

Rapportage
Rhineflow/Meuseflow
Klimaatscenarios 2100
G, Gplus, W, Wplus

November 2007

Willem van Deursen
Carthago Consultancy
Oostzeedijk Beneden 23a
3062 VK Rotterdam
T. 010-2130004
F. 010-2130004
wvandeursen@carthago.nl

Probleemomschrijving

De modellen RHINEFLOW en MEUSEFLOW worden gebruikt om de effecten van een mogelijk klimaatverandering op de afvoer van Rijn en Maas te bepalen. Deze uitkomsten van modellen zijn binnen een aantal studies die in het kader van het nationaal onderzoeksprogramma klimaatverandering gebruikt. Mei 2006 heeft het KNMI nieuwe klimaatscenario's gepresenteerd. In 2006 zijn door Carthago Consultancy deze klimaatscenario's met behulp van Rhineflow en Meuseflow doorgerekend voor 2050. In Oktober 2007 heeft het RIZA aan Carthago Consultancy verzocht de scenarioberekeningen met Rhineflow en Meuseflow ook voor de KNMI klimaatscenario's voor 2100 te doen. Deze rapportage beschrijft de resultaten van deze berekeningen.

Werkzaamheden

In 2006 heeft het KNMI voor 2050 4 nieuwe klimaatscenario's gemaakt. Deze scenario's zijn later verder bewerkt tot secenario's voor 2100. Op basis van de decade gemiddelde verandering van Temperatuur, Neerslag en Verdamping moeten voor de Rijn met Rhineflow en voor de Maas met Meuseflow voor 2100 de decade en maandgemiddelde verandering van de afvoeren worden bepaald. De getallen met betrekking tot de veranderingen in klimaatvariabelen en meteorologische variabelen zijn door het RIZA aangeleverd.

Beschrijving klimaatscenario's aangeleverd door het KNMI en RIZA

Door het KNMI en RIZA zijn 4 scenario's aangeleverd. Deze beschrijven veranderingen in klimaat als veranderingen in neerslag (opgegeven als percentage verandering), verandering in temperatuur (opgegeven als graden Celsius) en veranderingen in verdamping (opgegeven als percentage verandering). Deze scenario's zijn nader gespecificeerd in bijlage 1. De beschreven scenario's zijn in deze studie gebruikt als geldig voor het gehele stroomgebied van Rijn en Maas.

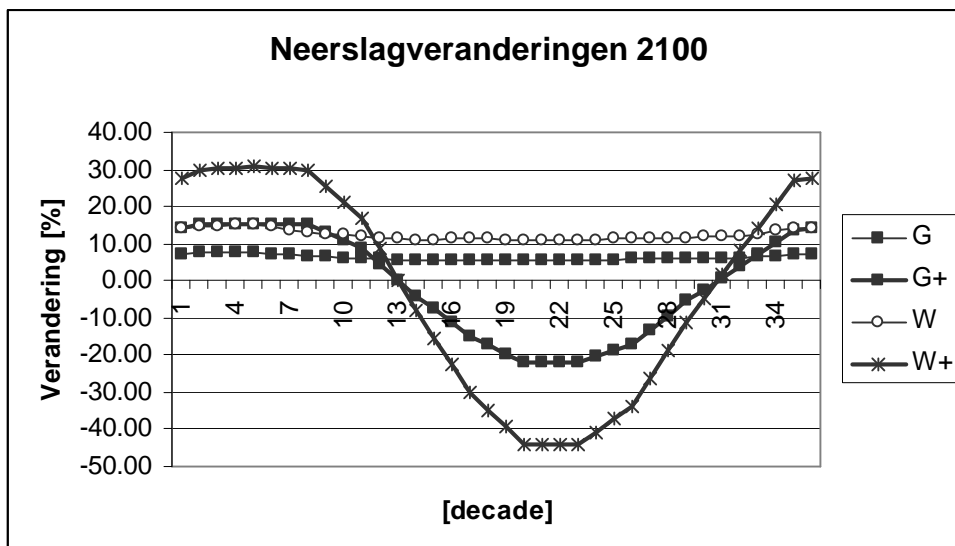
Afvoerveranderingen gesimuleerd door RHINEFLOW en MEUSEFLOW

Gesimuleerde veranderingen in afvoer voor de Rijn bij Lobith en de Maas bij Borgharen als gevolg van de hierboven beschreven klimaatscenarios zijn gegeven in bijlage 2 en bijlage 3.

