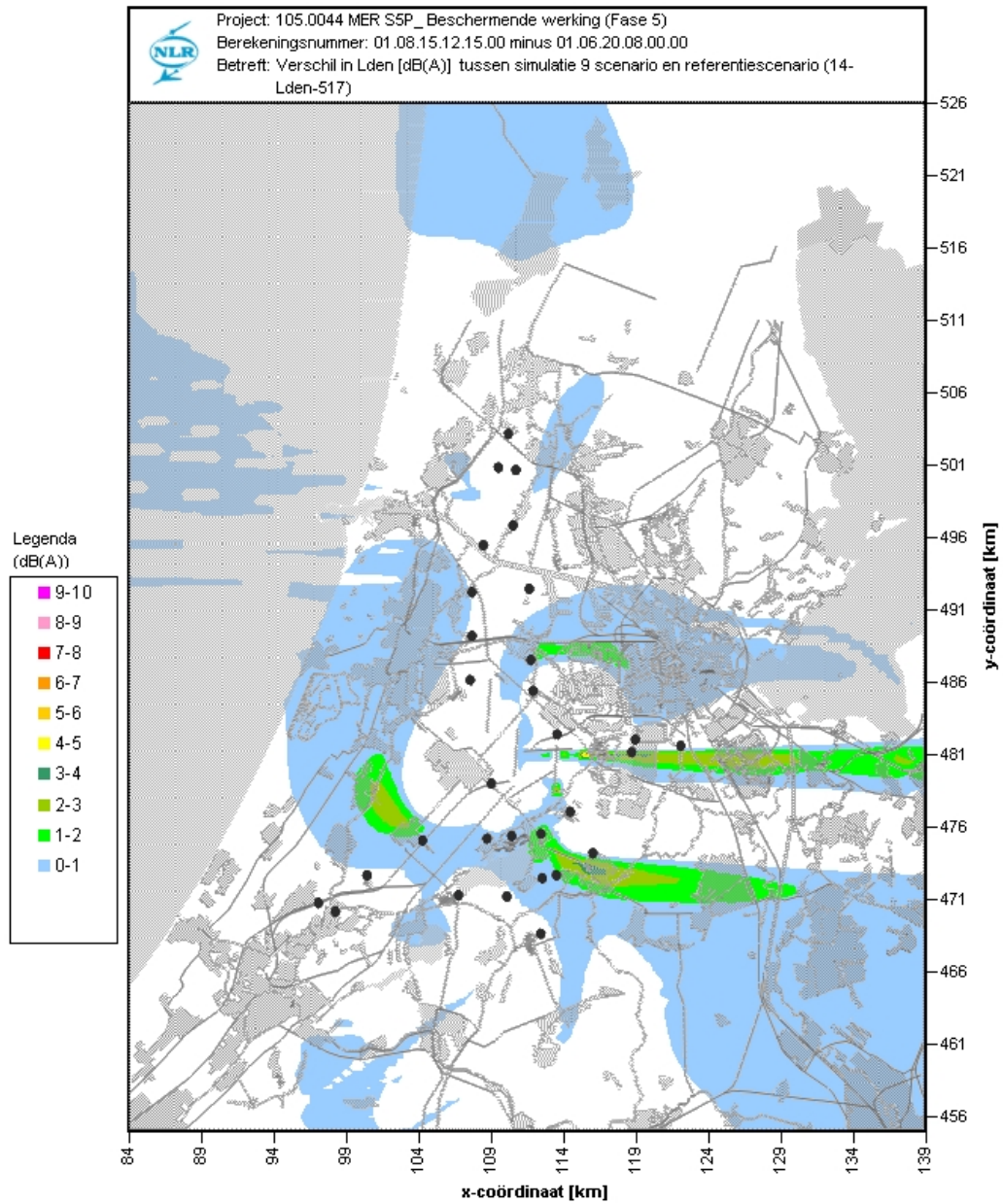
Figuur C.7b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 7 scenario (alle verkeer halvering vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



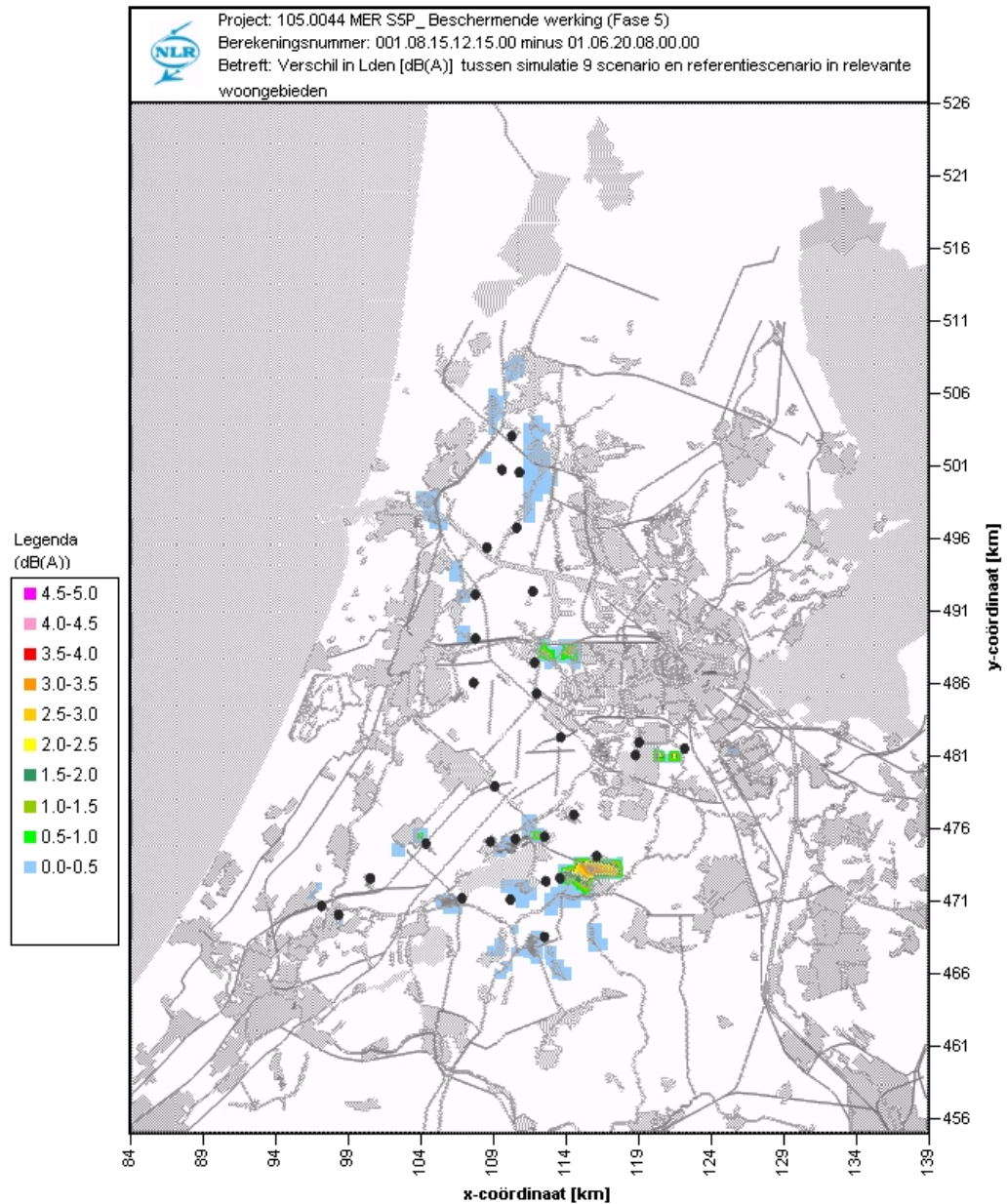
Figuur C.8a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 8 scenario (alle verkeer zonder vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario



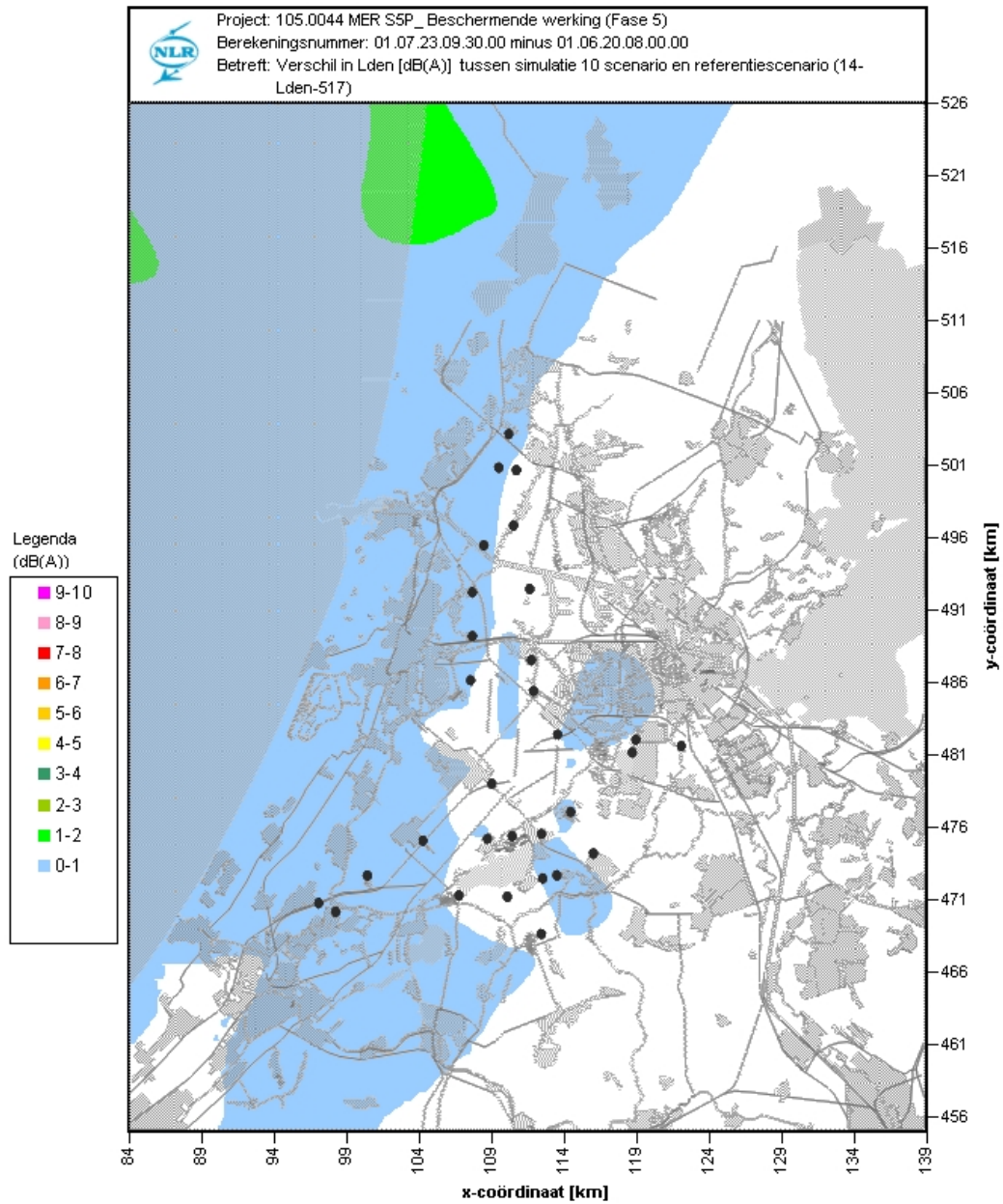
Figuur C.8b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 8 scenario (alle verkeer zonder vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



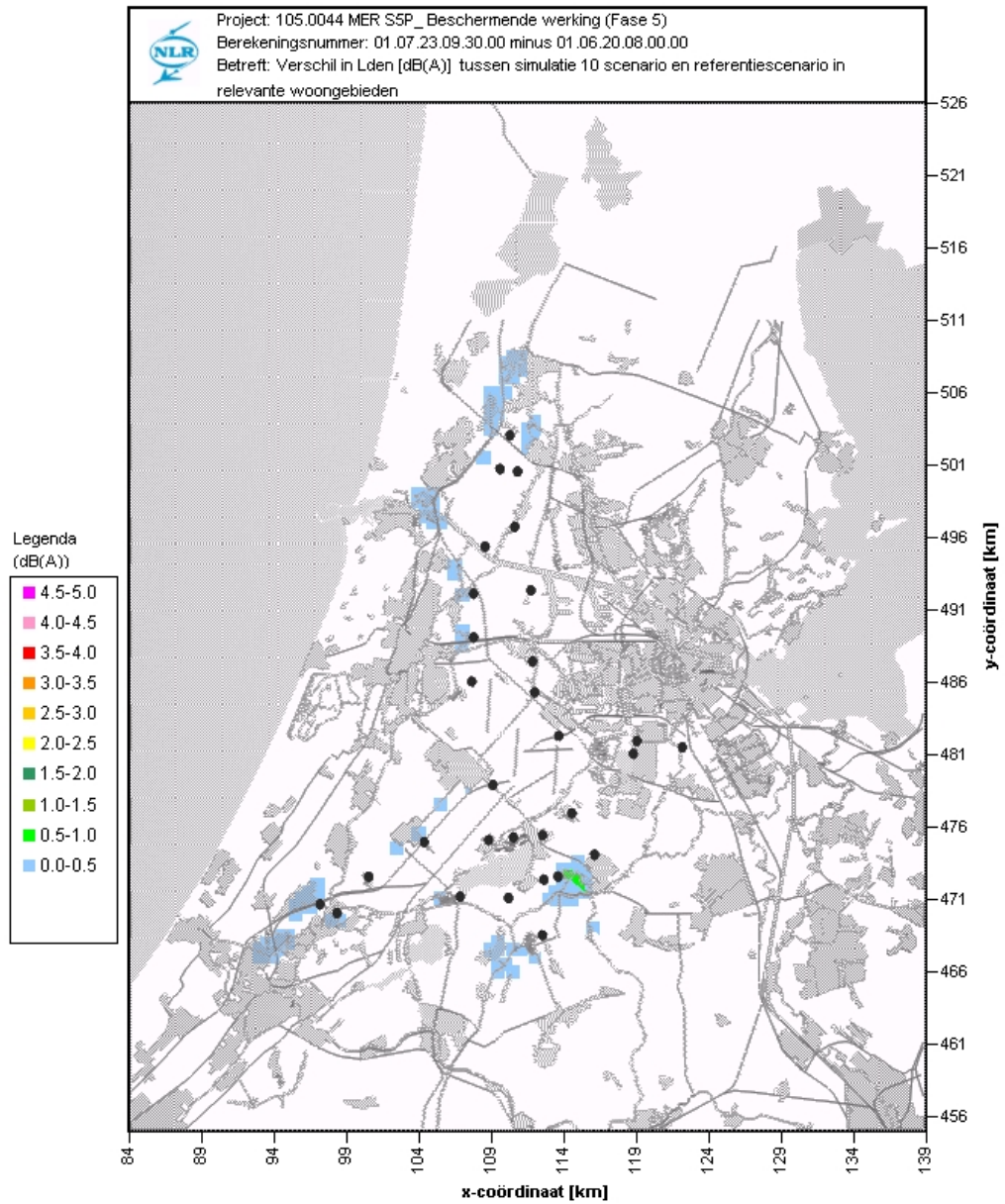
Figuur C.9a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 9 scenario (verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen) t.o.v. het referentiescenario



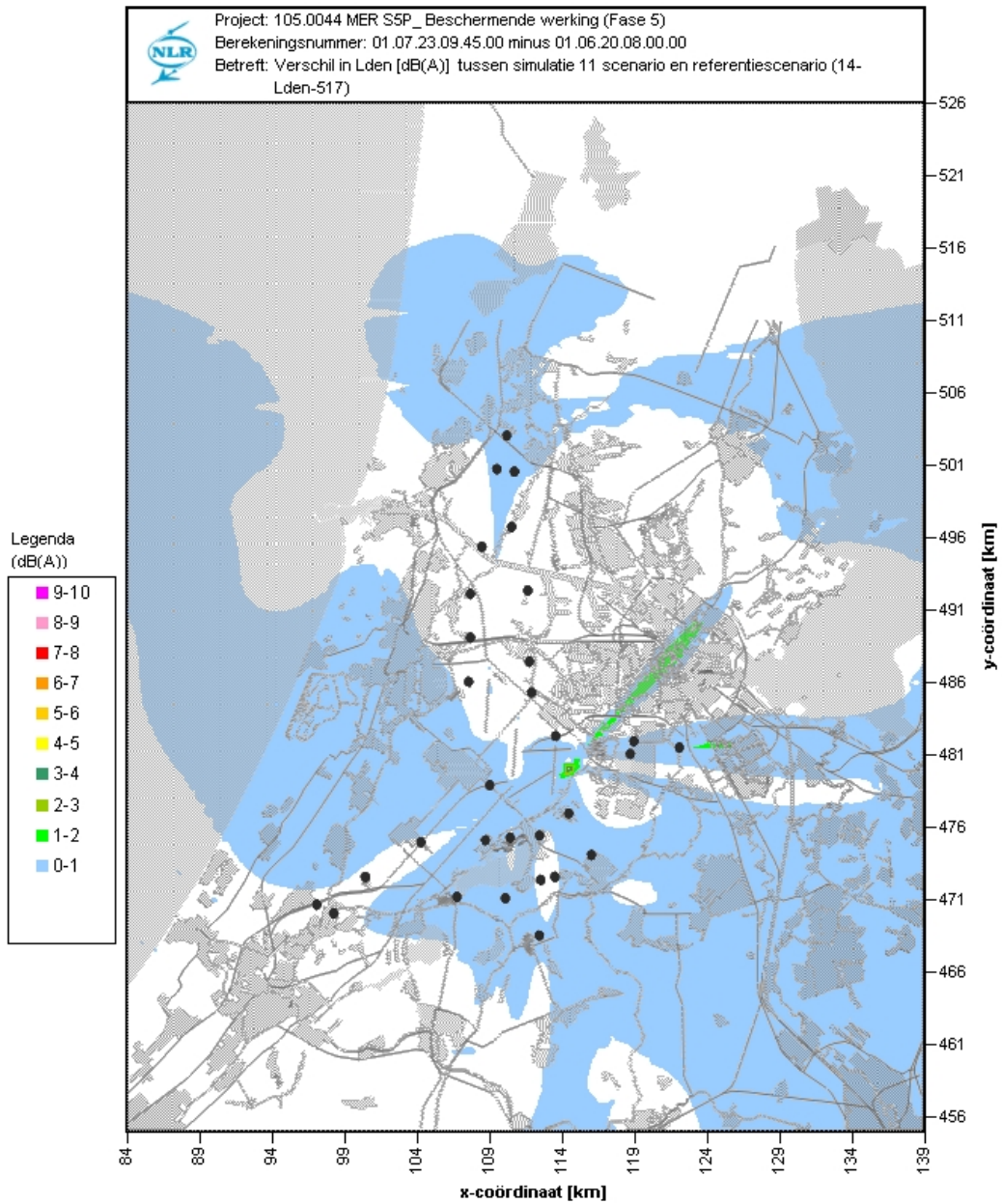
Figuur C.9b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 9 scenario (verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



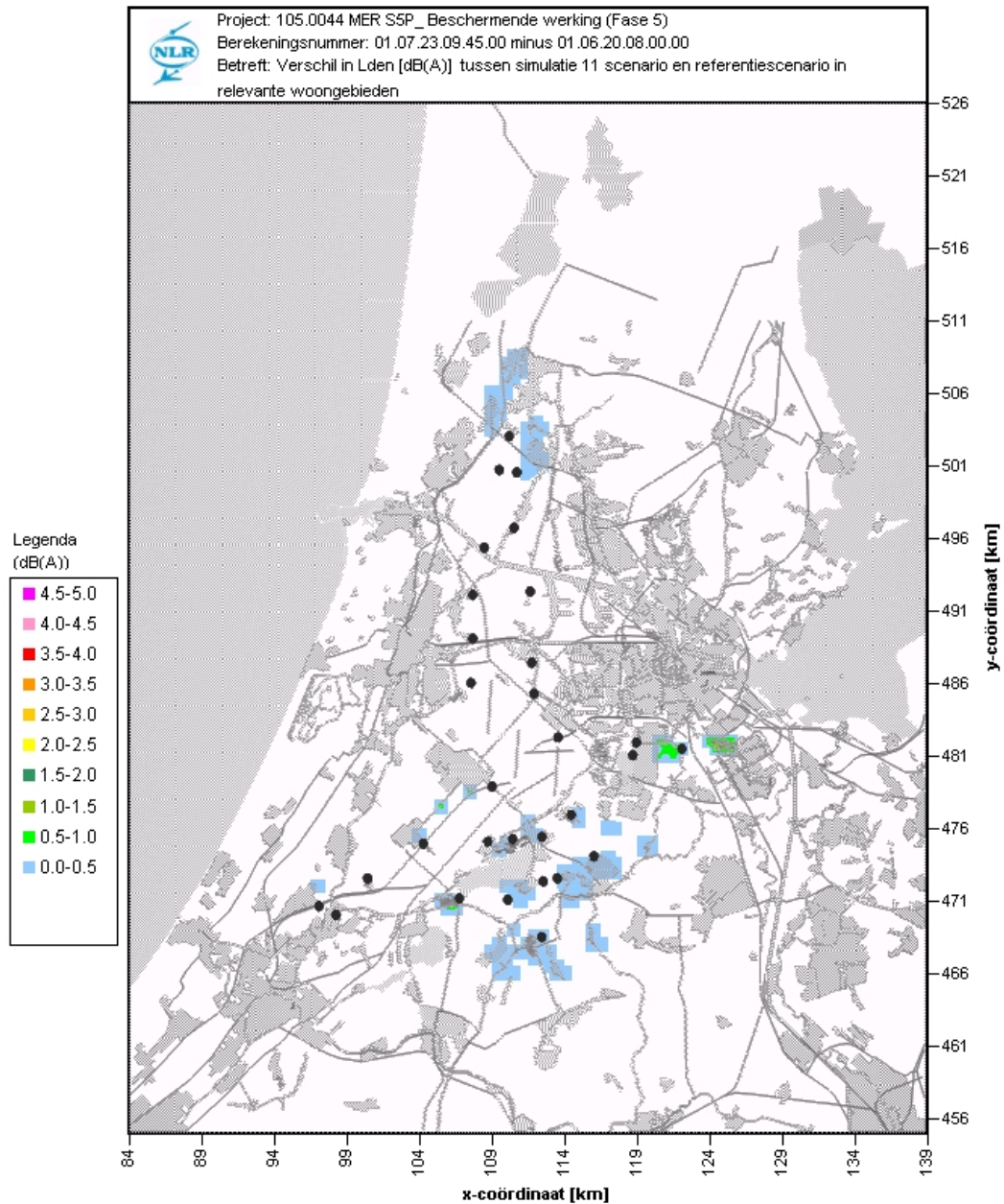
Figuur C.10a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 10 scenario (verplaatsing verkeer over routes) t.o.v. het referentiescenario (fase 5)



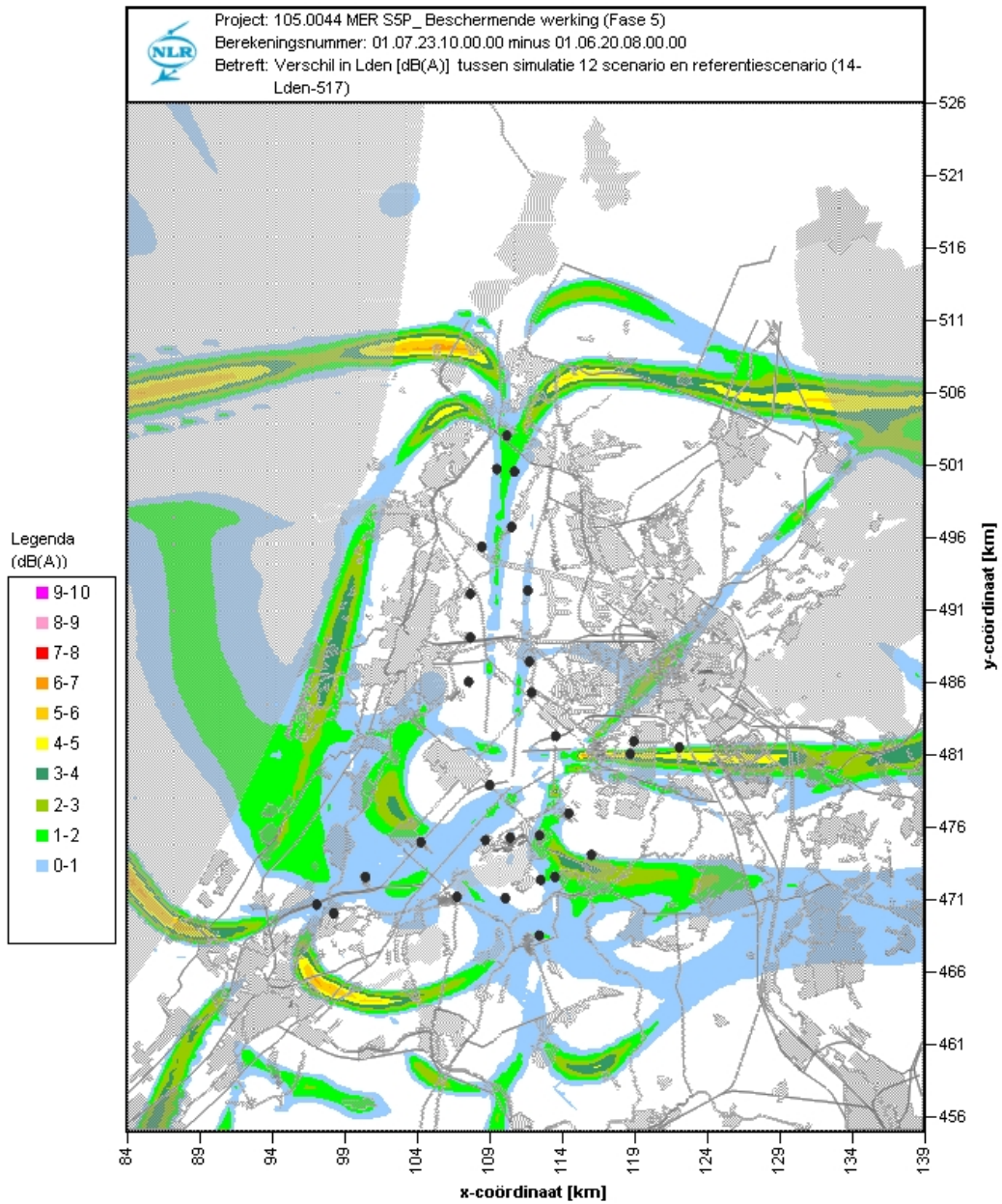
Figuur C.10b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 10 scenario (verplaatsing verkeer over routes) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



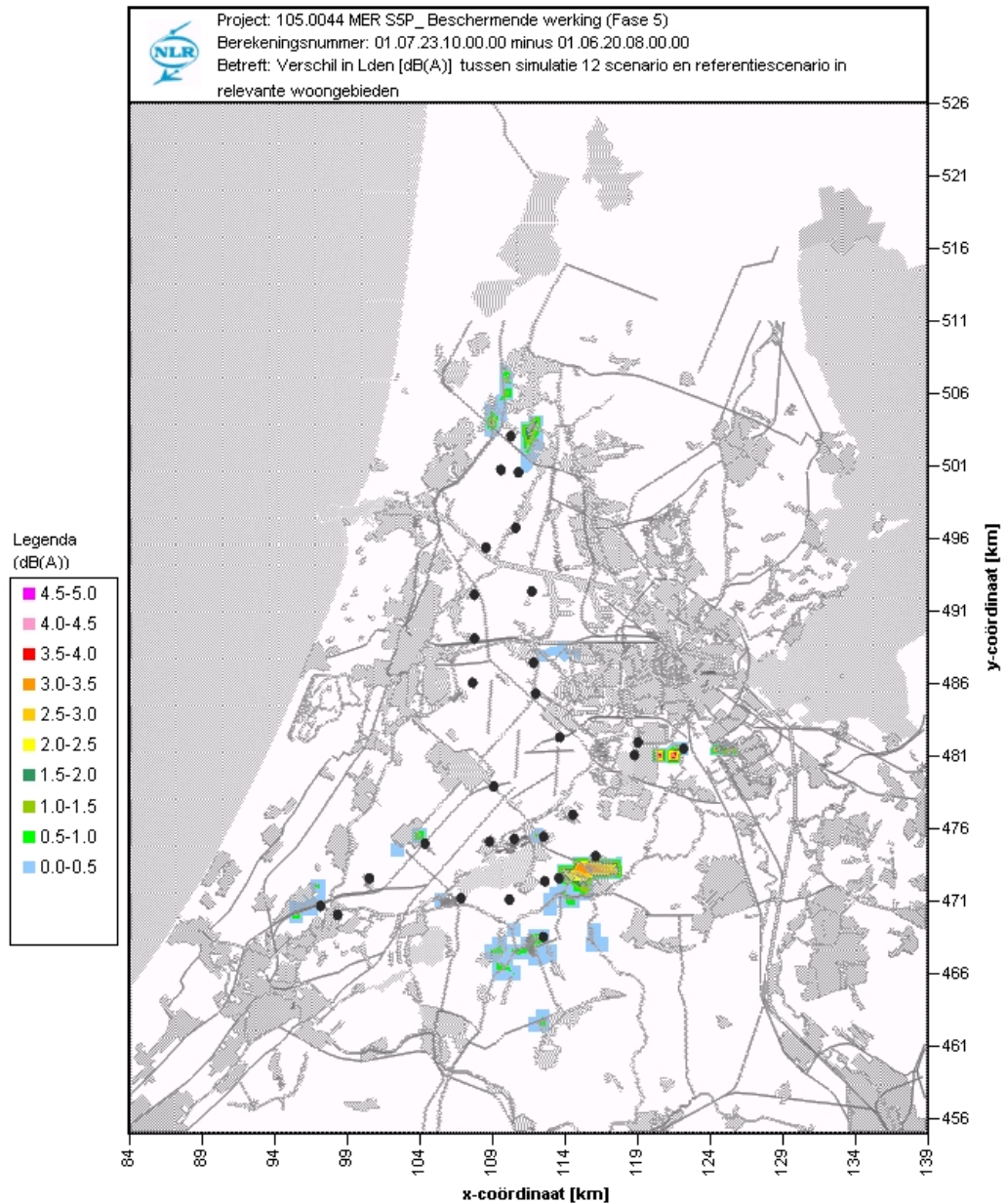
Figuur C.11a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 11 scenario (baangebruik voor jaar met extreem weer) t.o.v. het referentiescenario (fase 5)



Figuur C.11b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 11 scenario (baangebruik voor jaar met extreem weer) t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



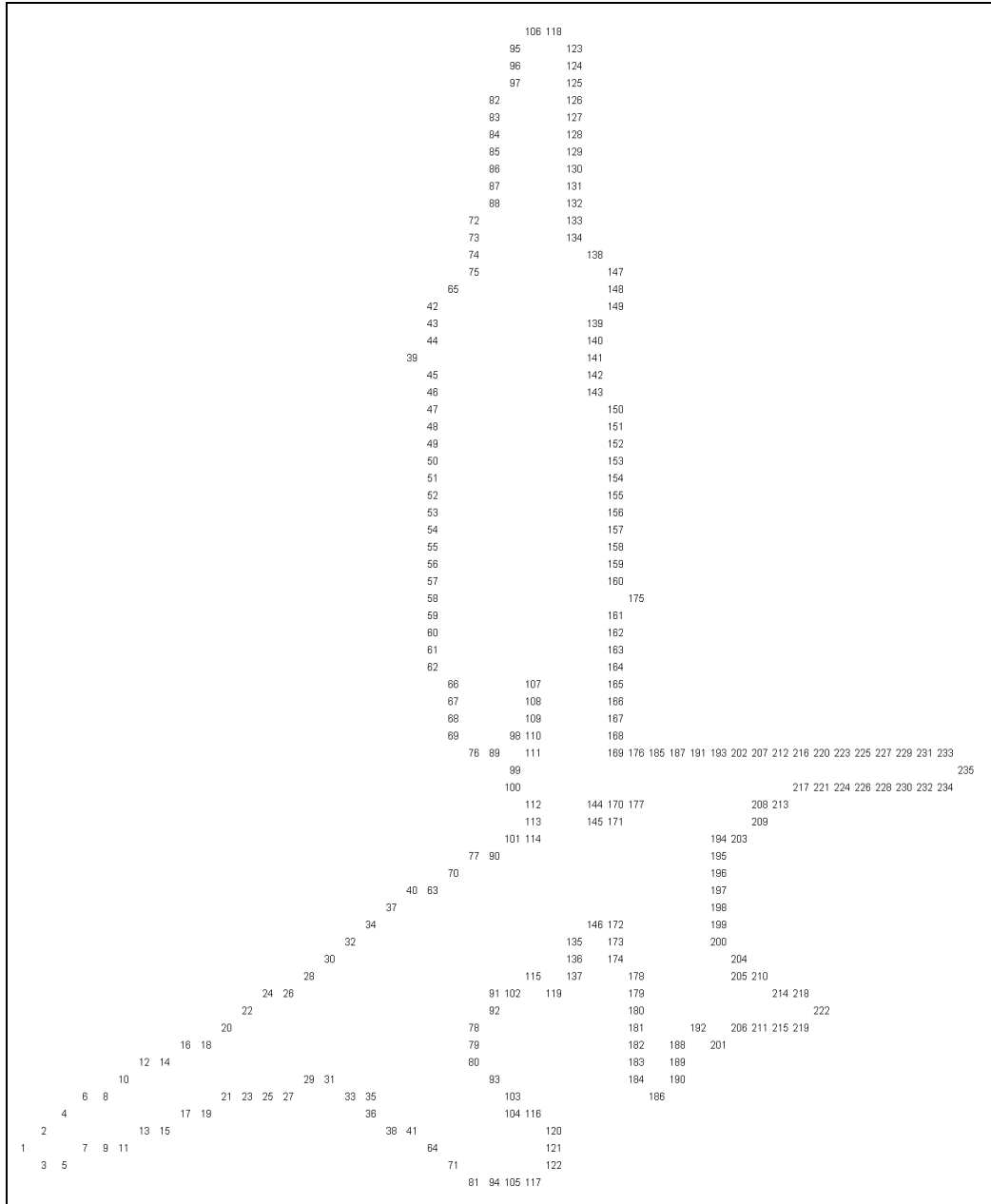
Figuur C.12a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 12 scenario ('worst case') t.o.v. het referentiescenario (fase 5)



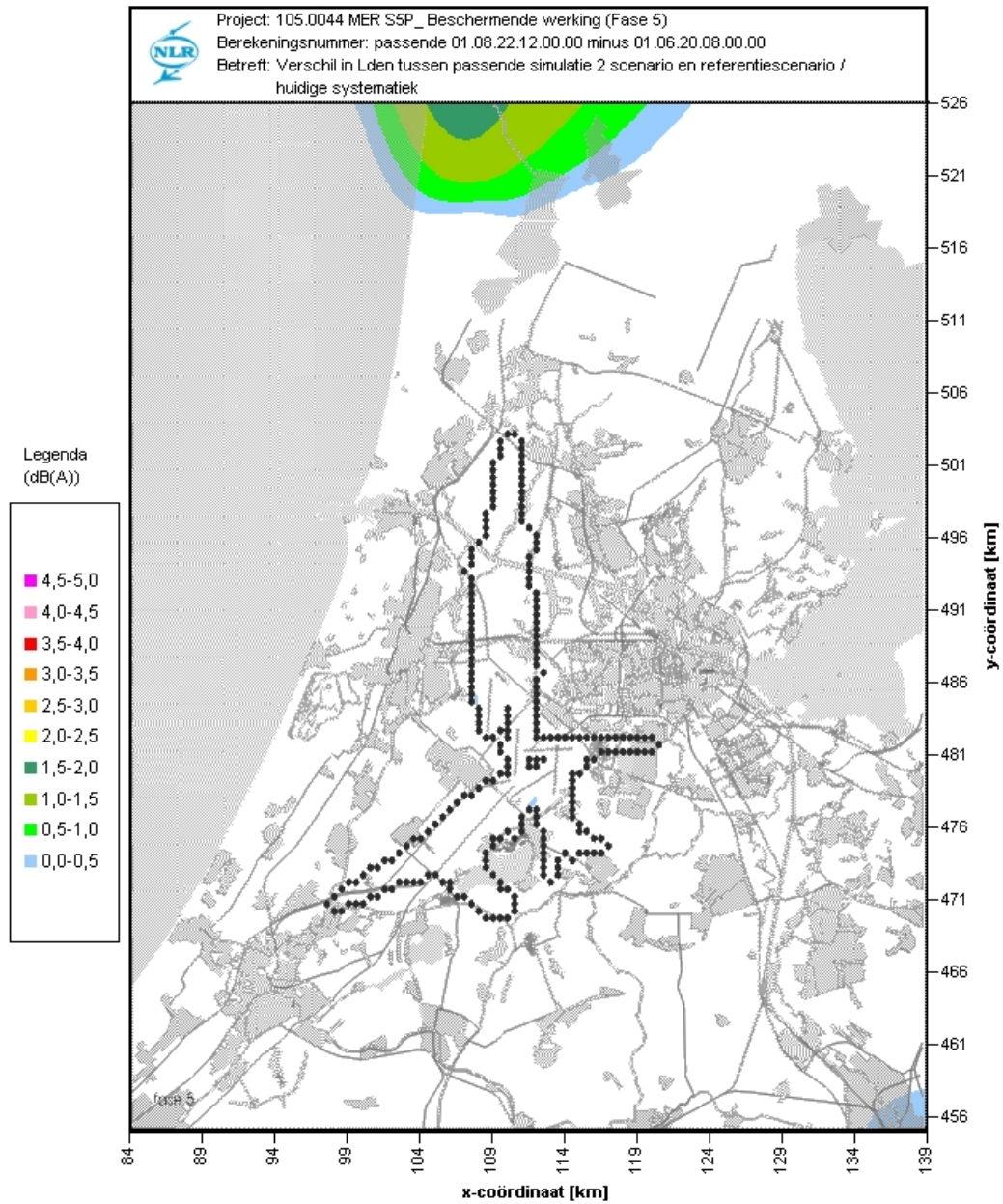
Figuur C.12b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van het simulatie 12 scenario ('worst case') t.o.v. het referentiescenario, ter plaatse van relevante woongebieden (liggend in het geluidbelaste gebied tussen 53-58 dB(A) L_{den} uit de referentie)



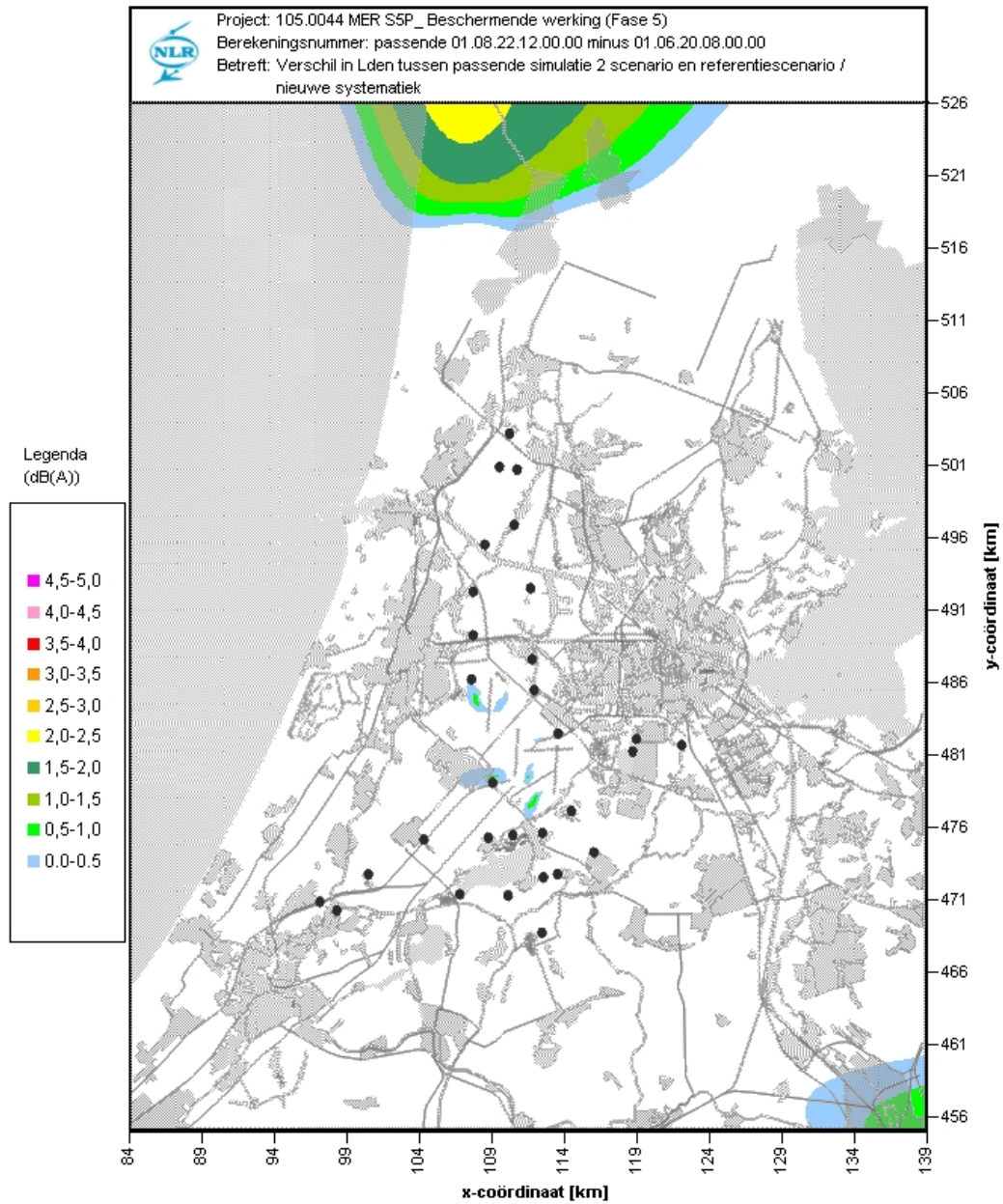
Appendix D Figuren: vergelijking globaal geschaalde simulaties met referentie



