

6.5 BEREKENEN WATERBERGINGSOPGAVE EN MAATREGELEN

Er zijn allerlei technische oplossingen voor waterbeheer en waterberging. Of ze helpen hangt af van de bodem, de afmetingen van tuin en gebouwen, en de maat van de oplossingen. Met deze rekentool kun je van tevoren nagaan welke combinatie van maatregelen gaat helpen.



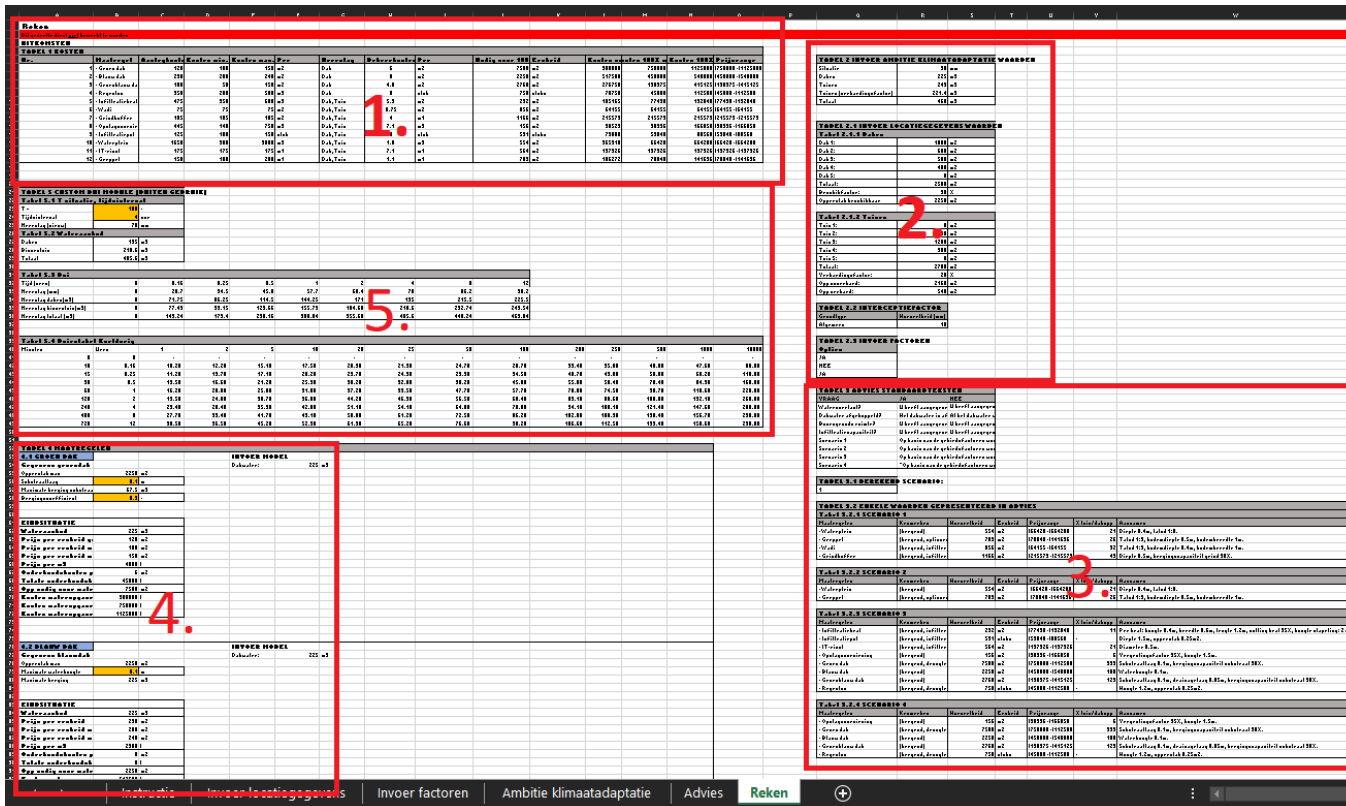
Handleiding rekentool klimaatadaptatie wateroverlast

Er zijn allerlei technische oplossingen voor waterbeheer en waterberging. Of ze helpen hangt onder andere af van de afmetingen van tuin en gebouwen, en de afmetingen van de oplossingen. Met de rekentool kun je van tevoren nagaan welke combinatie van maatregelen gaat helpen. Dit document dient als uitleg van het rekentabblad van het Excel bestand TOOL_Klimaatadaptatie_wateroverlast. Hierin zijn alle tabellen verdeeld op basis van functie. Per onderdeel wordt elke tabel toegelicht en indien dit het geval is gerelateerd aan de rest van het model.

