



Handreiking Overstromingsrobuust Inrichten

Samen maken we Utrecht mooier



Colofon

Titel: Handreiking Overstromingsrobuust Inrichten
Opdrachtgever: Provincie Utrecht, Wouter Egas
Datum: Januari 2010

Grontmij/3BW: Erik Luyendijk, Marian Booltink, Welmoed Visser, Mark van Kruining, Erwin de Bruin
Deltares/3BW: Ellen Tromp, Nathalie Asselman
Visualisaties: Deltares Gameteam
Lay-out: Grontmij, Astrid van Kersbergen

Verantwoording:

Aan de inhoud van deze publicatie kunnen geen rechten worden ontleend. Provincie Utrecht, Grontmij, Deltares en de organisatie van Beter Bouwen Beter Wonen aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid voor de inhoud van deze publicatie en de hierin verstrekte informatie. Provincie Utrecht, Grontmij, Deltares, Beter Bouwen Beter Wonen en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het formuleren en redigeren van deze publicatie. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat in deze publicatie onjuistheden voorkomen. Degene die van deze publicatie gebruik maakt, aanvaardt daarvoor het risico. Provincie Utrecht, Grontmij, Deltares en Beter Bouwen Beter Wonen sluiten, mede ten behoeve van al degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze publicatie.



Beter Bouwen Beter Wonen (3BW) is een initiatief van TU Delft, Witteveen+Bos, Grontmij, Deltares, Sterk Consulting, CUR Bouw & Infra.

Voorwoord

Overstromingen in Utrecht kunnen catastrofale gevolgen hebben. Door bij de planning van vitale objecten (zoals elektriciteitscentrales) en kwetsbare objecten (zoals ziekenhuizen) rekening te houden met overstromingsgevaar, kunnen de mogelijke gevolgen relatief beperkt blijven. In ons Waterplan hebben we daarom beleid gelanceerd waarin we initiatiefnemers verplichten overstromingsgevaar zwaar te laten meewegen bij het realiseren van vitale en kwetsbare objecten, evenals grootschalige bedrijventerreinen en grootschalige woonwijken. Deze handreiking is een verdere uitwerking daarvan. Met deze handreiking geven we u als initiatiefnemer handvatten om op een slimme manier vitale en kwetsbare objecten overstromingsrobuust te maken. We hopen u hiermee te informeren en vooral ook te inspireren met dit onderwerp aan de slag te gaan.

J. Binnekamp
Gedeputeerde Water
Provincie Utrecht



A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'J' followed by a series of loops and a long horizontal stroke.

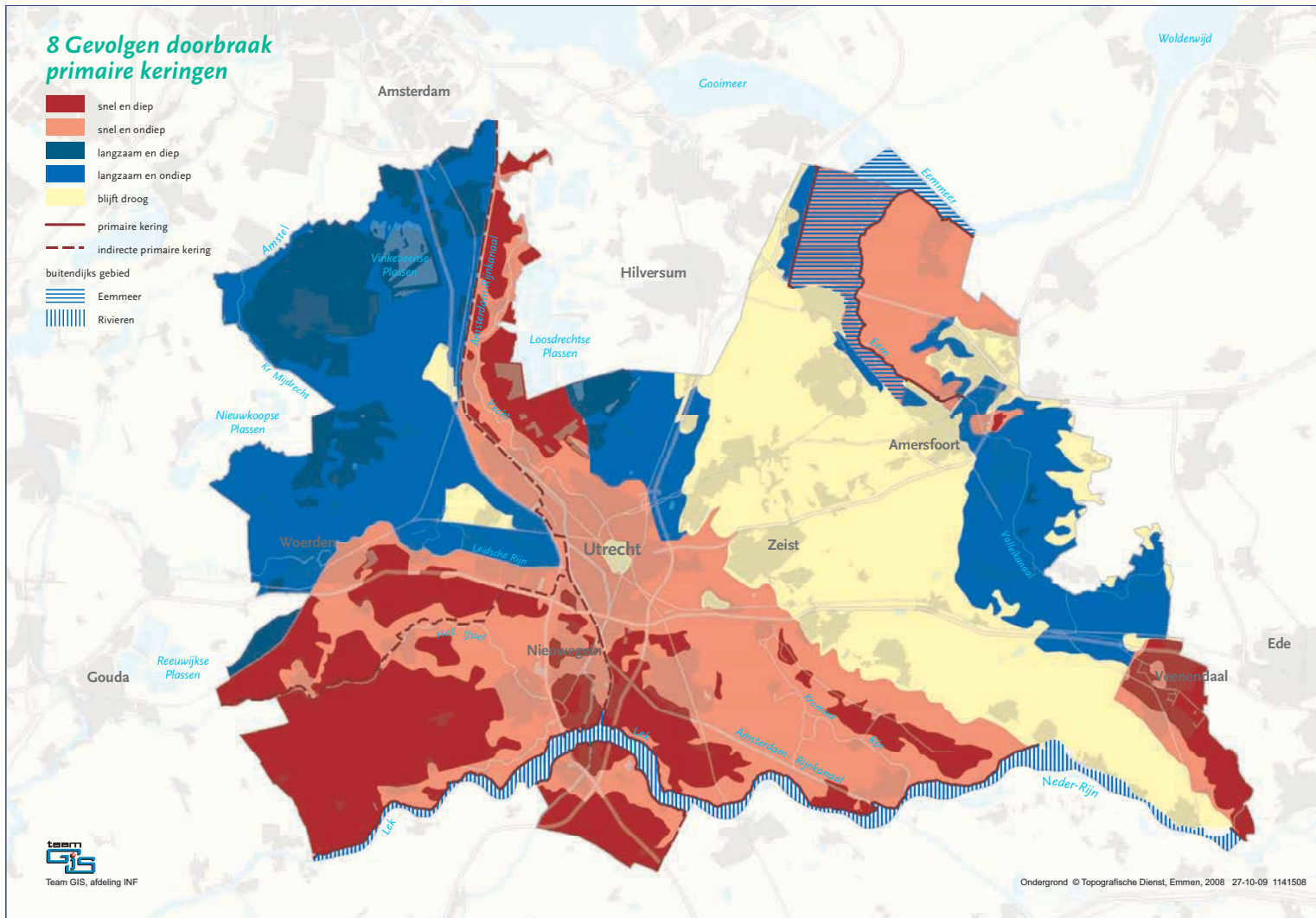


Inhoudsopgave

1.	Inleiding	7
2.	Vitale en kwetsbare bestemmingen	9
3.	Omgaan met overstromingen	15
4.	Overzicht maatregelen	27
5.	Leren van het buitenland	71
	Literatuurlijst	73

Leeswijzer

Deze handreiking is eenvoudig van opzet zodat u als lezer eenvoudig de weg kunt vinden. In de inleiding vindt u het beleid uit het Waterplan om bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen rekening te houden met overstromingsgevaar. In hoofdstuk 2 vindt u de bestemmingen (objecten en gebieden) waarop dit beleid van toepassing is. Hoofdstuk 3 laat de relevantie van overstromingskenmerken zien voor de ruimtelijke ordening. Hoofdstuk 4 brengt op een inspirerende manier inrichtingsmaatregelen in beeld en geeft een indicatie van voordelen, aandachtspunten en investeringen behorende bij die maatregelen.



Figuur 1: Kaart Waterplan gevolgen doorbraak primaire keringen

1. Inleiding

Aanleiding

In het Provinciale Waterplan Utrecht is beleid opgenomen over gevolgenbeperking van overstromingen vanuit de rivieren en randmeren. In het Waterplan stelt de provincie dat zij een overstroming altijd probeert te voorkomen. De eerste pijler van het veiligheidsbeleid is dan ook preventie. Omdat Utrecht een provincie is met een hoge bevolkingsdichtheid en het grondgebruik een aanzienlijke economische waarde vertegenwoordigt, is het van het allergrootste belang dat de waterkeringen in topconditie verkeren. Een dijkdoorbraak is echter nooit helemaal uit te sluiten. In 1995 zijn delen van het rivierengebied preventief geëvacueerd, omdat de sterkte van de waterkeringen niet meer gewaarborgd was. Als toen een dijk was doorgebroken, zou dat aanzienlijke gevolgen hebben gehad. De mogelijke gevolgen worden alleen maar groter als bij nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen geen rekening wordt gehouden met overstromingsgevaar. Daarom heeft de Provincie Utrecht vastgelegd dat bij belangrijke nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen rekening moet worden gehouden met overstromingsgevaar.

Hierover zegt het Waterplan:

Het is van provinciaal belang dat kwetsbare en vitale objecten en grootschalige woonwijken en grootschalige bedrijventerreinen bestand zijn tegen overstromingen. Door een goed doordachte locatiekeuze en inrichting kunnen de gevolgen van een overstroming aanzienlijk beperkt worden. In ruimtelijke plannen waar het realiseren van kwetsbare en vitale objecten en grootschalige woonwijken en grootschalige bedrijventerreinen aan de orde is, moet overstromingsgevaar zwaarwegend worden meegewogen in de waterparagraaf. Voor buitendijkse gebieden langs de Neder-Rijn en Lek geldt dit ook voor kleinschalige woonwijken en bedrijventerreinen.

Bovenstaande uitspraak voor deze gebieden verankert de provincie in de provinciale ruimtelijke verordening.

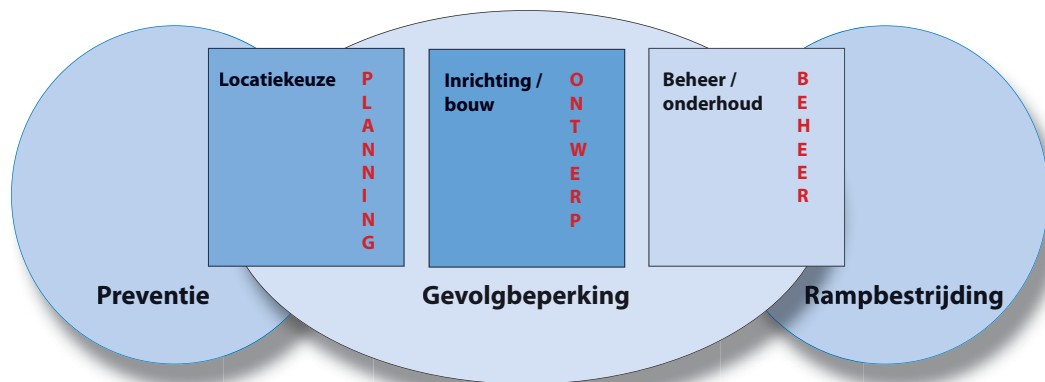
Figuur 1 geeft het buitendijks gebied en de gebieden die bij een dijkdoorbraak kunnen overstromen weer.

Kader

Deze handreiking richt zich op nieuw te realiseren kwetsbare en vitale objecten, en op nieuw te realiseren grootschalige woonwijken en grootschalige bedrijventerreinen. Voor het buitendijkse gebied is de handreiking ook van toepassing op kleinschalige woonwijken en kleinschalige bedrijventerreinen.

De focus van het provinciale beleid en daarom ook van deze handreiking is op overstromingen vanuit de Neder-Rijn/ Lek en vanuit de randmeren. In deze handreiking zijn bouw- en inrichtingsmaatregelen opgenomen om bestemmingen robuust te maken tegen de gevolgen van een doorbraak van de primaire waterkeringen. Echter het toepassen van de maatregelen zal een object of gebied veelal ook robuust maken voor overstromingen bij een doorbraak van regionale keringen. Een aantal maatregelen is ook toepasbaar bij wateroverlast door hevige neerslag. De maatregelen zijn vooral gericht op nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen, maar enkele maatregelen zijn ook simpel en goedkoop te treffen bij bestaande bouw. Belangrijk is dat voorafgaand aan het nemen van inrichtingsmaatregelen wordt nagedacht over locatiekeuze. Deze handreiking biedt handvatten voor zowel de locatiekeuze als voor het nemen van inrichtingsmaatregelen.

Locatiekeuze en inrichting vallen onder de laag gevolgbeperking als we kijken naar drie lagen die onderscheiden worden in Nationaal en Provinciaal Waterplan (zie figuur 2). Belangrijk is om de samenhang van de in deze handreiking beschreven gevolgbeperkende maatregelen met de andere veiligheidslagen niet uit het oog te verliezen.



Figuur 2: Proces omgaan met overstromingen

Inspiratie

Laat u inspireren door de maatregelen en concepten die worden geschetst om nieuwe kwetsbare en vitale bestemmingen overstromings-robuster te maken. Een beperkte investering vooraf kan veel schade en slachtoffers achteraf voorkomen.



Figuur 3: Natte voeten in Engeland (overstromingen in 2009)

2. Vitale en kwetsbare bestemmingen

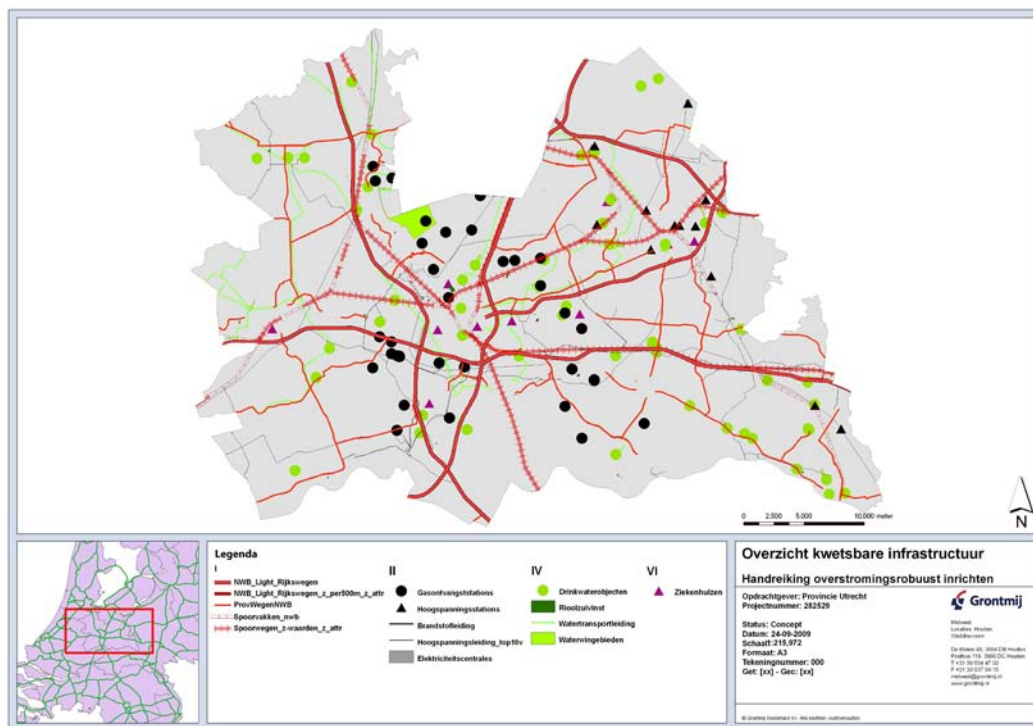
In dit hoofdstuk wordt gespecificeerd wat de provincie onder vitale en kwetsbare objecten en grootschalige woonwijken en bedrijventerreinen verstaat. Een belangrijk argument bij de benoeming tot vitaal of kwetsbaar object is de maatschappelijke ontwrichting die kan ontstaan bij (tijdelijke) uitval. Deze ontwrichting kan betekenen dat slachtoffers te betreuren zijn door een overstroming of dat grote economische schade optreedt door het langdurig uitvallen van bijvoorbeeld een elektriciteitscentrale.

