
Klimaatadaptatie in een Stroomversnelling

Waterberging als tastbare maatregel in Stroomversnelling projecten

Klaas Vegter en Merel Philippart (Stroomversnelling)
September 2016

Met speciale dank aan:

Hugo Gastkemper
André Rodenburg
Fokko Dijkstra
Peter Ketelaars
Anne-Marie Bor
Leon Valkenburg

Stichting RIONED
Gemeente Rotterdam
Wavin
Waterschap Aa en Maas
Green Deal Groene Daken
Witteveen+Bos



**stroom
versnelling**



Ministerie van Infrastructuur en Milieu

Samenvatting

Dat het klimaat verder verandert kan niet worden voorkomen, hoe succesvol de mitigatiestrategie van Nederland ook is. De afgelopen zomer laat zien dat de gevolgen niet mis zijn. De verwachting is dat de overlast en kosten ten gevolge van klimaatverandering de komende jaren alleen maar zullen toenemen. Dit heeft een directe relatie met de leefbaarheid van wijken en de betaalbaarheid van wonen. Klimaatadaptatie is daarom een essentieel onderdeel van een toekomstbestendig Nederland.

Stroomversnelling richt zich op het Nul op de Meter maken van de ruim 3 miljoen naoorlogse woningen uit de jaren '50 tot en met '80. De afgelopen periode is onderzoek gedaan naar de vraag of klimaatadaptatieve maatregelen in Stroomversnelling projecten geïntegreerd kunnen worden. Hierbij is gefocust op een van de belangrijkste uitdagingen in het stedelijk gebied: de toename van het aantal hevige regenbuien.

De verkenning laat zien dat het realiseren van waterberging op het niveau van de woning en de tuin een belangrijke bijdrage kan leveren aan de opvang van hevige regenval. Dit kan in veel gevallen een betaalbare en doelmatige oplossing zijn. Daarbij zijn er wel twee belangrijke voorwaarden: er moet per woning een significante hoeveelheid waterberging gecreëerd worden én dit moet op grotere schaal worden toegepast. Alleen dan is het een volwaardig alternatief voor centrale en vaak dure maatregelen zoals het vergroten van het rioolstelsel.

In het licht hiervan biedt de aanpak van Stroomversnelling een kans. De schaalgrootte van Stroomversnelling biedt een unieke mogelijkheid om grote hoeveelheden regenwater op het niveau van de woning op te vangen (en te hergebruiken). Deze schaalgrootte biedt tevens het perspectief

dat nodig is om de markt uit te dagen met nieuwe betaalbare oplossingen te komen. Een aantal voorbeeldoplossingen om water te bergen in Nul op de Meter projecten zijn in dit rapport al theoretisch uitgewerkt en klaar om in de praktijk toegepast te worden.

Het realiseren van dit toekomstperspectief vraagt om actieve participatie van lokale stakeholders. Hoewel de investering bij de woningeigenaar komt te liggen, komen de baten tevens bij anderen partijen terecht zoals de gemeente en het waterschap. Er zijn nieuwe financiële instrumenten nodig om deze onbalans op te heffen. Gemeenten en waterschappen kiezen er in toenemende mate al voor om te co-investeren. Op termijn kan het differentiëren van belastingen en heffingen een structurele oplossing worden. In alle gevallen is het essentieel dat gemeenten en waterschappen een visie hebben op het vraagstuk per gebied. Alleen dan is het mogelijk om dit handelingsperspectief effectief te implementeren.

Inhoudsopgave

■	Samenvatting.....	2
■	Inleiding.....	4
■	De opgave.....	5
■	Handelingsperspectief.....	7
■	De business case.....	10
■	Financiële constructies.....	13
■	Andere stimuleringsmechanismen	16
■	Conclusie en route voor opschaling.....	17
■	Bijlage 1: Beslisboom meekoppelen Stroomversnelling project.....	19
■	Bijlage 2: Voorbeeldoplossingen	20

Inleiding

Stroomversnelling

Stroomversnelling is een netwerk van ambitieuze bouwers, toeleveranciers, corporaties, gemeenten, financiers, netbeheerders en anderen die samenwerken om Nul op de Meter renovaties en nieuwbouw mogelijk te maken. Via het vernieuwen van de woningvoorraad geeft Stroomversnelling vorm aan de energietransitie in de gebouwde omgeving. En dat moet op grote schaal: om de doelstellingen van het Energieakkoord te behalen moeten meer dan 100.000 woningen per jaar Nul op de Meter worden gemaakt.

Ongeacht het succes van de mitigatiestrategie van Nederland zal er altijd een bepaalde mate van klimaatverandering plaatsvinden. Steeds vaker zijn de gevolgen hiervan merkbaar. Klimaatadaptatie in de bestaande woningvoorraad is noodzakelijk om deze gevolgen het hoofd te bieden. Lokale overheden moeten hiervoor ingrijpen in de verouderde watersystemen van bestaande wijken. Wijken waar ook Stroomversnelling projecten plaatsvinden.

Door de klimaatadaptatie opgave aan Stroomversnelling te verbinden kunnen twee vliegen in een klap worden geslagen: de Nul-op-de-Meter woningen worden toekomstbestendiger én er wordt een bijdrage geleverd aan het realiseren van klimaatadaptieve wijken.

Het afgelopen jaar is een verkenning gedaan naar het verbinden van klimaatadaptatie aan Stroomversnelling. Klimaatadaptatie is een breed thema waar uiteenlopende opgaven onder geschaard kunnen worden, van wateroverlast tot hittestress en slappe bodem. Om gericht te kunnen werken aan handelingsperspectief, is gedurende het proces gekozen om hierin af te bakenen. Dit rapport richt zich daarom specifiek op de hemelwateropgave. De toename van het aantal hevige piekbuien door klimaatverandering speelt een rol door heel Nederland. Er liggen kansen om oplossingen hiervoor te combineren met Stroomversnelling projecten. In dit rapport zijn de bevindingen van deze verkenning opgeschreven.

De opgave

Klimaatverandering leidt in Nederland tot hogere temperaturen, een toename van het aantal droge periodes en het aantal piekbuien in de zomer. Het leidt ook tot meer langdurige regenval in de winter. Een groot deel van het stedelijk gebied is hier niet op gebouwd. Steeds vaker zijn de gevolgen van klimaatverandering voor bewoners en woningeigenaren merkbaar.

In de gebieden waar Stroomversnelling zich op richt – het bestaand stedelijk gebied – is vooral de toename van het aantal hevige buien een probleem. Een gemiddeld rioolstelsel is erop gebouwd om 20 tot 30 mm per uur af te voeren. Bij extreme buien (bijvoorbeeld 20 mm in 0,5 uur of 60 mm in 1,5 uur) kan er op bepaalde plekken gedurende korte tijd water op straat komen te staan. Soms valt een bui die zo hevig is dat het serieuze schade veroorzaakt aan woningen en in de openbare ruimte.

De hevigste bui in Nederland officieel gemeten is tot nu toe gevallen in Herwijnen (Gelderland) met 93 mm in 70 minuten. De KNMI-scenario's voorspellen dat er steeds meer van zulke extreme buien zullen voorkomen. Verzekeraars schatten dat de kosten ten gevolge van klimaatverandering de komende jaren met tientallen miljoenen per jaar gaan [toenemen](#). Ook de toename van langdurige regenval in de winter leidt, als we geen maatregelen nemen, tot meer wateroverlast en -schade. Dat komt omdat water uit het stedelijk gebied niet afgevoerd kan worden naar buiten de stad, omdat na langdurige natte periodes niet altijd voldoende ruimte meer is om het water op te vangen.

Vanuit die achtergrond kijken gemeenten en waterschappen naar manieren om hun gebieden hier beter op in te richten. Oplossingen worden meestal gezocht in het openbare gebied.

Bijvoorbeeld door het vergroten van de riolering of het creëren van tijdelijke waterberging in het groen en openbaar gebied van de wijk. Of in het buitengebied: het maken van overloopgebieden en het verruimen van de rivieren. Maatregelen nemen in het openbaar gebied heeft echter beperkingen. Vooral in bestaand stedelijk gebied – waar de openbare ruimte al is ingericht – is er beperkte ruimte om extra waterberging te creëren.

Ingrepen zijn daardoor vaak duur. Het vergroten van afvoer via de riolering kost meestal nog veel meer en is niet altijd afdoende. De snelheid waarmee resultaat behaald kan worden is bovendien laag; rioleringen worden in de meeste gebieden maar eens in de 60 tot 80 jaar vervangen¹. Daardoor duurt het erg lang voordat het gehele systeem aangepast is. Een groot gedeelte van het stedelijk gebied is bovendien niet in publiek maar in privaat bezit. Door de oplossing alleen in openbaar gebied te zoeken wordt een belangrijk deel van de mogelijke oplossingen buiten beschouwing gelaten.