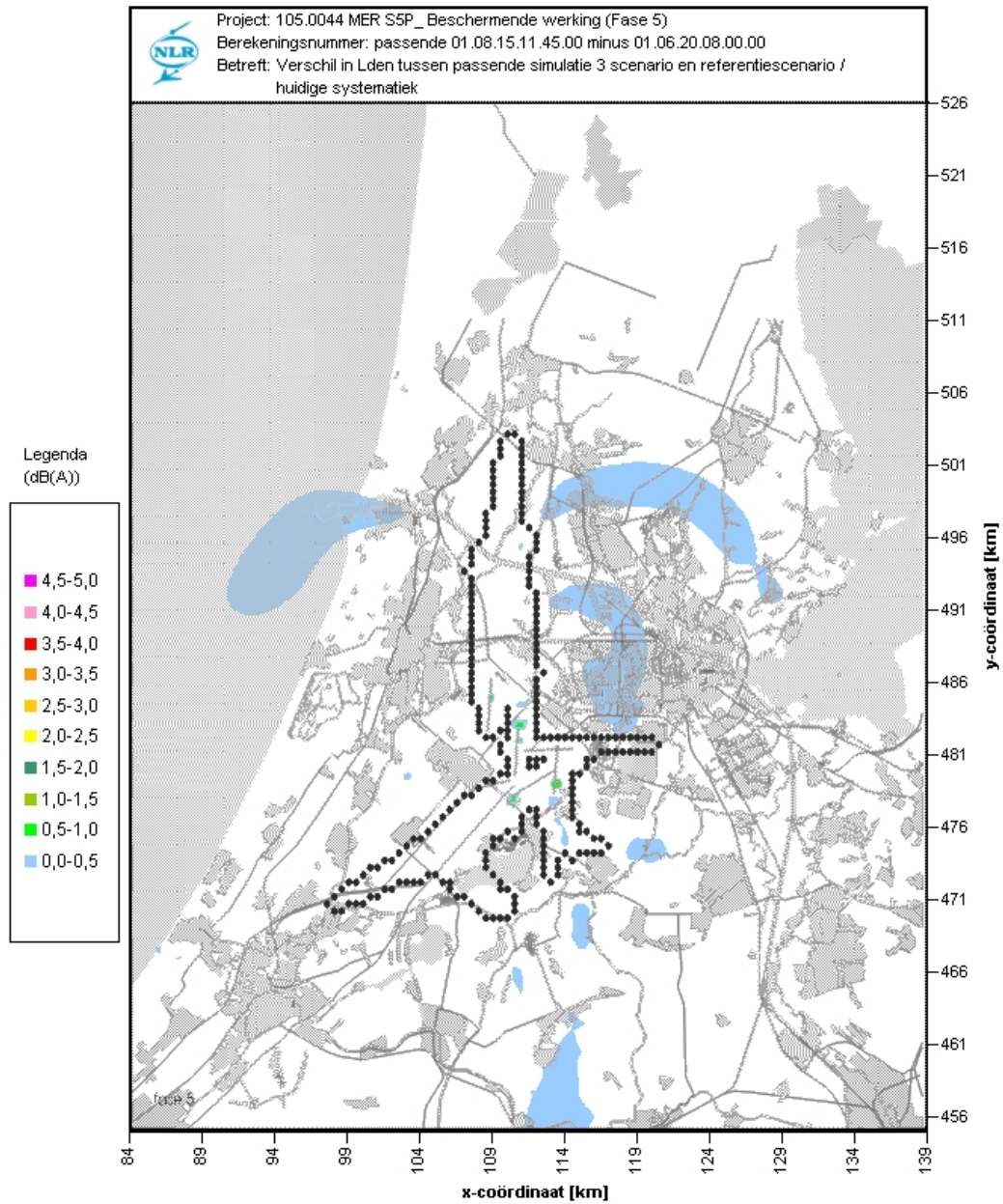
Figuur D.1. Ligging van de zonepunten, gebaseerd op een geluidbelasting L_{den} van 58 dB(A), behorende bij het referentiescenario (14- L_{den} -517)



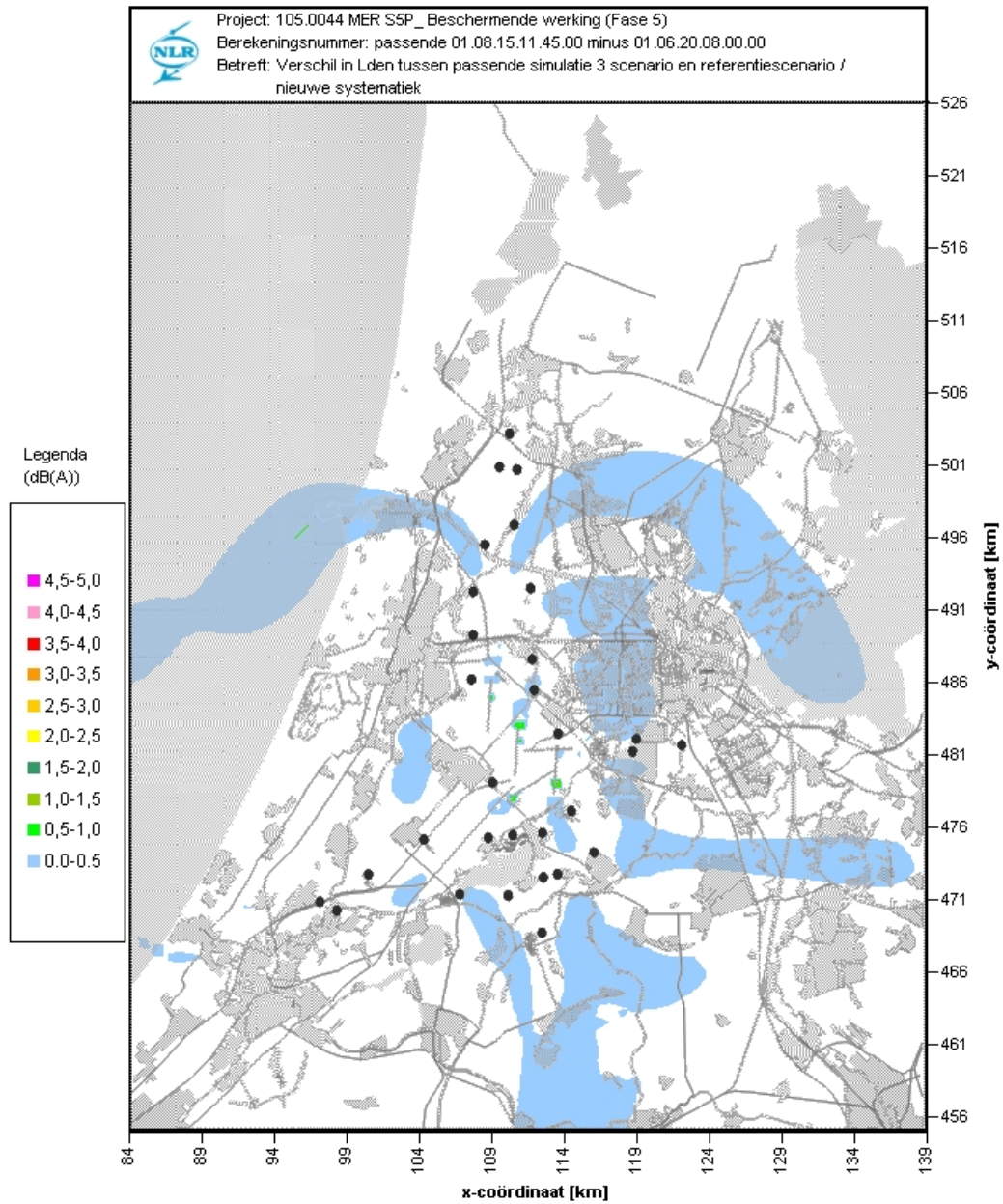
Figuur D.2a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 2 (alle verkeer op kleinste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



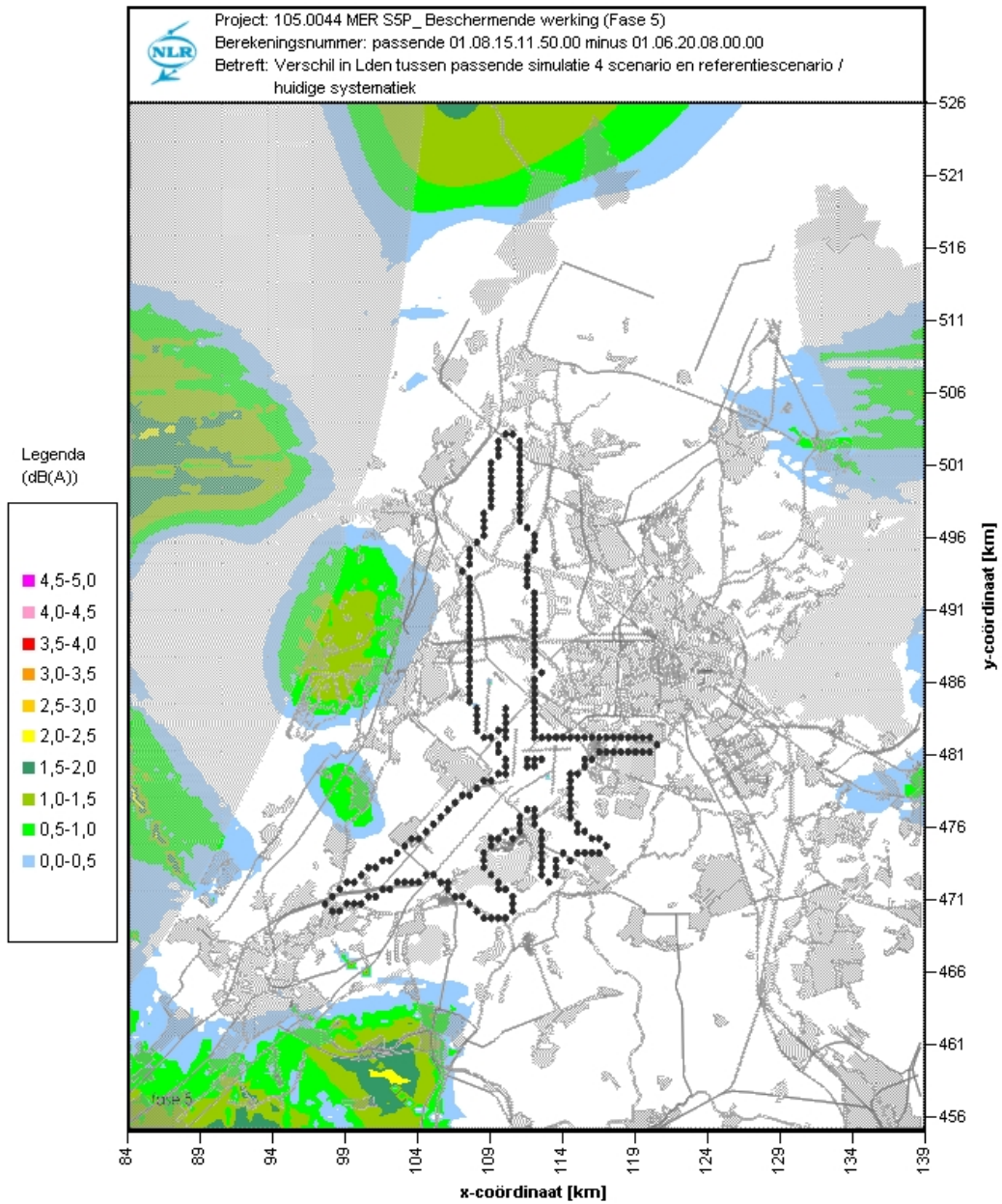
Figuur D.2b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 2 (alle verkeer op kleinste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



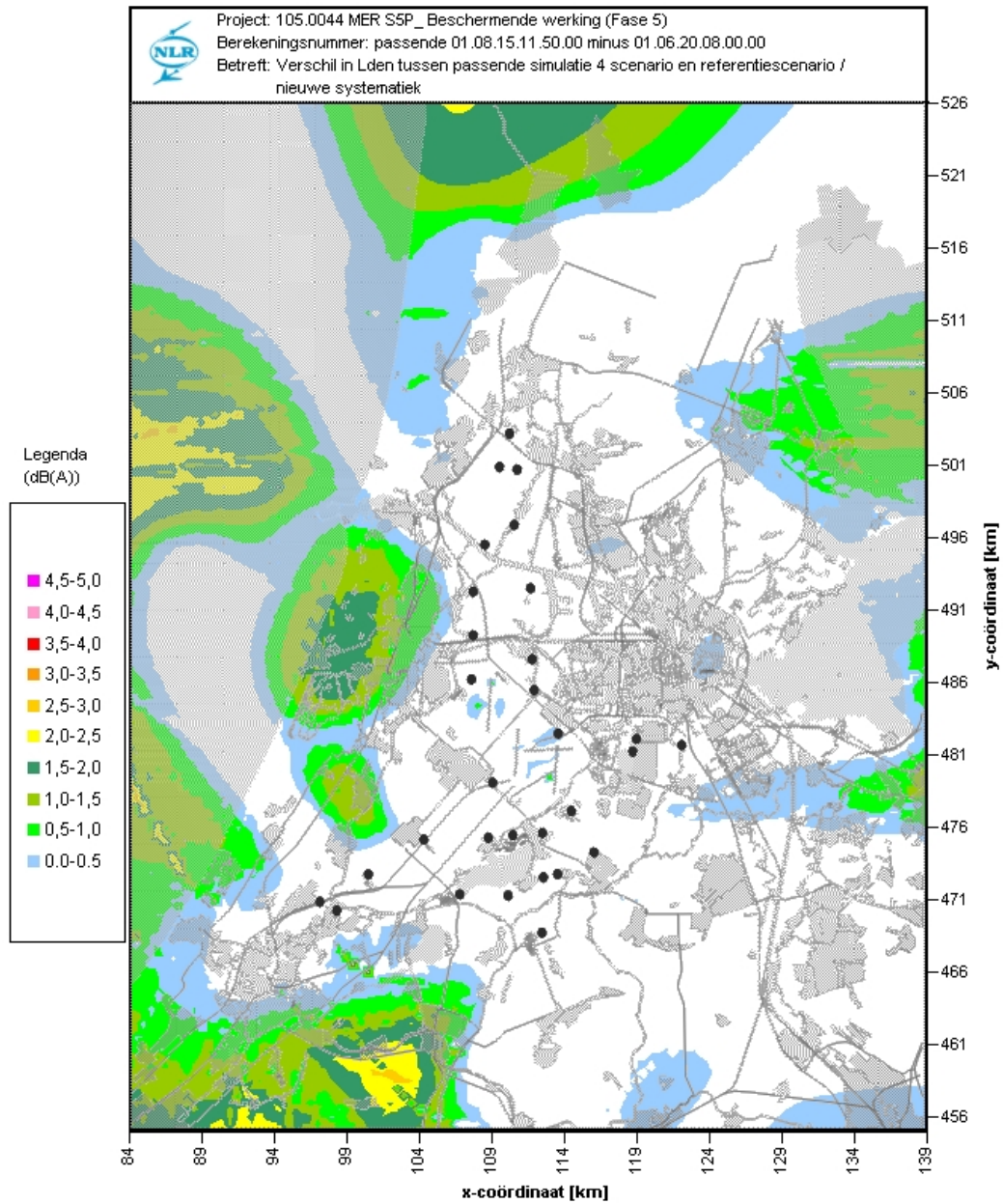
Figuur D.3a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 3 (alle verkeer op grootste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



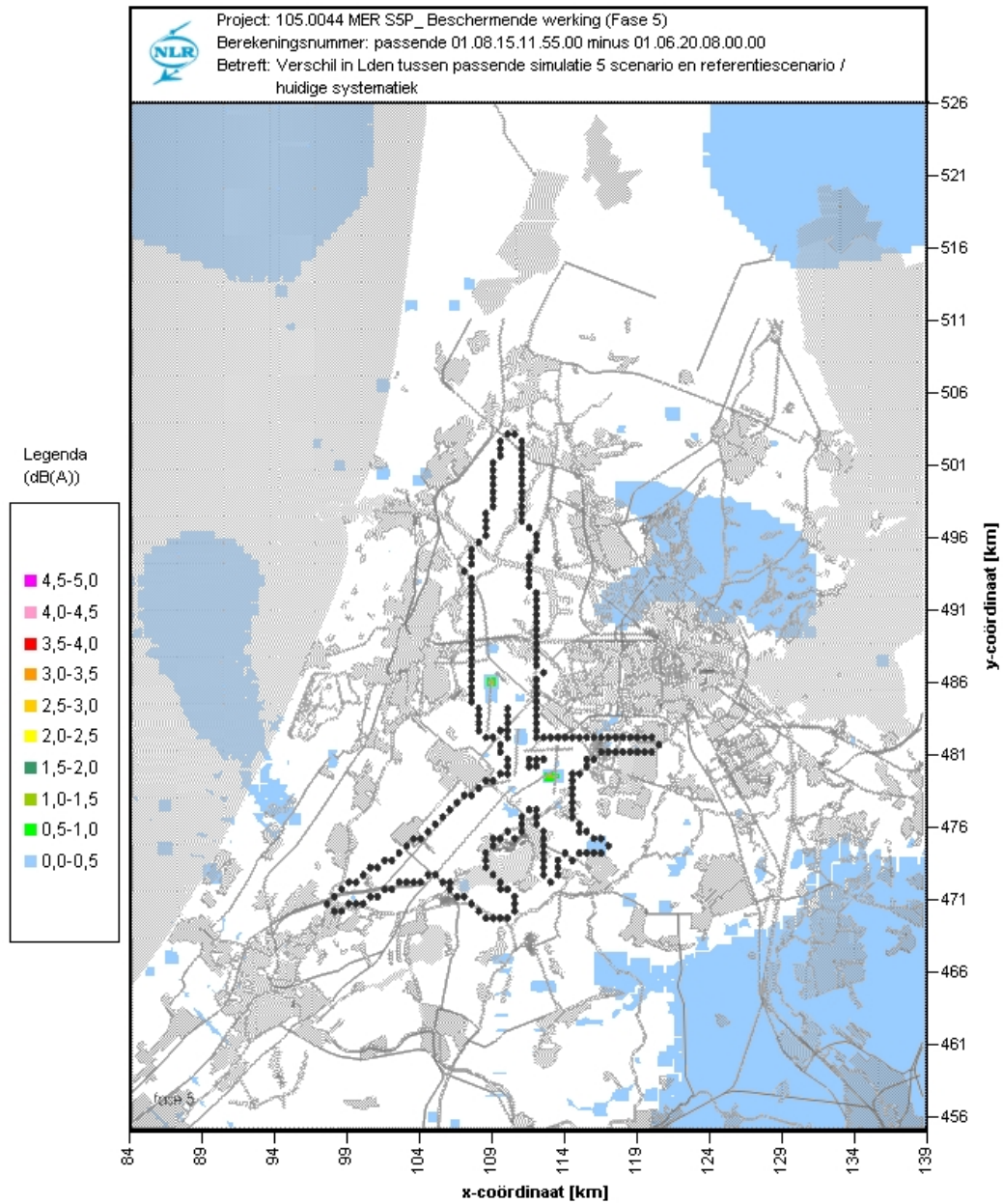
Figuur D.3b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 3 (alle verkeer op grootste afstandsklasse) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



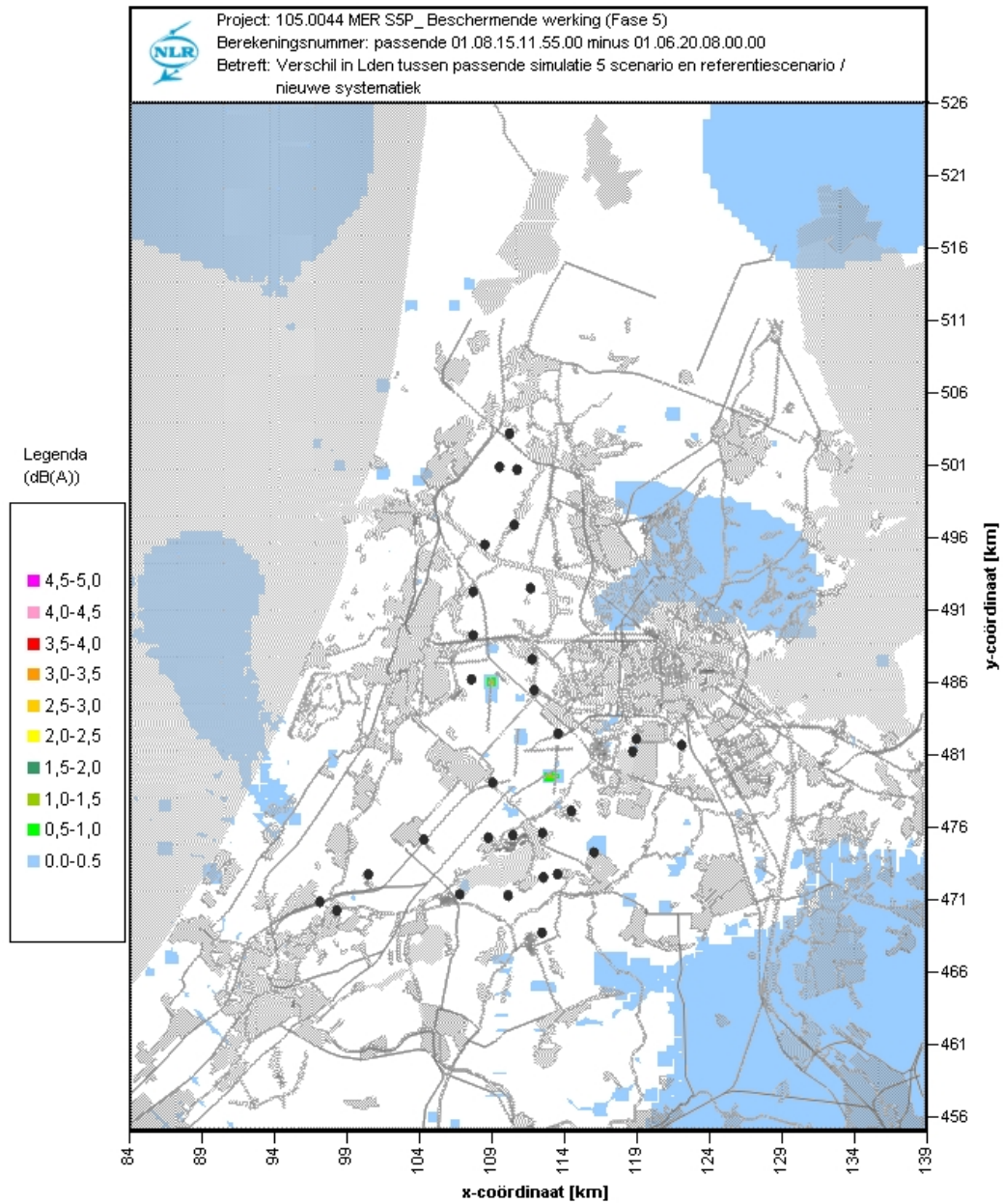
Figuur D.4a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 4 (alle verkeer één geluidklasse stiller) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



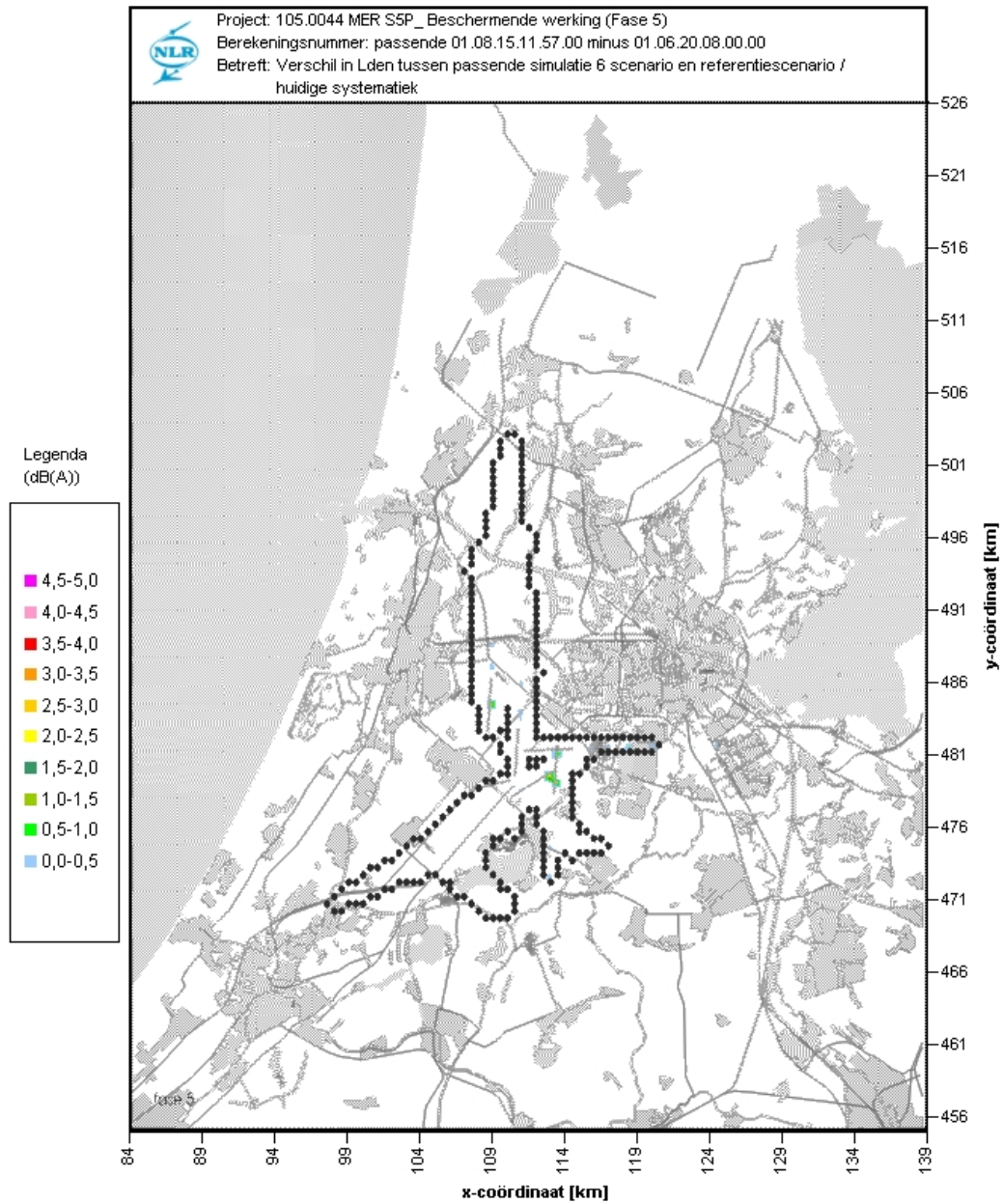
Figuur D.4b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 4 (alle verkeer één geluidklasse stiller) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



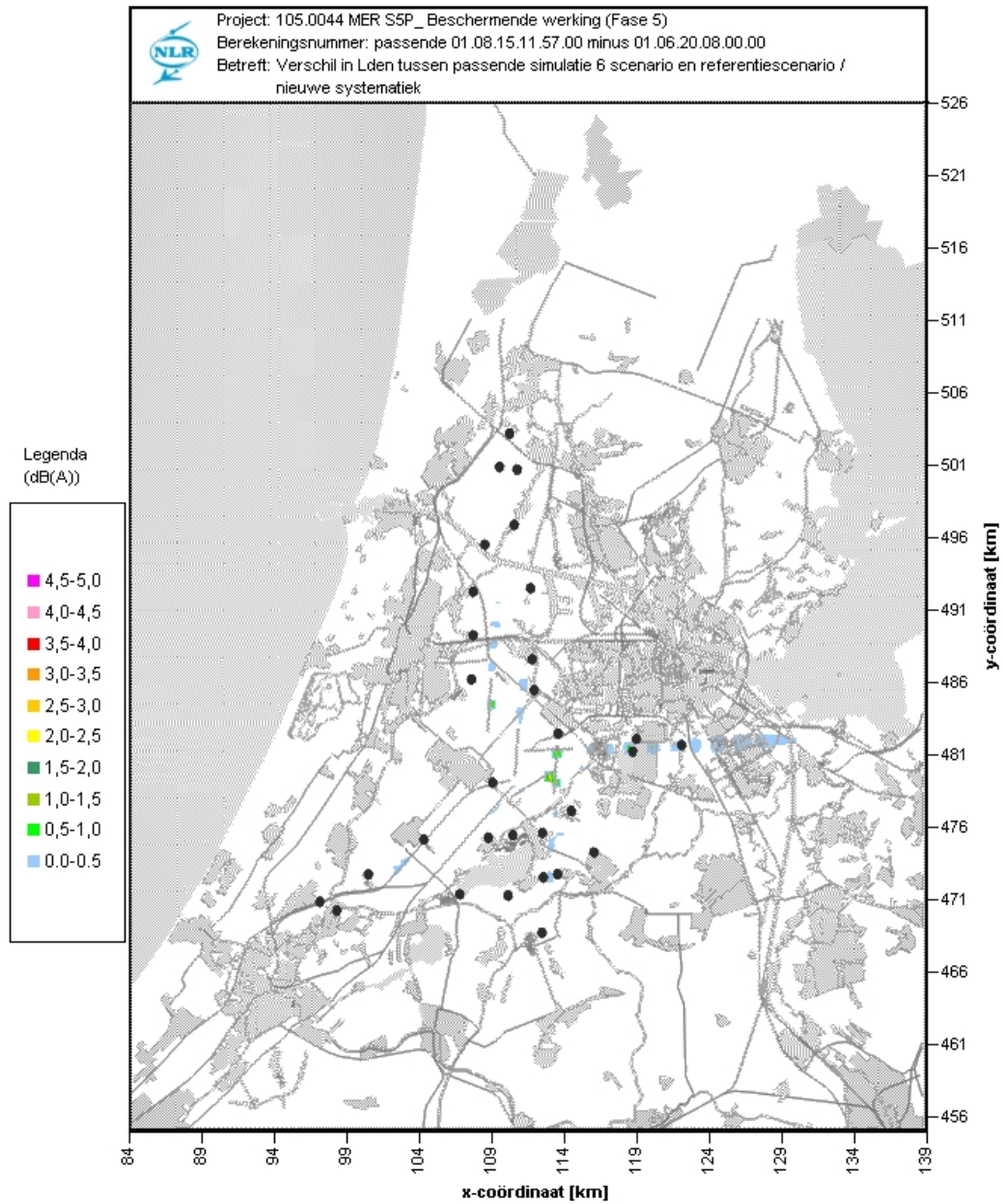
Figuur D.5a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 5 (alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



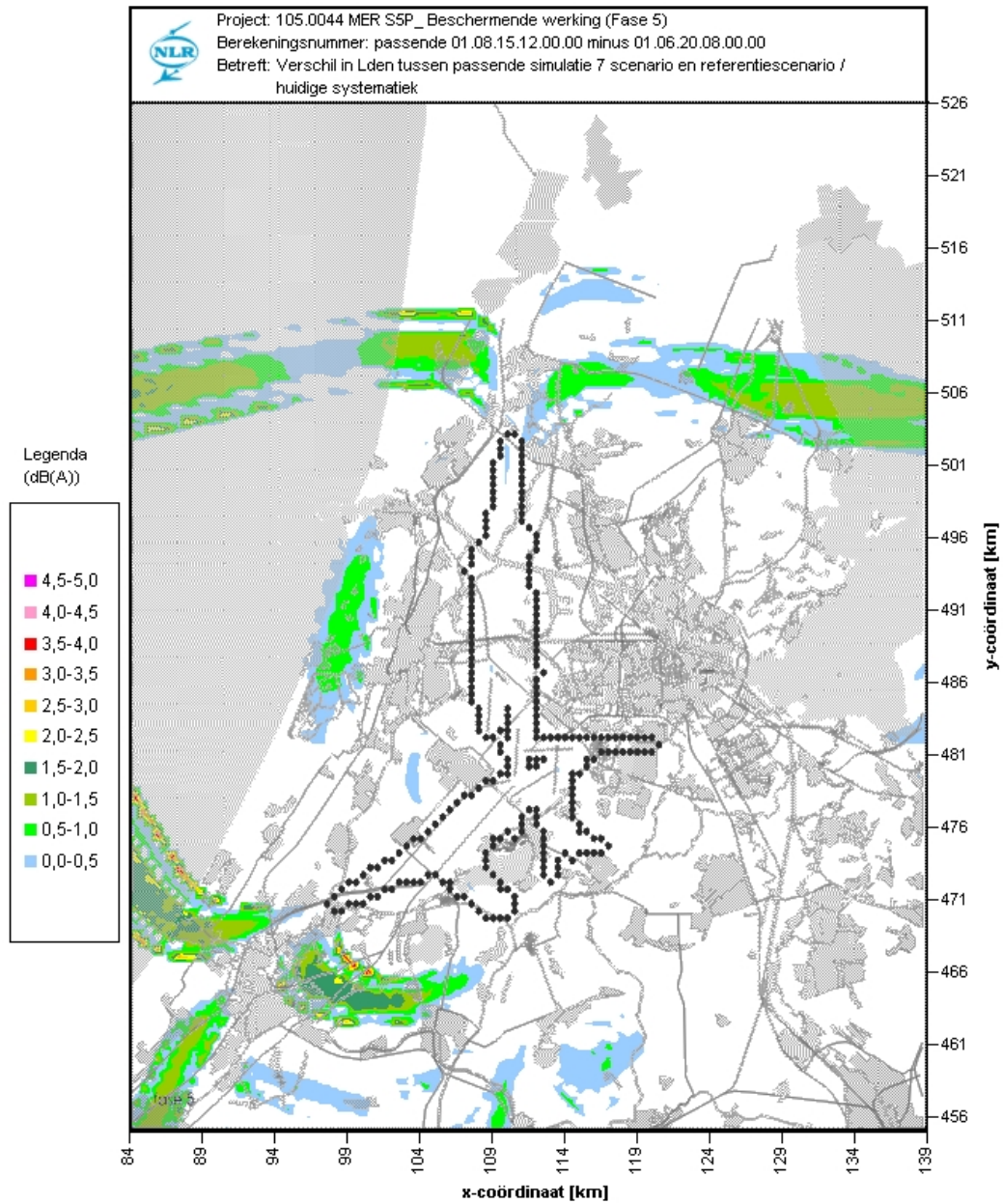
Figuur D.5b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 5 (alle verkeer maximaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



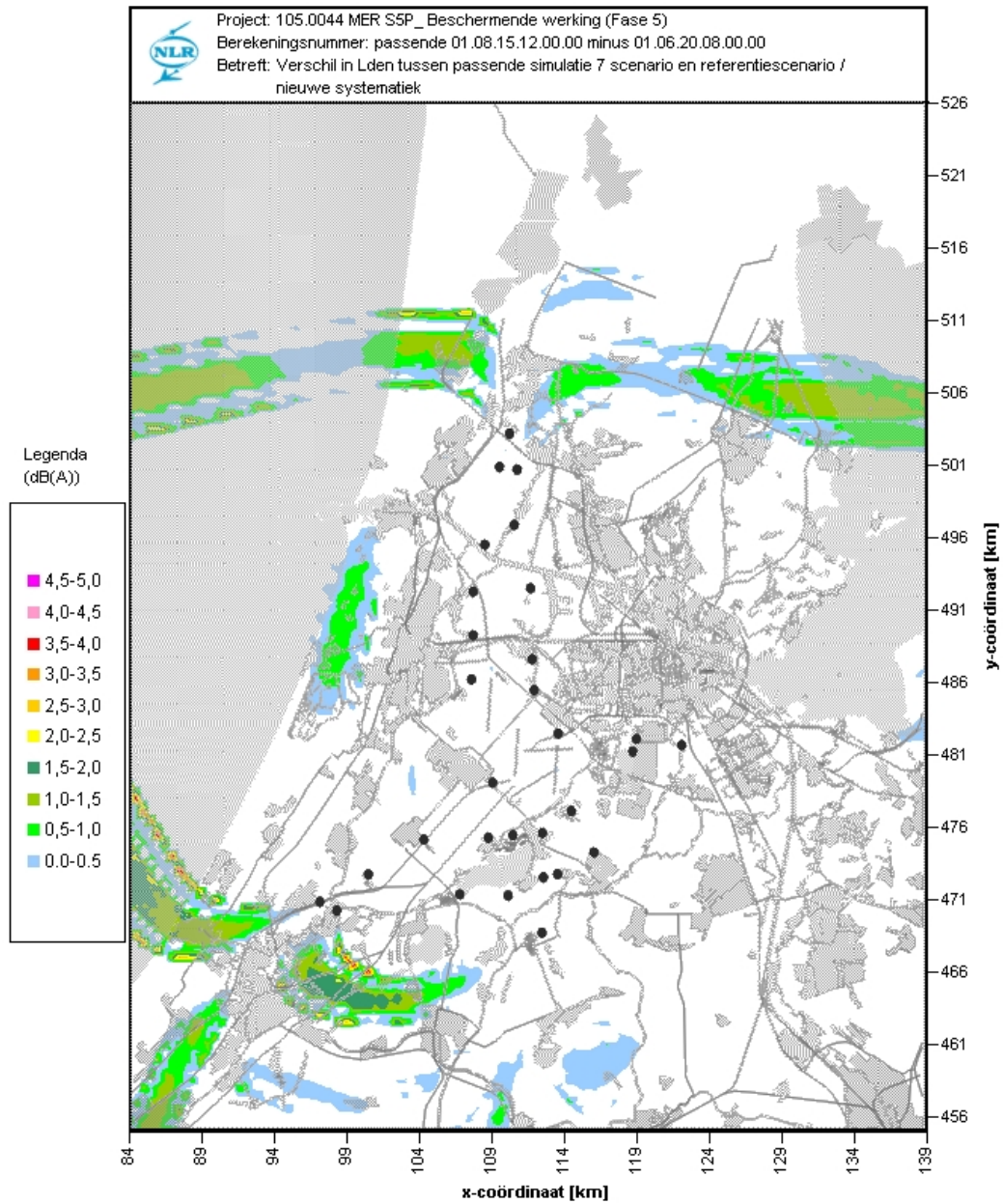
Figuur D.6a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 6 (alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



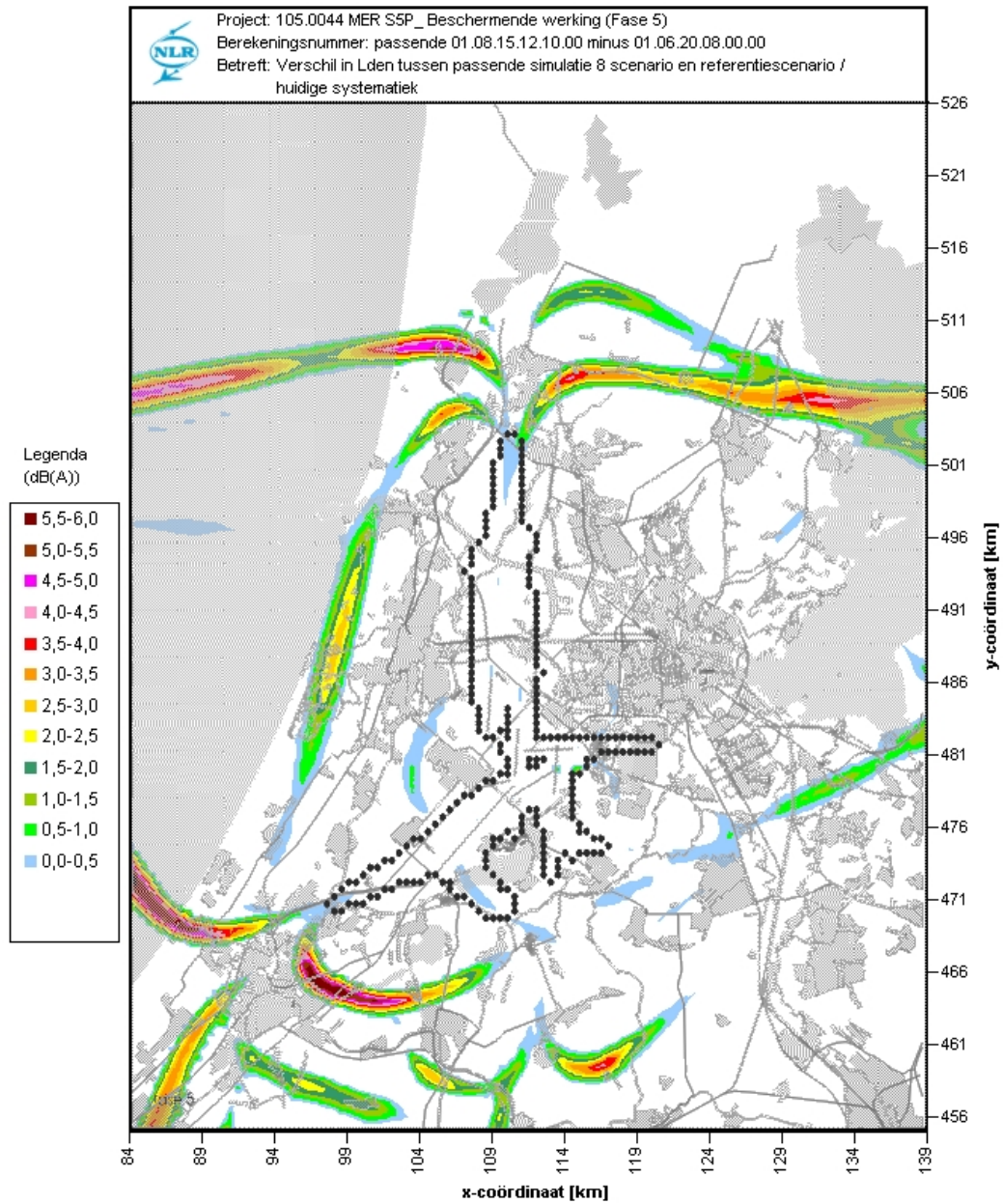
Figuur D.6b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 6 (alle verkeer minimaal ICAO A starts en reduced flaps landingen) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