Op de volgende pagina's wordt er steeds één onderdeel per pagina behandeld.

Bij de totstandkoming van deze rekentool is alle mogelijke zorgvuldigheid in acht genomen. Desondanks bestaat de mogelijkheid dat bepaalde informatie onvolledig of onjuist wordt weergegeven. Aan het gebruik en/of de uitkomsten van deze rekentool kunnen derhalve geen rechten worden ontleend.

Het gehele tabblad



Figuur 1 Weergave van het tabblad 'Reken'.

Bovenstaand figuur is een screenshot van het rekentabblad waarop alle onderdelen (gedeeltelijk) zichtbaar zijn.

In de volgende paragrafen volgt een toelichting per onderdeel. Belangrijk om te bedenken is dat alle cellen die oranje zijn ingekleurd waarden bevatten (denk aan aanlegkosten, standaardaannames van maatregelen). Hier staan al getallen ingevuld maar deze kunnen door de gebruiker worden aangepast.

De vijf onderdelen van de rekentool zijn:

1. Tabel 1: Uitkomsten. Bevat de maatregelen samen met informatie over de aanleg- en beheerkosten. Daarnaast bevat het ook een paar rekenuitkomsten uit de individueel gemodelleerde maatregelen (Onderdeel 4).
2. Tabel 2 t/m 2.3: Invoer van gegevens. Deze tabellen bevatten informatie die het model nodig heeft om te rekenen. Deze informatie wordt door de gebruiker ingevuld op de invultabladen (locatiegegevens, factoren, ambitieniveau) en enkele overige gegevens (interceptiefactor).
3. Tabel 3 t/m 3.2: Advieswaarden. Deze tabellen bevatten data die wordt gebruikt in het advies. Hieronder valt het berekende scenario op basis van het tabblad 'Invoer factoren', standaardteksten die in het advies gepresenteerd worden op basis van keuzes op de invultabladen en berekende waarden die gepresenteerd worden in het advies per scenario (maatregelen, kenmerken, prijsrange, % tuin/dakoppervlak, standaardaannames).
4. Tabel 4 t/m 4.12: Maatregelen. Onder dit gedeelte zijn alle individueel gemodelleerde maatregelen te vinden. Hier worden de berekeningen per maatregel gedaan op basis van de gegevens die het model in Onderdeel 1 en 2 heeft gekregen.
5. Tabel 5 t/m 5.4: Custom bui module. Dit gedeelte is gemaakt voor het instellen van een custom bui, waarbij je zowel de T-situatie als duur van de bui kan instellen. De custom bui is een regenbui waarvan je wilt dat het systeem er nog goed mee om kan gaan, zonder veel wateroverlast. Omdat het klimaat verandert, verandert misschien ook de mening over wat een standard bui moet zijn. Dit onderdeel wordt op het moment niet in de andere tabbladen gebruikt maar is nog wel functioneel.

Onderdeel 1

Onderdeel 1 bestaat uit slechts één tabel.

TABEL 1: KOSTEN

Deze tabel 1 bevat de maatregelen met daaraan gekoppeld wat informatie en ook enkele berekeningen afkomstig uit Onderdeel 4. De aanlegkosten gemiddeld, minimaal, maximaal en beheerkosten per jaar zijn oranje gemarkeerd en kunnen dus naar wens veranderd worden. Voor de berekeningen zijn oppervlakte nodig om de wateropgave op te lossen, de gemiddelde, minimale en maximale kosten om de wateropgave op te lossen en de prijsrange. Deze waarden worden berekend onder Onderdeel 4 bij de individuele maatregelen en worden hier voor latere verwerking opnieuw gepresenteerd.

