

Inrichtingsplan Optimalisatie Watersysteem Lichtenvoorde



Wateroverlast Lievelderweg, Lichtenvoorde, 1947

Titel : Waterplan 'Optimalisatie watersysteem Lichtenvoorde'

Onderwerp : Waterplan

Versie :

Status : Eindversie ten behoeve van Projectplan Waterwet

Datum : Maart 2017

Projectnummer : 806980

Opgesteld door : Twan Rosmalen (waterschap Rijn en IJssel)
Marjan Sommeijer (Arcadis)

1	Inleiding	1
1.1	Aanleiding van het onderzoek.....	1
1.2	Procesaanpak	1
1.3	Leeswijzer	1
2	Doel, kaders en uitgangspunten.....	3
2.1	Doel van het project	3
2.2	Normering	3
2.3	Uitgangspunten en randvoorwaarden	3
3	Gebiedsbeschrijving	5
3.1	Gebiedsopbouw	5
3.2	Water.....	7
3.3	Landschap.....	11
3.4	Recreatie.....	13
3.5	Landbouw	13
3.6	Natuur	13
4	Watermaatregelen	14
4.1	Filosofie	14
4.2	Ontwerpuitgangspunten	14
4.3	Vasthouden: knijpstuwen.....	17
4.4	Bergen: retentiegebieden	19
4.5	Afvoeren: bypasses	20
4.6	Accepteren	20
4.7	Effecten van het waterplan	20
5	Inrichtingsplan	25
5.1	Filosofie van het inrichtingsplan.....	25
5.2	Nieuwendijk.....	25
5.3	Visserijbeek	26
5.4	Weijenborgerbeek.....	27
6	Verwachte effecten en gevolgen	29
6.1	Gevolgen voor risico op wateroverlast	29
6.2	Gevolgen voor daling grondwaterstand.....	30
6.3	Landbouwkundig gebruik	31
6.4	Landschap en natuur	32
6.5	Recreatie.....	32

7	Monitoring.....	33
	Literatuurlijst	35

1 Inleiding

1.1 Aanleiding van het onderzoek

Tijdens de hevige regenval in augustus 2010 is er wateroverlast ontstaan in de kern van Lichtenvoorde en in het landelijk gebied tussen Lichtenvoorde en Ruurlo. Naar aanleiding van deze gebeurtenis is nader onderzoek gedaan naar het functioneren van het oppervlaktewatersysteem en mogelijke maatregelen. Daarbij is ook de werking van het rioleringsysteem in ogenschouw genomen.

Uit dit onderzoek is gebleken dat het oppervlaktewatersysteem en het rioleringsysteem een nauwe onderlinge samenhang kennen. Verbetering van zowel het oppervlaktewatersysteem als het rioleringsysteem is dan ook wenselijk om het systeem voor de toekomst te optimaliseren.

Op basis van deze inzichten hebben waterschap Rijn en IJssel en gemeente Oost Gelre gezamenlijk besloten om het functioneren van het gehele watersysteem (oppervlaktewater en riolering) in beeld te brengen en te optimaliseren.

Dit inrichtingsplan water, recreatie en landschap beschrijft de achtergrond en onderbouwing van de maatregelen die nodig zijn aan het oppervlaktewatersysteem.

De maatregelen en effecten op het watersysteem zijn opgenomen in het Projectplan Water. Dit projectplan volgt de procedure van de Waterwet.

1.2 Procesaanpak

In samenwerking met de gemeente Oost Gelre heeft het Waterschap een gebiedsproces opgestart om tot een gedragen inrichtingsplan te komen. In de periode van 2014 tot 2017 zijn er drie bijeenkomsten georganiseerd waarbij belanghebbenden en belangstellenden ideeën en suggesties hebben aangedragen voor de herinrichting van het watersysteem en de retentiegebieden.

Daarnaast zijn er vanuit het project Visie Besselinkschans (www.besselinkschans.nl) in dezelfde periode vijf bijeenkomsten georganiseerd met de werkgroepen Water en Landschap om het ontwerp en de voortgang van het project te bespreken. In deze werkgroepen wordt het gebied vertegenwoordigd door 33 betrokken ondernemers en bewoners.

Na elke gebiedsbijeenkomst zijn de ingebrachte ideeën en suggesties uitgewerkt door een projectteam (bestaande uit medewerkers van het Waterschap Rijn en IJssel en gemeente Oost Gelre). Daarbij is onder andere gekeken naar de (maatschappelijke) haalbaarheid van de ingebrachte ideeën en de effectiviteit van maatregelen.

De uitgangspunten en aanpak voor het project zijn bekrachtigd in een Samenwerkingsovereenkomst van Gemeente Oost Gelre en Waterschap Rijn en IJssel (SOKII – Brongebied Baakse Beek, omgeving Lichtenvoorde - december 2015).

1.3 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 (Doel, kaders en uitgangspunten) is het doel van dit onderzoek beschreven en is aangegeven binnen welke kaders dit onderzoek is uitgevoerd.

Hoofdstuk 3 (Gebiedsbeschrijving) beschrijft het gebied in en rondom Lichtenvoorde en de werking van het grond- en oppervlaktewatersysteem.

Hoofdstuk 4 (Inrichtingsplan) geeft de onderbouwing van het inrichtingsplan vanuit landschappelijk en recreatief oogpunt.

In hoofdstuk 5 (Watermaatregelen) beschrijft de maatregelen die genomen worden aan het watersysteem. Daarbij wordt op basis van modelberekeningen aangegeven wat het verwachte effect van deze watermaatregelen is.

Hoofdstuk 6 (Inrichtingsplan) beschrijft het inrichtingsplan van de retentiegebieden. Daarbij is er vooral aandacht voor de vormgeving, inrichting, recreatie en landschappelijke inpassing van de maatregelen.

Hoofdstuk 7 (Verwachte effecten en gevolgen) beschrijft wat de verwachte effecten en gevolgen (kunnen) zijn voor de diverse (gebruiks)functies binnen het projectgebied.

Om te kunnen monitoren of de maatregelen uiteindelijk ook het gewenste effect bereiken, zal gemeten moeten worden. Monitoring maakt daarom een belangrijk deel uit van dit plan. In Hoofdstuk 8 (Monitoring) is het meetnet en bijbehorend meetprogramma beschreven.

2 Doel, kaders en uitgangspunten

2.1 Doel van het project

Doel van het project is om het risico op wateroverlast in de kern van Lichtenvoorde en het landelijk gebied tussen Lichtenvoorde en Ruurlo te verkleinen en terug te brengen naar een maatschappelijk acceptabel niveau (i.e. de landelijke normen voor wateroverlast). Dat betekent dat er niet vaker dan 1:100 jaar wateroverlast vanuit het oppervlaktewaterstelsel plaats mag vinden.

Bij het realiseren van deze doelstelling, worden de uitgangspunten en randvoorwaarden, zoals geformuleerd in paragraaf 2.3, gehanteerd.

2.2 Normering

De normering bakent de zorgplicht af die het waterschap heeft ten aanzien van het voorkomen of beperken van ontoelaatbare wateroverlast door inundatie vanuit oppervlaktewater. De normering geeft daarmee helderheid voor burgers en bedrijven over het restrisico en de eigen verantwoordelijkheid ten aanzien van roerende en onroerende zaken. De normering is vastgelegd in de Verordening Waterhuishouding van de Provincie Gelderland.

De landelijke werknormen (NBW) zijn uitgangspunt geweest bij het bepalen van het beschermingsniveau voor de verschillende vormen van grondgebruik binnen het waterschapsgebied. Deze normen zijn weergegeven in Tabel 1. Hierbij wordt opgemerkt dat bij deze normen het zogenaamde maaiveldcriterium geldt. Dat wil zeggen dat een klein gedeelte van het gebied (op perceelsniveau bezien) niet aan die norm hoeft te voldoen.

Grondgebruik	Toelichting	Inundatiekans	Maaiveldcriterium
Binnen bebouwde kom	Bebouwing, hoofdinfrastructuur en spoorwegen.	1:100 jaar.	0 %
	Overig gebied binnen bebouwde kom, zoals openbaar groen, sportvelden, lokale infrastructuur en parkeerterreinen.	1:10 jaar.	0 %
Buiten bebouwde kom	Natuurgebied.	Geen norm.	-
	Overig gebied (landbouw).	1:10 jaar.	5 %

Tabel 1: Normen voor wateroverlast door inundatie vanuit oppervlaktewater.

2.3 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Bij het zoeken naar maatregelen ter vermindering van het risico op wateroverlast in de kern van Lichtenvoorde, worden de volgende randvoorwaarden en uitgangspunten gehanteerd:

- We kijken naar de samenhang tussen watersysteem en rioleringssysteem. Optimalisatie van het watersysteem bij Lichtenvoorde bestaat uit een combinatie van maatregelen in het oppervlaktewatersysteem en het rioleringssysteem. Voor de verdere uitwerking en realisatie van de maatregelen in het water- en rioleringssysteem werken we samen met de gemeente Oost Gelre.

- We ontwerpen een robuust watersysteem. Onder een robuust watersysteem wordt een watersysteem verstaan dat zoveel mogelijk op natuurlijke wijze, onder vrij verval, zichzelf stuurt. Dit maakt het watersysteem minder kwetsbaar en goedkoper voor onderhoud. Dit betekent onder andere dat we zo min mogelijk kiezen voor automatische en op afstand regelbare kunstwerken, maar voor eenvoudige drempels en knijpconstructies.
- We streven naar een flexibele inrichting. Dit inrichtingsplan is gebaseerd op alle beschikbare gegevens en kennis. We zijn ons echter bewust dat in de praktijk situaties voor kunnen komen, waar vooraf geen rekening mee gehouden kon worden of die in de praktijk anders blijken te werken. De te nemen maatregelen zoals drempels en knijpconstructies worden 'flexibel' uitgevoerd. Dit betekent dat na realisatie er mogelijkheden zijn, om binnen een bandbreedte, op eenvoudige wijze optimalisaties uit te kunnen voeren door veranderingen aan bijvoorbeeld knijpopeningen en drempelhoogten.
- We voldoen aan de risiconormen van wateroverlast. Wateroverlast is nooit geheel te voorkomen. We proberen om het risico op wateroverlast op een maatschappelijk acceptabel niveau te brengen. Over het niveau, dat als maatschappelijk acceptabel wordt beschouwd, zijn landelijk afspraken gemaakt. In deze normen is vastgelegd hoe groot de kans op wateroverlast mag zijn in stedelijk gebied of op landbouwgrond. De normen zijn weergegeven in Tabel 1.
- We wentelen niet af. Om de knelpunten in het stedelijk gebied van Lichtenvoorde op te lossen zijn maatregelen in het landelijk gebied nodig. Daarbij wentelen we de problemen van het stedelijk gebied niet af op de gebruikers van het landelijk gebied. Dat betekent dat we in dit geval niet doen aan 'normopvulling': eventuele overlast in het landelijk gebied wordt gecompenseerd met mitigerende en/of compenserende maatregelen.
- We houden rekening met klimaatsverandering. Het klimaat verandert en we krijgen in de toekomst vaker te maken met neerslagpieken en meer water in kortere tijd. We zorgen er dan ook voor dat we na het nemen van de maatregelen, rekening houdend met de klimaatsverandering, ook in de toekomst voldoen aan de risiconormen van wateroverlast.
- Functiestapeling en landschappelijke inpassing. In het uitwerken van de wateropgave streven we naar optimale en integrale inpassing van de maatregelen. Voorop staat dat de waterdoelen gerealiseerd moeten worden, maar functiestapeling en landschappelijke inpassing zijn belangrijke randvoorwaarden. Onder functiestapeling en landschappelijke inpassing wordt verstaan dat naast de waterstaatkundige functie ook zoveel mogelijk ruimte is voor andere functies (bijvoorbeeld landbouw) en dat de maatregelen zodanig worden uitgevoerd, dat dit past binnen het lokale landschap.