De in deze handreiking gehanteerde lijst met vitale en kwetsbare objecten is gebaseerd op eerdere studies onder meer van de Rijks-overheid en onderscheiden zich op een aantal aspecten, zoals:

- Kwetsbare groepen
- Coördinerende instanties bij overstromingen
- Essentiële communicatienetwerken
- Essentiële mobiliteitsnetwerken
- Essentiële energie- en drinkwatervoorzieningen
- Essentiële life-support voorzieningen
- Essentiële documentatiecentra
- Hoge economische gevolgschade
- Hoge milieuschade

Onderstaande kaart geeft een globale indruk van aanwezige vitale en kwetsbare objecten in de provincie Utrecht.

Figuur 4 geeft een indicatie dat veel objecten geraakt kunnen worden bij een overstroming. De gevolgen van een overstroming zijn zeer groot. Om in de toekomst de gevolgen binnen de perken te houden moeten initiatiefnemers van nieuwe vitale en kwetsbare objecten overstromingsgevaar laten meewegen bij locatiekeuze en inrichting. Omdat de kans op een overstroming in Utrecht klein is, geldt deze verplichting alleen bij objecten die onmiskenbaar van belang zijn.



Figuur 4: Globaal overzicht vitale en kwetsbare objecten Provincie Utrecht

Deze door de provincie benoemde objecten zijn in onderstaande lijst opgenomen:

Sector	Kwetsbare en vitale objecten
1 Infrastructuur	Rijkswegen Provinciale wegen Spoorwegen en stations Gemalen
2 Energie	Elektriciteitscentrales Schakelstations (hoog, midden en laagspanning) Lokale energiecentrales (oa warmtekrachtcentrales) Meet- en regelstations gas
3 ICT & Telecommunicatie	Noodnetcentrale ICT-centra (zgn server-hubs) Regionale rampenzender
4 Drinkwatervoorziening & RWZI	Drinkwaterpompstations
5 Chemie & Nucleair	Vervoersgebonden inrichting Ammoniakbedrijven AVR-bedrijven BRZO-bedrijven Propaaninstallaties LPG-installaties Opslagplaatsen gevaarlijke en explosieve stoffen Nucleaire inrichting
6 Gezondheidszorg	Ziekenhuizen Klinieken (intensive care)
7 Openbaar bestuur, Orde & Veiligheid	Crisiscentra
8 Financieel	Aansturingcentra voor toonbankbetalingsverkeer
9 Niet-zelfredzame groepen (alleen van toepassing in het gebied bedreigd door het merengebied)	Dierentuinen Verpleegtehuizen (Verzorgings)tehuizen Bejaardenhuizen Wooncomplexen voor niet-zelfredzamen Gevangenis en penitentiaire inrichtingen
10 Overig	Musea van (inter)nationaal belang Gemalen en pompen

Specifiek voor het randmerengebied, waar een overstroming onverwacht kan optreden als gevolg van een dijkdoorbraak, verdienen nieuw te bouwen gebouwen die niet snel te evacueren zijn extra aandacht om gesteld te zijn tegen een overstroming. Bij een overstroming is evacueren in het merengebied bijna niet mogelijk. Bij het rivierengebied kan enkele dagen van te voren worden gekeken of evacuatie noodzakelijk is. Een hoogwatergolf op de rivier valt namelijk goed te voorspellen.

In onderstaand kader wordt gemotiveerd waarom het voor deze objecten van groot belang is om rekening te houden met overstromingsgevaar. Naast deze objecten worden ook andere vitale en kwetsbare objecten benoemd waarbij het wenselijk is om rekening te houden met overstromingsgevaar. Bij deze objecten is het belang om rekening te houden met overstromingsgevaar in de ruimtelijke ordening iets minder groot. Daarom geldt voor deze objecten geen verplichting om overstromingsgevaar mee te wegen in de ruimtelijke ordening. Wel bevelen we dit aan zodat 'geen-spijt maatregelen' niet worden nagelaten.

1 Infrastructuur

Het wegen- en spoorwegennet is belangrijk voor vervoer van personen en goederen en bij (preventieve) evacuatie en voor hulpverlening. Het betreft hier rijkswegen, provinciale wegen, stations en spoorlijnen. Het is in eerste instantie van belang dat deze objecten zodanig gerealiseerd worden dat ze bestand zijn tegen vrij extreme weersomstandigheden zodat preventieve evacuatie en hulpverlening voorafgaand aan een dreigende overstroming dan ook doorgang kan vinden.

In tweede instantie is het van belang dat de objecten ook zo lang mogelijk kunnen functioneren als het gebied daadwerkelijk overstroomt. Van belang is het ook om na te denken over de functie die een weglichaam kan hebben voor de bescherming van achterliggende gebieden, door deze bijvoorbeeld hoog aan te leggen (als kade).

2 Energie

Elektriciteit:

De samenleving kan niet zonder elektriciteit. Het uitvallen zorgt voor ontwrichting van de samenleving en belemmert het herstel. Wanneer water een elektriciteitscentrale binnendringt of als schakelstations (hoog, midden of laagspanning) onder water komen te staan valt de stroom uit. Hoogspanningsleidingen zijn in principe niet kwetsbaar voor een overstroming. De fundering van de masten is dusdanig sterk dat ze in het water overeind blijven. Ook kabels onder de grond zijn niet kwetsbaar voor een overstroming. Als het water sterk stroomt rond een elektriciteitsmast kan mast overigens wel instabiel raken (en omvallen). Ook kan grond wegspoelen door sterk stromend water waardoor de kabels die erin liggen bloot komen te liggen en ze meer risico lopen om te breken. Alle bovengrondse onderdelen van het elektriciteitsnet (met uitzondering van de bovengrondse elektriciteitsleidingen) zijn kwetsbaar voor een overstroming. Uitval is dan vervolgens ook voor lange tijd omdat de vervanging van een centrale of station zeer lang kan duren.

Cruciaal is dat veel andere sectoren en andere gebieden afhankelijk zijn van enkele elektriciteitscentrales en verdeelstations. De gevolgen van het uitvallen zijn mede daarom groot (zoals bleek bij de Bommelerwaard). Als bij een overstroming de elektriciteitsvoorziening blijft functioneren, is ook de zelfredzaamheid van personen en instanties veel groter. Om stappen te zetten naar een robuust elektriciteitsnetwerk moet bij het realiseren van elektriciteitscentrales, schakelstations en lokale energiecentrales (zoals warmtekrachtcentrales) overstromingsgevaar meegewogen worden.

Gas:

De meet- en regelstations regelen de overgang van de hoofdtransportleidingen naar de regionale transportleidingen. Gasontvangstations staan aan het uiteinde van het regionale transportnetwerk en zorgen voor de aftakking van het regionale netwerk naar de klant.

De gasvoorziening zal niet direct onderbroken worden bij een overstroming. Wel zal de gastoevoer veelal preventief worden stopgezet uit angst voor breuken waardoor gaslekken kunnen optreden. Hierdoor worden huizen niet meer verwarmd en valt productie van bedrijven uit. Van belang is dat in dergelijke gevallen het gastransport zo snel mogelijk kan worden hervat op het moment dat er geen gevaar meer is voor breuken in de leiding. Gasontvangstations kunnen waarschijnlijk blijven functioneren bij een overstroming. Bij meet- en regelstations ontstaan wel grote problemen vooral doordat de toevoeging van reukstof uit kan vallen en veilige gaslevering daardoor onmogelijk wordt.

Gasvoorziening is van evident belang voor de maatschappij. Uitval van meet- en regelstations kan ook gevolgen hebben voor gebieden buiten het overstroomde gebied. Gevolgen zijn voor burgers maar ook voor bedrijven. Het is daarom verplicht om bij het realiseren van nieuwe meet- en regelstations overstromingsgevaar mee te wegen.

3 ICT en telecommunicatie

Het ICT- en telecommunicatienet maakt alle moderne communicatie mogelijk.

Bij een overstroming kan het noodnet van KPN niet goed functioneren, omdat lokale uitlopers van het net zullen uitvallen. In dat geval zijn noodnummers niet bereikbaar, is mobiele telefonie onmogelijk en kunnen het C2000-netwerk en de rampenzender uitvallen. Tevens kunnen ICT-centra/server-hubs onder water lopen.

Tijdens een overstroming is communicatie erg belangrijk. Het is zaak dat beheerders hiervan in de toekomst de benodigde voorzieningen waterrobuust aanleggen. Van belang is dat zij aandacht besteden aan de waterrobuustheid van noodnetcentrales en aan maatregelen om het C2000-netwerk en het mobiele communicatienetwerk in de lucht te houden bij een overstroming. Dit kan door de bouw van zendmasten die onbeschadigd blijven bij overstroming, maar ook door een flexibel opererend netwerk (bijvoorbeeld door overcapaciteit zendmasten en inzet mobiele zendmasten). De rampenzender moet in de lucht blijven voor informatieverstrekking en coördinatie. De studio moet bestand zijn tegen een overstroming. Om de maatschappelijke ontwrichting te beperken moeten ICT-centra en server-hubs kunnen blijven functioneren.

Een functionerend ICT- en telecommunicatienet is essentieel tijdens een overstroming en bij het vervolgens weer op gang brengen van de maatschappij. Daarom is het voor nieuwe noodnetcentrales, ICT-centra/server-hubs en rampenzenders verplicht om overstromingsgevaar mee te wegen.

4 Drinkwatervoorziening

De drinkwatervoorziening voorziet in de dagelijkse levering van schoon en veilig drinkwater. Bij een overstroming kan de drinkwaterlevering stokken, bijvoorbeeld door het uitvallen van de drinkwaterpompstations. Ook is uitval van de drinkwaterwinning en rioolwaterzuiveringsinstallaties mogelijk.

Drinkwaterpompstations zijn nodig om de druk op de leidingen te brengen en te houden en de verschillende transportleidingen met elkaar te verbinden. De gevolgen van het uitvallen van drinkwaterwinning en/of drinkwaterlevering zullen via noodmaatregelen grotendeels te ondervangen zijn (via andere stations of tankauto's). De vervanging van de pompinstallaties is echter kostbaar en tijdrovend.

Bij een overstroming kan de waterwinning wegvallen. Dit is voor de korte termijn echter geen probleem. De rioolwaterzuiveringsinstallaties zullen bij een overstroming uitvallen, maar door de overstroming is het oppervlaktewater al zo vervuild dat het uitvallen van de RWZI's maar een relatief beperkt effect heeft.

Voor deze sector is het meewegen van overstromingsgevaar alleen verplicht bij drinkwaterpompstations. Door deze stations op goede locaties te realiseren of deze overstromingsrobuust te maken kan de drinkwatervoorziening via dat station gewaarborgd blijven.

5 Chemische en nucleaire industrie

De chemische industrie produceert, transporteert en gebruikt gevaarlijke stoffen. Door verstoring als gevolg van een overstroming kunnen gevaarlijke stoffen vrijkomen. Dit leidt niet alleen tot een milieuramp, maar ook kunnen grote gezondheidsproblemen ontstaan door aanraking met vervuild water en lucht of door explosiegevaar.

Bij de volgende op te richten inrichtingen dient overstromingsgevaar te worden meegenomen: ammoniakbedrijven, AVR-bedrijven, BRZO-bedrijven, vervoersgebonden inrichtingen voor chemische industrie, propaaninstallaties, LPG-installaties, (munitie)opslagterreinen en nucleaire inrichtingen.

Voor meer informatie zie ook de provinciale risicokaart.

6 Gezondheidszorg

Bij een overstroming functioneert een deel van de gezondheidszorg op een lager niveau, door uitval van energie, water, bereikbaarheid, toelevering van goederen en personeel. Maar ook door gebrek aan vaccinatiemiddelen en bloed.

Instellingen houden rekening met overstromingen bij de locatiekeuze en inrichting van ziekenhuizen en klinieken. Bij bloedbanken en vaccinatieopslagplaatsen is het wenselijk dat rekening wordt gehouden met overstromingsgevaar. Echter dit is niet verplicht omdat bloed en vaccinaties ook vanuit andere locaties beschikbaar gesteld kunnen worden. Voor nieuw te realiseren ziekenhuizen en klinieken waar intensive care plaats gaat vinden is het wel verplicht om overstromingsgevaar zwaar mee te laten wegen. De reden hiervoor is dat preventieve evacuatie van ziekenhuizen en klinieken niet reëel is.

Cruciaal is tevens de bereikbaarheid van de ziekenhuizen en klinieken, dus ook de toegangs- en uitvalwegen moeten overstromingsrobuust worden gerealiseerd. Daarnaast is het cruciaal dat elk ziekenhuis en elke kliniek over een nood-generator beschikt die de vitale functies van het ziekenhuis tenminste enkele dagen van stroom kan blijven voorzien. Belangrijk is dat deze nood-generator niet op een kwetsbare locatie staat.

7 Openbare Orde en Veiligheid en openbaar bestuur

De primaire taak van de OOV-sector is het handhaven van de openbare orde, het verlenen van hulp in noodsituaties en het zorg dragen voor de veiligheid in Nederland. Voor een adequate taakuitoefening is de sector afhankelijk van drie vitale aspecten: menskracht, materieel en communicatievoorzieningen. Ook hier blijkt dat deze sector afhankelijk is van een operationele infrastructuur en telecommunicatie.

Het is van belang dat bij nieuwe gebouwen van overheden, politie, brandweer, GHOR en defensie rekening wordt gehouden met overstromingsgevaar. Omdat deze kunnen en zullen uitwijken naar andere locaties is dit niet verplicht.

De locaties voor crisiscentra van deze overheden en hulpverleningscentra dienen dan wel overstromingsrobuust te zijn. Bij nieuw te realiseren crisiscentra moet overstromingsgevaar zwaar worden meegewogen.

8 Financieel

In deze sector wordt het financiële systeem geregeld. Bij uitval van betalingssystemen (toonbankbetalingsverkeer) is er direct sprake van maatschappelijke ontwrichting. Burgers zijn niet langer in staat om boodschappen te doen, die voorzien in hun primaire behoeften. Bij nieuw te realiseren aansturingcentra voor het toonbankbetalingsverkeer is het meenemen van overstromingsgevaar daarom verplicht. Bij andere financiële instellingen zoals banken is het wenselijk dat overstromingsgevaar wordt meegewogen, maar niet verplicht omdat dit niet direct leidt tot grote maatschappelijke ontwrichting.

9 Niet-zelfredzame groepen

De niet-zelfredzame groepen kunnen niet op eigen kracht evacueren. Zij hebben hulp nodig. Dit zijn de patiënten in ziekenhuizen, verpleeg- en verzorgingstehuizen, instellingen voor verstandelijk, lichamelijk en zintuiglijk gehandicapten (wooncomplexen met niet-zelfredzame bewoners). Naast mensen geldt dit ook voor dieren. Ziekenhuizen en klinieken worden behandeld onder 'Gezondheids-zorg'.

In Utrecht kan onderscheid worden gemaakt in het gebied dat door de rivieren kan overstromen of door de randmeren. De verwachting is dat bij hoogwater op de rivieren het gebied preventief geëvacueerd kan worden. Een (dreigende) doorbraak van de primaire kering langs de Eem, het Eemmeer of Nijkerkernauw zal waarschijnlijk stormgerelateerd zijn en daarom niet tijdig te voorspellen. Preventieve evacuatie is hier dan ook niet waarschijnlijk.