Zie onderstaand figuur voor een verdere uitleg over onderdeel 1.

Reken														
De volgende dient niet bewerkt te worden														
UITKOMSTEN														
TABEL 1 KOSTEN														
Nr.	Maatregel	Aanlegkosten ge	Kosten min.	Kosten max.	Per	Neerslag	Beheerkosten (€/j)	Per	Nodig voor 100%	Einheid	Kosten voor 1	Kosten 100% min	Kosten 100% max	Prijsrange
1	- Groen dak	120	100	150	m2	Dak	6	m2	7900	m2	900000	790000	1125000	€790000 - €1125000
2	- Blauw dak	230	200	240	m2	Dak	0	m2	2250	m2	517500	450000	540000	€450000 - €540000
3	- Groenblauw dak	100	50	150	m2	Dak	4.8	m2	2788	m2	278750	138375	415125	€138375 - €415125
4	- Regenont	350	200	500	m3	Dak	0	stuk	750	stuks	78750	45000	112500	€45000 - €112500
5	- Infiltratiekrat	475	350	600	m3	Dak,Tuin	5.3	m2	292	m2	105165	77490	132840	€77490 - €132840
6	- Wadi	75	75	75	m2	Dak,Tuin	0.75	m2	856	m2	64155	64155	64155	€64155 - €64155
7	- Grindkoffer	185	185	185	m2	Dak,Tuin	4	m1	1166	m2	215573	215573	215573	€215573 - €215573
8	- Opslagvoorzien	445	140	750	m3	Dak,Tuin	7.1	m3	156	m2	98523	30996	166050	€30996 - €166050
9	- Infiltratieput	125	100	150	stuk	Dak,Tuin	0	stuk	591	stuks	73800	59040	88560	€59040 - €88560
10	- Waterplein	1650	300	3000	m3	Dak,Tuin	1.8	m3	554	m2	365310	66420	664200	€66420 - €664200
11	- IT riool	175	175	175	m1	Dak,Tuin	7.1	m1	564	m2	197326	197326	197326	€197326 - €197326
12	- Greppel	350	100	200	m1	Dak,Tuin	1.1	m1	709	m2	106272	70848	141696	€70848 - €141696

Standaardwaarden

Berekend

Figuur 2 Weergave van onderdeel 1 op tabblad 'Reken'

Onderdeel 2

TABEL 2 INVOER AMBITIE KLIMAATADAPTATIE WAARDEN

Deze tabel gebruikt als eerst de gekozen neerslagsom van het tabblad 'Ambitie klimaatadaptatie'. Daarna wordt met de bui en het oppervlak (tabel 2.1) de wateropgave in m3 uitgerekend. Ook wordt hier de werkelijke wateropgave van de tuinen op basis van de verhardingsfactor (tabel 2.1.2) en interceptie (tabel 2.2) berekend. Al deze waarden worden in het advies gepresenteerd.

TABEL 2.1 INVOER LOCATIEGEGEVENS WAARDEN

Deze tabel bevat simpelweg de ingevulde informatie van het tabblad 'Invoer locatiegegevens'. Daarnaast berekent het op basis van de twee factoren ingevuld op dat tabblad ook de nieuwe oppervlaktewaarden (dakoppervlak beschikbaar voor maatregelen en verhard en onverhard oppervlak).

TABEL 2.2 INTERCEPTIEFACTOR

Deze tabel bevat de interceptiefactor. De interceptiefactor geeft aan hoeveel neerslag door de vegetatie wordt opgevangen en meteen weer verdampt. Deze neerslag bereikt dus niet de bodem. De interceptiefactor is nu ingesteld op één waarde en maakt geen verschil tussen grondsoort. Deze waarde is met oranje gemarkeerd en is dus aan te passen/aan te vullen. Deze waarde wordt samen met de verhardingsfactor (tabel 2.1.2) gecombineerd tot de hoeveelheid water op de tuinen (tabel 2).