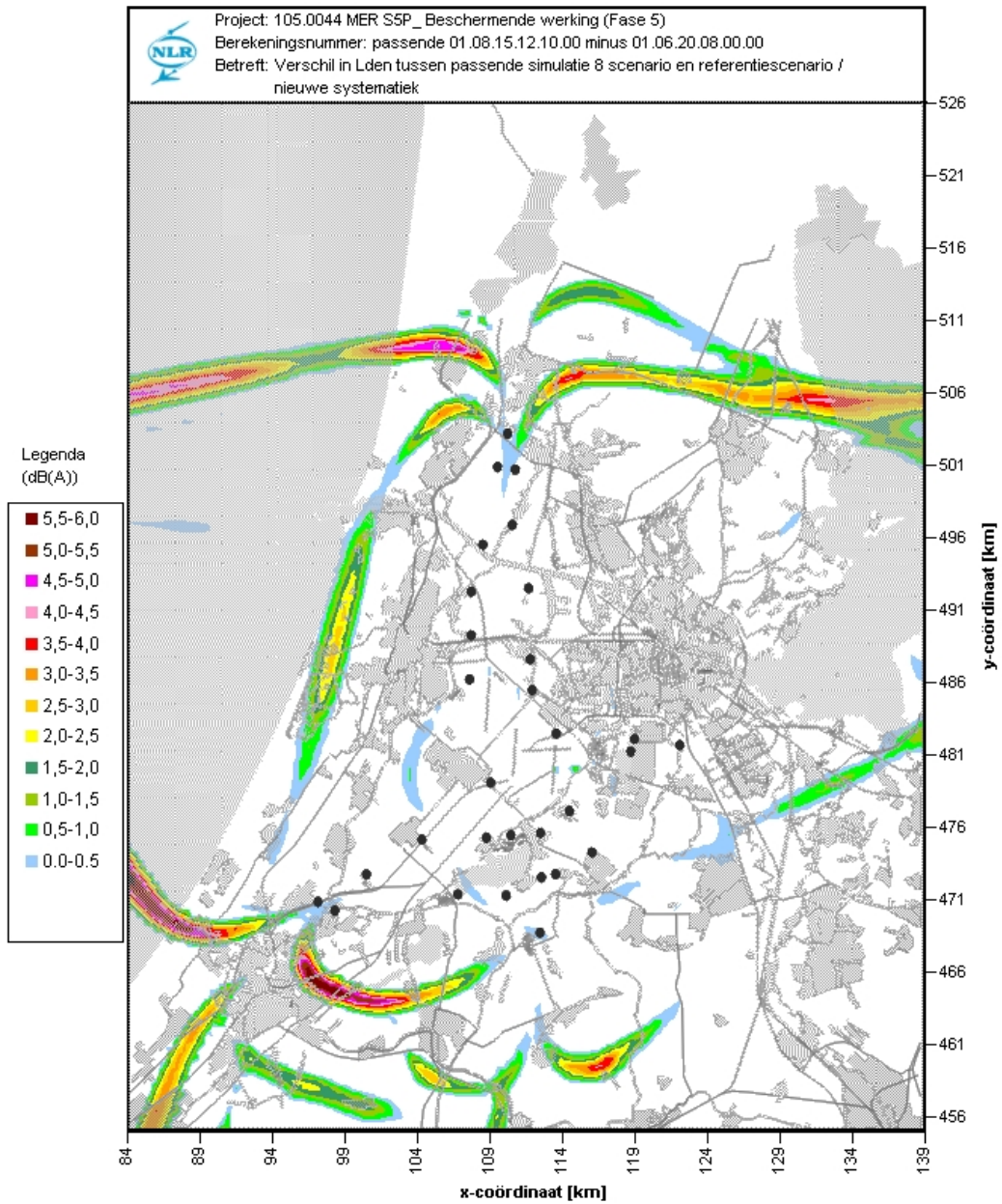
Figuur D.7a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 7 (alle verkeer halvering vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



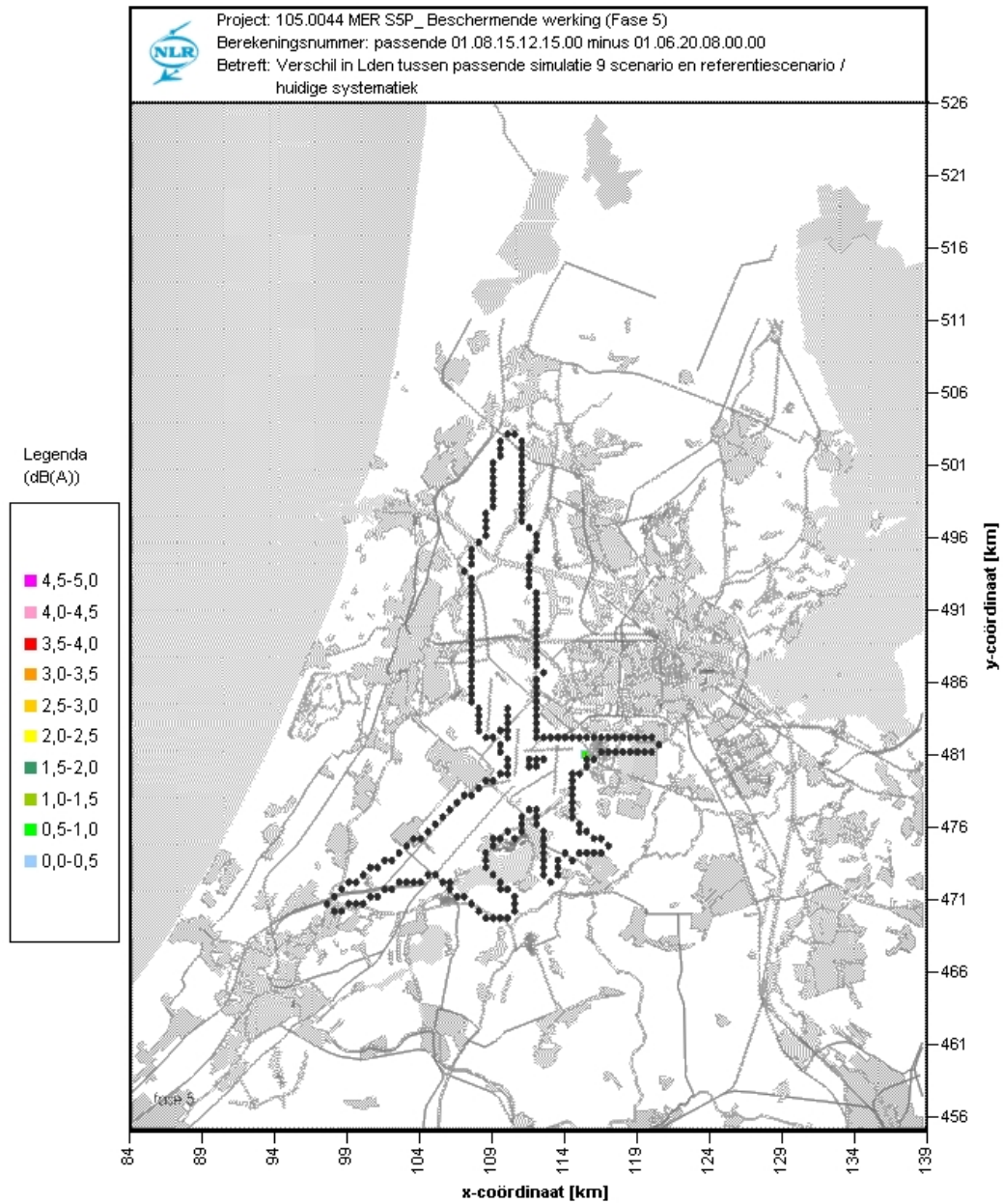
Figuur D.7b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 7 (alle verkeer halvering vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



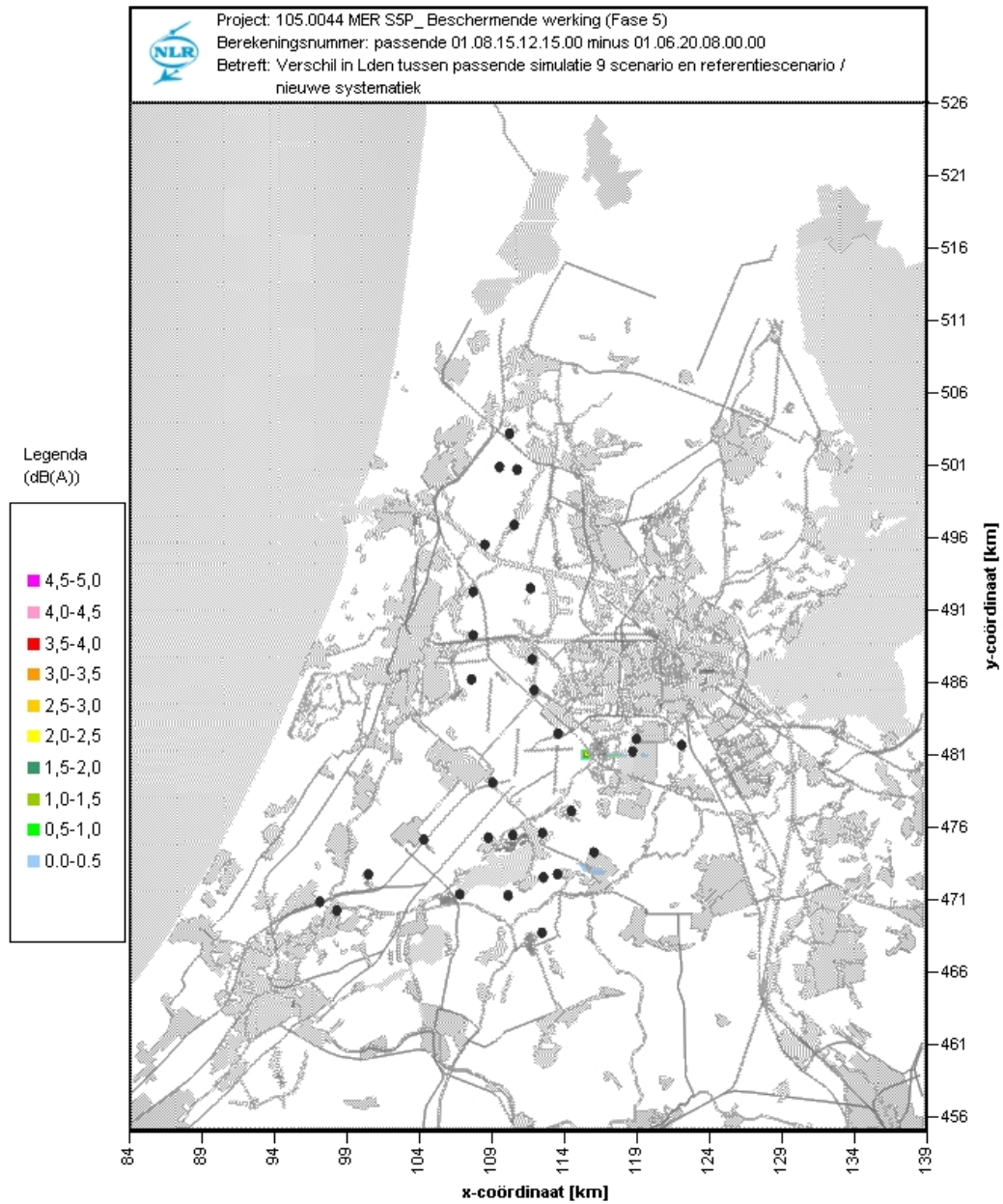
Figuur D.8a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 8 (alle verkeer zonder vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



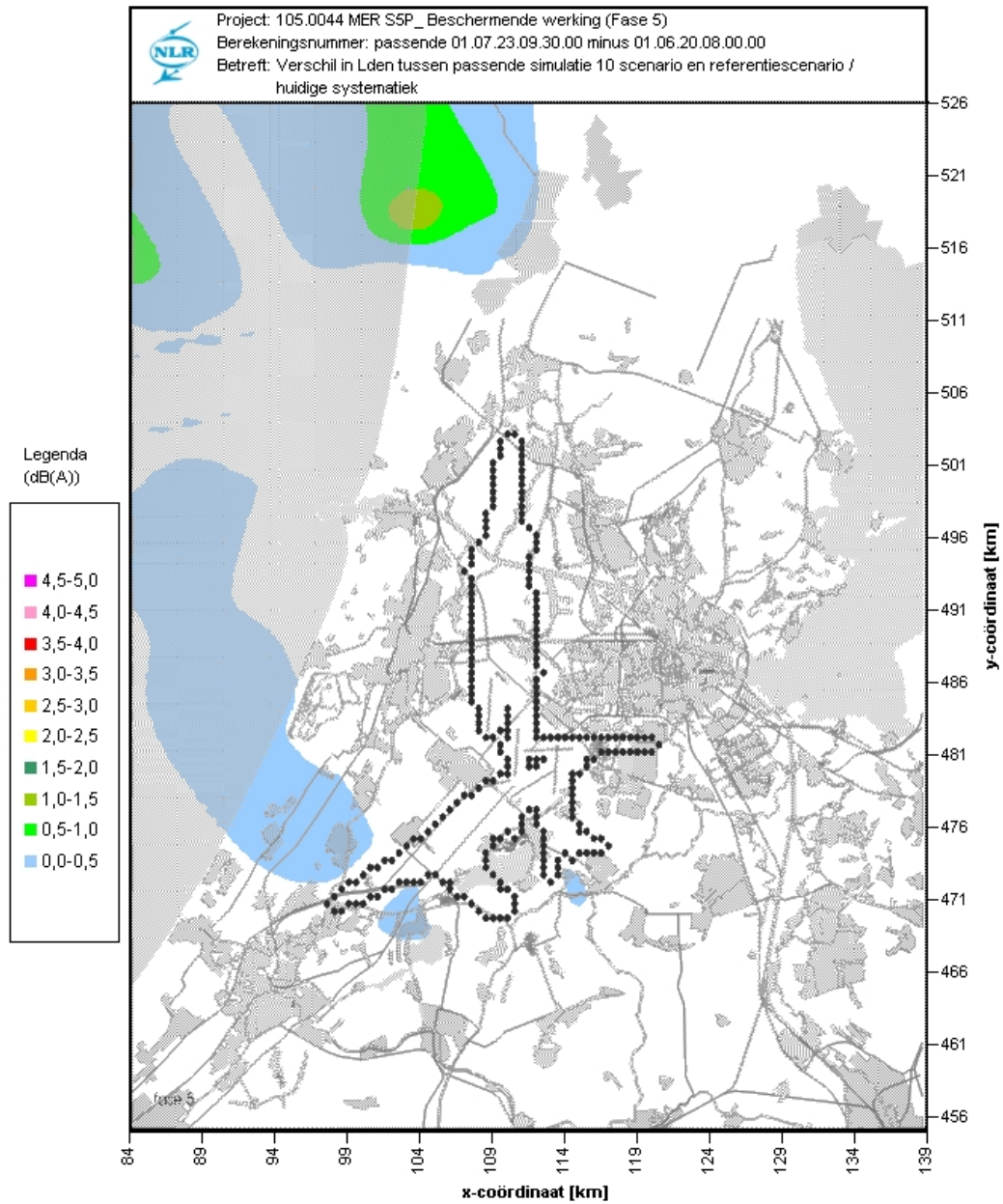
Figuur D.8b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 8 (alle verkeer zonder vliegpadspreiding) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



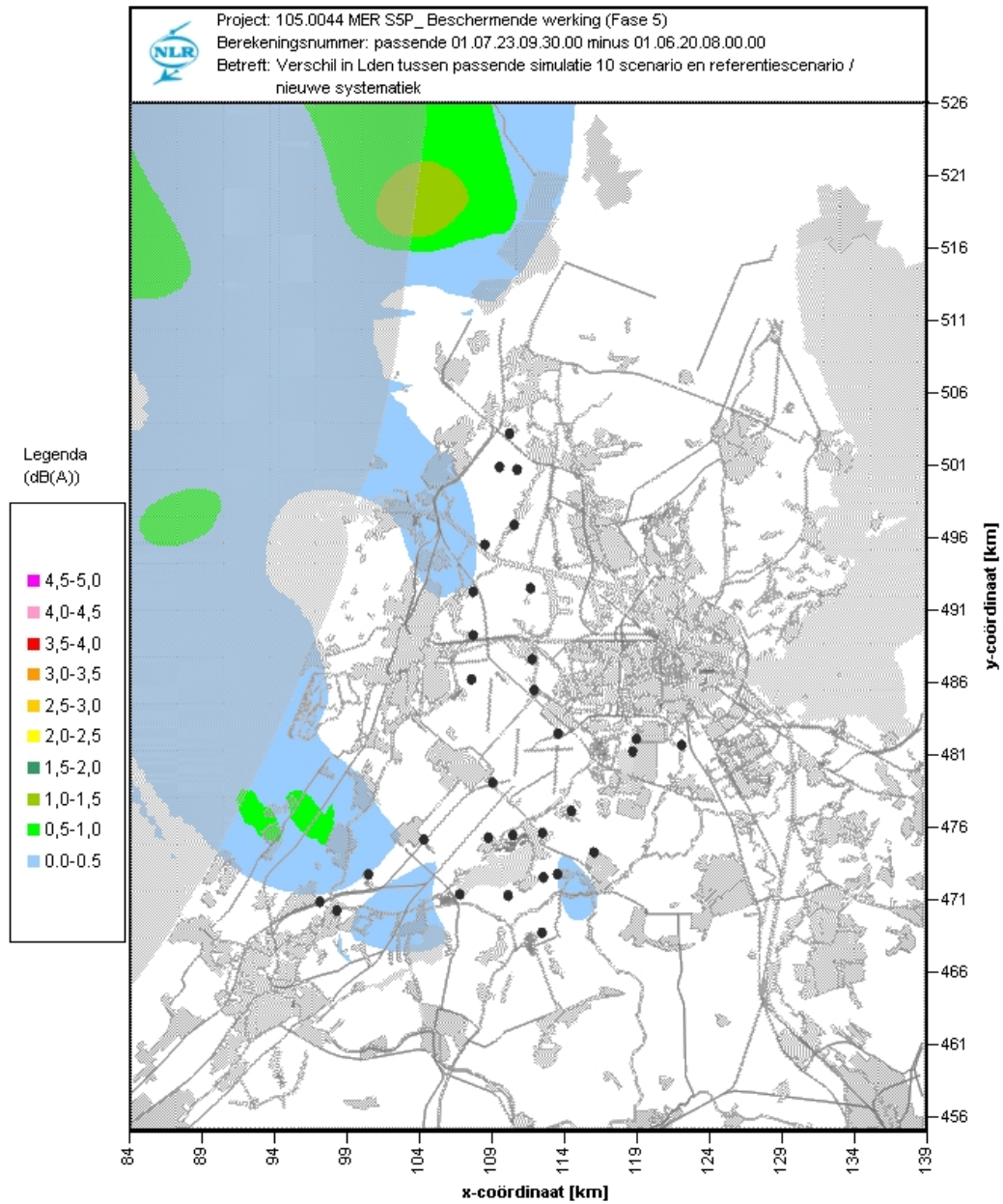
Figuur D.9a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 9 (verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen) t.o.v. het referentiescenario. Huidige systematiek.



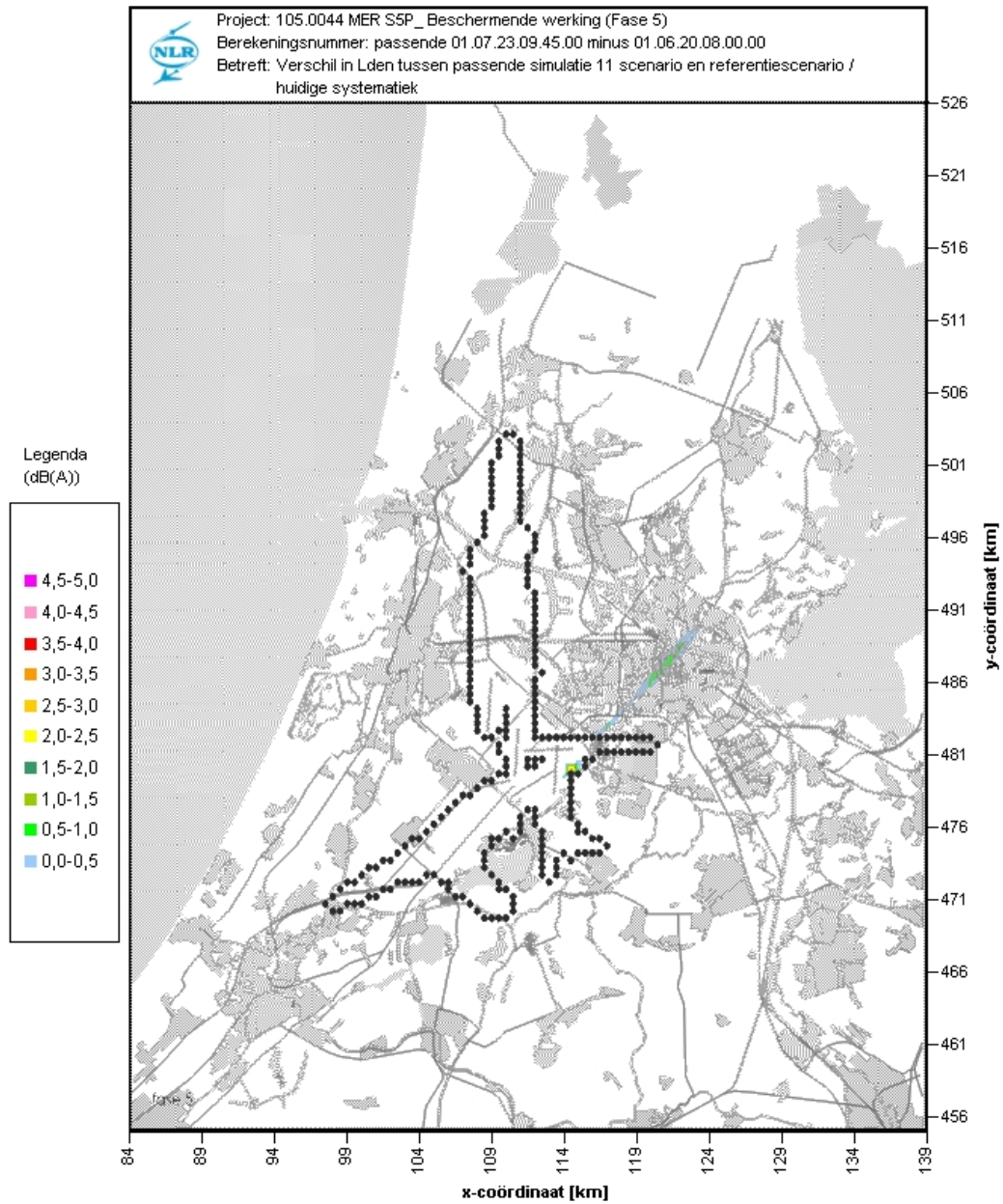
Figuur D.9b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 9 (verplaatsing enkele vliegpadspreidingsgebieden binnen luchtverkeerswegen) t.o.v. het referentiescenario. Nieuwe systematiek.



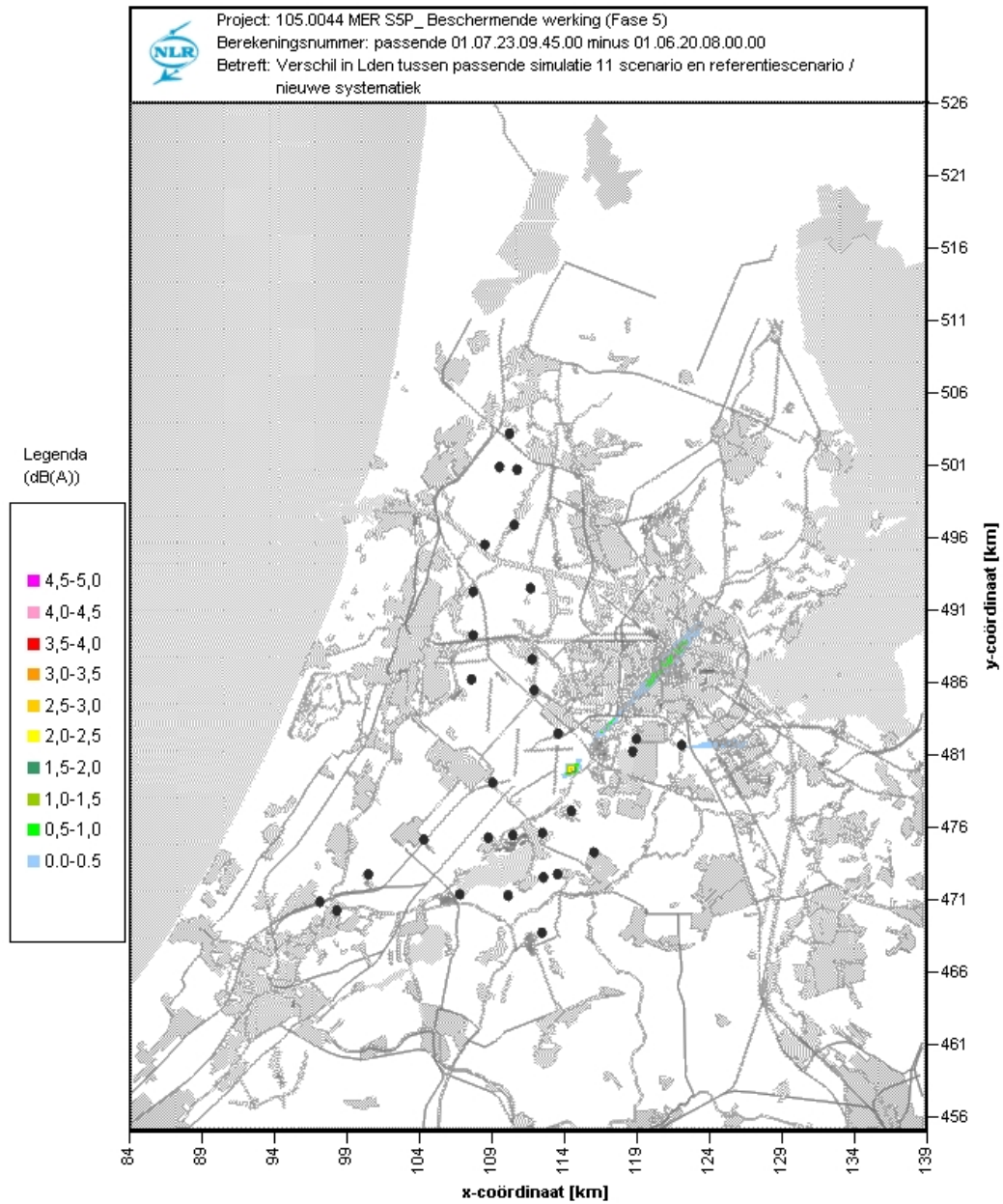
Figuur D.10a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 10 (verplaatsing verkeer over routes) scenario t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Huidige systematiek.



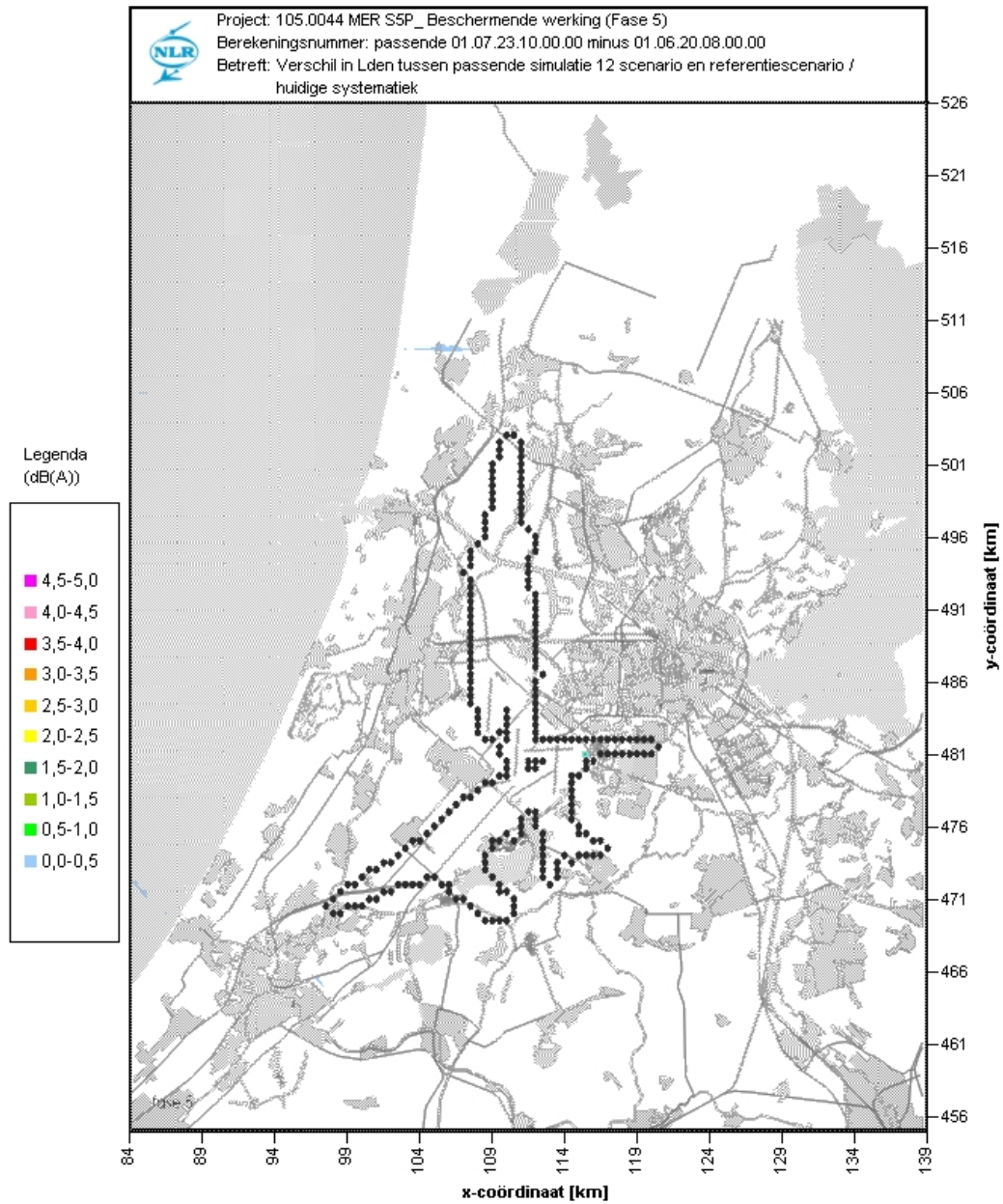
Figuur D.10b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 10 (verplaatsing over routes) t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Nieuwe systematiek.



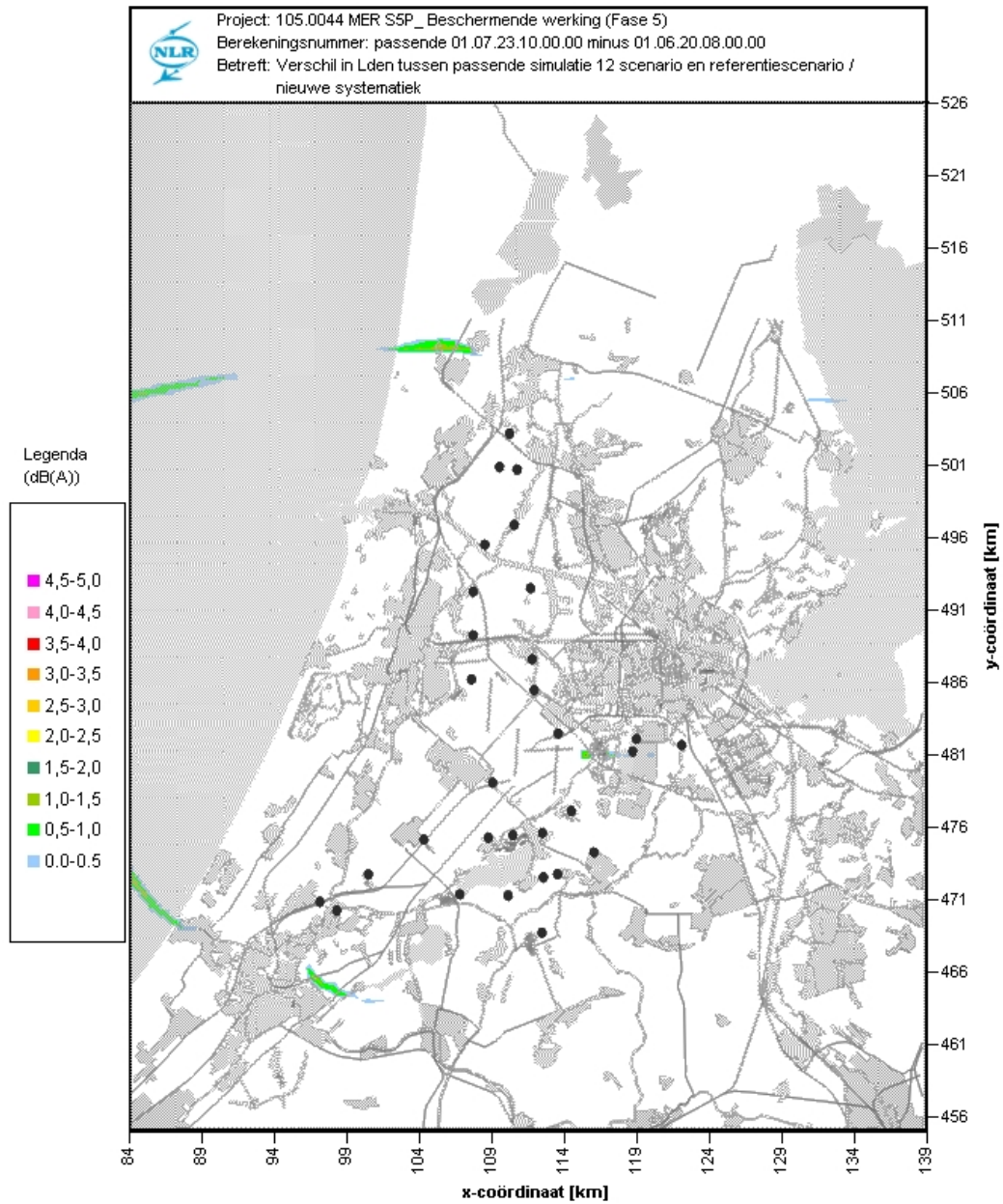
Figuur D.11a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 11 scenario (baangebruik voor jaar met extreem weer) t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Huidige systematiek.



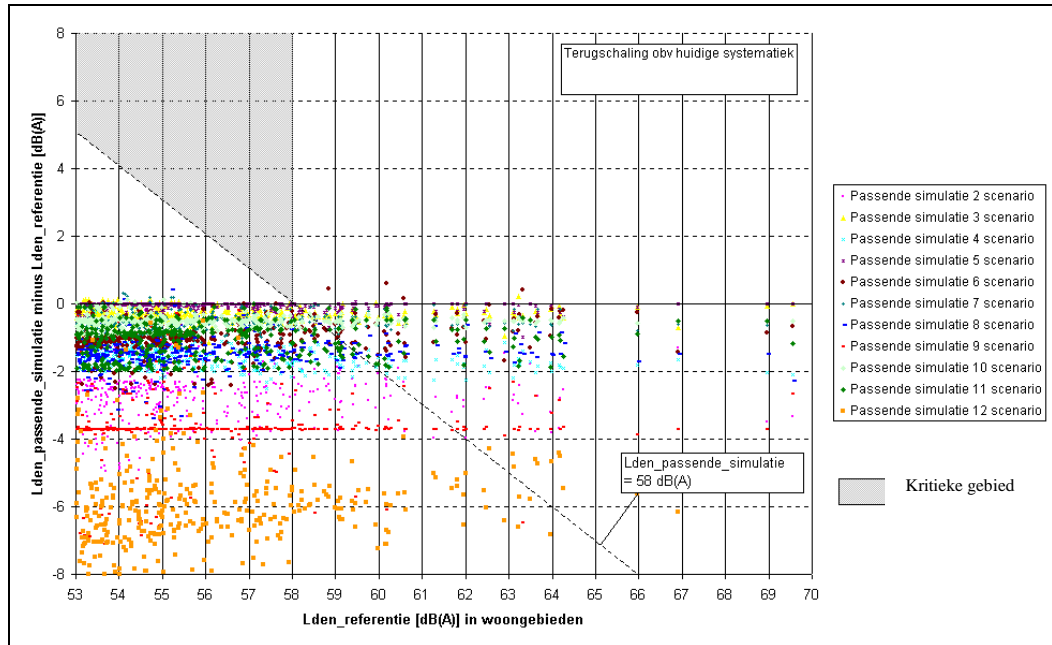
Figuur D.11b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 11 scenario (baangebruik voor jaar met extreem weer) t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Nieuwe systematiek.



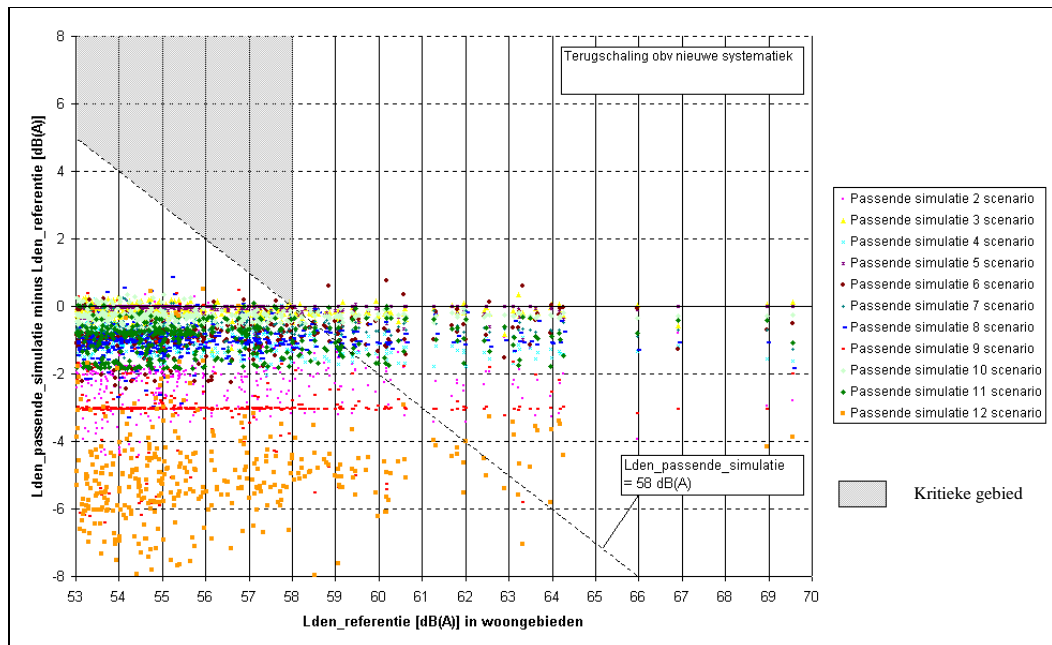
Figuur D.12a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 12 scenario ('worst case') t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Huidige systematiek.



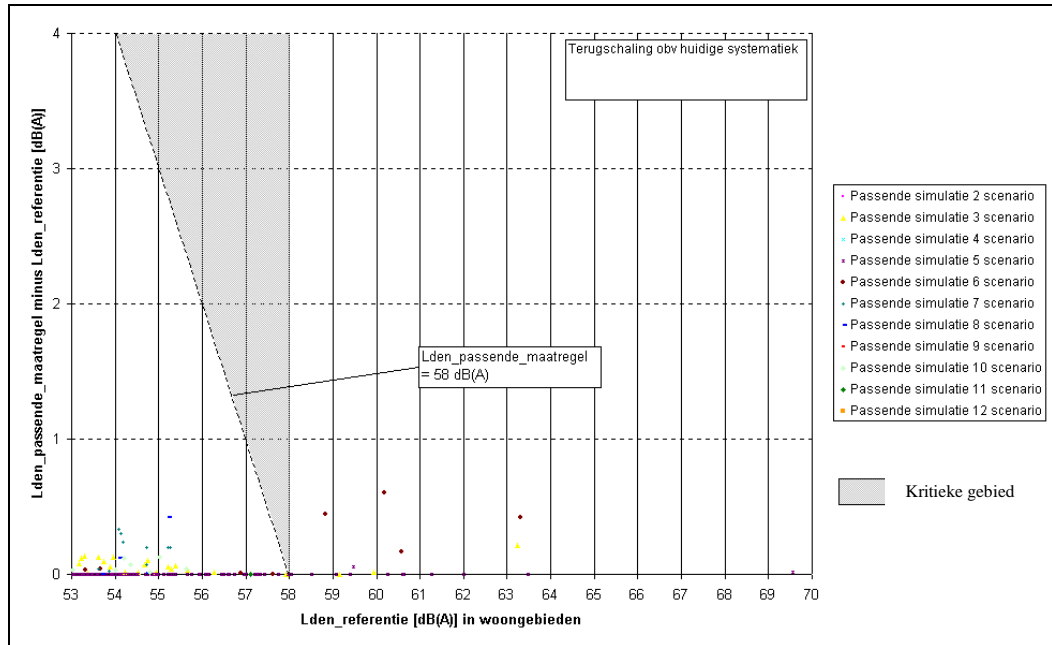
Figuur D.12b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] van globaal geschaalde simulatie 12 scenario ('worst case') t.o.v. het referentiescenario (fase 5). Nieuwe systematiek.