Vanuit de ervaring dat het steeds moeilijker wordt om alle benodigde waterberging in het openbaar gebied te regelen en vanuit de visie dat het uiteindelijk goedkoper is om de oplossing zo dicht mogelijk bij de bron te zoeken, onderzoeken steeds meer gemeenten en waterschappen een aanpak waar maatregelen op privaat terrein onderdeel van zijn.

Hier ligt een belangrijke link met Stroomversnelling. Stroomversnelling ontwikkelt Nul-op-de-Meter concepten en heeft zich ten doel gesteld om op grote schaal woningen en wijken te vernieuwbouwen, zowel voor sociale huur als voor particulieren. Dat gebeurt in eerste instantie voor de ongeveer 3 miljoen naoorlogse woningen en wijken uit de jaren '50 tot en met '80.

¹ In gebieden met slappe bodem is dat vaker: eens in de 20 tot 40 jaar

Deze woningen vertegenwoordigen meer dan de helft van de Nederlandse woningvoorraad. Door de klimaatadaptatie opgave te verbinden aan Stroomversnelling kan een significante bijdrage geleverd worden aan het realiseren van klimaatadaptieve oplossingen op privaat terrein en daarmee aan klimaatadaptieve steden. In samenwerking met verschillende stakeholders en experts hebben we hier handelingsperspectief voor ontwikkeld.

Hittestress

Omdat klimaatverandering leidt tot hogere temperaturen is er, met name in het stedelijk gebied, een verhoogd risico op hittestress. Vooral voor ouderen is hittestress problematisch.

Uit experimenten van *Energiesprong* blijkt dat wanneer woningen stevig geïsoleerd worden, het van belang is de gevolgen op de interne temperatuur in de zomer mee te nemen. Bij goed gebruik houdt een goed geïsoleerde woning niet alleen 's winters de warmte binnen maar ook beter de koelte in de zomer.

In het Nul op de Meter keur is conform GIW ISSO 2008 een eis opgenomen voor het maximaal aantal uren boven de 25,5 °C en wordt aangehouden dat het na renovatie minimaal beter moet zijn dan de uitgangssituatie.

Handelingsperspectief

Een algemene stelregel in Nederland is dat er per 15 tot 20 m² verhard oppervlak 1 kuub (1000 liter) hemelwater geborgen moet kunnen worden om de meest hevige piekbuien op te kunnen vangen (dat is voldoende berging om piekbuien tussen de 50 mm en 67 mm op te vangen). Vanuit het oogpunt dat hevigere buien nu al vallen en alleen maar zullen toenemen is de vraag of dit genoeg is. Naast het mogelijk stellen van hogere normen is waterrobuust bouwen (zie kader) daarom ook een belangrijk aspect van een klimaatadaptieve omgeving. Per gemeente kunnen natuurlijk verschillende normen worden gehanteerd. Rotterdam hanteert bijvoorbeeld het uitgangspunt dat er voldoende bergingscapaciteit moet zijn voor buien van 50 mm in 1 uur en 80 mm in 24 uur.

Lokale overheden kunnen er dus voor kiezen om een gedeelte van de gewenste berging te realiseren op het openbaar terrein en een gedeelte te realiseren op privaat terrein.² Zo'n gecombineerde aanpak is perspectiefrijk³ maar alleen succesvol als er aan een aantal voorwaarden wordt voldaan:

- Lokale overheden moeten expliciet voor deze aanpak kiezen en hier beleid en middelen aan verbinden.
- Het realiseren van maatregelen op privaat gebied kan alleen in samenwerking met private woning- en grondbezitters zoals particulieren en woningcorporaties. Er is dus overleg en afstemming nodig.
- Er wordt pas een significante bijdrage aan de opgave geleverd als er voldoende schaal wordt gerealiseerd. Ergo: als er voldoende woningeigenaren maatregelen nemen.

Waterrobuust bouwen

Soms vallen er buien die heviger zijn dan de hoeveelheid berging die realistisch gezien gecreëerd kan worden.

Naast het creëren van waterberging is het daarom belangrijk gebieden zo in te richten dat regenwaterschade in deze gevallen wordt voorkomen, bijvoorbeeld door voorzieningen aan te treffen die voorkomen dat het water bij woningen naar binnen kan lopen. Dit speelt met name in die specifieke gebieden waar wateroverlast vaker voorkomt, zoals in de lager gelegen delen van de stad.

Relatief kleine ingrepen zoals het verhogen van drempels kunnen al een belangrijke bijdrage leveren. Het is daarom verstandig om bij Stroomversnelling projecten in de meest kwetsbare gebieden het gesprek te voeren met de initiatiefnemers over de risico's en mogelijke manieren om woningen waterrobuust te maken.

Meer informatie over waterrobuust bouwen is te vinden in het boek ['Waterrobuust bouwen'](#).

² Ontwerprichtlijnen: Riolering heeft meestal max 10 mm berging. Oppervlaktewater circa 25-50 mm.

³ Als de omgevingsfactoren negatief zijn - weinig waterberging en ontwikkelingen, gecombineerd met een bodem die weinig water kan bergen - zijn maatregelen op privaat terrein zelfs essentieel voor de leefbaarheid en het ondervangen van wateroverlast.

De volgende vraag is wat er op privaat terrein realistisch gezien gedaan kan worden. De ene maatregel realiseert namelijk meer waterberging en draagt dus meer bij aan de opgave dan de andere maatregel. Om te zorgen dat maatregelen voldoende bijdragen, kan de gemeente streven naar een bepaalde bergingscapaciteit per woning of daar zelfs een norm voor stellen. In overleg met de betrokken bouwers, woningcorporaties en experts is vastgesteld dat voor Stroomversnelling projecten 2 kuub berging per woning een realistisch uitgangspunt is. Deze hoeveelheid waterberging is betaalbaar en technisch te integreren in Nul op de Meter woningen. En hiermee draagt elke woning bovendien significant bij aan het opvangen van hemelwater. Een woning met een dakoppervlak van 50 m² kan daarmee alle regen die op het eigen dak valt bij een bui van 40 mm zelf opvangen. De kans op waterschade in wijken in het geval van piekbuien wordt zo verkleind. Het is dan wel noodzakelijk dat de waterbergende voorzieningen 48 uur na afloop van de bui weer beschikbaar zijn.

Waterberging op, onder en rondom een Nul op de Meter woning kan op verschillende manieren worden gerealiseerd. Als stelregel kan worden aangehouden dat het realiseren en in stand houden

van een kuub waterberging per woning ongeveer 500 euro kost⁴. Bij grotere projecten waar op schaal ingekocht kan worden, zoals bij een project van een woningcorporatie, zullen de kosten per kuub berging lager zijn dan bij een klein project.

Als er bergingscapaciteit gecreëerd is bij een woning, is het vervolgens de vraag wat er met het opgevangen water gebeurt. Er zijn twee hoofdroutes die bij Nul op de Meter projecten bewandeld kunnen worden: a) het hemelwater infiltreren of b) het hemelwater afvoeren. Onafhankelijk van de gekozen route is het daarnaast mogelijk om c) het opgevangen water te hergebruiken. Zie het kader voor meer toelichting op deze opties.

De meest ideale oplossing is afhankelijk van de doelstellingen van de lokale stakeholders (woningeigenaar, de gemeente en het waterschap) en de gebiedskenmerken. De huidige beschikbare waterberging, ontwikkelingen in de directe omgeving en de bodemgesteldheid zijn hierbij bepalend.

⁴ Dit getal is vastgesteld in afstemming met de leveranciers van bergingsoplossingen, bouwers en experts. Het genoemde bedrag bestaat uit materiaalkosten, werkzaamheden op locatie, zoals graafwerkzaamheden en additionele onderdelen, zoals een bladvanger. Afhankelijk van de lokale context kunnen er additionele kosten bijkomen.

a) Hemelwater infiltreren

De mogelijkheid om regenwater ter plaatse in de bodem laten lopen (infiltreren) is afhankelijk van het type bodem en de grondwaterstand. Ook andere overwegingen dan het opvangen van hevige buien kunnen van invloed zijn, zoals de beschikbare ruimte, beheerbaarheid van de infiltratievoorzieningen, de wens om minder regenwater naar de zuivering te brengen en de kosten.

b) Hemelwater (vertraagd) apart afvoeren

Soms is het niet haalbaar om hemelwater permanent te vast te houden, het alternatief is dan dat het hemelwater vertraagd afgevoerd wordt via de riolering. In het gemengde stelsel worden hemelwater en afvalwater samen afgevoerd naar de rioolwaterzuivering. Alternatief is het gescheiden stelsel met een afzonderlijke afvoer van hemelwater naar sloten en vijvers of naar de bodem.

c) Hemelwater hergebruiken

Als hemelwater op woningniveau wordt opgevangen en geborgen, kan er relatief laagdrempelig voor gekozen worden om (een gedeelte van) het hemelwater te gebruiken als alternatief voor kraanwater. Waar nu in de tuin en het huishouden meestal gebruik gemaakt wordt van drinkwater, kan dit door een hemelwatersysteem vervangen worden voor regenwater. Het water wordt dan gefilterd en via een pomp verplaatst naar de gebruikspunten. Bewoners kunnen hiermee besparen op hun waterrekening. Regenwater is bovendien van nature zacht en schoon. Planten doen het beter op regenwater, er is bij regenwater minder verkalking in de wasmachine en er komen geen strepen op de ramen of op de auto bij het wassen.