Voor het rivierengebied is het daarom het meest kansrijk om op preventieve evacuatie in te zetten en minder op maatregelen op het gebied van ruimtelijke ordening. Voor de nieuw te realiseren objecten moeten evacuatieplannen gemaakt worden. Voor het merengebied moet overstromingsgevaar wel worden meegewogen bij nieuw te realiseren verpleegtehuizen, tehuizen, bejaardenhuizen, bij grote wooncomplexen voor niet-zelfredzamen en bij gevangenissen en penitentiaire inrichtingen. Voor scholen, kinderdagverblijven en zelfstandig wonende bejaarden is het ook raadzaam om stil te staan bij dit onderwerp. Vanwege de kleinschaligheid is dit echter niet verplicht.

Dieren kunnen worden geëvacueerd tot het moment dat evacuatie van mensen aan de orde is (niet van toepassing indien voldoende capaciteit voor beide typen evacuatie aanwezig is). Evacuatie van dieren is vaak nog complexer dan evacuatie van mensen. Geadviseerd wordt om in het merengebied overstromingsgevaar mee te wegen bij het realiseren van boerderijen of maneges die veel dieren gaan herbergen. Voor nieuw te realiseren dierentuinen is het verplicht om overstromingsgevaar mee te laten wegen vanwege het grote aantal (zeldzame) dieren.

10 Overig

Bij nieuwe musea waar (inter)nationale kunstschaten tentoongesteld of opgeslagen worden moet overstromingsgevaar worden meegewogen. Bescherming van deze objecten betekent een bescherming van het (inter)nationaal cultureel erfgoed en dient daarom een (inter)nationaal belang. Bij andere nieuw te realiseren musea, maar ook bij bibliotheken en archieven is het wenselijk om rekening te houden met overstromingsgevaar. Een verplichting geldt hier niet omdat de gevolgschade van een overstroming van deze objecten voor de maatschappij relatief beperkt blijft. Gemalen en pompen zijn van belang om het overtollige water zo snel mogelijk het gebied uit te pompen. Bij een overstroming is het van belang dat deze gemalen en pompen blijven functioneren zodat het gebied snel watervrij gemaakt kan worden. Bij het realiseren van nieuwe gemalen en pompen moet overstromingsgevaar dan ook meegewogen worden.

Grootschalige woonwijken en bedrijventerreinen

Ook bij nieuwe grootschalige woonwijken en grootschalige bedrijventerreinen dient overstromingsgevaar meegenomen te worden. Grootschalig nieuwbouw definieert de provincie als in een aaneengesloten gebied 2.000 of meer woningen worden gebouwd of als een bedrijventerrein met een oppervlakte van 75 hectare of meer wordt aangelegd. Bij nieuwe kleinschalige woonwijken en kleinschalige bedrijventerreinen moet bij het buitendijks gebied van de Neder-Rijn/Lek overstromingsgevaar ook meegewogen worden. In andere gebieden waar het overstromingsgevaar relatief groot is, adviseren we om overstromingsgevaar ook mee te wegen bij kleinschalige ontwikkelingen.

Een goed inzicht in de kenmerken van een mogelijke overstroming moet de basis zijn voor het definiëren van de kwetsbaarheid van een gebied of een locatie (en daarmee dus het object). In het vervolg van deze handreiking laten we zien hoe overstromingsgevaar in de ruimtelijke ordening kan worden meegewogen.

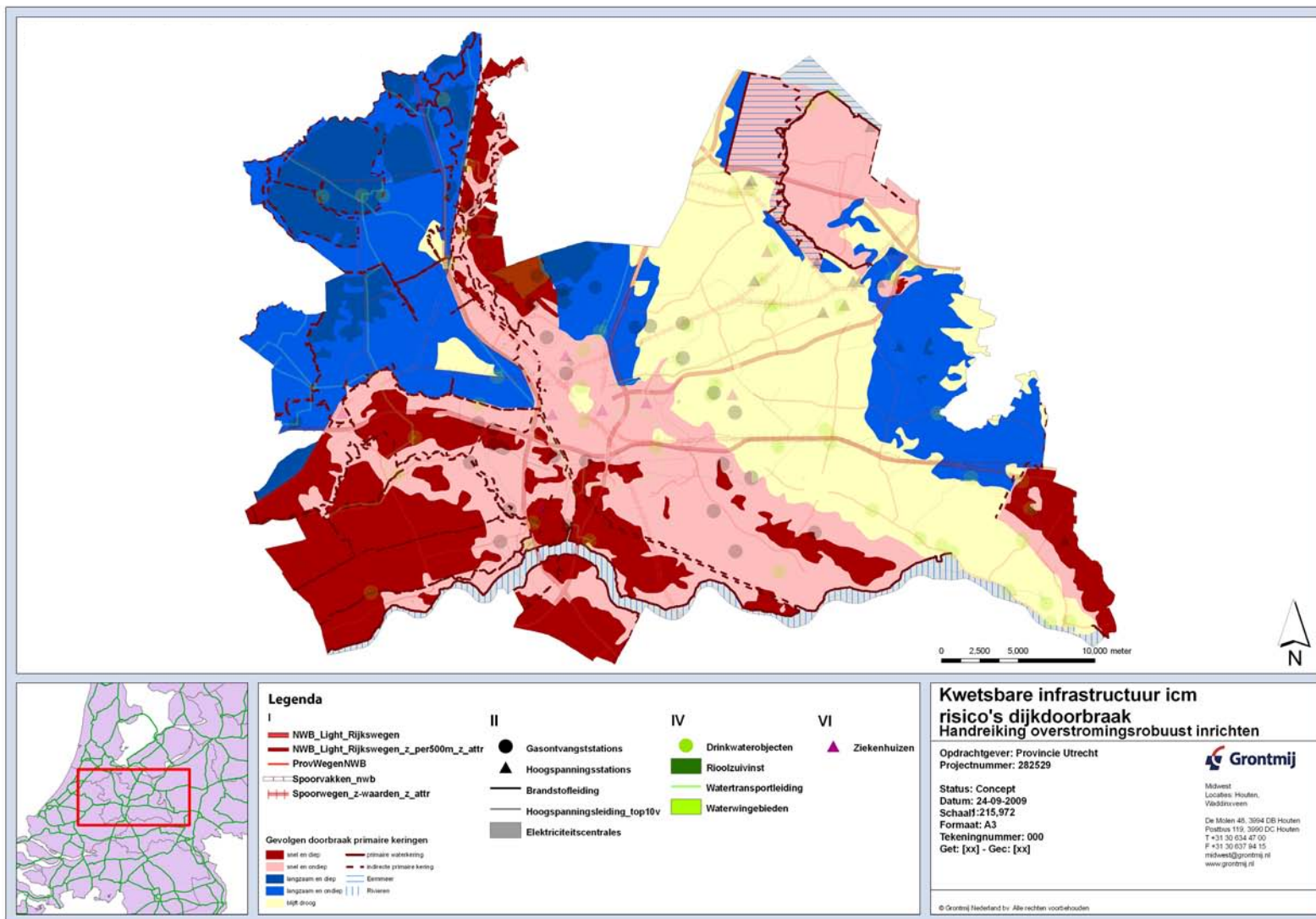
3. Omgaan met overstromingen

Kenmerken overstroming

Om rekening te kunnen houden met overstromingen bij nieuw te realiseren objecten en gebieden is het noodzakelijk om de kenmerken van een overstroming voor een beoogde locatie goed in beeld te hebben. Overstromingskenmerken zijn gebaseerd op de overstromings-scenario's. Voor de provincie Utrecht zijn verschillende overstromings-scenario's doorgerekend met behulp van modellen. Modellen zijn een vereenvoudiging van de werkelijkheid en de uitkomsten zijn alleen een indicatie van mogelijke overstromingen in een gebied.

Overstromingskenmerken van een gebied zijn belangrijk voor nieuwbouw. Het zijn indicatoren die meer vertellen over hoe hoog het water komt te staan, waar de stroomsnelheden hoog zijn (bij een doorbroken waterkering), hoe lang het duurt voordat een overstromd gebied droog is en de variatie daarin. Bij de locatiekeuze, bij het ontwerp maar ook bij het beheer tonen deze kenmerken hun waarde.

In de volgende figuur zijn de vitale en kwetsbare objecten in de provincie Utrecht zichtbaar gemaakt op een kaart die aangeeft welke gebieden bij een dijkdoorbraak kunnen overstromen.



Figuur 5: Vitale en kwetsbare objecten en gevolgen doorbraak primaire keringen.

De nu volgende toelichting geeft een beknopt inzicht in de verschillende kenmerken van een overstroming.

Frequentie

De kans dat een dijk doorbreekt is klein, maar niet uitgesloten. In de zomer 2003 werd Nederland verrast door het afschuiven van de kade in Wilnis. In 1995 zijn delen van het rivierengebied preventief geëvacueerd omdat de deskundigen niet langer konden garanderen dat de dijk zou blijven staan. Het is belangrijk om rekening te houden met een overstroming, want het kan optreden. De overschrijdingsnormen voor de primaire waterkeringen in Utrecht variëren van 1/1.250, 1/2.000 tot 1/10.000 per jaar. Voor de regionale keringen variëren de normen van 1/100 tot 1/1.000 per jaar. Het falen van een regionale kering heeft vooral een lokaal effect, maar wanneer achter deze kering een diepe polder ligt zal het effect groot zijn en waarschijnlijk over een groter gebied merkbaar. De overstromingskans van het buitendijks gebied is relatief groot. Vaak wordt het buitendijks gebied nog door regionale keringen beschermd. Het is belangrijk dat bij de locatiekeuze het beschermingsniveau van de mogelijke locaties in beschouwing wordt genomen. Hierbij moeten de regionale keringen niet vergeten worden.

Aankomsttijd

Hoe lang het duurt voor het water een locatie heeft bereikt, wordt aangegeven met de aankomsttijd. In gebieden met een korte aankomsttijd is er weinig tijd om maatregelen te treffen of te evacueren. Verhoogd aangelegde wegen kunnen ervoor zorgen dat mensen wat langer de tijd hebben om het gebied uit te gaan. Gebieden met een lange aankomsttijd zijn meer geschikt om nieuwbouw te plegen voor niet-zelfredzame groepen. Over het algemeen staan gebieden vlakbij de bres binnen een paar uur onder water. Het Kromme Rijn-gebied ten zuiden van Utrecht loopt binnen 6 tot 24 uur onder water (mede afhankelijk van de afstand tot de bres en de hoogteligging). Utrecht wordt na ongeveer 24 uur bereikt.



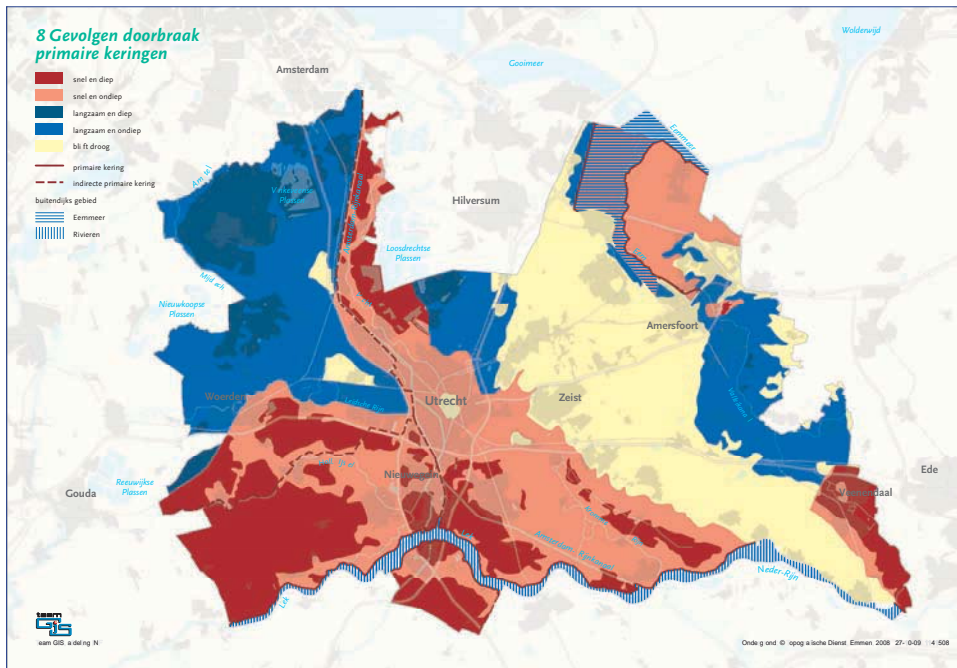
Figuur 6: Hoog aangelegde weg om tijdens hoog water het gebied te verlaten in Hamburg Hafencity

Inspirerend voorbeeld: Hamburg Hafencity

Midden in het hart van Hamburg, direct aan de rivier de Elbe ontstaat een 157 hectare groot gebied waar gewoond, gewerkt en gerecreëerd kan worden: Hafencity. Door de combinatie van hoogwater op zee en sterke wind, kan het water van de Elbe flink opgestuwd worden. De wijk Hafencity in de Hamburgse haven is overstromingsrobuust gebouwd, waardoor ook met hoogwater en bij een overstroming het gebied kan blijven functioneren. Belangrijke wegen zijn hoog aangelegd en vloeddeuren sluiten de benedenverdiepingen van de gebouwen waterdicht af. Bewoners kunnen dan via een extra, hooggelegen deur, toch hun huis in. Ook bij het inrichten van gebouwen wordt rekening gehouden met de kans op een overstroming. Kwetsbare functies krijgen niet op de begane grond, maar hoger in gebouwen een plek. Onder kwetsbare functies vallen bijvoorbeeld de huisvesting van niet zelfredzame mensen, een ruimte voor computer-servers of opslag van gevaarlijke stoffen. Het stadsbestuur communiceert intensief over hoogwater met de burgers. De stad en de bewoners zijn erop ingesteld dat het gebied af en toe overstroomt, en het dagelijks leven gaat dan gewoon door.

Waterdiepte

Afhankelijk van de ernst van de overstroming en de locatie in de provincie verschilt de waterdiepte. In een diepe polder kan de waterdiepte erg groot zijn. Het water zal als eerste naar het diepste punt van de polder stromen. Bij de locatiekeuze is het belangrijk om te overwegen om op de hoger gelegen delen te gaan bouwen. In de omgeving van Utrecht varieert de waterdiepte van maximaal 1 meter in Utrecht, Houten en andere hooggelegen gebieden tot meer dan 2 meter in de lagere delen van het Kromme Rijn-gebied en de polders ten noorden van Utrecht. De al eerder gepresenteerde figuur illustreert dit hieronder nogmaals.



Inspirerend voorbeeld: Rijksmuseum Amsterdam

Het Rijksmuseum biedt in zijn ruim 200 zalen een overzicht van de Nederlandse kunst en geschiedenis. Een groot deel van de ruim 1 miljoen voorwerpen tellende collectie bestaat uit werken van 17e-eeuwse Nederlandse meesters. Het museum houdt rekening met water. De bedreiging komt niet zozeer van een rivier die kan overstromen maar vanuit stijgend grondwater en hevige regenval. De ondergrondse gedeelten van het museum waar veel kunstobjecten zijn opgeslagen zijn waterdicht gemaakt. Muren en deuren zijn waterdicht en waardevolle spullen liggen los van de buitenschil. Daarnaast is er een water detectiesysteem dat aangesloten is op het alarmsysteem en wordt de grondwaterstand in de gaten gehouden. Ook worden visuele inspecties uitgevoerd naar lekkages, als preventief middel. In een aantal gevallen wordt regenwater inpandig naar beneden afgevoerd, en wordt opgevangen in hemelwaterreservoirs vanwaar het water met pompen in het riool wordt gepompt. Er is een calamiteitenplan, waar een overstroming een van de triggers is om het geheel in werking te stellen. In dit plan is ook geregeld hoe bezoekers zo snel en veilig mogelijk naar buiten kunnen komen.



