

Recente onderzoeksresultaten in het Kennisprogramma Zeespiegelstijging Spoor IV

Arno Nolte

14 juni 2022

Onderzoeksvragen

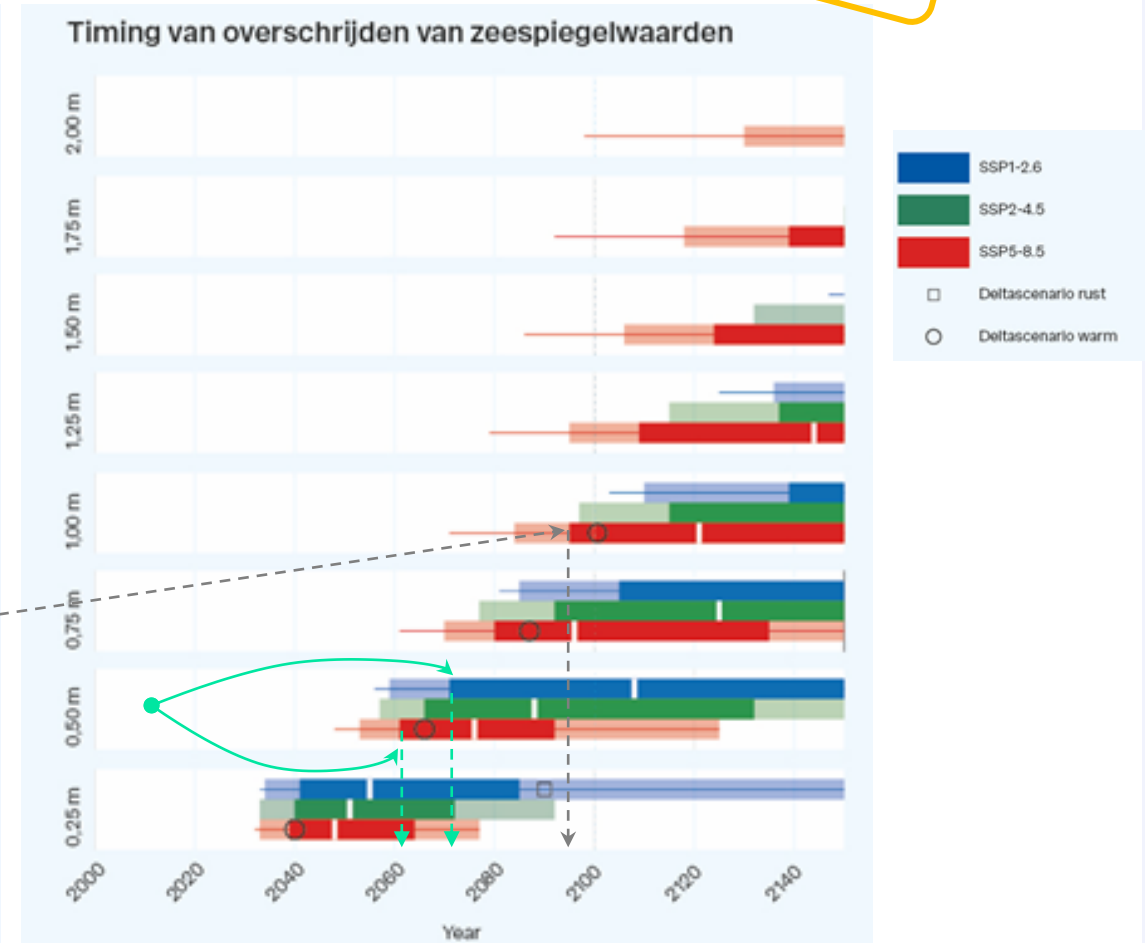
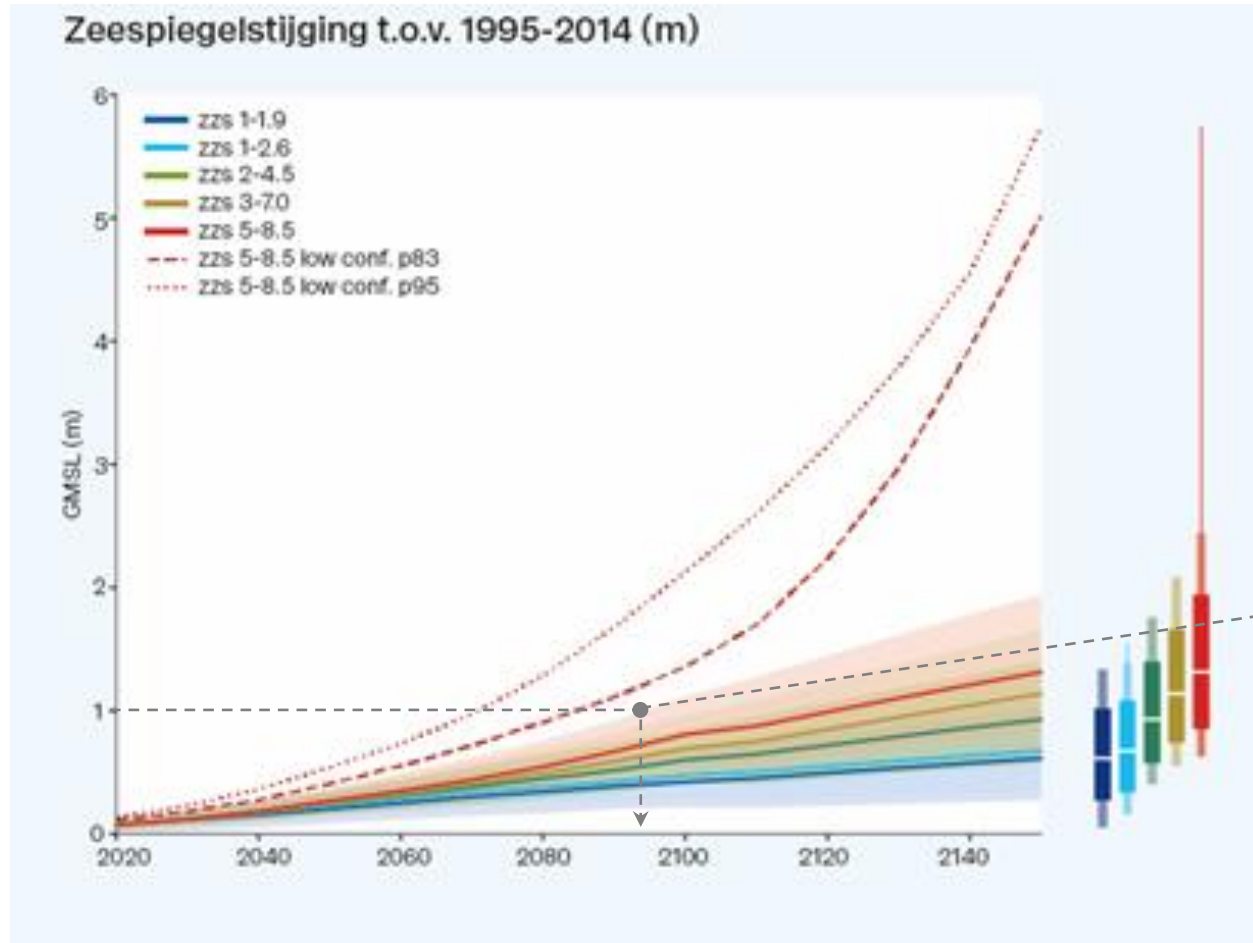
- Hoe omgaan met onzekerheid in de tijd voor het overschrijden van een bepaalde zeespiegelstijging?
- Hoeveel tijd is nodig voor aanpassing: voorbeelden uit het verleden?
- Wat zijn bouwstenen voor waterveiligheid in de verschillende lange termijn oplossingsrichtingen?
- Hoe verandert de overstromingskans aan de kust met zeespiegelstijging?
- Wat zijn de opties en consequenties voor (hoge) rivierafvoer bij zeespiegelstijging?
- Hoe verandert de waterstand bij afsluiten of openhouden en wat is het effect van keuzes in het waterbeheer?
- Hoeveel landspiegelstijging is mogelijk (natuurlijk of kunstmatig)?