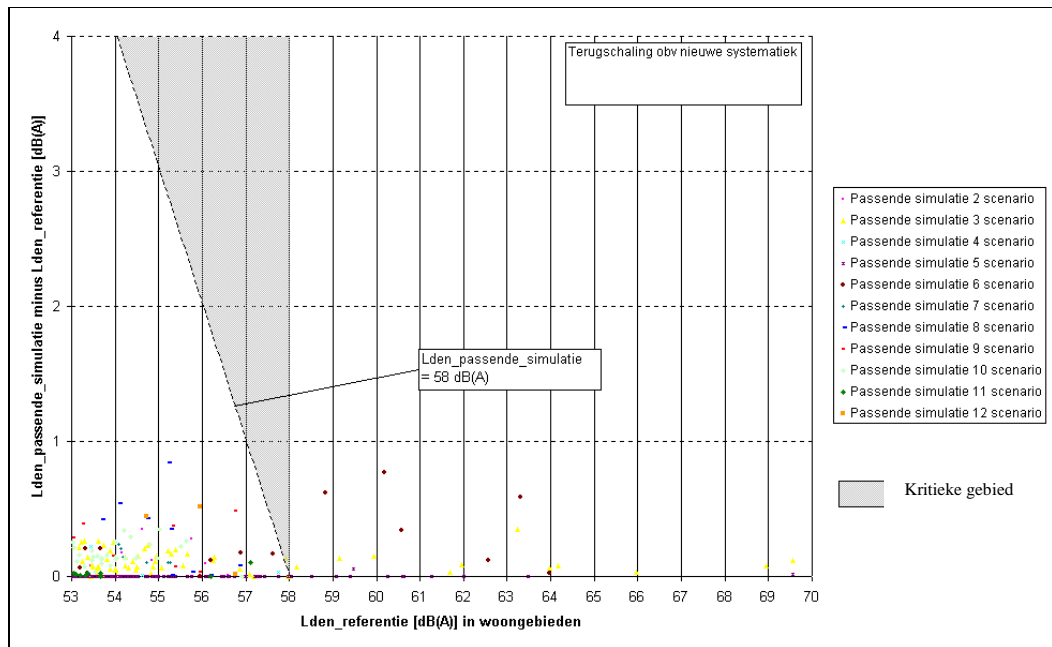
Figuur D.13a. Het verschil in geluidbelasting L_{den} [dB(A)] in woongebieden, tussen globaal geschaalde simulaties 1 t/m 12 en het referentiescenario (fase 5). Huidige systematiek.



Figuur D.13b. Het verschil in geluidbelasting L_{den} [dB(A)] in woongebieden, tussen globaal geschaalde simulaties 1 t/m 12 en het referentiescenario (fase 5). Nieuwe systematiek.



Figuur D.14a. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] in woongebieden, van globaal geschaalde simulaties 1 t/m 12 in vergelijking met het referentiescenario (fase 5). Huidige systematiek.



Figuur D.14b. Toename van de geluidbelasting L_{den} [dB(A)] in woongebieden, van globaal geschaalde simulaties 1 t/m 12 in vergelijking met het referentiescenario (fase 5). Nieuwe systematiek.



Onderzoeksbijlage Geluid (deel 2)

7 Geluid vanwege het taxiën van vliegtuigen op de Luchthaven Schiphol



Rapport

Geluid vanwege het taxiën van vliegtuigen op de Luchthaven Schiphol.

Rapportnummer ML 447-1 d.d. 3 juli 2001

Opdrachtgever: Directoraat-Generaal Luchtvaart

Rapportnummer: ML 447-1

Datum: 3 juli 2001

Ref.: FvdP/Lv/ML 447-1-RA

Lid ONRI
ISO-9001 gecertificeerd

Adviesbureau
Peutz & Associés B.V.
Paletsingel 2, Postbus 696
2700 AR Zoetermeer
Tel. (079) 361 49 92
Fax (079) 361 49 85
zoetermeer@peutz.nl

Adviesbureau
Peutz & Associés B.V.
Lindenlaan 41, Molenhoek
Postbus 66, 6585 ZH Mook
Tel. (024) 388 00 77
Fax (024) 358 51 50
mook@peutz.nl

Peutz Consult GmbH
Kolberger Strasse 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Peutz & Associés S.A.R.L.
34 Rue de Paradis
75010 Paris
Tel. +33 1 452 305 00
Fax +33 1 452 305 04
peutz@club-internet.fr

Opdrachten worden aanvaard en uitgevoerd volgens de 'Regeling van de verhouding tussen opdrachtgever en adviserend ingenieursbureau' (RV01-1998). Ingeschreven KvK onder nummer 12028033
BTW identificatienummer NL004933837B01

Inhoud	pagina
1. INLEIDING EN SAMENVATTING	3
2. PROBLEEMSTELLING EN UITGANGSPUNTEN	4
2.1. Probleemstelling	4
2.2. Uitgangspunten	4
3. BEREKENINGEN	8
3.1. Rekenmodel	8
3.2. Rekenresultaten	9
4. BEOORDELING	10
4.1. Algemeen	10
4.2. Handhavingspunten	10
4.3. TVG	11
5. HOE HET GELUID VAN TAXIËN TE IMPLEMENTEREN IN HET NIEUWE NORMENSTELSEL	12
6. CONCLUSIE	14

1. INLEIDING EN SAMENVATTING

In opdracht van de Directoraat-Generaal Luchtvaart van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, programma directie ONL is onderzoek verricht naar de nabij Luchthaven Schiphol optredende geluidbelasting vanwege het taxiën van vliegtuigen.

De geluidbelasting vanwege het taxiën van vliegtuigen is berekend op basis van eerdere meetgegevens aan taxiënde vliegtuigen en op basis van een door Amsterdam Airport Schiphol aangereikt model voor het taxiënde verkeer op het rijbaanstelsel voor het zogenaamde milieuscenario 2010 (517.000 vliegtuigbewegingen, april 2001).

Dit milieuscenario 2010 vormt de grondslag voor de grenswaarde berekeningen voor het nieuwe normenstelsel voor Schiphol.

De geluidcontouren vanwege het taxiën zijn zeer veel kleiner dan de overeenkomstige L_{den} en L_{night} -contouren vanwege het startend en landend verkeer.

In feite moet worden vastgesteld dat het taxiën in de geluidbelasting rond Schiphol een uiterst marginale rol speelt.

Slechts in enkele specifieke punten op zeer korte tot de luchthaven c.q. het rijbaanstelsel resulteert het meebeschouwen van het taxiën in een zeer beperkte toename van de geluidbelasting; in het gebied waar de geluidbelasting wordt beheerst (rond de 35 Ke) en in daarbuiten gelegen (woon)gebieden kan de bijdrage van het taxiën aan de geluidbelasting als verwaarloosbaar worden beschouwd.

Overigens zijn er geen afdoend gefundeerde en gevalideerde modellen voorhanden in relatie tot het taxiën van vliegtuigen.

Deze zaken in beschouwing nemend wordt geconcludeerd dat het meebeschouwen van taxiën in de geluidbelasting niet wenselijk is.

2. PROBLEEMSTELLING EN UITGANGSPUNTEN

2.1. Probleemstelling

Het geluid vanwege het taxiën van vliegtuigen wordt beschouwd als onderdeel van het geluid vanwege het vliegverkeer.

In de nota TNL wordt dat als zodanig aangegeven.

In het thans vigerende regime inzake luchtvaartgeluid, middels de Ke en $L_{Aeq-nacht}$ zoneringen, maakt het geluid vanwege taxiën eveneens deel uit van het geluid vanwege het vliegverkeer.

In de technische uitwerking van de berekeningsmethoden (RLD/BV-01 en -02) is het geluid vanwege taxiën als zijnde verwaarloosbaar buiten beschouwing gelaten op basis van in 1993 door ons bureau uitgevoerd onderzoek naar het geluid vanwege het taxiën van vliegtuigen op de Luchthaven Schiphol.

N.B.: In genoemd onderzoek is aangetoond dat het maximale geluidniveau vanwege het taxiën overal op de zonegrens lager is dan 65 dB(A). In de Ke-berekening wordt 65 dB(A) als drempelwaarde gehanteerd: vliegtuigpassages met een maximum geluidniveau lager dan 65 dB(A) dragen niet bij tot de Ke-waarden.

In het door ONL ontwikkelde nieuwe normenstelsel wordt in plaats van de Ke de L_{den} gehanteerd en wordt in plaats van een zonering het geluidaspect gereguleerd middels grenswaarden in handhavingpunten en middels een maat voor het totale volume van de geluidimmissie (TVG).

Gelet op deze nieuwe context en nieuwe geluidmaten is het wenselijk om te evalueren welke rol het geluid vanwege taxiën speelt in het nieuwe normenstelsel.

Het nieuwe normenstelsel kent naast de L_{den} (als vervanger van de Ke) ook L_{night} als beoordelingsmaat voor het geluid (als vervanger van de nu nog toegepaste $L_{Aeq,nacht}$). Het is wenselijk bovenstaande evaluatie uit te voeren aan zowel L_{den} als L_{night} .

2.2. Uitgangspunten

In het kader van het nieuwe normenstelsel dient de geluidbelasting in de geluidmaten L_{den} en L_{night} te worden berekend.

Voor de L_{den} geldt dat er een L_{day} , $L_{evening}$ en een L_{night} berekend dient te worden.

L_{day} is het equivalent geluidniveau L_{Aeq} berekend over de dagperiode (07.00 uur tot 19.00 uur), $L_{evening}$ is het equivalent geluidniveau L_{Aeq} berekend over de avondperiode (19.00 uur tot 23.00 uur) en L_{night} is het equivalent geluidniveau L_{Aeq} berekend over de nachtperiode (23.00 tot 07.00 uur).

Het equivalente geluidniveau L_{Aeq} is de energetisch gemiddelde waarde van het in werkelijkheid fluctuerende geluidniveau. In dit energetisch gemiddelde speelt zowel de hoogte als de duur van geluidpieken een rol.

Het L_{den} is het energetische gemiddeld geluidniveau van de L_{day} , de $L_{evening} + 5$ dB(A) en de $L_{night} + 10$ dB(A):

$$L_{den} = 10 \cdot \text{Log} \left(\frac{1}{24} (12 \cdot 10^{L_{day}/10} + 4 \cdot 10^{(L_{evening} + 5)/10} + 8 \cdot 10^{(L_{night} + 10)/10}) \right)$$

Aangezien de berekeningsvoorschriften voor vliegtuiggeluid (RLD/BV-01 en RLD/BV-02 met bijbehorende appendices) niet voorzien in het berekenen van het geluid vanwege het taxiën van vliegtuigen, zijn de berekeningen uitgevoerd volgens de "Handleiding meten en rekenen industriellawaai" (HMRI, 1999). In deze handleiding wordt aangegeven op welke wijze vanuit de bronsterkte de het geluidmissieniveau in de omgeving kan worden berekend. De in de HMRI gehanteerde overdrachtstermen D_{bodem} en C_m zijn in onderhavige berekeningen vervangen door de overdrachtsterm LGV (laterale geluidverzwakking, zoals gehanteerd in RLD/BV-01 en -02), ten einde voor wat betreft de geluidoverdracht aansluiting te houden bij de berekeningsmethode voor vliegtuiggeluid.

Voor bovengenoemde berekeningsmethode is het noodzakelijk om te beschikken over gegevens omtrent de geluidproductie van een taxiënd vliegtuig voor de relevante vliegtuigcategorieën. Deze gegevens dienen tevens inzicht te geven in de richtingsafhankelijkheid van de geluidafstraling als ook de frequentiesamenstelling (het zgn. spectrum) van het geluid.

Deze gegevens zijn vastgesteld door middel van tijdens eerder onderzoek uitgevoerde metingen in 1993 (rapportnr. ML 306-1, 3 december 1993, ref. FvdP/GvL/DvD38/ML 306 door Adviesbureau Peutz & Associés).

De gegevens hebben betrekking op 6 verschillende categorieën van vliegtuigen, waarbij steeds gelijkwaardig te achten vliegtuigen (populatie 2010) in een zelfde categorie zijn ingedeeld.

De indeling is in tabel 1 weergegeven, waarbij per taxi-categorie (1 t/m 6) steeds de daarin ondergebrachte VVC-categorieën (indeling van startend en landend verkeer) zijn weergegeven alsmede de vliegtuigtypes welke in het zgn. grenswaardescenario voorkomen.

Tabel I Indeling vliegtuigtypes per taxicategorie.

Taxi-Categorie	VVC-categorie	Vliegtuigtypes
1	1/3	Dornier 328
2	2/3 + 2/4	ATR 42/72, RJ 35/50/75, Embraer RJ 145, CRJ-200, Dornier RJ 328
3	3/3 + 3/4	RJ 100, Dornier RJ 928, Embraer RJ 190, 737-300, 737-500
4	4/2 + 4/3	737-400, 737-700, 737-800, 737-900, A 320, A 321, MD 82
5	5/2 + 5/3 + 6/3	A 300, A 310, A 330, B 767, B 757
6	7/3 + 7/4 + 8/2 + 8/3	MD 11, A 340, B 777, B 747

De geluidgegevens zijn samengevat weergegeven in tabel 2. Voor elk van de 6 vliegtuigcategorieën is de immissierelevante bronsterkte L_{WR} in dB(A) in 3 richtingen (schuin voorwaarts, zijwaarts en schuin achterwaarts) weergegeven.

Tabel II Bronsterkte L_{WR} per richting en vliegtuigcategorie.

Vliegtuig Categorie	L_{WR} in dB(A)		
	(schuin) voorwaarts	zijwaarts	(schuin) achterwaarts
1	128	124	128
2	132	131	130
3	128	125	129
4	126	122	128
5	128	122	131
6	137	134	138

Tevens is het noodzakelijk te beschikken over gegevens inzake de bedrijfsvoering. Per vliegtuigtype en per rijrichting dient voor elk segment van het rijbaanstelsel het aantal bewegingen bekend te zijn in de dag-, avond- en nachtperiode. Uitgaande van de lengte van het betreffende segment en de rijsnelheid tijdens taxiën kan dan de totale bedrijfsduur per vliegtuigtype, rijrichting en periode voor het betreffende segment worden bepaald. Voor de rijsnelheid is daarbij uitgegaan van 10 m/s. Uitgaande daarvan kan vervolgens het geluidimmissieniveau in de omgeving worden berekend.

Door Amsterdam Airport Schiphol zijn bovengenoemde gegevens inzake het aantal bewegingen per rijbaansegment aangeleverd.

De gegevens, en daarmee ook de rekenresultaten, hebben betrekking op het zgn. milieuscenario 2010 (517000 vtb, april 2001), hetgeen als zgn. grenswaardescenario wordt gebruikt in de overgang naar de nieuwe geluidmaat L_{den} en L_{night} .

3. BEREKENINGEN

3.1. Rekenmodel

Op basis van in eerder onderzoek gepresenteerde meetresultaten en de door Amsterdam Airport Schiphol (AAS) aangeleverde bedrijfsvoeringsgegevens is voor het vijf-banenstelsel de L_{den} en de L_{night} vanwege het taxiën van vliegtuigen in de woonomgeving berekend.

Ten behoeve van de berekening zijn door de AAS gedetailleerde bedrijfsvoeringsgegevens verstrekt. Hierbij is het rijbanenstelsel opgedeeld in een groot aantal rijbaansegmenten (zie figuur 1 van Bijlage I).

Voor dit banenstelsel zijn per vliegtuigcategorie, per rijbaansegment en per rijrichting het aantal vliegtuigpassages opgegeven voor de dag- (van 07.00 u tot 19.00 u), avond- (van 19.00 u tot 23.00 u) en nachtperiode (van 23.00 u tot 07.00 u).

Deze aantallen zijn bepaald middels een computermodel waarbij als invoergegevens gebruikt zijn:

- rijbaanstelsel
- vervoersprognose (aantal starts en landingen) per tijdsperiode, vliegtuigtype en vluchtsoort
- opstelplaatsgebruik per vliegtuigcategorie
- baangebruikspercentage per tijdsperiode
- exitgebruik per vliegtuigcategorie
- taxiroutes van en naar de opstelplaatsen.

Met betrekking tot de door AAS aangeleverde bedrijfsvoeringsgegevens wordt verwezen naar Bijlage I.

Ten behoeve van de berekening is per vliegtuigcategorie en per rijrichting een akoestisch rekenmodel opgesteld; met 6 vliegtuigcategorieën en 2 rijrichtingen resulteert dit in 12 deelrekenmodellen.

In bijlage II is een voorbeeld gegeven van een deelrekenmodel (categorie 1, inkomend).

In principe wordt elke beweging per rijbaansegment voorgesteld door één puntbron. In een aantal gevallen worden verschillende baansegmenten samengenomen en als één puntbron gemodelleerd.

Per puntbron wordt in 4 verschillende richtingen (voorwaarts, zijwaarts links, zijwaarts rechts, achterwaarts) een immissierelevante bronsterkte gehanteerd.

De immissierelevante bronsterktes L_{WR} van elke geluidbron zijn per vliegtuigcategorie weergegeven in Hoofdstuk 2.

De gebouwen op Schiphol-Centrum en Schiphol-Oost zijn als afscherming gemodelleerd.

Als bodemgebied is een deels harde (rijbanen, start- en landingsbanen en bebouwde gedeelten op Schiphol-Centrum en Schiphol-Oost) deels zachte bodem gehanteerd (zie de figuren 1 en 2 van Bijlage II).

3.2. Rekenresultaten

In de figuren 1 en 2 zijn de berekende L_{den} en L_{night} contouren vanwege het taxiën van vliegtuigen weergegeven.

Voor de L_{den} zijn weergegeven de 53, 58, 60 en 72 dB(A) L_{den} , op een ondergrond waarop de overeenkomstige contourlijnen vanwege startend en landend verkeer zijn weergegeven.

Voor de L_{night} zijn op vergelijkbare wijze de 43, 48 en 58 dB(A) L_{night} weergegeven.

Vanuit het raster waarin is gerekend zijn ook rekenresultaten beschikbaar voor potentiële handhavingspunten (zie hiertoe ook Hoofdstuk 4).

4. BEOORDELING

4.1. Algemeen

Uit de weergave van de rekenresultaten aan het geluid vanwege taxiën (figuur 1 en 2) blijkt dat de geluidcontouren vanwege het taxiën overall ruimschoots liggen binnen de overeenkomstige contouren vanwege het startend en landend vliegverkeer.

Het geluid vanwege het taxiën speelt daardoor een uiterst bescheiden rol ten opzichte van het geluid vanwege het startend en landend vliegverkeer.

4.2. Handhavingspunten

In het nieuwe normenstelsel voor Schiphol worden handhavingspunten gekozen bij woongebieden op of nabij de 35 Ke-contour.

Voor het grenswaardenscenario, waarop ook de geluidberekeningen aan het taxiën zijn uitgevoerd, is reeds indicatief aangegeven waar deze handhavingspunten zullen worden gesitueerd.

In figuur 3 is de geprojecteerde ligging van de handhavingspunten aangegeven.

Het is duidelijk dat het taxiën relatief de grootste bijdrage zal leveren tot het totale geluidniveau in de handhavingspunten, welke op relatief korte afstand tot de Luchthaven Schiphol c.q. het rijbaanstelsel zijn gesitueerd.

De meeste punten zullen op plaatsen liggen waar de bijdrage van het taxiën zeer laag is. Slechts in enkele punten nabij de luchthaven zal de bijdrage van het taxiën hoger zijn.

Onderstaand is voor enkele (potentiële) handhavingspunten met een relatief hoge en een relatief lage bijdrage van het geluid vanwege taxiën aangegeven wat de invloed daarvan is op het totale geluidniveau L_{den} . De weergegeven punten zijn ter illustratie van het gehele scala van mogelijke handhavingspunten.

Tabel III Invloed van taxiën op totale geluid (L_{den})

Handhavingspunt (RD-coördinaat van nabijgelegen netwerkpunt(en))	Bijdrage start/landing in L_{den}	Bijdrage taxiën in L_{den}	Totaal in L_{den} (toename)
Sassenheim (97/470.5)	57.15	7	57.15 (+0.00004)
Nieuw Vennep (104/475)	57.76	19	57.76 (+0.001)
Hoofddorp (109/479)	57.00	38	57.05 (+0.05)
Badhoevedorp (113.5/482.5)	48.24	35	48.44 (+0.20)

Een soortgelijke uitwerking wordt onderstaan gegeven voor L_{night} .

Tabel IV Invloed van taxiën op totale geluid (L_{night})

Handhavingspunt (RD coördinaten)	Bijdrage start/landing in L_{night}	Bijdrage taxiën in L_{night}	Totaal in L_{night} (toename)
Sassenheim (97/47.05)	48.39	-1	48.39 (0.00005)
Nieuw Vennep (104.5/475)	49.46	11	49.46 (0.006)
Hoofddorp (109/479)	47.86	30	47.93 (0.07)
Badhoevedorp (113.5/482.5)	35.28	26	35.76 (0.48)

Uit bovenstaand blijkt dat de geluidbelasting in L_{den} respectievelijk L_{night} vanwege startend en landend vliegverkeer met maximaal ca. 0,2 dB(A) respectievelijk 0,5 dB(A) toeneemt wanneer daaraan de bijdrage vanwege het taxiën wordt toegevoegd. Deze bijdrage treedt slechts op in posities welke relatief dicht bij Schiphol liggen. In posities op grotere afstand tot Schiphol wordt de invloed van het taxiën snel veel kleiner.

Bovenstaande vaststelling is niet sterk afhankelijk van de precieze plaats van handhavingspunten.

4.3. TVG

Het nieuwe normenstelsel kent als globale geluidmaat het Totale Volume van de Geluidimmissie (TVG).

Hierin wordt alle verkeer fictief op één baan met één vliegroute verrekend teneinde maximale verdelingsonafhankelijkheid van TVG te realiseren.

In een dergelijk TVG is er geen praktische mogelijkheid om het taxiënde verkeer te verrekenen.

5. HOE HET GELUID VAN TAXIËN TE IMPLEMENTEREN IN HET NIEUWE NORMENSTELSEL

Vanuit technisch oogpunt verdient het de voorkeur om, gelet op de uiterst marginale invloed van het geluid vanwege taxiën op zowel de geluidbelasting in (vrijwel alle) handhavingspunten als op het TVG om te besluiten het geluid vanwege het taxiën te verwaarlozen c.q. buiten beschouwing te laten.

Zo daartoe besloten wordt, zullen zowel de grenswaardeberekening als ook latere handhabingsberekeningen uitsluitend betrekking hebben op het geluid van startende en landende vliegtuigen (inclusief start- en landingsrol, exclusief taxiën).

Een dergelijke aanpak zou ook in lijn zijn met de ontwikkelingen op dit vlak in EU-kader en met de tot dusverre gehanteerde benadering in de Ke- en $L_{Aeq-nacht}$ methodiek, en daarmee bijdragen aan de gelijkwaardigheid van de overgang naar het nieuwe normenstelsel.

Voorzover, om andere dan technische overwegingen, besloten zou worden dat het geluid vanwege het taxiën niet buiten beschouwing gelaten zou kunnen worden, zou dat leiden tot de navolgende aandachtspunten en mogelijke knelpunten:

- het is dan noodzakelijk een formeel berekeningsvoorschrift vast te stellen voor het geluid vanwege het taxiën van vliegtuigen, inclusief de daarbij te hanteren gegevensbestanden voor wat betreft de (richtingsafhankelijke) geluidproductie van de vliegtuigen en de indeling van vliegtuigen in categorieën;
- voor een geloofwaardige handhaving zal het dan noodzakelijk zijn om de relevante gegevens inzake taxiën te administreren (exit gebruik, route, gate, rijsnelheid etc.);
- de operationele en technische modelvorming voor wat betreft het taxiën van vliegtuigen staat nog in de kinderschoenen en heeft zeker niet het niveau bereikt van de modelvorming en prognosetechnieken voor het startende en landende verkeer. Het mede baseren van grenswaarden op onvoldoende gefundeerde en gevalideerde modelvorming houdt een belangrijk risico in voor het nieuwe normenstelsel.

Aspecten waarop het model voor het taxiën wellicht nog tekort schiet zijn bijvoorbeeld:

- meteo-omstandigheden en (rij-)baanonderhoud
- wachttijden, filevorming
- grens tussen taxiën en platformgebeuren
- aansluiting landingsrol bij vliegend verkeer op exitgebruik vanwege taxiën
- validatie van exitgebruik, gate gebruik, routes, rijsnelheden, etc.

Voorzover bij handhaving het taxiën bijvoorbeeld 3 dB(A) luider zou blijken te zijn dan nu geprognosticeerd, bijvoorbeeld door één of meer van bovengenoemde aspecten,

zou in het in 4.1 genoemde handhavingspunt in Badhoevedorp in de nacht de toename vanwege het meebeschuwen van het taxiën niet 0,48 dB maar 0,91 dB zijn.

Waar in de grenswaardstelling op basis van de prognose rekening gehouden wordt met een invloed van 0,48 dB, ontstaat derhalve al snel een significant knelpunt als gevolg van een onvoldoende gevalideerde modellering.

- in het nieuwe normenstelsel is op termijn een belangrijke rol weggelegd voor handhaving middels metingen.

Het meten van zogenaamde “events”, dat wil zeggen relatief kortdurende gebeurtenissen zoals een overvliegend vliegtuig is goed haalbaar, waarbij ook de identificatie van zo een event (als zijnde een “aircraft noise event”) in principe haalbaar is.

Echter het geluid van taxiën manifesteert zich als een langdurige beperkte verhoging van het achtergrondgeluid bij een meetpost en niet als een “event”, waardoor het als zodanig in de praktijk niet goed kwantificeerbaar en identificeerbaar is.

In feite onttrekt het geluid vanwege taxiën zich daarmee aan een handhaving op basis van metingen.

6. CONCLUSIE

In feite moet worden vastgesteld dat het taxiën in de totale geluidbelasting rond Schiphol een uiterst marginale rol speelt.

Slechts in enkele specifieke (handhavings-)punten op zeer korte tot de luchthaven c.q. het rijbaanstelsel resulteert het meebeschuwen van het taxiën in een zeer beperkte toename van de geluidbelasting.

In het gebied waar de geluidbelasting wordt beheerst (rond de 35 Ke) en in daarbuiten gelegen (woon) gebieden kan de bijdrage van het taxiën aan de geluidbelasting als verwaarloosbaar worden beschouwd.

Overigens zijn er geen afdoend gefundeerde en gevalideerde modellen voorhanden in relatie tot het taxiën van vliegtuigen.

Deze zaken in beschouwing nemend wordt geconcludeerd dat het meebeschuwen van taxiën in de geluidbelasting niet wenselijk is.

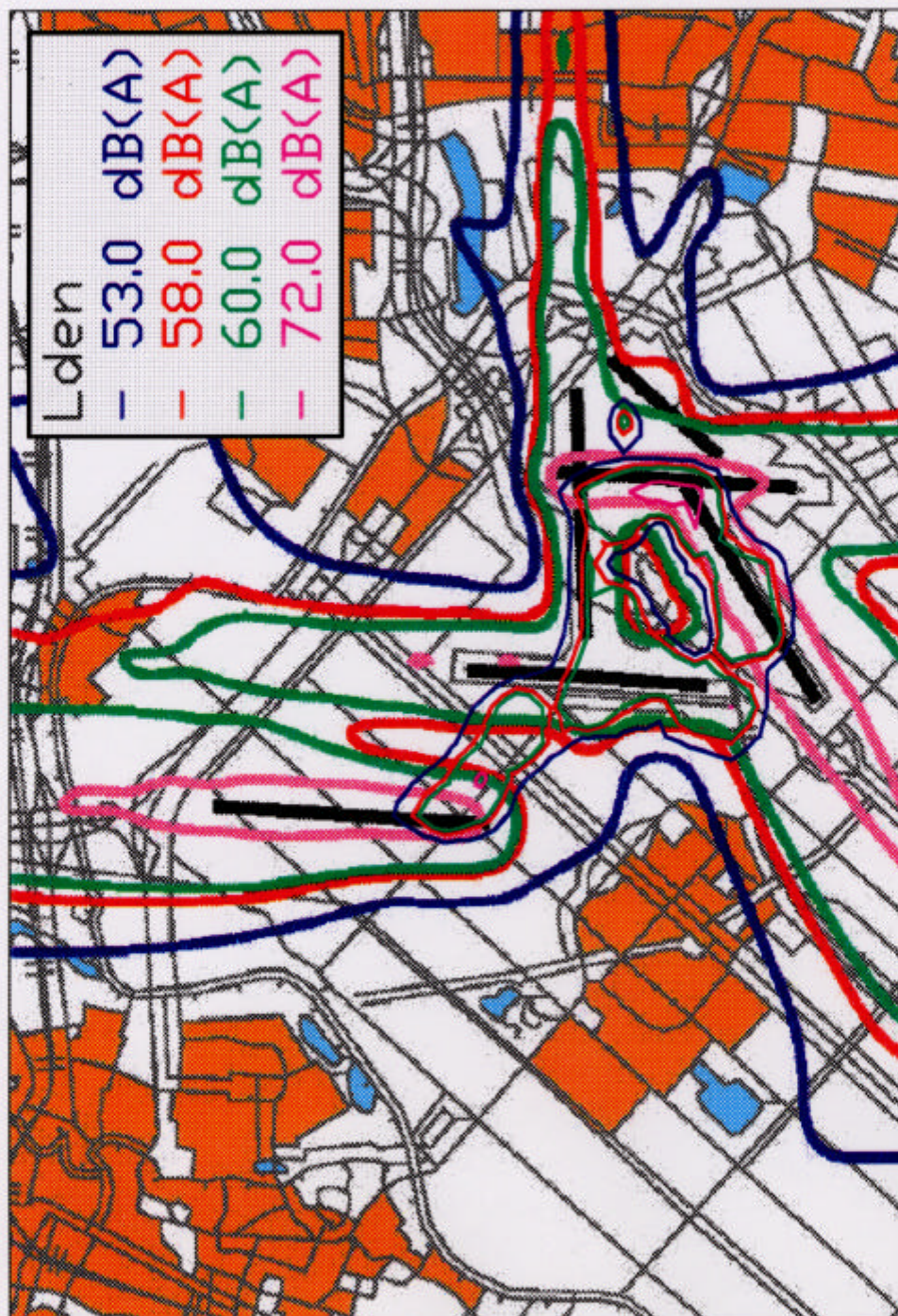
Mook,

Dit rapport bestaat uit:

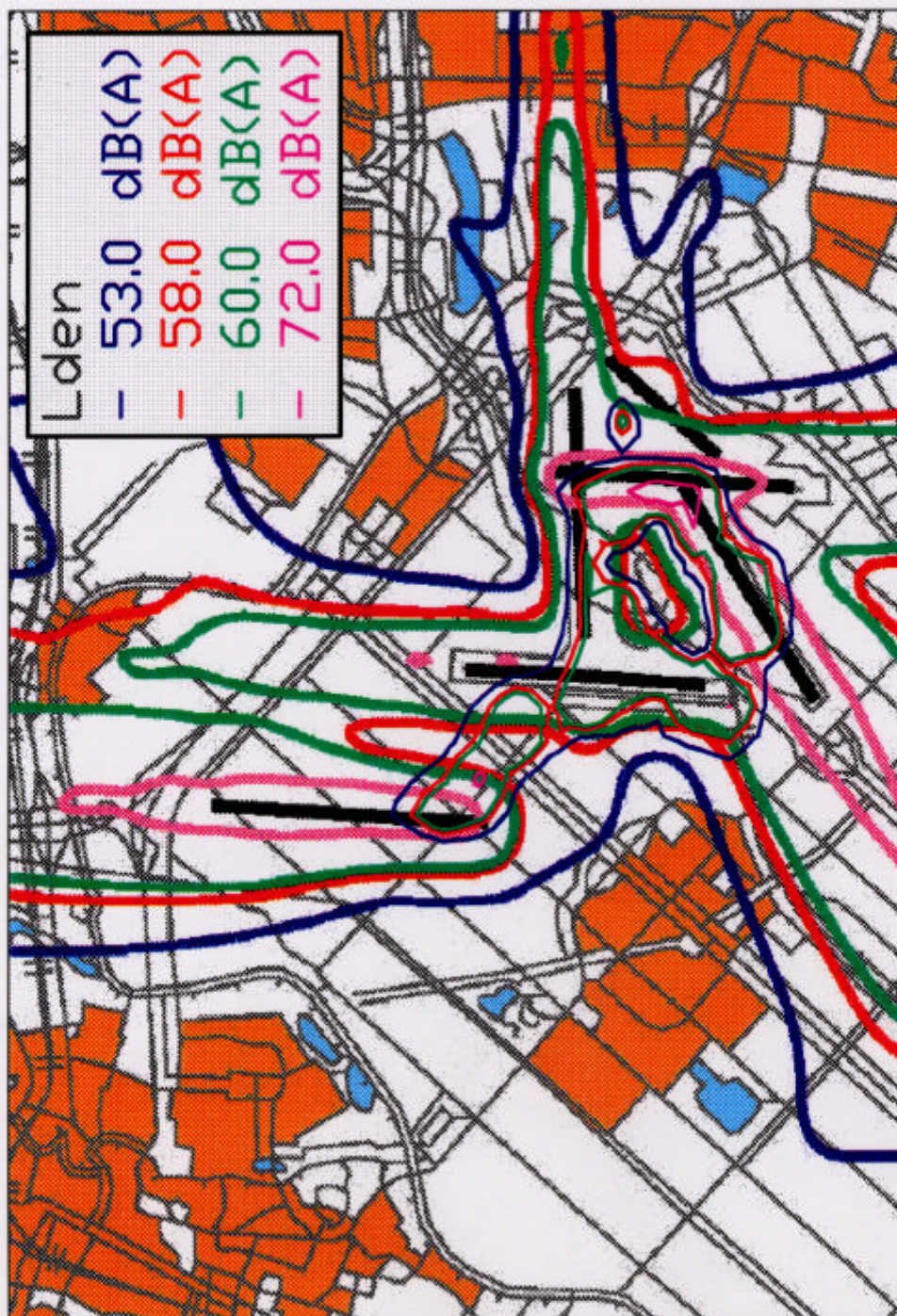
14 pagina('s)

3 figuren

2 bijlagen



Schaal 1:100.000



Eerste voorzet voor te onderzoeken handhavingpunten

geluidbelasting berek.nr. NLR010313130000

35KE met max. 10.000 woningen

te onderzoeken handhavingpunten

in woongebieden
buiten woongebieden

Nieuwbouw (bron: Nieuwe Kaart Nederland)





Ten behoeve van de berekening van de geluidbelasting zijn door AAS bedrijfsvoeringsgegevens aangeleverd. De gegevens zijn aangeleverd in de vorm van aantallen vliegtuigen per segment per etmaalperiode. De aantallen zijn uitgesplitst naar vliegtuigcategorie en inkomend en uitgaan verkeer.

In deze bijlage wordt aangegeven hoe deze aantallen tot stand zijn gekomen. In het model zijn de aantallen ten behoeve van de L_{den} en L_{night} berekening weergegeven voor de dag- (07.00 – 19.00 u), avond- (19.00 – 23.00 u) en nachtperiode (23.00 – 07.00 u).

1. Inleiding.

Omdat bij het onderzoek aan het geluid vanwege taxiën met name de effecten van de omgeving moeten worden beschreven, zijn, bij het bepalen van het aantal vliegtuiggrondbewegingen, in dit model alleen de bewegingen op de doorgaande rijbanen meegenomen onder de aanname dat de geluidproduktie van het vliegtuiggrondverkeer op de doorgaande rijbanen maatgevend is. De platformen en de hiernaar toeleidende rijbanen liggen binnen de "ring" van de doorgaande rijbanen.

De rijbanen buiten deze "ring", zoals bijvoorbeeld de rijbanen naar de vijfde baan, worden wel meegenomen.

Uitsluiten van alle rijbanen binnen de "ring" vereenvoudigt de berekening aanzienlijk zonder al te veel geweld te doen aan het uiteindelijke resultaat.

Ten behoeve van het bepalen van het aantal vliegtuiggrondbewegingen is een statisch model gemaakt. Dit model bepaalt per rijbaansegment en per tijdsperiode het aantal bewegingen per vliegtuigcategorie. Voor het bepalen van vertragingen en knelpunten op het rijbaanstelsel is dit model echter niet bruikbaar.

2. Invoergegevens.

Het model heeft meerdere invoergegevens nodig voor het bepalen van het aantal vliegtuiggrondbewegingen.

Deze bestaan uit:

1. Rijbaanstelsel.
2. Vervoersprognose.
Aantal vliegtuigbewegingen (starts en landingen afzonderlijk) per:
 - tijdsperiode (dag, avond, nacht),
 - vliegtuigtype (6 categorieën conform KE berekening),
 - vlucht soort (passagiers, vracht).
3. Opstelplaats gebruik per vliegtuigcategorie.
4. Baangebruikspercentages per tijdsperiode.
5. Exit gebruik per vliegtuigcategorie.
6. Taxiroutes van en naar de opstelplaatsen.

2.1 Rijbaanstelsel.

Het rijbaanstelsel wordt schematisch weergegeven.

Niet alle rijbaansegmenten worden exact meegenomen. Meerder aaneengesloten kleine rijbaansegmenten worden als één lang rijbaansegment beschouwd. Een voorbeeld van dergelijke gecompliceerde rijbaansegmenten is het rijbaanstelsel ter hoogte van het begin van startbaan 24. Door een veelvoud van toeleidende rijbanen naar de platformen tussen de C-pier en de D-pier en een veelvoud van verbindingsrijbanen tussen de buiten- en binnenring is het voorspellen van het gebruik van deze kleine rijbaansegmenten onmogelijk.

Het gebruik is in de praktijk sterk afhankelijk van de op dat moment aanwezige congestie (b.v. door pushbacks) op het rijbaanstelsel. Daarbij komt tevens dat het apart beschouwen van elk rijbaansegment, hoe klein ook, de berekening alleen maar compliceert en nauwelijks bijdraagt tot de nauwkeurigheid van de eindresultaten.

In bijlage 1 is het geschematiseerde rijbaanstelsel weergegeven.

Elk rijbaansegment wordt als volgt genummerd.

nummer	rijbanen.
001-009	exits baan 01L-19R
010-019	exits baan 01R-19L
020-029	exits baan 06-24
030-039	exits baan 09-27
040-049	exits baan 18-36
060-069	exits baan 04-22
100-149	buitenste "ring" (outer track)
150-199	binnenste "ring" (inner track)
200-299	overige rijbanen.
300-...	platformen.

In de eindresultaten is deze nummering terug te vinden.

2.2 Verkeersscenario.

Het uitgangspunt voor de uitwerking is het zgn. milieuscenario 2010 (517000 vtb; april 2001).

Voor de vliegtuigcategorieën wordt aangehouden:

Taxi-Categorie	VVC-categorie	Vliegtuigtypes
1	1/3	Dornier 328
2	2/3 + 2/4	ATR 42/72, RJ 35/50/75, Embraer RJ 145, CRJ-200, Dornier RJ 328
3	3/3 + 3/4	RJ 100, Dornier RJ 928, Embraer RJ 190, 737-300, 737-500
4	4/2 + 4/3	737-400, 737-700, 737-800, 737-900, A 320, A 321, MD 82
5	5/2 + 5/3 + 6/3	A 300, A 310, A 330, B 767, B 757
6	7/3 + 7/4 + 8/2 + 8/3	MD 11, A 340, B 777, B 747

In bijlage 2 zijn de relevante gegevens van het verkeersscenario weergegeven.

2.3 Opstelplaatsgebruik.

Het gebruik van het rijbaanstelsel is uiteraard sterk afhankelijk van de locatie waar de vliegtuigen worden afgehandeld.

Op Schiphol zijn hiervoor meerdere platforms aanwezig.

Het is echter niet zo dat op elk platform slechts één type vliegtuig (categorie) wordt afgehandeld.

In het verkeersscenario wordt onderscheid gemaakt tussen de vracht- en passagiersvluchten. De vrachtvluchten worden afgehandeld op de platformen van het vrachtareaal. Dit zijn de platformen R- (Schiphol Zuid) en ZO- (Schiphol Zuid-Oost). De passagiersvluchten worden veelal afgehandeld op de opstelplaatsen langs de pieren. Dit zijn de opstelplaatsen op de platformen:

B-	zuidwestzijde B- pier
BC-	zuidwestzijde C- pier
CD-	tussen C- en D- pier
D-	oostzijde D- pier
DE-	tussen D- en E- pier
EF-	tussen E- en F- pier
FG-	tussen F- en G- pier
G-	westzijde G- pier
JO-	oostzijde J- pier
JW-	westzijde J- pier

Het commuterverkeer (vliegtuigen van het type F50 en kleiner), dat niet aan een pier kan worden aangesloten, wordt afgehandeld op de B- en de BC- platformen. Het opstelplaatsgebruik is weergegeven in bijlage 3.

2.4 Baangebruik.

Het rijbaangebruik is naast het opstelplaatsgebruik ook afhankelijk van het gebruik van de start en landingsbanen.

In bijlage 4 zijn de baangebruikpercentages weergegeven.

2.5 Exitgebruik.

De plaats waar de vliegtuigen de landingsbaan verlaten is ook bepalend voor het gebruik van het rijbaanstelsel.