Figuur 7: Het Rijksmuseum te Amsterdam

Waterdruk

De kracht van het water wordt met de waterdruk aangegeven. Door de stroom- en stijgsnelheden oefent het water een bepaalde druk uit op de objecten in het overstroomde gebied. Waar de snelheden hoog zijn, zijn ook de waterdrukken hoog. Door deze druk raken objecten beschadigd, doordat materialen kapotgedrukt worden en/of wegspoelen

Overstromingsduur

Hoe lang een overstroming duurt, is afhankelijk van de ernst van de overstroming. Als een regionale kering faalt, raakt een relatief kleiner gebied overstroomd. Door extra bemaling te gebruiken zal dit gebied na enkele weken weer droog zijn. Hogere delen vallen eerder droog. Als de provincie Utrecht in zijn geheel overstroomt, kan het anderhalf jaar duren voordat het gehele gebied weer droog is. Bij nieuwbouw kan rekening worden gehouden met materialen en bouwwijze zodat het tijdens een overstroming blijft staan. De gebruikte materialen kunnen ervoor zorgen dat een huis niet afgebroken hoeft te worden omdat bijvoorbeeld de mortel is aangetast door het zoute water. Uit onderzoek blijkt dat Utrecht en Houten na enkele dagen weer droog zijn. Het zal daarna nog wel tijd vragen voor het weer bewoonbaar is.



Figuur 8: Ziekenhuis Meander te Amersfoort

Inspirerend voorbeeld: Ziekenhuis Meander in Amersfoort

Aan de Maatweg in Amersfoort komt, pal tegen de rivier de Eem gelegen, het nieuwe Meander ziekenhuis. Het ziekenhuis zal aan 300.000 mensen in Amersfoort en de regio zorg gaan bieden. Bij het ontwerp is nadrukkelijk rekening gehouden met een eventuele overstroming van de Eem. Volgens overstromingsmodellen kan er ter plaatse na 6 dagen 2,60 meter water komen te staan. In het ontwerp is hiermee rekening gehouden. Zo is er bewust gekozen om geen ondergrondse parkeergarage te realiseren. Alle vitale elementen van het gebouw bevinden zich op een hoogte van 2,60 meter boven maaiveld. Dat betekent voor ambulances dat zij pas op deze hoogte patiënten kunnen overdragen aan het ziekenhuis. Ook andere vitale voorzieningen zoals de noodstroomvoorziening bevinden zich hoog genoeg in het gebouw. Een probleem bij een overstroming is dat op een bepaald moment de toevoer van water, elektriciteit, gas en de afvoer van afvalwater uitvallen. Het is daarom geen optie voor het ziekenhuis om te blijven functioneren tijdens een overstroming. In drie dagen is het mogelijk om het hele ziekenhuis te evacueren. Tot die tijd laat het stijgende water het nog toe om het ziekenhuis ongehinderd te bereiken en kan het, deels op eigen voorzieningen, blijven functioneren.

De overstromingsrobuuste inrichting zorgt ervoor dat het ziekenhuis snel na droogvallen van het gebied weer operationeel is. Het water heeft de vitale onderdelen van het gebouw immers niet kunnen bereiken, een flinke schoonmaakbeurt is in theorie voldoende.

Stroomsnelheid

Vlakbij een bres kunnen hoge stroomsnelheden optreden. In deze gebieden is het van belang om bij het ontwerp rekening te houden met deze snelheden. Door de stroomsnelheden kan bijvoorbeeld materieel weggespoeld worden. Uit onderzoek blijkt dat bij een stroomsnelheid van 0,5 m/s schade kan ontstaan aan stenen muren. Schade aan beton treedt op bij stroomsnelheden in de orde van 2 m/s. In de meeste gebieden is de stroomsnelheid minder van belang voor nieuw te bouwen objecten en grootschalige industrieterreinen. Deze blijven veelal lager dan 0,5 m/s. Echter, op locaties waar het water door een smalle doorgang heen moet, bijvoorbeeld tussen twee gebouwen door, kunnen stroomsnelheden lokaal hoger zijn.

Stijgsnelheid

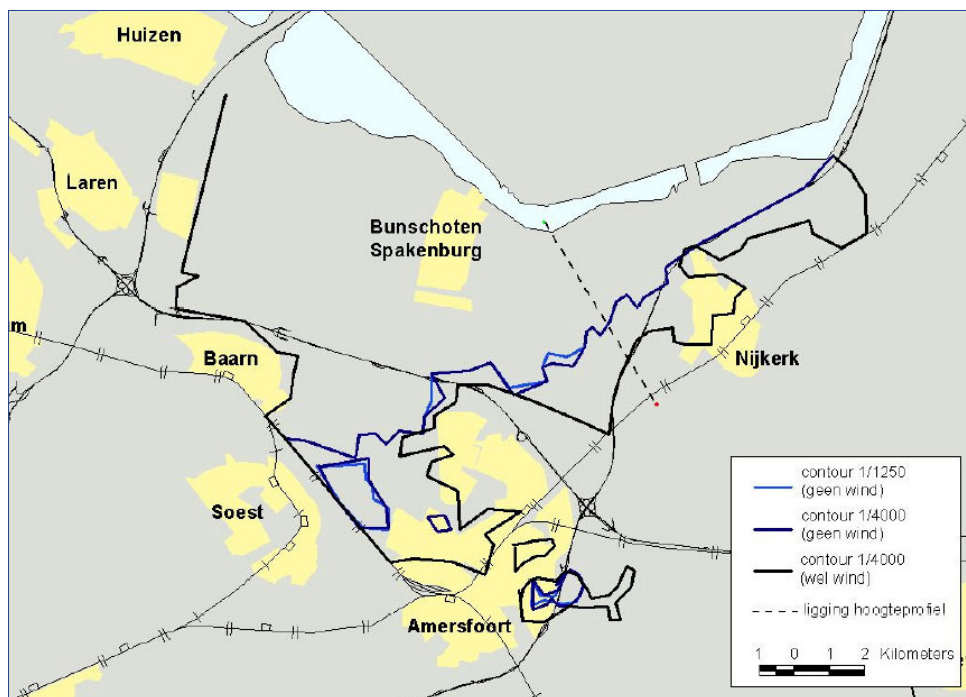
De grootte van de bres en het hoogwater bepalen hoeveel water door de bres heen stroomt en met welke snelheid. Hoe snel het water stijgt is hiervan afhankelijk. De stijgsnelheid varieert vaak weinig. Het verschil is dat in diepe polders het water snel verder stijgt tot een grote diepte, terwijl het in hogere gebieden al snel ophoudt omdat de maximale diepte is bereikt. Een overstromingsfront kun je meer zien als een muur. Voordat het water in dat diepste putje is aangekomen is er al een halve meter water gepasseerd in de hogere bovenstreams gelegen gebieden. Ook hier wordt die halve meter water in een korte tijd bereikt. De stijgsnelheid is vooral bij een onverwachtse overstroming van belang omdat een grote stijgsnelheid weinig tijd geeft om een veilige plek te zoeken.

Buitendijks ziekenhuis Venlo

In het centrum van Venlo staat aan de Maas het Viecuri Medisch Centrum. Het ziekenhuis is buitendijks gebouwd. Wanneer het peil van de Maas stijgt kan het ziekenhuis daar nadelige gevolgen van ondervinden. In het verleden heeft het ziekenhuis diverse malen met wateroverlast te maken gehad. Zo is in juni 2009 nog hinder ondervonden door wateroverlast. In het ziekenhuis traden liften buiten werking, was er een lek op de intensive care-afdeling en was de kraamafdeling tijdelijk afgesloten. Om grotere bedreiging vanuit de rivier te voorkomen is een dijk aangebracht tussen de Maas en het ziekenhuis. Daarnaast is om wateroverlast en schade zoveel mogelijk te voorkomen een noodmagazijn vol materialen beschikbaar. Vitale onderdelen zoals de noodstroomvoorziening zijn niet in de kelder gebouwd maar op veiliger hoogte geplaatst.

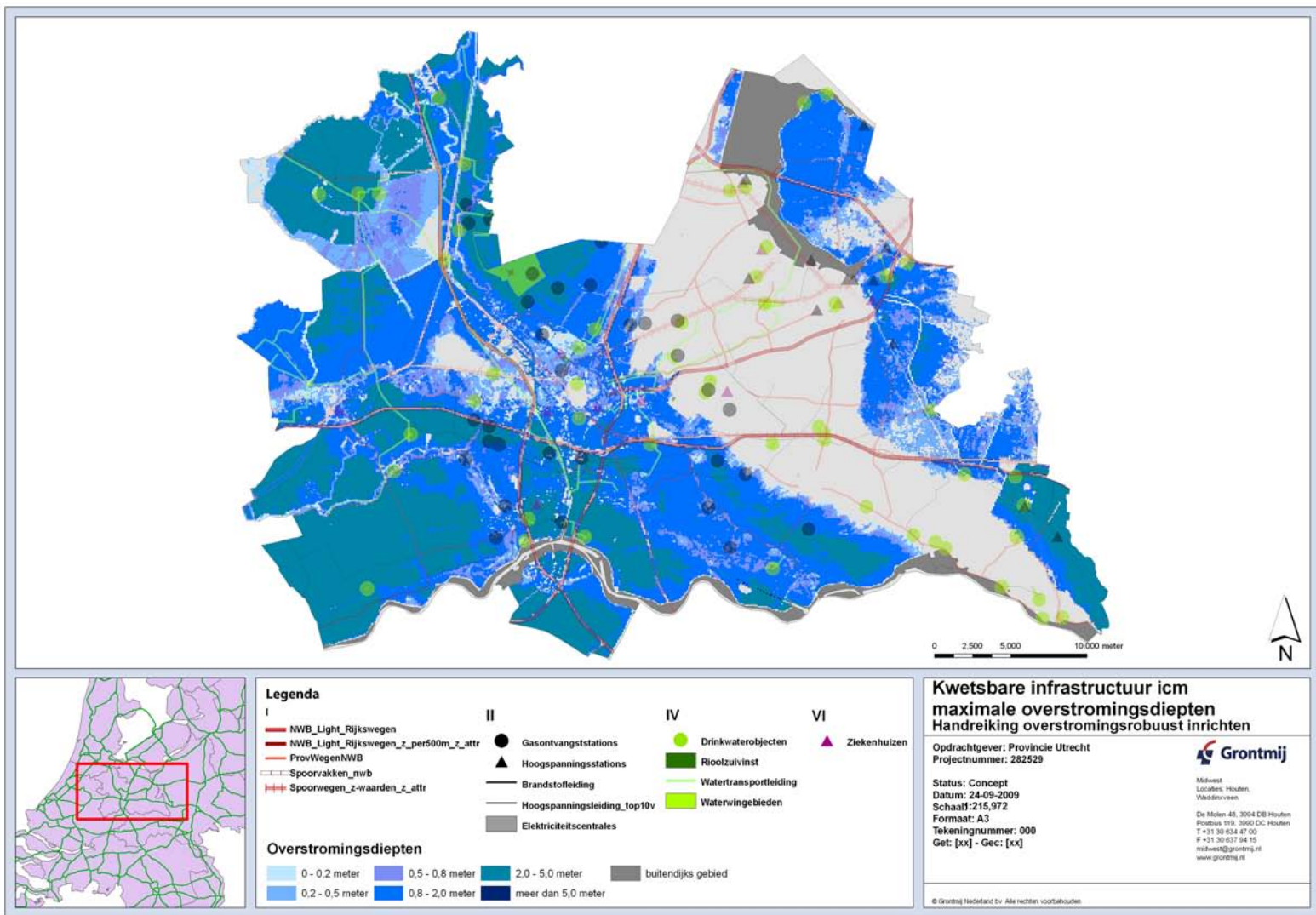
Onverwachtsheid

Hoogwater op de rivieren kunnen we in Nederland voorspellen door modellen. Enkele dagen van te voren is bekend of er problemen dreigen voor een bepaalde locatie langs de rivieren. Er is dan nog voldoende tijd om te besluiten om te evacueren. Een storm op de randmeren, met als gevolg dijkdoorbraak, is bijna niet te voorspellen. Het gebied dat dan overstromt is in onderstaande figuur globaal weergegeven. Bij het ontwerp van nieuwbouw is het belangrijk dat mensen tijdelijke vluchtplaatsen hebben, hetzij in de gebouwen zelf of op eenvoudig bereikbare vluchtplaatsen. Opgemerkt wordt dat het gebied alleen volledig overstromt wanneer meerdere bressen ontstaan. Bij één bres overstromt maximaal de helft van het gebied. De dijken langs de Eem vormen namelijk een grens en mogelijk vormt zelfs de kade langs de Laak ten oosten van Spakenburg een grens.



Figuur 9: De zwarte lijnen geven een indicatie van het gebied dat te maken kan krijgen met een onverwachtse overstroming vanuit de randmeren en de Eem.

Bij het maken van concrete plannen geven overstromingskenmerken nuttige informatie voor de locatiekeuze en het ontwerp. Door contact op te nemen met de Provincie Utrecht (afdeling Bodem en Water) kunnen de kenmerken nauwkeuriger in beeld worden gebracht en kan samen nagedacht worden over oplossingen.



Figuur 10: Vitale en kwetsbare objecten en overstromingsdiepten in de provincie Utrecht

Overstromingen, veiligheid en keuze maatregelen

Een goed inzicht in de overstromingskenmerken geeft een eerste inzicht in de overstromingsrisico's in het gebied. De vraag is nu, hoe een verantwoorde keuze te maken uit de lijst met maatregelen. Deze alinea gaat kort in op het proces van overstromingskenmerken tot de selectie van maatregelen.

Op verschillende wijzen kan rekening worden gehouden met de overstromingskenmerken. Bijvoorbeeld door preventie, locatiekeuze, inrichtingsmaatregelen, beheermaatregelen en rampbestrijdingsmaatregelen. De eerste pijler van het veiligheidsbeleid van de provincie Utrecht is preventie. Dat betekent, het water keren met waterkeringen die in topconditie verkeren. De tweede pijler is gevolgbeperking. Daaronder vallen locatiekeuze, inrichtingsmaatregelen en beheer & onderhoud. Deze handreiking zoomt in op de locatiekeuze en de inrichtingsmaatregelen. De derde pijler is rampbestrijding (zoals evacuatieplannen). Hieraan besteedt deze handreiking geen aandacht.

Locatiekeuze

Bij de start van een ontwikkeling is het van belang om in een zo vroeg mogelijk stadium de kenmerken van een gebied goed in beeld te hebben. De hiervoor beschreven overstromingskenmerken zijn hierbij van groot belang, maar andere kenmerken zoals bodemgesteldheid, aanwezigheid van netwerken en gebiedstype (zoals landelijk, stedelijk of bedrijventerrein) moeten niet worden vergeten. Een goed inzicht in het gebied maakt het mogelijk om een locatie te kiezen waar het overstromingsgevaar nihil of beperkt is. De locatiekeuze is een belangrijke eerste stap waarbij, zonder dat er al daadwerkelijk gebouwd wordt, rekening kan worden gehouden met overstromingsgevaar. De initiatiefnemer denkt eerst na over een goede locatie voordat inrichtingsmaatregelen worden genomen om het object of het gebied overstromingsrobuust te maken.