TABEL 2.3

Deze tabel bevat de mogelijkheden die de gebruiker op het tabblad 'Invoer factoren' wordt aangeboden. Deze opties zijn JA en NEE. Op basis van de beantwoording van de vragen op dat tabblad wordt een scenario berekend (tabel 3.1).

Zie het figuur rechts voor een weergave van onderdeel 2.

	Q	R	S
TABEL 2 INVOER AMBITIE KLIMAATADAPTATIE WAARDEN			
Situatie	90	mm	
Daken	225	m3	
Tuinen	243	m3	
Tuinen (verhardingsfactor)	221.4	m3	
Totaal	468	m3	
TABEL 2.1 INVOER LOCATIEGEGEVENS WAARDEN			
Tabel 2.1.1 Daken			
Dak 1:	1000	m2	
Dak 2:	600	m2	
Dak 3:	500	m2	
Dak 4:	400	m2	
Dak 5:	0	m2	
Totaal:	2500	m2	
Beschikfactor:	90	%	
Oppervlak beschikbaar	2250	m2	
Tabel 2.1.2 Tuinen			
Tuin 1:	0	m2	
Tuin 2:	600	m2	
Tuin 3:	1200	m2	
Tuin 4:	900	m2	
Tuin 5:	0	m2	
Totaal:	2700	m2	
Verhardingsfactor:	20	%	
Opp onverhard:	2160	m2	
Opp verhard:	540	m2	
TABEL 2.2 INTERCEPTIEFACTOR			
Grondtype	Hoeveelheid (mm)		
Algemeen	10		
TABEL 2.3 INVOER FACTOREN			
Opties			
JA			
NEE			
JA			

Invoer locatiegegevens | Invoer factoren | Ambitie klimaatadaptatie

Figuur 3 Weergave van onderdeel 2 op tabblad 'Reken'.

Onderdeel 3

TABEL 3 ADVIES STANDAARDEKSTEN

Deze tabel bevat de standaardteksten die in het advies gepresenteerd worden. Het kiest een tekst na beantwoording van de vragen op het tabblad 'Invoer factoren' en een tekst op basis van het berekend bijbehorende scenario (tabel 3.1)

TABEL 3.1 BEREKEND SCENARIO

Deze tabel bevat het berekende scenario op basis van de ingevulde vragen op het tabblad 'Invoer factoren'. Aan de hand van welk scenario berekend is, kiest het model de nodige te presenteren data uit het desbetreffende scenario (tabellen 3.2.1 t/m 3.2.4).