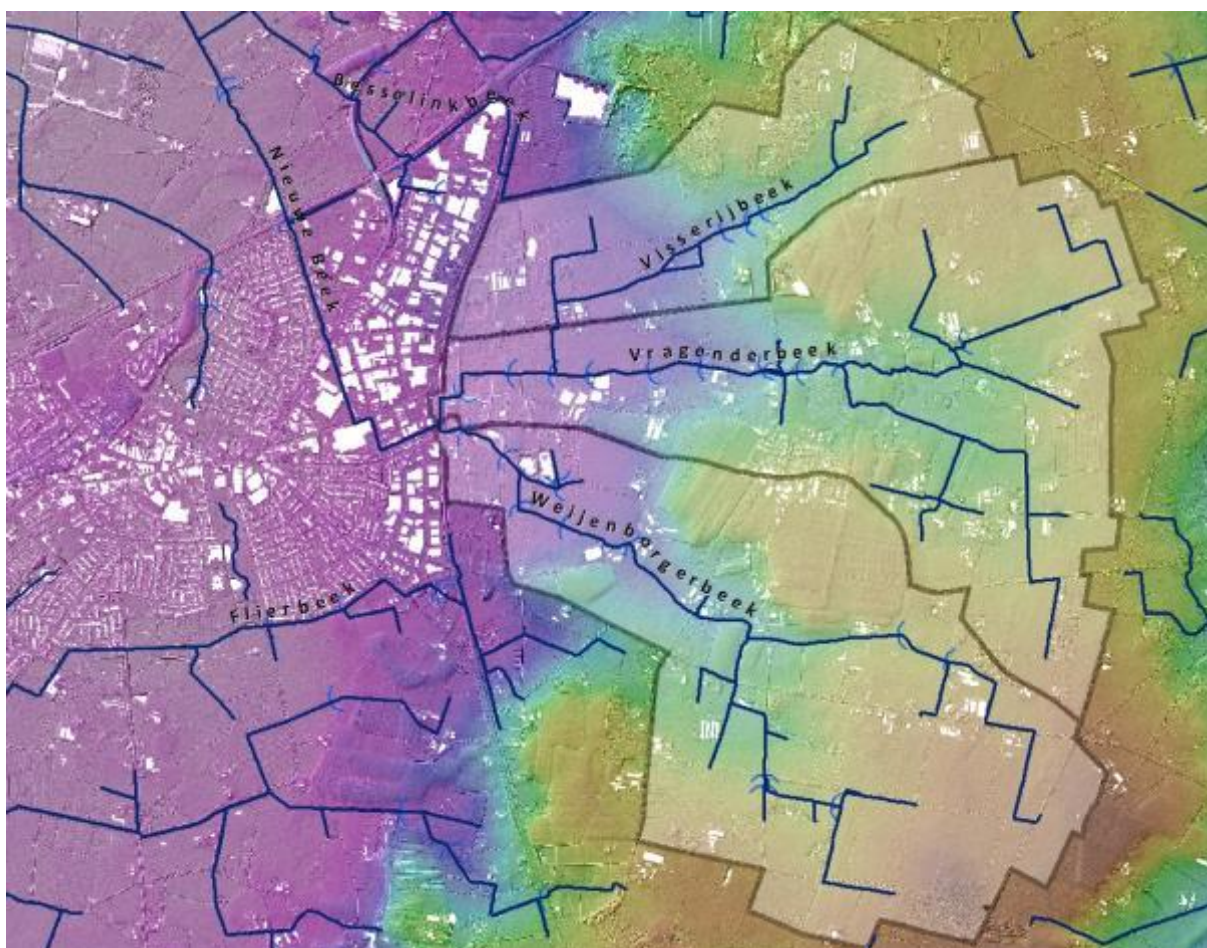
3 Gebiedsbeschrijving

Dit hoofdstuk gaat in op de huidige situatie in en rond Lichtenvoorde en de stroomgebieden van de Visserijbeek, Vragenderbeek en Weijenborgerbeek. Het beschrijft de huidige situatie en de geohydrologische samenhang van deze beken.

De beschrijving van de huidige situatie dient als referentiekader om de effecten van de voorgenomen maatregelen inzichtelijk te maken. De gebiedsbeschrijving richt zich vooral rond Lichtenvoorde, waar de maatregelen zijn voorzien.

In Lichtenvoorde komt een drietal beken samen: de Visserijbeek, de Vragenderbeek en de Weijenborgerbeek. De stroomgebieden van deze beken hebben een oppervlakte van 170 ha (Visserijbeek), 400 ha (Vragenderbeek) en 410 ha (Weijenborgerbeek).

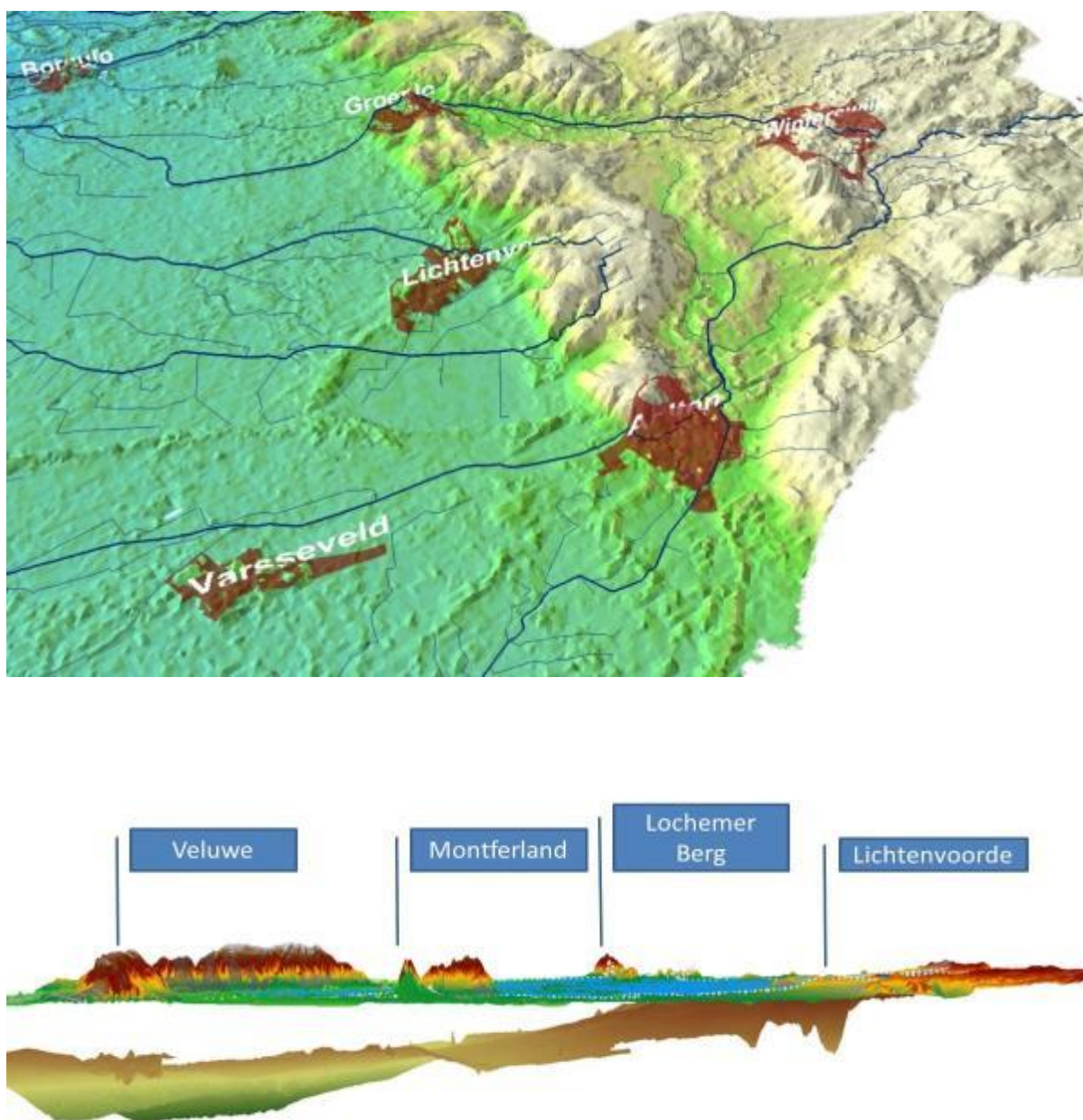
De beken komen juist ten oosten van Lichtenvoorde samen en vormen dan de Nieuwe Beek. De Nieuwe Beek stroomt door Lichtenvoorde en langs industrieterrein de Kamp.



Figuur 1: De stroomgebieden van de Visserijbeek, Vragenderbeek en de Weijenborgerbeek.

3.1 Gebiedsopbouw

Ten oosten van Lichtenvoorde ligt het Oost-Nederlandse plateau. Het plateau ligt relatief hoog (35 m⁺ N.A.P.) en loopt via de plateaurand af naar 19 m⁺ N.A.P (net benedenstrooms van Lichtenvoorde). Het gebied kent daarmee een sterk verhang.



Figuur 2: Geohydrologische opbouw Oost-Achterhoek.

Het Oost-Nederlands plateau vormt het brongebied van de Vragenderbeek, Weijenborgerbeek, en de Visserijbeek. Het plateau wordt gevormd door een relatief dunne en goed doorlatende dekzandlaag op een slecht doorlatende pleistocene leemlaag. Door de hoge doorlatendheid en de geringe dikte van de dekzandlaag, wordt neerslag snel afgevoerd. Hierdoor kenmerken de beken zich door korte en heftige afvoerpieken en hebben ze een grote dynamiek.

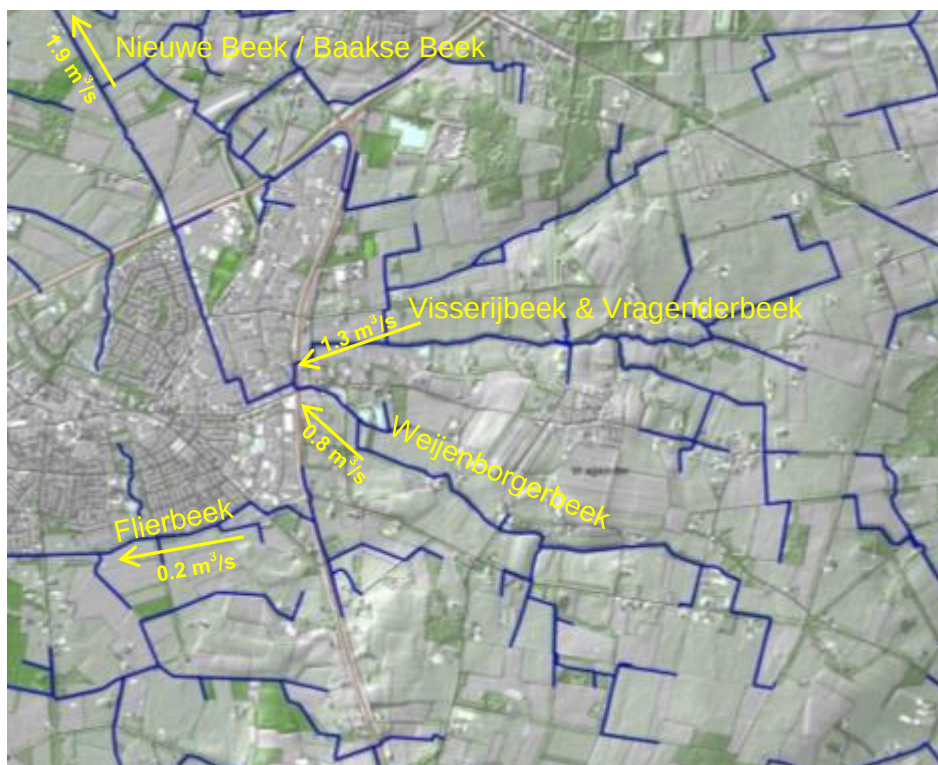
Op de plateaurand wisselen podzol- en eerdgronden elkaar af. De podzolgronden zijn op de hoge arme gronden ontstaan als gevolg van uitspoeling en verzuring. Ze bevatten weinig leem en hebben een relatief diepe ontwatering. De bodem wordt gekenmerkt door een dunne humuslaag op een zandpakket.

Het kleinschalig essen- en hoevenlandschap is ontstaan, doordat van oudsher schrale dekzanden vruchtbaarder werden gemaakt door deze te bemesten met potstalmest. Op deze manier werden de dekzandruggen gedurende eeuwen met een dikke humeuze laag opgehoogd en ontstonden essen en

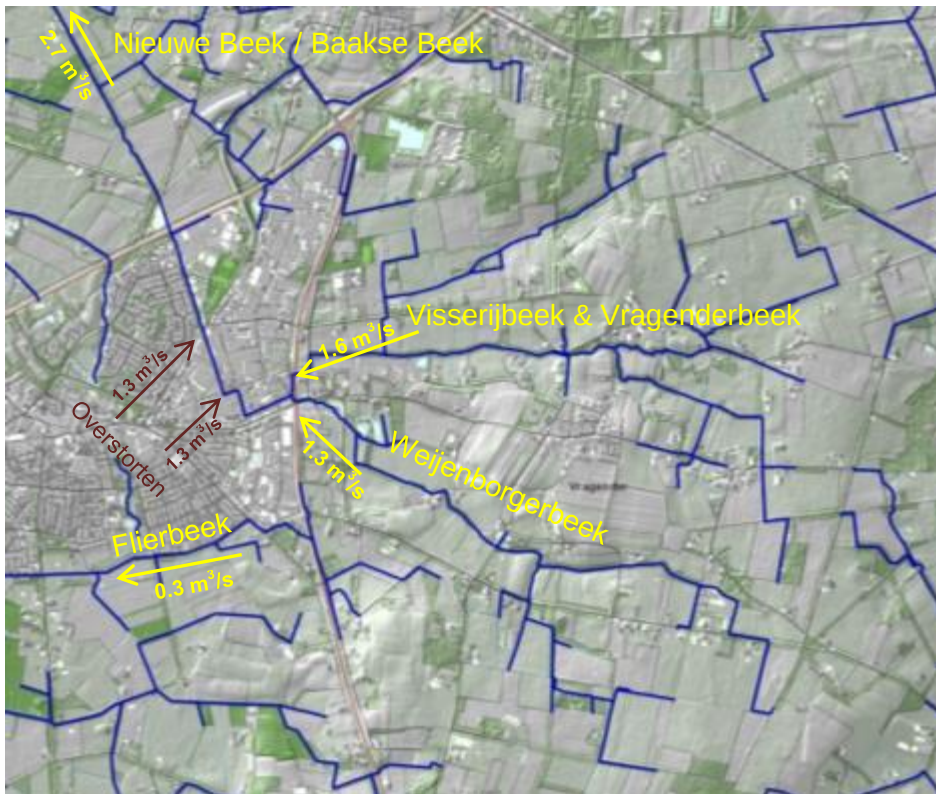
hoge akkers. De essen waren vanouds omgeven door houtwallen. Vanaf 1800 begon de ontginning van heidevelden en met de komst van kunstmest konden ook de schrale gronden geschikt worden gemaakt voor akkerbouw. Er werden op grote schaal akkers aangelegd met lange, rechte ontginningswegen en verspreide bebouwing. Toch biedt het plateau, met de relatief grote hoogteverschillen en de nat-droog gradiënten ook nu nog een gevarieerd landschap.