Inrichtings- en bouwmaatregelen

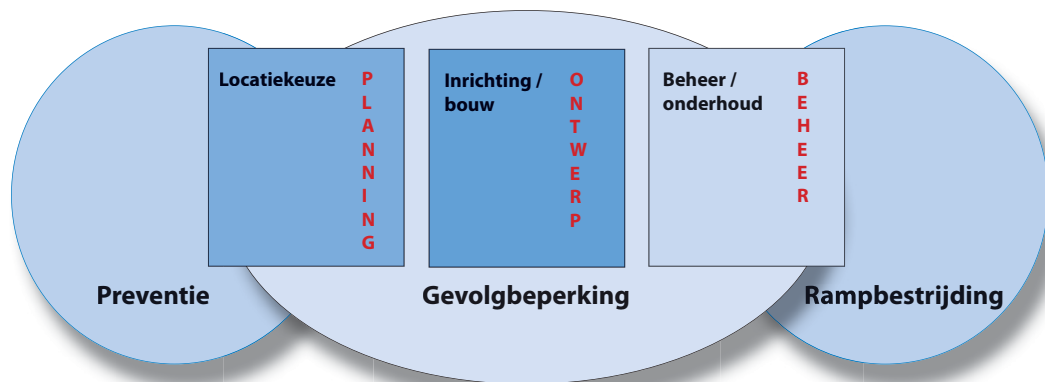
Nadat de keuze op een locatie is gevallen is het belangrijk om maatregelen te selecteren die het object of het gebied robuuster maken zodat het overstromingsgevaar nog verder beperkt wordt. De keuze van maatregelen kan gemaakt worden op basis van een aantal argumenten:

- het water letterlijk buiten de deur houden;
- de schade beperken;
- zorgen voor een spoedig herstel óf;
- zorgen voor aanpassingsmogelijkheden in de beheerfase.

Onderdeel van het maatregelenpakket kunnen naast technische maatregelen ook niet-technische maatregelen zijn zoals een evacuatieplan waardoor mensen, dieren en goederen tijdig in veiligheid gebracht kunnen worden. Voor bijvoorbeeld netwerken (wegen, elektriciteit, gas, water en communicatie) bepaalt redundantie ook de overstromingsrobuustheid. De uitval van een weg of object kan dan worden overgenomen door een andere weg of object. Bij de beschrijving van de maatregelen zijn deze argumenten meegenomen.

Ook in beheerfase aandacht voor kans op overstromingen

In de waterparagraaf van het ruimtelijke plan dient te worden aangegeven hoe rekening is gehouden met overstromingsgevaar. Mocht dit niet aantoonbaar haalbaar zijn, dan moet dat worden gemotiveerd. Ook deze motivatie dient te worden opgenomen in de waterparagraaf. Bovendien zal dan de kwetsbaarheid voor overstromingen op een andere manier moeten worden gereduceerd, bijvoorbeeld met een rampbestrijdingsplan. Belangrijk is wel dat in de beheerfase het overstromingsrisico een aandachtspunt blijft. De gekozen maatregelen moeten niet alleen na oplevering maar ook in de toekomst functioneel en afdoende zijn.



Figuur 11: Het proces

Verbetering van de leefkwaliteit

Naast het weerbaar maken voor overstromingen kunnen de maatregelen ook op een andere manier bijdragen aan de kwaliteit van de leefomgeving. Een aantal maatregelen is naast het robuust maken van objecten en gebieden voor overstromingen ook inzetbaar om de robuustheid ten aanzien van wateroverlast te vergroten. Maatregelen kunnen daarnaast ook een bijdrage leveren aan het verbeteren van de totale ruimtelijke kwaliteit. Door maatregelen te koppelen aan andere urgente ontwikkelingen in een gebied (bijvoorbeeld herstructurering) kan juist een extra kwaliteitsslag worden gemaakt. Een uitgebalanceerd pakket aan zowel technische (harde) als niet-technische (zachte) maatregelen kan invulling geven aan een strategie om te komen tot een veilige leefomgeving, van een hoge kwaliteit.

In het nu volgende deel van de handreiking is een lijst met 34 maatregelen opgenomen. Per maatregel worden de volgende aspecten weergegeven: toepassing, huidige praktijk, voordelen, aandachtspunten en investering. Zij illustreren de maatregelen en geven een indicatie van de karakteristieken van elke maatregel. De investeringsindicatie is relatief en is gebaseerd op een aanname van de totale investering van een gebied of object. Kortom, dit deel geeft concrete handvatten om objecten of gebieden overstromingsrobuust te maken



Figuur 12: Waterbestendig bouwen in Hamburg Hafencity



4. Overzicht maatregelen

GEBOUWEN

- 1 Reinwaterkelders
- 2 Keuze bouwmaterialen
- 3 Generatoren
- 4 Inrichting gebouwen
- 5 Wetproof bouwen
- 6 Drijvende gebouwen
- 7 Amfibische woningen/gebouwen
- 8 Gebouw als kering
- 9 Trappen
- 10 Kruipruimteloos bouwen
- 11 Bouwen met waterbestendige keerschotten
- 12 Bouwen op palen
- 13 Niet-leefbare begane grond
- 14 Dryproof bouwen
- 15 Ventilatioorosters hoog aanbrengen
- 16 Gipsplaten horizontaal plaatsen
- 17 Verzwaarde funderingsconstructies

INFRASTRUCTUUR EN NETWERKEN

- 18 Waterrobuust noodcommunicatienetwerk
- 19 Waterrobuust elektriciteitsnetwerk
- 20 Verhoogde hoofdwegen en vluchtpaden
- 21 Vluchtplaatsen
- 22 Overstromingsrobuuste zelfvoorzienende energievoorziening
- 23 Overstromingsrobuuste zelfvoorzienende drinkwatervoorziening

OPENBARE RUIMTE

- 24 Terpen
- 25 Verschil vloerpeil- straatpeil
- 26 Celvormige tijdelijke waterkeringen
- 27 Staande tijdelijke waterkeringen
- 28 Meestromen in de openbare ruimte
- 29 Drijvende platformen
- 30 Maaiveldverhoging
- 31 Keermuur / keerwand
- 32 Compartimentering op kleine schaal
- 33 Opblaasbare tijdelijke waterkeringen
- 34 Vulbare tijdelijke waterkeringen



Maatregelen gebouwen



Beschrijving

Een watervoorraad om te gebruiken op het moment dat de vraag in het net groter is dan de capaciteit van de waterproductiecentra.

Toepassing

Bij een overstroming kan bijvoorbeeld een ziekenhuis blijven functioneren. Het is dan onafhankelijk van het drinkwaternetwerk.

Huidige praktijk

- De Basilica Cisterne is een zesde-eeuwse ondergrondse wateropslagplaats in Istanbul
- Watertorens in Nederland, soms nog in gebruik als buffer
- Ziekenhuizen

Voordelen

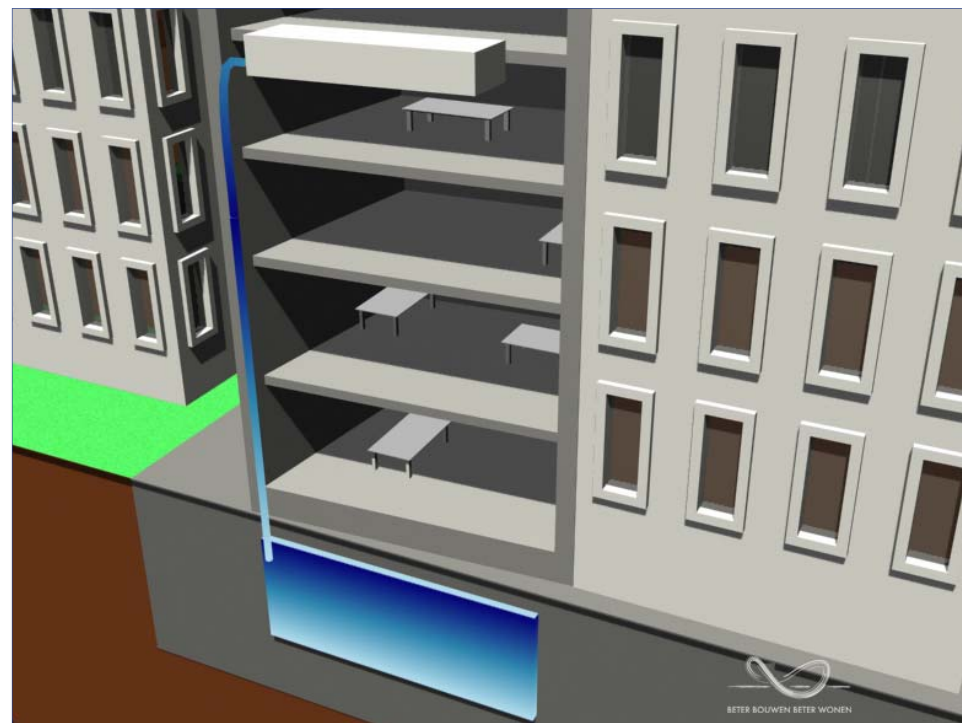
- Robuuste oplossing
- Risico op falen laag
- Gebouw blijft in bedrijf
- Gebiedsoverstijgende functies (bijvoorbeeld ziekenhuizen) blijven in bedrijf
- Combinatie mogelijk met (tijdelijke) waterberging onder gebouw (en eventueel geborgen water zuiveren voor gebruik als drinkwater)

Aandachtspunten

- Waterkwaliteit
- Beschikbare hoeveelheid water

Investering

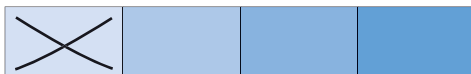
Geringe aanpassing  Aanzienlijke aanpassing





Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

In gebieden die mogelijk kunnen overstromen bouwmaterialen gebruiken die waterbestendig zijn of snel hersteld kunnen worden na een overstroming. Bijvoorbeeld: waterdichte betonvloerconstructie (eventueel met niet-doorlatende (damp-proof) polytheen membraan), waterbestendiger vloerafwerking (zandcement, steen, keramisch, beton (behalve zandsteen en marmer), kunststof (zoals gietvloeren, grind-vloeren, troffelvloeren) in plaats van hout, waterbestendiger wandconstructies (beton, kalkzandsteen, baksteen in plaats van gasbeton, hout of porisosteent), impregneren bestaande buitenmuren, waterbestendiger wandafwerkingen (kunsthars-, (mineraal)cement of kalkstucwerk in plaats van gipsstucwerk, tegels, waterbestendige beplating), waterbestendig isolatiemateriaal (gesloten cellen, zoals polyurethaan en polystyreen), watervast plinten (interieur), waterdichte kimconstructie, waterbestendige kozijnen (kunststof, aluminium, staal in plaats van hout).

Toepassing

Na een overstroming is het mogelijk een gebouw snel te herstellen zodat het weer snel kan functioneren.

Huidige praktijk

- Waterbestendige vloerafwerking bij gebouwen in rivierengebied.

Voordelen

- Beperken van schade bij overstroming
- Sneller herstel na overstroming
- Eenvoudig mee te nemen in verbouwing
- Kansen in combinatie met keuze duurzame materialen
- Vergroot ook robuustheid ten aanzien van wateroverlast

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Voorrading en beschikbaarheid materialen
- Nog geen gangbare toepassing

Beschrijving

Generatoren maken een tijdelijke energievoorziening van gebouwen mogelijk. Een combinatie met accu's is mogelijk voor de begintijd van de stroomuitval om continuïteit te waarborgen.

Toepassing

Noodgeneratoren voor ziekenhuizen, 24-uurs bedrijven, gebouwen met niet-zelfredzame bevolkingsgroepen die moeilijk te evacueren zijn.

Huidige praktijk

- Ziekenhuizen
- 24-uursbedrijven
- Agrarische bedrijven
- Industrie

Voordelen

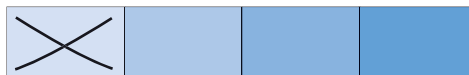
- Bij een regionale of landelijke uitval van de energievoorziening blijven essentiële voorzieningen functioneren.
- Generatoren zijn ook te gebruiken tijdens andere calamiteiten zoals bij de stroomuitval in de Bommelerwaard in 2007.

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Overstromingsduur
- Opstarttijd en beschikbare hoeveelheid brandstof voor generatoren
- Bedrijfszekerheid van generatoren is afhankelijk van onderhoud en regelmatig testen

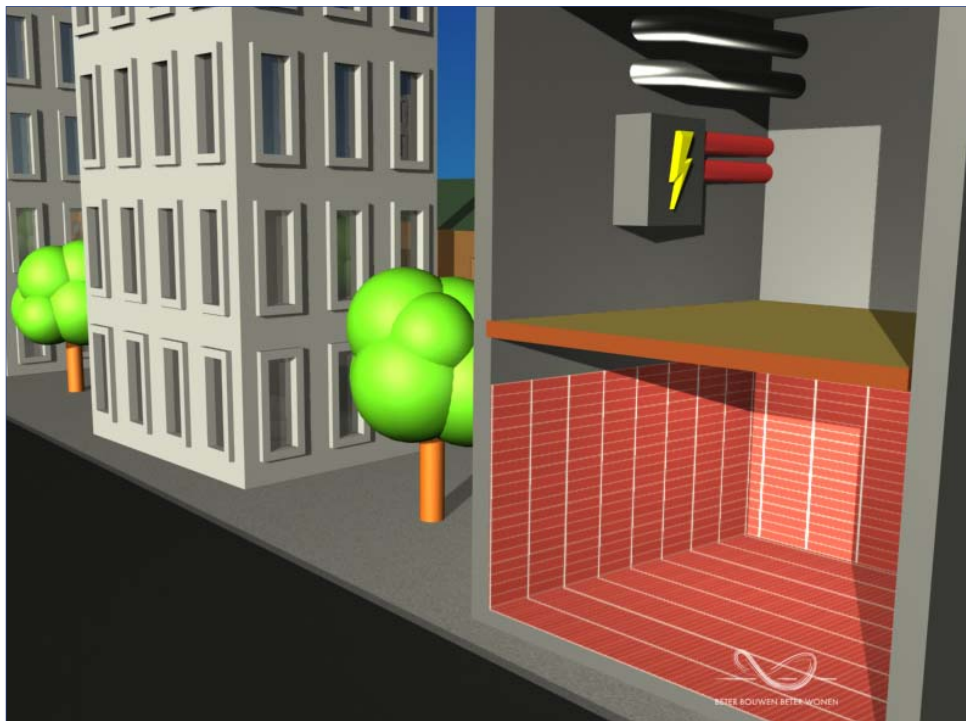
Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Bij de inrichting van gebouwen de kwetsbare voorzieningen voldoende hoog plaatsen (bijvoorbeeld noodgeneratoren, elektriciteits- en drinkwatervoorziening) in plaats van in de kelder of op de begane grond. Ramen op de begane grond kunnen een eventuele waterdruk weerstaan.

Toepassing

De hoogte is afhankelijk van de maximale waterdiepte op de beoogde locatie.

Huidige praktijk

- Hamburg HafenCity
- Gebouwen in de uiterwaarden

Voordelen

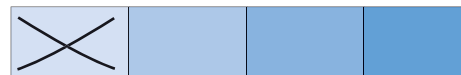
- Minder kans op uitval van voorzieningen
- Robuust ontwerp gebouwen
- Creëert ruimte voor eventuele tijdelijke waterberging onder gebouwen
- Vergroot ook robuustheid ten aanzien van wateroverlast

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Waterdruk
- Nog geen gangbare toepassing
- Bereikbaarheid van de kwetsbare voorzieningen

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Door wetproof te bouwen kan ontstane schade snel hersteld worden. Het gebouw is tot een waterdiepte van 1,5 meter beschermd tegen het water. Bij een overstroming mag water in het gebouw stromen. Na de overstroming kan het gebouw weer snel in gebruik worden genomen, na een schoonmaak van de begane grond. De gebouwconstructie is bestand tegen waterdruk.