P	Q	R	S	T	U	V	W
.00	TABEL 3 ADVIES STANDAARDEKSTEN						
.00	VRAAG	JA	NEE				
.00	Wateroverlast?	U heeft aangegev U heeft aangege					
.00	Dakwater afgekoppeld?	Het dakwater is a Al het dakwater					
.00	Bovengronds ruimte?	U heeft aangegev U heeft aangege					
.00	Infiltratiecapaciteit?	U heeft aangegev U heeft aangege					
	Scenario 1	Op basis van de gebiedsfactoren v					
	Scenario 2	Op basis van de gebiedsfactoren v					
	Scenario 3	Op basis van de gebiedsfactoren v					
	Scenario 4	"Op basis van de gebiedsfactoren					
	TABEL 3.1 BEREKEND SCENARIO:						
	1						
	Advies (1 van deze 4 tabellen):						
	TABEL 3.2 ENKELE WAARDEN GEPRESENTEERD IN ADVIES						
	Tabel 3.2.1 SCENARIO 1						
	Maatregelen	Kenmerken	Hoeveelheid	Eenheid	Prijsrange	% tuin/dakopp	Aannames
	- Waterplein	(bergend)	554	m2	€66420 - €664200	21	Diepte 0.4m, talud 1:0.
	- Greppel	(bergend, optione	709	m2	€70848 - €141696	26	Talud 1:3, bodemdiepte 0.5m, bodembreedte 1m.
	- Wadi	(bergend, infiltrat	856	m2	€64155 - €64155	32	Talud 1:3, bodemdiepte 0.4m, bodembreedte 1m.
	- Grindkoffer	(bergend, infiltrat	1166	m2	€215573 - €21557	43	Diepte 0.5m, bergingscapaciteit grind 38%.
	Tabel 3.2.2 SCENARIO 2						
	Maatregelen	Kenmerken	Hoeveelheid	Eenheid	Prijsrange	% tuin/dakopp	Aannames
	- Waterplein	(bergend)	554	m2	€66420 - €66420	21	Diepte 0.4m, talud 1:0.
	- Greppel	(bergend, optione	709	m2	€70848 - €14169	26	Talud 1:3, bodemdiepte 0.5m, bodembreedte 1m.
	Tabel 3.2.3 SCENARIO 3						
	Maatregelen	Kenmerken	Hoeveelheid	Eenheid	Prijsrange	% tuin/dakopp	Aannames
	- Infiltratiekrat	(bergend, infiltrat	292	m2	€77490 - €132840	11	Per krat: hoogte 0.4m, breedte 0.6m, lengte 1.2m, vulling krat 95%, hoogte stapeling: 2 stuks.
	- Infiltratieput	(bergend, infiltrat	591	stuks	€59040 - €88560	-	Diepte 1.5m, oppervlak 0.25m2.
	- IT-riool	(bergend, infiltrat	564	m2	€197326 - €19732	21	Diameter 0.5m.
	- Opslagvoorziening	(bergend)	156	m2	€30996 - €166050	6	Vergrotingsfactor 95%, hoogte 1.5m.
	- Groen dak	(bergend, droogte	7500	m2	€750000 - €11250	333	Substraatlaag 0.1m, bergingscapaciteit substraat 30%.
	- Blauw dak	(bergend)	2250	m2	€450000 - €54000	100	Waterhoogte 0.1m.
	- Groenblauw dak	(bergend)	2768	m2	€138375 - €41512	123	Substraatlaag 0.1m, drainagelaag 0.05m, bergingscapaciteit substraat 30%.
	- Regenton	(bergend, droogte	750	stuks	€45000 - €112500	-	Hoogte 1.2m, oppervlak 0.25m2.
	Tabel 3.2.4 SCENARIO 4						
	Maatregelen	Kenmerken	Hoeveelheid	Eenheid	Prijsrange	% tuin/dakopp	Aannames
	- Opslagvoorziening	(bergend)	156	m2	€30996 - €166050	6	Vergrotingsfactor 95%, hoogte 1.5m.
	- Groen dak	(bergend, droogte	7500	m2	€750000 - €11250	333	Substraatlaag 0.1m, bergingscapaciteit substraat 30%.
	- Blauw dak	(bergend)	2250	m2	€450000 - €54000	100	Waterhoogte 0.1m.
	- Groenblauw dak	(bergend)	2768	m2	€138375 - €41512	123	Substraatlaag 0.1m, drainagelaag 0.05m, bergingscapaciteit substraat 30%.
	- Regenton	(bergend, droogte	750	stuks	€45000 - €112500	-	Hoogte 1.2m, oppervlak 0.25m2.

TABEL 3.2 ENKELE WAARDEN GEPRESENTEERD IN ADVIES

Deze tabel bestaat uit vier onderdelen; elk onderdeel is één van de scenario's berekend op basis van de vragen gesteld op het tabblad 'Invoer factoren'. De tabellen bevatten de data die gepresenteerd worden in het advies. Deze waarden zijn:

- Maatregelen: afkomstig uit tabel 1.
- Kenmerken: standaardtekst.
- Hoeveelheid: afkomstig uit tabel 1.
- Prijsrange: afkomstig uit tabel 1.
- % tuin/dakopp: berekend op basis van de waarde Hoeveelheid en het tuin/dak oppervlak.
- Aannames: afkomstig uit tabel 4 (individuele maatregelen).

Zie het figuur links voor een weergave van onderdeel 3.

Figuur 4 Weergave van onderdeel 3 op tabblad 'Reken'.