3.2 Water

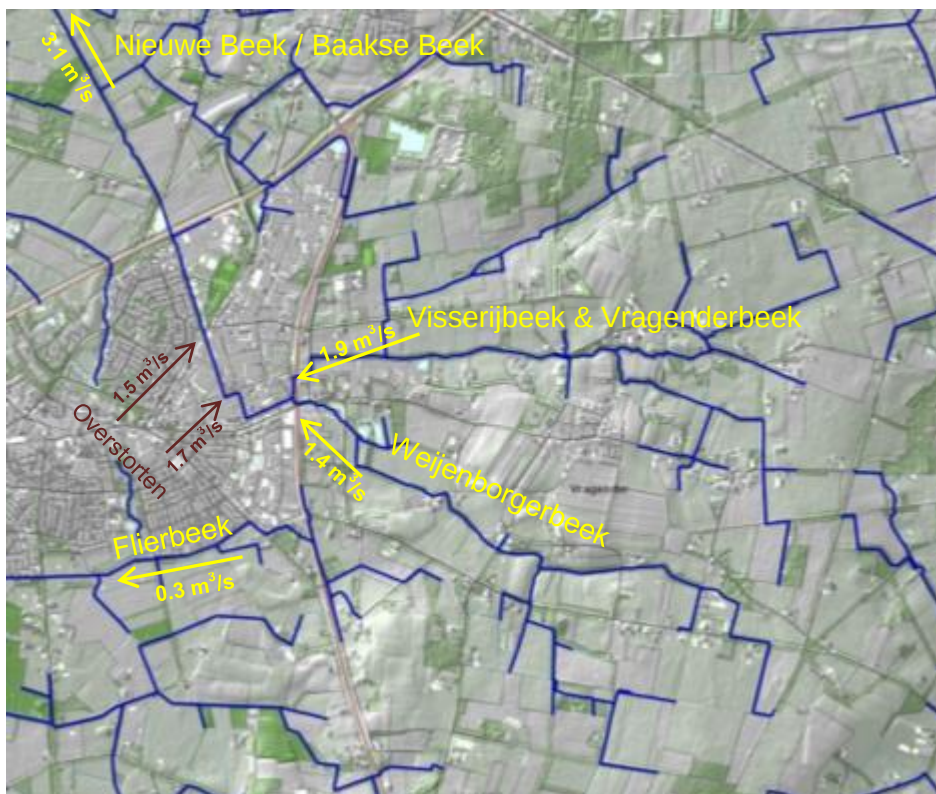
In de situaties dat geen afvoer vanuit het rioleringsstelsel van Lichtenvoorde plaatsvindt, wordt de afvoer van de Nieuwe Beek door Lichtenvoorde hoofdzakelijk bepaald door de afvoer vanuit de Visserijbeek, Vragenderbeek en de Weijenborgerbeek. Deze is grofweg afhankelijk van de grootte van de stroomgebieden: de Visserijbeek (20%), de Vragenderbeek (40%) en de Weijenborgerbeek (40%).



Figuur 3: Verdeling van de afvoer (gemiddeld 1x per jaar: T1).



Figuur 5: Verdeling van de afvoer (gemiddeld 1x per 10 jaar: T10).

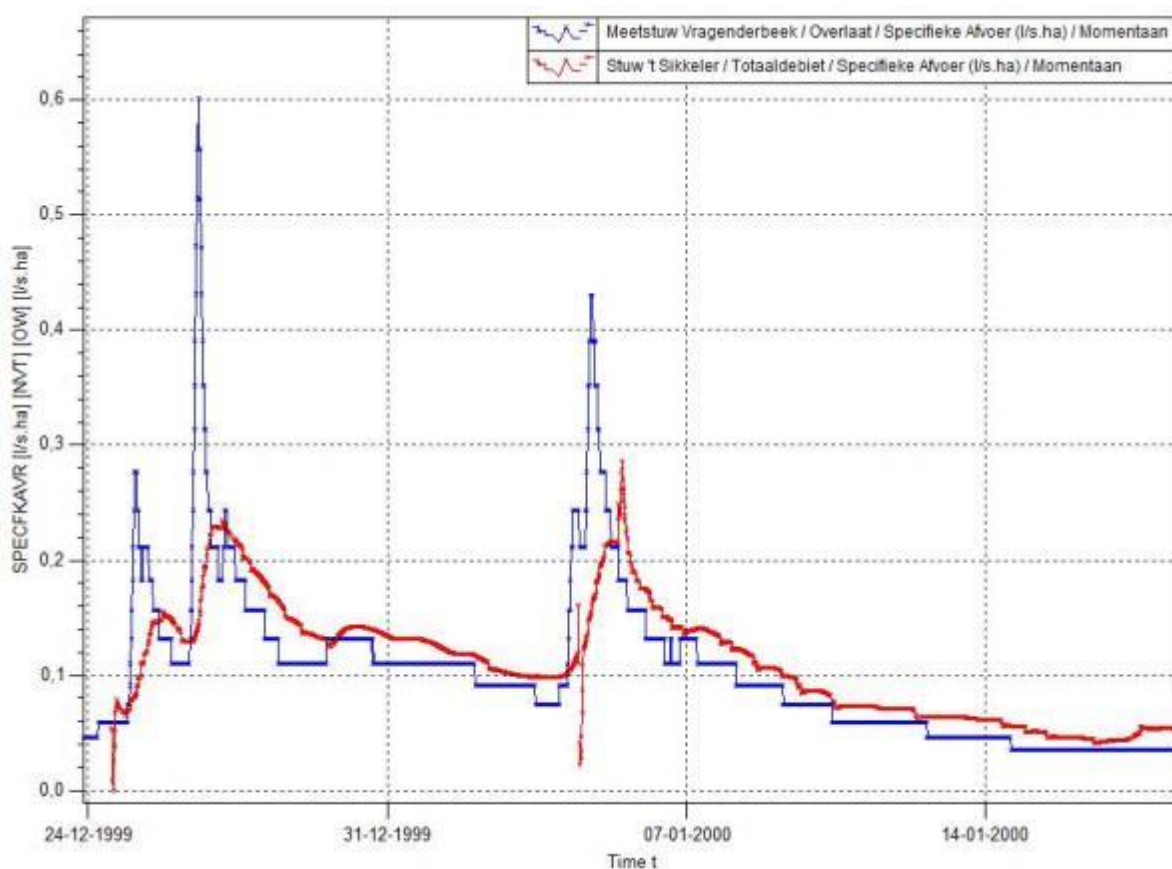


Figuur 4: Verdeling van de afvoer (gemiddeld 1x per 100 jaar: T100).

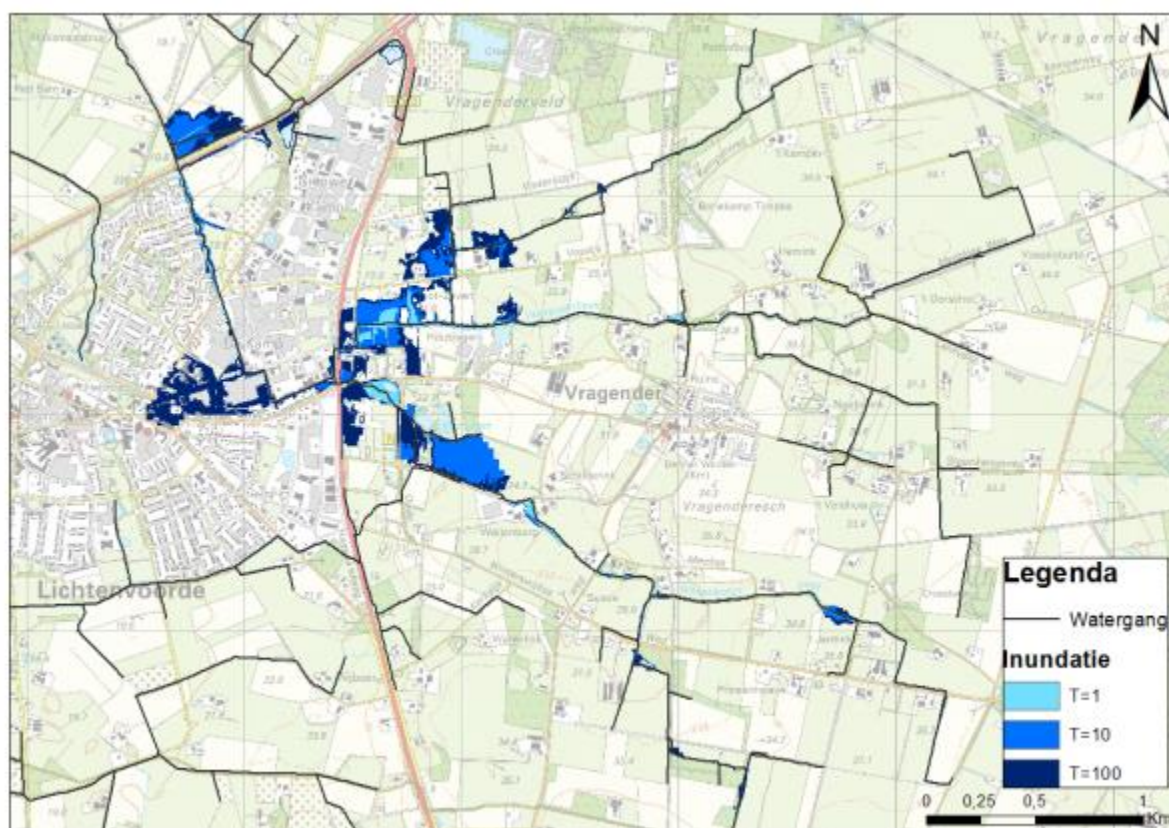
Piekafvoeren

Zoals aangegeven in paragraaf 3.1 bestaat het stroomgebied van de Nieuwe Beek uit een snel reagerend systeem. Na het optreden van een bui in het stroomgebied duurt het tussen de 4 en 7 uur voordat het water de kern van Lichtenvoorde bereikt. Dit komt door het relatief grote verhang van de terrasrandbeken en de geringe bodemberging (dun watervoerend pakket van slechts enkele meters).

Door het dunne watervoerende pakket en de steile helling van het gebied zijn kortdurende, maar heftige pieken karakteristiek voor het gebied. Dit blijkt onder andere uit een vergelijking van piekafvoeren bij meetstuw Vragenderbeek (Vragenderbeek, bovenstrooms) met piekafvoeren bij stuw Sikkeler (Baakse Beek, benedenstrooms). Hieruit blijkt dat een bui leidt tot kortere en heftigere afvoeren bovenstrooms (meetstuw Vragenderbeek, blauwe lijn) dan benedenstrooms (stuw Sikkeler, rode lijn) (Figuur 6). Vooral de piek van 26 december 1999 toont dit goed aan.



Figuur 6: Gemeten piekafvoeren bij Vragenderpoort (Weijenborgerbeek) en stuw Sikkeler (Baakse Beek).



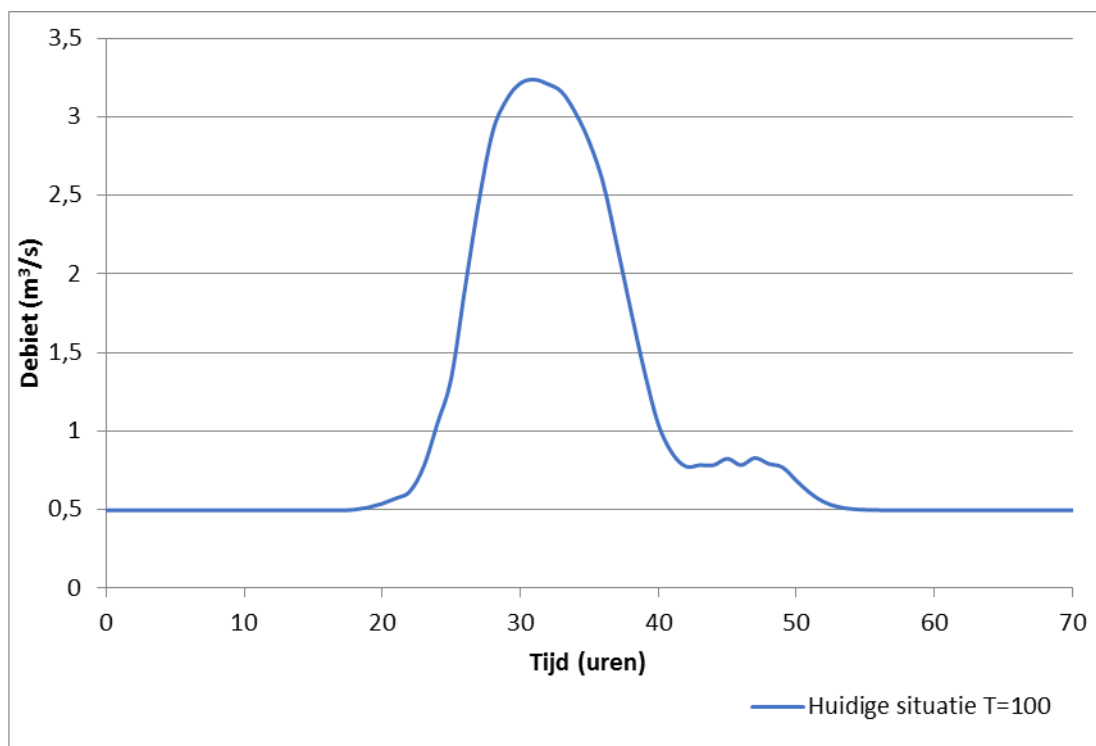
Figuur 7: *Risico op wateroverlast in de huidige situatie (1:1 jaar, 1:10 jaar en 1:100 jaar).*

Maatgevende afvoer

Om in beeld te brengen welke hoeveelheid water er in de huidige situatie aangevoerd wordt door de drie plateaubeken, is een maatgevende afvoer bepaald. Dit is de afvoer die in de huidige situatie eenmaal per 100 jaar verwacht mag worden bovenstrooms van Lichtenvoorde.

