



Dijkverbetering Gorinchem Oost





Dijkverbetering Gorinchem Oost

Het verminderen van de overstromingsrisico's ten oosten van Gorinchem door het verbeteren van de multifunctionele dijk

BSc Eindwerk
Faculteit Civiele Techniek

Naam: Rick van Tilborg
St. nr. 4008936
Datum: Oktober 2012
Begeleider: M. Voorendt



Voorwoord

Dit rapport is vervaardigd in het kader van het bachelor eindwerk, ter waarde van 10 EC studiepunten, in het kader van de bacheloropleiding civiele techniek aan de TU Delft. Het rapport is gericht op de opdrachtgever en geïnteresseerde, verondersteld wordt dan ook dat de lezer enige kennis van de Civiele Techniek heeft.

Het rapport behelst een ontwerp van de waterkering ten oosten van Gorinchem. Het regionale ontwerp is te vinden in het Masterplan Gorinchem, gemaakt door Sebastiaan Quirijns en Rick van Tilborg. De Technische achtergrond van het ontwerp van de dijkverbetering is na te lezen in het Technisch Rapport, gemaakt door Rick van Tilborg.

Ik bedank in het bijzonder mijn begeleider Mark Voorendt, die mij waar nodig nieuwe inzichten bracht vanuit zijn interesse en kennis van multifunctionele waterkeringen. Daarnaast verschaftte hij mij delen van de nodige literatuur om tot een gegrond rapport te komen.

Delft, 16 oktober 2012

Rick van Tilborg



Samenvatting

Het zuidwestelijke deel van dijkkring 43 bestaat voornamelijk uit een dijk. Op deze dijk bevinden zich enkele huizen. In de derde toetsronde primaire waterkeringen is aangegeven dat de waterkering niet voldoet. Omdat het hier een zeer groot en divers dijktraject is, is ervoor gekozen een onderdeel te onderzoeken. Dit betreft een dijkelement tussen twee woningen. Na contact met het waterschap is gebleken dat het voornaamste probleem de beperkte hoogte van de dijk betreft. Het rapport geeft een aanbeveling voor een mogelijke oplossing.

Om tot een integrale oplossing te komen is er in de eerste plaats een masterplan voor een groter gebied opgesteld. Dit gebied loopt over een lengte van ongeveer 50 kilometer langs de noordoever van de Merwede. Hier is gekozen om ten oosten van Gorinchem een dijkverbetering toe te passen en waar mogelijk de dijk een multifunctioneel karakter te geven. Dit is na te lezen in het bijbehorende rapport 'Masterplan Gorinchem Oost'.

Na het masterplan is een volgende ontwerpronde gestart. De nieuwe probleemstelling hier is vergelijkbaar met die van het masterplan. Zowel door de stijging van de zeespiegel alsook vanwege de verhoogde afvoerpieken van de grote rivieren moeten de dijken langs deze rivieren hoger en stabiel worden. Dit is besloten aan de hand van de derde toetsronde primaire waterkeringen. De doelstelling is de dijk bij de Woelse Waard, waar zich aan beide kanten woningen bevinden, te verhogen om de overstromingsrisico's dusdanig te verminderen dat de dijk voldoet aan de eisen.

Hiertoe is het omliggende gebied uitgebreid geanalyseerd. Niet alleen is er grondonderzoek verricht en zijn de waterstanden onderzocht. Het gehele gebied rondom het stuk dijk is globaal ontworpen om te bezien welke functies lokaal kunnen bijdragen aan het creëren van multifunctionele meerwaarde voor de waterkering. Hieruit is gebleken dat voornamelijk een supermarkt en een hangplaats voor jongeren in de buurt gewenst is. Uit onderzoek naar de omgeving is gebleken dat grote delen van het gebied bestaan uit beschermde (natuur)gebieden.

Teneinde mogelijke oplossingen op soortgelijke plaatsen te bestuderen is onder andere gebruik gemaakt van referentieprojecten. Zo worden in Nijmegen opzetschotten gebruikt die als tijdelijke hoogwaterkering kunnen dienen. Een ander voorbeeld vormen de opgevijselde woningen in de Krimpenerwaard, die het mogelijk maken de dijken op te hogen, zijn hierbij bestudeerd. Naast de referentieprojecten is een inventarisatie gemaakt van wat er mogelijk is op het gebied ophogen en versterken van dijken.

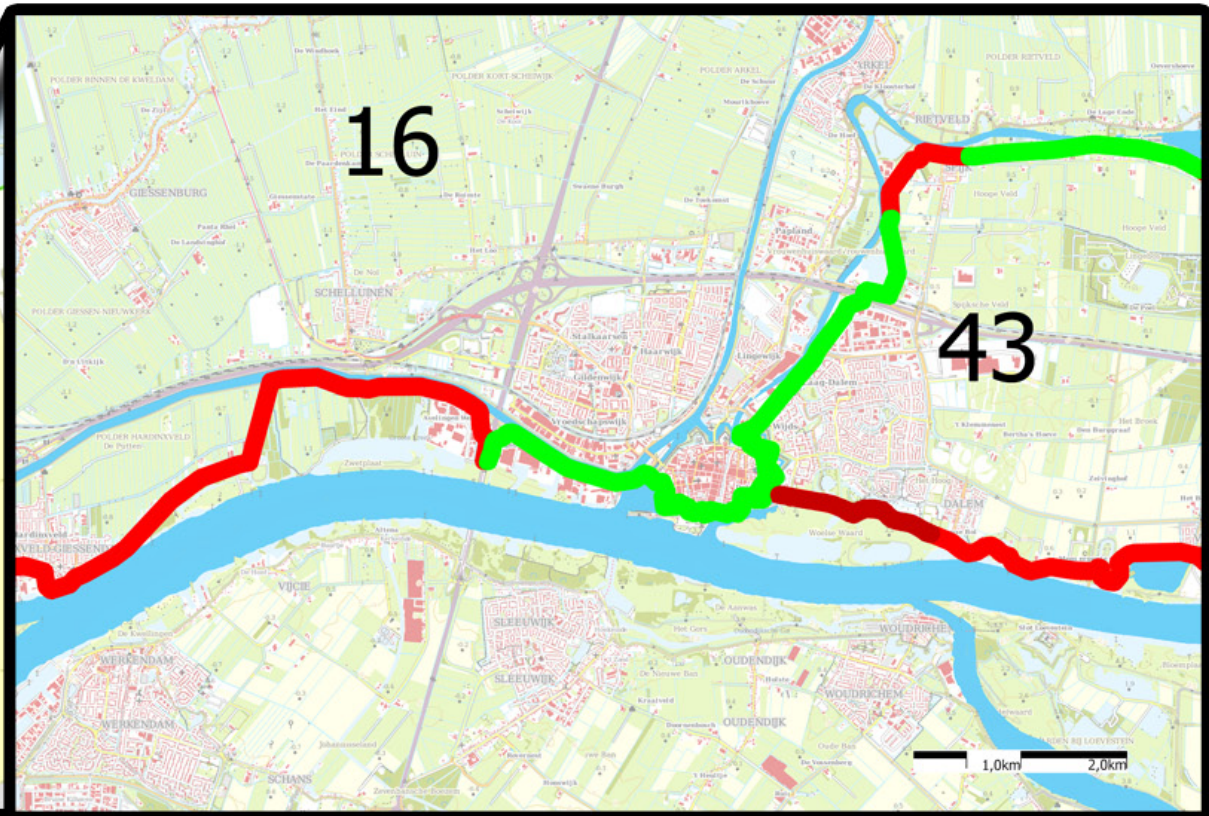
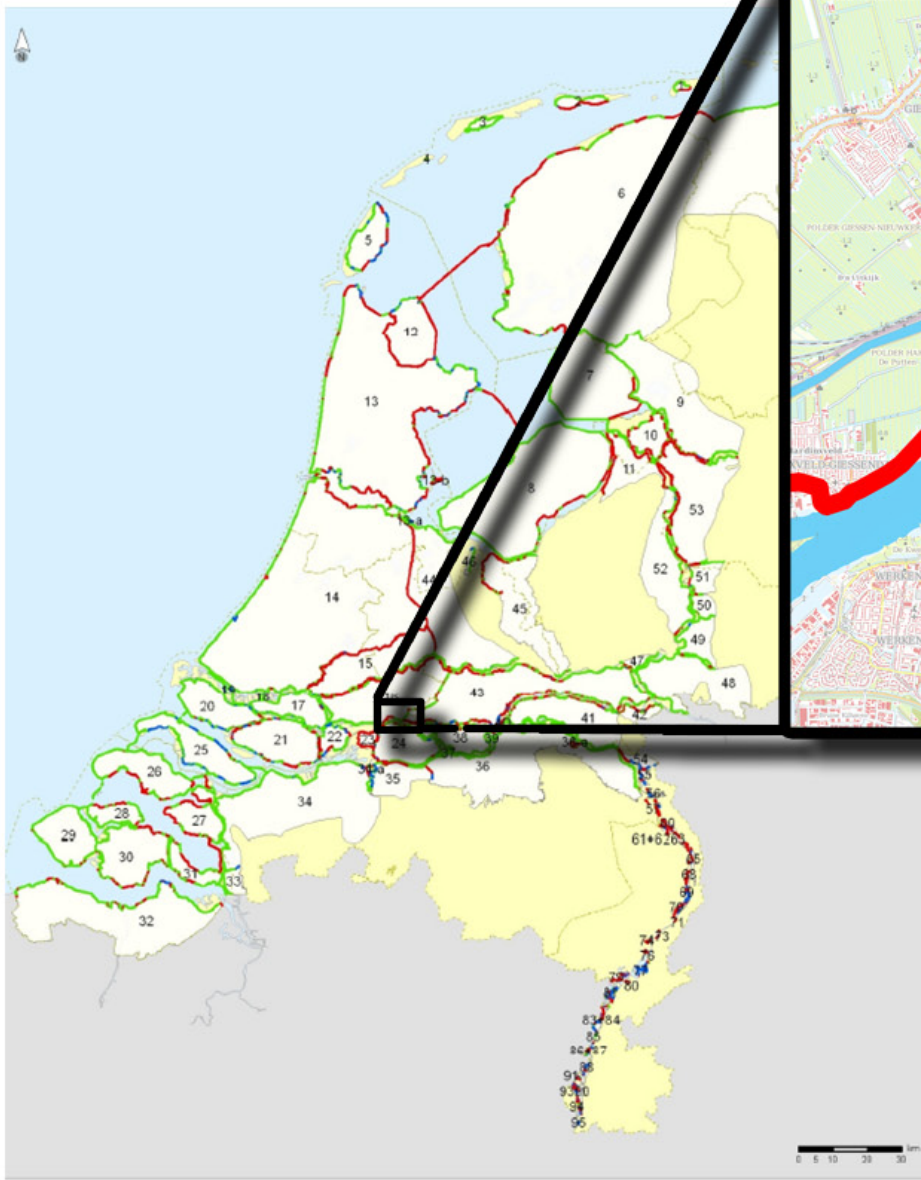
Het gemaakte programma van eisen vormt een eerste indicatie om te kiezen welke gebrainstormde ideeën een redelijke kans van slagen hebben. Hieruit zijn vier varianten naar voren gekomen. De dubbele dijk - hier wordt een tweede dijk achter de huidige dijk aangelegd -, de kistdam op de dijk, de damwand in de dijk, en tenslotte het opvijselen van de woningen en het ophogen van de huidige dijk.