Zie bijlage 2 voor een voorbeeldoplossing waarmee gevarieerd kan worden met bovenstaande varianten.

De business case

Lokale overheden kunnen op verschillende manieren onderzoeken of het wenselijk is om klimaatadaptieve maatregelen te nemen op particulier terrein en vervolgens bepalen wat daar de business case van is: 1) het kan per project bepaald worden; 2) het kan voor een gebied bepaald worden; 3) het kan voor het gehele watersysteem bepaald worden. Vanuit elk perspectief kunnen de kosten en baten in kaart worden gebracht om te bepalen wat doelmatig is. Het is van belang om te beseffen dat het gekozen perspectief een belangrijke invloed heeft op de uitkomst van de analyse.

1. Een projectperspectief

Een voorbeeld van een project kan zijn: een woningcorporatie die 30 woningen naar Nul-op-de-Meter renoveert, de woningen afkoppelt en per woning 2 kuub water realiseert. In dit geval zijn de kosten voor de maatregelen duidelijk en kwantificeerbaar, die bestaan namelijk uit de aanleg en het onderhoud van de bergende maatregelen. De baten zijn vanuit een projectperspectief goed te benoemen maar een stuk minder makkelijk te uit te drukken in geld. De 30 woningen leveren in dit geval in totaal 60 kuub waterberging op en voorkomen bovendien dat er hemelwater naar de waterzuivering wordt afgevoerd. Welke bijdrage het project daarmee precies levert aan het voorkomen van wateroverlast en/of het voorkomen van kosten is moeilijk kwantificeerbaar.

Bovendien is dat afhankelijk van wat er in de rest van het gebied gebeurt. Dat geldt in zekere zin ook voor andere positieve effecten van klimaatadaptieve maatregelen zoals verkoeling, vergroening en fijnstofvermindering. Tools zoals [TEEB stad](#) kunnen hier wel inschattingen voor maken.

Willen gemeente en waterschap een precieze kostenberekening maken, en vanuit daar ook

een investeringsbedrag bepalen, dan is het verstandiger om vanuit een groter perspectief naar klimaatadaptatie op particulier terrein te kijken. Hoewel een business case op projectniveau dus lastig is, kan een gemeente altijd vanuit andere overwegingen bepalen of zij een bepaalde ingreep wenselijk vindt. De beslisboom in bijlage 1 kan hierbij helpen. Een goede eerste stap vanuit een projectperspectief is in elk geval om het gesprek tussen initiatiefnemer en gemeente over het project plaats te laten vinden.

2. Een gebiedsperspectief

Lokale overheden kunnen er voor kiezen om vanuit een gebiedsperspectief te kijken naar maatregelen op particulier terrein. Er wordt dan onafhankelijk van individuele projecten een analyse gemaakt om te bepalen of waterberging op particulier terrein een doelmatige oplossing is. In dit geval zijn de kosten van deze benadering beter in kaart te brengen dan op projectniveau en kan het ook goed afgezet worden tegen alternatieven.

Om te illustreren hoe zo'n afweging gemaakt kan worden, nemen we een (versimpelde) voorbeeldsituatie. We gaan uit van een standaard fictief gebied en de kengetallen zoals stichting RIONED die ook gebruikt in haar voorbeelden, zie hiervoor tabel 1.

Aantal woningen	400 woningen
Gemiddelde woningbezetting	2,3 inw./woning
Aangesloten verhard oppervlak	8,00 ha
Type riolering	Gemengd
Capaciteit riolering	20 mm/h
Overige bergingscapaciteit oppervlaktewater	20 mm

Tabel 1: Kengetallen fictieve wijk

In een gebied met bovenstaande karakteristieken wil de gemeente de bergingscapaciteit vergroten om overlast en schade door piekbuien te voorkomen. Ze heeft daarnaast een opgave om de riolering te vervangen. Ze heeft bepaald dat de capaciteit in het gebied uitgebreid moet worden om buien van 60 mm per uur op te kunnen vangen. Momenteel is de capaciteit in het gebied voldoende voor regenbuien van 40 mm (20 mm riolering en 20 mm berging in oppervlaktewater). Dat betekent dus dat er voldoende berging bij moet komen om 20 mm extra op te vangen.

Voor het hele gebied gaat dat totaal om 1600 kuub water ((20 mm extra bergingscapaciteit * 80.000

m² verhard oppervlak)/1000). De gemeente heeft meerdere opties geanalyseerd en wil nu kiezen tussen twee opties die hetzelfde effect hebben:

- **Optie 1**

Het gemengde riool vervangen voor een gescheiden riolering met een grotere capaciteit van 40 mm. Er zijn geen extra bergende maatregelen nodig.

- **Optie 2**

Het gemengde riool vernieuwen en tegelijkertijd de woningen afkoppelen van het riool. De capaciteit van de riolering blijft hetzelfde. In plaats daarvan wordt er 10 mm extra berging op privaat terrein en 10 mm extra berging op publiek terrein gerealiseerd.

Optie 1	Eenheid	Totaal	Optie 2	Eenheid	Totaal
Gemengd stelsel vervangen voor gescheiden stelsel	€ 11.200 per woning	€ 4.480.000	Gemengd stelsel vernieuwen	€ 6.600 per woning	€ 2.640.000
			Waterberging publiek terrein (800 kuub)	€ 500 per kuub	€ 400.000
			Waterberging privaat terrein (800 kuub)	€ 500 per kuub	€ 400.000
Totale kosten		€ 4.480.000			€ 3.440.000

Tabel 2: Simpele kostenanalyse van twee verschillende opties voor het creëren van additionele waterberging

Uitgaande van deze aannames en kengetallen laat de berekening zien dat het in bovenstaande geval goedkoper is om voor de tweede optie te kiezen. Daarbij moet aangemerkt worden dat het sterk afhankelijk van het gebied is wat uiteindelijk de gewenste maatregelen en de uitkomst van de berekening is. Eventuele knelpunten bij het realiseren van de opties, en daarmee de haalbaarheid van de verschillende opties, zijn niet meegenomen (zie hiervoor het hoofdstuk over stimuleringsmechanismen).

3. Een systeemperspectief

Een derde mogelijkheid voor lokale overheden is om vanuit een systeemperspectief naar het rioolstelsel te kijken. Dit strekt verder dan een gebied van enkele honderden woningen, want het gaat over het hele stelsel, mogelijk zelfs inclusief de waterzuivering. Dit perspectief past het beste bij wat waterambassadeur Henk Ovink [stelt](#) wanneer hij zegt: *'don't respond to the past, but build for the future'*.

De vraag wordt gesteld: hoe moet het systeem er over 40 jaar uit zien? Vanuit dat perspectief gaan andere overwegingen een rol spelen. Zo kunnen gemeente en waterschap het belangrijk vinden om toe te werken naar een zo geconcentreerd mogelijke afvalwaterstroom omdat ze verwachten dat zo in de toekomst deze stroom beter benut kan worden voor het opwekken van energie en het hergebruiken van grondstoffen. Op basis hiervan kan een gemeente er bijvoorbeeld voor kiezen om een totale systeemverandering na te streven en alle woningen af te koppelen van de riolering.

Vanuit zo'n visie wordt vervolgens bekeken wat uiteindelijk de mogelijkheden zijn om dit te realiseren en welke kosten en baten hiermee gepaard gaan. Dit leidt tot een grove kosten-baten analyse die zicht geeft op de belangrijkste investeringen die gedaan moeten worden. Omdat dit over een lange termijn gaat blijft er veel onzekerheid gepaard gaan met deze cijfers. Op gebiedsniveau zal altijd bepaald moeten worden wat vanuit de visie op een bepaald moment in de tijd haalbaar is. Omdat het om een systeemverandering gaat, zullen de kosten in het begin hoger zijn. Het kan handig zijn om hiervoor een post 'transitiekosten' op te nemen in de begroting.



Financiële constructies

Ook als dat zinvol en financieel haalbaar is, is het niet vanzelfsprekend dat er in Stroomversnelling projecten klimaatadaptieve maatregelen worden genomen. Een belangrijk knelpunt is de manier waarom het watersysteem wordt bekostigd. De huidige inrichting van de rioolheffing en waterschapsbelasting gaat uit van slechts twee partijen die investeringen doen, namelijk de gemeente of het waterschap. Zij zijn degenen waar, in het huidige systeem, zowel de kosten (de investering) als de inkomsten (heffingen en belastingen) komen te liggen. Bij maatregelen op privaat terrein gaat dit echter niet op. Er is in het bekostigingssysteem dan een onbalans; de woningeigenaar maakt kosten maar daar tegenover staan niet automatisch inkomsten.