Onderzoeksvragen

- Hoe omgaan met onzekerheid in de tijd voor het overschrijden van een bepaalde zeespiegelstijging?
- Hoeveel tijd is nodig voor aanpassing: voorbeelden uit het verleden?
- Wat zijn bouwstenen voor waterveiligheid in de verschillende lange termijn oplossingsrichtingen?
- Hoe verandert de overstromingskans aan de kust met zeespiegelstijging?
- Wat zijn de opties en consequenties voor (hoge) rivierafvoer bij zeespiegelstijging?
- Hoe verandert de waterstand bij afsluiten of openhouden en wat is het effect van keuzes in het waterbeheer?
- Hoeveel landspiegelstijging is mogelijk (natuurlijk of kunstmatig)?

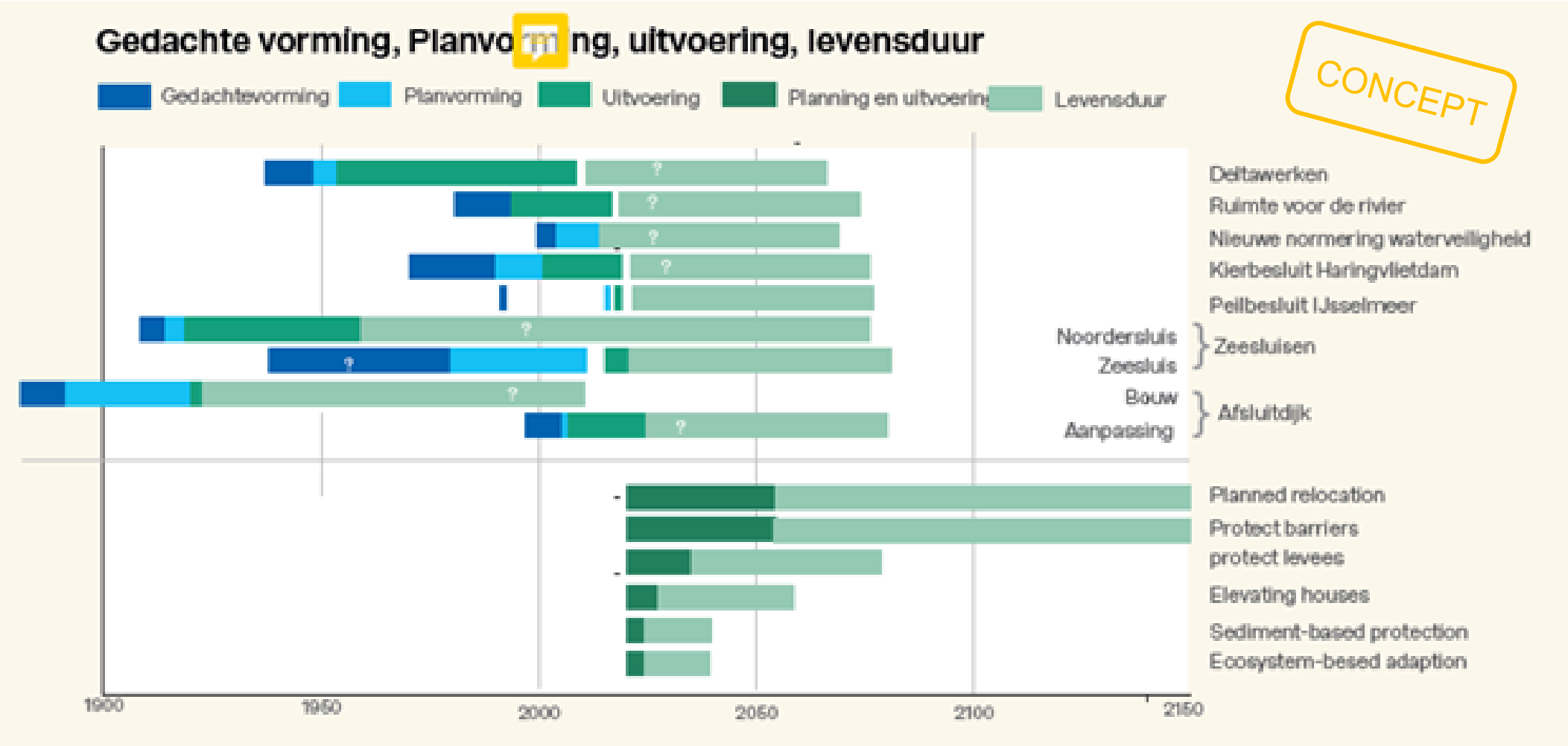
Omgaan met onzekerheid in de tijd

CONCEPT



Van mate van zeespiegelstijging (links) naar tijdshorizon waarop interventie nodig is (rechts).

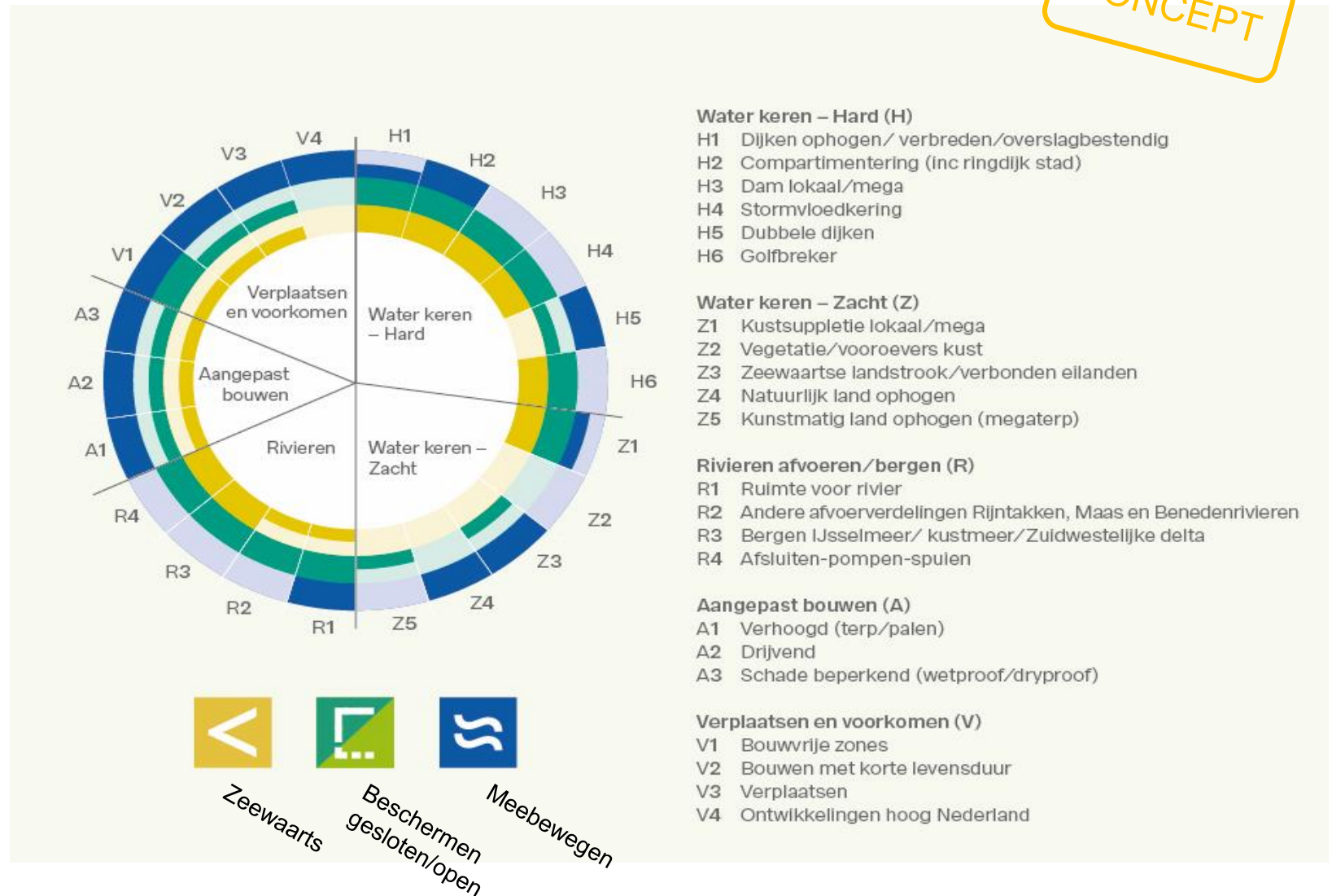
Hoeveel tijd is nodig voor aanpassing?