Aan de hand van berekeningen en een zorgvuldige toetsing aan het programma van eisen met is de variant met een damwand tot in de kleilaag in de dijk als beste beoordeeld. Deze variant zorgt voor de minste overlast voor zowel de bewoners als het doorgaande verkeer. Een ander belangrijk punt is dat uit de globale schatting van de kosten deze variant als goedkoopste naar voren is gekomen. De kosten worden geraamd op ongeveer twee ton.



Inhoud

Inleiding	3
Probleemstelling.....	5
Voorlopig Ontwerp.....	7
Aanbeveling.....	13
Specificaties.....	15



Derde toetsronde primaire waterkeringen

Volgens de Wet op de waterkering is het voor waterkeringbeheerders van primaire waterkeringen verplicht iedere vijf jaar een toetsing uit te voeren. Bij deze toetsing wordt gekeken of duinen, dijken en kunstwerken voldoen aan de normen voor de veiligheid. Er zijn drie oordelen mogelijk: voldoet, voldoet niet of geen oordeel. De derde toetsronde liep van 2006 tot en met 2011.

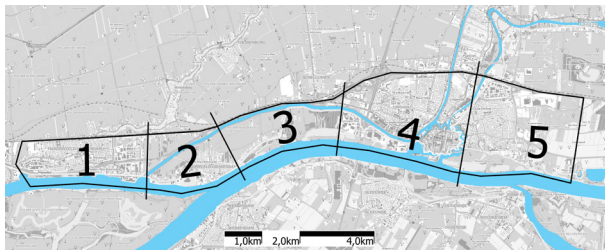
Rijksoordeel

- Voldoet aan de norm
- Voldoet niet aan de norm
- Nader onderzoek

Landelijke Rapportage Derde Toetsronde

Kaart dijken en duinen

Inleiding

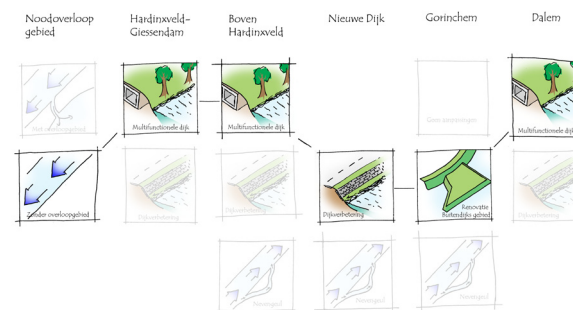


Masterplan

De beschreven problematiek wordt van grof naar fijn aangepakt. In het Masterplan Gorinchem is een regionaal plan gemaakt om de waterveiligheid bij Sliedrecht en Gorinchem te vergroten.

Bij het ontwerpen wordt uitgegaan van het principe 'Meerlaagsveiligheid' (Kolen, 2012). Hierbij wordt uitgegaan van een drietal lagen om de overstromingsrisico's te minimaliseren. Naast voorkomen wordt ook op het gebied van de Ruimtelijke Ordening zorgvuldig nagedacht. Tot slot moet er een goed beheersplan zijn voor een eventuele evacuatie.

In dit plan wordt uitsluitend ingegaan op de eerste laag, het voorkomen. Het masterplan maakt bij de keuzevorming gebruik



van de morfologische methode, waarbij het gebied is opgedeeld in vijf zones (zie afbeelding boven). Verschillende manieren om waterkeringen te verbeteren zijn onderzocht en er is gekeken naar de optie een noodoverloopgebied aan te leggen bovengroten. Hierbij wordt een gebied tijdelijk onderlopen met overtollig rivierwater om de rivierwaterstand bij Gorinchem enkele centimeters te laten dalen. Het kanaal van Steenenhoek gebruiken als nevengeul behoort ook tot de mogelijkheden.