Onderdeel 4

	A	B	C	D	E	F	G	H
51	TABEL 4 MAATREGELEN							
52	4.1 GROEN DAK			INVOER MODEL		Invoer water		
53	Gegevens groendak			Dakwater:		225 m3		
54	Oppervlak max			2250 m2				
55	Substraatlaag			0.1 m				
56	Maximale berging substra			67.5 m3				
57	Bergingscoëfficiënt			0.3				
58	EINDSITUATIE							
59	Wateraanbod			225 m3				
60	Prijs per eenheid gem			120 m2				
61	Prijs per eenheid min			100 m2				
62	Prijs per eenheid max			150 m2				
63	Prijs per m3			4000 €				
64	Onderhoudskosten per eenhe			6 m2				
65	Totale onderhoudskosten per			45000 €				
66	Opp nodig voor wateropgave			7500 m2				
67	Kosten wateropgave			900000 €				
68	Kosten wateropgave min.			750000 €				
69	Kosten wateropgave max.			1125000 €				
70								
71								
72								
73								
74								
75								
76	4.2 BLAUW DAK			INVOER MODEL				
77	Gegevens blauwdak			Dakwater:		225 m3		
78	Oppervlak max			2250 m2				
79	Maximale waterhoogte			0.1 m				
80	Maximale berging			225 m3				
81								
82								
83	EINDSITUATIE							
84	Wateraanbod			225 m3				
85	Prijs per eenheid			230 m2				
86	Prijs per eenheid min			200 m2				
87	Prijs per eenheid max			240 m2				
88	Prijs per m3			2300 €				
89	Onderhoudskosten per eenhe			0 m2				
90	Totale onderhoudskosten per			0 €				
91	Opp nodig voor wateropgave			2250 m2				
92	Kosten wateropgave			517500 €				
93	Kosten wateropgave min.			450000 €				
94	Kosten wateropgave max.			540000 €				
95								
96								

Alle oranje cellen bevatten de standaardaannames die ook terug te vinden zijn in tabel 3.2. Per maatregel worden op basis van de standaardaannames diverse afmetingen berekend. Ook wordt elke maatregel voorzien van de waarde van de praktische wateropgave.

Onder elke maatregel bevindt zich een tabel genaamd 'EINDSITUATIE'. Hierin worden de gemiddelde, minimale en maximale aanlegkosten (tabel 1) opnieuw gepresenteerd. Daaronder worden deze waarden samen met de waarde van de wateropgave gebruikt om de overige berekeningen te maken voor bijvoorbeeld het oppervlak/stuks nodig voor het oplossen van de wateropgave en de gemiddelde, minimale en maximale kosten. Deze berekende waarden worden vervolgens weer gepresenteerd in tabel 1 en gebruikt voor verdere verwerking naar de waarden in tabel 3.2.

Zie het figuur links voor een weergave van onderdeel 4.

Figuur 5 toelichtende weergave van onderdeel 4 op tabblad 'Reken'.

Onderdeel 5

Dit onderdeel is tijdens het opstellen van het model gemaakt om de gebruiker vrijheid te geven om een standaard bui in te stellen. Hierbij kan een T-situatie ingesteld worden en een tijdsframe. Door deze twee waarden komt er een bepaalde neerslagsom uit die de tool samen met de verkregen oppervlakken (tabel 2.1) zou kunnen gebruiken om tot een hoeveelheid water te komen. Deze module wordt niet gebruikt door de overige rekenbladen maar is op zichzelf nog wel functioneel.

Zie onderstaand figuur voor een weergave van onderdeel 5.