Bouwstenen voor waterveiligheid in de verschillende lange termijn oplossingsrichtingen

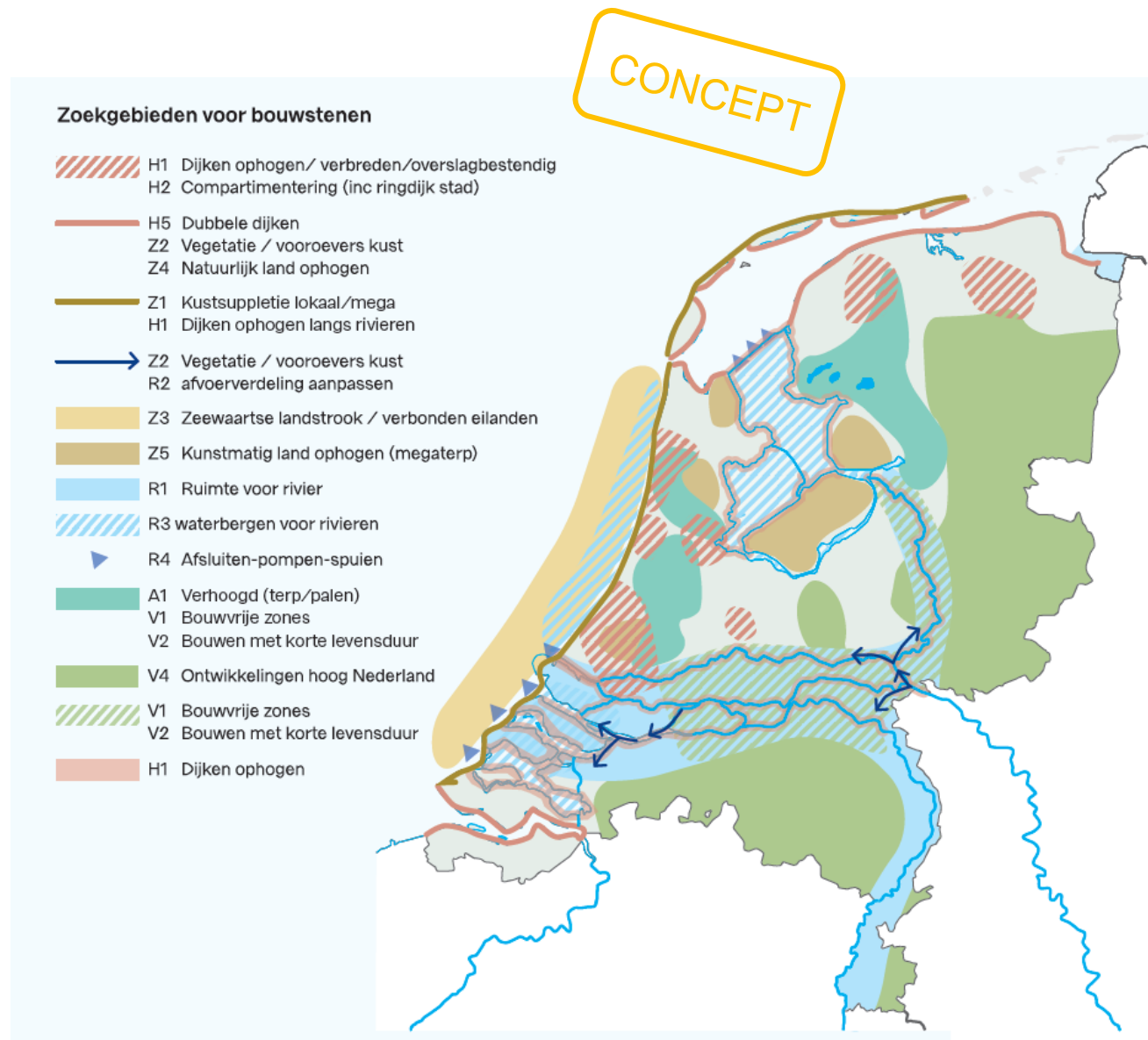
CONCEPT

- Wel of niet (deels) inzetbaar in meerdere oplossingsrichtingen?