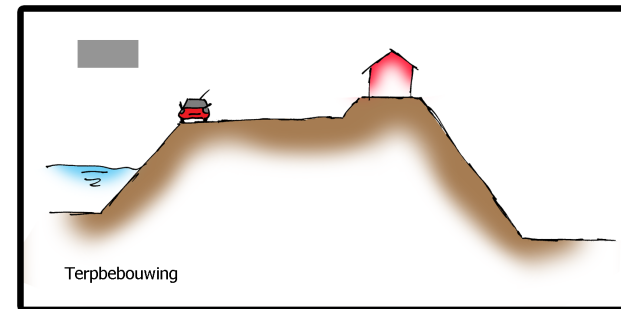
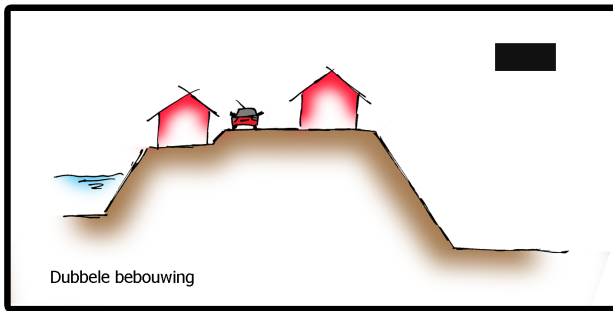
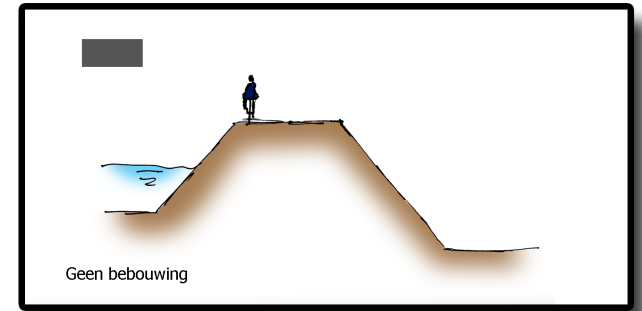
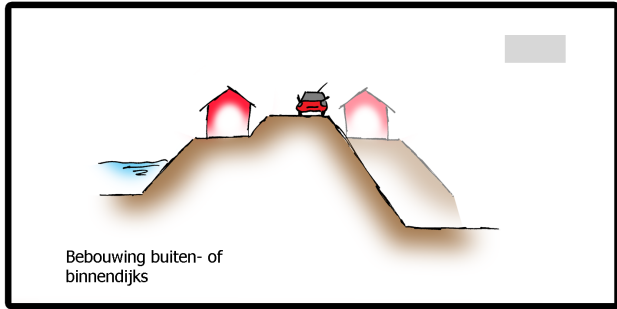
Uiteindelijk is er gekozen voor het concept 'Innovatief'. Dit concept maakt gebruik van multifunctionele waterkeringen. Sterke punten zijn esthetica en meerwaarde. Zwakke punten zijn de realisatietijd en de kosten.

Het klimaat verandert, de laatste decenia is de temperatuur op aarde al enkele tienden van graden gestegen. Niet alleen ijskappen op de Zuidpool zullen hierdoor smelten, het zeewater zet hierdoor ook uit. De stijgende zeespiegel vormt een bedreiging voor het Nederlandse landschap zoals wij dat kennen. Daarnaast moet er vanaf de rivieren meer en sneller water worden afgevoerd via de Nederlands Delta. Dit zorgt de laatste jaren steeds vaker voor problemen en met hevige regenval voor wateroverlast.

Om de veiligheid van de Nederlandse bewoners nu en in de toekomst te kunnen blijven garanderen wordt er door de Waterschappen om de zoveel jaar een toetsronde gehouden. Deze toetsronde beoordeelt de primaire waterkeringen van Nederland. Op de linker pagina is het resultaat van de laatste toetsronde, de derde toetsronde primaire waterkeringen (2006-2011), weergegeven. Met rood is aangegeven welke keringen niet voldoen aan de norm, groen voldoet wel.

Over heel Nederland wordt aan de waterkeringen gewerkt om deze zo snel mogelijk te laten voldoen aan de normen. In steden als Dordrecht en Rotterdam, waar de ruimte zeer beperkt is, moeten ingenieuze oplossingen worden gevonden. In Nijmegen kunnen verwijderbare schotten worden geplaatst die bij extreem hoog water de stad beschermen tegen overstromen. In kampen, waar stadsmuren en oude monumenten in de weg staan, is de waterkering geïntegreerd in de aanwezige bebouwing. Ook wordt er gebruik gemaakt van schotbalken en klepkeringen.

Rondom Gorinchem en Sliedrecht moet de waterkering ook op verschillende plaatsen verbeterd worden. In het Masterplan Gorinchem is hiervoor een ontwerp gemaakt. Dit rapport richt zich uitsluitend op de dijk ten oosten van Gorinchem, aangegeven in donkerrood op de linker pagina.



Probleemstelling



Foto van streetview (google)

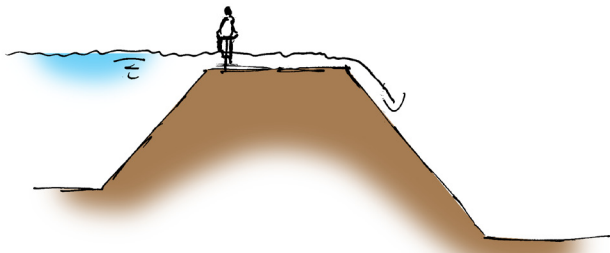
Aan beide zijden van de dijk bevindt zich een woning. Deze woningen zijn in goede staat en worden bewoond. Naast de huizen zit een parkeergelegenheid voor privegebruik. Op de afbeelding op de linker pagina is te zien waar het type dijk zich bevindt. Op de afbeelding hierboven is een foto te zien van het te ontwerpen stuk dijk.

Zoals vermeld is, richt dit rapport zich uitsluitend op het zuidwestelijke gedeelte van dijkkring 43. Deze dijkkring beschermt onder andere het oostelijk deel van Gorinchem. Hier bevindt zich de nieuwe woonwijk Laag Dalem met een aantal uitbreidingen. Het betreft hier een stuk van de waterkering dat niet voldoet.

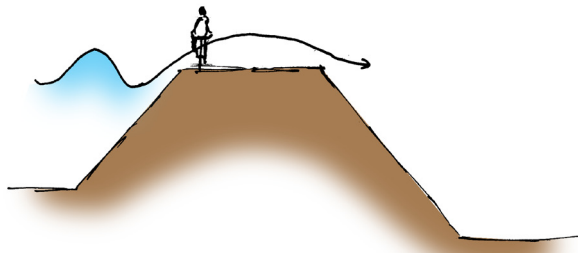
De huidige waterkering op de beschreven locatie voldoet niet aan de gestelde veiligheidseisen en zal dus verbeterd moeten worden. De uitdaging binnen het gebied ligt in het feit dat er rondom en tegen deze keringen enige bebouwing en natuurgebieden gelegen zijn. Dit rapport gaat na in hoeverre een multifunctionele dijk hier verbeterd kan worden en of er extra functies toegevoegd kunnen worden. Voor een goede basis wordt uitgewerkt wat een multifunctionele waterkering precies in kan houden, zie hiervoor bijlage B van het bijbehorende Technisch Rapport. Een analyse naar de vraag en de haalbaarheid speelt hierin een belangrijke rol. De doelstelling is dan ook:

'Het verminderen van de overstromingsrisico's ten oosten van Gorinchem door het verbeteren van de multifunctionele dijk.'

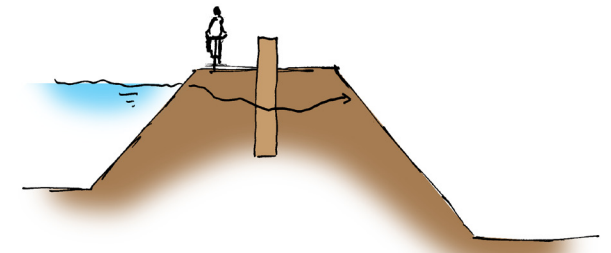
Het gebied is in technisch opzicht zeer divers. Hierdoor wordt het buiten proportioneel veel werk om alle dijktypes uit te werken. De technische uitwerking in dit rapport spitst zich toe op één type dijk in dit gebied. Het type dijk dat hier wordt uitgewerkt ligt aan de Woelse Waard en heeft aan beide zijden van de dijk bebouwing.