In tegenstelling tot energie is er op het gebied van klimaatadaptatie dus geen direct terugverdienmechanisme voor de woningeigenaar. Als lokale overheden in hun beleid klimaatadaptieve maatregelen op privaat terrein opnemen, dan zullen ze ook na moeten denken over de manier waarop er compensatie plaats kan vinden voor degene die de investering doet. Daarvoor zijn nieuwe financiële constructies nodig. Grofweg zijn hier twee aanvliegroutes voor:

- 1) co-investeren
- 2) differentiëren op heffingen en belastingen.

Co-investeren lijkt meer te passen bij een project- of gebiedsperspectief. Het differentiëren van heffingen en belastingen past beter bij een systeemperspectief.

1. Co-investeren

Door te co-investeren grijpt de overheid in op de uitgavenkant van het bekostigingssysteem. Door middel van een (eenmalige) vergoeding betaalt ze

mee aan klimaatadaptieve investeringen die door anderen gedaan worden. Co-investeren heeft als voordeel dat er relatief weinig administratieve handelingen nodig zijn en dat er beter gestuurd kan worden op het nemen van maatregelen op specifieke plekken.

Er zijn verschillende manieren waarop een co-investering vorm kan krijgen. Zo hebben een aantal gemeenten en waterschappen subsidies ingesteld om klimaatadaptieve maatregelen te stimuleren. Een [voorbeeld](#) is de subsidie van het Waterschap Aa en Maas, waarbij voor samenwerkingsprojecten een bijdrage van 30% kunnen krijgen op de maatregel die zij nemen. Soms wordt het subsidiebedrag gekoppeld aan een bepaalde prestatie, bijvoorbeeld aan de hoeveelheid gerealiseerde waterberging. Zo heeft de gemeente Rotterdam voor bepaalde wijken geregeld dat woningeigenaren een vergoeding kunnen ontvangen tussen de € 500 en € 1000 per kuub waterberging, onder de voorwaarde dat er met de maatregel tevens een bijdrage wordt geleverd aan de leefbaarheid van de wijk. Een andere mogelijkheid is een vergoeding in te stellen per m² afgekoppeld verhard oppervlak. De [gemeente Zutphen](#) hanteert bijvoorbeeld een subsidie van € 8,- per m² afgekoppeld dakoppervlak. Afhankelijk van de opgave en de business case in een bepaald gebied, zullen de vergoeding en de voorwaarden die daaraan verbonden zijn verschillen.

Het nadeel van reguliere subsidies is dat deze gericht zijn op de individuele eigenaar en dat er dus een bepaalde onzekerheid is over de effectiviteit - doen er wel voldoende woningeigenaren mee? Een interessant alternatief in het kader van co-investeren is de '[social impact bond](#)' (SIB). Dat is een innovatief financieel instrument voor het bekostigen van oplossingen voor maatschappelijke vraagstukken. Op de website van de gemeente

Rotterdam, de eerste gemeente die in Nederland met dit instrument heeft gewerkt, wordt het als volgt beschreven:

De SIB constructie is opgebouwd uit een aantal partijen, waaronder een overheid, een sociaal ondernemer, investeerder(s), een beoordelaar (assessor) en eventueel een intermediair. Deze combinatie van partijen maakt het voor een sociaal ondernemer mogelijk een innovatieve maatschappelijke interventie uit te voeren. De investeerder stelt vooraf de benodigde financiering voor de interventie beschikbaar. Bij een bewezen besparing betaalt de overheid het geïnvesteerde bedrag terug met eventueel een rendement uit de gerealiseerde besparing. De resultaten worden gemeten door een onafhankelijke beoordelaar. Vooraf maken de partijen op gelijkwaardige voet afspraken over de realiseren maatschappelijke opbrengsten en de financiële beloning bij succes.

Met SIB's is voornamelijk geëxperimenteerd in het sociale domein, maar zo'n soort constructie is ook mogelijk voor klimaatadaptatie opgaven. Waar een subsidie meestal gericht is het individu, is een SIB gericht op een grotere schaal. Een voorbeeld van een afspraak zou kunnen zijn: als er 800 kuub waterberging gerealiseerd wordt in deze wijk dan staat daar € 400.000 aan vergoeding tegenover. De verantwoordelijkheid om deze prestatie te leveren ligt dan bij de sociale onderneming (bijvoorbeeld een wijkbedrijf of een consortium van marktpartijen). Zij zullen in samenwerking met bewoners, woningeigenaren en anderen de collectieve prestatie moeten realiseren om de vergoeding te ontvangen.

2. Differentiatie van heffingen en belastingen

Een tweede mogelijkheid voor overheden is om in te grijpen aan de inkomstenkant van het bekostigingssysteem. Door te differentiëren in heffingen en belastingen wordt een prikkel gerealiseerd voor bewoners en woningeigenaren die lijkt op hoe het werkt met energie: ingrijpen in

de woning en/of gedrag leidt tot structureel lagere woonlasten. Hierbij moet in beschouwing worden genomen dat de lasten vanwege klimaatverandering en vervangingsopgaven in algemene zin zullen toenemen. Een differentiatie zal dus eerder zitten in een vermeden stijging dan in een korting op heffingen en belastingen.

Het differentiëren van rioolheffing of waterschapsbelasting wordt nog heel beperkt toegepast. Er is wel steeds meer discussie over en onlangs is door het stimuleringsprogramma ruimtelijke adaptatie onderzocht wat de mogelijkheden daarvoor zijn. De resultaten daarvan staan in het rapport '[Hemelwater belasten of belonen](#)', opgesteld door de Green Deal Groene Daken. Daar bouwen we hier op voort.

Als we kijken vanuit het handelingsperspectief dat in het kader van Stroomversnelling ontwikkeld is, en als we praktische overwegingen en juridische mogelijkheden buiten beschouwing laten, dan zou een differentiatie er globaal als volgt uit kunnen zien.

Gemeente en waterschap zouden kortingen kunnen geven op inwoners en/of woningeigenaren op heffingen wanneer zij voldoen aan een gewenste prestatie. In het geval van het handelingsperspectief dat hier ontwikkeld wordt: het afkoppelen van de riolering en realiseren van een bepaalde bergingscapaciteit. Afhankelijk van de doelstellingen van de lokale overheden kunnen daar bepaalde voorwaarden aan gekoppeld worden, bijvoorbeeld dat er tegelijkertijd ook bijgedragen wordt aan vergroening en leefbaarheid van de wijk. Een korting door de gemeente zou gaan over de rioolheffing, een korting door het waterschap over de waterschapsbelasting.

De **rioolheffing** is in 2014 in Nederland gemiddeld € 189 per jaar per huishouden. Ongeveer de helft van deze heffing betreft de kosten voor de afvoer van hemelwater, de andere helft betreft de afvoer

van afvalwater. Door hemelwater af te koppelen of vertraagd af te voeren, wordt piekbelasting van hemelwater op de riolering voorkomen. Met het afvalwater gebeurt in dat geval niks. Een differentiatie op de rioolheffing zou daarom logischerwijs gaan over het gedeelte van de heffing die gaat over het afvoeren van hemelwater. Dat gaat om ongeveer € 95 per jaar. Dit verschil kan niet 100% bedragen omdat de gemeente altijd blijft zitten met hemelwater dat in de openbare ruimte valt. Redelijkerwijs kan gezegd worden dat er op dit bedrag 50% gedifferentieerd kan worden wanneer het hemelwater op woningniveau wordt geborgen. Dat bedrag ligt gemiddeld in Nederland om en nabij de € 50 per jaar.

De [waterschapsbelasting](#) is in Nederland in 2015 gemiddeld € 350 per jaar per huishouden. De relevante onderdelen van de waterschapsbelasting zijn de watersysteemheffing en de zuiveringsheffing. Door water te bergen op particulier terrein wordt de (piek)belasting op het watersysteem mogelijk verlaagd. Uit de verkenning van het stimuleringsprogramma ruimtelijke adaptatie blijkt echter dat het momenteel te complex en te subjectief

is om deze relatie eenduidig te leggen. Er wordt in het rapport geconcludeerd dat er vooralsnog te weinig aanknopingspunten zijn om in dit gedeelte van de waterschapsbelasting te differentiëren. Met betrekking tot de zuiveringsheffing is aangetoond dat de kosten voor zuivering op lange termijn met [tientallen procenten](#) minder snel kunnen stijgen als hemelwater van huishoudens daar niet meer naar toe wordt afgevoerd. In het rapport wordt geconcludeerd dat dit maximaal tot een differentiatie op de waterschapsbelasting van zo'n 50 euro per huishouden per jaar kan leiden.

