



Toolbox Bodemdaling In Steden
Thema Modelling

Modelling effectief ingezet

Modelling is een fantastisch middel om oplossingsvarianten aan te scherpen en af te wegen, als je tenminste zorgt voor een goede voorbereiding. Hoe pak je dat aan?



Kenniscentrum
**Bodemdaling
en Funderingen**

Colofon

Dit rapport is tot stand gekomen als onderdeel van het project *Toolbox Bodemdaling in Steden* gericht op het ondersteunen van professionals die werken aan bodemdaling in bebouwd gebied. De Toolbox is mogelijk gemaakt dankzij steun van de gemeente Gouda en het hoogheemraadschap van Rijnland en een bijdrage uit de Regio Deal Bodemdaling Groene Hart.

september 2022

Opgesteld door

Wouter Engel, senior adviseur bij Royal HaskoningDHV.

Foto's

Vincent Basler

Illustraties

Loek Weijs

Vormgeving

Studio Stelck

De Toolbox bevat 6 tools



Aanpak & Dialoog

Projecten rond bodem en water in de bebouwde omgeving zijn al snel complex. In Gouda is het gelukt die knoop te ontwarren. Vijf keuzes rond procesaanpak en communicatie waren cruciaal. Nuttige tips voor jouw project?



Rechten & Plichten

Krijg inzicht in de juridische aspecten van bodemdaling in bebouwd gebied vanuit drie invalshoeken: taken en verantwoordelijkheden, schade en veel voorkomende maatregelen.



Kosten & Baten

Een MKBA vergelijkt kosten én maatschappelijke effecten van verschillende oplossingen. Deze Tool helpt je een MKBA op te zetten, eerst kwalitatief dan kwantitatief. Stap voor stap krijg je meer grip op je project.



Modellering

Modellering is een fantastisch middel om oplossingsvarianten aan te scherpen en af te wegen, als je tenminste zorgt voor een goede voorbereiding. Hoe pak je dat aan?



Bodemdaling & Erfgoed

Hoe ga je om met toenemende hoogteverschillen door bodemdaling? Met deze toolkit breng je de opties helder in beeld als basis voor gesprek over een toekomstbestendige stad.



Eigenaar & Riolering

Een structurele aanpak van riolering op privéterreinen in oude binnensteden levert een belangrijke bijdrage aan een goed (afval)watersysteem. Maar hoe vlieg je dat aan?

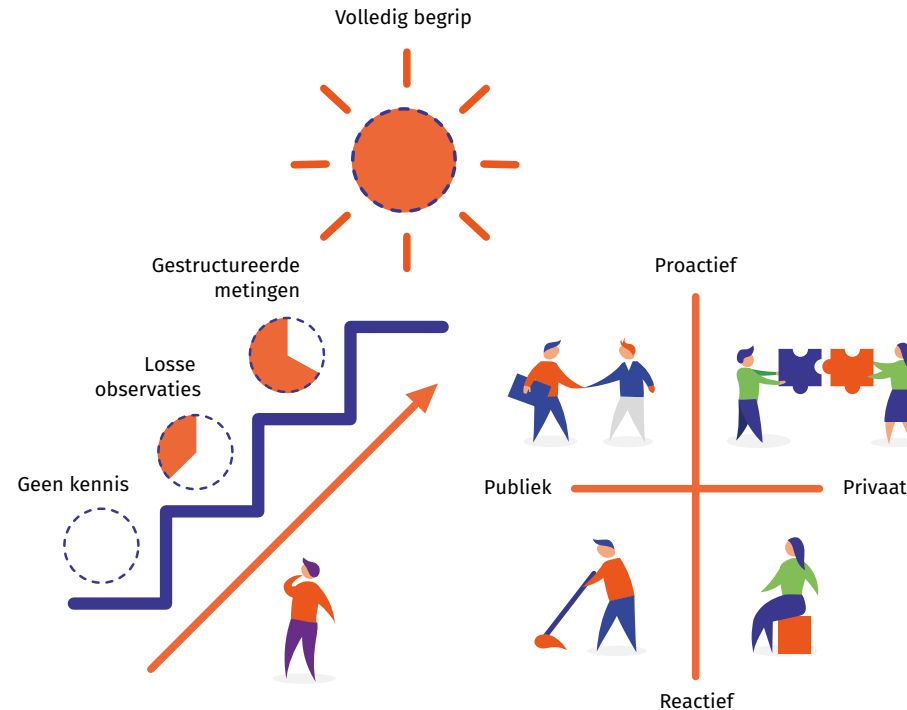


Samenvatting



Doe het niet!