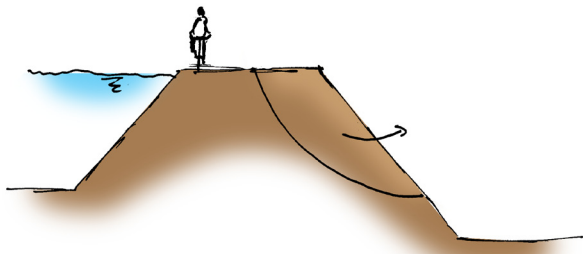
Overlopen



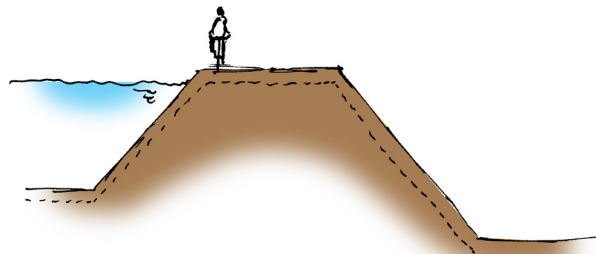
Golgoerslag



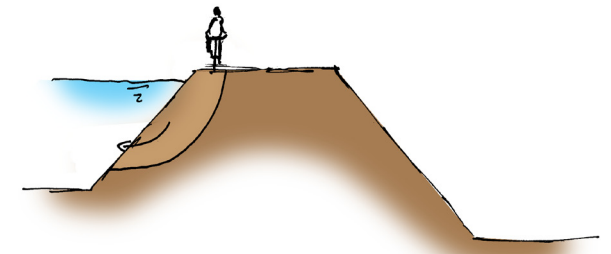
Stroming langs of door coupures



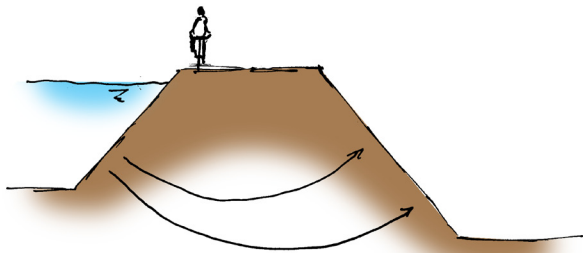
Afschuiven van het binnentalud



Zetting



Afschuiven van het buitentalud

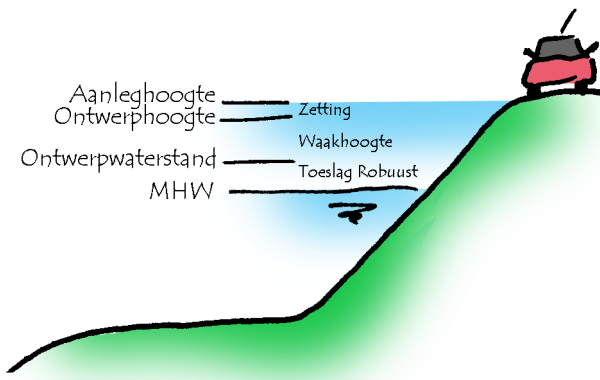


Piping

Faalmechanismen

De afgebeelde faalmechanismen zijn voor de hand liggende mogelijkheden waarop een dijklichaam kan bezwijken. Hoge waterstanden en dan voornamelijk als deze voor lange tijd aanwezig zijn kunnen tot onstabiele situaties leiden. Andere mogelijke faalmechanismen zijn bijvoorbeeld door een aanvaring van een schip of ijs of het afschuiven van een uitgedroogd dijklichaam. Het huidige dijklichaam is niet alleen instabiel maar heeft ook te weinig hoogte. Bij het ontwerpen is voor ieder faalmechanisme onderzocht of en hoe gevoelig de variant is voor het faalmechanisme. Eventuele aanpassingen zijn gemaakt om de variant optimaal weerbaar te maken om zo de waterveiligheid te kunnen garanderen.

Voorlopig Ontwerp

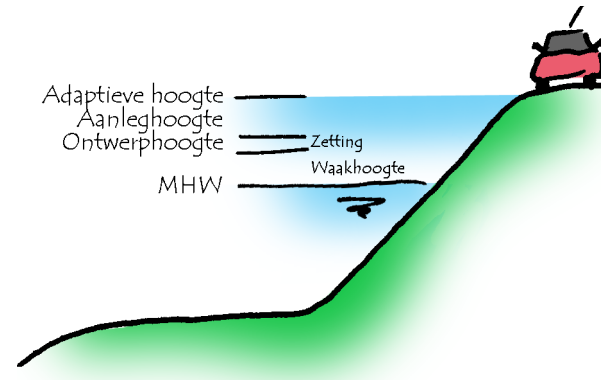


Ontwerpmethoden

De waterkerende hoogte wordt bepaald door vele modellen en voorspellingen. Twee mogelijke ontwerpmethoden spelen hierop in om tot een gegronde hoogte te komen.

In de eerste plaats kan robuust ontworpen worden. Deze ontwerpmethode (zie afbeelding hierboven) speelt in op de onzekerheid door een robuustheidstoeslag toe te passen.

Een andere mogelijkheid is adaptief ontwerpen (rechtsboven). De laatste jaren verschijnen er constant nieuwe berekeningen en modellen die de gewenste aanleghoogte beïnvloeden. Een kering wordt bij



adaptief ontwerpen zo gemaakt dat de waterkering relatief simpel en goedkoop verhoogd kan worden. Deze uitbreidbaarheid is van dezelfde orde grootte als de huidige benodigde dijkverbetering.

Er is gekozen voor het adaptief ontwerpen om mogelijke kosten te besparen. De dijk wordt immers maar een halve meter verhoogd in plaats van de volle meter die robuust ontwerpen vereist. Mogelijk zijn de toekomstige scenario's rooskleuriger dan nu voorspeld wordt, door adaptief te ontwerpen wordt hier het meest efficiënt mee omgesprongen.

Onderzoek

Een goede analyse is de basis van ieder doordacht ontwerp. In het masterplan zijn al verschillende studies uitgevoerd naar mogelijke risico's en stakeholders. De stakeholders worden vroeg in het ontwerpproces betrokken en gedurende het ontwerpen goed op de hoogte gebracht. Mogelijkheden zijn er om suggesties te doen, hierdoor wordt mogelijke wrijving geminimaliseerd.

Het gebied is geanalyseerd op alle functiegebieden die er te vinden zijn. Grote delen van het ontwerpgebied bestaan uit natuurgebied en historisch waardevolle monumenten. De uiterwaarden van de rivier de Merwede vormen niet alleen een onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur maar behoren ook tot een bekend beschermd stadsgezicht.

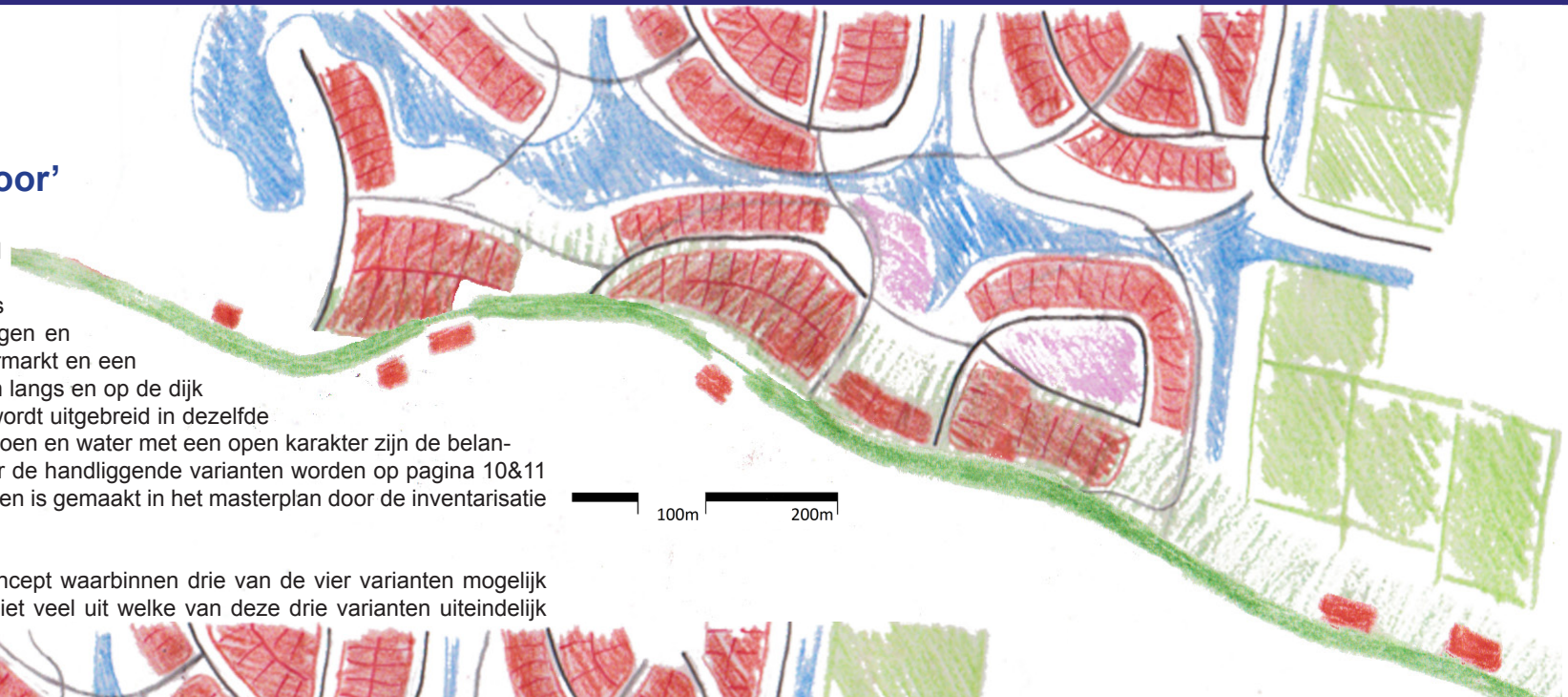
Daarnaast zijn ook de technische aspecten geanalyseerd. Wat zijn de grondlagen en waterstanden? Direct links is aangegeven hoe de ontwerphoogte van de dijk is bepaald.