Als we er vanuit gaan dat er door de gemeente en het waterschap op beiden belastingen wordt gedifferentieerd met het maximale bedrag, dan leidt dat tot een differentiatie van € 100 per jaar per huishouden. Dat is een verschil van zo'n 20% op het totale bedrag dat een huishouden aan waterheffingen betaald. Dat is een significante verschil maar het is de vraag of het voldoende incentive geeft om maatregelen te nemen. Dit is een gemiddeld bedrag. Hoeveel lokale overheden hier precies voor over hebben is afhankelijk van de specifieke situatie en hun doelstellingen.

Andere stimuleringsmechanismen

Een financiële constructie alleen is wellicht niet voldoende om woningeigenaren te bewegen. Uit de verkenning van het afgelopen jaar blijkt dat er beperkt bewustzijn is bij de projectleiders van woningrenovatie over de klimaatadaptatie opgave. Als het belang van de opgave vervolgens wel duidelijk is, wordt niet automatisch de conclusie getrokken dat hier ook een verantwoordelijkheid voor de initiatiefnemers (woningcorporatie en bouwer) ligt. Het is daarom nuttig om te weten welke additionele mogelijkheden er zijn om maatregelen te stimuleren.

Bewustwording creëren

Lokale overheden kunnen door middel van een campagne bewustwording bij inwoners en woningeigenaren vergroten. Een voorbeeld van een succesvolle campagne is [Amsterdam Rainproof](#). Het initiatief informeert inwoners en geeft ze handelingsperspectief om zelf een bijdrage te leveren aan klimaatadaptatie. Via dit initiatief wordt ook samengewerkt met bouwers en woningcorporaties uit de stad. Een ander voorbeeld is de [huisje, boompje, beter](#) app die burgers stimuleert hun woningen en tuinen te vergroenen. Sommige gemeenten stellen een (kleine) bewustwordingssubsidie beschikbaar die de gedeelte van de kosten van een maatregel dekt. Dit kan woningeigenaren net het zetje geven om zelf te investeren in maatregelen.

Door bewustwording te creëren worden bewoners meer betrokken bij de opgave en worden ze gestimuleerd eigen verantwoordelijkheid te nemen. Een nadeel is dat lokale overheden beperkte zekerheid hebben dat maatregelen ook echt genomen worden en wat het effect daar vervolgens van is. Op plekken waar het nemen van maatregelen op privaat terrein essentieel is en/

of het onderdeel van het beleid is, dan is alleen bewustwording creëren niet afdoende.

Verplichting stellen

Lokale overheden kunnen er ook voor kiezen om woningeigenaren een verplichting op te leggen. In de bestaande bouw kan gebruik gemaakt worden van een [hemelwaterverordening](#). Daarin kan gesteld worden dat het verboden is voor inwoners van een bepaald gebied om hemel- en grondwater te lozen op de riolering. Specifiek met betrekking tot de huursector heeft de gemeente de mogelijkheid om klimaatadaptatie in de [woonvisie](#) een plek te geven. Dat kan vervolgens vertaald worden naar specifieke eisen in de prestatieafspraken met woningcorporaties. Dit betekent wel dat er intern bij de gemeente de verbinding gelegd moet worden tussen het waterbeleid en het woonbeleid.

Conclusie en route voor opschaling

De verkenning in het afgelopen jaar maakt duidelijk dat er een interessant handelingsperspectief ligt. Steeds meer gemeenten en waterschappen onderzoeken waterberging op particulier terrein maar vinden het nog lastig daar vorm aan te geven. Er ligt een kans om deze ambitie verder vorm te geven in de Stroomversnelling. Hieronder geven we de belangrijkste conclusies van deze verkenning weer en doen we een voorzet voor de volgende stappen.

Conclusies

Het afgelopen jaar is duidelijk geworden dat het realiseren van klimaatadaptieve maatregelen in Stroomversnelling projecten niet vanzelf gaat. Het uiteindelijk realiseren van deze maatregelen is een samenspel tussen bouwer, woningeigenaar, bewoner, gemeente en waterschap. Al deze partijen moeten hun rol vervullen om klimaatadaptieve oplossingen op woningniveau te realiseren. Zo is er meer bekendheid nodig over de urgentie en de mogelijkheden op het gebied van klimaatadaptatie bij de bewoners en initiatiefnemers, zodat zij de opgave meenemen in hun plannen. Lokale overheden hebben op hun beurt een visie nodig die al vertaald is naar concreet beleid en instrumenten zoals een (gebiedsgewijze) aanpak, een financieringsconstructie, een hemelwaterverordening en prestatieafspraken met woningcorporaties. Bouwers en de toeleverende industrie moeten vervolgens oplossingen kunnen leveren die laagdrempelig en zonder hoge risico's toegepast kunnen worden.

Er zijn nog geen plekken in Nederland waar dit de gangbare praktijk is. Op de plekken waar nu klimaatadaptieve maatregelen worden genomen in woningprojecten komt dat meestal door enthousiasme van individuen. Dat is een veel

te beperkte basis voor opschaling. Daar is een systeemverandering voor nodig. Tegelijkertijd zijn er veel initiatieven die klimaatadaptatie op privaat terrein als oplossingsrichting meenemen. Voorbeelden zoals *Amsterdam Rainproof*, *Rotterdam Climate Initiative* en de *Citydeal Klimaatadaptatie* laten zien dat er een behoefte is om deze oplossingsrichting een betere plek te geven in de huidige werkwijze. De winst van deze verkenning is dat er een handelingsperspectief ontstaan is voor de manier waarop klimaatadaptatie verbonden kan worden aan de vernieuwing van de bestaande woningvoorraad.

Route voor opschaling

Het in de praktijk brengen van dit handelingsperspectief start in onze ogen met gecontroleerd experimenteren op plekken waar de omstandigheden het meest gunstig zijn. Er moet daarvoor een combinatie gevonden tussen een plek waar de urgentie groot is en waar Stroomversnelling projecten plaats gaan vinden. Door gecontroleerd te experimenteren wordt meer geleerd over de effectiviteit van maatregelen, over belemmeringen in de praktijk maar ook over benodigde condities in wet- en regelgeving. Bovendien zijn goede voorbeelden essentieel om mensen in te laten zien wat de potentie is en de markt uit te dagen met nieuwe oplossingen te komen.

In deze eerste fase zullen de gemeenten en waterschappen een belangrijke rol vervullen. Zij kennen de lokale situatie en de opgave het beste. Zij spelen bovendien een belangrijke rol bij het stimuleren van maatregelen, bijvoorbeeld door met de initiatiefnemers in gesprek te gaan en ze bewust te maken van de urgentie. Maar zij zullen ook na moeten denken over de manier waarop investeringen gecompenseerd worden.

Omdat het in deze eerste fase zal gaan over relatief kleinschalige projecten, is het dan het meest logisch om te kiezen voor co-investeren.

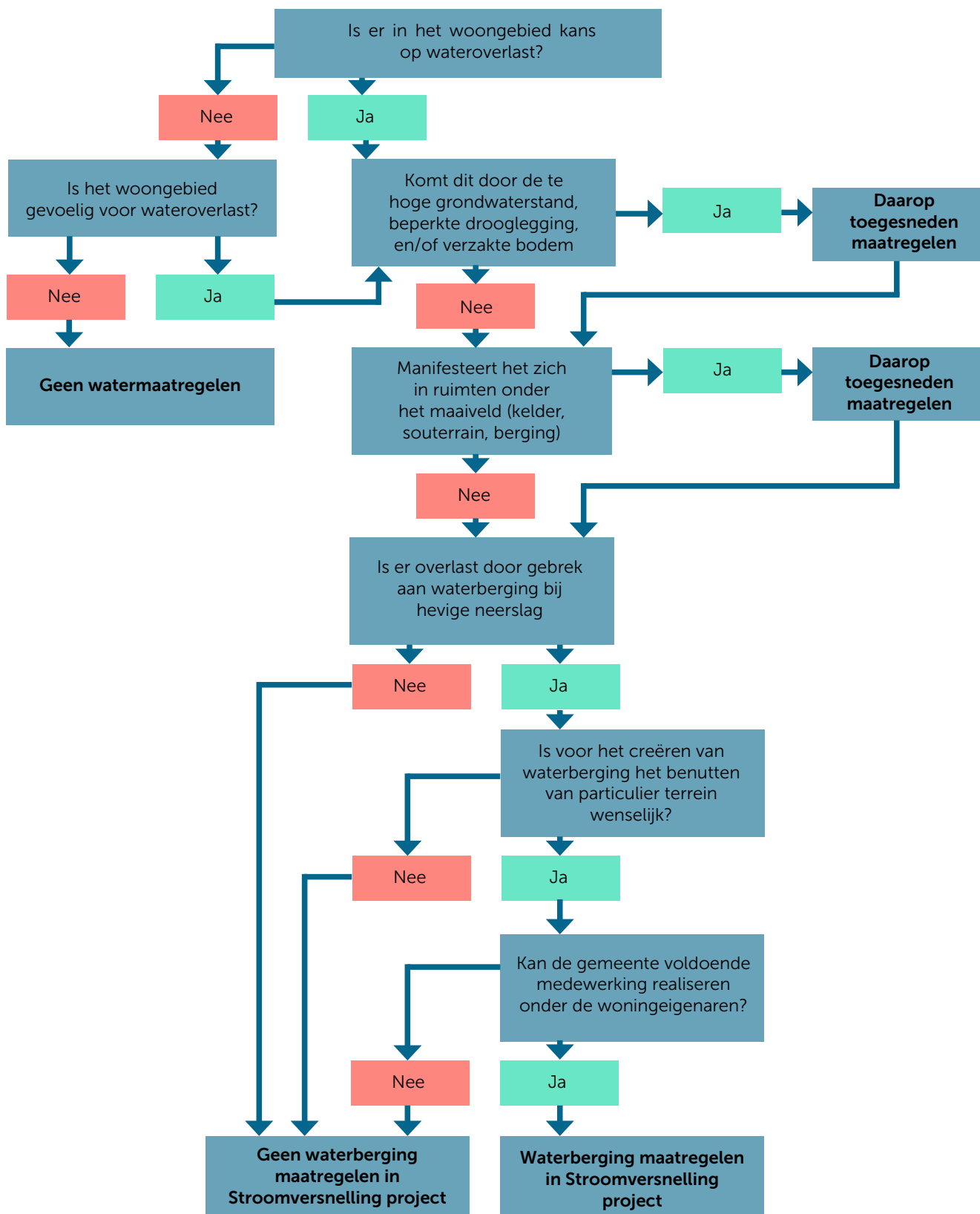
Op langere termijn kan er meer veranderen. Als de experimenten succesvol zijn dan zal het langzamerhand meer gemeengoed worden om klimaatadaptatie mee te nemen in Stroomversnelling projecten. Het wordt dan ook relevant om te kijken of het een plek kan krijgen in het *NOM-Keur*, de standaard die gehanteerd wordt voor Nul op de Meter woningen. Op het moment dat er op grotere schaal Stroomversnelling projecten van de grond komen en daar klimaatadaptatieve maatregelen in zijn toegepast, kan het ook interessant worden om te kijken naar de mogelijkheden voor het andere financieringsmechanisme, het differentiëren van heffingen en belastingen.