Rare tip? De kosten van modellering kan in de tonnen lopen. Kan je je vraag ook anders beantwoorden? Wees daar scherp op!



Ken je probleem

Bouw je kennis stap voor stap op tot je het probleem echt in je vingers hebt. Die input is nodig voor succesvolle modellering.

Breng oplossingen in beeld

Welke oplossingen wil je doorrekenen? Kijk breed, dan mis je niks!



Wat is je doel?

Heb je scherp wat je wilt bereiken met modellering? Dan stel je de goede vragen!

Inhoud

1	Zorgvuldigheid loont	4
2	Voorbeeld Gouda	4
3	Acht stappen	5
	1 – Benoem de kennisbehoefte	5
	2 – Benut kennis uit eerdere leercycli	5
	3 – Stel de juiste vraag	6
	4 – Start het onderzoek	7
	5 – Bouw het model	8
	6 – Doe de analyse	8
	7 – Leg de kennis vast	9
	8 – Vervolg	9
4	Zes lessen	9
	1 – Doe het niet!	10
	3 – Breng de oplossingen in beeld	10
	4 – Wat is je doel?	10
	5 – Borg de kennis	10
	6 – Heb aandacht voor het Proces	11
5	Links	11

1

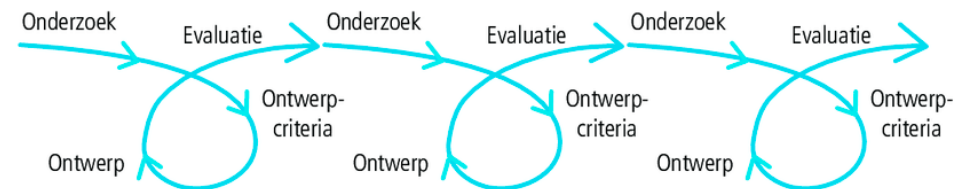
Zorgvuldigheid loont

Toekomstige ontwikkelingen voorspellen met behulp van modellering kan een cruciale bijdrage leveren aan de aanpak van overlast door bodemdaling in bebouwd gebied. Modellen stellen je onder andere in staat om oplossingsvarianten tegen elkaar af te wegen op cruciale aspecten als grond- en oppervlaktewaterstanden, het functioneren van de riolering en bodemdaling zelf.

In Gouda is tussen 2014 en 2020 gewerkt aan het formuleren van een aanpak voor overlast door bodemdaling in de binnenstad, met als resultaat het Kaderplan Bodemdaling Binnenstad. Bij de variantenstudie die ten grondslag ligt aan de gekozen oplossing is gebruik gemaakt van een integraal riool- en oppervlaktewatermodel, een grondwatermodel en een bodemdalingsmodel. De uitkomsten hiervan, zijn in samenhang beschouwd en hebben een belangrijke rol gespeeld bij de afweging

De inzet van complexe modellen zoals in Gouda is kostbaar en arbeidsintensief. Of de investering zich terugbetaalt is voor een belangrijk deel afhankelijk van kwaliteit van het proces dat leidt tot de uiteindelijke uit-

komst van de modellering. Modellering is een vorm van kennisontwikkeling en daarmee een cyclisch proces waarbij de complexiteit geleidelijk toeneemt (zie onderstaande afbeelding). Het loont om het proces van modelering cyclisch te benaderen. In Gouda heeft dat gewerkt.



Cyclisch proces kennisontwikkeling

2

Voorbeeld Gouda

Het proces om te komen tot een aanpak voor de (grond)wateroverlast door bodemdaling in de binnenstad van Gouda is gestart in 2014. Tot 2018 is, onder andere door de opzet van een *Living Lab Bodemdaling*, kennis verzameld over de achtergronden van de overlast. Daarbij is onder andere gekeken naar grond- en regenwater, bodemdaling, bodemsamentelling en funderingstypes. Dit 'voorwerk' vormde een belangrijk basis om vanaf 2018 met een gerichte variantenstudie te komen tot een oplossing. In de periode tot 2018 is de kenniscyclus in feite al een paar maal doorlopen.

Bij de start van de variantenstudie is besloten modellering in te zetten als ondersteuning. Vanaf dat moment is de kenniscyclus nog één maal volledig doorlopen. In dit document worden de verschillende stappen toegelicht ter illustratie van hoe een goed proces rond de inzet van modellering er uit kan zien. In het hoofdstuk 'Zes lessen' worden hier de lessen uit getrokken. Dit document wordt afgesloten met een aantal links naar aanvullende informatie over modellering.