Bijlage 1: Beschrijving gebruikte scenario's

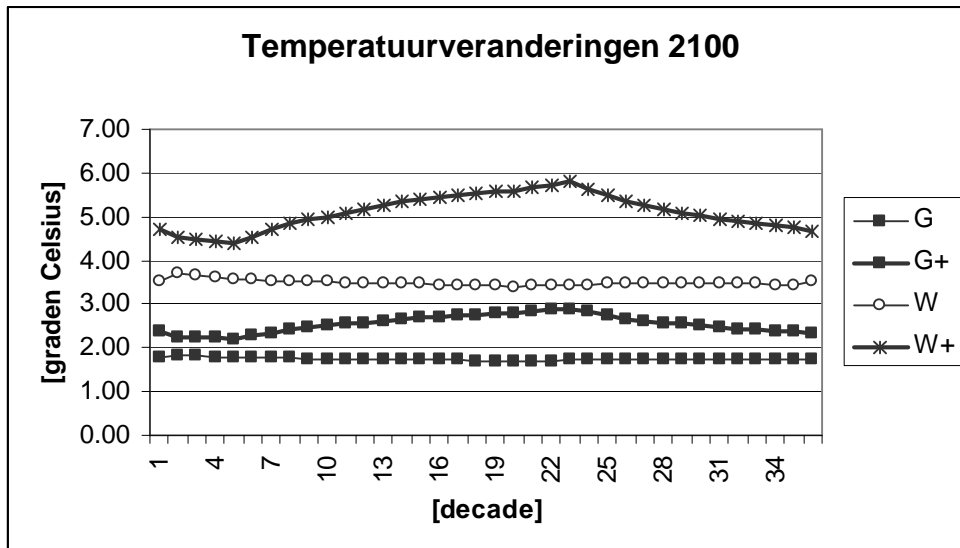
Veranderingen Neerslag (procenten)

decade	G	G+	W	W+
1	7.13	13.93	14.27	27.87
2	7.40	15.00	14.80	30.00
3	7.47	15.13	14.93	30.27
4	7.53	15.27	15.07	30.53
5	7.60	15.40	15.20	30.80
6	7.23	15.27	14.47	30.53
7	6.87	15.13	13.73	30.27
8	6.50	15.00	13.00	30.00
9	6.33	12.83	12.67	25.67
10	6.17	10.67	12.33	21.33
11	6.00	8.50	12.00	17.00
12	5.83	4.33	11.67	8.67
13	5.67	0.17	11.33	0.33
14	5.50	-4.00	11.00	-8.00
15	5.57	-7.67	11.13	-15.33
16	5.63	-11.33	11.27	-22.67
17	5.70	-15.00	11.40	-30.00
18	5.63	-17.33	11.27	-34.67
19	5.57	-19.67	11.13	-39.33
20	5.50	-22.00	11.00	-44.00
21	5.47	-22.00	10.93	-44.00
22	5.43	-22.00	10.87	-44.00
23	5.40	-22.00	10.80	-44.00
24	5.53	-20.33	11.07	-40.67
25	5.67	-18.67	11.33	-37.33
26	5.80	-17.00	11.60	-34.00
27	5.80	-13.17	11.60	-26.33
28	5.80	-9.33	11.60	-18.67
29	5.80	-5.50	11.60	-11.00
30	5.87	-2.33	11.73	-4.67
31	5.93	0.83	11.87	1.67
32	6.00	4.00	12.00	8.00
33	6.33	7.13	12.67	14.27
34	6.67	10.27	13.33	20.53
35	7.00	13.40	14.00	26.80
36	7.13	13.93	14.27	27.87