Bijlage 1: Beslisboom meekoppelen Stroomversnelling project

Deze beslisboom helpt om te bepalen of het haalbaar is om klimaatadaptieve maatregelen te koppelen aan een Stroomversnelling project.

Uitgangspunt is dat de gemeente een hemelwaterbeleid heeft vastgesteld voor het woongebied waar het project plaatsvindt.



Figuur 1: Beslisboom voor het bepalen of het haalbaar is om waterbergingsmaatregelen mee te koppelen met Stroomversnelling projecten

Bijlage 2: Voorbeeldoplossingen

Er zijn veel oplossingen te bedenken in en om een Nul-op-de-Meter woning voor het bergen van water. Het is afhankelijk van de situatie en de doelstellingen van de stakeholders wat de meest geschikte oplossing is. Moet het bijvoorbeeld ook bijdragen aan verkoeling en fijnstofafvang? Dan is het logisch te kiezen voor het toepassen van extra groen, bijvoorbeeld via een groen dak. Moet er zo goedkoop mogelijk zoveel mogelijk water worden geborgen? Dan is het wellicht handiger om te kiezen voor een bergingstank onder de grond. Oplossingen specifiek voor woningrenovatie zoals Nul-op-de-Meter staan tegelijkertijd nog in de kinderschoenen. Er is mee geëxperimenteerd maar het wordt nog niet op grote schaal toegepast. Dat betekent dat het maar beperkt duidelijk is wat er allemaal mogelijk is én dat er veel ruimte is voor kostenreductie.

Als aanzet voor het ontwikkelen van meer oplossingen, hebben we een aantal voorbeeldoplossingen ontwikkeld. Deze oplossingen zijn ontwikkeld vanuit de gedachte dat een oplossing moet passen bij het industriële

proces van Stroomversnelling. Het moet relatief simpel en tegen lage kosten meegenomen kunnen worden om op grote schaal toe te kunnen passen. Bovendien moet het passen bij de uitgangspunten zoals we die in dit rapport hebben gedefinieerd. Er bestaan legio andere oplossingen die weer andere voordelen hebben. Die zijn bijvoorbeeld te vinden op ['Groenblauwe Netwerken'](#) of in het impactrapport ['Klimaatblok Agniesebuurt'](#). De oplossingen die hier worden weergegeven kunnen los maar ook in combinatie met elkaar toegepast worden.

Ongeacht welke oplossing voor waterberging wordt toegepast, zijn een aantal maatregelen aan te raden om individuele wateroverlast te voorkomen: zowel huis als tuinhuis dienen hoger te liggen dan de omgeving (openbare ruimte). Aansluitingen op of beneden maaiveld verdienen extra aandacht, en ook de ontluchting en beluchting moeten goed geregeld zijn.

Meer informatie is te vinden op: <https://www.youtube.com/watch?v=T8SuEhykt9Q>

Voorbeeldoplossing 1: Ondergrondse berging

De eerste voorbeeldoplossing die in dit kader ontwikkeld is, is een bergingsvoorziening onder de grond die afhankelijk van de situatie in verschillende varianten uitgevoerd kan worden:

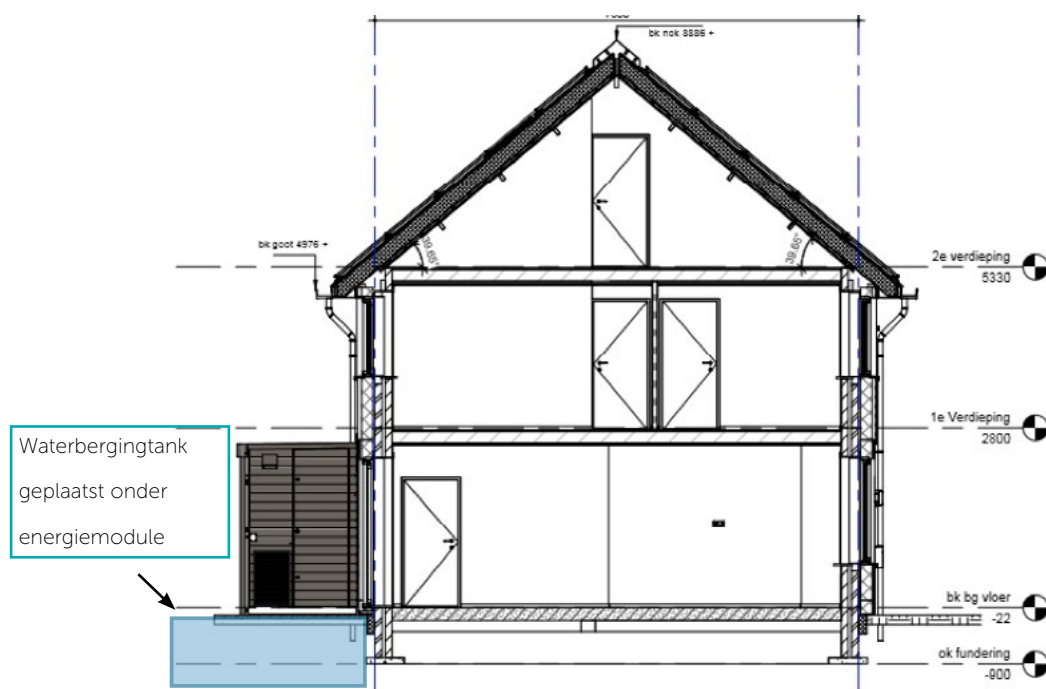
- 1) berging en infiltratie
- 2) bergen en afvoeren naar lokale waterberging
- 3) bergen en vertraagd afgeven
- 4) bergen en hergebruik.

Alle varianten voldoen aan de volgende eisen:

- Bergen minimaal 2 kuub water
- Kunnen na 48 uur weer capaciteit bieden (gedeeltelijk leeg)
- Laagdrempelig te onderhouden
- Kunnen hun functie voor lange tijd vervullen
- Zijn relatief simpel mee te nemen bij een Nul-op-de-Meter renovatie

De oplossing is ontwikkeld vanuit het uitgangspunt dat het realiseren van een kuub berging ongeveer € 500 voor realisatie en instandhouding mag kosten. Voor deze voorzieningen geldt daarom dat de prijs rond de € 1000 zal liggen. Bij naoorlogse woningen vindt de ontluchting van de woning soms via de regenpijp plaats. Bij afkoppeling van de regenpijp zal er dan op een andere manier ontlicht moeten worden, dit kan leiden tot additionele kosten. De voorziening die ook hergebruik van water mogelijk maakt zal iets kostbaarder zijn. Deze cijfers zijn een inschatting, de precieze prijs zal altijd afhankelijk zijn van lokale omstandigheden.

In onderstaande figuur is weergegeven waar de tank bijvoorbeeld geplaatst kan worden in een Nul op de Meter concept.