3

Acht stappen

De kenniscyclus in Gouda kende acht stappen. De rode draad hierbij wordt gevormd door de vier stappen van de Project Life Cycle.

Project Life Cycle	Stappen Gouda
1 – Initiatie	1 – Benoem kennisbehoefte
	2 – Benut kennis uit eerdere kenniscycli
	3 – Stel de juiste vraag
2 – Planning	4 – Start het onderzoek
3 – Uitvoering	5 – Bouw het model
	6 – Doe de Analyse
4 – Afronding	7 – Leg de kennis vast
	8 – Bewpaal vervolg

Meer weten over de *Project Life Cycle*:

- invensislearning.com/blog/5-phases-project-management-lifecycle/
- projectsmind.com/project-lifecycle-in-project-management/

In het onderstaande wordt steeds eerst de theorie achter de stap behandeld en dan beschreven hoe het in Gouda heeft gewerkt.

1 – Benoem de kennisbehoefte

Theorie

Modellering ontstaat nooit uit het niets. Vaak wordt geconstateerd dat er behoefte is aan nieuwe kennis om een ontstane vraag goed te kunnen beantwoorden. Deze constatering triggert een nieuwe leercyclus, zodat de vraag adequaat beantwoord kan worden.

Gouda

In 2018, bij de start van de variantenstudie, was er al focus aangebracht met de constatering dat de bodemdaling in de binnenstad van Gouda niet de stoppen is; omdat deze veroorzaakt wordt door het gewicht van de stad en niet door veenoxidatie. Gevolg hiervan is dat de oorzaak van het probleem niet weggenomen kan worden. De variantenstudie moest zich dan ook richten op het vinden van een oplossing die de overlast tot een aanvaardbaar niveau terug brengt. Daarvoor lagen verschillende opties op tafel. Om daar een keuze uit te kunnen maken was er behoefte aan een gedetailleerd en goed onderbouwd beeld van de effecten.

2 – Benut kennis uit eerdere leercycli

Theorie

Om de modellering zo goed mogelijk te ‘voeden’ met beschikbare kennis, is het belangrijk om tijd te investeren in het in beeld brengen van wat er al bekend is en hoe die kennis ontsloten kan worden. Deze fase is essentieel om te voorkomen dat eerdere inzichten niet meegenomen worden en dat daardoor stakeholders geïrriteerd raken. Gedurende deze fase wordt ook duidelijk of het de gestelde vragen niet al met de beschikbare kennis beantwoord kunnen worden.

Bij het vergaren van de kennis is het raadzaam om goed te letten op de persoonlijke factor: welke personen kennen ook de achtergronden van de eerder uitgevoerde studies? Het is raadzaam deze ‘kennisdragers’ aan het project te verbinden

Gouda

In de periode 2014-2018 (Living Lab Bodemdaling), maar ook al daarvoor, is veel kennis ontwikkeld over bodemdaling in de binnenstad van Gouda. Een deel van deze kennis is doelbewust ontwikkelt voor de aanpak van de overlast, maar ook is er veel kennis in eerdere traject ontwikkelt met hele andere doelen. Van deze kennis is dankbaar gebruik gemaakt tijdens de modellering.

De volgende informatie was beschikbaar:

- Er was veel gebiedskennis over de riolering en het watersysteem beschikbaar bij de gemeente Gouda, het hoogheemraadschap Rijnland en ingenieursbureaus die eerder in Gouda hadden gewerkt.
- Vanuit het Living Lab Bodemdaling:
 - oorzaken en snelheid van de bodemdaling;
 - fijnmazige en langjarige grondwaterstand-metingen;
 - de bodemsamentelling.
- Technische gegevens over kunstwerken als riool-overstorten, stuwen en gemalen.
- Kennis over beleid en afspraken.
- Kennis over historische gebeurtenissen.

Uniek voor het Goudse proces richting modelering was dat het gelukt is de mensen die eerder betrokken waren bij onderzoeken ook nu aan het project te verbinden. Daarbij ging het om mensen van de gemeente en het hoogheemraadschap, maar ook van onderzoekers, ingenieurs- en onderzoeksbureaus die door loop der jaren ook veel projecten hadden gedaan in Gouda. Ook was de betrokkenheid van het Gouds Watergilde belangrijk. Deze vrijwilligersorganisatie gericht op water in de stad was vast vertegenwoordigd in de werkgroep modellering. Zij brachten veel (historische) kennis in en keken positief kritisch mee met het modelleringsproces.