Wanneer een vliegtuig op de landingsbaan uitrolt dan wordt dit tot de geluidbelasting vanwege het vliegend verkeer gerekend. Wanneer een vliegtuig op een bij de landingsbaan behorende afrit (exit) rijdt dan behoort het hierbij geproduceerde geluid tot dat van taxiënde vliegtuigen. Het punt waar een landend vliegtuig de baan verlaat, bepaalt dus het beginpunt voor de geluidbelastingsberekening van taxiënde vliegtuigen.

Het gebruik van de exits is afhankelijk van het vliegtuigtype. Zo zal een klein vliegtuig veelal een exit nemen op een korte afstand van het begin van de landingsbaan. Een groot vliegtuig neemt veelal een exit die op een grotere afstand ligt.

Voor vertrekkend verkeer wordt verondersteld dat alle vliegtuigen starten vanaf het begin van de startbaan.

In bijlage 5 is het veronderstelde exitgebruik weergegeven.

2.6 Taxiroutes.

Op de luchthaven Schiphol wordt door taxiënd vliegtuiggrondverkeer gebruik gemaakt van standaard taxiroutes. Deze standaard taxiroutes vereenvoudigen de werkzaamheden voor zowel vliegers als verkeersleiders en minimaliseren de radiocommunicatie tussen vlieger en verkeersleider.

In het algemeen kan gesteld worden dat op de doorgaande rijbanen, wanneer deze dubbel zijn uitgevoerd, een strikt eenrichtingverkeer wordt aangehouden. Dit houdt in dat het verkeer op de inner-track met de klok mee rijdt en het verkeer op de outer-track tegen de klok in.

Daar waar alleen een outer-track is (rijbaan richting vijfde baan langs baan 01L-19R en zuidelijke rijbaan over rijksweg A4) wordt op deze rijbanen in beide richtingen getaxied.

Voor elke landings/startbaan - platform combinatie is de te volgen taxi-route aan te geven. Deze route bestaat uit een opsomming van opeenvolgende rijbaansegmenten.

In bijlage 6 is een voorbeeld gegeven van een route matrix behorend bij startbaan 01L. In deze matrix is per platform aangegeven via welke rijbaansegmenten getaxied moet worden naar startbaan 01L.

Het aantal benodigde tabellen is zeer groot:

landen verkeer : 14 landingsbanen * 4 exits = 56 tabellen.
startend verkeer : 14 startbanen * 1 entry = 14 tabellen.

= 70 tabellen.

3. Resultaten.

Met behulp van een computermodel is voor elk rijbaansegment het aantal bewegingen van taxiënde vliegtuigen te bepalen. In bijlage 7 is dit weergegeven voor het vijf-banenstelsel.

In deze tabellen wordt onderscheidt gemaakt naar vliegtuigtype, aankomst/vertrek en tijdperiode.

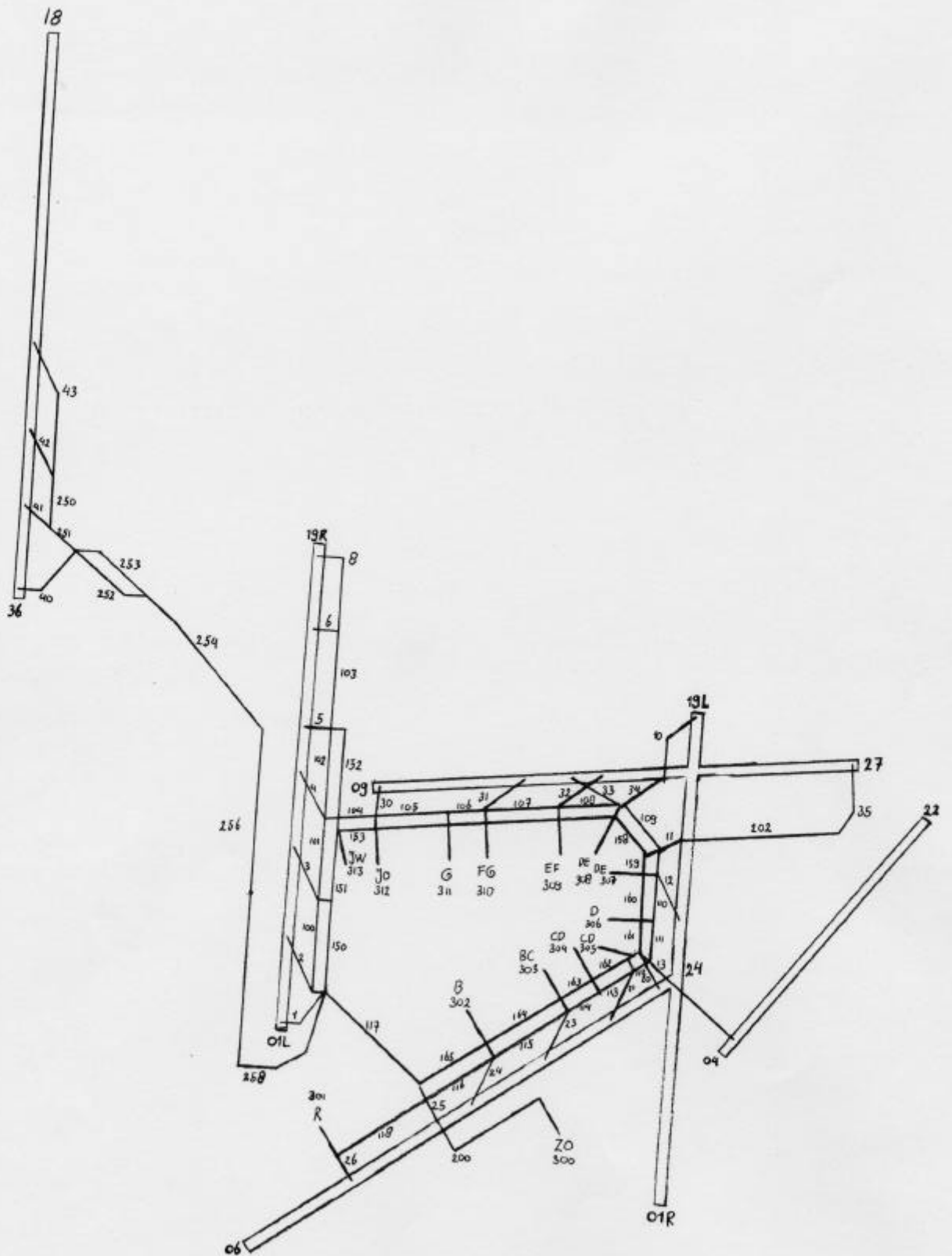
Bijlage 7 omvat 3 tabellen, één voor elke tijdperiode.

De opbouw van elke regel in de tabel is als volgt:

Kolom 1.	rijbaansegmentnummer
Kolom 2.	Aantal binnenkomende bewegingen vliegtuigcategorie 1
Kolom 3.	Aantal binnenkomende bewegingen vliegtuigcategorie 2
etc.	
Kolom 7.	Aantal binnenkomende bewegingen vliegtuigcategorie 6

Kolom 8 t/m 13 zijn gelijk aan kolom 2 t/m 7, echter voor vertrekkende vliegtuigen.

Bijlage 1. Schematisering rijbaanstelsel bij vijf-banenstelsel.



Bijlage 2. Verkeersscenario.

Scenario : Milieuscenario 2010				
Tijdperiode : Dagperiode				
Vliegtuig cat.	Passagiervluchten		Vrachtvluchten	
	Aankomst	Vertrek	Aankomst	Vertrek
1	1560	1664	468	468
2	42443	50035	93	93
3	22839	24659	93	93
4	99876	102320	3084	3084
5	15272	18080	3708	3708
6	22007	27519	4097	4097

Scenario : Milieuscenario 2010				
Tijdperiode : Avondperiode				
Vliegtuig cat.	Passagiervluchten		Vrachtvluchten	
	Aankomst	Vertrek	Aankomst	Vertrek
1	409	671	215	213
2	16337	8018	43	42
3	8277	5366	43	42
4	29937	23709	1419	1407
5	2333	3088	1411	1384
6	1093	4138	1559	1530

Scenario : Milieuscenario 2010				
Tijdperiode : Nachtperiode				
Vliegtuig cat.	Passagiervluchten		Vrachtvluchten	
	Aankomst	Vertrek	Aankomst	Vertrek
1	364	0	0	0
2	323	1050	41	42
3	323	1414	41	42
4	5013	8797	1383	1395
5	5816	2201	1256	1283
6	9115	558	1389	1418

Bijlage 3. Opstelplaats gebruik

Vrachtvluchten												
Vliegtuig cat.	Platform											
	ZO-	R-	B-	BC-	CD-	D-	DE-	EF-	FG-	G-	JO-	JW-
1	50%	50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	50%	50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	50%	50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	50%	50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	50%	50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	50%	50%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Passagiersvluchten												
Vliegtuig cat.	Platform											
	ZO-	R-	B-	BC-	CD-	D-	DE-	EF-	FG-	G-	JO-	JW-
1	-	-	100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	10%	20%	20%	30%	-	-	-	-	20%	-
3	-	-	-	15%	25%	20%	20%	-	-	5%	15%	-
4	-	-	5%	15%	15%	10%	15%	5%	5%	5%	15%	10%
5	-	-	5%	-	5%	-	20%	20%	20%	20%	-	10%
6	-	-	-	-	-	-	10%	30%	30%	30%	-	-

Bijlage 4. Baangebruik vijf-banenstelsel

Scenario: Milieuscenario 2010		Vijf-banenstelsel				
baan	dag		avond		nacht	
	aankomst	vertrek	aankomst	vertrek	aankomst	vertrek
01L	2.4	2.4	-	17.3	15.7	-
36	-	-	-	28.7	41.5	44.8
01R	16.8	18.2	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-	-
06	26.0	33.0	35.4	-	-	-
09	0.1	-	-	2.2	1.3	-
17	-	-	-	-	-	-
19L	-	-	-	20.0	12.6	-
19R	17.1	14.4	-	1.4	-	-
18	28.7	24.9	58.5	-	-	-
22	0.3	-	-	-	-	-
24	1.0	0.9	-	29.0	27.7	55.2
27	7.6	6.2	6.1	1.4	1.2	-
35	-	-	-	-	-	-

Bijlage 5. Exitgebruik

vliegtuig cat.	landen				starten begin
	exit 1	exit 2	exit 3	exit 4	
1	100%	-	-	-	100%
2	100%	-	-	-	100%
3	10%	90%	-	-	100%
4	-	90%	10%	-	100%
5	-	15%	85%	-	100%
6	-	-	100%	-	100%

Bijlage 6. Taxiroutes.

Voorbeeld van route matrix voor startbaan 01L

platform	segmenten
ZO-	300 200 25 117 1
R-	301 118 117 1
B-	302 165 117 1
BC-	303 164 165 117 1
CD-	304 163 164 165 117 1
D-	306 161 162 163 164 165 117 1
DE-	308 108 107 106 105 104 101 100 1
EF-	309 107 106 105 104 101 100 1
FG-	310 106 105 104 101 100 1
G-	311 105 104 101 100 1
JO-	312 104 101 100 1
JW-	313 101 100 1

Opm:

- * Nummering van rijbaansegmenten conform bijlage 1.
- * Van het D-platform naar het begin van startbaan 01L is de taxi-route via de zuidelijk rijbaan over de rijksweg A4. Dit geldt eveneens voor de route vanaf landingsbaan 19R naar het CD-platform.
- * Rijbaansegment 1 is toegang tot startbaan 01L

Bijlage 7. Aantal bewegingen van taxiënde vliegtuigen voor elk rijbaansegment voor het vijf-banenstelsel.

DAGPERIODE	: 07-19 UUR											
1	0	0	0	0	0	0	368	8672	4282	18234	3771	5468
2	0	0	0	1758	2758	4463	0	0	0	0	0	0
3	0	0	3529	15848	487	0	0	0	0	0	0	0
4	347	7275	394	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	49	1022	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	496	2226	69	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	248	387	625	29	702	347	1478	307	445
10	0	0	0	0	0	0	427	10024	4950	21080	4358	6323
11	0	0	0	1738	2729	4412	29	702	347	1478	307	445
12	0	0	3468	15566	478	0	0	0	0	0	0	0
13	347	7272	453	300	57	79	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	619	14536	7178	30568	6320	9168
21	0	0	0	2680	4196	6789	0	0	0	0	0	0
23	0	0	5367	24096	740	0	0	0	0	0	0	0
24	548	11484	619	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	234	46	250	2440	1880	2048	233	46	46	1543	1855	2049
26	0	0	0	104	161	260	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	47	1102	543	2322	482	697
31	0	0	0	784	1225	1985	0	0	0	0	0	0
32	0	0	1567	7044	217	0	0	0	0	0	0	0
33	2	41	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	155	3234	194	88	0	0	427	10024	4950	21080	4358	6323
35	0	0	0	6	19	27	29	702	347	1478	307	445
40	0	0	0	0	0	0	612	14386	7103	30252	6253	9073
41	0	0	0	2954	4629	7493	0	0	0	0	0	0
42	0	0	5924	26596	816	0	0	0	0	0	0	0
43	582	12206	657	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	7	126	66	300	57	79	0	0	0	0	0	0
100	396	4158	1800	6793	504	410	0	4603	4537	25886	7488	12657
101	396	4158	380	938	368	410	0	4603	4537	25886	7488	12657
102	49	1022	551	2474	456	625	0	0	0	0	0	0
103	0	0	496	2474	456	625	29	702	347	1478	307	445
104	0	0	0	5098	1016	312	0	5093	4830	22183	6873	13044
105	0	4396	1743	12708	1016	312	0	1120	3536	16486	7213	13651
106	0	4396	2324	15244	2567	3667	0	1120	2925	13948	5418	9556
107	0	4396	2324	17490	3385	5706	0	1120	2925	11410	3623	5461
108	0	4396	2012	17304	4648	8625	0	1120	2925	8872	1828	1366
109	0	3743	1973	17270	4648	8625	427	9143	3457	11084	1137	820
110	0	3743	2606	14646	3677	5878	456	9705	3666	11773	1215	878
111	0	13012	5241	20411	3677	5878	456	5953	2434	9216	1215	878
112	0	9384	4971	20221	3636	5811	1075	7831	1992	12207	2326	2066
113	0	9384	4971	18531	598	88	1075	7831	1992	12207	2326	2066
114	0	15768	9265	29409	1004	88	1075	7831	1992	12207	2326	2066
115	0	22152	6496	18082	438	88	1075	2568	46	4133	2326	2066
116	752	13884	5879	20539	814	88	236	46	46	1554	1870	2066
117	978	13928	5800	21747	2843	2418	1056	18779	6904	23112	2703	2032
118	234	46	45	1640	1985	2268	233	46	46	1543	1855	2049
150	0	2436	2663	17054	6018	10212	76	324	56	512	167	148
151	0	2436	4772	27047	6369	10212	76	324	56	512	167	148
152	0	0	0	0	0	0	29	702	347	1478	307	445
153	0	6575	5337	23692	5946	10739	47	112	2	5562	1053	90
154	0	2483	3655	16320	5946	10739	0	5043	1865	12892	911	0
155	0	2483	3093	13863	4444	7491	0	5043	2487	15471	2734	4161
156	0	2483	3093	11900	3434	4912	0	5043	2487	18050	4557	8322
157	0	2483	4348	13765	1861	1228	0	5043	2487	20629	6380	12483
158	157	5105	1951	5445	158	0	0	3042	1500	12444	3849	7530
159	157	5105	1951	6509	1351	1064	0	2902	1431	11870	3671	7182
160	157	5105	4037	13517	1044	692	0	2902	2861	16321	4720	7980
161	157	1641	2104	9293	1044	692	0	14160	6559	23995	4720	7980
162	504	5285	2287	10393	2218	1770	0	6905	2268	4707	0	0
163	504	3181	871	6289	1860	1770	0	11508	5104	11767	415	0
164	504	1077	44	4076	2034	1770	0	16251	6858	19042	415	0
165	242	48	46	1540	1646	1770	826	18733	6858	21580	863	0
200	234	46	45	1540	1856	2048	233	46	46	1543	1855	2049

202	0	0	0	6	19	27	29	702	347	1478	307	445
250	582	12206	6581	26596	816	0	0	0	0	0	0	0
251	582	12206	6581	29550	5445	7493	0	0	0	0	0	0
252	582	12206	6581	29550	5445	7493	0	0	0	0	0	0
253	0	0	0	0	0	0	612	14386	7103	30252	6253	9073
254	582	12206	6581	29550	5445	7493	612	14386	7103	30252	6253	9073
256	582	12206	6581	29550	5445	7493	612	14386	7103	30252	6253	9073
258	582	12206	6581	29550	5445	7493	612	14386	7103	30252	6253	9073
300	234	46	45	1540	1856	2048	233	46	46	1543	1855	2049
301	234	46	45	1540	1856	2048	233	46	46	1543	1855	2049
302	1562	4245	0	4993	764	0	1665	5004	0	5117	904	0
303	0	8488	3425	14982	0	0	0	10006	3700	15349	0	0
304	0	8488	5710	14982	764	0	0	4603	2836	7060	415	0
305	0	0	0	0	0	0	0	5403	3329	8289	489	0
306	0	12733	4568	9989	0	0	0	15010	4930	10231	0	0
307	0	0	2015	6608	1350	973	0	0	1499	4666	1100	837
308	0	0	2553	8374	1703	1228	0	0	3431	10683	2518	1916
309	0	0	0	4993	3053	6603	0	0	0	5117	3618	8256
310	0	0	0	4993	3053	6603	0	0	0	5117	3618	8256
311	0	0	1143	4993	3053	6603	0	0	1233	5117	3618	8256
312	0	8488	3425	14982	0	0	0	10006	3700	15349	0	0
313	0	0	0	9989	1527	0	0	0	0	10231	1808	0

AVONDPERIODE : 19-23 UUR

1	0	0	0	0	0	0	139	1266	847	3940	702	890
2	0	0	0	454	457	381	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1080	4064	81	0	0	0	0	0	0	0
4	89	2360	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	16	393	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	180	676	15	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	78	77	65	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	111	1016	681	3164	563	712
11	0	0	0	570	578	484	10	96	65	300	52	68
12	0	0	1363	5136	102	0	0	0	0	0	0	0
13	114	2982	152	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	246	2232	1498	6956	1240	1571
21	0	0	0	1032	1051	874	0	0	0	0	0	0
23	0	0	2472	9316	186	0	0	0	0	0	0	0
24	211	5550	282	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	108	21	87	950	708	779	106	21	21	703	692	764
26	0	0	0	28	30	24	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	11	104	68	324	58	73
31	0	0	0	194	198	163	0	0	0	0	0	0
32	0	0	462	1754	34	0	0	0	0	0	0	0
34	39	1016	52	0	0	0	111	1016	681	3164	563	712
35	0	0	0	0	0	0	10	96	65	300	52	68
40	0	0	0	0	0	0	366	3344	2244	10424	1854	2351
41	0	0	0	782	793	661	0	0	0	0	0	0
42	0	0	1865	7024	137	0	0	0	0	0	0	0
43	156	4079	208	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	105	1380	563	1836	148	134	0	917	1226	7458	1588	2367
101	105	1380	128	294	112	134	0	917	1226	7458	1588	2367
102	16	393	200	754	92	65	0	0	0	0	0	0
103	0	0	180	754	92	65	0	0	0	0	0	0
104	0	0	0	1726	207	96	0	917	1226	6102	1412	2367
105	0	1905	714	4305	207	96	0	73	824	4282	1446	2420
106	0	1905	953	5164	475	284	0	73	668	3589	1085	1694
107	0	1905	953	5950	607	336	0	73	668	2896	724	968
108	0	1905	861	6143	841	507	0	73	668	2203	363	242
109	0	1702	850	6143	841	507	111	887	452	1645	214	192
110	0	1702	1170	5487	703	364	121	964	491	1789	234	210
111	0	5475	2173	7291	703	364	121	601	329	1431	234	210
112	0	3988	2082	7291	703	364	367	1037	362	2597	638	634
113	0	3988	2082	6650	114	4	367	1037	362	2597	638	634
114	0	6458	3648	9897	169	4	367	1037	362	2597	638	634
115	0	8928	2127	4695	59	4	367	351	18	1075	638	634
116	171	4627	1847	5332	108	4	88	18	18	584	574	634

117	261	4645	1825	5852	768	752	516	3703	1865	6939	988	894
118	108	21	21	736	724	789	106	21	21	703	692	764
150	0	814	837	4430	791	436	11	10	0	33	20	20
151	0	814	1482	6952	836	436	11	10	0	33	20	20
153	0	2187	1674	6144	790	463	11	10	0	1048	153	20
154	0	824	1146	4231	790	463	0	665	334	2460	129	0
155	0	824	970	3594	590	323	0	665	445	2951	385	515
156	0	824	970	3078	452	210	0	665	445	3442	641	1030
157	0	824	1340	3529	252	53	0	665	445	3933	897	1545
158	39	1637	588	1377	28	0	0	463	310	2739	624	1077
159	39	1637	588	1730	354	304	0	444	297	2626	599	1032
160	39	1637	1409	4087	326	284	0	444	594	3611	770	1147
161	39	509	757	2897	326	284	0	2486	1504	5624	770	1147
162	153	2004	818	3288	788	798	0	1376	613	1356	0	0
163	153	1206	313	2043	727	798	0	2293	1381	3390	88	0
164	153	408	22	1665	803	798	0	3210	1841	5424	88	0
165	126	24	24	806	736	798	392	3679	1841	6117	178	0
200	108	21	21	710	704	779	106	21	21	703	692	764
202	0	0	0	0	0	0	10	96	65	300	52	68
250	156	4079	2073	7024	137	0	0	0	0	0	0	0
251	156	4079	2073	7806	930	661	0	0	0	0	0	0
252	156	4079	2073	7806	930	661	0	0	0	0	0	0
253	0	0	0	0	0	0	366	3344	2244	10424	1854	2351
254	156	4079	2073	7806	930	661	366	3344	2244	10424	1854	2351
256	156	4079	2073	7806	930	661	366	3344	2244	10424	1854	2351
258	156	4079	2073	7806	930	661	366	3344	2244	10424	1854	2351
300	108	21	21	710	704	779	106	21	21	703	692	764
301	108	21	21	710	704	779	106	21	21	703	692	764
302	409	1633	0	1496	116	0	671	802	0	1184	154	0
303	0	3268	1242	4492	0	0	0	1603	804	3556	0	0
304	0	3268	2071	4492	116	0	0	917	768	2034	88	0
305	0	0	0	0	0	0	0	686	574	1522	66	0
306	0	4901	1655	2994	0	0	0	2405	1072	2371	0	0
307	0	0	862	2340	244	57	0	0	310	1028	178	120
308	0	0	793	2152	224	53	0	0	762	2528	439	294
309	0	0	0	1496	468	328	0	0	0	1184	617	1241
310	0	0	0	1496	468	328	0	0	0	1184	617	1241
311	0	0	415	1496	468	328	0	0	267	1184	617	1241
312	0	3268	1242	4492	0	0	0	1603	804	3556	0	0
313	0	0	0	2994	233	0	0	0	0	2371	309	0

NACHTPERIODE : 23-07 UUR

20	0	0	0	0	0	0	0	604	804	5626	1923	1089
21	0	0	0	228	2129	3719	0	0	0	0	0	0
23	0	0	117	2040	375	0	0	0	0	0	0	0
24	129	128	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	20	21	690	628	694	0	21	21	697	641	709
31	0	0	0	42	366	641	0	0	0	0	0	0
32	0	0	21	352	67	0	0	0	0	0	0	0
34	22	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	488	652	4564	1559	886
41	0	0	0	374	3515	6145	0	0	0	0	0	0
42	0	0	194	3368	621	0	0	0	0	0	0	0
43	213	214	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	8	66	84	0	94	254	2167	887	250
101	0	0	0	8	66	84	0	94	254	2167	887	250
104	0	0	0	217	307	84	0	94	254	1773	788	250
105	0	27	20	530	307	84	0	0	159	1182	788	250
106	0	27	27	635	790	1219	0	0	127	985	591	175
107	0	27	27	720	1057	1936	0	0	127	788	394	100
108	0	27	23	712	1442	2904	0	0	127	591	197	25
109	0	23	23	712	1442	2904	0	0	0	0	0	0
110	0	23	46	979	1854	3227	0	0	0	0	0	0
111	0	114	107	1450	1854	3227	0	0	0	0	0	0
112	0	114	107	1450	1854	3227	0	198	141	1741	769	782
113	0	114	107	1333	279	0	0	198	141	1741	769	782
114	0	175	184	2013	465	0	0	198	141	1741	769	782

115	0	236	127	1173	171	0	0	82	24	1013	769	782
116	213	152	115	1320	342	0	0	24	24	770	708	782
117	213	176	139	2136	1142	896	0	394	398	2397	672	636
118	0	20	21	690	628	694	0	21	21	697	641	709
150	0	38	77	1614	3060	5333	0	0	0	0	0	0
151	0	38	77	1614	3060	5333	0	0	0	0	0	0
153	0	38	77	1321	2720	5333	0	0	0	486	121	0
154	0	0	48	881	2720	5333	0	116	117	1214	121	0
155	0	0	38	734	2040	3733	0	116	156	1457	364	92
156	0	0	38	609	1510	2356	0	116	156	1700	607	184
157	0	0	55	701	799	589	0	116	156	1943	850	276
158	22	18	13	215	48	0	0	116	156	1943	850	276
159	22	18	13	215	48	0	0	116	156	1943	850	276
160	22	18	13	215	48	0	0	116	312	2671	1093	307
161	22	12	9	184	48	0	0	431	595	3551	1093	307
162	22	12	9	295	602	492	0	141	127	394	0	0
163	22	8	5	222	496	492	0	235	285	985	49	0
164	22	4	16	669	577	492	0	329	380	1576	49	0
165	0	16	18	564	456	492	0	376	380	1773	98	0
200	0	20	21	690	628	694	0	21	21	697	641	709
250	213	214	216	3368	621	0	0	0	0	0	0	0
251	213	214	216	3742	4136	6145	0	0	0	0	0	0
252	213	214	216	3742	4136	6145	0	0	0	0	0	0
253	0	0	0	0	0	0	0	488	652	4564	1559	886
254	213	214	216	3742	4136	6145	0	488	652	4564	1559	886
256	213	214	216	3742	4136	6145	0	488	652	4564	1559	886
258	213	214	216	3742	4136	6145	0	488	652	4564	1559	886
300	0	20	21	690	628	694	0	21	21	697	641	709
301	0	20	21	690	628	694	0	21	21	697	641	709
302	364	32	0	252	292	0	0	105	0	440	110	0
303	0	65	49	753	0	0	0	210	212	1319	0	0
304	0	65	81	753	292	0	0	94	158	591	49	0
305	0	0	0	0	0	0	0	116	195	728	61	0
306	0	97	65	502	0	0	0	315	283	880	0	0
307	0	0	23	267	412	323	0	0	156	728	243	31
308	0	0	42	486	751	589	0	0	127	591	197	25
309	0	0	0	252	1163	2735	0	0	0	440	440	167
310	0	0	0	252	1163	2735	0	0	0	440	440	167
311	0	0	17	252	1163	2735	0	0	71	440	440	167
312	0	65	49	753	0	0	0	210	212	1319	0	0
313	0	0	0	502	581	0	0	0	0	880	220	0



- Toelichting:	pag.	II.2	-	II.3
- Invoergegevens:	pag.	II.4	-	II.13
- Schematisch overzicht rekenmodel:	fig.	II.1	-	II.2

Toelichting invoergegevens rekenmodel

Met betrekking tot de bij de invoergegevens gebruikte coderingen en typen geluidbronnen kan het volgende worden opgemerkt:

Alle begrippen en afkortingen voor zover hier niet uitgelegd of gedefinieerd, zijn ontleend aan de 'Handleiding meten en rekenen Industrielawaai' van april 1999 (Handleiding, HMRI 1999).

Coördinatensysteem

In figuur II.1 en II.2 is het beschouwde x-, y-coördinatensysteem aangegeven.

Tevens zijn in deze figuren de beschouwde puntbronnen, vlakke bronnen, afschermingen en andere modelementen aangegeven.

Puntbronnen

Een puntbron met een sectorindicator AABB = 0, heeft in alle richtingen dezelfde geluidproductie (onmindirectioneel). In afwijking hiervan (AABB ≠ 0) kan een cilindersector worden opgegeven, waarin de geluidemissie tot een bepaalde richting (sector) wordt beperkt. Hierbij is AA de kloksgewijze bepaalde hoek in decagraden (0-36), opgegeven tussen de stralingsrichting en de positieve X-as. BB is de openingshoek van de sector in decagraden (0-36), met de halve hoek aan beide zijden van de stralingsrichting. In de plattegronden zijn puntbronnen aangegeven met een asterisk (AABB = 0) ofwel een dolkje (AABB ≠ 0).

De bedrijfsduurcorrectie C_b per etmaalperiode volgt uit de opgegeven bedrijfstijd in %:

$$C_b = -10 \log \frac{BT(\%)}{100}$$

Vlakke bronnen

Vlakke bronnen worden gekarakteriseerd door een typenummer dat 0, 1, of 2 kan zijn. Bij type 0 wordt een 'directivity index' (D.I.) van minimaal -10 dB (in de zin van de Handleiding) aangehouden. Bij type 1 bedraagt deze D.I. minimaal -20 dB. Type 2 duidt vlakke daken aan, waarbij D.I. minimaal -10 dB is.

De richting van een vlak wordt aangeduid middels een vector op dat vlak. De richting van deze vector wordt door een viercijferig getal AABB, op grond van de aan het bolcoördinaten-systeem ontleende hoeken \ddot{O} en \ddot{E} gecodeerd.

De hoek \ddot{O} (de kloksgewijze bepaalde hoek van de projectie van de vector op het XY-vlak met de positieve X-as, 0-360°) is AA decagrad. De hoek \ddot{O} varieert dus tussen 0 en 36 decagraden.

De hoek \ddot{E} (de hoek tussen de vector en de positieve Z-as, 0-180°) is BB-decagrad (tussen 0 en 18 decagraden). Hierbij dient opgemerkt te worden dat een horizontaal vlak met een vector in de positieve Z-richting aangeduid wordt met 0 en een horizontaal vlak met een vector in de negatieve Z-richting met 18.

Vlakke bronnen zijn in de plattegronden weergegeven middels een pijltje, ofwel voor verticale bronnen de symboolcombinatie plus-in-ruit. C_b is opgegeven als percentage, conform puntbronnen.

Afschermingen

Afschermingen worden gekarakteriseerd met een typenummer dat 0, 1, 2, 3 of 4 kan zijn. Type 0 wordt gebruikt voor afschermende gebouwen, welke gedefinieerd worden door vier hoekpunten aan de bovenzijde van het gebouw.

Type 1 duidt op een afscherming in de vorm van een vlak scherm, welke gedefinieerd wordt door de twee hoekpunten aan de bovenzijde van het scherm. Type 2 is een afscherming in de vorm van een wal welke gedefinieerd wordt

conform type 1. Type 3 is een afscherming in de vorm van twee gekoppelde vlakke schermen, gedefinieerd door drie hoekpunten van de bovenzijde van de schermen waarbij het tweede hoekpunt de gemeenschappelijke is. Type 4 is een afscherming in de vorm van twee gekoppelde wallen welke gedefinieerd worden conform type 3.

Cilindervormige afschermingen worden gedefinieerd door het middelpunt van het bovenvlak van de cilinder, de diameter en de reflectiecoëfficiënt van de buitenzijde.

Reflecterende vlakke objecten worden gedefinieerd door de twee hoekpunten aan de bovenzijde en verder door een linker en een rechter reflectiecoëfficiënt. Links en rechts corresponderen met een blikrichting van het eerst opgegeven hoekpunt naar het tweede.

In de plattegronden zijn afschermingen weergegeven middels getrokken lijnen.

Vegetatiebanden

Vegetatiebanden worden gekarakteriseerd door een typenummer dat 0 of 1 kan zijn. Type 0 is het gehele jaar bebladerd, type 1 alleen 's zomers. Vegetatiebanden worden gedefinieerd door beide hoekpunten aan de bovenzijde. In de plattegronden zijn de vegetatiebanden weergegeven met streep-stip-lijnen.

Open procesinstallaties

De gebieden waar D_{terrein} actief is worden gedefinieerd door de vier hoekpunten van de bovenzijde van het (driedimensionale) gebied. De akoestische weglengte binnen dit volume, tezamen met de geluidverzwakking per meter, levert D_{terrein} per octaafband. De open procesinstallaties zijn in de plattegronden weergegeven middels stippeellijnen.

Bodemgebieden

Met betrekking tot de invloed van de bodem op de geluidoverdracht is het van belang of de bodem akoestisch reflecterend ('hard', bodemfactor 0,0) of absorberend ('zacht', bodemfactor 1,0) is.

Bodemgebieden worden gedefinieerd door vier hoekpunten en een absorptiefactor. Bij overlapping geldt het laatst genoemde bodemgebied (stapelings). In de plattegronden zijn bodemgebieden middels streep-stip-stip-lijnen aangegeven.

Rekenpunten

In de plattegronden zijn de rekenposities aangegeven met een plusje.

De rekenresultaten aangeduid met L_{Aeq} geven het A-gewogen gestandaardiseerde immissieniveau L_i weer, inclusief bedrijfsduurcorrectieterm C_b en meteocorrectieterm C_m , per etmaalperiode.

De beoordelingsniveaus (o.a. etmaalwaarde) kunnen hieruit worden afgeleid met inachtneming van de toeslag K_x (tonaal/impuls/muziek), de gevelcorrectieterm C_g (indien met reflecties tegen de achterliggende gevel is gerekend), en etmaalperiodetoeslagen.

In het onderstaande worden alle relevante numerieke gegevens opgegeven met betrekking tot de beschouwde puntbronnen, vlakke bronnen, afschermingen en reflecterende objecten en andere modelementen. Tevens wordt aangegeven op welke wijze de beschouwde geluidbronnen ingedeeld zijn in groepen van geluidbronnen ('macrobronnen'). Tevens wordt een lijst gegeven van gehanteerde afkortingen.

Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447C1I.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

MACROBRONNEN
 =====

MACROBRON

Nr	OMSCHRIJVING	BRON	Nr	OMSCHRIJVING	BRON	Nr	OMSCHRIJVING	BRON	Nr	OMSCHRIJVING	
=====											
M	1 EXITS 01L-19	BRON 1	001-1-I-V	BRON 2	002-1-I-V	BRON 3	003-1-I-V	BRON 4	004-1-I-V	BRON 5	005-1-I-V
		BRON 7	008-1-I-V	BRON 55	001-1-I-A	BRON 56	002-1-I-A	BRON 57	003-1-I-A	BRON 58	004-1-I-A
		BRON 60	006-1-I-A	BRON 61	008-1-I-A	BRON 109	001-1-I-L	BRON 110	002-1-I-L	BRON 111	003-1-I-L
		BRON 113	005-1-I-L	BRON 114	006-1-I-L	BRON 115	008-1-I-L	BRON 163	001-1-I-R	BRON 164	002-1-I-R
		BRON 166	004-1-I-R	BRON 167	005-1-I-R	BRON 168	006-1-I-R	BRON 169	008-1-I-R		
M	2 EXITS 01R-19	BRON 8	010-1-I-V	BRON 9	011-1-I-V	BRON 10	012-1-I-V	BRON 11	013-1-I-V	BRON 62	010-1-I-A
		BRON 64	012-1-I-A	BRON 65	013-1-I-A	BRON 116	010-1-I-L	BRON 117	011-1-I-L	BRON 118	012-1-I-L
		BRON 170	010-1-I-R	BRON 171	011-1-I-R	BRON 172	012-1-I-R	BRON 173	013-1-I-R		
M	3 EXITS 06-24	BRON 12	020-1-I-V	BRON 13	021-1-I-V	BRON 14	023-1-I-V	BRON 15	024-1-I-V	BRON 16	025-1-I-V
		BRON 66	020-1-I-A	BRON 67	021-1-I-A	BRON 68	023-1-I-A	BRON 69	024-1-I-A	BRON 70	025-1-I-A
		BRON 120	020-1-I-L	BRON 121	021-1-I-L	BRON 122	023-1-I-L	BRON 123	024-1-I-L	BRON 124	025-1-I-L
		BRON 174	020-1-I-R	BRON 175	021-1-I-R	BRON 176	023-1-I-R	BRON 177	024-1-I-R	BRON 178	025-1-I-R
M	4 EXITS 09-27	BRON 18	030-1-I-V	BRON 19	031-1-I-V	BRON 20	032-1-I-V	BRON 21	033-1-I-V	BRON 22	034-1-I-V
		BRON 72	030-1-I-A	BRON 73	031-1-I-A	BRON 74	032-1-I-A	BRON 75	033-1-I-A	BRON 76	034-1-I-A
		BRON 126	030-1-I-L	BRON 127	031-1-I-L	BRON 128	032-1-I-L	BRON 129	033-1-I-L	BRON 130	034-1-I-L
		BRON 180	030-1-I-R	BRON 181	031-1-I-R	BRON 182	032-1-I-R	BRON 183	033-1-I-R	BRON 184	034-1-I-R
M	5 EXITS 18-36	BRON 24	040-1-I-V	BRON 25	041-1-I-V	BRON 26	042-1-I-V	BRON 27	043-1-I-V	BRON 78	040-1-I-A
		BRON 80	042-1-I-A	BRON 81	043-1-I-A	BRON 132	040-1-I-L	BRON 133	041-1-I-L	BRON 134	042-1-I-L
		BRON 186	040-1-I-R	BRON 187	041-1-I-R	BRON 188	042-1-I-R	BRON 189	043-1-I-R		

Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447CII.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

MACROBRONNEN

=====

MACROBRON

Nr	OMSCHRIJVING	BRON Nr	OMSCHRIJVING	BRON Nr	OMSCHRIJVING	BRON Nr	OMSCHRIJVING
M 6	EXITS 04-22	BRON 28	060-1-I-V	BRON 82	060-1-I-A	BRON 136	060-1-I-L
		BRON 190	060-1-I-R				
M 7	RING	BRON 29	100/150-1-I-	BRON 30	101/151-1-I-	BRON 33	104/153-1-I-
		BRON 34	105/154-1-I-	BRON 35	106/155-1-I-	BRON 36	107/156-1-I-
		BRON 37	108/157-1-I-	BRON 38	109/158/159-	BRON 39	110/160-1-I-
		BRON 40	111/161-1-I-	BRON 41	112/113/162-	BRON 42	114/163-1-I-
		BRON 43	115/164-1-I-	BRON 44	116/165-1-I-	BRON 45	117-1-I-V
		BRON 83	100/150-1-I-	BRON 84	101/151-1-I-	BRON 87	104/153-1-I-
		BRON 88	105/154-1-I-	BRON 89	106/155-1-I-	BRON 90	107/156-1-I-
		BRON 91	108/157-1-I-	BRON 92	109/158/159-	BRON 93	110/160-1-I-
		BRON 94	111/161-1-I-	BRON 95	112/113/162-	BRON 96	114/163-1-I-
		BRON 97	115/164-1-I-	BRON 98	116/165-1-I-	BRON 99	117-1-I-A
		BRON 137	100/150-1-I-	BRON 138	101/151-1-I-	BRON 141	104/153-1-I-
		BRON 142	105/154-1-I-	BRON 143	106/155-1-I-	BRON 144	107/156-1-I-
		BRON 145	108/157-1-I-	BRON 146	109/158/159-	BRON 147	110/160-1-I-
		BRON 148	111/161-1-I-	BRON 149	112/113/162-	BRON 150	114/163-1-I-
		BRON 151	115/164-1-I-	BRON 152	116/165-1-I-	BRON 153	117-1-I-L
		BRON 191	100/150-1-I-	BRON 192	101/151-1-I-	BRON 195	104/153-1-I-
		BRON 196	105/154-1-I-	BRON 197	106/155-1-I-	BRON 198	107/156-1-I-
		BRON 199	108/157-1-I-	BRON 200	109/158/159-	BRON 201	110/160-1-I-
		BRON 202	111/161-1-I-	BRON 203	112/113/162-	BRON 204	114/163-1-I-
		BRON 205	115/164-1-I-	BRON 206	116/165-1-I-	BRON 207	117-1-I-R
M 8	ROUTE5P	BRON 49	250-1-I-V	BRON 50	251-1-I-V	BRON 51	252/253-1-I-
		BRON 52	254-1-I-V	BRON 53	256-1-I-V	BRON 54	258-1-I-V
		BRON 103	250-1-I-A	BRON 104	251-1-I-A	BRON 105	252/253-1-I-
		BRON 106	254-1-I-A	BRON 107	256-1-I-A	BRON 108	258-1-I-A
		BRON 157	250-1-I-L	BRON 158	251-1-I-L	BRON 159	252/253-1-I-
		BRON 160	254-1-I-L	BRON 161	256-1-I-L	BRON 162	258-1-I-L
		BRON 211	250-1-I-R	BRON 212	251-1-I-R	BRON 213	252/253-1-I-
		BRON 214	254-1-I-R	BRON 215	256-1-I-R	BRON 216	258-1-I-R
M 10	OVERIGE	BRON 31	102/152-1-I-	BRON 32	103-1-I-V	BRON 46	118-1-I-V
		BRON 47	200-1-I-V	BRON 48	202-1-I-V	BRON 85	102/152-1-I-
		BRON 86	103-1-I-A	BRON 100	118-1-I-A	BRON 101	200-1-I-A
		BRON 102	202-1-I-A	BRON 139	102/152-1-I-	BRON 140	103-1-I-L
		BRON 154	118-1-I-L	BRON 155	200-1-I-L	BRON 156	202-1-I-L
		BRON 193	102/152-1-I-	BRON 194	103-1-I-R	BRON 208	118-1-I-R
		BRON 209	200-1-I-R	BRON 210	202-1-I-R		

Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447CII.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

PUNTBRONNEN

=====

Nr	OMSCHRIJVING	x m	y m	Hgte		Bedrijfstijd %	HOEK AABB	LWR in dB(A)	LWR in oktaafband met middenfrequentie (Hz)							
				z m	mvld m				63	125	250	500	1000	2000	4000	
1	001-1-I-V	-547.1	1375.9	2.0	.0	.00	514	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
2	002-1-I-V	-550.6	1801.2	2.0	.0	.00	2914	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
3	003-1-I-V	-499.6	2381.3	2.0	.0	.00	2914	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
4	004-1-I-V	-435.2	2929.0	2.0	.0	.05	2914	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
5	005-1-I-V	-392.6	3385.8	2.0	.0	.00	3514	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
6	006-1-I-V	-324.3	4085.1	2.0	.0	.00	514	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
7	008-1-I-V	-193.2	4449.7	2.0	.0	.00	2614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
8	010-1-I-V	2156.4	3202.3	2.0	.0	.00	2514	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
9	011-1-I-V	2174.4	2431.0	2.0	.0	.00	2214	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
10	012-1-I-V	2132.2	2110.6	2.0	.0	.00	1114	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
11	013-1-I-V	2069.6	1592.7	2.0	.0	.05	1114	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
12	020-1-I-V	1999.0	1536.4	2.0	.0	.00	1114	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
13	021-1-I-V	1878.1	1472.7	2.0	.0	.00	814	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
14	023-1-I-V	1318.2	1164.3	2.0	.0	.00	614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
15	024-1-I-V	759.7	855.7	2.0	.0	.22	614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
16	025-1-I-V	371.1	654.8	2.0	.0	.03	1214	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
17	026-1-I-V	-295.9	290.6	2.0	.0	.00	1214	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
18	030-1-I-V	8.3	2858.0	2.0	.0	.00	2514	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
19	031-1-I-V	946.1	2845.9	2.0	.0	.00	2114	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
20	032-1-I-V	1484.2	2845.1	2.0	.0	.00	3314	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
21	033-1-I-V	1636.0	2844.8	2.0	.0	.00	2114	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
22	034-1-I-V	2019.2	2848.3	2.0	.0	.05	2114	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
23	035-1-I-V	3517.1	2703.7	2.0	.0	.00	2714	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
24	040-1-I-V	-2305.3	4470.8	2.0	.0	.00	414	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
25	041-1-I-V	-2420.2	4953.3	2.0	.0	.00	3214	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
26	042-1-I-V	-2357.2	5382.7	2.0	.0	.00	3014	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
27	043-1-I-V	-2242.1	5759.1	2.0	.0	.88	2614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
28	060-1-I-V	2390.8	1256.2	2.0	.0	.00	1414	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
29	100/150-1-I-I	-388.9	1963.7	2.0	.0	.14	2614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
30	101/151-1-I-I	-333.4	2492.0	2.0	.0	.12	2614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
31	102/152-1-I-I	-269.0	3121.0	2.0	.0	.02	2614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
32	103-1-I-V	-263.6	3728.6	2.0	.0	.00	2614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
33	104/153-1-I-I	-124.9	2697.9	2.0	.0	.00	1814	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
34	105/154-1-I-I	290.1	2691.9	2.0	.0	.00	1814	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
35	106/155-1-I-I	693.1	2704.8	2.0	.0	.00	1814	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
36	107/156-1-I-I	1072.5	2708.4	2.0	.0	.00	1814	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
37	108/157-1-I-I	1586.8	2700.8	2.0	.0	.00	1814	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
38	109/158/159-	1925.2	2612.1	2.0	.0	.13	1114	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
39	110/160-1-I-I	1990.6	2040.3	2.0	.0	.09	814	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
40	111/161-1-I-I	1961.8	1792.6	2.0	.0	.07	814	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
41	112/113/162-	1818.3	1595.9	2.0	.0	.19	314	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
42	114/163-1-I-I	1496.2	1418.4	2.0	.0	.24	314	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
43	115/164-1-I-I	1099.4	1202.2	2.0	.0	.44	314	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
44	116/165-1-I-I	606.1	929.5	2.0	.0	.65	314	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	
45	117-1-I-V	-33.0	1184.8	2.0	.0	1.22	3214	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4	

Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447CII.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

PUNTBRONNEN

=====

Nr	OMSCHRIJVING	x m	y m	Hgte		Bedrijfstijd %	HOEK AABB	LWR in dB(A)	LWR in oktaafband met middenfrequentie (Hz)						
				z m	mvld m				63	125	250	500	1000	2000	4000
46	118-1-I-V	-68.8	568.2	2.0	.0	.14	2114	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4
47	200-1-I-V	750.7	449.2	2.0	.0	.15	214	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4
48	202-1-I-V	2933.7	2482.9	2.0	.0	.00	1814	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4
49	250-1-I-V	-2299.9	5092.3	2.0	.0	.39	2614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4
50	251-1-I-V	-2233.8	4781.6	2.0	.0	.27	3214	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4
51	252/253-1-I-	-1885.0	4531.3	2.0	.0	.60	3214	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4
52	254-1-I-V	-1276.2	3970.2	2.0	.0	1.19	3114	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4
53	256-1-I-V	-848.6	2898.7	2.0	.0	1.05	2614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4
54	258-1-I-V	-1014.9	1223.3	2.0	.0	2.22	2614	128.2	120.1	116.7	114.3	121.4	124.0	122.5	119.4
55	001-1-I-A	-547.1	1375.9	2.0	.0	.00	2314	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
56	002-1-I-A	-550.6	1801.2	2.0	.0	.00	1114	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
57	003-1-I-A	-499.6	2381.3	2.0	.0	.00	1114	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
58	004-1-I-A	-435.2	2929.0	2.0	.0	.05	1114	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
59	005-1-I-A	-392.6	3385.8	2.0	.0	.00	1714	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
60	006-1-I-A	-324.3	4085.1	2.0	.0	.00	2314	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
61	008-1-I-A	-193.2	4449.7	2.0	.0	.00	814	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
62	010-1-I-A	2156.4	3202.3	2.0	.0	.00	714	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
63	011-1-I-A	2174.4	2431.0	2.0	.0	.00	414	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
64	012-1-I-A	2132.2	2110.6	2.0	.0	.00	2914	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
65	013-1-I-A	2069.6	1592.7	2.0	.0	.05	2914	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
66	020-1-I-A	1999.0	1536.4	2.0	.0	.00	2914	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
67	021-1-I-A	1878.1	1472.7	2.0	.0	.00	2614	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
68	023-1-I-A	1318.2	1164.3	2.0	.0	.00	2414	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
69	024-1-I-A	759.7	855.7	2.0	.0	.22	2414	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
70	025-1-I-A	371.1	654.8	2.0	.0	.03	3014	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
71	026-1-I-A	-295.9	290.6	2.0	.0	.00	3014	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
72	030-1-I-A	8.3	2858.0	2.0	.0	.00	714	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
73	031-1-I-A	946.1	2845.9	2.0	.0	.00	314	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
74	032-1-I-A	1484.2	2845.1	2.0	.0	.00	1514	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
75	033-1-I-A	1636.0	2844.8	2.0	.0	.00	314	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
76	034-1-I-A	2019.2	2848.3	2.0	.0	.05	314	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
77	035-1-I-A	3517.1	2703.7	2.0	.0	.00	914	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
78	040-1-I-A	-2305.3	4470.8	2.0	.0	.00	2214	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
79	041-1-I-A	-2420.2	4953.3	2.0	.0	.00	1414	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
80	042-1-I-A	-2357.2	5382.7	2.0	.0	.00	1214	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
81	043-1-I-A	-2242.1	5759.1	2.0	.0	.88	814	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
82	060-1-I-A	2390.8	1256.2	2.0	.0	.00	3214	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
83	100/150-1-I-	-388.9	1963.7	2.0	.0	.14	814	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
84	101/151-1-I-	-333.4	2492.0	2.0	.0	.12	814	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
85	102/152-1-I-	-269.0	3121.0	2.0	.0	.02	814	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
86	103-1-I-A	-263.6	3728.6	2.0	.0	.00	814	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
87	104/153-1-I-	-124.9	2697.9	2.0	.0	.00	14	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
88	105/154-1-I-	290.1	2691.9	2.0	.0	.00	14	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
89	106/155-1-I-	693.1	2704.8	2.0	.0	.00	14	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
90	107/156-1-I-	1072.5	2708.4	2.0	.0	.00	14	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1

Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447CII.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

PUNTBRONNEN

=====

Nr	OMSCHRIJVING	x m	y m	Hgte		Bedrijfstijd %	HOEK AABB	LWR in dB(A)	LWR in oktaafband met middenfrequentie (Hz)						
				z m	mvld m				63	125	250	500	1000	2000	4000
91	108/157-1-I-	1586.8	2700.8	2.0	.0	.00	14	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
92	109/158/159-	1925.2	2612.1	2.0	.0	.13	2914	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
93	110/160-1-I-	1990.6	2040.3	2.0	.0	.09	2614	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
94	111/161-1-I-	1961.8	1792.6	2.0	.0	.07	2614	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
95	112/113/162-	1818.3	1595.9	2.0	.0	.19	2114	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
96	114/163-1-I-	1496.2	1418.4	2.0	.0	.24	2114	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
97	115/164-1-I-	1099.4	1202.2	2.0	.0	.44	2114	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
98	116/165-1-I-	606.1	929.5	2.0	.0	.65	2114	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
99	117-1-I-A	-33.0	1184.8	2.0	.0	1.22	1414	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
100	118-1-I-A	-68.8	568.2	2.0	.0	.14	314	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
101	200-1-I-A	750.7	449.2	2.0	.0	.15	2014	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
102	202-1-I-A	2933.7	2482.9	2.0	.0	.00	14	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
103	250-1-I-A	-2299.9	5092.3	2.0	.0	.39	814	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
104	251-1-I-A	-2233.8	4781.6	2.0	.0	.27	1414	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
105	252/253-1-I-	-1885.0	4531.3	2.0	.0	.60	1414	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
106	254-1-I-A	-1276.2	3970.2	2.0	.0	1.19	1314	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
107	256-1-I-A	-848.6	2898.7	2.0	.0	1.05	814	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
108	258-1-I-A	-1014.9	1223.3	2.0	.0	2.22	814	127.4	120.2	115.1	120.2	122.7	123.9	120.1	117.1
109	001-1-I-L	-547.1	1375.9	2.0	.0	.00	1404	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
110	002-1-I-L	-550.6	1801.2	2.0	.0	.00	204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
111	003-1-I-L	-499.6	2381.3	2.0	.0	.00	204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
112	004-1-I-L	-435.2	2929.0	2.0	.0	.05	204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
113	005-1-I-L	-392.6	3385.8	2.0	.0	.00	804	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
114	006-1-I-L	-324.3	4085.1	2.0	.0	.00	1404	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
115	008-1-I-L	-193.2	4449.7	2.0	.0	.00	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
116	010-1-I-L	2156.4	3202.3	2.0	.0	.00	3404	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
117	011-1-I-L	2174.4	2431.0	2.0	.0	.00	3104	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
118	012-1-I-L	2132.2	2110.6	2.0	.0	.00	2004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
119	013-1-I-L	2069.6	1592.7	2.0	.0	.05	2004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
120	020-1-I-L	1999.0	1536.4	2.0	.0	.00	2004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
121	021-1-I-L	1878.1	1472.7	2.0	.0	.00	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
122	023-1-I-L	1318.2	1164.3	2.0	.0	.00	1504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
123	024-1-I-L	759.7	855.7	2.0	.0	.22	1504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
124	025-1-I-L	371.1	654.8	2.0	.0	.03	2104	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
125	026-1-I-L	-295.9	290.6	2.0	.0	.00	2104	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
126	030-1-I-L	8.3	2858.0	2.0	.0	.00	3404	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
127	031-1-I-L	946.1	2845.9	2.0	.0	.00	3004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
128	032-1-I-L	1484.2	2845.1	2.0	.0	.00	604	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
129	033-1-I-L	1636.0	2844.8	2.0	.0	.00	3004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
130	034-1-I-L	2019.2	2848.3	2.0	.0	.05	3004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
131	035-1-I-L	3517.1	2703.7	2.0	.0	.00	4	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
132	040-1-I-L	-2305.3	4470.8	2.0	.0	.00	1304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
133	041-1-I-L	-2420.2	4953.3	2.0	.0	.00	504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
134	042-1-I-L	-2357.2	5382.7	2.0	.0	.00	304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
135	043-1-I-L	-2242.1	5759.1	2.0	.0	.88	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9

Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447CII.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

PUNTBRONNEN

=====

Nr	OMSCHRIJVING	Hgte				Bedrijfstijd	HOEK	LWR	LWR in oktaafband met middenfrequentie (Hz)								
		x	y	z	mvld				AABB	in	63	125	250	500	1000	2000	4000
		m	m	m	m	%		dB(A)									
136	060-1-I-L	2390.8	1256.2	2.0	.0	.00	2304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
137	100/150-1-I-I	-388.9	1963.7	2.0	.0	.14	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
138	101/151-1-I-I	-333.4	2492.0	2.0	.0	.12	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
139	102/152-1-I-I	-269.0	3121.0	2.0	.0	.02	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
140	103-1-I-L	-263.6	3728.6	2.0	.0	.00	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
141	104/153-1-I-I	-124.9	2697.9	2.0	.0	.00	2704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
142	105/154-1-I-I	290.1	2691.9	2.0	.0	.00	2704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
143	106/155-1-I-I	693.1	2704.8	2.0	.0	.00	2704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
144	107/156-1-I-I	1072.5	2708.4	2.0	.0	.00	2704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
145	108/157-1-I-I	1586.8	2700.8	2.0	.0	.00	2704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
146	109/158/159-	1925.2	2612.1	2.0	.0	.13	2004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
147	110/160-1-I-I	1990.6	2040.3	2.0	.0	.09	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
148	111/161-1-I-I	1961.8	1792.6	2.0	.0	.07	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
149	112/113/162-	1818.3	1595.9	2.0	.0	.19	1204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
150	114/163-1-I-I	1496.2	1418.4	2.0	.0	.24	1204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
151	115/164-1-I-I	1099.4	1202.2	2.0	.0	.44	1204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
152	116/165-1-I-I	606.1	929.5	2.0	.0	.65	1204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
153	117-1-I-L	-33.0	1184.8	2.0	.0	1.22	504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
154	118-1-I-L	-68.8	568.2	2.0	.0	.14	3004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
155	200-1-I-L	750.7	449.2	2.0	.0	.15	1104	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
156	202-1-I-L	2933.7	2482.9	2.0	.0	.00	2704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
157	250-1-I-L	-2299.9	5092.3	2.0	.0	.39	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
158	251-1-I-L	-2233.8	4781.6	2.0	.0	.27	504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
159	252/253-1-I-I	-1885.0	4531.3	2.0	.0	.60	504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
160	254-1-I-L	-1276.2	3970.2	2.0	.0	1.19	404	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
161	256-1-I-L	-848.6	2898.7	2.0	.0	1.05	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
162	258-1-I-L	-1014.9	1223.3	2.0	.0	2.22	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
163	001-1-I-R	-547.1	1375.9	2.0	.0	.00	3204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
164	002-1-I-R	-550.6	1801.2	2.0	.0	.00	2004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
165	003-1-I-R	-499.6	2381.3	2.0	.0	.00	2004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
166	004-1-I-R	-435.2	2929.0	2.0	.0	.05	2004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
167	005-1-I-R	-392.6	3385.8	2.0	.0	.00	2604	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
168	006-1-I-R	-324.3	4085.1	2.0	.0	.00	3204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
169	008-1-I-R	-193.2	4449.7	2.0	.0	.00	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
170	010-1-I-R	2156.4	3202.3	2.0	.0	.00	1604	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
171	011-1-I-R	2174.4	2431.0	2.0	.0	.00	1304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
172	012-1-I-R	2132.2	2110.6	2.0	.0	.00	204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
173	013-1-I-R	2069.6	1592.7	2.0	.0	.05	204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
174	020-1-I-R	1999.0	1536.4	2.0	.0	.00	204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
175	021-1-I-R	1878.1	1472.7	2.0	.0	.00	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
176	023-1-I-R	1318.2	1164.3	2.0	.0	.00	3304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
177	024-1-I-R	759.7	855.7	2.0	.0	.22	3304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
178	025-1-I-R	371.1	654.8	2.0	.0	.03	304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
179	026-1-I-R	-295.9	290.6	2.0	.0	.00	304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		
180	030-1-I-R	8.3	2858.0	2.0	.0	.00	1604	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9		

Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447CII.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

PUNTBRONNEN

=====

Nr	OMSCHRIJVING	x m	y m	Hgte		Bedrijfstijd %	HOEK AABB	LWR in dB(A)	LWR in oktaafband met middenfrequentie (Hz)						
				z m	mvld m				63	125	250	500	1000	2000	4000
181	031-1-I-R	946.1	2845.9	2.0	.0	.00	1204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
182	032-1-I-R	1484.2	2845.1	2.0	.0	.00	2404	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
183	033-1-I-R	1636.0	2844.8	2.0	.0	.00	1204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
184	034-1-I-R	2019.2	2848.3	2.0	.0	.05	1204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
185	035-1-I-R	3517.1	2703.7	2.0	.0	.00	1804	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
186	040-1-I-R	-2305.3	4470.8	2.0	.0	.00	3104	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
187	041-1-I-R	-2420.2	4953.3	2.0	.0	.00	2304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
188	042-1-I-R	-2357.2	5382.7	2.0	.0	.00	2104	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
189	043-1-I-R	-2242.1	5759.1	2.0	.0	.88	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
190	060-1-I-R	2390.8	1256.2	2.0	.0	.00	504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
191	100/150-1-I-	-388.9	1963.7	2.0	.0	.14	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
192	101/151-1-I-	-333.4	2492.0	2.0	.0	.12	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
193	102/152-1-I-	-269.0	3121.0	2.0	.0	.02	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
194	103-1-I-R	-263.6	3728.6	2.0	.0	.00	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
195	104/153-1-I-	-124.9	2697.9	2.0	.0	.00	904	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
196	105/154-1-I-	290.1	2691.9	2.0	.0	.00	904	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
197	106/155-1-I-	693.1	2704.8	2.0	.0	.00	904	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
198	107/156-1-I-	1072.5	2708.4	2.0	.0	.00	904	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
199	108/157-1-I-	1586.8	2700.8	2.0	.0	.00	904	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
200	109/158/159-	1925.2	2612.1	2.0	.0	.13	204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
201	110/160-1-I-	1990.6	2040.3	2.0	.0	.09	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
202	111/161-1-I-	1961.8	1792.6	2.0	.0	.07	3504	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
203	112/113/162-	1818.3	1595.9	2.0	.0	.19	3004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
204	114/163-1-I-	1496.2	1418.4	2.0	.0	.24	3004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
205	115/164-1-I-	1099.4	1202.2	2.0	.0	.44	3004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
206	116/165-1-I-	606.1	929.5	2.0	.0	.65	3004	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
207	117-1-I-R	-33.0	1184.8	2.0	.0	1.22	2304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
208	118-1-I-R	-68.8	568.2	2.0	.0	.14	1204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
209	200-1-I-R	750.7	449.2	2.0	.0	.15	2904	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
210	202-1-I-R	2933.7	2482.9	2.0	.0	.00	904	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
211	250-1-I-R	-2299.9	5092.3	2.0	.0	.39	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
212	251-1-I-R	-2233.8	4781.6	2.0	.0	.27	2304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
213	252/253-1-I-	-1885.0	4531.3	2.0	.0	.60	2304	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
214	254-1-I-R	-1276.2	3970.2	2.0	.0	1.19	2204	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
215	256-1-I-R	-848.6	2898.7	2.0	.0	1.05	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9
216	258-1-I-R	-1014.9	1223.3	2.0	.0	2.22	1704	123.7	119.9	112.5	115.7	114.6	117.8	117.8	117.9

Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447CII.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

VLAKKE AFSCHERMINGEN

=====

TY HOOGTE														
Nr	PE	MAAIV	x1	y1	z1	x2	y2	z2	x3	y3	z3	x4	y4	z4
			m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
1	0	.0	476.6	1454.2	40.2	687.4	1572.8	40.2	744.4	1470.6	40.2	534.2	1352.9	40.2
2	0	.0	308.4	1379.0	16.4	450.9	1459.2	16.4	517.3	1342.2	16.4	373.9	1261.6	16.4
3	0	.0	179.8	1286.6	19.5	317.0	1363.2	19.5	364.5	1279.1	19.5	227.7	1202.1	19.5
4	0	.0	267.2	1142.2	19.5	349.2	1187.9	19.5	452.2	1004.2	19.5	370.8	959.0	19.5
5	0	.0	183.5	1117.3	5.0	201.2	1126.9	5.0	233.1	1070.4	5.0	216.6	1061.1	5.0
6	0	.0	223.2	1087.9	5.0	240.8	1097.8	5.0	275.5	1036.7	5.0	257.8	1027.1	5.0
7	0	.0	106.1	1178.7	5.0	170.6	1215.7	5.0	180.3	1197.5	5.0	115.5	1161.6	5.0
8	0	.0	41.9	1251.1	5.0	90.0	1277.6	5.0	105.6	1247.8	5.0	59.3	1221.8	5.0
9	0	.0	66.5	1246.7	5.0	128.0	1281.6	5.0	145.3	1250.8	5.0	84.0	1215.9	5.0
10	0	.0	-20.1	1382.4	5.0	11.6	1399.9	5.0	19.5	1386.4	5.0	-12.4	1368.4	5.0
11	0	.0	-49.7	1431.6	5.0	-12.3	1452.4	5.0	-.2	1430.3	5.0	-37.0	1409.6	5.0
12	0	.0	-28.0	1521.5	17.0	36.1	1557.4	17.0	75.5	1489.2	17.0	10.1	1452.8	17.0
13	0	.0	23.3	1550.9	17.0	146.7	1617.0	17.0	186.5	1549.8	17.0	63.9	1482.4	17.0
14	0	.0	188.4	1692.4	23.2	197.9	1714.0	23.2	239.3	1695.9	23.2	230.2	1675.7	23.2
15	0	.0	291.5	1575.7	10.0	449.5	1665.0	10.0	490.7	1590.5	10.0	332.8	1501.9	10.0
16	0	.0	464.7	1716.7	5.0	485.5	1728.7	5.0	497.1	1708.8	5.0	475.5	1696.6	5.0
17	0	.0	515.1	1640.0	5.0	545.8	1657.4	5.0	554.0	1643.7	5.0	522.8	1626.2	5.0
18	0	.0	560.8	1688.8	5.0	568.9	1707.6	5.0	607.5	1690.8	5.0	598.9	1671.2	5.0
19	0	.0	582.6	1819.1	30.5	635.7	1819.1	30.5	635.0	1775.5	30.5	582.6	1776.2	30.5
20	0	.0	707.6	1585.5	23.6	830.7	1654.5	23.6	846.1	1627.1	23.6	723.4	1559.0	23.6
21	0	.0	730.2	1594.3	23.6	809.3	1639.0	23.6	851.7	1562.6	23.6	773.5	1518.1	23.6
22	0	.0	843.9	1651.8	23.6	875.4	1669.2	23.6	891.2	1641.5	23.6	859.8	1622.9	23.6
23	0	.0	887.6	1686.7	23.6	972.2	1734.4	23.6	992.1	1698.5	23.6	907.5	1651.1	23.6
24	0	.0	988.1	1741.2	32.2	1040.8	1770.3	32.2	1055.0	1745.6	32.2	1002.3	1715.8	32.2
25	0	.0	1040.6	1770.2	32.2	1119.3	1814.8	32.2	1126.0	1803.5	32.2	1047.2	1759.0	32.2
26	0	.0	1148.1	1883.1	55.6	1214.6	1874.7	55.6	1210.2	1832.1	55.6	1143.4	1838.7	55.6
27	0	.0	1060.4	1840.0	5.0	1098.6	1861.0	5.0	1102.7	1853.7	5.0	1064.3	1832.9	5.0
28	0	.0	1159.8	2222.8	30.3	1267.9	2145.3	30.3	1244.6	1927.4	30.3	1127.9	1939.3	30.3
29	1	.0	1222.0	1939.8	30.3	1210.3	1831.7	30.3						
30	0	.0	1181.5	1839.9	9.3	1199.8	1852.6	9.3	1346.1	1595.4	9.3	1327.1	1583.9	9.3
31	0	.0	1313.9	1631.8	9.3	1333.4	1623.0	9.3	1310.9	1548.0	9.3	1291.6	1553.6	9.3
32	0	.0	1314.0	1607.9	9.3	1317.9	1626.4	9.3	1388.1	1609.6	9.3	1383.2	1590.7	9.3
33	0	.0	1209.9	2013.2	9.3	1553.1	1973.8	9.3	1550.9	1952.9	9.3	1207.5	1990.8	9.3
34	0	.0	1488.6	1970.4	9.3	1575.1	2068.8	9.3	1586.0	2059.8	9.3	1501.2	1960.1	9.3
35	0	.0	1504.2	1978.1	9.3	1566.8	1868.3	9.3	1551.8	1859.6	9.3	1488.5	1972.7	9.3
36	0	.0	1552.9	1883.9	9.3	1809.1	1856.1	9.3	1806.5	1835.1	9.3	1551.1	1860.7	9.3
37	0	.0	1011.7	2323.6	9.3	1264.4	2140.8	9.3	1243.0	2108.9	9.3	997.1	2289.9	9.3
38	0	.0	889.4	2330.2	35.8	1038.4	2335.2	35.8	1040.3	2191.0	35.8	893.3	2187.2	35.8
39	0	.0	1185.4	2127.7	9.3	1422.2	2451.9	9.3	1453.4	2427.7	9.3	1217.1	2110.6	9.3
40	0	.0	1021.0	2502.8	9.3	1058.3	2503.9	9.3	1061.2	2299.6	9.3	1025.3	2296.2	9.3
41	0	.0	978.2	2509.8	9.3	1000.9	2532.8	9.3	1061.8	2466.2	9.3	1045.3	2445.1	9.3
42	0	.0	1076.8	2533.2	9.3	1099.4	2511.0	9.3	1035.0	2438.9	9.3	1012.9	2460.1	9.3
43	0	.0	697.1	2341.3	9.3	914.1	2347.8	9.3	913.9	2330.4	9.3	696.3	2325.1	9.3
44	0	.0	690.4	2609.6	9.3	733.4	2608.0	9.3	738.7	2291.6	9.3	696.8	2291.2	9.3
45	0	.0	83.2	1440.0	17.0	226.3	1516.0	17.0	254.8	1465.4	17.0	114.2	1384.1	17.0

Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447CII.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

VLAKKE AFSCHERMINGEN

=====

TY HOOGTE

Nr	PE	MAAIV	x1	y1	z1	x2	y2	z2	x3	y3	z3	x4	y4	z4
			m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
46	0	.0	180.5	1522.6	17.0	211.7	1541.8	17.0	255.2	1465.6	17.0	223.0	1448.0	17.0
47	0	.0	1833.6	2231.5	.0	1868.0	2227.7	.0	1849.1	2052.4	.0	1814.7	2055.4	.0
48	0	.0	2980.5	3523.7	5.0	3011.8	3494.3	5.0	2938.5	3419.2	5.0	2907.4	3450.2	5.0
49	3	.0	3633.3	2688.8	15.0	3699.9	2731.9	15.0	3728.1	2700.3	15.0			
50	3	.0	3700.1	2732.3	15.0	3728.2	2701.7	15.0	3719.7	2619.7	15.0			
51	0	.0	2446.9	333.0	10.0	2501.5	325.8	10.0	2481.2	151.7	10.0	2426.1	155.8	10.0
52	0	.0	2446.7	332.6	10.0	2643.9	534.8	10.0	2683.6	497.9	10.0	2484.8	290.5	10.0
53	0	.0	2543.8	415.9	10.0	2583.5	455.4	10.0	2660.4	380.4	10.0	2621.2	340.1	10.0
54	0	.0	2379.7	52.1	10.0	2433.3	103.6	10.0	2500.5	36.6	10.0	2447.5	-15.4	10.0
55	0	.0	2492.2	131.8	10.0	2529.7	167.9	10.0	2649.7	49.8	10.0	2613.9	12.3	10.0
56	0	.0	2566.7	208.1	10.0	2779.5	425.2	10.0	2920.2	286.9	10.0	2704.6	69.3	10.0
57	0	.0	2729.2	59.8	10.0	2805.2	136.9	10.0	2874.0	68.7	10.0	2798.4	-9.1	10.0
58	0	.0	2672.8	560.4	10.0	2710.7	599.0	10.0	2990.9	324.8	10.0	2955.9	285.1	10.0
59	0	.0	2720.3	637.1	34.6	2835.9	755.0	34.6	3012.0	582.1	34.6	2897.3	463.1	34.6
60	0	.0	2935.2	425.7	34.6	3023.0	514.4	34.6	3104.8	436.4	34.6	3016.1	345.4	34.6
61	0	.0	2990.6	558.9	34.6	3093.7	662.2	34.6	3152.9	602.4	34.6	3108.9	468.0	34.6
62	0	.0	2993.3	912.2	15.0	3126.9	1045.9	15.0	3191.9	981.3	15.0	3059.8	846.4	15.0
63	0	.0	3068.8	867.0	15.0	3095.8	891.9	15.0	3166.8	822.0	15.0	3141.6	796.6	15.0
64	0	.0	3105.5	911.6	15.0	3126.9	931.9	15.0	3202.3	857.9	15.0	3182.7	837.1	15.0
65	0	.0	3159.4	928.4	15.0	3183.5	952.9	15.0	3252.4	885.2	15.0	3230.0	861.3	15.0
66	0	.0	3121.6	1070.1	20.0	3186.6	1135.3	20.0	3350.6	978.5	20.0	3282.9	911.4	20.0
67	0	.0	3282.3	1211.4	20.6	3323.6	1250.8	20.6	3456.2	1118.4	20.6	3417.2	1078.0	20.6
68	0	.0	3415.3	1309.5	18.9	3462.1	1354.2	18.9	3545.4	1274.6	18.9	3498.6	1227.6	18.9
69	0	.0	3577.8	1355.1	5.0	3646.2	1423.9	5.0	3669.0	1401.0	5.0	3599.9	1332.2	5.0
70	0	.0	3562.1	1520.8	37.0	3728.3	1692.3	37.0	3868.0	1551.9	37.0	3714.5	1396.5	37.0
71	0	.0	3760.1	1761.6	28.6	3798.8	1801.5	28.6	3860.8	1741.4	28.6	3824.1	1699.5	28.6
72	0	.0	3876.5	1862.4	28.6	3935.5	1923.1	28.6	3988.6	1870.9	28.6	3929.9	1809.5	28.6
73	0	.0	4030.4	1866.5	28.6	4121.2	1954.7	28.6	4196.3	1882.8	28.6	4107.8	1790.1	28.6
74	0	.0	3893.7	1724.5	13.6	4013.0	1845.6	13.6	4093.9	1763.2	13.6	3969.8	1637.5	13.6
75	0	.0	3941.9	1585.3	8.8	4106.4	1753.3	8.8	4179.3	1679.2	8.8	4012.0	1515.4	8.8
76	0	.0	4022.1	1491.7	7.9	4202.8	1654.4	7.9	4291.9	1566.7	7.9	4067.9	1444.3	7.9
77	0	.0	3849.5	1403.1	7.9	3921.5	1475.3	7.9	3947.5	1449.6	7.9	3875.0	1377.0	7.9
78	0	.0	4274.0	1652.1	12.8	4339.1	1714.9	12.8	4401.7	1653.4	12.8	4336.7	1590.9	12.8
79	0	.0	4226.4	1743.3	13.4	4432.0	1952.4	13.4	4467.1	1917.1	13.4	4261.5	1708.8	13.4
80	0	.0	4446.2	1971.7	19.4	4498.0	2023.0	19.4	4533.7	1989.1	19.4	4482.2	1935.2	19.4
81	0	.0	4510.1	2043.1	15.0	4579.0	2168.6	15.0	4622.7	2144.6	15.0	4553.3	2019.1	15.0
82	0	.0	4419.2	2181.2	15.0	4487.0	2248.6	15.0	4553.5	2184.1	15.0	4485.2	2117.2	15.0
83	0	.0	4258.1	2310.2	15.0	4365.8	2419.1	15.0	4488.9	2301.8	15.0	4384.0	2194.7	15.0
84	0	.0	4218.5	2271.4	15.0	4244.7	2298.3	15.0	4379.4	2168.2	15.0	4353.1	2141.9	15.0
85	0	.0	4588.9	2004.6	15.0	4647.6	2126.9	15.0	4681.5	2107.1	15.0	4619.4	1987.2	15.0
86	0	.0	4579.1	2236.3	15.0	4600.8	2261.3	15.0	4680.0	2178.4	15.0	4660.5	2155.0	15.0
87	0	.0	4267.1	2468.4	15.0	4290.3	2490.5	15.0	4346.3	2432.7	15.0	4323.5	2411.0	15.0
88	0	.0	-249.7	-261.8	5.0	-223.1	-234.1	5.0	-174.8	-279.9	5.0	-201.1	-306.9	5.0
89	0	.0	-197.3	778.3	19.5	42.0	912.7	19.5	88.1	830.8	19.5	-150.9	693.7	19.5
90	0	.0	-209.5	1102.7	19.5	-125.4	1147.7	19.5	-28.8	978.9	19.5	-113.1	932.6	19.5

Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447CII.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

VLAKKE AFSCHERMINGEN

=====

TY HOOGTE

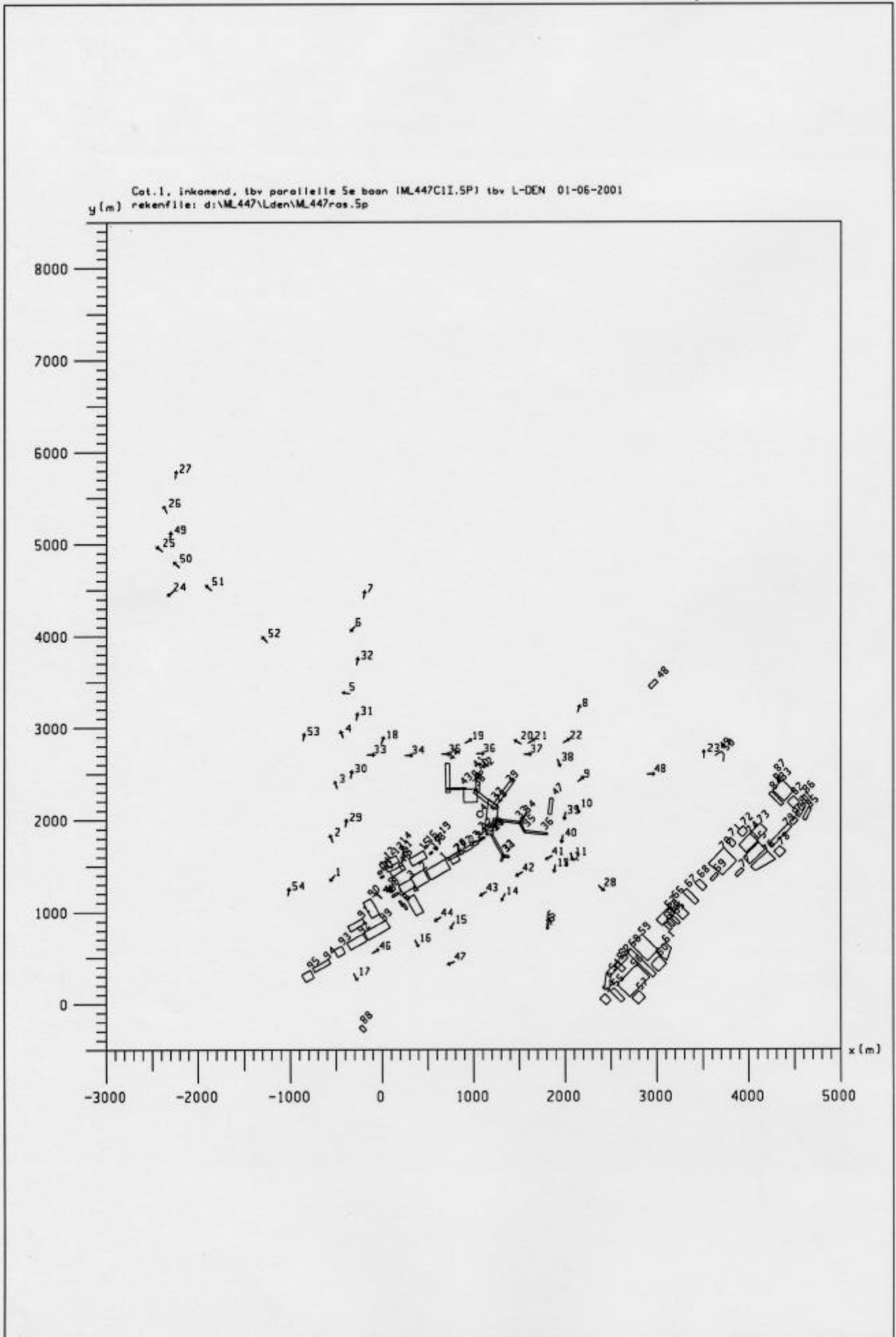
Nr	PE	MAAIV	x1	y1	z1	x2	y2	z2	x3	y3	z3	x4	y4	z4
		m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m
91	0	.0	-374.1	841.8	19.5	-217.5	929.9	19.5	-187.1	875.8	19.5	-343.3	785.9	19.5
92	0	.0	-384.6	662.9	19.5	-210.8	761.2	19.5	-167.9	685.4	19.5	-342.4	586.8	19.5
93	0	.0	-524.8	584.2	19.5	-445.3	629.0	19.5	-402.5	553.9	19.5	-481.8	508.1	19.5
94	0	.0	-756.3	387.5	19.5	-587.3	483.0	19.5	-562.5	441.8	19.5	-732.6	343.8	19.5
95	0	.0	-875.3	314.2	19.5	-783.6	365.6	19.5	-739.4	287.1	19.5	-828.7	235.5	19.5

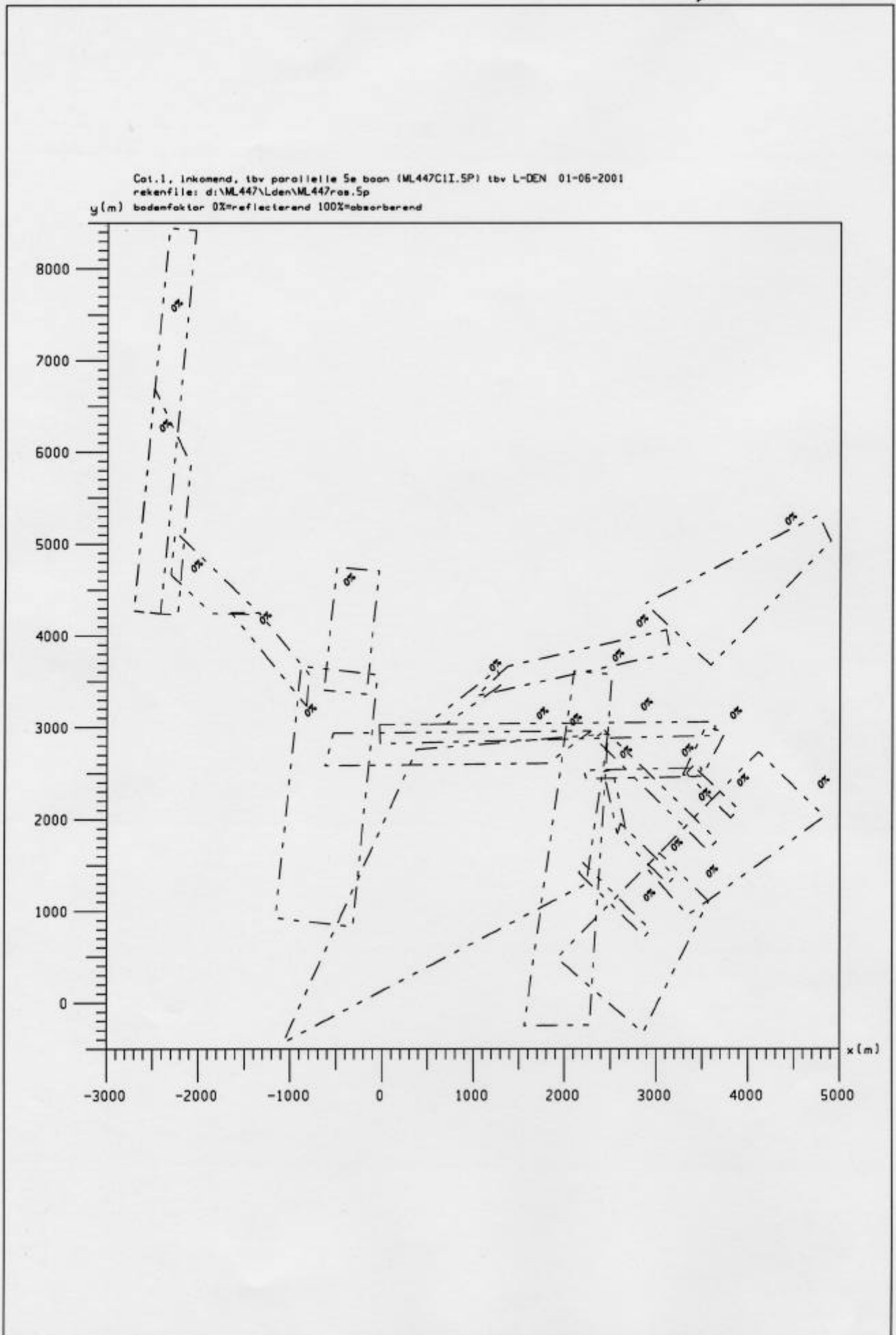
Cat.1, inkomend, tbv parallelle 5e baan (ML447CII.5P) tbv L-DEN 01-06-2001

CILINDERVORMIGE AFSCHERMINGEN

=====

Nr	x	y	z	HOOGTE	
				MAAIV.	DIAM
	m	m	m	m	m
1	250.3	1678.8	23.2	.0	60.0
2	1059.8	1867.4	100.0	.0	10.0
3	1144.8	1836.6	70.0	.0	10.0
4	1070.0	2060.0	15.0	.0	70.0
5	1817.4	903.6	15.0	.0	25.0
6	1812.6	863.6	15.0	.0	25.0
7	1809.0	825.0	15.0	.0	25.0







8

Onderzoek naar de grootte van overschrijdingen van de geluidbelasting in handhavingspunten ten gevolge van uitzonderlijke weersomstandigheden





NLR-CR-2001-370

**Onderzoek naar de grootte van
overschrijdingen van de geluidbelasting in
handhavingspunten ten gevolge van
uitzonderlijke weersomstandigheden**

F.J.M. Wubben

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van DGL/ONL, contractnummer
DGRLD 2.00.73.804.1.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke
wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DGL/ONL.