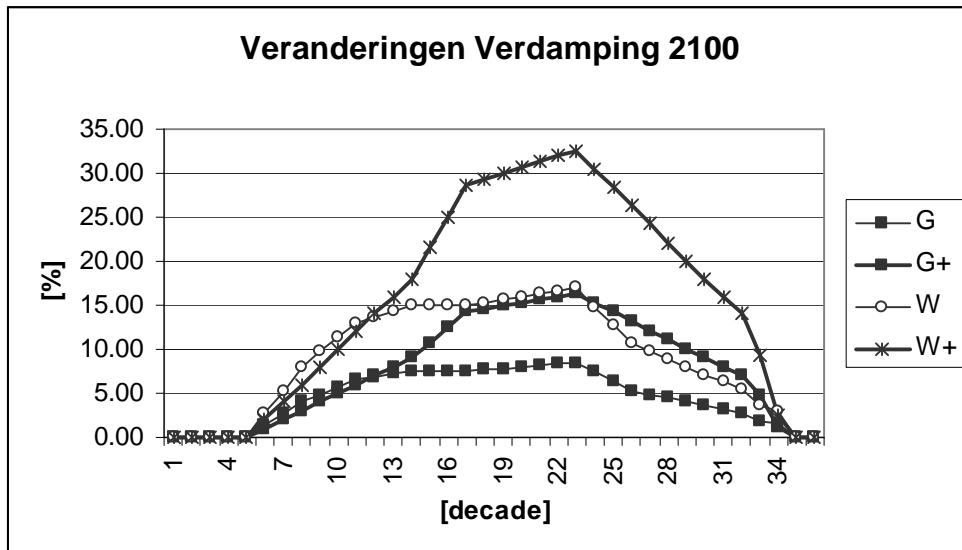
Veranderingen Temperatuur (graden Celsius)

decade	G	G+	W	W+
1	1.77	2.36	3.53	4.72
2	1.85	2.26	3.70	4.52
3	1.83	2.24	3.66	4.48
4	1.81	2.22	3.61	4.44
5	1.78	2.20	3.57	4.40
6	1.78	2.27	3.56	4.55
7	1.77	2.35	3.54	4.69
8	1.77	2.42	3.53	4.84
9	1.76	2.46	3.52	4.92
10	1.76	2.50	3.51	5.00
11	1.75	2.54	3.50	5.08
12	1.74	2.58	3.49	5.17
13	1.74	2.63	3.48	5.25
14	1.73	2.67	3.47	5.34
15	1.73	2.69	3.46	5.39
16	1.72	2.72	3.44	5.43
17	1.72	2.74	3.43	5.48
18	1.71	2.76	3.42	5.52
19	1.71	2.78	3.41	5.56
20	1.70	2.80	3.40	5.60
21	1.71	2.83	3.41	5.67
22	1.71	2.87	3.42	5.73
23	1.72	2.90	3.43	5.80
24	1.72	2.82	3.44	5.65
25	1.73	2.75	3.46	5.49
26	1.73	2.67	3.47	5.34
27	1.74	2.63	3.48	5.25
28	1.74	2.58	3.49	5.17
29	1.75	2.54	3.50	5.08
30	1.74	2.51	3.49	5.01
31	1.74	2.47	3.48	4.95
32	1.73	2.44	3.47	4.88
33	1.73	2.42	3.46	4.84
34	1.72	2.40	3.44	4.80
35	1.72	2.38	3.43	4.76
36	1.76	2.34	3.52	4.68



Veranderingen Verdamping (percentage)