TABEL 5.1 T situatie, tijdsinterval														
T =	100													
Tijdsinterval	4													
Neerslag (nieuw)	78													
Tabel 5.2 Wateraanbod														
Daken	190													
Binnentuin	210.6													
Totaal	405.6													
Tabel 5.3 Bui														
Tijd (uren)	0	0.16	0.25	0.5	1	2	4	8	12					
Neerslag (mm)	0	28.7	34.5	45.8	57.7	68.4	78	86.2	90.2					
Neerslag daken(m3)	0	71.75	86.25	114.5	144.25	171	195	215.5	225.5					
Neerslag binnentuin(m3)	0	77.49	93.15	123.66	155.79	184.68	210.6	232.74	243.54					
Neerslag totaal (m3)	0	149.24	179.4	238.16	300.04	355.68	405.6	448.24	469.04					
Tabel 5.4 Buitentabel Kortdurig														
Minuten	Uren	1	2	5	10	20	25	50	100	200	250	500	1000	10000
0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	0.16	10.20	12.20	15.10	17.50	20.30	21.30	24.70	28.70	33.40	35.00	40.80	47.60	80.00
15	0.25	11.20	13.70	17.10	20.20	23.70	24.90	29.30	34.50	40.70	43.00	50.80	60.20	110.00
30	0.5	13.50	16.60	21.20	25.30	30.20	32.00	38.20	45.80	55.00	58.40	70.40	84.90	160.00
60	1	16.20	20.00	25.80	31.00	37.20	39.50	47.70	57.70	70.00	74.50	90.70	110.60	220.00
120	2	19.50	24.00	30.70	36.80	44.20	46.90	56.50	68.40	83.10	88.60	108.00	132.10	260.00
240	4	23.40	28.40	35.90	42.80	51.10	54.10	64.80	78.00	94.10	100.10	121.40	147.60	290.00
480	8	27.70	33.40	41.70	49.10	58.00	61.20	72.50	86.20	102.80	108.90	130.40	156.70	290.00
720	12	30.50	36.50	45.20	52.90	61.90	65.20	76.60	90.20	106.60	112.50	133.40	158.60	290.00

Figuur 6 weergave van onderdeel 5 op tabblad 'Reken'.

Standaardtraject

Om de rekentool te gebruiken volg je deze stappen:

- Je start met Tabel 1. Deze bevat standaardwaarden over de prijs. De waarden kun je bij elke individuele maatregel aanpassen.
- Vervolgens ga je verder met de tabellen onder 2. Je vult de oppervlakken in (tabel 2.1), het ingestelde ambitieniveau (tabel 2), de interceptiefactor (tabel 2.2) en het berekende scenario op basis van de gebiedsfactoren (tabel 2.3). Dan worden de technische en de werkelijke wateropgave berekend (tabel 2). Dit wordt in het advies gepresenteerd. Daarnaast wordt op basis van het berekende scenario de bijbehorende set maatregelen met kenmerken in het advies gepresenteerd samen met de standaardteksten (tabel 3.2 en 3).
- De individuele maatregelen worden gevoed met de waarden voor de prijzen en de wateropgave. Op basis hiervan wordt per maatregel berekend hoeveel oppervlak of stuks het nodig heeft om de wateropgave op te lossen en daarbij wordt de prijsrange aangegeven. Deze berekende waarden worden weer in tabel 1 gepresenteerd. Deze berekende waarden die nu in tabel 1 staan worden overgenomen in tabellen 3.2.1 t/m 3.2.4.
- Eén van de tabellen van 3.2.1 t/m 3.2.4 wordt op basis van het berekende scenario gepresenteerd in het advies.

Colofon

Dit handvat is onderdeel van de Groencatalogus Sociale Woningbouw, het eindproduct van het Topsector project Prettig Groen Wonen. Het project liep van 1 maart 2019 t/m 31 december 2021. Het is gefinancierd door Topsector Tuinbouw en Uitgangsmaterialen, de gemeente Den Haag en de woningcorporaties Staedion, Vestia en Haag Wonen. Projectpartners waren Wageningen Environmental Research (onderdeel van de WUR), het Wellantcollege in Rijswijk (nu onderdeel van Yuverta) en Van Hall Larenstein in Velp.

Auteurs: Elmo van den Beld, Robbert Snep
Illustraties en vormgeving: Ineke Weppelman
Foto's: Elmo van den Beld

Met bijdragen van: Peter Willemse, Tjerron Boxem

Teksten en afbeeldingen uit dit document mogen gebruikt worden met bronvermelding na overleg met de auteurs (robbert.snep@wur.nl, judith.klostermann@wur.nl, ineke.weppelman@wur.nl).

Dit document en alle andere onderdelen van de Groencatalogus Sociale Woningbouw zijn [hier](#) te vinden, op de website van het project Prettig Groen Wonen. Zie ook het webadres onderaan deze pagina.

15 december 2021, Wageningen