Figuur 2: Mogelijke waterbergingsoplossing in Nul op de Meter woning

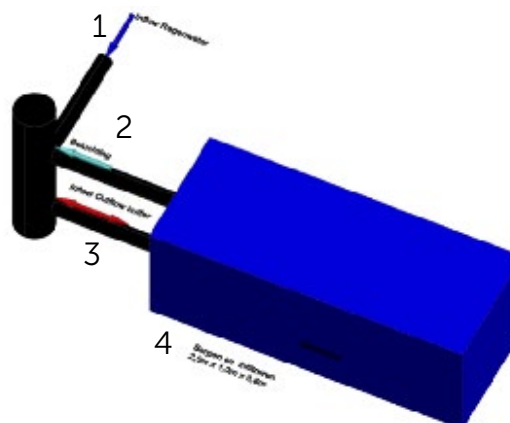
De oplossing bevindt zich in dit geval onder de energiemodule. Omdat er bij het plaatsen van de module sowieso de grond in gegaan moet worden, zijn er beperkt extra werkzaamheden nodig. De bergingstank kan tegelijkertijd dienen

als fundering waardoor een betonnen plaat overbodig is. Hieronder worden de vier varianten kort toegelicht. Afhankelijk van de situatie kan zo'n bergingsvoorziening op andere plekken worden geplaatst.

Variante 1: bergen en infiltreren

De eerste variant is een bergingsvoorziening die het water infiltreert. Dat is een haalbare oplossing wanneer de bodem hier geschikt voor is (zandbodem, grondwaterstand lager dan bodem krat). Het regenwater loopt via de regenpijp en de inflow outflow buffer de voorziening in.

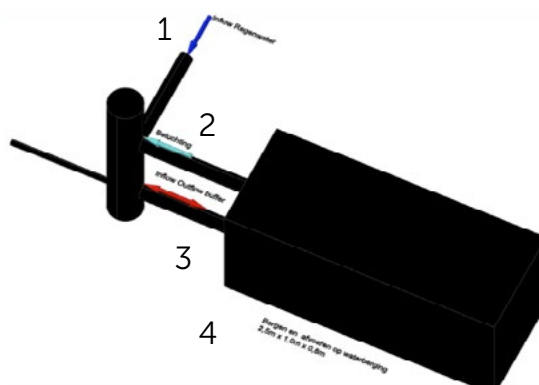
Wanneer de buffer vol is loopt het water via de bladvanger naar buiten. Zo'n noodoverloop is noodzakelijk want er valt ook wel eens 100 mm in een week. De woning wordt hierdoor ook afgekoppeld van de riolering.



Legenda: 1 Inflow regenwater, 2 Beluchting, 3 Inflow Outflow buffer, 4 Bergen en Infiltreren 2,5m x 1,0m 0,8m

Variante 2: Bergen en afvoeren naar waterberging in de buurt

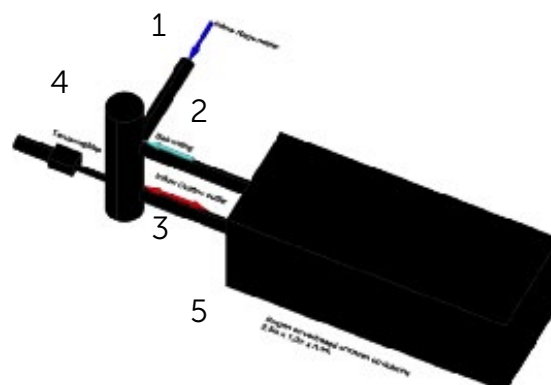
De tweede variant infiltreert het water niet maar houdt het vast en voert het vertraagd af naar een bergingsvoorziening in de buurt. Tenzij een woning direct aan water of wadi ligt is hier een leiding voor nodig. Dat betekent dat de woning ook afgekoppeld is van de riolering. Dit is een logische variant wanneer infiltreren moeilijk is maar er in de buurt wel oppervlaktewater is. Afhankelijk van de grootte van de buis voert het water sneller af. In dit voorbeeld is uitgegaan van een buis met een diameter van 50 mm. Het is van belang dat de voorziening volledig leeg loopt.



Legenda: 1 Inflow regenwater, 2 Beluchting, 3 Inflow Outflow buffer, 4 Bergen en Infiltreren 2,5m x 1,0m 0,8m

Variante 3: Bergen en vertraagd afgeven aan de riolering

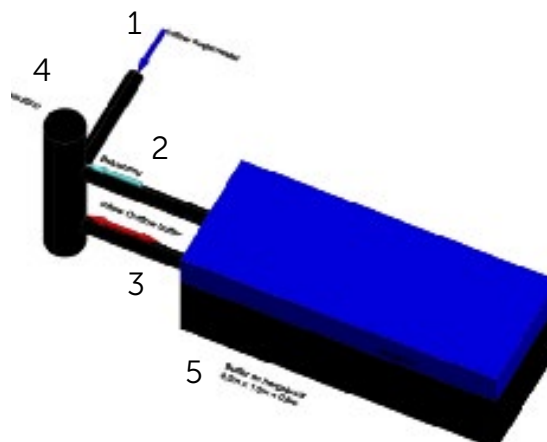
De derde variant werkt hetzelfde als de tweede variant maar blijft wel aangesloten op de riolering. De terugslagklep zorgt ervoor dat het rioolwater niet de bergingstank in kan lopen. Dit is een logische variant wanneer er beperkt ruimte is voor waterberging in de buurt. Ook hier is een noodoverlaat nodig voor de momenten waarop de voorziening en de riolering vol staan.



Legenda: 1 Inflow regenwater, 2 Beluchting, 3 Inflow Outflow buffer, 4 Terugslagklep, 5 Bergen en vertraagd afvoeren op riolering 2,5m x 1,0m 0,8m

Variante 4: Bergen en hergebruiken

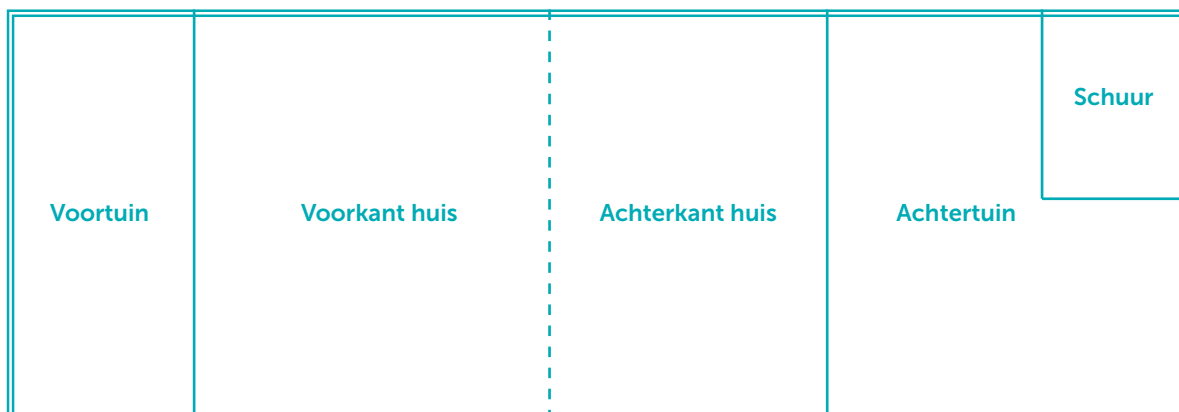
Met de laatste variant is het mogelijk om het opgevangen water te hergebruiken. Het water stroomt aan de onderkant de voorziening in. Op een bepaalde hoogte kan het water via het geotextiel in de grond infiltreren. Een pompaansluiting zorgt ervoor dat het water naar boven wordt gepompt. De voorziening kan bijvoorbeeld aangesloten worden op de wasmachine of het toilet. Ook kan het gebruikt worden voor de tuin.



Legenda: 1 Inflow regenwater, 2 Beluchting, 3 Inflow Outflow buffer, 4 Pompaansluiting, 5 Buffer en hergebruik 2,5m x 1,0m 0,8m

Voorbeeldoplossing 2: berging in de tuin

De tweede oplossing richt zich op waterberging in de tuin. Het perceel kan namelijk helpen om de collectieve wateroverlast te verminderen. Daarbij kan er onderscheid gemaakt worden tussen de voorkant en de achterkant van de woning. Schematisch wordt uitgegaan van een typische rijtjeswoning.



Tabel 3: schematische weergave van perceel inclusief oppervlakten

Oppervlakten:

Totale perceel	120	m ²
Huis	60	m ²
Voortuin	12	m ²
Achtertuin	48	m ²
Achtertuin zonder schuur	42	m ²

De achtertuin in dit voorbeeld is 42 m². Door een verlaging van de achtertuin (met uitzondering van de ruimte onder de schuur) met 12 cm ontstaat een calamiteitenberging van ruim 5 m³. Op het totale oppervlak van het perceel is dat een calamiteitenberging van 35mm. Op alleen de achtertuin is dat ruim 100 mm. Bij een groene tuin zonder rioolaansluiting is de tuin daarmee zelfvoorzienend, als het water niet via een achterpad direct kan wegstromen. De kosten per woning bedragen hiervoor (bij herinrichting van de tuin) ongeveer 150 euro voor het weghalen van de grond.