Hoofdafdeling: Luchtverkeer
Datum: juli 2001
Rubricering van de titel: Ongerubriceerd



Samenvatting

Onderzocht is welke overschrijdingen van de geluidbelastingsgrenswaarden in handhavingspunten te verwachten zijn ten gevolge van extreem weer.

Door LVNL is het baangebruik voor Schiphol configuratie S5P bepaald op basis van het weer van 8 individuele jaren waarvan 7 jaren vooraf als extreme weerjaren zijn aangemerkt over een periode van 39 jaar (1961-1999). Door het NLR zijn geluidbelastingberekeningen uitgevoerd voor het peiljaar 2010.

Uit het onderzoek blijkt een maximale overschrijding van de Lden-grenswaarden van 0.9 dB(A) ten gevolge van extreem weer. Daarnaast zijn in twee andere jaren kleine overschrijdingen geconstateerd van respectievelijk 0.08 en 0.03 dB(A). Al deze overschrijdingen zijn geconstateerd in de handhavingspunten gelegen langs de geluidscontour van de Buitenveldertbaan.

De kans op overschrijding van de geluidbelasting in handhavingspunten is veel kleiner dan op grond van een analyse van het baangebruik alleen, zou blijken. Uit baangebruiksberekeningen voor het S4S2 banenstelsel uitgevoerd door LVNL blijkt dat in de periode 1961-1999 in totaal 11 jaren voorkomen met één of meer overschrijdingen van het baangebruik. Daarvan zijn er in dit rapport 7 jaren bestudeerd voor het S5P banenstelsel. Van die 7 jaren bleek er slechts één jaar te zijn met een significante overschrijding van de geluidbelasting. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat de huidige formule voor de meteotoeslag voldoende ruim lijkt om de kans van maximaal één overschrijding van de geluidbelasting per 5 jaar te kunnen waarborgen.



Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Baanbruikpercentages	5
3	Geluidbelastingberekeningen	7
4	Conclusies en aanbevelingen	8
5	Referenties	9



1 Inleiding

In het nieuwe normenstelsel geluid voor Schiphol is een clause opgenomen ten behoeve van extreme weersomstandigheden, welke garandeert dat de luchtvaartsector niet zal worden afgerekend op overschrijding van de geluidnormen indien kan worden aangetoond dat dit het gevolg is van extreem weer.

De grenswaarden in handhavingspunten zijn vastgesteld inclusief een meteotoeslag om veel voorkomende variatie van weersomstandigheden op te vangen. In de praktijk komt deze toeslag neer op een niet planbare¹ toename van de vlootomvang van ongeveer 22% bij de grenswaardeberekening in handhavingspunten. De meteotoeslag wordt toegekend per baan als functie van het baangebruik en vluchtsoort (start en landingen). De toeslag is in het verleden zodanig bepaald dat bij een gelijkblijvend verkeersaanbod en preferentieel baangebruik, de kans op een overschrijding van de geluidsnormen ten gevolge van jaarlijks wisselende weersomstandigheden maximaal eens in de vijf jaar bedraagt.

In het in dit rapport gepresenteerde onderzoek zijn voor de afgelopen 39 jaar (1961-1999) enkele jaren geselecteerd welke corresponderen uitzonderlijke weersomstandigheden (1967, 1969, 1976, 1990, 1994, 1996, 1998). Tevens is een jaar (1977) beschouwd welke goed overeenkomt met het “gemiddelde” weer over deze periode. Voor deze jaren zijn uitgaande van de meteogegevens (geleverd aan LVNL door de Luchtvaart Meteorologische Dienst) de baangebruikspercentages berekend door LVNL. Het NLR heeft vervolgens geluidbelastingberekeningen in de handhavingspunten uitgevoerd voor deze jaren waarbij geen meteotoeslag is gehanteerd. Er is gebruik gemaakt van een verkeersscenario voor het jaar 2010 welke beschreven is in het MER Schiphol 2003. Dit verkeersscenario wordt in dit rapport aangeduid als referentiescenario. Het referentiescenario is tevens als uitgangspunt gebruikt voor simulatieberekeningen waarin de gewijzigde baangebruiken zijn toegepast. Deze berekeningen simuleren een handhavingssituatie waarbij alleen het weer in enig jaar varieert. De resultaten van de geluidbelastingberekeningen zijn vergeleken met het referentiescenario waarmee de potentiële grenswaarden in handhavingspunten zijn berekend. Dit referentiescenario bevat wel een meteotoeslag en is gebaseerd op het gemiddelde weer over de periode 1970-1999. Deze vergelijking van de geluidbelasting in de handhavingspunten geeft een overzicht van de grootte van mogelijke overschrijdingen ten gevolge van extreem weer welke uitstijgen boven de toegepaste meteotoeslag. Aangenomen is dat er gedurende het jaar geen stuurmaatregelen worden genomen waardoor de situatie hetzij beter, hetzij slechter zou kunnen worden.

¹ Deze verruiming van het volume is in de praktijk niet te gebruiken wegens de variaties in het baangebruik ten gevolge van het weer. In die zin kan deze verruiming in de praktijk dus niet worden opgenomen in de slotuitgifte.



2 Baangebruikspercentages

Op verzoek van NLR zijn door LVNL baangebruikspercentages opgeleverd voor de jaren 1967, 1969, 1976, 1977, 1990, 1994, 1996 en 1998. Daarnaast waren in het kader van het MER reeds baangebruikspercentages verkregen van LVNL voor het gemiddelde weer over de periode 1970-1999. Alle baangebruikspercentages corresponderen met het Lden-marktscenario ONL fase 5 voor het peiljaar 2010 voor het S5P banenstelsel waarvan de resultaten zijn gebruikt in het MER Schiphol 2003 (zie ref. 1).

In tabel 1 en 2 is een overzicht gegeven van de baangebruikspercentages voor genoemde jaren voor respectievelijk starts en landingen. De baangebruikspercentages bij de individuele jaren zijn gegeven zonder meteotoeslag. Dit is ook zichtbaar in de onderste rij met het totale percentage dat ongeveer op 100% verkeer uitkomt.

Daarnaast is een kolom toegevoegd met het gemiddelde baangebruik over de periode 1970-1999. Deze gegevens zijn inclusief meteotoeslag. Dit is weer zichtbaar in de onderste rij waar voor starts wordt gerekend met 122% verkeer en voor landingen met 123.1%.

De meteotoeslag is berekend met de volgende formule:

$$\text{meteotoeslag} = \sqrt{0.9 * \text{baangebruik}_{\text{baan}(x, \text{vluchtsoort})}}$$

met x=de baanrichting, vluchtsoort=start of landing en baangebruik in %.

In de tabellen is middels rode vakjes aangegeven waar het gemiddelde baangebruik (incl. meteotoeslag) wordt overschreden door het baangebruik in de individuele jaren. Dit blijkt in 6 van de 8 jaren voor te komen. Alleen de jaren 1969 en 1977 geven geen overschrijding van het gemiddelde baangebruik incl. meteotoeslag te zien. Het onderzoek uit ref. 2 laat wel een overschrijding zien voor het jaar 1969.

Het belangrijkste verschil tussen het onderzoek in dit rapport en het onderzoek van LVNL (ref. 2) is het verschil in de vliegveldconfiguratie, respectievelijk S5P en S4S2. Bij het S5P banenstelsel wordt het gebruik van de Buitenveldertbaan aanzienlijk beperkt ten opzichte van het S4S2 banenstelsel.



Ter illustratie:

<i>Baangebruik incl. meteotoeslag o.b.v gemiddelde weer over periode 1970-1999</i>	S4S2 (Bron: ref. 2)	S5P (Bron: dit rapport)
Starts 09	18,7 %	3,5 %
Landingen 27	18,4 %	9,7 %

De overschrijding van het baangebruik vond volgens ref. 2 in 1969 plaats op de Buitenveldertbaan. Aangezien deze baan in het S5P stelsel minder gebruikt wordt ten faveure van de 5e baan, lijkt dit de verklaring voor het feit dat er nu geen overschrijding wordt geconstateerd. Alle overschrijdingen uit tabel 1 en 2 komen overeen met de overschrijdingen gerapporteerd in ref. 2 en komen ook voor op dezelfde banen met uitzondering van het jaar 1990. Overschrijdingen werden in dat jaar voor het S5P stelsel geconstateerd in de starts vanaf baan 24 terwijl voor het S4S2 stelsel een overschrijding op baan 27 werd berekend. “Overschrijdingen” op baan 04 worden in dit rapport niet beschouwd omdat het gebruik van deze baan van dezelfde orde is als de afrondingsfouten in het baangebruik.

Vergelijking van het baangebruik van de geselecteerde meteojaren toont twee vormen van extreem weer aan:

- baangebruik corresponderend met een meer dan gemiddelde noord-oostelijke windrichting. Dit geldt voor de jaren 1969, 1976 en 1996.
- baangebruik corresponderend met een meer dan gemiddelde zuid-westelijke windrichting. Dit geldt voor de jaren 1967, 1990, 1994 en 1998.



3 Geluidbelastingberekeningen

Op basis van de in tabel 1 en 2 gepresenteerde baangebruikspercentages zijn geluidbelastingberekeningen uitgevoerd in handhavingspunten conform de methodiek beschreven in ref. 1. Figuur 1 toont de ligging van de handhavingspunten. De resultaten van de berekeningen zijn samengevat in tabel 3.

De tabel toont de Lden-geluidbelasting in handhavingspunten voor de referentie berekening (incl. meteotoeslag en voor het gemiddelde weer in de periode 1970-1999). Voor de individuele jaren is het verschil in Lden (dB(A)) gepresenteerd ten opzichte van de referentie. Voor ieder jaar is het maximale verschil vet afgedrukt. Maximale overschrijdingen worden weergegeven in een rood vlak. Andere overschrijdingen in een grijs vlak.

Uit de tabel blijkt dat slechts voor 3 jaren een overschrijding wordt waargenomen ten opzichte van de referentie waarvan 1 significant (0.9 dB(A) Lden voor het jaar 1994). Dit in tegenstelling tot de tabellen (tabel 1 en 2) met het baangebruik waar voor 6 jaren een overschrijding werd geconstateerd. Overschrijdingen worden geconstateerd in de handhavingspunten 16 t/m 19 welke allen gelegen zijn langs de oostelijke geluidcontour van de Buitenveldertbaan (zie fig. 1).

Geconcludeerd kan worden dat een overschrijding in het baangebruik niet noodzakelijkerwijs tot een overschrijding in de handhavingspunten hoeft te leiden. Een toename in het gebruik van een baan voor startend verkeer (bijv. in de richting 24) betekent in de regel een afname in het gebruik van de baan voor landend verkeer (bijv. in de richting 06) waardoor compensatie optreedt welke de kans op een overschrijding in de geluidbelasting kan verkleinen. Tabel 4 toont de gesommeerde baangebruikspercentages voor starts 09-landingen 27 en starts 24-landingen 06. De tabel illustreert het hierboven genoemde compensatieeffect. Alleen voor het jaar 1994 waar een significante overschrijding van de geluidbelasting is waargenomen blijkt ook een overschrijding van het gesommeerde baangebruik waar individueel voor start en landing veel meer overschrijdingen in het baangebruik zichtbaar waren.

De kans op overschrijding van de geluidbelasting in handhavingspunten is veel kleiner dan op grond van een analyse van het baangebruik alleen, zou blijken. Uit baangebruiksberkeningen voor het S4S2 banenstelsel uitgevoerd door LVNL (ref. 2) blijkt dat in de periode 1961-1999 in totaal 11 jaren voorkomen met één of meer overschrijdingen van het baangebruik. Daarvan zijn er in dit rapport 7 jaren bestudeerd voor het S5P banenstelsel. Van die 7 jaren bleek er slechts één jaar te zijn met een significante overschrijding van de geluidbelasting. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat de huidige formule voor de meteotoeslag voldoende ruim lijkt om de kans van maximaal één overschrijding van de geluidbelasting per 5 jaar te kunnen waarborgen.



4 Conclusies en aanbevelingen

Door LVNL is het baangebruik bepaald op basis van het weer van 8 individuele jaren waarvan 7 jaren vooraf als extreme weerjaren zijn aangemerkt. Door het NLR zijn geluidbelastingberekeningen uitgevoerd voor het peiljaar 2010 voor de luchthavenconfiguratie S5P. Op basis van deze resultaten zijn de volgende conclusies te trekken:

- het baangebruik (zonder meteotoeslag) uitgesplitst naar start en landing laat voor 6 van de 7 extreme weerjaren een overschrijding zien in start of/en landing ten opzichte van het gemiddelde baangebruik voor de periode 1970-1999 (met meteotoeslag).
- bij berekening van de geluidbelasting voor de individuele jaren (zonder meteotoeslag) blijkt slechts voor 3 jaren een overschrijding ten opzichte van de referentieberekening (gebaseerd op het gemiddelde weer voor de periode 1970-1999 en met meteotoeslag), waarvan slechts 1 een significante overschrijding te zien geeft (0.9 dB(A) voor het jaar 1994). Overschrijdingen worden geconstateerd in de handhavingspunten 16 t/m 19 welke allen gelegen zijn langs de oostelijke geluidcontour van de Buitenveldertbaan.
- de kans op overschrijding van de geluidbelasting ten gevolge van extreem weer is (veel) kleiner dan men op basis van overschrijdingen in het baangebruik van start en/of landing zou vermoeden. Dit is het gevolg van het volgende compensatie-effect: veel meer starts in een bepaalde baanrichting maken vaak veel minder landingen mogelijk in de tegenovergestelde baanrichting.
- geen overschrijding in het baangebruik, leidt ook in geen geval tot een overschrijding in de geluidbelasting. Een overschrijding in het baangebruik hoeft niet te leiden tot een overschrijding in de geluidbelasting. Een overschrijding in de geluidbelasting correspondeert met een overschrijding in het baangebruik.
- de huidige formule voor de meteotoeslag lijkt voldoende ruim om de kans van maximaal één overschrijding van de geluidbelasting per 5 jaar te kunnen waarborgen.

Aanbevolen wordt om bij studies naar de overschrijding van de geluidbelasting ten gevolge van extreem weer:

- in ieder geval te kijken naar het gesommeerde baangebruik van starts en landingen,
- maar idealiter geluidbelastingberekeningen uit te voeren.



5 Referenties

1. Dolderman, A.B.; van Leeuwen-Kuijk; Jong de, R., Geluidbelastingberekeningen Schiphol S5P ten behoeve van MER nieuwe normenstelsel, CR-NLR-2001-371, juli 2001
2. Groef, A.E., Meteorologische marge (versie 2.0), ONL PTG1-113, 23 oktober 2000.

Tabel 1: Baangebruikspercentages voor starts voor gemiddelde weer in periode 1970-1999 (incl. meteotoeslag) en voor individuele jaren (zonder meteotoeslag). Overschrijding van gemiddeld baangebruik (incl. meteotoeslag) in rood aangegeven.

Berekenings- nummers	01-06-21	01-07-13	01-07-06	01-07-11	01-07-11	01-07-11	01-07-11	01-07-11	01-07-06	01-07-06
	09:00:40	07:34:38	08:32:55	15:10:33	15:27:48	16:00:38	1977	1990	1994	1996
	1970-1999	1967	1969	1976	1977	1990	1994	1996	1998	1998
Banen	STARTS-baangebruikspercentages voor gehele etmaal									
01L	20.0	13.6	18.1	19.0	16.0	14.6	14.6	17.7	12.9	
04	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	
06	-									
09	3.5	0.8	3.3	2.2	1.7	1.1	2.2	5.8	1.5	
19R	2.4	1.4	1.2	1.2	1.3	1.3	1.5	1.4	1.3	
22	-									
24	35.2	35.8	25.0	24.8	30.7	35.2	33.6	24.3	37.0	
27	2.4	1.8	0.8	1.0	1.2	1.9	2.1	0.9	1.8	
36	37.3	27.0	35.0	36.8	30.8	29.0	28.9	34.8	25.9	
01R	-									
18	-									
19L	21.2	19.3	16.5	15.2	18.1	17.0	17.0	14.9	19.2	
rest	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	
Totaal	122.0	99.7	100.0	100.2	99.8	100.2	99.9	99.8	99.8	99.8

Tabel 2: Baangebruikspercentages voor landingen voor gemiddelde weer in periode 1970-1999 (incl. meteotoeslag) en voor individuele jaren (zonder meteotoeslag). Overschrijding van gemiddeld baangebruik (incl. meteotoeslag) in rood aangegeven.

Berekenings- nummers	01-06-21	01-07-13	01-07-06	01-07-11	01-07-11	01-07-11	01-07-11	01-07-11	01-07-11	01-07-06	01-07-06
	09:00:40	07:34:38	08:32:55	15:10:33	15:27:48	16:00:38	1990	1994	1996	1998	
	1970-1999	1967	1969	1976	1977	1990	1994	1996	1998		
LANDINGEN baangebruikspercentages voor gehele etmaal											
Banen											
01L	4.0	2.0	2.5	2.1	2.4	1.5	2.2	2.6	2.4		
04	-										
06	32.9	22.7	32.0	33.6	26.8	25.6	25.0	34.0	22.0		
09	0.6	0.0	0.4	0.2	0.1	0.1	0.2	1.0	0.1		
19R	18.9	17.0	14.6	13.8	15.9	14.9	14.8	13.2	16.9		
22	1.0	0.3	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.2	0.7		
24	1.8	1.4	0.5	0.7	1.0	1.6	1.6	0.6	1.4		
27	9.7	9.2	4.6	5.2	7.2	10.4	11.7	5.0	9.5		
36	-										
01R	19.3	13.2	16.7	17.8	14.7	14.6	14.1	17.0	13.0		
18	34.8	33.6	27.8	26.3	30.9	30.1	29.3	25.8	33.5		
19L	-										
rest	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1		
Totaal	123.1	99.4	99.2	99.8	99.2	99.2	99.4	99.4	99.6		

Tabel 3: Berekende Lden geluidbelasting in handhavingpunten (HH) voor gemiddeld weer over de periode 1970-1999 (incl. meteotoeslag) en verschil in geluidbelasting van individuele jaren (zonder meteotoeslag) ten opzichte van de referentieberekening. Per individueel jaar is het grootste verschil vet afgedrukt. Maximale overschrijdingen zijn in rood aangegeven. Andere overschrijdingen in grijs.

				14-Lden- HH-2 (ref.)	16-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	17-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	18-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	19-Lden- grid-zmm minus 14-Lden- HH-2	20-Lden- grid-zmm minus 14-Lden- HH-2	21-Lden- grid-zmm minus 14-Lden- HH-2	22-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	23-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2
Berek. nummer				01-06-21 09:00:40	01-07-13 07:34:38	01-07-06 08:32:55	01-07-11 15:10:33	01-07-11 15:27:48	01-07-11 16:00:38	01-07-11 16:19:09	01-07-06 08:43:42	01-07-06 08:47:18
				1970- 1999	1967	1969	1976	1977	1990	1994	1996	1998
HH punt	X- COORD (m)	Y- COORD (m)	Lden (dB(A))	Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))
1	97100	470625	56.86	56.86	-1.3	-0.3	-0.2	-0.9	-1.1	-1.1	-0.3	-1.4
2	100475	472525	58.12	58.12	-1.1	-0.4	-0.3	-0.9	-1.0	-1.0	-0.5	-1.1
3	104300	474950	59.07	59.07	-1.0	-0.4	-0.4	-0.8	-0.9	-1.0	-0.5	-1.1
4	109075	478875	57.55	57.55	-0.2	-1.5	-1.5	-0.7	-0.2	-0.4	-1.5	-0.1
5	107625	486025	57.98	57.98	-1.3	-0.3	-0.1	-0.8	-1.1	-1.0	-0.4	-1.5
6	107725	489075	58.69	58.69	-1.3	-0.2	-0.0	-0.8	-1.1	-1.0	-0.3	-1.5
7	107725	492100	58.75	58.75	-1.3	-0.2	-0.0	-0.7	-1.1	-1.0	-0.3	-1.5
8	108525	495350	58.67	58.67	-1.0	-0.4	-0.3	-0.7	-1.0	-1.0	-0.5	-1.1

				14-Lden- HH-2 (ref.)	16-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	17-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	18-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	19-Lden- grid-zmm minus 14-Lden- HH-2	20-Lden- grid-zmm minus 14-Lden- HH-2	21-Lden- grid-zmm minus 14-Lden- HH-2	22-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	23-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2
Berek. nummer				01-06-21 09:00:40	01-07-13 07:34:38	01-07-06 08:32:55	01-07-11 15:10:33	01-07-11 15:27:48	01-07-11 16:00:38	01-07-11 16:19:09	01-07-06 08:43:42	01-07-06 08:47:18
				1970- 1999	1967	1969	1976	1977	1990	1994	1996	1998
HH punt	X- COORD (m)	Y- COORD (m)		Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))
9	109550	500725		58.53	-0.7	-0.7	-0.8	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9	-0.5
10	110250	503025		58.03	-0.8	-0.8	-0.9	-0.6	-0.7	-0.8	-1.0	-0.5
11	110775	500550		57.77	-0.7	-0.7	-0.8	-0.7	-0.8	-0.9	-0.9	-0.5
12	110575	496725		58.99	-0.9	-0.5	-0.5	-0.7	-0.9	-0.9	-0.6	-0.9
13	111700	492350		57.40	-1.0	-0.6	-0.6	-0.8	-1.1	-1.0	-0.7	-1.1
14	111825	487425		56.75	-1.4	-0.7	-0.6	-1.0	-1.3	-1.3	-0.8	-1.5
15	111950	485275		56.77	-1.8	-0.6	-0.4	-1.1	-1.5	-1.5	-0.7	-1.9
16	113625	482275		51.89	-1.5	-0.9	-1.8	-1.4	-1.6	-1.2	0.03	-1.2
17	119050	481900		55.99	-1.2	-2.2	-2.5	-1.5	-0.5	+0.4	-0.8	-0.7
18	122175	481475		55.95	-0.6	-3.0	-2.7	-1.2	0.08	0.85	-2.0	-0.2
19	118800	481050		56.43	-1.0	-2.4	-2.5	-1.4	-0.3	+0.5	-1.1	-0.6
20	114525	476925		56.90	-0.4	-1.0	-1.4	-0.7	-1.0	-0.9	-1.5	-0.5
21	116100	474050		57.35	-0.5	-1.0	-1.4	-0.7	-1.0	-0.9	-1.4	-0.5

				14-Lden- HH-2 (ref.)	16-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	17-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	18-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	19-Lden- grid-zmm minus 14-Lden- HH-2	20-Lden- grid-zmm minus 14-Lden- HH-2	21-Lden- grid-zmm minus 14-Lden- HH-2	22-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2	23-Lden- HH-zmm minus 14-Lden- HH-2
Berek. nummer				01-06-21 09:00:40	01-07-13 07:34:38	01-07-06 08:32:55	01-07-11 15:10:33	01-07-11 15:27:48	01-07-11 16:00:38	01-07-11 16:19:09	01-07-06 08:43:42	01-07-06 08:47:18
				1970- 1999	1967	1969	1976	1977	1990	1994	1996	1998
HH punt	X- COORD (m)	Y- COORD (m)	Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))	Delta Lden (dB(A))
22	113575	472550	55.48	-1.0	-0.8	-0.9	-0.9	-0.9	-1.0	-1.1	-1.0	-1.0
23	112500	468500	57.59	-0.6	-1.1	-0.8	-1.1	-0.8	-0.6	-0.7	-1.0	-0.6
24	112600	472325	56.06	-1.3	-0.8	-1.0	-0.6	-1.0	-1.0	-1.2	-0.7	-1.3
25	112525	475400	56.89	-0.6	-1.0	-1.0	-1.2	-0.8	-1.0	-1.0	-1.3	-0.6
26	110475	475250	57.67	-1.9	-2.1	-2.1	-2.7	-1.6	-2.0	-1.7	-1.6	-1.8
27	108775	475075	58.88	-0.2	-1.5	-1.5	-1.5	-0.7	-0.3	-0.4	-1.5	-0.1
28	110150	471075	58.05	-0.7	-1.6	-1.6	-1.7	-0.9	-0.8	-0.8	-1.4	-0.6
29	106800	471150	57.85	-0.2	-1.4	-1.4	-1.4	-0.7	-0.2	-0.3	-1.4	-0.0
30	98275	470025	56.95	-1.3	-0.2	-0.2	-0.1	-0.9	-1.1	-1.2	-0.2	-1.4

Tabel 4: Gesommeerde baangebruikpercentages voor starts 09-landingen 27 en starts 24-landingen 06.

Berekenings- nummers	01-06-21 09:00:40	01-07-13 07:34:38	01-07-06 08:32:55	01-07-11 15:10:33	01-07-11 15:27:48	01-07-11 16:00:38	01-07-11 16:19:09	01-07-06 08:43:42	01-07-06 08:47:18
	1970-1999	1967	1969	1976	1977	1990	1994	1996	1998
Banen	Gesommeerde STARTS en LANDINGEN-baangebruikpercentages voor gehele etmaal								
starten 09 landen 27	13.2	10.0	7.9	7.4	8.9	11.5	13.9	10.8	11.0
starten 24 landen 06	68.1	58.5	57.0	58.4	57.5	60.8	58.6	58.3	59.0



Fig. 1: Ligging van handhavingspunten voor Lden.



9

Mogelijke volumegroei bij gebruik van K_e en L_{den} dosismaten door stillere luchtvlotten





NLR-CR-2001-533

Mogelijke volumegroei bij gebruik van Ke en L_{den} dosismaten door stillere luchtvlotten

F.J.M. Wubben

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van DGL/ONL, contractnummer
DGL 2.01.73.771.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke
wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DGL/ONL.

(H)afdeling: Luchtverkeer
Afgesloten: november 2001
Rubricering van de titel: Ongerubriceerd





Samenvatting

In bijlage 7 van het concept-MER Schiphol 2003 wordt een theoretische analyse gegeven van de effecten van de overgang van de dosismaat Ke naar de dosismaat L_{den} op de groeimogelijkheden van de luchtvloot. De conclusie van deze theoretische analyse is dat de L_{den} -dosismaat gevoeliger reageert op variaties in het gemiddelde geluidniveau van de luchtvloot. De vraagstelling van het in dit rapport gepresenteerde onderzoek was of deze theorie in de praktijk opgaat.

Bij de berekening van de Ke dosismaat wordt een drempelwaarde gehanteerd, welke leidt tot discontinuïteiten in de berekende geluidsbelasting. Dit effect is niet meegenomen in de analyse beschreven in bijlage 7 van het concept MER. Vliegtuigbewegingen die in een zeker immissiepunt een geluidniveau veroorzaken net beneden de drempelwaarde van 65 dB(A), worden niet meegenomen in de Ke -formule. Door een toename of afname van het gemiddelde geluidniveau van een vloot kunnen bepaalde populaties van de vloot net wel of net niet gaan bijdragen in de geluidbelasting. Door dit effect neemt de gevoeligheid van de Ke dosismaat voor variaties in het gemiddelde geluidniveau van een vloot toe en daardoor valt te verwachten dat de groeimogelijkheden binnen de Ke en L_{den} in de praktijk dichterbij elkaar komen te liggen.

Dit rapport beschrijft een onderzoek naar de vraag of genoemde theoretische effecten van de overgang van de dosismaat Ke naar de dosismaat L_{den} op de groeimogelijkheden van de luchtvloot zich in de praktijk zullen voordoen. Het onderzoek hanteert daarvoor de mogelijke volumegroei binnen de Ke en L_{den} -dosismaat ten gevolge van variaties in de gemiddelde geluidreducties van een vloot. Uitgaande van het passende MER geluid scenario voor het peiljaar 2005 zijn overall correcties aangebracht op de aan de geluidbelastingberekeningen ten grondslag liggende geluidgegevens. Als vingeroefening is op deze manier een vloot gesimuleerd waarbij alle vliegtuigen 2,25 dB(A) luidruchtiger zijn gemaakt dan bij de vloot voor 2005. Tevens is een vloot gesimuleerd waarbij alle vliegtuigen in de vloot van 2005, 0,75 dB(A) stiller zijn gemaakt. Bij een veronderstelde geluidreductie van 1,5 dB(A) per decennium zouden de gesimuleerde vloten overeenkomen met de peiljaren 1990 en 2010. Hierbij wordt er met nadruk op gewezen dat de gesimuleerde vloten niet representatief zijn voor de genoemde peiljaren.

De werkelijke gemiddelde geluidreductie tussen 1990 en 2005 enerzijds en 2005 en 2010 anderzijds kan in de praktijk anders zijn dan wat in dit onderzoek verondersteld. Daarnaast worden in de simulaties dezelfde vlootsamenstelling, vlootomvang, baangebruik, routegebruik en vliegprocedures verondersteld als voor het peiljaar 2005. In werkelijkheid is dit geheel anders. In dit onderzoek is als vingeroefening alleen gekeken welke volumegroei of –krimp mogelijk/noodzakelijk is ten gevolge van geluidreducties in de vloot bij verder gelijkblijvende invoergegevens. Het is dus absoluut niet gerechtvaardigd om de berekende geluidcontouren voor

de gesimuleerde vloten te vergelijken met de “werkelijke” geluidcontouren van de peiljaren 1990 en 2010.

Voor alle 3 de peiljaren is het Totale Volume Geluid (TVG) berekend. Vervolgens is bekeken welke volumeschaling noodzakelijk is op de gesimuleerde vloten om dezelfde TVG te verkrijgen als in 2005. Daarnaast zijn er op basis van netwerkberekeningen, voor ieder beschouwd jaar, woningtellingen uitgevoerd en zijn de corresponderende volumeschalingsfactoren bepaald onder de PKB-voorwaarde dat zich niet meer dan 10.000 woningen binnen de 35 Ke contour bevinden.

Het onderzoek laat zien dat de in bijlage 7 van het concept-MER genoemde theoretische effecten van de overgang van de dosismaat Ke naar de dosismaat L_{den} op de groeimogelijkheden van de luchtvaart zich in de praktijk niet zullen voordoen. Er blijkt dat, uitgaande van het passende verkeersscenario voor 2005, in globale zin vrijwel dezelfde volumegroei mogelijk is in de Ke en L_{den} dosismaat ten gevolge van een stiller wordende vloot. Het maakt dus qua groeipotentie nauwelijks uit of een overgangsscenario gebaseerd is op de luidruchtigere, stillere of 2005 vloot. Daarbij moet worden aangetekend dat verwacht wordt dat de uitkomsten van deze studie afhankelijk zijn van het uitgangsscenario (2005) en de toegepaste geluidcorrecties. Een andere keuze hierin zou mogelijk kunnen leiden tot andere conclusies.

Belangrijk om tenslotte op te merken is dat de groeiruimte in de Ke lokaal grote verschillen kent door het gebruik van de drempelwaarde, terwijl de groeiruimte in de L_{den} lokaal geen grote verschillen/discontinuïteiten laat zien. De lokale voorspelbaarheid van de L_{den} waarde is groter dan die voor de Ke.

Inhoudsopgave

Afkortingen	6
1 Inleiding	7
2 De theoretische groeiruumte binnen de geluidnormen	9
2.1 De Kosteneenheid	9
2.2 De L_{den}	10
2.3 Conclusies	10
3 Aanpak van het onderzoek	12
4 Resultaten	14
5 Conclusies	20
6 Referentie	21
Appendix A Resultaten van woningtellingen	27



Afkortingen

B	Geluidbelasting in Kosten eenheden (Ke)
DGL	Directoraat Generaal Luchtvaart
f	groefactor
Ke	Kosten eenheid
L_{den}	Dag-avond-nacht A-gewogen equivalente geluidbelasting (dB(A))
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
ONL	Ontwikkeling Nationale Luchthaven
PKB	Planologische KernBeslissing
TVG	Totaal Volume Geluid (volgens kassa-concept)



1 Inleiding

Onderdeel van het nieuwe normenstelsel geluid Schiphol is de overgang van de huidige Kosten eenheid naar de toekomstige dosismaat L_{den} . Een vergelijking tussen beide dosismaten laat belangrijke verschillen zien. Zo bevat de Kosten eenheid (Ke) een drempelwaarde en is deze gebaseerd op het maximale geluidniveau van een vliegtuigpassage terwijl de L_{den} dosismaat geen drempelwaarde kent en gebaseerd is op het geïntegreerde geluidniveau van het gehele geluidsverloop. Mede hierdoor is de theoretische relatie tussen het aantal vliegtuigbewegingen (vlootomvang) en het gemiddelde geluidniveau van de vloot voor beide dosismaten verschillend en is ook de mogelijke groei van het luchtverkeer binnen de geluidnormen verschillend.

Op basis van een theoretische vergelijking van de formules van Ke en L_{den} blijkt dat binnen de geluidnormen een verdubbeling van de vlootomvang mogelijk is indien de vloot in gemiddelde zin respectievelijk 4,5 en 3,0 dB(A) stiller wordt. Hierbij wordt geen rekening gehouden met het feit dat in de Ke een drempelwaarde wordt gehanteerd van 65 dB(A) LA_{max} . Alle vliegtuigbewegingen die, in een zeker immissiepunt resulteren in een geluidniveau beneden de 65 dB(A) worden niet meegenomen in de Ke berekening.

Door het stiller worden van een vloot kunnen de geluidniveaus in een immissiepunt van een deel van de verkeerspopulatie, beneden de 65 dB(A) zakken waardoor dit deel van de verkeerspopulatie niet meer bijdraagt in de Ke geluidbelasting. Hierdoor zal er bij een stillere vloot, in de praktijk voor de Kosteneenheid meer verkeer binnen een bepaalde norm geaccommodeerd kunnen worden dan puur op basis van de formule kan worden verwacht. Verwacht wordt derhalve dat de Ke uitkomst scenarioafhankelijk zal zijn en tevens sterk afhankelijk zal zijn van de ligging van het immissiepunt. In een punt waar de geluidsniveaus zich ruim boven de drempelwaarde bevinden zal pas bij een hoge geluidreductie een deel van de populatie kunnen wegvallen. In een punt met een lage geluidsbelasting gebeurt dat eerder.

Dit rapport beschrijft een onderzoek naar de vraag of genoemde theoretische effecten van de overgang van de dosismaat Ke naar de dosismaat L_{den} op de groeimogelijkheden van de luchtvloot zich in de praktijk zullen voordoen. In het onderzoek wordt middels simulatieberekeningen nagegaan welke verschillen in volumegroei mogelijk zijn voor beide dosismaten, bij zowel een stillere vloot als bij een luidruchtigere vloot. De berekeningen gaan uit van het MER verkeersscenario voor het peiljaar 2005. Vervolgens wordt de daarbij behorende vloot stiller en luidruchtiger verondersteld door een correctie in de aan de berekening ten grondslag liggende vliegtuigeluidgegevens.



In het volgende hoofdstuk worden op basis van de K_e - en L_{den} -formule de theoretische groeimogelijkheden van het luchtverkeer binnen vastgestelde geluidnormen uitgewerkt. Met theorie wordt hier bedoeld dat de groeimogelijkheden worden beschouwd zonder rekening te houden met het effect van de drempelwaarde in de K_e dosismaat. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 de onderzoeksaanpak beschreven. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van dit onderzoek beschreven. Tenslotte volgen de conclusies in hoofdstuk 5.

2 De theoretische groeirimte binnen de geluidnormen

2.1 De Kosteneenheid

De formule voor de Kosteneenheid luidt:

$$B = 20 * LOG \left[\sum_{i=1}^N n_i * 10^{\frac{LA_{max}}{15}} \right] - 157 \quad (1)$$

waarbij: B de geluidbelasting in Ke in een immissiepunt;
 i index;
 N het aantal vliegtuigbewegingen gedurende één gebruiksplanjaar;
 n_i weegfactor afhankelijk van tijdstip waarop de vlucht plaatsvindt;
 LA_{max} maximale geluidniveau in dB(A) in immissiepunt ten gevolge van vliegtuigpassage i.

Bij een verandering van de geluidbelasting met waarde ΔB, kan bij een gemiddelde geluidreductie van ΔLA_{max}, een groei van het verkeer met factor f¹, plaatsvinden volgens onderstaande afleiding:

$$B + \Delta B = 20 * LOG \left[f \sum_{i=1}^N n_i * 10^{\frac{LA_{max} + \Delta LA_{max}}{15}} \right] - 157 \quad (2)$$

of

$$\Delta B = 20 * LOG(f) + \frac{20}{15} \Delta LA_{max} \quad (3)$$

Bij een onveranderde geluidbelasting is ΔB gelijk aan nul dus volgt

$$\Delta LA_{max} = -15 * LOG(f) \quad (4)$$

Bij een verdubbeling van het verkeersvolume (f=2) bedraagt ΔLA_{max} dus -4,5 dB(A).

¹ f=1 betekent geen verandering in het verkeersvolume

2.2 De L_{den}

De formule voor de L_{den} luidt:

$$L_{den} = 10 * LOG \left[\sum_{i=1}^N n_i * 10^{\frac{SEL}{10}} \right] - 75 \quad (5)$$

waarbij: L_{den} de equivalente geluidbelasting in dB(A) in een immissiepunt;
 i index;
 N het aantal vliegtuigbewegingen gedurende één gebruiksplanjaar;
 n_i weegfactor afhankelijk van tijdstip waarop de vlucht plaatsvindt;
 SEL Sound Exposure Level in dB(A) in immissiepunt ten gevolge van vliegtuigpassage i .

Bij een verandering van de geluidbelasting met waarde ΔL_{den} , kan bij een gemiddelde geluidreductie van ΔSEL , een groei van het verkeer met factor f , plaatsvinden volgens onderstaande afleiding:

$$L_{den} + \Delta L_{den} = 10 * LOG \left[f \sum_{i=1}^N n_i * 10^{\frac{SEL + \Delta SEL}{10}} \right] - 75 \quad (6)$$

of

$$\Delta L_{den} = 10 * LOG(f) + \Delta SEL \quad (7)$$

Bij een onveranderde geluidbelasting is ΔL_{den} gelijk aan nul dus volgt

$$\Delta SEL = -10 * LOG(f) \quad (8)$$

Bij een verdubbeling van het verkeersvolume ($f=2$) bedraagt ΔSEL dus -3,0 dB(A).

2.3 Conclusies

Uit bovenstaande afleidingen blijkt dat de L_{den} -dosismaat gevoeliger reageert op een stillere vloot dan de Ke dosismaat. Voor een verdubbeling van het luchtverkeer binnen geluidnormen moet

binnen de Ke een gemiddelde geluidreductie van 4,5 dB(A) worden bereikt terwijl dit voor de L_{den} reeds bij 3,0 dB(A) wordt bereikt.

Vanwege het ontbreken van een drempelwaarde in de L_{den} , in tegenstelling tot de Ke, is er voor deze dosismaat een eenduidig verband tussen mogelijke vlootomvang en de gemiddelde geluidreductie van de vloot binnen de geluidnormen. Voor de Ke is dit niet op voorhand duidelijk door het discontinue effect op het rekenresultaat van de drempelwaarde. Daarom zal op basis van rekensimulaties inzicht gegeven worden in de groeimogelijkheden binnen de Ke. Het valt te verwachten dat het resultaat van deze simulaties afhankelijk zal zijn van het referentie verkeersscenario en de ligging van het immissiepunt. Gezien de beperkte beschikbare tijd is er in dit onderzoek voor gekozen om alleen het passende scenario voor het peiljaar 2005 te beschouwen welke ook gebruikt is voor het MER Schiphol 2003.

3 Aanpak van het onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd op basis van het passende verkeersscenario voor het peiljaar 2005 zoals beschreven in ref. [1]. Omdat alleen het effect van een stiller wordende vlucht moet worden beschouwd in relatie tot de groeimogelijkheden van die vlucht, is uitgegaan van een referentie verkeersscenario voor het peiljaar 2005 en zijn ten opzichte van deze referentie overall correcties aangebracht op de aan de geluidbelastingberekeningen ten grondslag liggende geluidgegevens.

Uitgaande van een als redelijk ingeschatte maar niet nader onderzochte gemiddelde geluidreductie van 1,5 dB(A) per decennium zou de vlucht uit 1990 ongeveer 2,25 dB(A) luidruchtiger zijn dan de vlucht in 2005. Evenzo zou de vlucht van 2010 ongeveer 0,75 dB(A) stiller zijn dan de vlucht in 2005. Hierbij wordt er met nadruk op gewezen dat de gesimuleerde vluchten niet representatief zijn voor de genoemde peiljaren. De werkelijke gemiddelde geluidreductie tussen 1990 en 2005 enerzijds en 2005 en 2010 anderzijds kan in de praktijk anders zijn dan wat in dit onderzoek verondersteld. Daarnaast worden in de simulaties dezelfde vluchtsamenstelling, vluchtomvang, baangebruik, routegebruik en vliegprocedures verondersteld als voor het peiljaar 2005. In werkelijkheid is dit geheel anders. In dit onderzoek is als vingeroefening alleen gekeken welke volumegroei of –krimp mogelijk/noodzakelijk is ten gevolge van geluidreducties in de vlucht bij verder gelijkblijvende invoergegevens. In het vervolg wordt voor het gemak gesproken over de gesimuleerde vlucht van 1990 en 2010 waarbij bovenstaande opmerkingen steeds in acht moeten worden genomen. Het is dus absoluut niet gerechtvaardigd om de berekende geluidcontouren voor de gesimuleerde vluchten te vergelijken met de “werkelijke” geluidcontouren van de peiljaren 1990 en 2010.