3 – Stel de juiste vraag

Theorie

Wanneer de kennisbehoefte en de beschikbare informatie in beeld zijn gebracht, is het vervolgens belangrijk om een scherpe onderzoeksvraag te formuleren. Deze bepaalt in belangrijke mate welk type modellering je gaat inzetten en wat de kosten daarvan zijn. De geformuleerde onderzoeksvraag is dan ook meestal de basis voor een offerteaanvraag. Het loont om tijd en energie te steken in het formuleren van een scherpe onderzoeksvraag. Dat kan je in het verdere traject tijd en geld besparen.

Bij het formuleren van een scherpe onderzoeksvraag komt meer aan de orde dan de vraag zelf. Denkt hierbij aan zaken als: de probleemanalyse, de urgentie, de achterliggende doelen, de gewenste resultaten, de afbakening, de betrokken mensen en organisaties, randvoorwaarden en de relatie met andere projecten. Deze informatie is cruciaal om goed over het onderzoek te communiceren en zo een vraag te formuleren met voldoende draagvlak. Vervolgens is deze informatie ook noodzakelijk voor de offerteaanvraag en/of het projectvoorstel.

Meer informatie hierover vind je hier:

- pmc-online.nl/structuur/projectdefinitie/
- www.yacht.nl/carriere/skills/probleemanalyse

Gouda

Voorafgaand aan het contracteren van de partijen die de modellering hebben uitgevoerd is in Gouda al goed nagedacht over het beoogde resultaat van de modellering. Modelleringspecialisten hebben vervolgens meegedacht om te bepalen welke type modellering het beste was om de vraag goed te kunnen beantwoorden.

Omdat bij het Goudse project al langer voldoende mensen met kennis van modellering aanhaakt waren, was het project niet volledig afhankelijk van deze adviezen en kon het gesprek over het onderzoeksvoorstel op een goed niveau worden gevoerd. Ook dit is een belangrijke succesfactor als een specialistisch middel als modellering wordt ingezet.

4 – Start het onderzoek

Theorie

Wanneer de juiste vraag gevonden is, start het onderzoek. Dit kan intern zijn of met een uitgebreid projectteam. Bij de opstart van een onderzoek is het belangrijk om de volgende zaken zo snel mogelijk duidelijk te krijgen:

- de aanpak;
- de afbakening;
- de planning;
- het gewenste eindresultaat;
- de stakeholders en sleutelpersonen, en hun beeld bij het aanstaande traject.

Gouda

Vanaf de start van het onderzoek de reeds beschikbare kennis goed in beeld. Dit was mogelijk doordat belangrijke kennisdragers, onder andere van de gemeente, het hoogheemraadschap, het watergilde en Deltares, onderdeel uitmaakten van de werkgroep modellering. Deze gebiedskennis heeft voor een vliegende start gezorgd en maakte snel duidelijk wat wel en niet gemodelleerd moest worden. Dit zorgde voor focus en een goede afbakening.

Belangrijke eerste stap was de organisatie van een breed startoverleg om alle kennis uit te wisselen en met elkaar te sparren of we het systeem

voldoende begrepen. Tijdens dit overleg zijn belangrijke keuzes gemaakt:

- Een omvangrijk plassen gebied dicht bij Gouda (Reeuwijkse Plassen) hoefde niet gemodelleerd te worden omdat de invloed op het stedelijke watersysteem beperkter was dan gedacht.
- Het bleek niet nodig om het grondwatermodel volledig te koppelen aan het oppervlaktewater- en rioleringsmodel.
- Afgesproken is welke maatgevende buien in het model zouden worden doorgerekend om de werkelijkheid te simuleren.

5 – Bouw het model

Theorie

In deze fase wordt aanvullende data verzameld en het model gebouwd. Het is belangrijk dat dit conform het afgesproken plan van aanpak gebeurt en dat er regelmatig afstemming plaats vindt. De frequentie van deze afstemming is maatwerk. Voor sommige onderzoeken wordt eerst een aantal jaar data verzameld door metingen uit te voeren, dan zijn minder overleggen nodig. Hoeveel overleg er nodig is hangt ook af van de complexiteit van het model. De bouw van een zeer verfijnd grondwatermodel kan weken in beslag nemen, maar een conceptueel model of een waterbalans kan soms al in 2 uur gereed zijn. De tijd die het kost om een goed model te bouwen hangt ook sterk af van de vraag of er al voldoende kennis is om het model goed te 'draaien'.