Al deze wensen, eisen en randvoorwaarden zijn in het programma van eisen verwerkt, dit is terug te vinden in het 'Technisch Rapport: Waterkering Gorinchem Oost'.

Wijkconcept 'Tussendoor'

Deze versie van het wijkconcept kenmerkt zich door de grote hoeveelheid ruimte die wordt bespaard door de dijk te verhogen op de huidige dijk. Er is daardoor veel extra ruimte voor woningen en andere voorzieningen, zoals een supermarkt en een skatebaan voor jongeren. De woningen langs en op de dijk worden bij de wijk betrokken. De wijk wordt uitgebreid in dezelfde stijl als de bestaande woonwijk. Veel groen en water met een open karakter zijn de belangrijkste kenmerken. De drie meest voor de hand liggende varianten worden op pagina 10&11 behandeld. De keuze voor deze varianten is gemaakt in het masterplan door de inventarisatie te onderzoeken voor het dijkdeel.

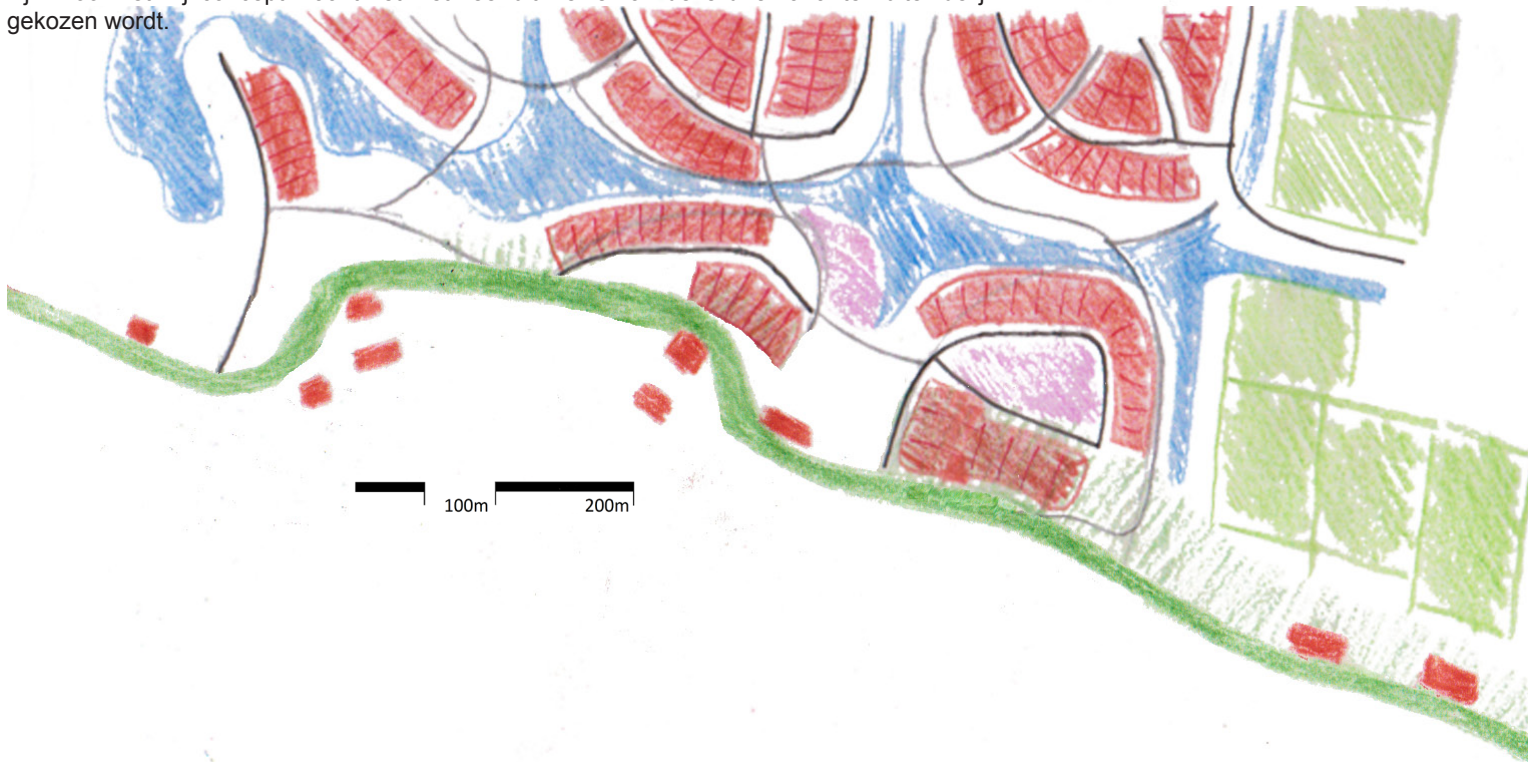
Hierboven staat het geschetste wijkconcept waarbinnen drie van de vier varianten mogelijk zijn. Voor het wijkconcept maakt het niet veel uit welke van deze drie varianten uiteindelijk gekozen wordt.



Wijkconcept 'Achterlangs'

Dit wijkconcept heeft minder ruimte voor nieuwe woningen als de nieuwe dijk niet wordt volgebouwd. Het voordeel is dat de huidige bewoners op de dijk geen verhoogde waterkering in de tuin krijgen. Ze wonen hierdoor wel buitendijks.

Een supermarkt en een skatebaan worden in de wijk geplaatst, eventueel kan dit op de dijk om ruimte te besparen en de dijk een aantrekkelijker uiterlijk te geven. Het overige deel van de wijk is vergelijkbaar met het andere wijkconcept. Veel groen en water met een open karakter zijn de kernpunten van de nieuwe, uitgebreide wijk.

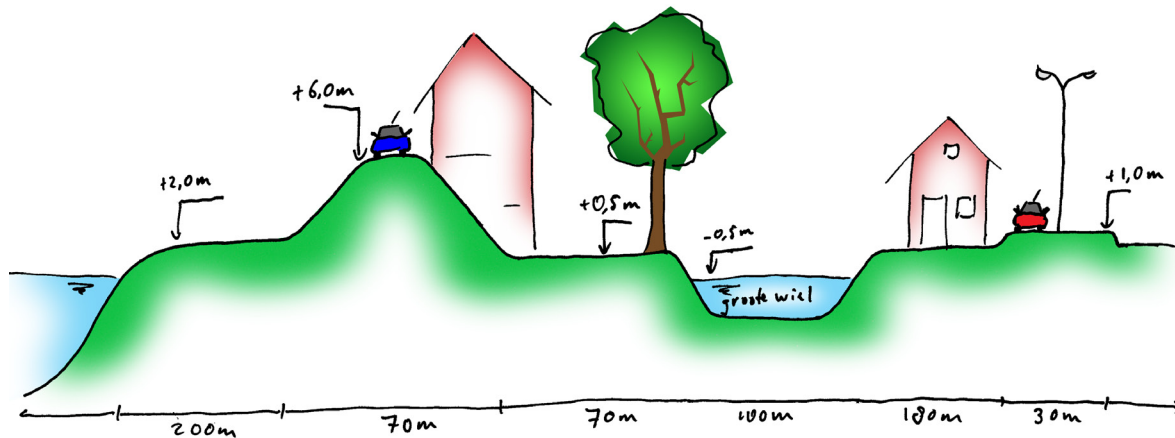


Wijkconcepten

De huidige bebouwing langs de dijk blijft gehandhaafd. Voor de waterkering heeft dit grote gevolgen. De mogelijkheden waarop een dijkverbetering uitgevoerd kan worden zijn geïnventariseerd. Doordat de waterkering om verschillende redenen niet buitendijks uitgebreid kan worden blijven er twee opties over. Op de plaats met aan weerszijden van de dijk bebouwing wordt de waterkering achter de huizen langs gelegd, of de waterkering gaat tussen de beide huizen door. Deze keuze heeft ook grote gevolgen voor de hoeveelheid woningen die kan worden bijgebouwd. Op de afbeelding op de linkerpagina zijn de wijkconcepten weergegeven. De plaats van het te ontwerpen dijktraject bevindt zich in het westen van het wijkconcept.