Toepassing

- In gebieden met een overstromingsduur korter dan 2 weken en waterpeil lager dan 1,5 meter
- In gebieden met een lage stroomsnelheid bij overstroming

Huidige praktijk

- Gebouwen in het historische centrum van Dordrecht
- Gebouwen in de uiterwaarden

Voordelen

- Robuuste oplossing
- Gebouw is snel na wegpompen water weer bruikbaar
- Hoge mate bewustwording burger
- Vergroot ook robuustheid ten aanzien van wateroverlast

Aandachtspunten

- Stroomsnelheid
- Waterdruk
- Waterdiepte mag niet meer dan 1,5 meter boven maaiveld zijn
- Overstromingsduur niet langer dan 2 weken
- Bereikbaarheid woningen tijdens overstroming (o.a. voor hulpdiensten)
- Nog geen gangbare toepassing
- Aanleghoogte elektra en meterkasten (boven 1,5 meter)

Investering

Geringe aanpassing  Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Lichte bouwvorm (bijv. houtskeletbouw) op betonnen bak of betonnen drijfconstructie met polystyreen. Drijvend gebouw is in horizontale richting permanent bevestigd en kan in verticale richting met het waterpeil meebewegen.

Toepassing

Toepassing voornamelijk in buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- IJburg, Steigereiland (Amsterdam)
- Noorderplassen (Almere)
- Middelburg en Nijmegen

Voordelen

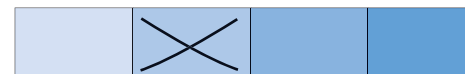
- Geen water in het gebouw
- Gebouw kan zich aanpassen aan veranderende omstandigheden
- Hoge mate bewustwording burger
- Gebouwen zijn onroerend goed
- Water geeft kwaliteitsimpuls aan leefomgeving
- Water draagt bij aan verkoeling in de zomer
- Combinatie met generatoren aan/op drijflichamen voor continuïteit energievoorziening

Aandachtspunten

- Stroomsnelheid
- Drijfvuil, ijs, golven, wind en aanvaarmogelijkheden
- Flexibiliteit nutsaansluitingen en vorstvrije aanleg waterleiding

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Lichte gebouwen, geplaatst op drijvers, los geplaatst op hun fundering. De gebouwen liggen op het maaiveldniveau en komen met het water-niveau omhoog bij extreme waterstanden.

Toepassing

Toepassing voornamelijk in buitendijks gebied.

Investering

- Maasbommel: recreatiegebied met drijvende en amfibische woningen in het buitendijks gebied langs de Maas

Voordelen

- Geen water in het gebouw
- Gebouwen kunnen zich aanpassen aan veranderende omstandigheden
- Hoge mate bewustwording burger
- Water geeft kwaliteitsimpuls aan leefomgeving
- Water draagt bij aan verkoeling in de zomer
- Uitbreiding zeer eenvoudig door aankoppelen van drijflichamen

Aandachtspunten

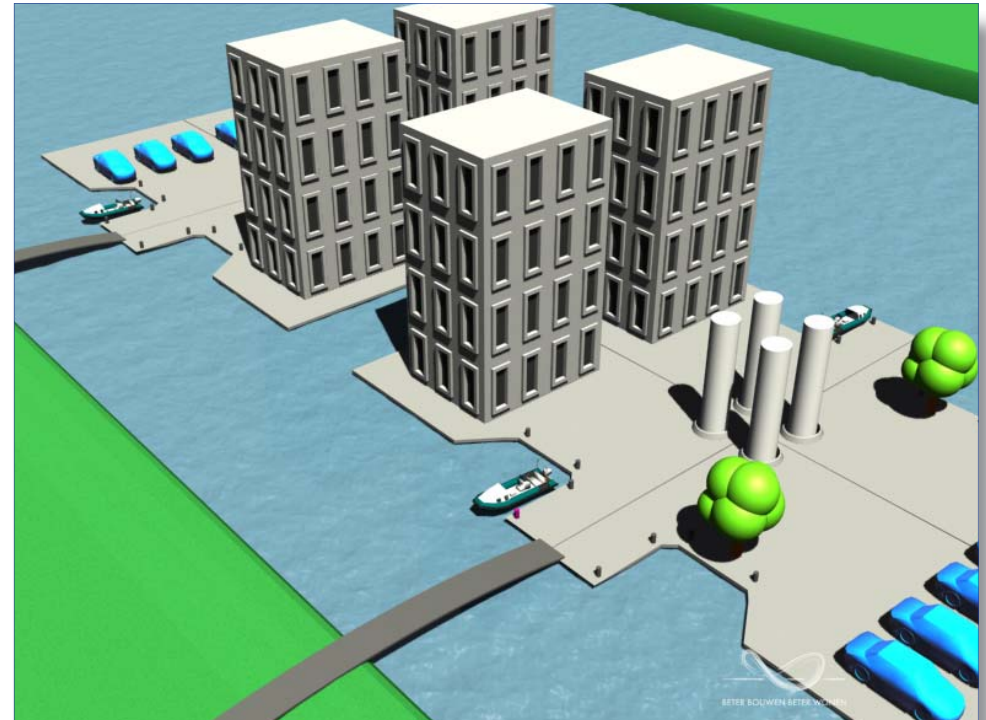
- Stroomsnelheid
- Amfibische gebouwen zijn niet verplaatsbaar
- Nutsaansluitingen flexibel aanleggen en vorstvrije aanleg van waterleiding

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Gebouwen zijn multifunctioneel en fungeren als 'holle kering.'

Toepassing

Toepassingsmogelijkheden bevinden zich voornamelijk in het grensgebied tussen binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- IJburg, gevel van het Sluishuis in het buitendijkse gebied Steigereiland (Amsterdam)
- De Dordtse Wand, nieuwbouw geïncorporeerd in de waterkering (Dordrecht)

Voordelen

- Unieke bouwlocatie
- Robuuste bescherming binnendijks gebied
- Multifunctionele oplossing
- Water geeft kwaliteitsimpuls aan leefomgeving
- Water draagt bij aan verkoeling in de zomer
- Ook het achterland is beschermd

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Ruimtebeslag
- Ramen aan rivierzijde zijn bestand tegen de waterdruk
- Aanvaarmogelijkheden

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Realisatie van extra hoogte door getrapte constructie.

Toepassing

In kleine straatjes of openingen tussen gebouwen.

Huidige praktijk

- Dordrecht
- Rotterdam
- Japan

Voordelen

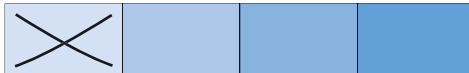
- Weinig ingrijpende maatregel
- Verhoogt bewustwording burger
- Vroeg in het bouwproces goed inpasbaar
- Vergroot ook robuustheid ten aanzien van wateroverlast

Aandachtspunten

- Toegankelijkheid van gebouwen is een aandachtspunt
- Nog geen gangbare toepassing

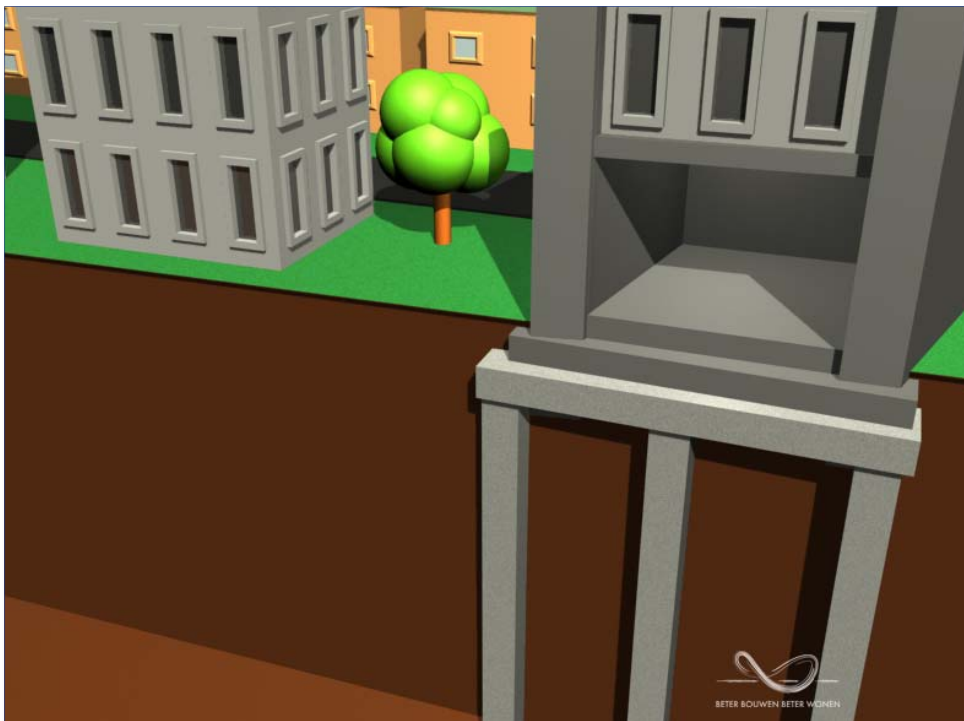
Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Gebouwen hebben geen kruipruimte. De begane grondvloer is aan de onderzijde voorzien van isolatie.

Toepassing

Toepassing in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Stad van de Zon (Heerhugowaard)
- Steigereiland (Amsterdam)
- Nieuwbouwlocaties (Almelo)

Voordelen

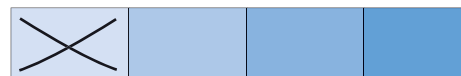
- Minder grondverzet bij het bouwrijp maken (afhankelijk van het gekozen systeem)
- Minder kans op vochtproblemen (dus minder kans op gezondheidsklachten als gevolg van vocht)
- Minder warmteverlies (energiebesparing mogelijk)
- Meer kans op goede luchtdichtheid
- Vroeg in het bouwproces goed inpasbaar
- Vergroot eveneens robuustheid ten aanzien van grondwateroverlast
- Hoge grondwaterstand toelaatbaar
- Geen onwerkbare werkomstandigheden voor loodgieters in kruipruimte

Aandachtspunten

- Kabels en leidingen in de vloer
- Nog geen gangbare toepassing

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Gebouwen beschikken over waterbestendige keerschotten in gevelopeningen.

Toepassing

Toepassing voornamelijk in buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Dordrecht
- Hamburg

Voordelen

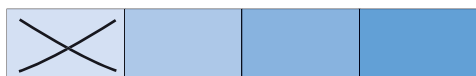
- Direct inzetbaar
- Hoge mate bewustwording burger
- Mogelijke combinatie met inbraakpreventie
- Achteraf aan te brengen bij verbouw

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Waterdruk
- Stroomsnelheid
- Waterdichte aansluiting binnengebouw op fundering (waterdichtheid ter plaatse van kruipruimteluik is extra aandachtspunt)
- Binnenspouw als waterdichte constructie uitvoeren tot vereiste hoogte
- Impregneren bestaande buitenmuren
- Bestendigheid gevelconstructie tegen waterdruk
- Riolering (keerkleppen aanbrengen) en spouwmuurventilatie (i.v.m. waterdichtheid)

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Constructies op palen, waarvan het kunstmatige 'maaiveld' boven het overstromingsniveau ligt.

Toepassing

Toepassing voornamelijk in buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Yokohama Sport Stadion (Japan)
- Aluminium (Houten)

Voordelen

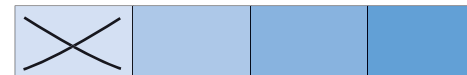
- Goed te combineren met waterberging
- Water geeft kwaliteitsimpuls aan leefomgeving
- Hoge mate bewustwording burger
- Vergroot ook robuustheid ten aanzien van wateroverlast

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Waterdruk
- Waterkwaliteit onder een gebouw verdient extra aandacht
- Erosie/ontgroning rond de palen verdient aandacht
- Bereikbaarheid en toegankelijkheid

Investing

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Op de begane grond wordt niet geleefd/gewerkt, waardoor schade tijdens overstroming beperkt zal blijven (begane grond bijvoorbeeld garage of souterrain)

Toepassing

Toepassing in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Dordrecht
- Rotterdam
- Delft

Voordelen

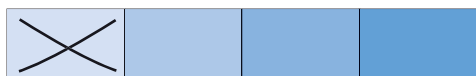
- Weinig waterschade bij overstroming
- Vergroot ook robuustheid ten aanzien van wateroverlast
- Vroeg in het bouwproces goed inpasbaar

Aandachtspunten

- Waterdruk
- Nog geen gangbare toepassing
- Waterbestendige bouwmaterialen en op beganegrondniveau
- Meterkasten op 1^e verdiepingsniveau (afstemming met nutsbedrijven)

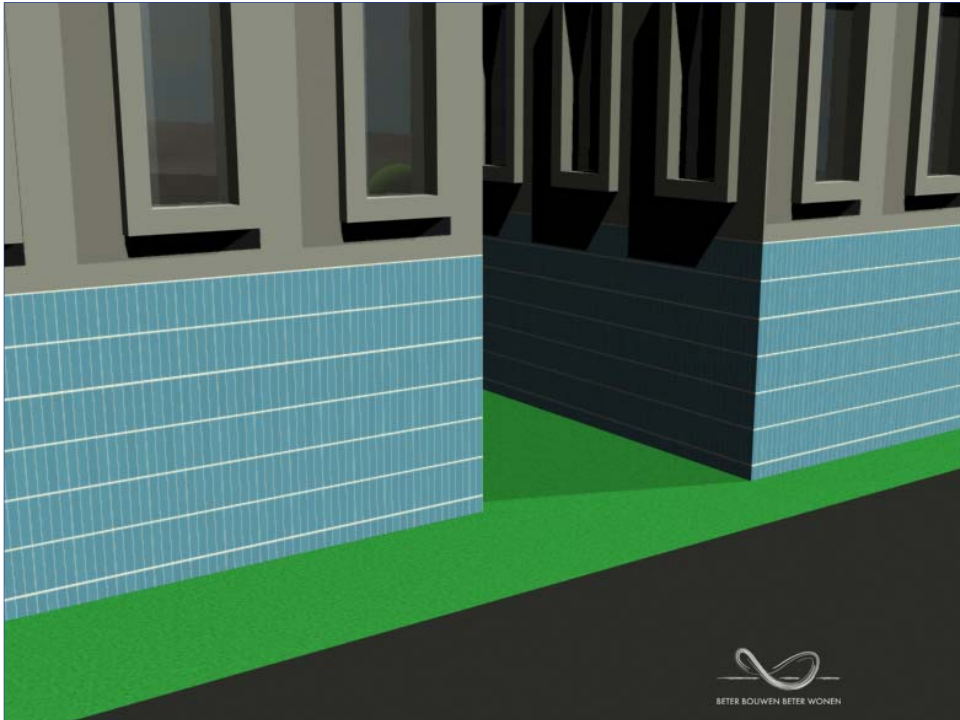
Investering

Geringe aanpassing



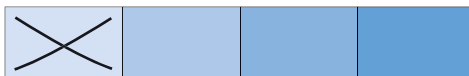
Aanzienlijke aanpassing





Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Bij een overstroming wordt het water buiten het gebouw gehouden. De gevelconstructie is bestand tegen waterdruk.