Voor de hellende delen in het gebied is de afvoer tijdens pieken flink hoger dan de daggemiddelde afvoeren. Daarom is er voor deze delen van het gebied gerekend met golfafvoer, representatief voor dit gebied. Hierbij is de piek die gedurende korte tijd optreedt hoger dan de daggemiddelde afvoer. Het daggemiddelde volume is wel gelijk gehouden aan het volume bij een stationair debiet (de totale hoeveelheid water op een dag is hiermee dus niet groter). De hoogte van de piek is bepaald met behulp van meetgegevens van stuw Vragender en de resultaten van een neerslag-afvoer modelstudie. Voor de Vragenderbeek en Weijenborgerbeek is de piekafvoer 4 keer hoger dan de daggemiddelde afvoer. Voor de Visserijbeek is de piekafvoer 2.8 keer hoger dan de daggemiddelde afvoer. Voor de Visserijbeek is de piekafvoer lager dan voor de andere twee beken, omdat het stroomgebied kleiner is en er naar verhouding meer natuurgebied voorkomt en minder gedraineerde landbouwgrond.

In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is de maatgevende afvoer weergegeven, zoals deze is bepaald. Daaruit blijkt dat er eenmaal in de 100 jaar een afvoer verwacht mag worden met een piek van ongeveer $3,3 \text{ m}^3/\text{s}$.



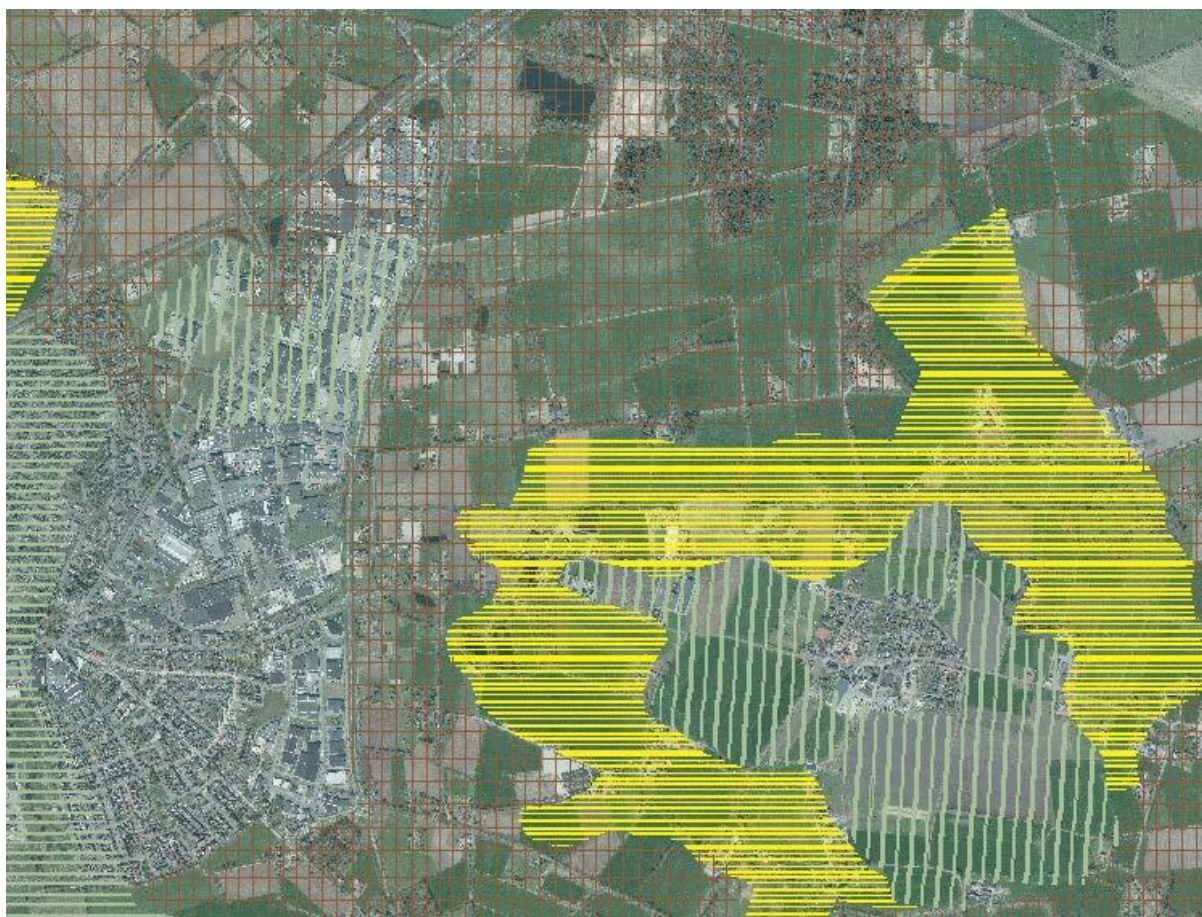
Figuur 8: Maatgevende afvoer bij Lichtenvoorde in de huidige situatie (T100).

3.3 Landschap

Het gebied rond Lichtenvoorde is landschappelijk en cultuurhistorisch uniek voor de Achterhoek. In het relatief kleine gebied komen hoogteverschillen van meer dan 10 meter voor. Vanwege het kleinschalige landschap, de beken die door het landschap lopen en de cultuurhistorische waarden (waaronder rijksmonument De Engelse Schans) is het gebied onderdeel van het Nationaal Landschap Winterswijk.

In het gebied zijn het jonge ontginningslandschap en het essenlandschap van Lievelede en Vragender duidelijk te onderscheiden. Op de essen liggen nog de van oudsher voorkomende boerenerven. Het jonge ontginningslandschap is in de 20e eeuw ontgonnen en bestond voorheen uit heide, struweel en bos.

Ten westen van Vragender liggen het heideontginningslandschap en het kampenlandschap op korte afstand van elkaar. Rond de Vragender es is de grillige verkaveling van het kampenlandschap goed herkenbaar. Het grondgebruik bestaat uit grasland of akkerland. Daaromheen is het landschap herkenbaar als jong heide- of veldontginningslandschap, met rechtlijnige (rationele) verkavelingen en het gebrek aan bebouwing. Het grondgebruik laat nog heidegrond zien waarop verspreid hout- en struweelopstanden. Vooral het ontginningslandschap tussen de Vragender es en Lichtenvoorde is kleinschalig met veel rechtlijnige elementen als singels en hagen.



Figuur 9: Kampenlandschap(geel gearceerd), Heide/veldontginningen (bruin gerasterd) en Escomplex (groen verticaal gearceerd).

De verschillende landschappen zijn te herkennen aan een aantal eigenschappen. De eigenschappen per landschapstype zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Veld- en heideontginningen	Essen en kampen landschap
• De ondergrond bestaat voornamelijk uit zand. • De gebieden liggen hoog. De grond is vrij droog of bij keileem in de ondergrond juist drassig. • De jonge veldontginningen hebben rechte lijnen, met haaks op de ontginningsassen, de kavel-grenzen. Rationele verkavelingen. • Veel jonge veldontginningen bestaan uit grasland met beplanting langs de wegen, maar ook bouwland en enkele bospercelen en af en toe bosheide restanten. • Beplanting in singels op perceelranden en in lanen langs de wegen. • In de jonge veldontginningen komt verspreide bebouwing langs de wegen voor. • De jonge veldontginningen worden gekenmerkt door 20ste -eeuwse jonge	• Een grote open esvlakte (grootschalig reliëf) met daaromheen een redelijk besloten landschap met wallen en beplanting. • Essen en kampen liggen bollend in het landschap en zijn veelal open (veel grote escomplexen liggen binnen de huidige bebouwde kom). • Het kampenlandschap bestaat vaak uit meerdere open plekken gevormd door éénmansesjes (kampen) die omringd worden door landschaps- elementen als houtwallen, houtsingels, struwelen en heggen. Het landschap heeft relatief grote hoogteverschillen op korte afstand (steilranden). Wegen zijn kronkelig en vaak beplant met eiken. • De bebouwing staat ogenschijnlijk willekeurig aan de randen van oude

ontginningsboerderijen. Ze staan met de nokrichting haaks op de weg.	bouwlanden.
• Agrarisch gebruik overheerst of heeft overheerst waardoor het agrarische karakter zichtbaar is.	• Beplanting in de vorm van houtwallen, singels, lanen en bosjes.

3.4 Recreatie

In het gebied liggen mogelijkheden om recreatie en toerisme verder te ontwikkelen. Vestingstad Groenlo, museum Erve Kots, Grolse Linie 1627 (cultureel erfgoed), waar onder de Engelse Schans, en het landschap zijn aantrekkelijk voor toeristen.

De Besselinkschans is al jaren het podium voor de Zwarte Cross. Hier liggen concrete mogelijkheden om meer evenementen te organiseren. De recreatieve ontwikkeling is opgepakt in de projectgroep Besselinkschans. Voor de inrichting van de retentiegebieden van de Nieuwendijk, de Visserijdijk en de Weijenborgerdijk wordt hier zo mogelijk op aangesloten.

3.5 Landbouw

Het grootste gedeelte van de gronden in het gebied zijn in agrarisch gebruik. Deze agrarische bedrijven waren van oorsprong kleine gemengde bedrijven. Als gevolg van schaalvergroting is het aantal agrarische bedrijven de laatste decennia afgenomen, maar is de oppervlakte van de afzonderlijke landbouwbedrijven toegenomen.

Naast schaalvergroting van de agrarische bedrijven is er ook sprake van verbreding. Een aantal agrarische bedrijven organiseert nevenactiviteiten of schakelt zelfs helemaal over (bijvoorbeeld het Wijndomein).

Als gevolg van de schaalvergroting en de verbreding is de druk op de beschikbaarheid van gronden erg groot. De agrarische sector heeft aangegeven om zo min mogelijk grond uit agrarisch gebruik te halen of te zoeken naar een dubbelbestemming, waarbij agrarisch medegebruik mogelijk is. In overleg met de agrarische sector is ingezet op een minimalisering van het oppervlakte dat gebruikt wordt voor waterretentie.

3.6 Natuur

In het stroomgebied van de plateaurandbeken, ontbreekt van nature de invloed van kalkrijk grondwater. Hier zijn alleen lokale grondwaterstromingen die een relatief basenarm, dus zuur karakter hebben. Langs verschillende plateaurandbeken liggen nog fragmenten van elzen- en berkenbroekbos. Deze zijn nu sterk verdroogd.

De Vragenderbeek is als biotoop geschikt voor diverse amfibieën en reptielen. Tijdens veldbezoek zijn hier ook diverse soorten aangetroffen. Door de van nature hoge ijzerconcentraties zijn de beken ongeschikt voor vis.

Het landschap van het plangebied herbergt diverse algemeen voorkomende maar wel beschermde zoogdieren en vogels. Bij de uitvoering van het werk wordt conform de daarvoor geldende wet- en regelgeving rekening gehouden met de voorkomende flora en fauna.

4 Watermaatregelen

4.1 Filosofie

In hoofdstuk 3 is aangegeven dat het watersysteem van Lichtenvoorde zich kenmerkt door kortdurende en grote afvoerpieken. Daar komt bij dat Lichtenvoorde ligt op de overgang van een hellend gebied (het tertiaire plateau) naar het vlakke deel, wat ook voor opstuwing zorgt.

Vanwege deze typerende afvoerdynamiek van de beken bij Lichtenvoorde ligt het niet voor de hand om een oppervlaktewatersysteem te ontwerpen dat voldoende capaciteit heeft om zelfs maximale afvoerenpieken af te kunnen voeren. Er wordt dan immers een systeem ontworpen dat slechts zeer beperkt wordt benut. Daarom is het inrichtingsplan uitgewerkt op basis van de filosofie 'vasthouden-bergen-afvoeren-accepteren':

1. Vasthouden. Om pieken te voorkomen wordt regenwater vastgehouden op de locatie waar het daadwerkelijk valt. Neerslag komt hierdoor vertraagd tot afvoer. Een goede maatregel om water tijdelijk langer vast te houden is de aanleg van knijpconstructies (zie paragraaf 4.3).
2. Bergen. Als neerslag 'op transport is' en wordt afgevoerd, kan het ook worden geborgen, om wateroverlast benedenstrooms te voorkomen. Het water wordt dan tijdelijk geparkeerd op het maaiveld om pieken te reduceren (zie paragraaf 4.4).
3. Afvoeren. De neerslag die niet kan worden vastgehouden of geborgen in het gebied, kan vervolgens om Lichtenvoorde heen worden geleid. Op deze manieren worden de pieken niet langer afgevoerd via de kern van Lichtenvoorde, maar worden de pieken om Lichtenvoorde heen geleid (zie paragraaf 4.5).
4. Accepteren. Wateroverlast is nooit helemaal te voorkomen. Er is immers altijd een situatie te bedenken die extremer zal zijn, dan waar het watersysteem op is ontworpen en aangelegd. Dit inrichtingsplan is opgesteld om de wateroverlast naar maatschappelijk acceptabele risico's te reduceren (i.e. de normen, zoals vastgelegd in de Verordening Waterhuishouding) (zie paragraaf 4.6).