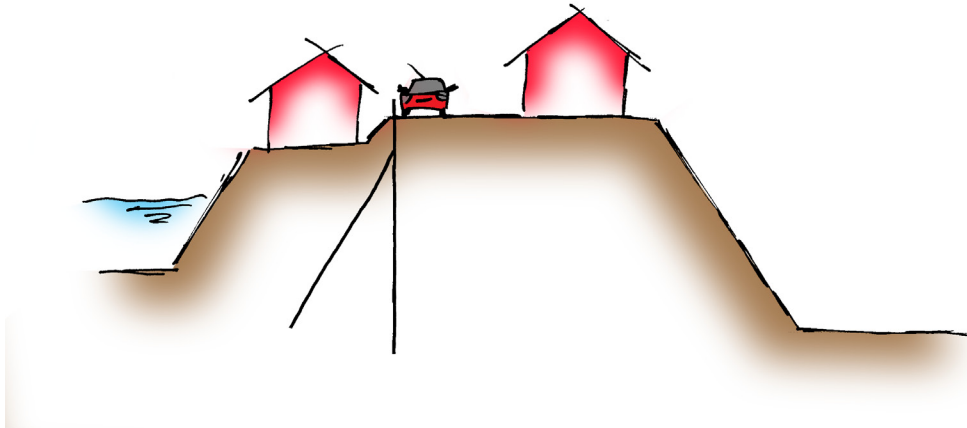
Het ontworpen wijkconcept heet Laag Dalem Zuidelijk. Het ontworpen gebied vormt de verbinding van de woonwijk Laag Dalem Zuid met het rivierlandschap van de Merwede. De woonwijk zal in dezelfde stijl gebouwd worden gericht op dezelfde, vrijstaande, huizen, zodat eenzelfde woonmilieu ontstaat en de wijken één geheel vormen. Net als in de huidige wijk staan water, natuur en openheid centraal. De waterlopen, gebaseerd op de oude donken, worden uitgebreid, waardoor de waterberging bij hevige regenval voldoende is. Rechts staat een afbeelding van de doorsnede van het gebied. Binnen de nieuwe wijk is ruimte gereserveerd voor een skatebaan voor jongeren (paars). Midden in de wijk is ruimte voor een supermarkt met een aantal horecagelegenheden. Dit bouwwerk wordt mogelijk gecombineerd met de plaatselijke waterkering. Dit is echter voor de ruimte niet noodzakelijk en brengt veel extra kosten en mogelijke wrijving met het waterschap met zich mee.

Uit het programma van eisen blijkt dat het ontwerp adaptief moet zijn. De mate van uitbreidbaarheid moet eenzelfde orde grootte hebben als de huidige uitbreiding. De verhoging bedraagt een halve meter met een mogelijk uitbreiding van nog eens een halve meter.



Doorsnede

Het gebied is zeer divers en de ruimte tussen de dijk(woningen) en de wijk Laag Dalem is erg groot. Het ontwerp van de wijk speelt hier handig op in door de ruimte optimaal te benutten, zonder natuur verloren te laten gaan. De historische waarden, zoals het Grote Wiel, vormen een essentieel onderdeel binnen het ontwerp. De bovenstaande afbeelding geeft een indicatie van hoe het gebied eruit ziet. De verticale en horizontale schaal zijn niet gelijk.

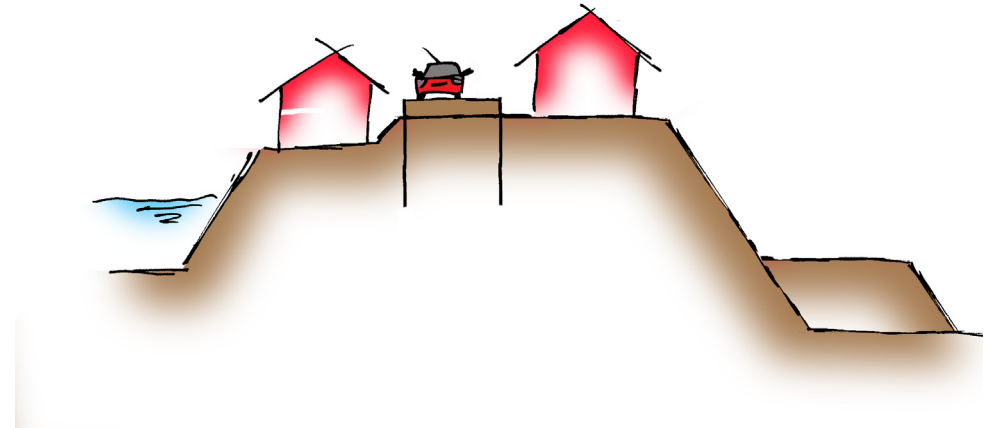


Variant 'Damwand'

De eerste variant, die wordt behandeld, bestaat uit een damwand waar bovenop een betonnen muurtje wordt gebouwd. De damwand wordt in de kruin van de dijk aan de kant van de woonwijk aangelegd, zodat hij door de glijcirkel heen gaat, hetgeen de stabiliteit vergroot. De weg bevindt zich hierdoor buitendijks. De weg met vrij liggend fietspad wordt hier 4,0m en 2,0m. Doordat er een damwand wordt geslagen zorgt dit voor overlast voor de bewoners door trillingen en geluid van machines. De mogelijkheid tot uitbreiden wordt behaald doordat er op de muur een mobiele kering aangelegd kan worden. Bij de stabiliteitsberekeningen moet hier rekening mee gehouden worden. Van de variant is hierboven een schematische weergave te zien.

De variant 'damwand' is een gemakkelijke oplossing voor de problemen, door de damwand tot in de kleilaag te slaan voorkomt dit piping. Een nadeel is dat de damwanden redelijk lang zijn en dus lastig aan te voeren. De ruimte is zeer beperkt op de dijk. Voor de aanleg wordt een tijdelijk keerpunt voor vrachtauto's aangelegd. Een damwand is niet esthetisch, maar daar zijn wel mogelijkheden, zoals bekleding, voor. Een groot nadeel voor de bewoners aan de binnendijkse zijde is dat ze de garage niet meer kunnen gebruiken voor de auto. Een mogelijke oplossing hiervoor is een speciale toegang naar de garage of een opening in de damwand met daarop een mobiel schottensysteem. Het systeem dat ook voor het adaptief ontwerpen wordt gebruikt. In overleg met de betreffende bewoners zal hier een geschikte oplossing/ compensatie voor gevonden moeten worden.