Bouwstenen voor waterveiligheid naar ruimtelijke toepassing

- Schematische kansenkaart
- Bouwstenen (vaak) in combinatie inzetbaar
 - Bijvoorbeeld dubbele dijken, vegetatie/vooroevers en natuurlijk land ophogen



Waterstand bij afsluiten



Source: Maximilian Dörrbecker (Chumwa)

2015: Plan Sluizen

- Maeslantkering vervangen door een dam + sluizen + pompen (3.000 m³/s)
- Simulaties zijn uitgevoerd voor een zeespiegelstijging tot 0,85 m
-



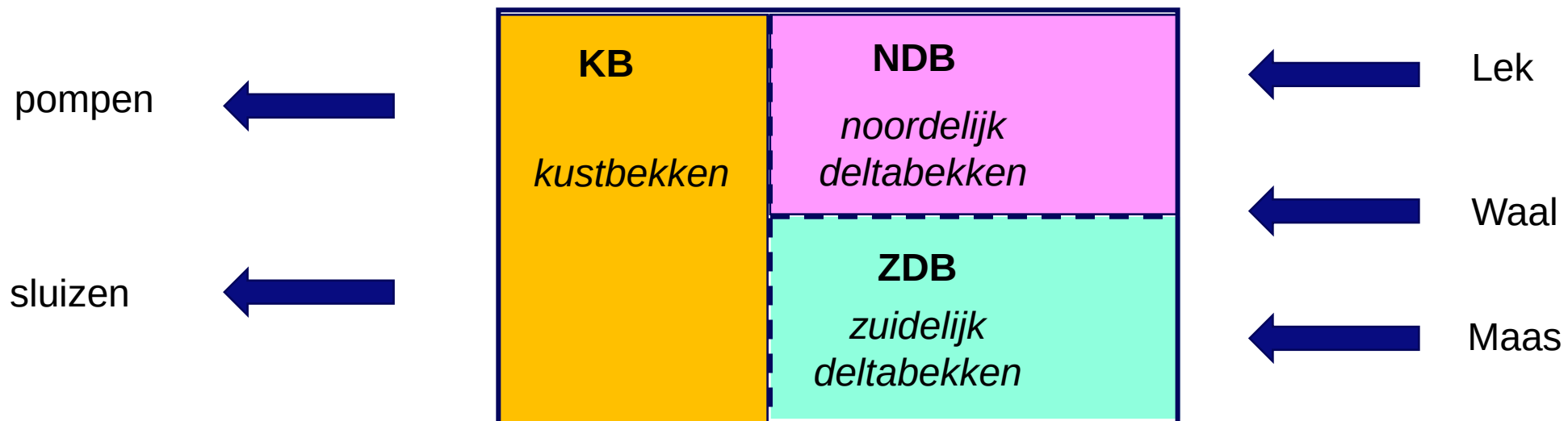
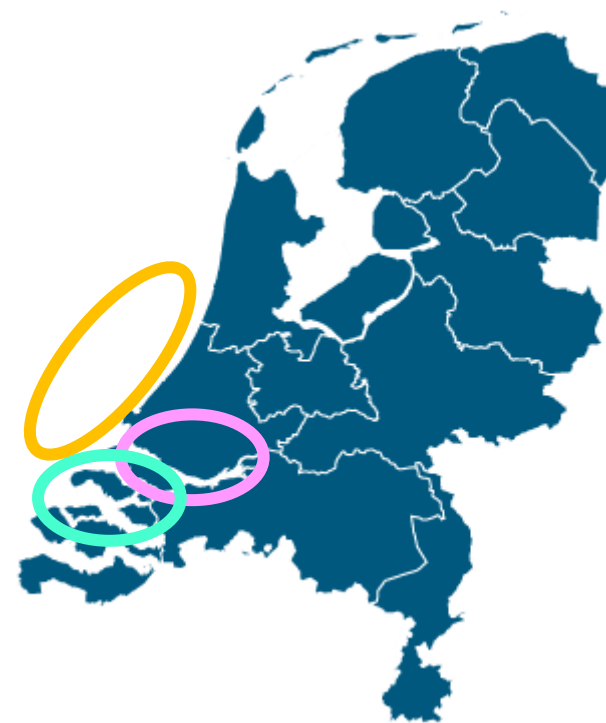
Source: Plan Sluizen, Frank Spaargaren, 2014

Wat gebeurt er met meer dan 1 m zeespiegelstijging?