4.2 Ontwerpuitgangspunten

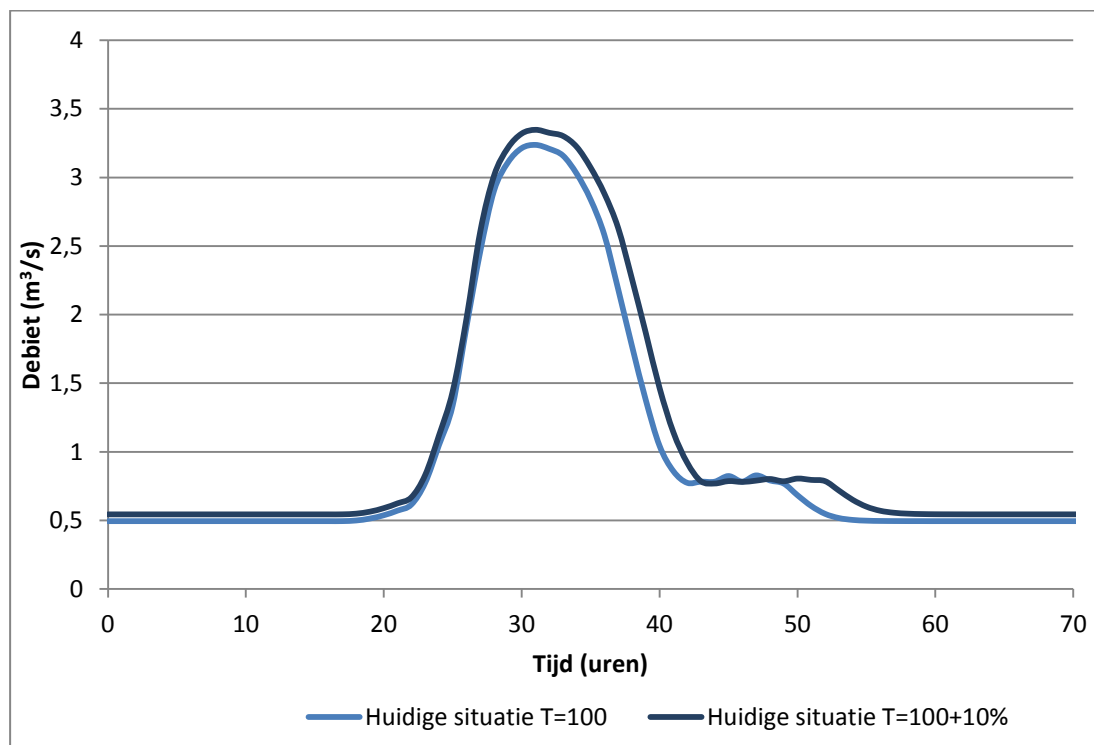
Om het inrichtingsplan te kunnen toetsen op effectiviteit, is een aantal criteria opgesteld, aan de hand waarvan de effectiviteit van het inrichtingsplan wordt getoetst. In dit hoofdstuk zijn deze toetsingscriteria nader uitgewerkt.

Rekening houden met klimaatsverandering

Bij het nemen van maatregelen om huidige knelpunten van wateroverlast op te lossen, houden we rekening met de verandering van het klimaat. Op deze manier zorgen we ervoor dat het systeem dusdanig wordt ingericht, dat ook mogelijke nadelige effecten als gevolg van klimaatsverandering worden opgelost.

In paragraaf 3.2 is een beeld geschetst van de maatgevende afvoer die 1:100 jaar bij Lichtenvoorde aankomt (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Als gevolg van klimaatsverandering neemt de fvoer toe en verandert de maatgevende afvoer. Daarom is op basis van de modelberekeningen gekeken hoe piekafvoeren veranderen als gevolg van klimaatsverandering. Figuur 10 laat zien hoe piekafvoeren toenemen als gevolg van de klimaatsverandering. Op basis van deze analyse blijkt dat

de piekafvoeren (die 1:100 jaar voorkomen) als gevolg van de klimaatsverandering toenemen van 3,2 m³/s naar 3,4 m³/sec.



Figuur 10: Effect van klimaatsverandering op piekafvoeren.

Maximale afvoercapaciteit Nieuwe Beek

De maximale afvoercapaciteit is de hoeveelheid water die nog door de Nieuwe Beek kan worden afgevoerd, zonder dat dit tot inundaties leidt. Om inzicht te krijgen in de maximale afvoercapaciteit van de Nieuwe Beek is op basis van modelberekeningen de maximale afvoercapaciteit bepaald. Hierbij is gebruik gemaakt van het oppervlaktewatermodel Sobek.

De maximale afvoercapaciteit is onder andere afhankelijk van de mate van begroeiing. De begroeiing bepaalt immers de weerstand in een watergang: hoe minder begroeiing, des te groter de maximale afvoercapaciteit. Om inzicht te krijgen in de maximale afvoercapaciteit van de Nieuwe Beek is een drietal situaties met een andere mate van begroeiing doorgerekend. In Tabel 2 zijn de berekende maximale afvoercapaciteiten van de Nieuwe Beek weergegeven (tussen haakjes is de Strickler-weerstand weergegeven die in het Sobek-model is gehanteerd).

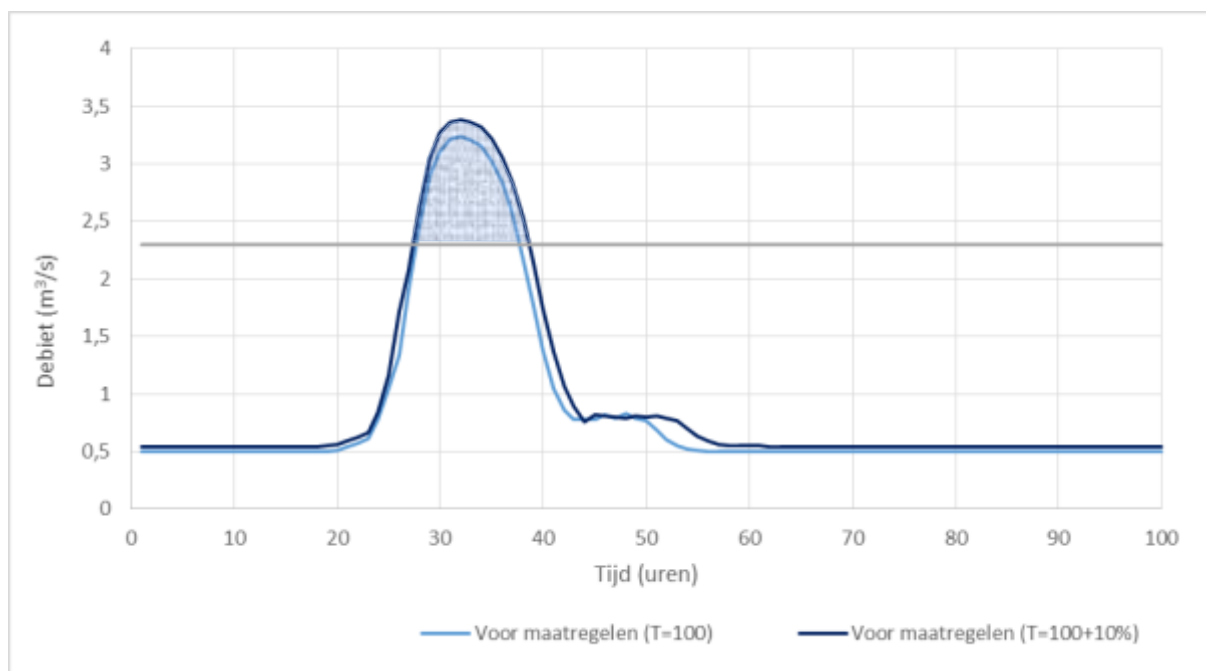
Tabel 2: Afvoercapaciteit van de Nieuwe Beek bij verschillende mate van begroeiing.

Begroeiing Nieuwe Beek	Maximale afvoercapaciteit (m ³ /s)
Nauwelijks begroeiing, wintersituatie (Strickler=25)	3.1
Begroeide watergang in de zomer (Strickler=16)	2.3
Sterk begroeide watergang in de zomer (Strickler=12)	1.8

Uitgangspunt bij het inrichtingsplan is het ontwerp van een robuust watersysteem, dat niet sterk afhankelijk is van het maaibeheer. Daarom is dit inrichtingsplan gebaseerd op een maximale afvoercapaciteit van de Nieuwe Beek bij een situatie van een 'begroeide watergang in de zomer'. Dat betekent dat dit inrichtingsplan dusdanig wordt ontworpen, dat een een maximale afvoercapaciteit van de Nieuwe Beek van $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$ niet langdurig wordt overschreden.

Dit uitgangspunt betekent dat afvoeren van de drie terrasrandbeken, groter dan $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$, tijdelijk geborgen moet worden of op een andere manier om Lichtenvoorde heen geleid zal moeten worden.

Als gekeken wordt naar de maximale afvoercapaciteit van de Nieuwe Beek ($2,3 \text{ m}^3/\text{s}$) en de maximale afvoerpiek die 1:100 jaar optreedt ($3,4 \text{ m}^3/\text{s}$), is duidelijk dat de afvoercapaciteit van de Nieuwe Beek onvoldoende is om het water in pieksituaties af te kunnen voeren (zie Figuur 11).



Figuur 11: Effect van klimaatsverandering op piekafvoeren.

In Figuur 11 is de hoeveelheid water, die de afvoercapaciteit van de Nieuwe Beek overschrijdt, blauw gearceerd weergegeven. Deze oppervlakte komt ongeveer overeen met een hoeveelheid van 35.000 m^3 . Om wateroverlast in Lichtenvoorde te voorkomen, zal deze hoeveelheid bovenstrooms geborgen moeten worden.

Daarbij moeten echter het volgende in ogenschouw genomen worden. Bij het modelleren van de piekafvoeren zijn de hoeveelheden vooraf bekend. Daardoor kan het moment van inzet van de waterberging vooraf goed worden bepaald en de effectiviteit van de maatregelen in beeld worden gebracht. In de praktijk is nooit vooraf bekend hoe de afvoergolf zich zal ontwikkelen. Om een robuuste inrichting en beheer te realiseren, is de aangegeven hoeveelheid dus een absolute minimumhoeveelheid.

Niet afwentelen

Zoals aangegeven bij de uitgangspunten wentelen we de problemen van het stedelijk gebied niet af op de gebruikers van het landelijk gebied. Dat betekent dat in de praktijk het risico op wateroverlast in het landelijk gebied niet toe mag nemen.

Om te beoordelen of er inderdaad geen sprake is van afwentelen, wordt gekeken of de afvoer benedenstrooms van Lichtenvoorde niet toeneemt. Hiervoor wordt de grafiek van de afvoer op een specifiek punt benedenstrooms van Lichtenvoorde voor uitvoering van de maatregelen vergeleken met de grafiek van de afvoer op ditzelfde punt na uitvoering van de maatregelen. Dit wordt zowel gedaan voor een benedenstrooms punt in de Nieuwe Beek als voor een punt in de Flierbeek.

In de huidige situatie wordt de Weijenborgerbeek volledig via de Nieuwe Beek afgevoerd. Na uitvoering van de maatregelen wordt een deel van deze afvoer via de Flierbeek afgevoerd. De berging Weijenborgerdijk zorgt hier voor een buffer en beperkt de afvoer aanzienlijk. Het ontwerp van dit bergingsgebied is nu echter niet voorzien van een (automatische) afsluiter aan de benedenstroomse zijde. Dit betekent dat er altijd een beperkte afvoer plaatsvindt via deze bypass, waardoor de totale afvoer door de Flierbeek licht toeneemt. De maximale afvoeren zullen echter niet toenemen.

4.3 Vasthouden: knijpstuwen

Maatregelen, met het doel om water langer vast te houden, richten zich op het vertragen van de afvoer. Een goede maatregel om water langer vast te houden, is door de aanleg van knijpstuwen in het bovenstroomse gedeelte van de terrasrandbeken.

Een knijpconstructie heeft een beperkte afvoercapaciteit, waardoor er in situaties van grotere afvoeren het water tijdelijk wordt vast gehouden in het bovenstrooms gelegen gedeelte van de watergang. Om te voorkomen dat waterpeilen bovenstrooms te hoog worden, wordt de bovenkant van de knijpconstructie zodanig aangelegd, dat als het peil te ver stijgt het water via de bovenzijde van de knijpconstructie kan lozen.



Figuur 12: Knijpstuw in de Vragenderbeek.

Op basis van gebiedskennis, en in samenspraak met de streek, is een aantal locaties in beeld gebracht, die potentieel geschikt zijn voor de aanleg van knijpconstructies. Uiteindelijk is een tweetal locaties geïdentificeerd: in de Visserijbeek ten oosten van de Pastoor Schepersstraat (VIS1) en in de Vragenderbeek, eveneens ten oosten van de Pastoor Schepersstraat (VR2). Deze locaties zijn weergegeven op Figuur 13. Locatie VR1 is een al bestaande knijpconstructie in de Vragenderbeek.



Figuur 13: Kansrijke locaties voor de aanleg van knijpconstructies.