Kosten: ± € 207.000

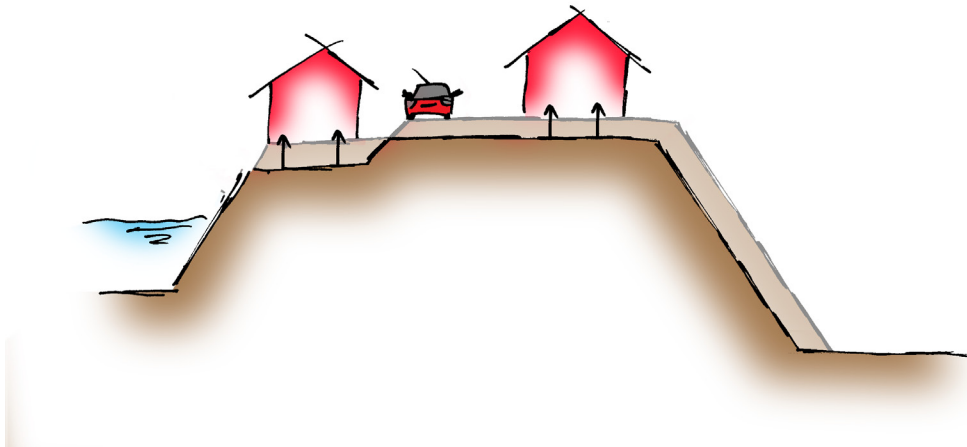


Variant 'Kistdam'

De huidige dijk wordt opgehoogd door in het dijklichaam een kistdam te bouwen. Op deze dam wordt dan de 4,0m brede weg met een vrij fietspad van 2,0m gebouwd. De toegang naar de huizen wordt gerealiseerd met een trap of een talud in de voortuin. De kistdam bestaat uit twee damwanden. Tussen de damwanden wordt grond gestort. De variant neemt weinig ruimte in beslag, maar zorgt door de te heien damwanden voor veel overlast. Een bijkomend nadeel is dat er binnen de dijk een stabiliteitsophoging tegen kwelwater gemaakt moet worden. De uitbreidbaarheid is in deze variant te realiseren door een mobiele kering op de kistdam, boven een van de damwanden, te bouwen. Hierbij kan worden gedacht aan een vaste, betonnen muur met eventueel een afsluitbare opening of een waterkering door middel van schotten tussen verwijderbare palen.

Bij gebruik van de kistdam is het mogelijk dat de bewoners van het huis binnendijks hun garage voor de auto blijven gebruiken. De bewoners aan de andere kant van de dijk zullen echter tegen een wand van in totaal bijna twee meter aan kijken. Het lijkt op het eerste gezicht een goede methode, maar uit de berekeningen blijkt al snel dat stabiliteit tegen stromend water door de dijk moeilijk te waarborgen is. De onderzochte mogelijkheid is een steunberm. De hoeveelheid zand die hiervoor nodig is zorgt voor de nodige problemen. Andere mogelijkheden zijn een deklaag of een damwand tot aan de kleilaag, hiervoor moeten echter nieuwe berekeningen worden uitgevoerd. Ook brengt dit mogelijk extra kosten met zich mee.

Kosten: ± € 231.000

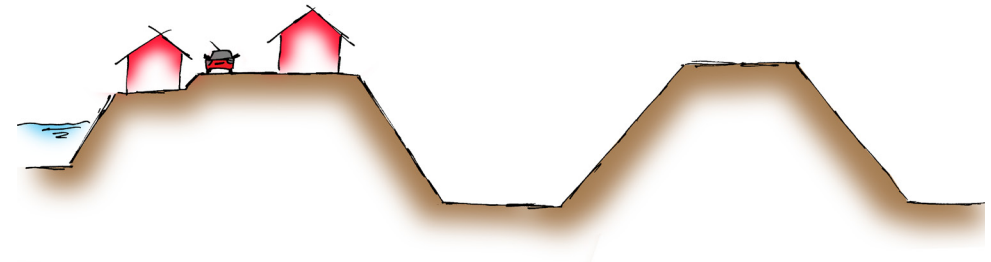


Variant 'Opvijzelen en ophogen'

De derde variant heet opvijzelen. Zoals de naam al zegt worden de woningen, die nu op de dijk staan, vanaf de fundering opgevijzeld. Doordat de huizen hoger komen te staan is het mogelijk de dijk op te hogen. Net als in de andere varianten wordt de weg 4,0m breed en het fietspad 2,0m breed. Afhankelijk van de sterkte van de fundering en de grootte van de kruipruimte onder hun huis wordt bepaald welke methode het meest geschikt is. Het voordeel is dat de bewoners in eerste instantie niet het huis uit hoeven. Ook deze variant is adaptief, omdat de woning gemakkelijk tot ongeveer één meter opgevijzeld kan worden. Om stromend water door de dijk (piping) te voorkomen zal er buitendijkse bekleding aangebracht worden.

Opvijzelen brengt de nodige risico's met zich mee. Dit komt mede door de verschillende funderingen van de woningen. Voordeel is wel dat de bewoners het overgrote deel van de tijd bij hun huis kunnen. Een nadeel is dat er een grote hoeveelheid zand nodig is voor de ophoging. Tijdens deze ophoging kan de dijk niet worden gebruikt hetgeen zorgt voor overlast voor zowel de bewoners als voor doorgaand verkeer.

Kosten: ± € 472.000



Variant 'Dubbele dijk'

Deze variant heeft achter de huidige dijk een nieuwe dijk. Dit is de variant van het wijkconcept 'Achterlangs'. Deze dijk zal tot NAP + 7,0m komen. De doorgaande weg komt op de kruin van de nieuwe dijk te liggen. De weg wordt 6,0m breed. Naast de weg wordt een vrij fietspad van 2,0m breed aangelegd. Voor de bewoners op de huidige dijk wordt een toegangsweg aangelegd. Verder blijft de nieuwe dijk helemaal leeg. De uitbreidbaarheid (adaptief ontwerpen) is mogelijk door de dijk op te hogen of er een constructie op te plaatsen. De huizen die nu op de dijk staan liggen in het vervolg buitendijks. De bovenstaande afbeelding geeft een schematische weergave van de variant.

In overleg met de opdrachtgever is de variant 'dubbele dijk' afgefallen door de hoge kosten waar relatief weinig mee gewonnen wordt. De bouw van een hele nieuwe dijk om drie of vier huizen te ontzien wordt als onevenredig beschouwd. Daar komt nog bij dat de overlast door zandaanvoer niet onderschat moet worden. Voornamelijk de enorme hoeveelheid zand en de hoogte van de uiteindelijke dijk zorgen voor veel overlast en horizonvervuiling. Ook de wens om de huidige bewoners van de dijk bij de woonwijken te betrekken wordt niet gehaald, het ontwerp werkt zelfs averechts.

Kosten: ± € 773.000



Aanbeveling

Het verbeteren van de multifunctionele waterkering ten oosten van Gorinchem ter hoogte van de Woelse Waard kan het beste worden gedaan met een damwand. De overige varianten brengen in de indicatieberekeningen hoge kosten of veel meer overlast met zich mee. De omgeving wordt ook als rustig en niet stedelijk beschouwd. Dit vraagt om en biedt een mogelijkheid tot een ander soort oplossing dan noodzakelijk is in gebieden waar de ruimte schaars is en de grond relatief duur.

De toegang naar de garage van de bewoners wordt in overleg met de bewoners ontworpen. Mogelijkheden zijn onder andere een aparte toegangsweg over en langs de damwand of een mobiel schottensysteem. De damwand steekt een halve meter boven de huidige kruin uit en gaat vanaf daar 7m de dijk in tot in de kleilaag. Hiermee wordt piping voorkomen en is de waterkering ook bij extreem hoog water stabiel en hoog genoeg. Eventueel kan de kering worden verhoogd met schotbalken op de damwand.

Na grondig onderzoek naar de vraag van de omgeving,

de achterliggende wijk, is besloten geen extra functies toe te voegen aan de dijk. Niet alleen is hier onvoldoende vraag naar, ook kan het het beschermd stadsgezicht aantasten. Het dorps- en landelijke gevoel dat voornamelijk op de dijk en in de kleine bewoonde kernen heerst, zorgt voor een gewenste oplossing met zo min mogelijk veranderingen. Meerwaarde creëren door functies toe te voegen is onnodig en onhaalbaar. De extra functies op de dijken zorgen er mogelijk voor dat de primaire functie, waterkeren, uit het oog wordt verloren. Extreem hoog water treed niet vaak op. Men moet er van op aan kunnen dat wanneer er daadwerkelijk extreem hoog water is, dat de dijk dan deze primaire functie kan behouden. Gemengde belangen van gebruikers door de jaren heen zou voor problemen kunnen zorgen, wanneer meerdere functies door de dijk worden vervuld. Het moet voor iedereen duidelijk zijn waar de gehele waterkering voor dient. De opzetschotten die gebruikt kunnen worden voor het adaptief ontwerpen moeten ten alle tijden bij de hand zijn. Een houten schotbalk kan per ongeluk gebruikt worden voor andere zaken, of zelfs opgestoot worden. Aangeraden wordt om de bakken herkenbaar en van metaal te maken.