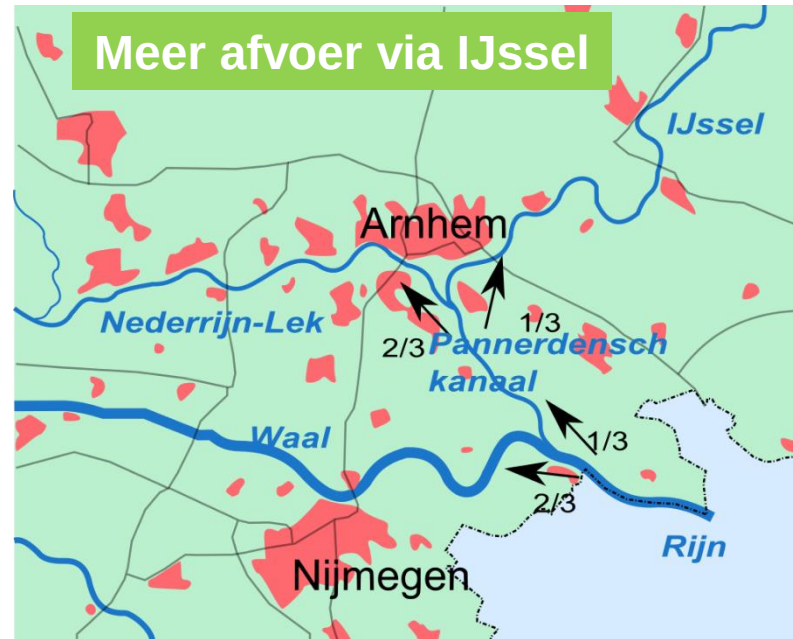


(Source: Frédéric Ruys, Vizualism, 2016)

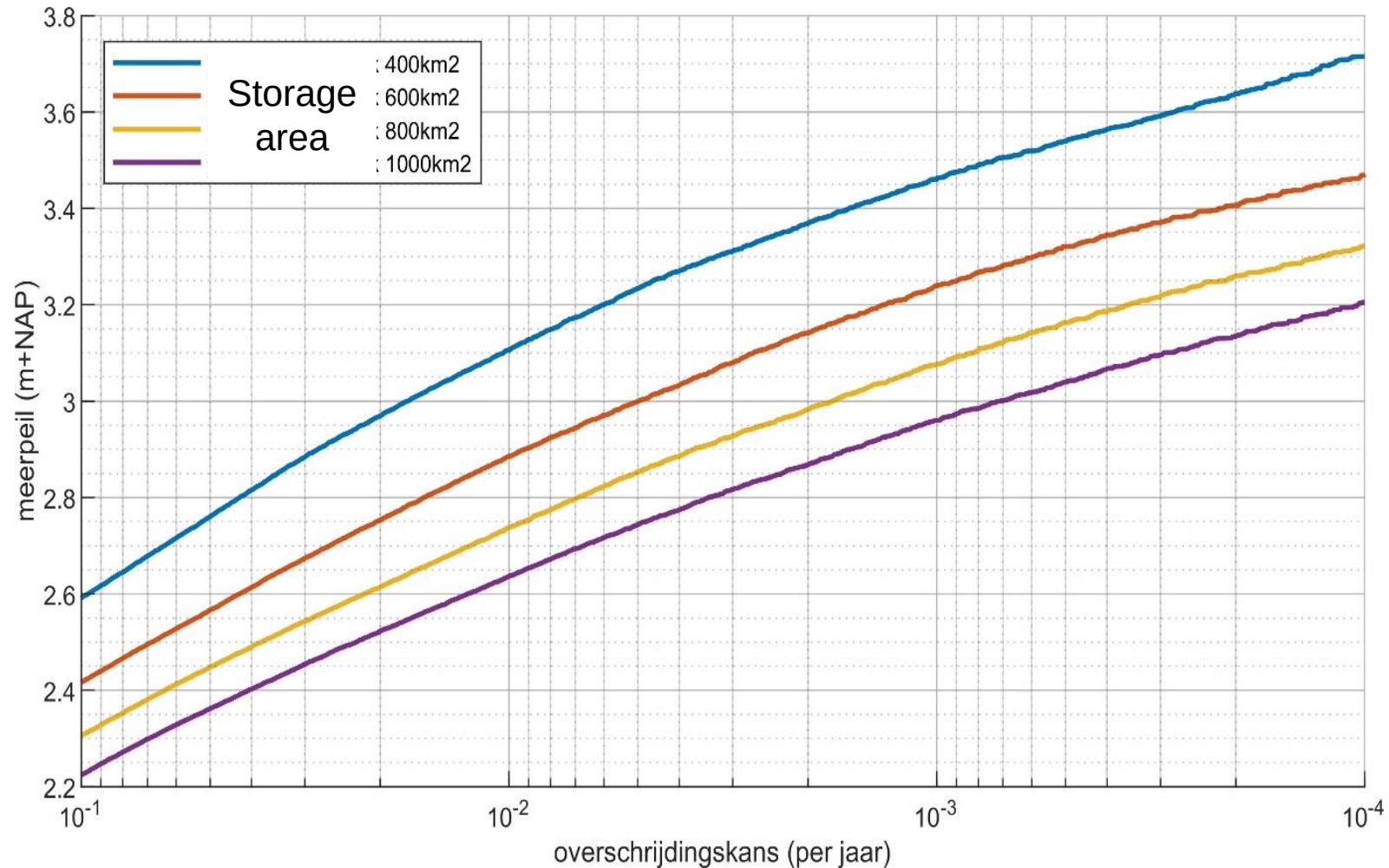
Eenvoudig waterbalansmodel



Mogelijke strategieën



Overschrijdingsfrequentie binnenpeil als functie van waterbergingsareaal

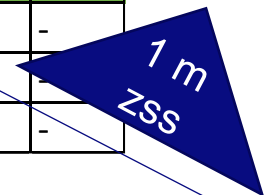


Binnenpeil met overschrijdingskans 1/1.000

NB: Niet hetzelfde als waterveiligheidsnormwaarde.