Andere aandachtspunten bij de bouw van het model:

- Maak goede afspraken over de kwaliteitseisen waar het model aan moet voldoen. Dit hangt samen met het doel van het model. Voor het vergelijken van scenario's zijn systematische afwijkingen vaak minder een probleem (elk scenario heeft er in gelijke mate 'last' van) dan wanneer de huidige situatie exact in beeld gebracht moeten worden om toekomstige schade te voorspellen.

- De modelbouwfase is gereed wanneer de gewenste kwaliteit bereikt. Om dat te bepalen wordt vaak validatie en/of kalibratie ingezet, maar dat is geen eis. Sommige modellen helpen 'alleen' om een systeem beter te begrijpen, zonder dat daar validatie of kalibratie voor nodig is.

Gouda

Voor het project in Gouda is onder andere een complex integraal oppervlaktewater – rioleringsmodel gemaakt. Het heeft ca. 16 weken geduurd om dit model 'rekenklaar' te krijgen.

6 – Doe de analyse

Theorie

Als het model gereed is kunnen varianten worden doorgerekend afhankelijk van het gestelde doel. Bijvoorbeeld: statistische analyse, scenario berekeningen, begrip van het systeem verhogen en/of de productie van kaarten.

Gouda

In het geval van Gouda zijn er verschillende scenarioberekeningen uitgevoerd met het integraal riool- en oppervlaktewatermodel en het grondwatermodel. Daarbij ook is gekeken naar de samenhang met het bodemdalingsmodel. Hoofddoel van de scenarioberekeningen was om verschillende oplossingsvarianten met elkaar te vergelijken. Bij alle oplossingen stond peilverlaging centraal. De vraag was of peilverlaging in een klein - of juist een groter gebied het beste middel tegen de overlast was. In de aanloop naar deze vergelijking zijn de modellen ook gebruikt om specifieke onderdelen van de oplossingsvarianten op effectiviteit te toetsen. Zo bleek bijvoorbeeld uit de berekeningen met het riool- en oppervlaktewatermodel dat het maken van een extra doorsteek van de grachten naar de singel geen positief effect zou hebben op de afwatering.

7 – Leg de kennis vast

Theorie

aan het einde van een onderzoek moet de kennis goed geborgd wordt, zodat toekomstige ontwikkelingen en projecten daar gebruik van kunnen maken. Te vaak blijft de kennis hangen bij de personen die direct betrokken waren bij het onderzoek. Als gevolg daarvan zijn mensen vaak een belangrijke kennisdrager in een project. Echter, voor het lerend vermogen van een organisatie of een gebied, is het belangrijk om de kennis ook anders vast te leggen, bijvoorbeeld in een rapportage of een dataportaal. Hoe makkelijker de kennis vindbaar is, hoe beter de resultaten in de toekomst gebruikt kunnen worden.

Gouda

Het Kaderplan Bodemdaling Binnenstad is opgeleverd in een hoofdrapportage waarin alle kennis is samengevat met verwijzing naar alle 21 onderliggende studies en rapportages. De onderliggende studies zijn ook in alle fases van het project aan de gemeenteraad, de verenigde vergadering van het hoogheemraadshap van Rijnland en het brede publiek beschikbaar gesteld. Via de website van de gemeente zijn alle documenten nog steeds eenvoudig opvraagbaar.

8 – Vervolg

Theorie

De kenniscyclus begint steeds weer opnieuw. Elk onderzoek, in de vorm van modellering of anders, roept weer vragen op die aanleiding zijn voor nieuw onderzoek. Of dit ook in de praktijk gebeurt is vaak afhankelijk van bestuurlijke keuzes en/of de reactie van stakeholders op de uitkomsten van het onderzoek.

Gouda

In Gouda is na de besluitvorming over het Kaderplan Bodemdaling Binnenstad eind 2020 gestart met de technische uitwerking van de maatregelen die daarin worden genoemd. Belangrijk onderdeel daarvan is een technisch ontwerp voor de vernieuwing van de riolering in de Goudse binnenstad.

4

Zes lessen

1 – Doe het niet!