Toepassing

- Toepassing in binnendijs en buitendijs gebied
- Inundatieduur korter dan 2 weken en waterpeil lager dan 0,9 meter
- Inundatiefrequentie kan jaarlijks zijn

Huidige praktijk

- Gebouwen in het oude centrum van Dordrecht
- Groot-Brittanië

Voordelen

- Geen water in het gebouw
- Robuuste oplossing
- Hoge mate bewustwording burger
- Vroeg in het bouwproces goed inpasbaar
- Vergroot ook robuustheid ten aanzien van wateroverlast
- Combineren met kruipruimteloos bouwen aanbevolen

Aandachtspunten

- Waterdiepte (lager dan 0,9 meter)
- Overstromingsduur (korter dan 2 weken)
- Stroomsnelheid
- Riolering (keerkleppen aanbrengen) en spouwmuurventilatie (i.v.m. waterdichtheid)
- Bereikbaarheid gebouwen (o.a. voor hulpdiensten)
- Waterdichte aansluiting binnengebouw op fundering (waterdichtheid ter plaatse van kruipruimteliuk is extra aandachtspunt)
- Binnenspouw als waterdichte constructie uitvoeren tot vereiste hoogte
- Impregneren bestaande buitenmuren
- Bestendigheid gevelconstructie tegen waterdruk

Beschrijving

Door de ventilatieroosters hoog aan te brengen, kan water niet via de ventilatieroosters het gebouw instromen.

Toepassing

Zowel in binnendijks als buitendijks gebied toepasbaar.

Huidige praktijk

- Gebouwen in het oude centrum van Dordrecht
- Groot-Brittannië

Voordelen

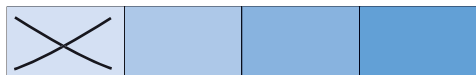
- Vroeg in bouwproces goed inpasbaar
- Vergroot ook robuustheid ten aanzien van wateroverlast
- Combineren met kruipruimteloos bouwen aanbevolen

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Nog geen gangbare toepassing Waterdichte buitenwandconstructie tot vereiste hoogte

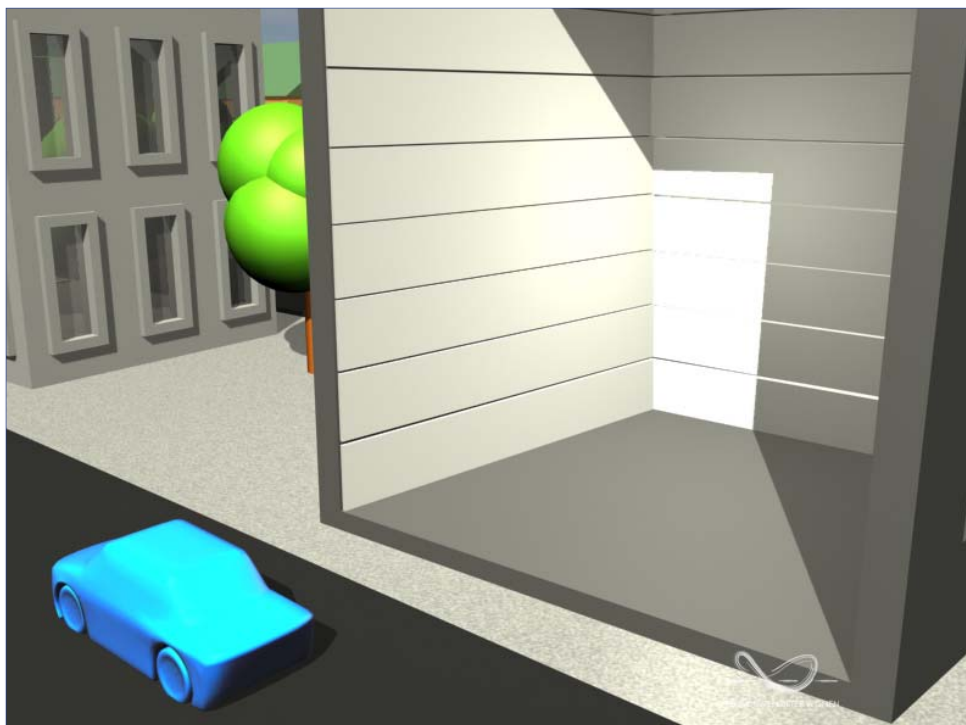
Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Door gipsplaten horizontaal te plaatsen in plaats van verticaal, hoeven slechts enkele gipsplaten vervangen te worden als er water in het gebouw heeft gestaan.

Toepassing

Zowel in binnendijks als buitendijks gebied toepasbaar.

Huidige praktijk

Voordelen

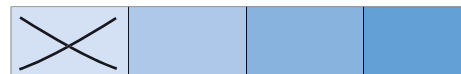
- Sneller herstel
- Eenvoudig mee te nemen bij verbouw
- Vergroot ook robuustheid ten aanzien van wateroverlast

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Als herstel lang op zich laat wachten, kunnen de andere platen ook vochtig raken
- Combinatie met waterbestendige plinten en vloerafwerking aanbevolen
- Geïmpregneerde gipsplaten toepassen bij onderste gipsplaten of Fermacell-platen.

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Om falen van de fundering als gevolg van de waterdruk bij een overstroming te voorkomen is deze verzwaard uitgevoerd.

Toepassing

Met name van toepassing op buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Buitendijks gebied
- Verenigde Staten

Voordelen

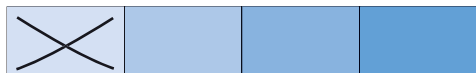
- Standzekerheid tijdens overstromingen
- Vroeg in het bouwproces goed inpasbaar
- Geen impact op de omgeving/aanzicht
- Mogelijke combinatie met waterberging onder gebouw

Aandachtspunten

- Extra voorzieningen fundering

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Maatregelen infrastructuur en netwerken



Beschrijving

Noodcommunicatienetwerk (bijvoorbeeld het C2000-netwerk) dat tijdens van overstromingen niet faalt. Alle hulpdiensten kunnen met elkaar communiceren.

Toepassing

Toepasbaar in binnendijks en buitendijks gebied.
Ook extra (mobiele) zendmasten zijn in te zetten bij een overstroming.

Huidige praktijk

- Bommelerwaard

Voordelen

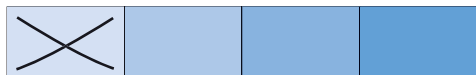
- Coördinatie van rampenbestrijding
- Minder herstelwerkzaamheden na een overstroming
- Netwerk is ook te gebruiken tijdens andere calamiteiten zoals bij de stroomuitval in de Bommelerwaard in 2007.

Aandachtspunten

- Het 'gewone' communicatienetwerk wordt vaak ook extra overbelast omdat burgers derden (familie) op de hoogte willen houden.

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Elektriciteitsnetwerk dat tijdens overstromingen niet faalt. Het gehele gebied blijft voorzien van elektriciteit. Vitale functies blijven in werking. Bijvoorbeeld: het verhoogd plaatsen van schakelvoorzieningen en transformatoren, de meterkast in gebouwen verhoogd aanbrengen.

Toepassing

Toepasbaar in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Hafencity (Hamburg)
- Plan Tijn (Dordrecht)

Voordelen

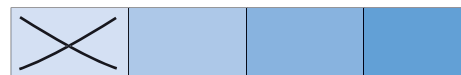
- Het gebied blijft voorzien van elektriciteit
- Vitale functies blijven functioneren
- Minder herstelwerkzaamheden na een overstroming
- Bescherming tegen zout water betekent extra grote schadebeperking

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Stroomsnelheid
- Erosie rondom elektriciteitsmasten en kabels

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Verhoogde hoofdwegen zorgen ervoor dat ook ten tijde van een overstroming het gebied bereikbaar is en na leegpompen het gebied weer relatief snel bereikbaar is.

Daarnaast is er vaak sprake van preventieve evacuatie. Via de verhoogde hoofdwegen kan evacuatie plaatsvinden tijdens een overstroming of in de dagen daarvoor.

Toepassing

Toepasbaar in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Speicherstadt (Hamburg)

Voordelen

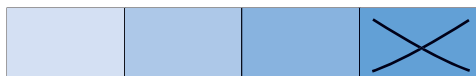
- Robuuste oplossing
- Risico op falen laag
- Hoge mate bewustwording burger
- Snellere heropbouw mogelijk
- Combinatie mogelijk met waterkeringen (bijv. ten behoeve van compartimentering)

Aandachtspunten

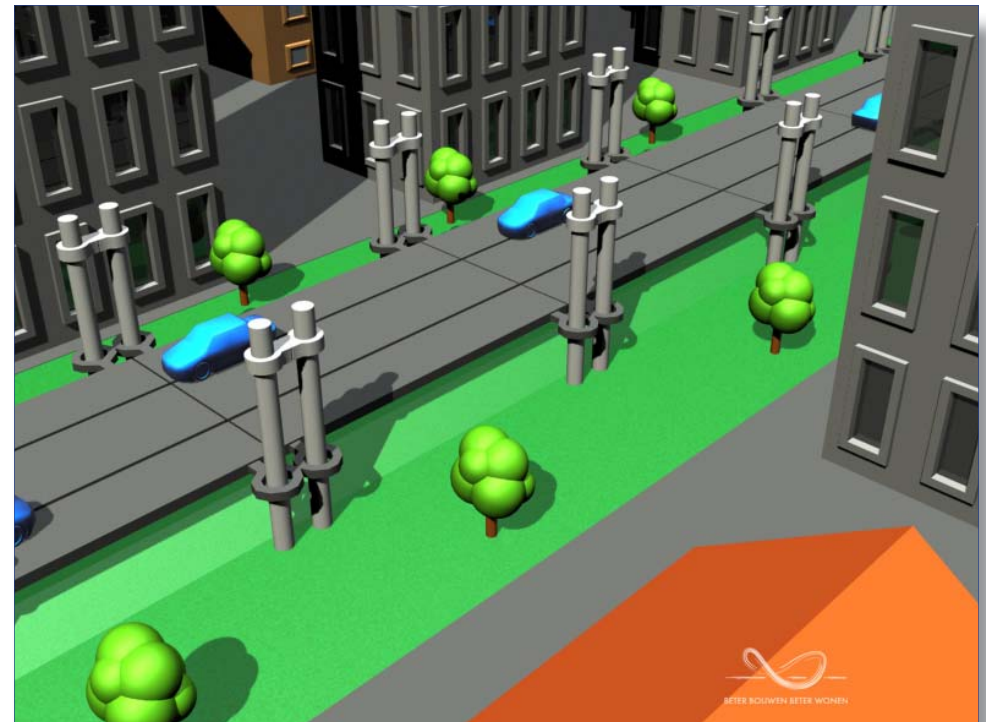
- Inpassing in gebied en aansluiting op het reguliere wegennet

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Verhoogde plaatsen waar het water bij een overstroming niet kan komen.

Toepassing

Toepasbaar in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Friese terpen
- Groninger wierden

Voordelen

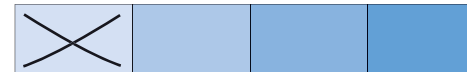
- Veilige oplossing
- Herkenbaar voor bevolking
- Op kleine schaal mogelijk
- Combinatie mogelijk met terugbrengen / accentueren natuurlijke hoogteverschillen

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Aankomsttijd
- Overstromingsduur
- Beschikbaarheid en aanvoer materiaal
- Ruimtebeslag
- Nog geen gangbare toepassing

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Bij een overstroming kan een gebouw onafhankelijk van het energienet voorzien in de benodigde energie. Energie wordt via duurzame bronnen opgewekt, bijvoorbeeld zonnecellen.

Toepassing

Toepasbaar in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Utiliteitsbouw in Nederland

Voordelen

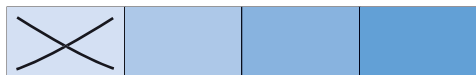
- Investering verdient zichzelf terug
- Duurzame oplossing
- Onafhankelijkheid van energienetwerk
- Voorziening is ook te gebruiken tijdens andere calamiteiten

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Aansluitingen op overstromd niveau mogen niet voor kortsluiting zorgen in het gehele lokale energienetwerk

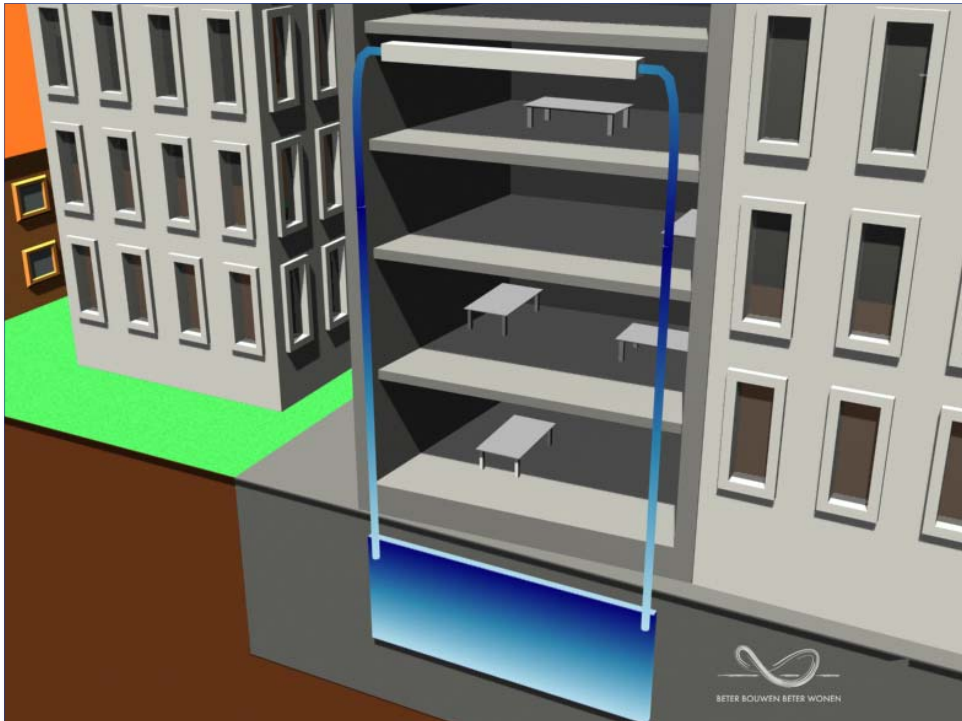
Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Bij een overstroming kan een object onafhankelijk van het drinkwater-net voorzien in het benodigde drinkwater. Het gebruikte water wordt gezuiverd, waarna het wederom voor drinkwater gebruikt kan worden.

Toepassing

Toepassing in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Australië

Voordelen

- Zelfvoorzienend, onafhankelijk van voorzieningen
- Duurzame innovatieve oplossing
- Voorziening is ook te gebruiken tijdens andere calamiteiten

Aandachtspunten

- Kwaliteitsborging drinkwatervoorziening

Investing

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Maatregelen openbare ruimte



Beschrijving

Kunstmatig opgeworpen heuvel boven het hoogste overstromingsniveau voor bewoning of als vluchtplaats bij overstroming.

Toepassing

Toepassing voornamelijk in buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Overdiepe Polder, bestaande boerderijen worden afgebroken en op terpen opnieuw opgebouwd
- Football Stadium New Orleans was bedoeld als orkaanbestendige vluchtplaats

Voordelen

- Grote zekerheid
- Vroeg in het bouwproces goed inpasbaar
- Kansen in combinatie met versterken landschappelijke kwaliteit
- Kansen in combinatie met terugbrengen / accentueren natuurlijke hoogteverschillen

Aandachtspunten

- Erosiebestendigheid
- Beschikbaarheid en aanvoer materiaal
- Ruimtebeslag en ruimtelijke inpassing

Investering





Beschrijving

Verhoogd vloerpeil ten opzichte van maaiveld.