SLR_2m\SLR_1m		IJssel fraction (%)			target level (m+NAP)			storage area (km2)				pump cap. (m3/s)				sluis width (m)		
		15	30	45	0	1	2	400	800	1200	4000	3000	6000	9000	12000	500	1000	1500
IJssel fraction (%)	15	-	-	-	2.38	2.39	2.66	2.45	2.07	1.88	1.42	2.38	2.02	1.58	0.98	2.61	2.37	2.31
	30	-	-	-	2.20	2.22	2.55	2.27	1.89	1.71	1.26	2.20	1.77	1.23	0.37	2.39	2.19	2.14
	45	-	-	-	1.98	2.02	2.42	2.04	1.68	1.51	1.08	1.98	1.45	0.65	0.01	2.13	1.97	1.93
target level (m+NAP)	0	-	-	-	-	-	-	2.44	2.07	1.88	1.42	2.37	2.02	1.57	0.97	2.61	2.36	2.31
	1	-	-	-	-	-	-	2.46	2.09	1.90	1.50	2.39	2.06	1.68	1.27	2.61	2.38	2.34
	2	-	-	-	-	-	-	2.69	2.44	2.32	2.11	2.65	2.41	2.21	2.08	2.73	2.65	2.62
storage area (km2)	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.44	2.08	1.63	1.01	2.66	2.43	2.38
	800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.07	1.73	1.33	0.78	2.40	2.05	1.96
	1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.88	1.56	1.19	0.66	2.26	1.86	1.76
	4000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.42	1.12	0.74	0.29	1.74	1.40	1.29
pump cap. (m3/s)	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.61	2.36	2.31
	6000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.22	2.01	1.96
	9000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.72	1.57	1.53
	12000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.04	0.96	0.94
sluis width (m)	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

0.5m+NAP
1m+NAP
1.5m+NAP
2m+NAP
2.5m+NAP
3m+NAP
4m+NAP
10m+NAP

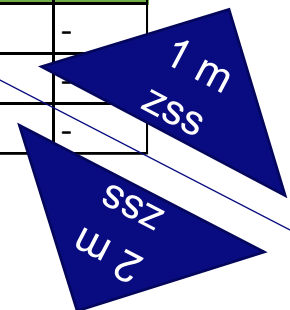


Binnenpeil met overschrijdingskans 1/1.000

NB: Niet hetzelfde als waterveiligheidsnormwaarde.

SLR_2m\SLR_1m		IJssel fraction (%)			target level (m+NAP)			storage area (km2)				pump cap. (m3/s)				sluis width (m)		
		15	30	45	0	1	2	400	800	1200	4000	3000	6000	9000	12000	500	1000	1500
IJssel fraction (%)	15	-	-	-	2.38	2.39	2.66	2.45	2.07	1.88	1.42	2.38	2.02	1.58	0.98	2.61	2.37	2.31
	30	-	-	-	2.20	2.22	2.55	2.27	1.89	1.71	1.26	2.20	1.77	1.23	0.37	2.39	2.19	2.14
	45	-	-	-	1.98	2.02	2.42	2.04	1.68	1.51	1.08	1.98	1.45	0.65	0.01	2.13	1.97	1.93
target level (m+NAP)	0	3.35	3.18	2.95	-	-	-	2.44	2.07	1.88	1.42	2.37	2.02	1.57	0.97	2.61	2.36	2.31
	1	3.35	3.18	2.96	-	-	-	2.46	2.09	1.90	1.50	2.39	2.06	1.68	1.27	2.61	2.38	2.34
	2	3.38	3.21	3.01	-	-	-	2.69	2.44	2.32	2.11	2.65	2.41	2.21	2.08	2.73	2.65	2.62
storage area (km2)	400	3.42	3.25	3.02	3.42	3.42	3.45	-	-	-	-	2.44	2.08	1.63	1.01	2.66	2.43	2.38
	800	3.03	2.85	2.63	3.02	3.02	3.06	-	-	-	-	2.07	1.73	1.33	0.78	2.40	2.05	1.96
	1200	2.82	2.65	2.45	2.82	2.83	2.86	-	-	-	-	1.88	1.56	1.19	0.66	2.26	1.86	1.76
	4000	2.23	2.02	1.75	2.23	2.37	2.45	-	-	-	-	1.42	1.12	0.74	0.29	1.74	1.40	1.29
pump cap. (m3/s)	3000	3.35	3.18	2.95	3.35	3.35	3.37	3.42	3.02	2.82	2.23	-	-	-	-	2.61	2.36	2.31
	6000	2.99	2.73	2.37	2.99	3.00	3.04	3.06	2.67	2.49	1.78	-	-	-	-	2.22	2.01	1.96
	9000	2.51	2.09	1.16	2.51	2.56	2.67	2.57	2.23	2.01	1.05	-	-	-	-	1.72	1.57	1.53
	12000	1.75	0.42	0.03	1.73	1.96	2.27	1.79	1.40	1.04	0.32	-	-	-	-	1.04	0.96	0.94
sluis width (m)	500	3.54	3.33	3.08	3.53	3.53	3.54	3.59	3.29	3.14	2.43	3.53	3.15	2.63	1.79	-	-	-
	1000	3.34	3.17	2.95	3.34	3.34	3.37	3.41	3.01	2.80	2.22	3.34	2.98	2.50	1.73	-	-	-
	1500	3.30	3.13	2.92	3.30	3.30	3.34	3.37	2.94	2.72	2.13	3.30	2.94	2.47	1.72	-	-	-