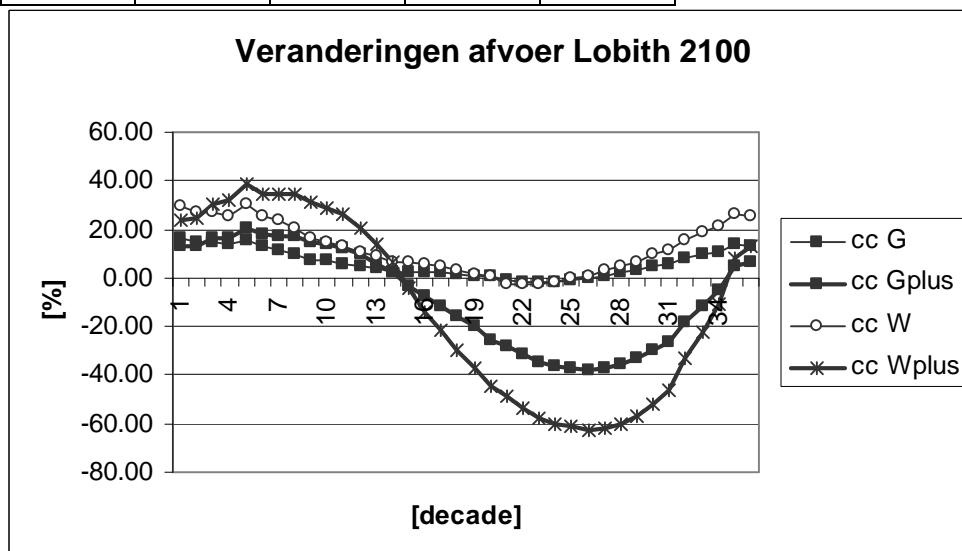
decade	G	G+	W	W+
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	1.33	1.00	2.67	2.00
7	2.67	2.00	5.33	4.00
8	4.00	3.00	8.00	6.00
9	4.83	4.00	9.67	8.00
10	5.67	5.00	11.33	10.00
11	6.50	6.00	13.00	12.00
12	6.83	7.00	13.67	14.00
13	7.17	8.00	14.33	16.00
14	7.50	9.00	15.00	18.00
15	7.50	10.77	15.00	21.53
16	7.50	12.53	15.00	25.07
17	7.50	14.30	15.00	28.60
18	7.67	14.63	15.33	29.27
19	7.83	14.97	15.67	29.93
20	8.00	15.30	16.00	30.60
21	8.17	15.63	16.33	31.27
22	8.33	15.97	16.67	31.93
23	8.50	16.30	17.00	32.60
24	7.43	15.27	14.87	30.53
25	6.37	14.23	12.73	28.47
26	5.30	13.20	10.60	26.40
27	4.87	12.13	9.73	24.27
28	4.43	11.07	8.87	22.13
29	4.00	10.00	8.00	20.00
30	3.57	9.00	7.13	18.00
31	3.13	8.00	6.27	16.00
32	2.70	7.00	5.40	14.00
33	1.80	4.67	3.60	9.33
34	1.50	1.20	3.00	2.40
35	0.00	0.00	0.00	0.00
36	0.00	0.00	0.00	0.00



Bijlage 2: Gesimuleerde decade afvoerverandering Rijn (Lobith) en Maas (Borgharen) als gevolg van de gebruikte scenario's

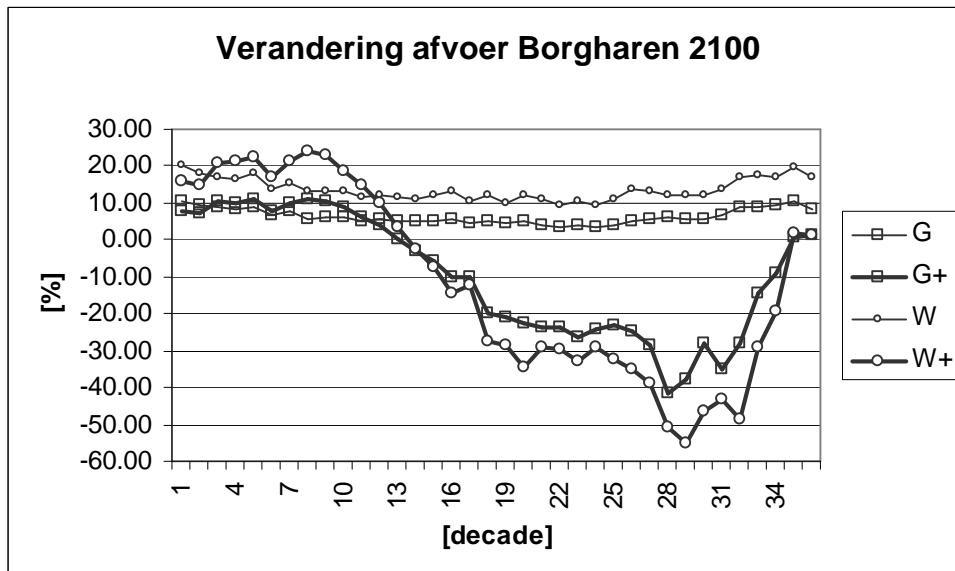
Gesimuleerde afvoerveranderingen Lobith (percentage)