Een jaarlijkse oefening is hiervoor aan te raden, zeker ook om de bewoners van de woningen hiermee vertrouwd te laten raken.

De ruimte naast de dijk die niet gebruikt wordt, zoals bij de variant 'dubbele dijk' of 'kistdam', kan gebruikt worden voor uitbreiding van de wijk met eventuele voorzieningen. De voorzieningen liggen zo dicht bij de plaats waar er vraag naar is.

Tot slot is het van belang te weten dat er gedurende het onderzoek vele aannames zijn gedaan. De aannames zijn gegrond en veelal gebaseerd op kennis van vakmensen of betrouwbare bronnen. Feit blijft dat er voor betrouwbare berekeningen onderzoek gedaan moet worden op de plaats waar gebouwd gaat worden. Een gedetailleerde sondering en ander grondonderzoek zijn hierbij onmisbaar. In de berekeningen is uitgegaan van een dijk, die volledig uit zand bestaat. De aanwezigheid van gras, een deklaag van klei en de woningen worden hierbij voor het gewicht verwaarloosd. Voor een inschatting en afweging van de varianten is dit echter voldoende.

Bekleding

Om de kop van de damwand wordt beton gestort waarin ook de aansluiting voor de kolommen zit. Tegen dit beton komt de bekleding. Op de afbeelding rechts is te zien hoe dit in Zutphen is gedaan. De steensoort is nog onbepaald en kan naar keuze worden ingevuld. Op de muur kan eventueel meubilair, zoals een bankje, worden geplaatst (onder).



Foto's van Mark Voorendt

Specificaties

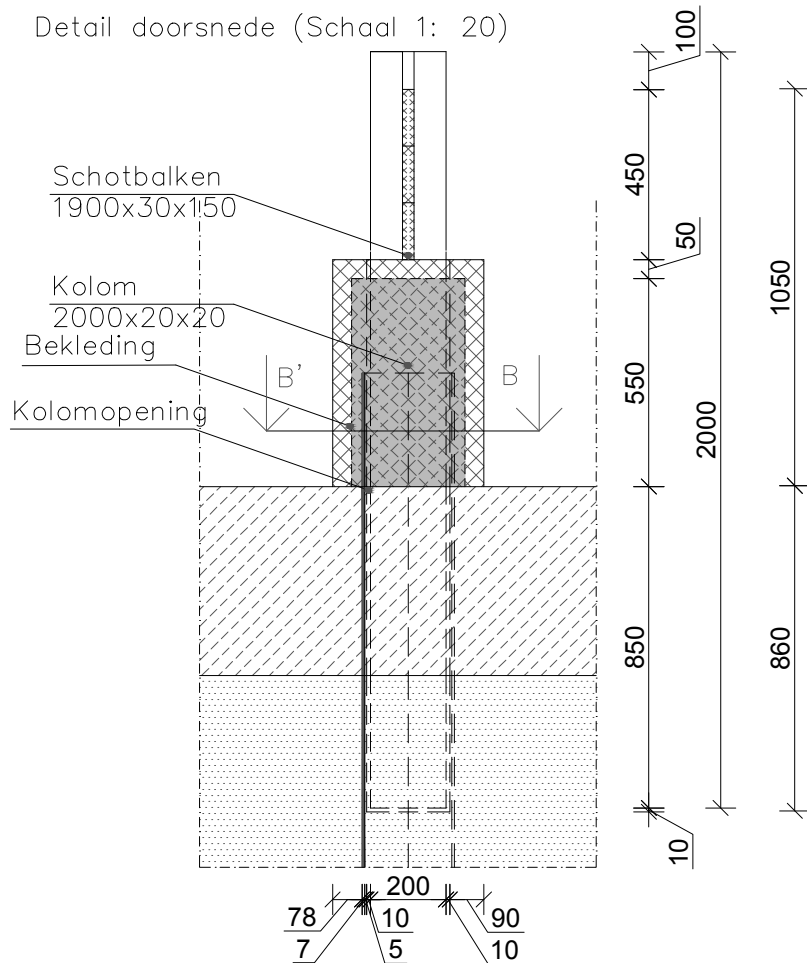
Damwand

Om de stabiliteit van de waterkering bij hoog water te kunnen garanderen is ervoor gekozen de damwand tot in de kleilaag aan te leggen. Dit maakt het mogelijk zonder veel extra aanpassingen aan de huidige dijk, zoals een steunberm, voldoende veiligheid te bieden. De totale damwandlengte bedraagt 7,5m. De damwand steekt daarbij een halve meter boven het maaiveld uit. De lengte waarover de damwand wordt aangelegd bedraagt ongeveer 50,0m. Dit is de lengte van de perceelgrens van de woningen. Voor de dijkverbetering naast de damwand is een nieuw onderzoek vereist

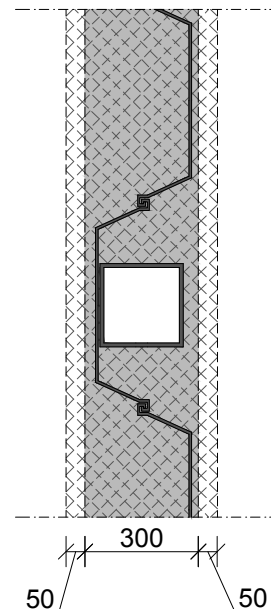
Schotbalken

De kolommen voor de schotbalken worden in een opening gezet in de kop van de damwand. Deze kop is in beton gestort om een robuust geheel te verkrijgen, dat nauwelijks vervormt bij een eventuele aanrijding op de dijk. links is te zien hoe de aansluiting er in detail uitziet.

Detail doorsnede (Schaal 1: 20)



Detail snede BB' (Schaal 1: 20)





Huidige situatie

De huidige situatie bestaat uit een dijk met aan weerszijden een dijkwoning. De Mewede ligt links in de afbeeldingen en de wijk Laag Dalem rechts. Links is te zien dat de bewoners van de woning aan de binnendijkse kant van de dijk een garage hebben voor de auto. Verder is duidelijk te zien dat de ruimte op de dijk zeer beperkt is.



Situatie met beklede damwand

Na de bouw van de waterkering staat er een muurtje op de kruin van de dijk. Ondergronds is de constructie, die de veiligheid biedt bij extreem hoog water, gesitueerd. De muur komt op de perceelgrens van de binnendijkse woning. Over de muur wordt een trapje aangelegd zodat de bewoners bij de weg kunnen. De bewoners kunnen er ook voor kiezen hun tuin op te hogen, zodat die gelijk ligt met de bovenzijde van het muurtje, of de toegang naar de weg verderop op de dijk aan te leggen. Voor de garage wordt een weg aangelegd langs het waterkerende muurtje totdat deze op de juiste hoogte is om over het muurtje heen te gaan.



Situatie met schotbalken

Wanneer in de loop van de jaren blijkt dat de klimaatveranderingen voor een hogere waterstand zorgen dan op dit moment is voorspeld, wordt er een rij kolommen met schotbalken geplaatst op de huidige kering als extreem hoog water dreigt. Links is een schets te zien van hoe dit er mogelijk uit komt te zien.



Planning

De bouw van de waterkering op de genoemde plaats duurt ongeveer vier maanden. Om de overlast voor de gebruikers van de dijk te minimaliseren wordt gedurende de bouw een tijdelijke weg aangelegd. Het verkeer kan zo blijven passeren ook al wordt er aan de damwand gewerkt. De opleverdatum is afhankelijk van de overige dijkdelen. Deze delen kunnen zowel voor als na de aanleg van de damwand gedaan worden.

Kosten

De kosten zijn bepaald in een drietal onderdelen:

- Voorbereiding (€ 31.000)
- Materiaal (€ 120.000)
- Bijkomende kosten (€ 76.000)

De totale kosten worden hiermee geraamd op ongeveer € 207.000. Dit is echter een grove schatting.