Dimensies knijpstuwen

De knijpstuwen krijgen een vergelijkbare vorm als de stuw op de foto in Figuur 12. Bij de dimensionering van de knijpconstructies zijn deze zodanig ontworpen, dat de potentiële bergingscapaciteit maximaal is. Het maximale peil dat op mag treden bij een T=100 afvoer is bepaald op basis van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN2). Daarbij is het maximaal toelaatbare peil zo gekozen dat de overlast voor omliggende functies beperkt is. De dimensies van de knijpstuwen zijn weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Dimensies van de knijpstuwen.

	VIS1	VR2	VR1 (bestaand)
Onderkant opening	27.00 m ⁺ NAP	25.18 m ⁺ NAP	24.90 m ⁺ NAP
Minimale breedte opening	0.05 m onderkant V 0.2 m bovenkant V	0.2 m	0.4 m
Maximaal toelaatbare peil	28.70 m ⁺ NAP	27.50 m ⁺ NAP	26.20 m ⁺ NAP
Maximale potentiële bergingscapaciteit	8.000 m ³	4.000 m ³	3.000 m ³

Vanuit onderhoud- en beheeroogpunt en het verminderen van de kwetsbaarheid is een kleine breedte van de opening ongewenst. Dit maakt het systeem namelijk kwetsbaar voor verstopping met takjes en bladeren. Daarom worden de knijpconstructies op een zodanige manier aangelegd, dat de breedte en de hoogte in de praktijk kunnen worden bijgesteld. Op deze manier kan na realisering van

het waterplan het maximale waterpeil of het gewenste debiet nog worden gewijzigd en kan flexibel worden ingespeeld op de praktijksituatie. Een eventuele bijstelling van de peilen zal echter niet boven de maximale peilen uitkomen, zoals genoemd in Tabel 3.

Effectiviteit van de knijpconstructies

Doordat knijpconstructies ervoor zorgen dat water langer wordt vastgehouden in de watergang, dragen ze bij aan het reduceren van piekafvoeren. Als ze zodanig worden ingericht dat ze geen nadelige effecten opleveren voor naastgelegen functies, kunnen ze beschouwd worden als een 'no-regret' maatregel.

De bijdrage van knijpconstructies aan het voorkomen van wateroverlast in Lichtenvoorde wordt in kwalitatieve zin als positief beoordeeld. Het is echter nauwelijks mogelijk om de effectiviteit van de knijpconstructies op de wateroverlast in Lichtenvoorde te kwantificeren. Ten eerste is berging het meest effectief als deze op het juiste moment wordt ingezet: vlak voor het optreden van de grootste piek. Hoewel de potentiële bergingscapaciteit van de knijpconstructies in theorie relatief groot is (zie Tabel 3), valt er in de praktijk weinig te sturen. In de praktijk zal de berging nagenoeg gevuld zijn, op het moment dat de grootste piek optreedt. Hierdoor zal de effectieve bergingscapaciteit in de praktijk een stuk kleiner zijn dan de potentiële bergingscapaciteit.

Ten tweede bevinden de knijpconstructies zich vrij ver bovenstrooms (zeker de knijpconstructie in de Visserijbeek). Het gebied dat op deze stuwen afwatert, is dan ook relatief gering. Het is daarom onzeker of er in de praktijk voldoende water aangevoerd wordt om de potentiële bergingscapaciteit volledig te benutten.

Omdat het op een dergelijk detailniveau ontbreekt aan voldoende meetgegevens om een zinvolle inschatting te kunnen maken van het kwantitatieve effect van de knijpconstructies, wordt in dit inrichtingsplan volstaan met de constatering dat de knijpconstructies altijd een bijdrage leveren aan het voorkomen van wateroverlast. Gezien de geringe kosten van de knijpconstructie en het feit dat er geen nadelige effecten op andere functies optreden, wordt de aanleg van de twee knijpconstructies als efficiënt beoordeeld.

4.4 Bergen: retentiegebieden

Als het water eenmaal tot afvoer is gekomen, kan het benedenstrooms tot wateroverlast leiden (in dit geval in Lichtenvoorde). Door het water tijdelijk te 'parkeren', wordt de afvoer gestremd en kan het water in een later stadium gecontroleerd worden afgevoerd. Het bergen van water vindt plaats in retentiegebieden. In de huidige situatie kan water worden geborgen in retentiegebied 'Vragenderpoort'. In paragraaf 4.2 is geanalyseerd welke hoeveelheid water er geborgen zou moeten worden. Daarbij worden de volgende opmerkingen geplaatst:

- Bij een theoretische benadering is vooraf bekend op welke wijze een afvoergolf zich gedraagt. Daardoor kan bij de modellering het exacte moment van inzet van het retentiegebied worden bepaald. In de praktijk is het gedrag van een afvoergolf echter niet vooraf bekend. Hierdoor is er een reëel risico dat een retentiegebied te vroeg wordt ingezet. Daarom kan de te bergen bergingshoeveelheid worden beschouwd als een absoluut minimum.
- De inzet van de retentiegebieden is gebaseerd op de afvoer van de drie afzonderlijke beken. De retentiegebieden worden ingezet op het moment dat een kritische grens in de afvoer van de

beken wordt overschreden. Daardoor zal de totale afvoer van de 3 beken niet de 2,3 m³/s overschrijden.

Bij het bepalen van geschikte locaties voor de aanleg van retentie, is gekeken naar gebieden waar zoveel mogelijk gebruik kan worden gemaakt van het natuurlijke verhang. Op deze manier kan optimaal gebruik worden gemaakt van de maximale bergingscapaciteit.

Op basis van een analyse blijken er langs de Vragenderbeek geen mogelijkheden aanwezig te zijn, waar op een eenvoudige wijze retentie kan worden gerealiseerd. In het stroomgebied van deze beek blijkt dat er snel opstuwning optreedt, waardoor er voor berging van een geringe hoeveelheid water een relatief groot oppervlak nodig is.

Tabel 4: Maximale bergingscapaciteit van de retentiegebieden (T100+10%).

Retentiegebied	Capaciteit	Oppervlaktewaterpeil
Retentiegebied Weijenborgerdijk	23.000 m ³	21,66 m ⁺ NAP
Retentie Vragenderpoort	12.000 m ³	21,25 m ⁺ NAP
Retentie Visserijdijk	4.200 m ³	21,82 m ⁺ NAP
Retentie Nieuwendijk	24.000 m ³	19,77 m ⁺ NAP

Afhankelijk van de inundatie frequentie zijn verschillende vormen van medegebruik mogelijk. Het gebruik van de gronden in de retentiegebieden, is nader uitgewerkt in hoofdstuk 5.

4.5 Afvoeren: bypasses

Voor de tracés van de bypasses is zoveel mogelijk gezocht naar gebruik van bestaande watergangen. Daar waar hiervan geen gebruik kan worden gemaakt worden nieuwe watergangen aangelegd. De bypasses worden landschappelijk ingepast. Het eigendom, beheer en onderhoud van de bypasses komt bij het waterschap.

4.6 Accepteren

Het waterschap heeft een bepaalde zorgplicht. In de praktijk betekent dit dat betekent voor het stedelijk gebied dat hier niet vaker dan gemiddeld 1x per 100 jaar inundatie op mag treden; voor het landelijk gebied mag dit niet vaker zijn dan gemiddeld 1x per 10 jaar.

Omwille van de maatschappelijke investeringen is het onwenselijk (en feitelijk ook onmogelijk) om inundatie te allen tijde te voorkomen. Er zullen altijd situaties voor kunnen komen, die extremer zijn dan waar het ontwerp op is gebaseerd. We zullen dus rekening moeten houden met het feit dat ook na uitvoering van dit inrichtingsplan inundaties voor kunnen blijven komen. De kans dat deze inundaties voorkomen, zijn echter minder frequent dan gemiddeld 1x per 100 jaar.

4.7 Effecten van het waterplan

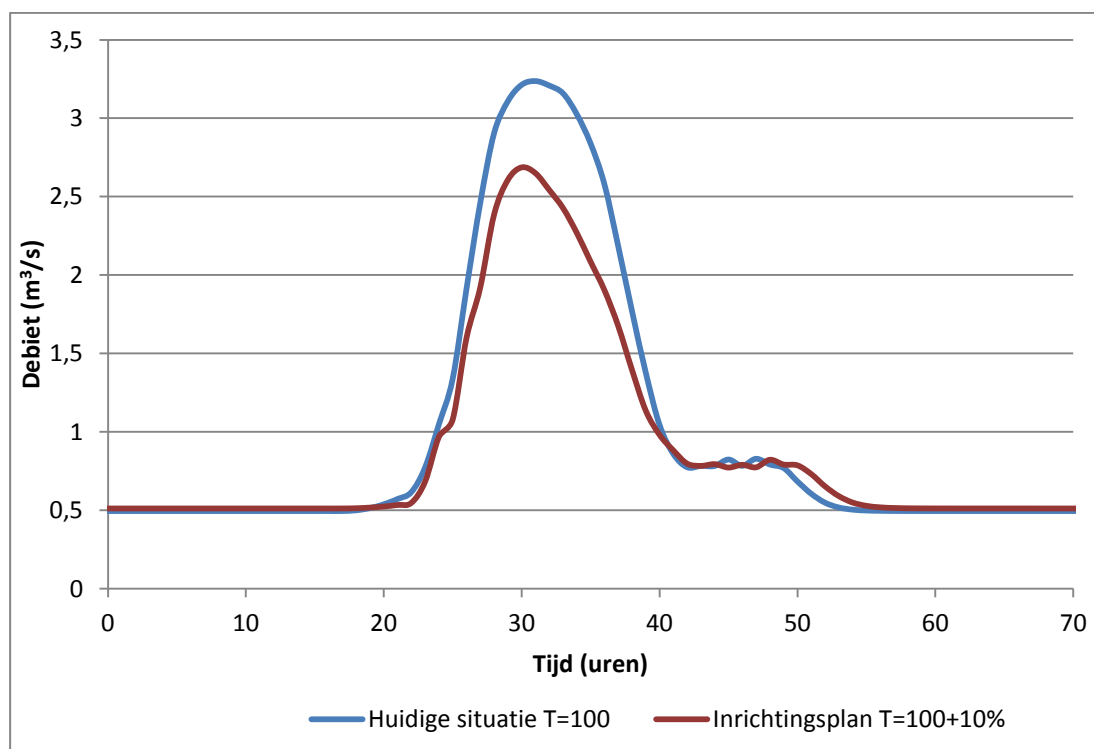
De aanleg van de bergingsgebieden zorgt ervoor dat het water bovenstrooms langer wordt vastgehouden, waardoor het risico op wateroverlast in Lichtenvoorde op een acceptabel niveau wordt gebracht. In Tabel 5 is aangegeven wat de extra bergingscapaciteit in het gebied is.

Tabel 5: Extra berging als gevolg van de aanleg van de bergingsgebieden.

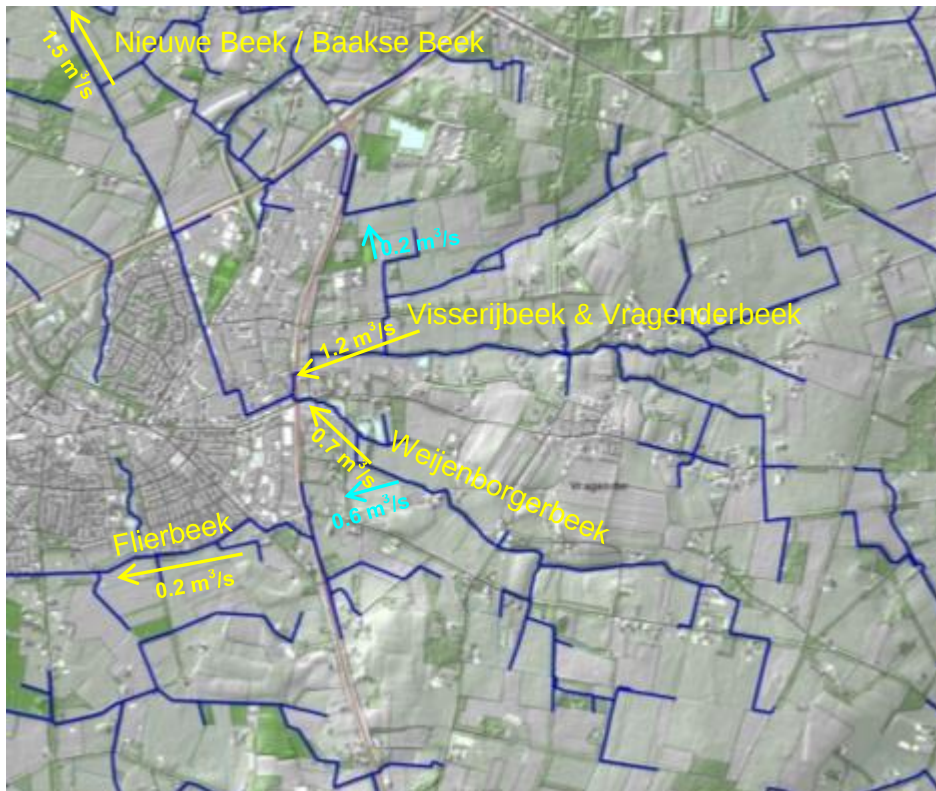
Bergingsgebied	T=1+10%	T=10+10%	T=100+10%
Weijenborgerdijk	12.000	18.000	23.000
Visserijdijk	2.500	3.400	4.200
Nieuwendijk	6.500	16.000	24.000
TOTAAL	21.000	37.900	53.200

Het waterplan is getoetst op de effecten op het watersysteem. Allereerst is gekeken of de voorgenomen maatregelen leiden tot een reductie van de wateraanvoer richting Lichtenvoorde. Zoals eerder aangegeven wordt daarbij een debiet van 2,3 m³/s als maatgevend beschouwd.