decade	G	G+	W	W+
1	16.09	13.45	29.93	23.97
2	14.34	12.76	27.16	24.48
3	14.83	16.35	27.12	30.14
4	13.57	16.59	25.73	32.12
5	15.88	20.16	30.06	38.79
6	13.20	17.82	25.17	34.84
7	11.82	17.23	23.77	34.83
8	10.01	17.02	20.09	34.54
9	7.24	14.32	16.08	31.02
10	6.99	13.87	15.12	29.01
11	6.06	12.30	13.29	25.85
12	4.97	9.46	10.79	20.07
13	3.81	6.00	8.67	13.48
14	2.49	2.15	6.46	6.17
15	2.28	-3.08	6.10	-4.16
16	2.17	-7.85	5.61	-13.77
17	2.06	-11.79	4.99	-21.43
18	1.68	-16.04	3.55	-29.69
19	0.72	-20.13	1.23	-36.78
20	0.41	-25.51	0.69	-44.96
21	-1.35	-27.89	-2.40	-48.32
22	-1.87	-31.76	-2.98	-53.58
23	-1.97	-34.97	-2.77	-57.67
24	-1.37	-36.20	-1.61	-60.14
25	-0.64	-36.93	-0.18	-61.44
26	-0.22	-37.88	0.76	-62.39
27	1.06	-37.10	3.13	-61.76
28	2.02	-35.69	4.84	-60.17
29	3.03	-33.24	6.66	-56.84
30	4.58	-29.82	9.50	-52.14
31	5.72	-26.11	11.49	-46.44
32	7.93	-17.93	15.65	-33.01
33	9.69	-11.65	18.67	-22.49
34	10.99	-5.37	21.57	-10.56
35	13.69	4.75	25.97	7.77
36	12.95	6.79	25.22	12.73



Gesimuleerde afvoer veranderingen Borgharen (percentage)

decade	G	G+	W	W+
1	10.28	7.73	20.41	15.86
2	9.54	7.42	18.31	14.64
3	8.82	10.53	16.73	20.83
4	8.11	9.80	16.37	21.07
5	9.12	10.83	18.02	22.66
6	6.81	7.94	13.58	17.14
7	7.53	9.89	15.38	21.32
8	5.83	10.77	13.14	24.30
9	5.92	10.30	13.27	23.06
10	6.39	8.64	13.26	18.73
11	5.06	6.10	11.70	14.88
12	5.34	3.74	11.92	9.79
13	5.18	0.30	11.61	3.52
14	4.85	-3.29	11.23	-2.55
15	5.32	-5.83	12.27	-7.41
16	5.73	-10.33	13.09	-14.52
17	4.53	-10.18	10.68	-12.40
18	5.31	-19.93	12.02	-27.58
19	4.36	-20.87	10.19	-28.31
20	5.03	-22.66	12.03	-34.67
21	4.22	-23.65	10.85	-29.18
22	3.53	-23.61	9.34	-29.83
23	4.17	-26.61	10.70	-33.13
24	3.51	-24.13	9.43	-28.85
25	4.05	-23.13	10.94	-32.50
26	5.24	-24.66	13.50	-35.30
27	5.84	-28.80	13.08	-38.91
28	6.11	-41.39	12.07	-50.81
29	5.50	-37.89	12.11	-55.16
30	5.81	-27.88	12.14	-46.50
31	6.74	-34.90	13.47	-43.23
32	9.10	-28.25	17.03	-48.49
33	9.07	-14.64	17.36	-29.09
34	9.20	-8.80	17.15	-19.35
35	10.72	0.84	19.53	1.88
36	8.56	1.26	17.17	1.39



Bijlage 3: Gesimuleerde maand afvoerverandering Rijn (Lobith) en Maas (Borgharen) als gevolg van de gebruikte scenario's