0.5m+NAP
1m+NAP
1.5m+NAP
2m+NAP
2.5m+NAP
3m+NAP
4m+NAP
10m+NAP

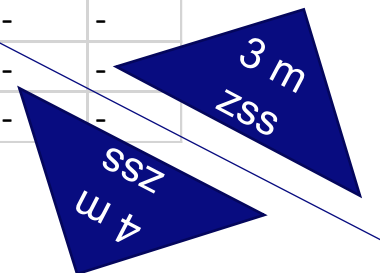


Binnenpeil met overschrijdingskans 1/1.000

NB: Niet hetzelfde als waterveiligheidsnormwaarde.

0.5m+NAP
1m+NAP
1.5m+NAP
2m+NAP
2.5m+NAP
3m+NAP
4m+NAP
10m+NAP

SLR_4m\SLR_3m		IJssel fraction (%)			arget level (m+NAP)			storage area (km2)				pump cap. (m3/s)				sluis width (m)		
		15	30	45	0	1	2	400	800	1200	4000	3000	6000	9000	12000	500	1000	1500
IJssel fraction (%)	15	-	-	-	4.33	4.33	4.33	4.41	3.99	3.77	2.96	4.33	3.96	3.44	2.46	4.49	4.33	4.29
	30	-	-	-	4.16	4.16	4.16	4.23	3.81	3.58	2.66	4.16	3.68	2.88	0.43	4.28	4.15	4.12
	45	-	-	-	3.93	3.94	3.94	4	3.58	3.35	2.15	3.93	3.29	1.22	0.03	4.04	3.92	3.89
target level (m+NAP)	0	5.32	5.13	4.9	-	-	-	4.4	3.99	3.76	2.95	4.33	3.96	3.43	2.43	4.48	4.32	4.29
	1	5.32	5.14	4.92	-	-	-	4.4	3.99	3.78	3.2	4.33	3.97	3.49	2.73	4.48	4.32	4.29
	2	5.32	5.15	4.93	-	-	-	4.4	4	3.8	3.33	4.33	3.98	3.54	2.95	4.48	4.32	4.29
storage area (km2)	400	5.39	5.2	4.98	5.39	5.39	5.39	-	-	-	-	4.4	4.03	3.5	2.53	4.54	4.4	4.36
	800	4.95	4.76	4.51	4.95	4.96	4.97	-	-	-	-	3.99	3.61	3.06	1.58	4.21	3.98	3.92
	1200	4.7	4.5	4.22	4.69	4.74	4.76	-	-	-	-	3.76	3.38	2.72	1.07	4.03	3.75	3.67
	4000	3.58	2.98	2.18	3.57	3.93	4.17	-	-	-	-	2.95	2.19	1.06	0.32	3.07	2.94	2.89
pump cap. (m3/s)	3000	5.32	5.13	4.9	5.31	5.32	5.32	5.39	4.95	4.69	3.57	-	-	-	-	4.48	4.32	4.29
	6000	4.93	4.62	4.18	4.93	4.94	4.96	5	4.53	4.25	2.23	-	-	-	-	4.09	3.95	3.92
	9000	4.36	3.64	1.22	4.35	4.42	4.48	4.42	3.82	3.34	1.06	-	-	-	-	3.53	3.43	3.4
	12000	2.85	0.43	0.03	2.78	3.43	3.72	3.07	1.6	1.07	0.32	-	-	-	-	2.46	2.43	2.42
sluis width (m)	500	5.45	5.24	4.99	5.44	5.44	5.44	5.51	5.14	4.92	3.61	5.44	5.04	4.43	2.77	-	-	-
	1000	5.31	5.13	4.9	5.31	5.31	5.31	5.38	4.94	4.68	3.56	5.31	4.92	4.35	2.78	-	-	-
	1500	5.28	5.1	4.87	5.28	5.28	5.29	5.36	4.89	4.62	3.54	5.28	4.89	4.32	2.78	-	-	-



Bedankt voor je aandacht!

🏠 www.deltares.nl

✉ Arno.nolte@deltares.nl