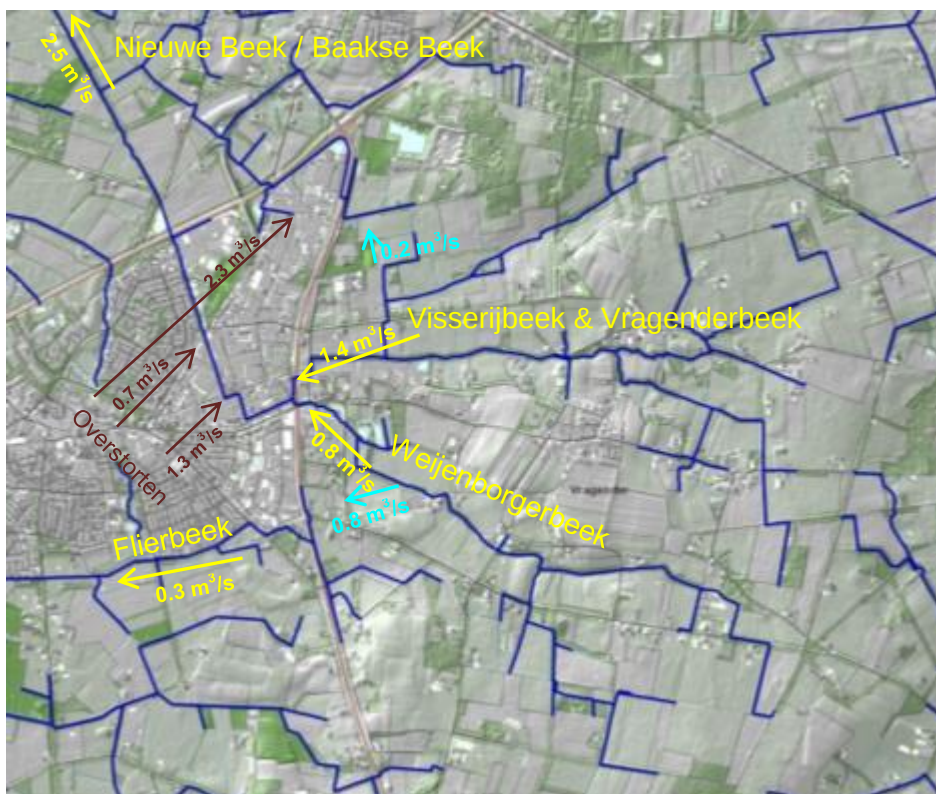
In Figuur 14 zijn de effecten van het inrichtingsplan getoetst aan de wateraanvoer richting Lichtenvoorde. Daaruit blijkt dat het inrichtingsplan leidt tot een reductie van de afvoer. Daarmee leiden de maatregelen ertoe dat het risico op wateroverlast in de kern van Lichtenvoorde naar een acceptabel niveau wordt gebracht. Daarmee bereikt wordt aan de doelstelling van het project voldaan.

**Figuur 14:** Effect van het inrichtingsplan op de instroomhoeveelheid in Lichtenvoorde.

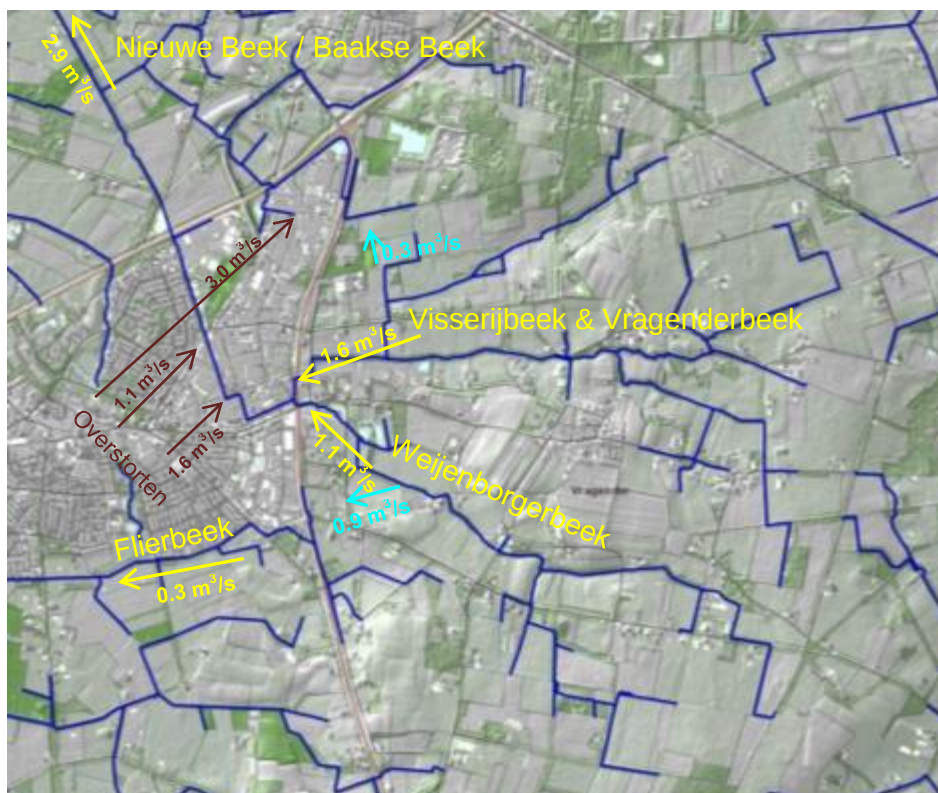
Tevens is het inrichtingsplan doorgerekend om de waterverdeling in extreme situaties in beeld te brengen. In paragraaf 3.2 is de waterverdeling weergegeven in de huidige situatie. In Figuur 15, Figuur 16 en Figuur 17 is weergegeven hoe de waterverdeling plaatsvindt in extreme situaties. Daarbij is rekening gehouden met een toename van de afvoer als gevolg van klimaatsverandering (+10%).



Figuur 15: Toekomstige verdeling van de afvoer (gemiddeld 1x per jaar: T1+10%).



Figuur 16: Toekomstige verdeling van de afvoer (gemiddeld 1x per 10 jaar: T10+10%).



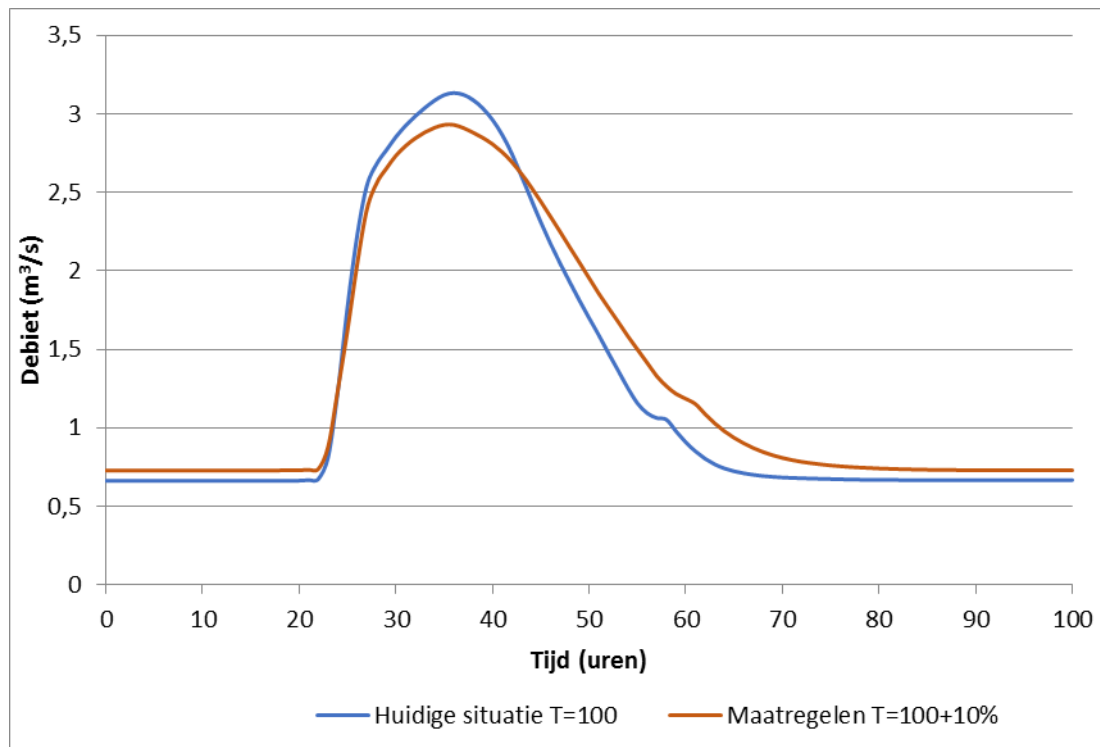
Figuur 17: Toekomstige verdeling van de afvoer (gemiddeld 1x per 100 jaar: T100+10%).

Niet afwentelen

Een belangrijk uitgangspunt bij het project is dat er geen afwenteling plaatsvindt: het risico op wateroverlast mag elders niet toenemen als gevolg van de voorgenomen maatregelen.

In het plan is gekeken naar een eventuele toename van het risico op wateroverlast als gevolg van afwentelen op de Baakse Beek en op de Flierbeek.

In **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** is de afvoer weergegeven die 1:100 jaar voorkomt benedenstrooms van Lichtenvoorde (Baakse Beek). Tevens is weergegeven hoe de afvoer zal zijn als gevolg van het inrichtingsplan. Daaruit blijkt dat het risico op hogere afvoeren afneemt. Dit betekent dat er geen afwenteling van risico's plaatsvindt naar benedenstrooms. Sterker nog: doordat water langer bovenstrooms wordt vastgehouden zorgen de maatregelen ervoor dat het risico op wateroverlast benedenstrooms iets afneemt.



Figuur 18: Effect van het inrichtingsplan op het niet afwentelen benedenstrooms (Baakse Beek).

Leegloop van bergingsgebied Weijenborgerdijk vindt handmatig plaats en vindt plaats via de Flierbeek. Doordat de leegloop handmatig wordt gereguleerd, kan het moment van leeglopen gekozen kan worden. Hierdoor kan het gebied leeglopen op het moment dat de pieken in de Flierbeek zijn gepasseerd. Dat betekent dat de piekafvoeren op de Flierbeek niet toe zullen nemen en er dus geen afwenteling plaatsvindt.

5 Inrichtingsplan

5.1 Filosofie van het inrichtingsplan

In hoofdstuk 4 is aangegeven wat er ten aanzien van het watersysteem nodig is, om de wateroverlast in Lichtenvoorde te verminderen. In dit hoofdstuk is aangegeven op welke wijze de watermaatregelen worden uitgevoerd en landschappelijk ingepast.

Bij de landschappelijke inpassing van de wateropgave zoeken we aansluiting bij de kenmerken van de verschillende landschapstypen. Dat wil zeggen dat we in het essenlandschap de nadruk leggen op kleinschaligheid en afwisseling, waarbij landschapselementen zorgvuldig worden ingepast. Zo creëren we beslotenheid afgewisseld met meer open gebieden en zichtlijnen.

Voor de inrichtingsopgave van de toekomstige retentie gebieden is gekeken naar het type landschap waar deze gebieden deel van uit maken. Voor zowel de Nieuwendijk (1), de bypass Visserijbeek (2) en de bypass Weijenborgerbeek (3) geldt dat ze deel uit maken van het landschapstype jonge heide/veldontginningen. De insteek is dan ook:

- We gaan uit van rationele verkavelingen, beplanting in de vorm van singels langs perceelgrenzen en wegen.
- Waterlopen rechtlijnig op perceelgrenzen en retentie zoveel mogelijk in overstromingsvlakken.
- Waterlopen niet meanderend (tenzij dit een historische loop betreft).

Omdat de schaal van de gebieden verschilt, kunnen bovenstaande uitgangspunten niet gestandaardiseerd worden toegepast. In de volgende paragrafen is per deelgebied beschreven hoe bovenstaande uitgangspunten zijn uitgewerkt.

5.2 Nieuwendijk

Voor de Nieuwendijk gaan we uit van een retentie waarbij het maaiveld wordt verlaagd en de bouwvoor wordt verwijderd. Mogelijk in combinatie met extensief beheer, bijvoorbeeld begrazing, levert dit een schralere, meer natuurlijke vegetatie op. Het karakter van het gebied blijft vrij grootschalig en open, waarbij beplanting op de kavelgrenzen de rationele lijnen in het landschap benadrukt. Als referentiebeeld voor dit gebied is het Lievelderveld (Grijze veld) geschikt. Dit gebied is door Staatsbosbeheer in 2003 afgegraven en heeft dezelfde ondergrond en past binnen dezelfde karakteristiek.



Figuur 19: Referentiebeeld voor de Nieuwendijk.



Figuur 20: Inrichting bergingsgebied Nieuwendijk.

5.3 Visserijbeek

Voor de bypass Visserijbeek wordt uitgegaan van waterafvoer via een slotensysteem en retentie op het maaiveld waarbij het agrarische karakter gehandhaafd blijft. De retentie vindt plaats op een relatief klein perceel waarbij de bestaande beplanting langs de kavelgrenzen het beeld bepaalt. Langs de Eikendijk kan de weg begeleidende beplanting worden versterkt d.m.v. extra aanplant van eik. Naar verwachting is dit perceel na afgraving te nat voor (extensief) agrarisch gebruik.