De geluidgrenswaarden in het luchthavenverkeersbesluit worden vastgesteld op basis van het passende verkeersscenario voor het peiljaar 2005. Deze grenswaarden zijn vastgesteld in handhavingspunten en voor het Totaal Volume Geluid. In eerste instantie is de groeiruimte van de vlucht voor beide dosismaten in de handhavingspunten en het TVG beschouwd.

Voor de L_{den} dosismaat is het via de formule volstrekt duidelijk welke groei binnen grenswaarden mogelijk is bij reductie van het gemiddelde geluidniveau van de vlucht. Voor de K_e is dit niet het geval vanwege het discontinue effect van de drempelwaarde. Daarom zijn in dit onderzoek separate simulatieberekeningen uitgevoerd voor de K_e dosismaat.

Aangezien verwacht mag worden dat de mogelijke groeiruimte per handhavingpunt afhankelijk is van de ligging van dit handhavingpunt zijn tevens netwerkberekeningen uitgevoerd. Op basis hiervan zijn geluidcontouren bepaald en woningtellingen uitgevoerd. Vervolgens is bepaald welke globale volumegroei er mogelijk is binnen de PKB randvoorwaarden: dat is die volumegroei waarvoor er niet meer dan 10.000 woningen binnen de 35 K_e contour liggen.

Gerealiseerd moet worden dat de hieruit resulterende groeifactor niet alleen het gevolg is van een

stiller wordende vloot. Ook de ligging van woonbebouwing ten opzichte van de geluidcontouren speelt ten gevolge van het discontinue Ke verloop een rol in de bepaling van de groeifactor

De volgende stappen zijn uitgevoerd:

- 1) berekening van de Ke geluidbelasting in de handhavingspunten en TVG voor het passende scenario voor het peiljaar 2005;
- 2) berekening van de representatief geachte Ke geluidbelasting in de handhavingspunten en TVG voor het gesimuleerde peiljaar 1990 door gebruik te maken van het passende scenario voor 2005 en 2,25 dB(A) op te tellen bij de aan de berekening ten grondslag liggende vliegtuiggeluidgegevens;
- 3) bepaling van het verschil in Ke geluidbelasting tussen het resultaat van het gesimuleerde peiljaar 1990 met 2005 voor de handhavingspunten en het TVG²;
- 4) bepaling van de globale volumefactor waarvoor middels lineaire neerschaling 10.000 woningen binnen de 35 Ke voorkomt en vergelijking van deze factor met de theoretische waarden voor Ke en Lden;
- 5) berekening van de representatief geachte Ke geluidbelasting in de handhavingspunten en TVG voor het gesimuleerde peiljaar 2010 door gebruik te maken van het passende scenario van 2005 en 0,75 dB(A) af te trekken van de aan de berekening ten grondslag liggende vliegtuiggeluidgegevens;
- 6) bepaal het verschil in Ke geluidbelasting tussen het resultaat van peiljaar 2010 met 2005 voor de handhavingspunten en het TVG;
- 7) bepaling van de globale volumefactor waarvoor middels lineaire opschaling 10.000 woningen binnen de 35 Ke voorkomt en vergelijking van deze factor met de theoretische waarden voor Ke en Lden;
- 8) analyse van de verschillen in mogelijke volumegroei ten gevolge van het stillere vloten voor Ke en Lden.

De geluidbelastingsberekeningen zijn uitgevoerd conform de invoer en methodiek beschreven in ref. [1]. De ligging van de handhavingspunten is weergegeven in figuur 1. Woningtellingen zijn uitgevoerd door de firma ADECS BV op basis van het woningbestand 1990.

² Ref. [1] geeft alleen TVG resultaten voor L_{den} en L_{night}. In het kader van dit onderzoek is het TVG tevens berekend in de Ke dosismaat volgens dezelfde in ref. [1] beschreven procedure als voor L_{den} en L_{night}.

4 Resultaten

De theoretische toename/afname in K_e en L_{den} alsmede de theoretische volumefactor als functie van de toe te passen gemiddelde geluidcorrectie is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: De theoretische toename in K_e en L_{den} als functie van de gemiddelde geluidcorrectie bij gelijkblijvende verkeersvolume alsmede de theoretische volumefactor f bij gelijkblijvende geluidbelasting.

Gemiddelde geluidcorrectie op vloot (dB(A))	Toename/afname in K_e en L_{den} bij gelijkblijvende verkeersvolume ($f=1$; formule 3 en 7)		Volumefactor f , bij gelijkblijvende geluidbelasting (formule 4 en 8)	
	K_e	L_{den} (dB(A))	K_e	L_{den} (dB(A))
+2,25	3,0	2,25	0,71	0,60
-0,75	-1,0	-0,75	1,12	1,19

De tabel toont flinke verschillen tussen de theoretische volumefactoren van de K_e en L_{den} dosismaat voor de beschouwde geluidcorrecties.

In tabel 2 worden de K_e -resultaten getoond van de geluidbelastingberekeningen in de handhavingpunten voor het jaar 2005 en de middels een geluidcorrectie gesimuleerde jaren 1990 en 2010.

Tabel 2: Resultaten van de K_e -berekeningen in de handhavingpunten.

jaar →	Passend geluid 2005	Simulatie 1990	Simulatie 2010	Simulatie 1990	Simulatie 2010
dB(A)-correctie →		+2.25 dB(A)	-0.75 dB(A)	minus	minus
aantal bewegingen →	537770	537770	537770	passend	passend
berekeningsnummer →	01-11-02 14:52:33	01-11-02 15:28:16	01-11-02 15:30:16	geluid 2005	geluid 2005
Handhavingspunt nr.	K_e	K_e	K_e	K_e	K_e
1	39.33	42.53	38.27	3.20	-1.06
2	39.58	43.48	35.76	3.89	-3.82
3	34.76	41.30	31.32	6.54	-3.43
4	38.30	41.47	31.15	3.18	-7.14
5	38.38	43.01	36.76	4.63	-1.62



jaar →	Passend geluid 2005	Simulatie 1990 +2.25 dB(A)	Simulatie 2010 -0.75 dB(A)	Simulatie 1990 minus passend geluid 2005	Simulatie 2010 minus passend geluid 2005
dB(A)-correctie →					
aantal bewegingen →	537770	537770	537770		
berekeningsnummer →	01-11-02 14:52:33	01-11-02 15:28:16	01-11-02 15:30:16		
6	33.96	42.12	29.76	8.16	-4.20
7	34.96	41.21	33.90	6.25	-1.06
8	36.05	39.77	32.05	3.72	-4.00
9	34.81	42.26	33.32	7.45	-1.49
10	36.72	40.89	33.78	4.17	-2.94
11	33.67	38.99	29.57	5.32	-4.10
12	35.18	41.36	31.79	6.18	-3.40
13	37.20	40.92	36.18	3.72	-1.02
14	35.84	39.14	32.13	3.30	-3.71
15	31.88	35.65	30.46	3.77	-1.41
16	37.48	40.59	36.41	3.11	-1.07
17	35.55	38.69	34.30	3.14	-1.24
18	35.31	38.64	34.23	3.33	-1.08
19	35.94	39.37	34.93	3.43	-1.01
20	34.90	38.09	33.90	3.19	-1.00
21	34.72	38.17	33.68	3.45	-1.04
22	33.64	36.70	31.55	3.07	-2.08
23	36.09	40.94	34.71	4.85	-1.38
24	34.87	38.36	33.58	3.49	-1.30
25	35.72	40.83	34.12	5.11	-1.60
26	35.44	38.47	34.27	3.03	-1.17
27	35.75	42.11	31.76	6.35	-3.99
28	34.09	39.00	32.63	4.91	-1.46
29	35.25	38.62	32.47	3.38	-2.78
30	38.84	42.85	37.75	4.02	-1.09
Minimale verschil				3.03	-7.14
Maximale verschil				8.16	-1.00
Theoretische waarde				3.00	-1.00

De tabel toont de verschillen van de gesimuleerde jaren 1990 en 2010 ten opzichte van de resultaten voor het peiljaar 2005 bij gelijke vlootomvang. Voor het jaar 1990 wordt een minimale

verschilwaarde in de handhavingspunten berekend van 3.03 Ke. Deze waarde ligt zeer dicht bij de theoretische waarde van 3.0 Ke. Geconcludeerd kan worden dat voor dit handhavingspunt nauwelijks effecten van de drempelwaarde zijn waar te nemen. Er wordt echter ook een handhavingspunt gevonden waarvoor de toename in de Ke-waarde maar liefst 8.16 Ke bedraagt. Door de aangebrachte correctie van 2,25 dB(A) in de vliegtuiggeluidniveaus voor het gesimuleerde peiljaar 1990, worden voor specifieke verkeersfracties geluidniveaus berekend welke “net” wel boven de drempelwaarde uitstijgen terwijl dit voor het peiljaar 2005 “net” niet gebeurt. Daardoor is het percentage van de vloot welke een bijdrage heeft in de Ke-berekening, voor 1990 hoger dan voor het peiljaar 2005. De tabel laat duidelijk zien dat de toename in Ke per handhavingspunt verschillend is.

Voor het gesimuleerde peiljaar 2010 is het effect juist omgekeerd. Ook hier wordt een handhavingspunt gevonden welke goed overeenkomt met de theoretische afname in de geluidbelasting. In de meeste handhavingspunten wordt echter een grotere afname berekend doordat delen van de verkeerspopulatie door de geluidcorrectie corresponderen met geluidniveaus welke onder de drempelwaarde vallen. Het percentage van de vloot dat een bijdrage heeft in de Ke-geluidbelasting is voor 2010 dus lager dan voor het peiljaar 2005. De grootste afname bedraagt 7,14 Ke.

Naast berekeningen in handhavingspunten is het TVG uitgerekend voor de 3 peiljaren. Tabel 3 toont de resultaten.

Tabel 3: Berekende Totale Volume Geluid (TVG-kassa berekend in Ke) voor de 3 peiljaren.

jaar →	Passend geluid 2005	Simulatie 1990	Simulatie 2010	Simulatie 1990	Simulatie 2010
dB(A)-correctie →		+2.25 dB(A)	-0.75 dB(A)	minus	Minus
aantal bewegingen →	537770	537770	537770	passend	Passend
berekeningsnummer →	01-11-07 15:44:25	01-11-07 15:52:23	01-11-07 16:09:27	geluid 2005	geluid 2005
	Ke	Ke	Ke	Ke	Ke
TVG	43.91	48.57	42.38	4.66	-1.53
Theoretische waarde				3.00	-1.00

Ook uit deze berekeningen blijkt respectievelijk een grotere toe- en afname voor de gesimuleerde peiljaren 1990 en 2010 dan wat theoretisch verwacht kan worden.

Deze toename/afname in geluidbelasting kan alleen teniet worden gedaan door op- of neerschaling van het verkeersvolume. De noodzakelijke volumefactoren bij ongewijzigde geluidbelasting zijn in tabel 4 vergeleken met de theoretische waarden.

Tabel 4: Vergelijking van noodzakelijke TVG volumefactoren met de theoretische waarden, bij gelijkblijvende geluidbelasting in 1990, 2005 en 2010.

	Volumefactor f, bij gelijkblijvende geluidbelasting (formule 3)			
	Gesimuleerde peiljaar 1990 (+2,25 dB(A))		Gesimuleerde peiljaar 2010 (-0,75 dB(A))	
	Ke	L _{den}	Ke	L _{den}
Theorie	0.71	0.60	1.12	1.19
TVG	0.58	0.60	1.19	1.19

Al eerder was aangetoond dat er grote verschillen bestaan in de theoretische volumefactoren tussen de Ke en L_{den} dosismaat voor een stillere/luidruchtigere vloot onder de voorwaarde dat de geluidbelasting constant blijft. Uit de geluidbelastingsberekeningen van het TVG blijkt dat de volumefactoren voor respectievelijk Ke en L_{den} in 1990 en 2010 goed met elkaar overeenkomen als het effect van de drempelwaarde wordt meegenomen in de analyse. Voor 1990 blijkt in de Ke zelfs een iets grotere volumereductie noodzakelijk dan in de L_{den}.

Naast een globale analyse van de volumefactoren door gebruik te maken van het TVG zijn Ke-netwerkberekeningen uitgevoerd voor de peiljaren 1990 en 2010. Op basis van deze resultaten zijn contouren berekend en woningtellingen uitgevoerd. Figuur 2 en 3 geven de 20 en 35 Ke contouren voor respectievelijk de gesimuleerde peiljaren 1990 en 2010 in vergelijking met het resultaat van het peiljaar 2005 bij onveranderde vlootomvang (538.000 bewegingen). Figuur 2 toont een fors grotere 20 en 35 Ke contour voor het gesimuleerde 1990 scenario (+2,25 dB(A)) in vergelijking met het 2005 scenario. Figuur 3 laat het omgekeerde effect zien, de contouren behorend tot het peiljaar 2010 (-0,75 dB(A)) zijn duidelijk kleiner dan voor het peiljaar 2005. Middels het uitvoeren van woningtellingen is gezocht naar de contourwaarde waarbinnen 10.000 woningen voorkomen. Tabel 5 geeft de resultaten van deze berekeningen. De detailresultaten van de woningtellingen zijn gegeven in appendix A.

De resultaten van woningtellingen tonen dat voor het gesimuleerde peiljaar 1990 een contourwaarde van 39.4 overeenkomt met 10.000 woningen binnen de contour. Om de 35 Ke contour van deze berekening te laten corresponderen met 10.000 woningen binnen de contour moet het verkeersvolume worden verminderd. Voor het gesimuleerde peiljaar 2010 moet het volume juist worden vergroot. De 20 en 35 Ke-contour van beide geschaalde simulaties zijn getoond in figuur 4 (1990) en 5 (2010) in vergelijking met de onveranderde contouren van het

peiljaar 2005. Duidelijk is te zien dat de contouren om elkaar heen slingeren. Dit zijn lokale effecten ten gevolge van de werking van de drempelwaarde. Indien deze exercitie zou worden uitgevoerd voor de L_{den} dan zouden de contouren exact over elkaar heen vallen. Opvallend is dat de grootste verschillen worden waargenomen op de grotere afstanden tot de luchthaven waar het effect van de drempelwaarde zich het sterkste doet voelen door de lagere geluidniveaus van het luchtverkeer.

Tabel 5: Contourwaarden corresponderend met 10.000 woningen

jaar →	Passend geluid 2005	Simulatie 1990	Simulatie 2010	Simulatie 1990	Simulatie 2010
dB(A)-correctie →		+2.25 dB(A)	-0.75 dB(A)	minus	minus
aantal bewegingen →	537770	537770	537770	passend	passend
berekeningsnummer →	01-07-19 08:00:00	01-11-08 12:00:00	01-11-08 12:15:00	geluid 2005	geluid 2005
	Ke	Ke	Ke	Ke	Ke
Contourwaarde corresponderend met 10.000 woningen	35.0	39.4	33.4	4.4	-1.6
Theoretische waarde				3.0	-1.0

Gebruikmakend van formule 3 en de resultaten uit tabel 5 kunnen de noodzakelijke volumefactoren worden bepaald. Deze resultaten zijn gegeven in tabel 6 vergeleken met de eerdere getoonde resultaten uit tabel 4. Ook uit deze analyse blijkt een goede overeenkomst in globale volumefactoren tussen Ke en L_{den} voor zowel het gesimuleerde peiljaar 1990 als voor het peiljaar 2010.

Tabel 6: Vergelijking van volumefactoren berekend uit woningtellingen, TVG en theorie.

	Volumefactor f. (formule 3)			
	Simulatie peiljaar 1990 (+2,25 dB(A))		Simulatie peiljaar 2010 (-0,75 dB(A))	
	Ke	L_{den}	Ke	L_{den}
Analyse	Ke	L_{den}	Ke	L_{den}
Theorie	0.71	0.60	1.12	1.19
TVG	0.58	0.60	1.19	1.19
Woningtelling	0.60	0.60	1.20	1.19



Op basis van deze cijfers en aannames kan geconcludeerd worden dat de effectieve globale groeiruinimte van de Ke dosismaat ongeveer gelijk is aan de groeiruinimte voor de L_{den} ten gevolge van een stillere/luidruchtigere vloot. Het maakt dus nauwelijks uit of een overgangsscenario gebaseerd is op de luidruchtigere, stillere of 2005 vloot. De mogelijke effectieve volumegroei ten gevolge van stiller wordende luchtvlotten blijkt voor Ke en L_{den} vrijwel even groot uitgaande van het onderzochte verkeersscenario en de toegepaste geluidcorrecties.

Belangrijk om daarbij op te merken is dat deze groeiruinimte in de Ke lokaal grote verschillen kent vanwege het gebruik van een drempelwaarde terwijl de groeiruinimte in de L_{den} geen lokale afhankelijkheid kent.



5 Conclusies

Uitgaande van de basale rekenformules voor de Ke en L_{den} dosismaat zal de L_{den} -dosismaat gevoeliger reageren op variaties in het gemiddelde geluidniveau van de luchtvloot. Bij de berekening van de Ke dosismaat wordt in de praktijk een drempelwaarde gehanteerd.

Vliegtuigbewegingen welke in een zeker immisiepunt een geluidniveau veroorzaken welke beneden de drempelwaarde van 65 dB(A) blijven, worden niet meegenomen in de Ke-formule. Door een toename of afname van het gemiddelde geluidniveau van een vloot kunnen bepaalde populaties van de vloot net wel of net niet gaan bijdragen in de geluidbelasting. Door dit effect neemt de gevoeligheid van de Ke dosismaat voor variaties in het gemiddelde geluidniveau van een vloot toe. De vraagstelling van het in dit rapport beschreven onderzoek was tot in hoeverre de praktijk aansluit bij de theorie.

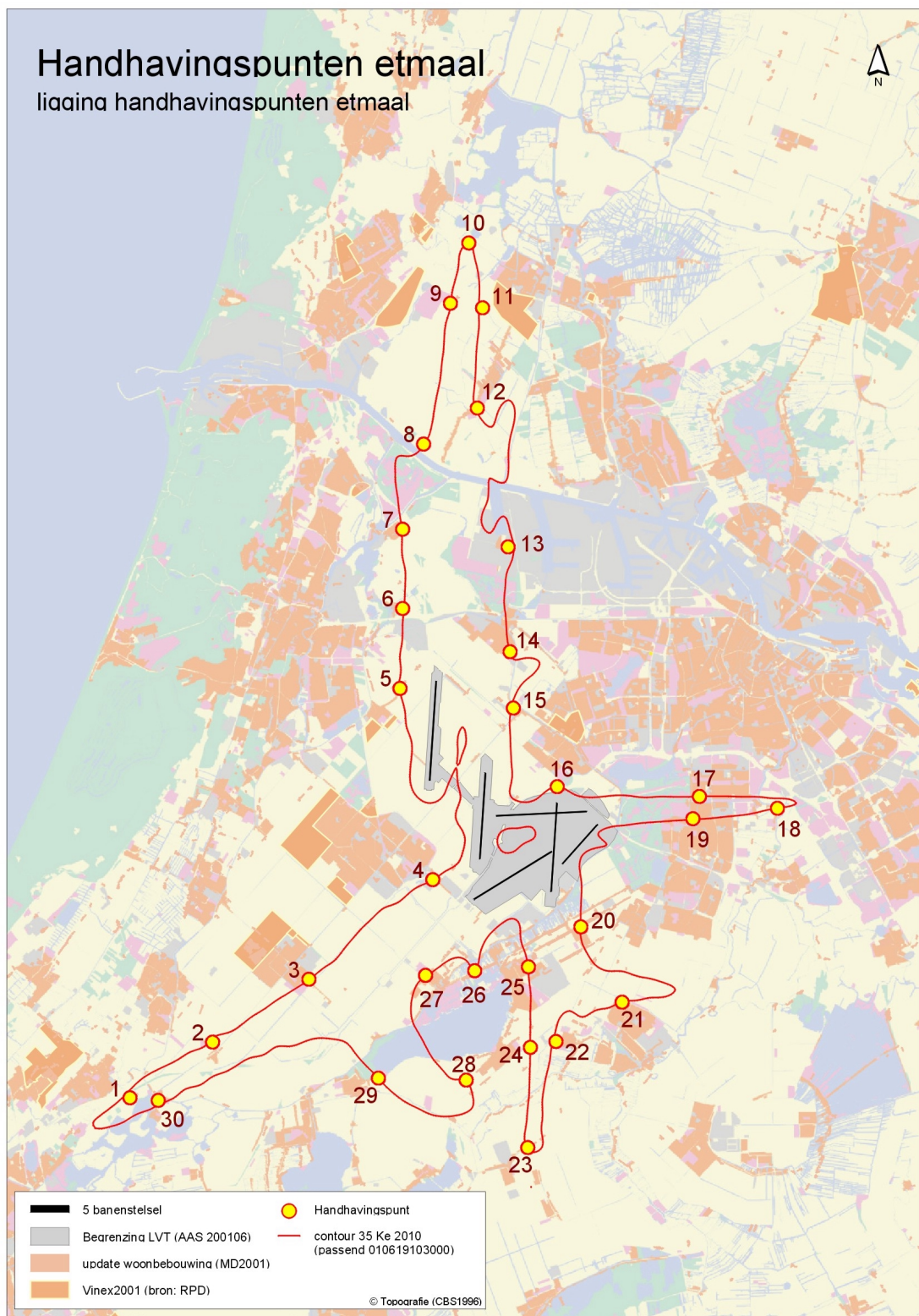
Het onderzoek laat zien dat de in bijlage 7 van het concept MER genoemde theoretische effecten van de overgang van de dosismaat Ke naar de dosismaat L_{den} op de groeimogelijkheden van de luchtvloot zich in de praktijk niet zullen voordoen. Er blijkt dat, uitgaande van het passende verkeersscenario voor 2005, in globale zin vrijwel dezelfde volumegroei mogelijk is in de Ke en L_{den} dosismaat ten gevolge van een stiller wordende vloot. Het maakt dus qua groeipotentie nauwelijks uit of een overgangscenario gebaseerd is op een luidruchtigere, stillere of 2005 vloot. Daarbij moet worden aangetekend dat verwacht wordt dat de uitkomsten van deze studie afhankelijk zijn van het uitgangsscenario (2005) en de toegepaste geluidcorrecties. Een andere keuze hierin zou mogelijk kunnen leiden tot andere conclusies.

Belangrijk om tenslotte op te merken is dat de groeiruimte in de Ke lokaal grote verschillen kent door het gebruik van de drempelwaarde, terwijl de groeiruimte in de L_{den} lokaal geen grote verschillen/discontinuïteiten laat zien. De lokale voorspelbaarheid van de L_{den} waarde is groter dan die voor de Ke.

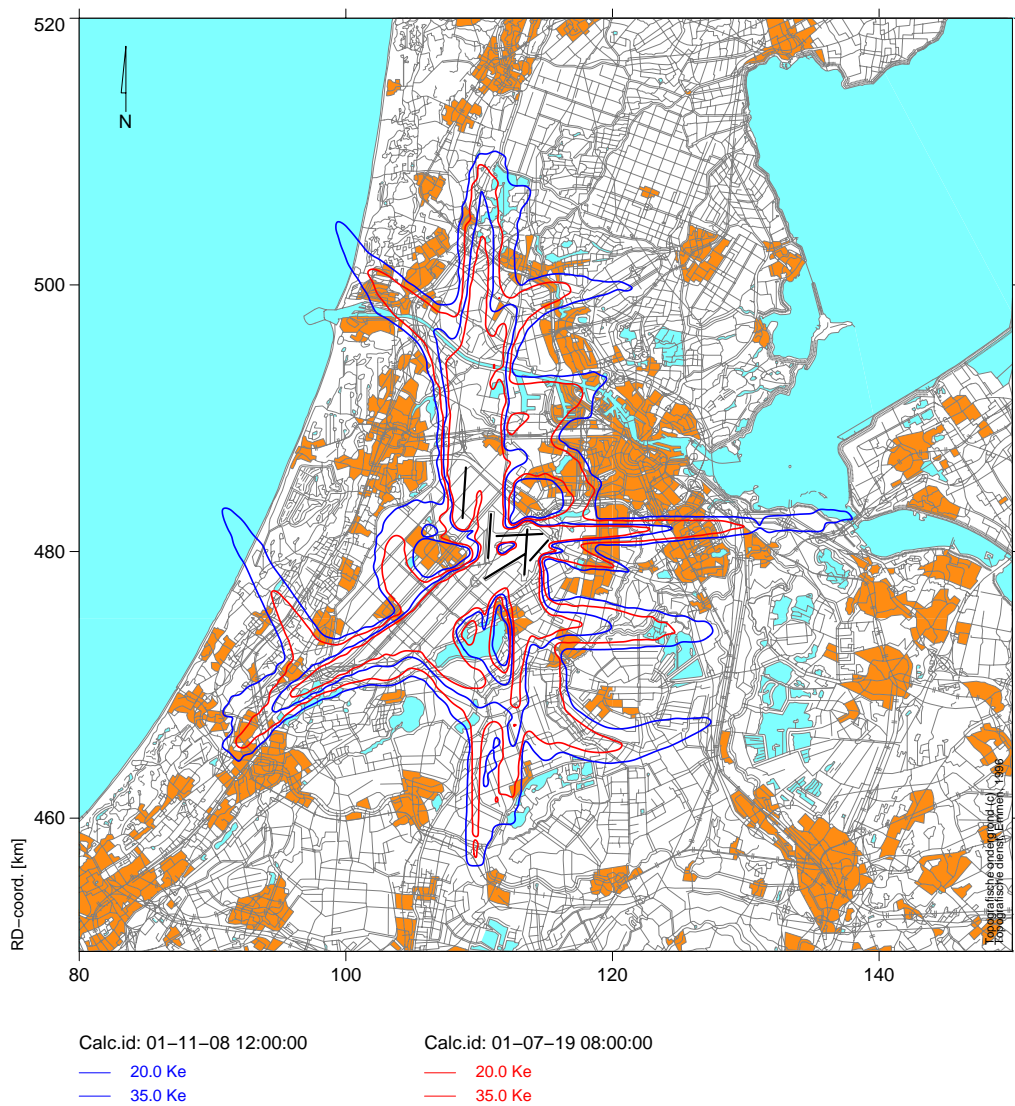


6 Referentie

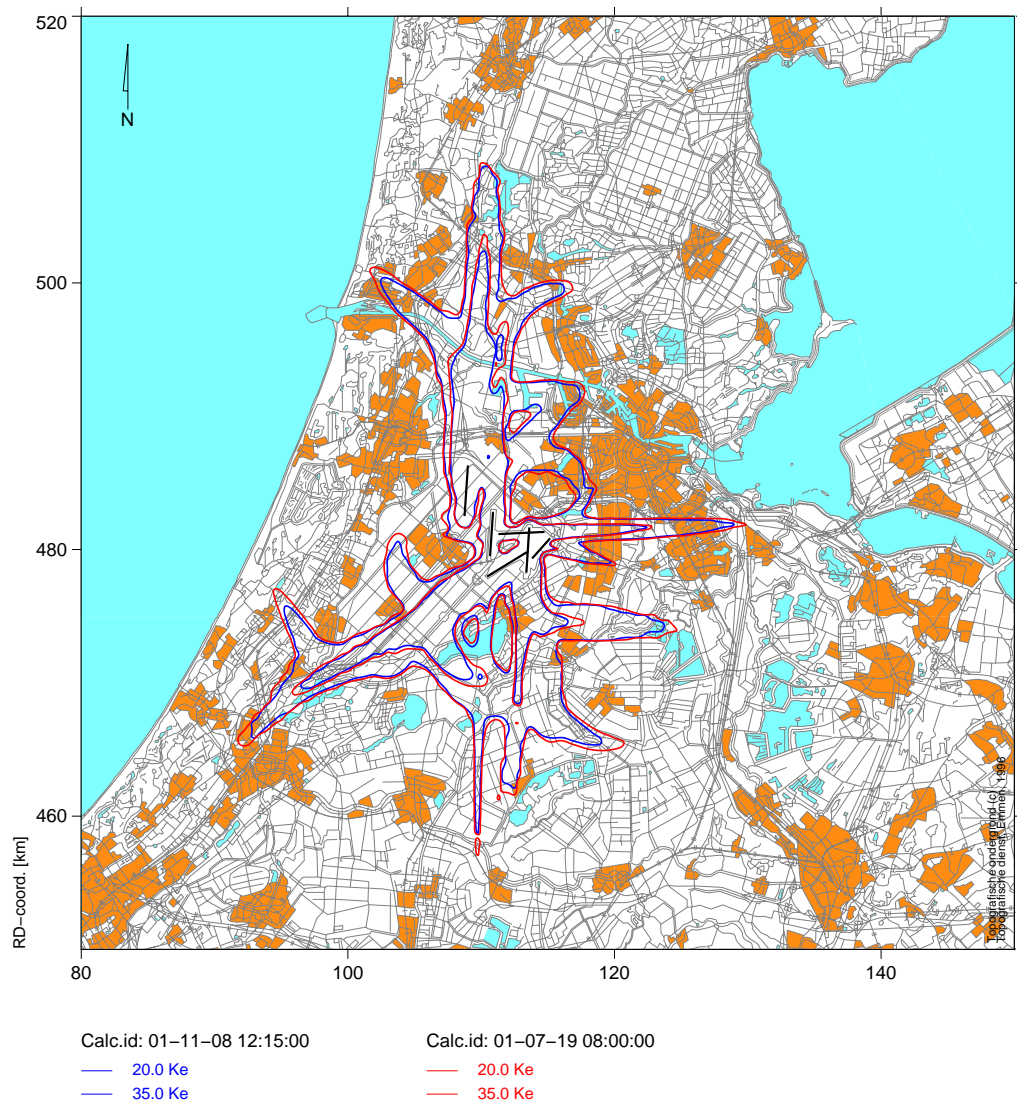
1. *Geluidbelastingberekeningen ten behoeve van MER Schiphol 2003*, A.B. Dolderman, E.G. van Leeuwen en R. de Jong, NLR-CR-2001-371



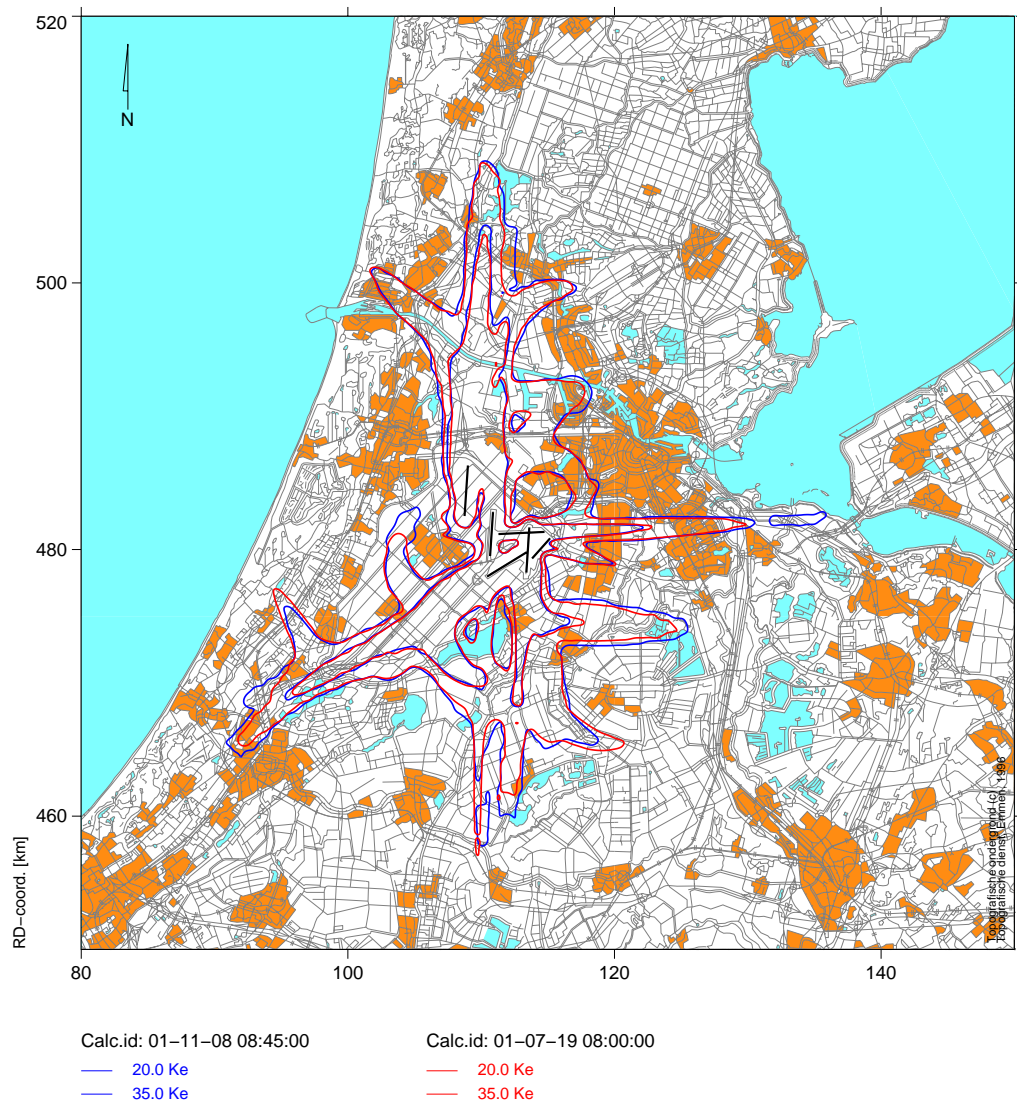
Figuur 1: Ligging van de etmaal handhavingspunten (Bron: ONL versie 7)



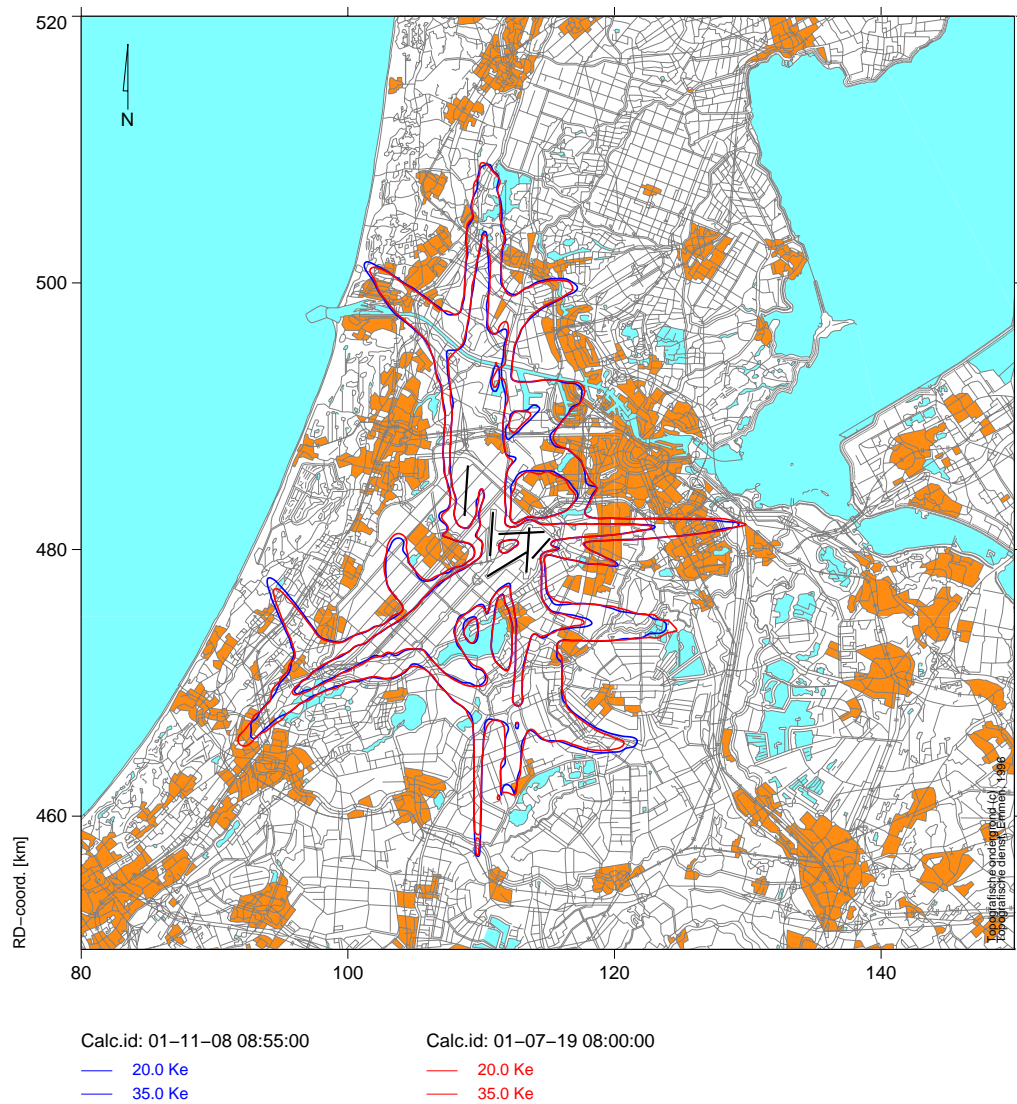
Figuur 2: Geluidcontouren behorend bij gesimuleerde 1990 vloot (blauw) in vergelijking met geluidcontouren van 2005 vloot (rood), beide voor 538.000 vliegtuigbewegingen.



Figuur 3: Geluidcontouren behorend bij gesimuleerde 2010 vloot (blauw) in vergelijking met geluidcontouren van 2005 vloot (rood), beide voor 538.000 vliegtuigbewegingen.



Figuur 4: Geluidcontouren behorend bij gesimuleerde 1990 vloed (blauw; 324.000 bewegingen) in vergelijking met geluidcontouren van 2005 vloed (rood; 538.000 bewegingen), geschaald naar 10.000 woningen binnen 35 Ke contour.



Figuur 5: Geluidcontouren behorend bij gesimuleerde 2010 vloot (blauw; 647.000 bewegingen) in vergelijking met geluidcontouren van 2005 vloot (rood; 538.000 bewegingen), geschaald naar 10.000 woningen binnen 35 Ke contour.

Appendix A Resultaten van woningtellingen

Tabel A.1: Resultaten van woningtellingen voor gesimuleerde peiljaar 1990 (bron: ADECS BV, woningbestand 1990)

WONINGEN, cumulatief
Bestaand

Gemeente	38.0KE	39.4KE	39.6KE	38.2KE	40.0KE	40.2KE	40.4KE
Opp. in km2	175	157	154	151	149	146	143
Aalsmeer	2269	1969	1894	1867	1835	1795	1761
Alkemade	71	71	48	48	48	25	25
Amstelveen	2072	1882	1845	1817	1799	1724	1707
Amsterdam rest.	63	46	43	42	42	41	38
Ad Buitenveld	489	196	174	137	128	113	76
Haarlemmerliede	745	500	487	446	425	395	361
Haarlemmerm.rst	1752	1656	1640	1629	1614	1611	1591
Hm Nw Vennep	68	18	15	9	7	6	6
Hm Rijsenhout	384	182	130	129	93	81	61
Hm Zwanenburg	2788	2661	2641	2640	2616	2608	2594
Jacobswoude ...	66	18	12	8	6	4	3
Sassenheim.....	2	0	0	0	0	0	0
Uithoorn	316	74	70	66	61	54	50
Velsen	17	15	15	15	15	15	15
Zaanstad	83	79	77	64	53	51	49
Zd Assendelft	879	644	617	590	546	516	511
Totaal	12064	10011	9708	9507	9288	9039	8848

Tabel A.2: Resultaten van woningtellingen voor gesimuleerde peiljaar 2010 (bron: ADECS BV, woningbestand 1990).

WONINGEN, cumulatief
Bestaand

Gemeente	33.0KE	33.2KE	33.4KE	33.6KE	33.8KE	34.0KE
Opp. in km2	156	153	151	148	146	144
Aalsmeer	2065	2037	2000	1980	1961	1945
Alkemade	25	25	25	25	25	25
Amstelveen	2101	2097	2079	2053	2028	1967
Amsterdam rest.	66	66	66	63	61	60
Ad Buitenveld	510	467	447	439	406	365
Haarlemmerliede	528	475	436	406	364	328
Haarlemmerm.rst	1646	1629	1610	1607	1594	1572
Hm Rijsenhout	48	48	30	31	26	22
Hm Zwanenburg	2629	2621	2610	2599	2602	2600
Jacobswoude ...	28	22	19	19	17	17
Uithoorn	448	367	299	234	181	155
Velsen	21	17	17	17	17	17
Zaanstad	46	46	43	43	43	42
Zd Assendelft	403	401	395	395	393	392
Totaal	10564	10318	10076	9911	9718	9507

Colofon

© januari 2002

Deze onderzoeksbijlage bij het Milieueffectrapport Schiphol 2003 is een uitgave van de Programmadirectie Ontwikkeling Nationale Luchthaven, onderdeel van het ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Luchtvaart.

Ontwerp en vormgeving	CO3 (Toon van Lieshout)
Drukwerk	drukkerij Louis Vermijs, Breda
Bestelnummer	DLG 188-B
Bestellen	Ministerie van Verkeer en Waterstaat, afdeling Publieksvoorlichting telefoon: 070 - 351 7086