Een merkwaardige les, zeker gezien belangrijke rol die de modellering in Gouda heeft gespeeld. Modellering is echter een kosten- en arbeidsintensief middel dat alleen effectief is als er zeer bewust voor wordt gekozen en als e.a. zorgvuldig wordt voorbereid en uitgevoerd. Daarbij gaat het niet alleen om de technisch/inhoudelijke aspecten, maar ook om draagvlak. Het is raadzaam om steeds weer in het proces de vraag te stellen of (complexe) modellering wel nodig is om de vragen die op tafel liggen te beantwoorden. Dat is de beste garantie op een goede uitkomst en doelmatige inzet van middelen.

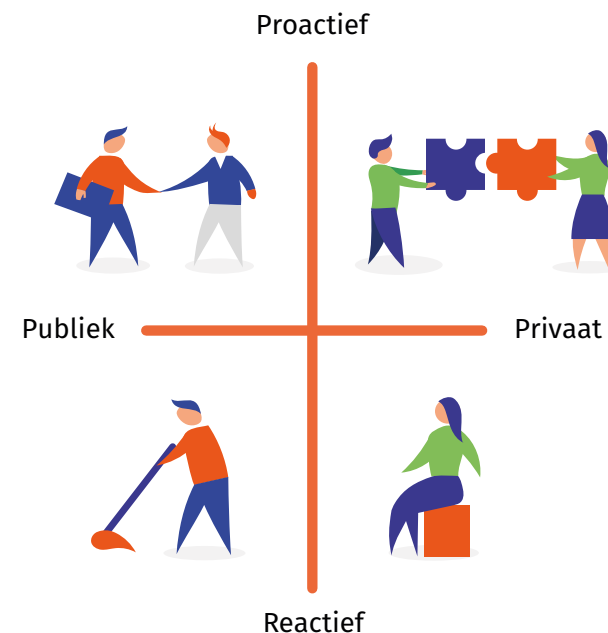
2 – Ken je probleem

Met name geavanceerde modellen vragen om een diepgaande kennis van de onderliggende processen. Die kennis is nodig om de onderzoeksvraag goed te stellen, als input voor het model en om de resultaten te kunnen

valideren. Deze kennis moet opgebouwd worden, van grof naar fijn, over de treden van de kennistrap: van 'geen' kennis, via 'losse observaties' naar 'gestructureerde metingen' en tot slot een 'volledig begrip van het systeem'. Pas dan kan de stap naar modellering worden gezet. Ook dat gaat getrapt: van een conceptueel model, maar een fysisch model in 1D, 2D en ten slotte 3D. Als het goed is doorloop je bij elke stap de leercyclus; het helpt om dat bewust de doen.

3 – Breng de oplossingen in beeld

Voordat je gaat rekenen met een model is het belangrijk dat je alle mogelijke oplossingen hebt afgewogen om te beoordelen of deze in de berekening meegenomen moeten worden. In Gouda is in een vroeg stadium aan de hand van het onderstaande assenkruis het spectrum aan mogelijke



oplossingen verkend. Voorafgaand aan de modellering is vanuit dat brede perspectief focus aangebracht door oplossingen te identificeren die bij voorbaat niet realistisch waren. Zo bleven uiteindelijk drie opties over die met de modellen zijn doorgerekend.

4 – Wat is je doel?

Modellen kunnen voor verschillende doelen worden ingezet: afwegen van scenario's, aanscherpen van scenario's, onderbouwen van keuzes en meer. Als dit niet vooraf scherp is, is het raadzaam daar eerst meer aandacht aan te besteden.

5 – Borg de kennis

Leg alles wat je leert goed vast en zorg er voor dat deze kennis goed toegankelijk is.

6 – Heb aandacht voor het Proces

Maak van het proces richting modellering een proces waarbij relevante stakeholders betrokken zijn. Werk stap voor stap zodat alle betrokkenen de kans hebben te snappen wat er gebeurt. Het is onwenselijk dat de modellering een 'black box' vormt waar betrokkenen aan het einde maar van moeten geloven dat het klopt.

5 Links

De onderstaande links bevatten aanvullende informatie over modellering van verschillende organisaties.

- [Algemene informatie over de aanpak van modellering van waterstromen in bebouwd gebied door RIONED](#)
- [Meer over verschillende type modellen door RIONED](#)
- Meer over modellering van hemelwaterstromen:
 - [Wikipedia over neerslagafvoermodellen](#)
 - [Overzicht van STOWA van veel gebruikte modellen in Nederland](#)
- [Overzicht van modellen van Deltares \(Delft3D FM Suite\)](#)
- [Overzicht van numerieke modellering van het Vlaamse Waterbouwkundig Laboratorium](#)