Toepassing

Overall toepasbaar tenzij voorgevel op rooilijn ligt (waardoor er geen ruimte is voor extra voorzieningen ten behoeve van toegankelijkheid mindervaliden)

Huidige praktijk

- West-Brabant
- Gouda
- Amsterdam
- Japan

Voordelen

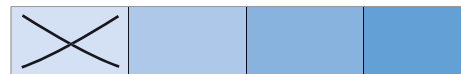
- Hoge mate bewustwording burgers
- Vroeg in het bouwproces goed inpasbaar
- Weinig impact op de omgeving/aanzicht
- Vergroot ook robuustheid ten aanzien van wateroverlast

Aandachtspunten

- Bereikbaarheid en toegankelijkheid (door middel van hellingbanen)

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Geprefabriceerde flexibele cellen die gevuld worden met grond of steen.

Toepassing

Toepassing in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Bescherming tegen orkanen in Verenigde Staten

Voordelen

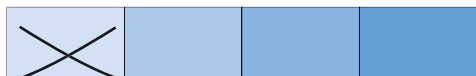
- Goed handelbaar en te transporteren
- Inzetbaar in zware omstandigheden en geschikt voor extreem koude weersomstandigheden
- Geen blijvende ruimtelijke impact op de leefomgeving
- Achteraf in beheerfase aan te brengen

Aandachtspunten

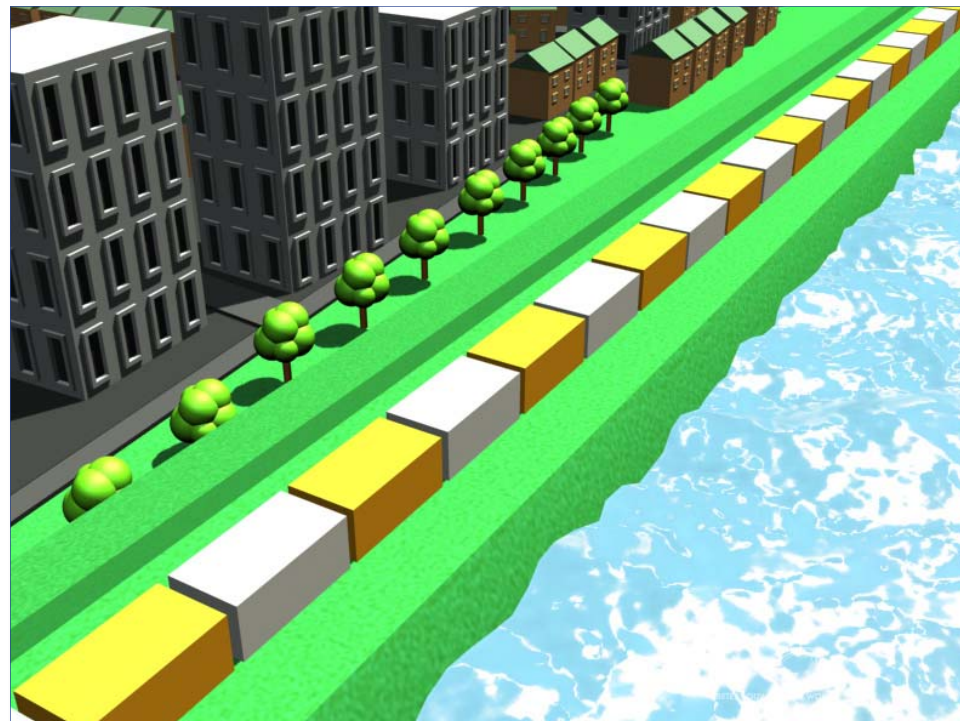
- Waterdiepte
- Onverwachtsheid
- Stijgsnelheid
- Aankomsttijd
- Opslag van de cellen is een aandachtspunt
- Het weghalen van de cellen is een aandachtspunt

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Het systeem bestaat uit verticale H-profielen die bevestigd zijn aan de fundering. Tussen de profielen worden holle aluminium liggers bevestigd.

Toepassing

Toepassing in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Breda
- Venlo
- Deventer
- Singels Stevensweert

Voordelen

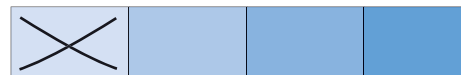
- Snelle opbouw
- Geen blijvende ruimtelijke impact op de leefomgeving
- Achteraf in beheerfase aan te brengen

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Aankomsttijd
- Waterdruk
- Plaatsing vereist een menselijke handeling
- Voor stabiliteit van de constructie dient een fundering aangelegd te worden.
- Bedrijfszekerheid is afhankelijk van onderhoud en regelmatig testen

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Straatprofielen en oeverzones zo inrichten dat meestromen met de rivier mogelijk wordt.

Toepassing

Toepassing in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Dresden, verwijdering van obstakels die de doorstroming belemmeren in stadsdelen die binnen het overstromingsgebied vallen
- Kribben verlagen, maatregel binnen Ruimte voor de Rivier.

Voordelen

- Extra capaciteit in afvoer en berging in de rivier

Aandachtspunten

- Stroomsnelheid
- Ontgronding tussen tegels, klinkers, openbaar groen et cetera
- Opdrijven van kabels en leidingen

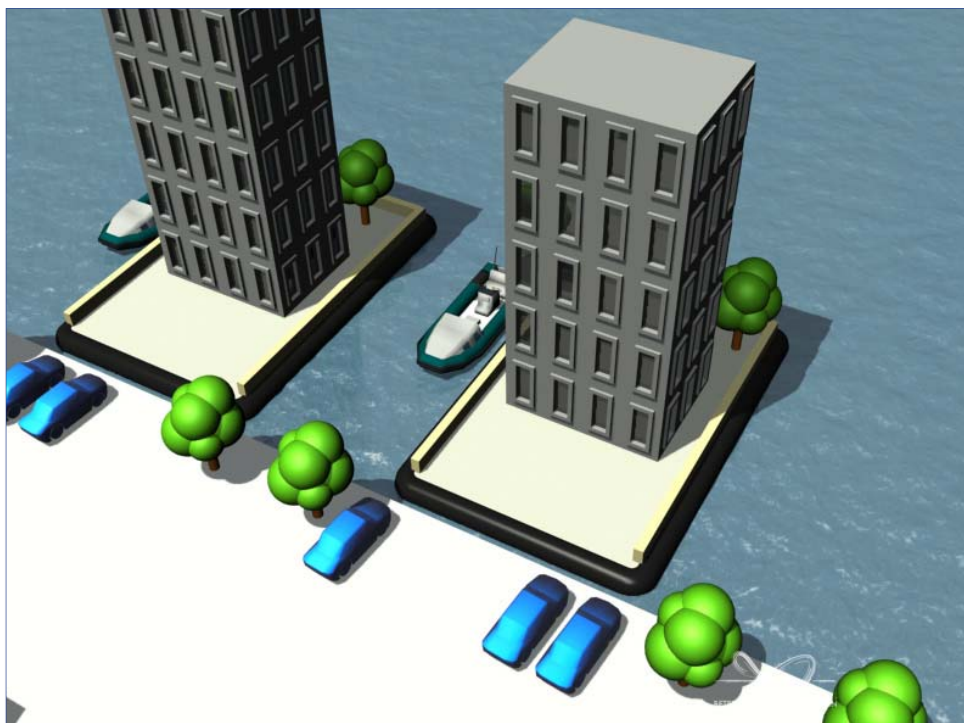
Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Drijfplatformen tot 5.000 m² opgebouwd door een koppeling van drijfelementen met naspanwapening.

Toepassing

Voornamelijk van toepassing op buitendijks gebied. Behalve voor woningen kunnen de platformen ook dienen als drijvende industrieterreinen of als openbare ruimte in een drijvende wijk/dorp.

Huidige praktijk

- Drijvende platformen in IJburg (Amsterdam)

Voordelen

- Veilig ongeacht de stijghoogte van het water
- Platformen kunnen zich aanpassen aan veranderende omstandigheden
- Hoge mate bewustwording burger
- Water geeft kwaliteitsimpuls aan leefomgeving
- Water draagt bij aan verkoeling in de zomer
- Combinatie met generatoren aan/op drijflichamen voor continuïteit energievoorziening

Aandachtspunten

- Stroomsnelheid
- Nutsaansluitingen flexibel aanleggen en vorstvrije aanleg van waterleiding
- Drijfvuil, ijs, golven, wind en aanvaarmogelijkheden

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Kunstmatige verhoging van het bestaande maaiveld.

Toepassing

Toepassing in binnendijs en buitendijs gebied. Met name in landelijk gebied, of gebieden met ruimte om het maaiveld te verhogen, overgang met lager gelegen omgeving.

Huidige praktijk

- Masterplan Waterstad Westergouwe
- Japan

Voordelen

- Permanente veiligheid
- Hoge mate bewustwording burger
- Combinatie mogelijk met terugbrengen / accentueren natuurlijke hoogteverschillen

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Zettingen en mogelijke toepassing voor minder hoogwaardige materialen
- Beschikbaarheid en aanvoer materiaal

Investering

Geringe aanpassing  Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Een wand of muur die het hoogwater 'keert'.

Toepassing

Toepassing in binnendijks en buitendijks (stedelijk) gebied.

Huidige praktijk

- Kampen: historische stadsmuur als waterkering

Voordelen

- Weinig ruimtebeslag
- Hoge mate bewustwording burger
- Relatief eenvoudig aan te brengen in beheerfase
- Combinatie met wonen/werken op de eerste verdieping behoudt het uitzicht vergroot de veiligheid
- Ook het achterland is beschermd

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Waterdruk

Investing

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Het opdelen van een grote dijkkring in (een aantal) kleinere compartimenten of dijkkringen, om de gevolgen van een overstroming te beperken tot een kleiner gebied.

Toepassing

Toepassing in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- New Orleans: een gesloten ringdijk rond de stad met een stelsel van interne dijken
- Nederland, regionale waterkeringen

Voordelen

- Beperkt blijven van schade tot een aantal compartimenten
- Mogelijkheid tot combinatie met vluchtroutes
- Mogelijkheid tot combinatie met bijvoorbeeld geluidswal

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Hoger waterpeil in de overstroomde compartimenten
- Onderhoud keringen
- Beschikbaarheid en aanvoer materialen
- Ruimtebeslag en ruimtelijke inpassing

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





Beschrijving

Verplaatsbare opblaasbare gewichtsdammen (gevuld met lucht).

Toepassing

Toepassing in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Overstromingen New York, tevens om de gevolgen van de orkaan Katrina binnen de perken te houden.

Voordelen

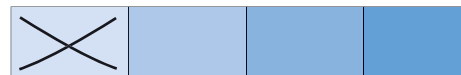
- Kleine installatietijd
- Lage materieleisen
- Vaker inzetbaar
- Geen blijvende ruimtelijke impact op de leefomgeving
- Achteraf in beheerfase aan te brengen

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Waterdruk
- Opslag van de elementen

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing

Beschrijving

Verplaatsbare opblaasbare gewichtsdammen (gevuld met water).

Toepassing

Toepassing in binnendijks en buitendijks gebied.

Huidige praktijk

- Vergelijkbare toepassing in Verenigde Staten

Voordelen

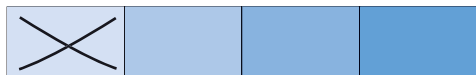
- Kleine installatietijd
- Lage materieleisen
- Vaker inzetbaar
- Geen blijvende ruimtelijke impact op de leefomgeving
- Achteraf in beheerfase aan te brengen

Aandachtspunten

- Waterdiepte
- Waterdruk
- Opslag van de elementen is een aandachtspunt

Investering

Geringe aanpassing



Aanzienlijke aanpassing





5. Leren van het buitenland

Ook in de ons omringende landen wordt nagedacht over overstromings-robuste inrichting van infrastructuur. Uit een quickscan kwamen inzichten uit Duitsland en Engeland naar voren.

Engeland - Improving the flood performance of new buildings

In Engeland hanteert men de volgende ontwerpstrategie voor overstromingsrobuste inrichting:

- verwachte overstromingsdiepte < 0,3 m: water buiten houden;
- verwachte overstromingsdiepte tussen 0,3 en 0,6 m: strategie afhankelijk van gebouwkenmerken;
- verwachte overstromingsdiepte >0,6 m: water binnen laten omdat dit de minste kans geeft op grote structurele beschadigingen.

Maatregelen die worden beschreven zijn onder andere diverse barrière-types, waterbestendige bouwmaterialen en het op hoogte plaatsen van vitale onderdelen. Er wordt met name ingegaan op praktische en concrete oplossingen voor gebieden die ondiep overstromen en waar het van belang is infrastructuur droog te houden - zoals het plaatsen van spouwmuurventilatie op hoogte (periscopic air vents).

Engeland kent ook het zogeheten "Planning Policy Statement 25: Development and Flood Risk". PPS25 is een soort watertoets die ervoor zorgt dat bij nieuwe ontwikkelingen het overstromingsrisico wordt meegewogen, niet alleen voor het gebied zelf maar ook voor andere gebieden (die door de betreffende ontwikkeling een hoger risico zouden krijgen). Een ontwikkeling in overstromingsgebied is alleen dan toegestaan als de maatschappelijke baten opwegen tegen het verhoogde overstromings-*risico*.

Duitsland - Hochwasserfibel, bauvorsorge in hochwassergefahrde ten gebiete

Duitsland (Nordrhein-Westfalen) hanteert een uit 1999 stammende trits van beschermingsstrategiën (Schutzstrategien):

1. ausweichen: bij nieuwbouw, voorkomen dat water in de buurt kan komen - vergelijkbaar met de Nederlandse lokatiekeuze.
2. widerstehen (binnendringen verhinderen), en
3. nachgeben (water gecontroleerd in gebouw toelaten)

In essentie is dit een vergelijkbare strategie als de Engelse. Interessant ook hier is de technische uitwerking voor zowel woningen als industriecomplexen:

- Maatregelen woningen: verbeteren weerstand tegen waterdruk, waterbestendige bouwmaterialen
- Maatregelen industriecomplexen: benoemd voor verschillende typen industrie (onder andere tijdelijke drukverlaging opslagtanks, afdichtingen etc.)



Figuur 13: Het elektriciteitsverdeelstation in Walham wordt beschermd met zandzakken tegen het water. Dit station overstroomde op 24 juli 2007 in Gloucester, Engeland



Literatuurlijst

Asselman, N.; Wesselius, C., Leenders, J. en Groot Zwaaftink, M. 2009, Onzekerheden in Overstromingsberekeningen, Deltares, kenmerk 1200650-000-VEB-014, versie 22 september 2009.

Ven, F.H.M. van de, E. Luyendijk, M. de Gunst et al (2009), Water-robust Bouwen, de kracht van kwetsbaarheid in een duurzaam ontwerp. Beter Bouwen Beter Wonen, Rotterdam.

Bestuur & Management Consultants (2008), Eindrapportage quick scan kwetsbaarheid van kritische infrastructuren bij overstromingen, 23 mei 2008, versie 1.0, projectnummer 418041, Utrecht.

Communities and Local Government, Planning Policy Statement 25: Development and Flood Risk, 2006

Communities and Local Government, improving the flood performance of new buildings, 2007

DHV en Grontmij, In search of good watergovernance - An exploration of watergovernance arrangements abroad, voor DG Water, 2008

Ministerie van Binnenlandse zaken en Koninkrijkrelaties (2005), rapport bescherming vitale infrastructuur, 1 september 2005, Den Haag.

Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, Hochwasserfibel, bauvorsorge in hochwasser-gefährdeten gebiete, 1999



METEN-BEHOUDEN-BETERE-WONEN