Een interessant voorstel in het kader van Nul-op-de-Meter woningen is het aanbieden van een totaaloplossing: een vernieuwing van de woning én een vernieuwing van de tuin. Dit heeft voor

verschillende partijen voordelen. Bewoners profiteren dubbelop want niet alleen hun woning wordt gerenoveerd maar ook hun tuin wordt vernieuwd. Voor woningcorporaties is het een manier om de leefbaarheid van het complex te vergroten. Gemeenten en waterschappen profiteren omdat er significante calamiteitberging wordt gecreëerd. Door groene en waterdoorlatende tuinen aan te bieden wordt bovendien bijgedragen aan doelstellingen op het gebied van verkoeling, fijnstofafvang en ontharding. Het laten aanleggen van een nieuwe tuin zal wel meer kosten dan de 150 euro voor het weghalen van grond.

Als gemeenten en waterschappen een vergoeding instellen voor het aanpassen van de tuin wordt het voor bewoners en woningcorporaties bovendien ook interessanter om hierin te investeren.

Voorbeeldoplossing 3: berging op het dak met groene daken

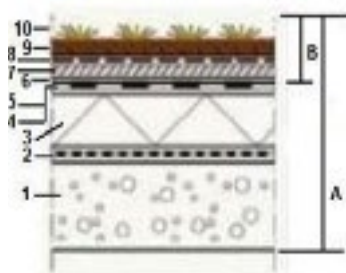
Een belangrijke trend in het klimaatadaptief maken van bestaande wijken is de toepassing van groene daken⁵. Deze zogenaamde begroeide daken kunnen worden opgenomen in NOM-concepten en daarmee een bijdrage leveren aan het waterbergend vermogen.

Hoewel de bergingscapaciteit van deze daken bij NOM-concepten lager is dan bij de andere twee voorbeeldoplossingen, kunnen groene daken een waardevolle aanvulling zijn op de al gerealiseerde bergingscapaciteit. Bovendien kennen groene daken naast waterberging ook andere voordelen, namelijk verkoeling onder het dak en in de directe omgeving door de verdamping van water, het afvangen van fijn stof en een begroeid dak heeft een dempend effect voor geluid van buitenaf.

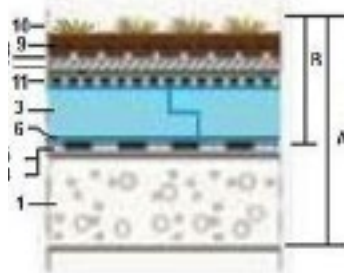
In de volgende exercitie wordt er gekeken in welke mate groene daken kunnen bijdragen aan de bergingscapaciteit van hemelwater bij toepassing ervan bij Nul-op-de-Meter renovaties. Deze renovaties worden voornamelijk toegepast bij woningen uit de jaren '50-80, met een schuin dak. Bij een Nul-op-de-Meter renovatie wordt vrijwel het gehele oppervlakte van het schuine dak bedekt met zonnepanelen, wat de uitdaging om groene daken hierop toe te passen vergroot, maar niet onmogelijk maakt. Een tweede mogelijkheid voor het toepassen van groene daken ligt in de uitbouw, zoals een extra module voor langer thuis wonen. Een dergelijke uitbouw heeft een plat dak. Tevens kan een begroeid dak worden aangebracht op het dak van een schuur.

Het dakbegroeiingssysteem van extensieve daken (verzamelnaam voor sedum-, mos-, gras- en kruidendaken) bestaat uit een totaal van lagen, inclusief begroeiing, die gecombineerd tot doel hebben om duurzame groei van beplanting op het dak mogelijk te maken. Het dakbegroeiingssysteem kan bestaan uit een scheidingslaag, wortelwerende laag, beschermlaag, drainagelaag, filterlaag, substraatlaag en vegetatielaag, waarbij verschillende functies gecombineerd kunnen worden in 1 laag.

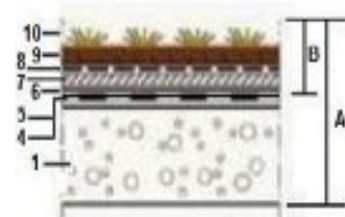
⁵ Begroeide daken bestaan doorgaans uit platte- en hellende daken die uitgevoerd zijn met begroeiing, eventueel in combinatie met verharding. De aangebrachte begroeiing op het dak ontwikkelt zich tot een min of meer ecologisch stabiele plantengemeenschap en houdt zichzelf in stand met een minimum aan onderhoud.



Warm dak (eerst isolatie, daarna de waterdichte laag). Toe te passen op een uitbouw.



Omgekeerd dak (isolatie wordt aangebracht op een al dan niet bestaande dakbedekking, vervolgens de scheidingslaag en drainagelaag). Toe te passen op een uitbouw.



Ongeïsoleerd dak. Toe te passen op een schuur.

Legenda: A begroeid dak, B dakbegroeiingssysteem, 1 onderconstructie, 2 dampremmende laag, 3 isolatielaag, 4 waterdichte laag, 5 wortelwerende laag, 6 beschermlaag, 7 drainagelaag, 8 fliterlaag, 9 substraatlaag, 10 begroeiing, 11 scheidingslaag.

	Type dak	Substraatdikte	Watervasthoudend vermogen	Max gewicht	Bergingscapaciteit uitbouw (20m2)	Bergingscapaciteit schuurtje (6 m2)
<i>Sedumdak</i>	plat	ca. 60 mm	ca. 25 l/ m2	85 kg/ m2	0,5 m3 1 dak: € 1.600,- 10 daken: € 1.100,- per dak	0,15 m3 1 dak: € 480,- 10 daken: € 380,- per dak
<i>Gras of kruidendak</i>	plat	ca. 120 mm	ca. 40 l/m2	170 kg / m2	0,8 m3 1 dak: € 2000,- 10 daken: € 1.500,- per dak	0,24 m3 1 dak: € 600,- 10 daken: € 450,- per dak
<i>Waterretentie-dak met sedum met, met controle voor afvoer</i>	plat	ca. 80 mm drainage-laag: ca. 35mm	ca. 55 l/m2 (30 l/m2 in substraat, 20 l/m2 in drainagelaag)	160 kg / m2	1,1 m3 1 dak: € 2.400,- 10 daken: € 1.800,- per dak	0,33 m3 1 dak: € 720,- 10 daken: € 540,- per dak
<i>Dakpan met Sedum</i>	Schuin	ca. 70 mm	ca. 25 l/m2	65 kg /m2	**schuin dak van 30 m2. Berging 0,75 m3 voor € 2.700,-	nvt

Tabel 4: Overzicht van 4 typen begroeide daken en hun watervasthoudend vermogen en kosten voor aanschaf.
Bronnen: [Green Deal Groene Daken en CoP Meten en Monitoren van Groen en Blauwe Daken](#).

Een groen dak met toegevoegde afvoervertrager in de drainagelaag (7) is in staat om piekbuien op te vangen, indien voldoende dakoppervlak beschikbaar is. Het is wel afhankelijk van de hoeveelheid water die tijdelijk in de drainagelaag kan worden vastgehouden en daarmee dus van de "dikte" van de drainagelaag. Vanuit de drainage laag kan het water namelijk direct worden afgevoerd. Het water dat in de substraatlaag wordt opgeslagen zal via verdamping weer vrij moeten komen en dit kan met name in de winter langer duren.

Om een idee te geven van de bergingsmogelijkheden van groene daken, is in de tabel hieronder voor een viertal soorten begroeide daken (sedumdak, gras en – kruidendak, waterretentie dak met sedum en de dakpan met sedum) gekeken naar de bergingscapaciteit en kosten uitgaande van een uitbouw van 20m² en een schuur van 6m². Het genoemde maximale gewicht gaat uit van volledige verzadiging en is daarmee een bepalende maat voor wat de dakconstructie aan kan. Deze vier soorten geven een indruk, maar er zijn allerlei variaties in substraatdikte en hoogte van de drainagelaag mogelijk.

NB 1: de genoemde gemiddelde prijzen zijn van toepassing voor daken en projecten met een dakoppervlak kleiner dan 30 m². Voor dakoppervlak van 1000-4000 m² dakvlak, ontstaat door de omvang een veel lagere prijs. Verder is in de genoemde prijzen geen rekening gehouden met de subsidie die een aantal gemeenten verstrekken (regeling: helft van de kosten met max. € 25,- per m²). Alle bovengenoemde maatregelen vallen ook onder investeringsaftrekregelingen voor ondernemers zoals de MIA Vamil, zie de [Milieulijst van dit jaar](#).

NB 2: Oktober 2016 brengt de *NEN* een NTA norm uit voor begroeide daken.

Meer informatie: www.multifunctioneledaken.nl