Het perceel zou mogelijk een alternatieve nevenfunctie kunnen krijgen. Belangrijk daarbij is dat het landschappelijk goed aansluit bij het karakter van de naast gelegen percelen.



Figuur 21: De bestaande houtsingel blijft beeldbepalend.

5.4 Weijenborgerbeek

Het betreft hier een perceel dat oorspronkelijk uit meerdere kleinere percelen bestond. Het landschap rond deze toekomstige retentie is beslotener en kleinschaliger van karakter dan de overige retentiegebieden. Door de verschillende houtopstanden op de kavelgrenzen wordt deze



Figuur 22: Inrichting bergingsgebied Visserijdijk.

kleinschaligheid benadrukt. Vanaf de oude Winterswijkseweg en vanaf de Hamelandweg is dit gebiedje goed zichtbaar en geeft mooie doorkijkjes. Rond het perceel liggen verschillende woonerven en geen grote agrarische bedrijven. Het landschap heeft hier dus een duidelijk minder sterk agrarisch karakter. Na afgraving zal in dit gebied ongeveer de helft van het jaar water staan. Daarom is ervoor gekozen om de retentie te combineren met een waterhoudende situatie. Het landschappelijke beeld wordt hierdoor vergelijkbaar met de Vragenderpoort. Door een situatie te creëren met een permanente poel, krijgen bijvoorbeeld amfibieën die zich in het gebied ontwikkelen de kans om te overleven tijdens droge perioden.

Om de benodigde hoeveelheid water te kunnen bergen is het noodzakelijk om een houtsingel aan de noordkant van het perceel in te korten. Door vervanging van deze singel door meerdere kleinere singeltjes langs perceelgrenzen, wordt het kleinschalige karakter versterkt en ontstaat er een betere groene verbinding tussen de verschillende elementen. Deze versterking van het 'groene netwerk' is van belang als verbindingroute voor veel kleine zoogdieren maar ook als foerageer- of broedgebied voor veel vogels. Naast deze singels blijven waar mogelijk een aantal beeldbepalende bomen behouden of worden vervangen.



Figuur 24: Inrichting bergingsgebied Weijenborgerdijk.

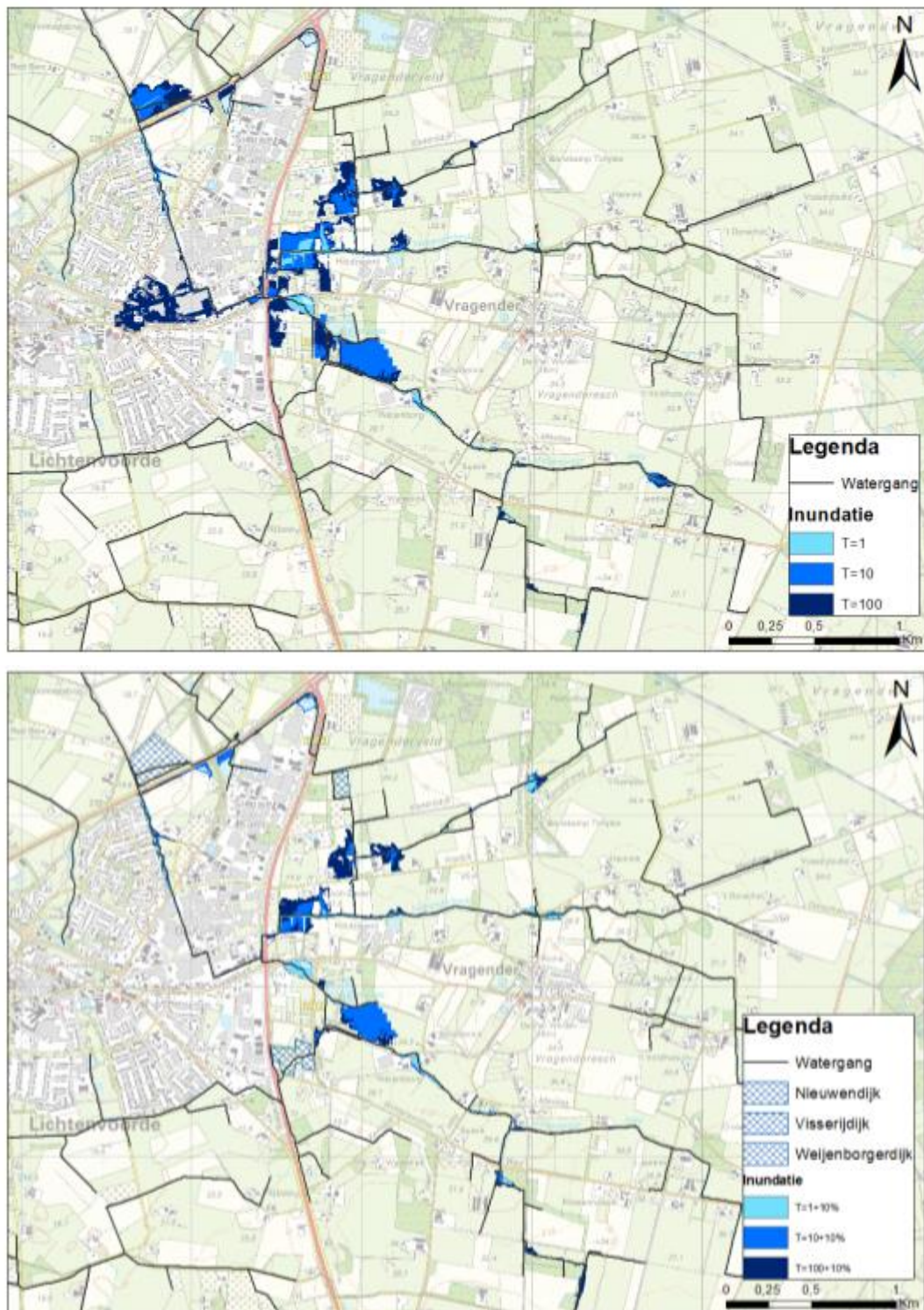


Figuur 23: Referentiebeeld retentie Weijenborgerdijk.

6 Verwachte effecten en gevolgen

6.1 Gevolgen voor risico op wateroverlast

In hoofdstuk 4 is aangegeven dat de maatregelen leiden tot een reductie van het risico op wateroverlast. Daarmee wordt voldaan aan de doelstelling van het project om het risico op wateroverlast in Lichtenvoorde te reduceren. Daarnaast blijkt uit de modelberekeningen dat ook het risico op wateroverlast voor het landelijk gebied wordt gereduceerd. Daarmee wordt niet alleen



Figuur 25: Effecten van de maatregelen op het risico op wateroverlast.

voldaan aan het uitgangspunt dat niet mag worden afgewenteld; de maatregelen leiden ook tot een verbetering voor het buitengebied (zie Figuur 25).

6.2 Gevolgen voor daling grondwaterstand

Door de aanleg van de retentievijvers wordt het oppervlakte aan open water vergroot. Er is een analyse uitgevoerd naar het effect van de maatregel op de grondwaterstand.

De afgegraven retentiegebieden kunnen tot veranderingen in het grondwaterregime leiden. Om de maximale reikwijdte van de maatregelen op het grondwater in te schatten, is gebruik gemaakt van de spreidingslengte. Deze spreidingslengte (ook wel uitgedrukt als 3λ) is een gangbare methode om de maximale reikwijdte van veranderingen te bepalen. De spreidingslengte is gebaseerd op de doorlatendheid- en weerstandeigenschappen van de ondergrond. In dit geval zijn de waarden gebruikt die opgenomen zijn in het gekalibreerde grondwatermodel AMIGO, wat het hele beheersgebied van waterschap Rijn en IJssel omvat. Dit levert een vlakdekkend resultaat op van de maximale reikwijdte op een resolutie van 25x25 m (zie Figuur 26). Per retentiegebied is bepaald wat de maximale reikwijdte van effecten van grondwater is (zie Tabel 6).

Tabel 6: Maximale reikwijdte als gevolg van een grondwaterstandsval.

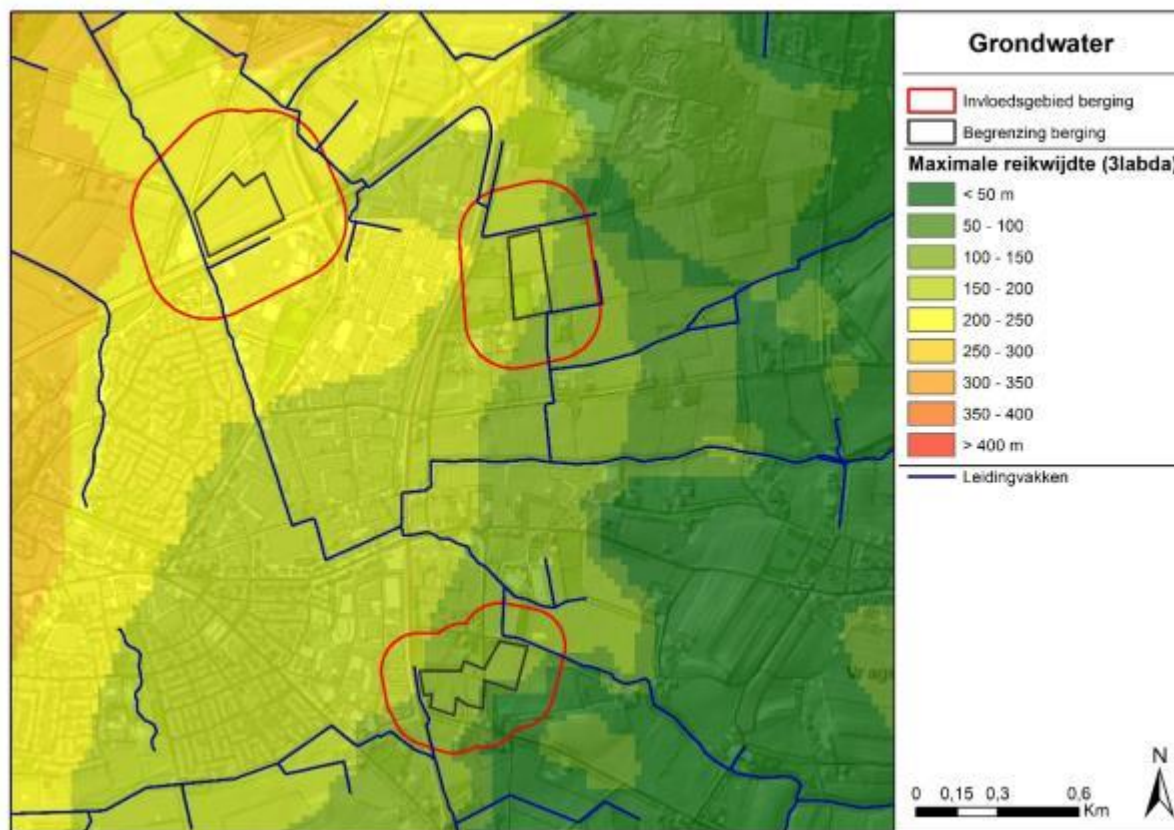
Berging	Maximale reikwijdte effect grondwater
Nieuwendijk	230 m
Visserijdijk	180 m
Weijenborgerdijk	140 m

Rondom de retentiegebieden is een bufferzone getrokken met desbetreffende straal. Binnen deze zone is een inschatting gemaakt van de effecten van een verandering in het grondwaterregime op de verschillende gebruiksfuncties. Hierbij is specifiek gekeken naar mogelijke verlagingen van de grondwaterstand gedurende droge periodes (Gemiddeld Laagste Grondwaterstand).

De effecten nemen uiteraard af met de afstand vanaf het retentiegebied; op de rand van de bufferzone (rode lijn) zijn de effecten volledig uitgewerkt. Hierbij wordt de kanttekening geplaatst dat eventuele effecten minimaal zijn, omdat het peil niet actief verlaagd wordt. Enig effect is wel te verwachten omdat als gevolg van afgraving de verdamping toeneemt en de retentiegebieden een licht drainerend effect hebben.

Binnen de invloedsgebieden komen woningen en bedrijfsgebouwen voor. Eventuele verlaging van grondwaterstanden leidt hier niet tot problemen met zettingen, doordat de ondergrond een dik zandpakket betreft en niet zettingsgevoelig is. Binnen de invloedsgebieden komen tevens landbouwpercelen voor. In de huidige situatie zakt de GLG ver uit, tot meer dan 1 meter min maaiveld. Hiermee komt de grondwaterstand al onder de wortelzone van landbouwgewassen. Eventuele extra verlaging, leidt niet tot extra droogteschade. Bomen daarentegen wortelen veel dieper, ook tot onder de GLG. De verlagingseffecten zijn echter dusdanig klein, in de orde grootte van centimeters in plaats van meters, dat dit voor bomen geen probleem is.

Geconcludeerd wordt dat de effecten op het grondwaterregime als gevolg van de maatregelen minimaal zijn en niet leiden tot negatieve effecten op de functies. Het is daarom niet noodzakelijk om compenserende maatregelen te treffen of extra monitoringsinspanningen te leveren.



Figuur 26: Maximale effecten van het inrichtingsplan op de grondwaterstand.

De vernattende effecten van de retentiegebieden worden als niet significant ingeschat, omdat de retentiegebieden beperkt en gedurende korte tijd ingezet worden.

6.3 Landbouwkundig gebruik

De gronden die ingezet zijn voor de realisatie van de retentiegebieden en de aanleg en verbreding van watergangen zijn grotendeels onttrokken aan de landbouw en voor minnelijke werving aangekocht door het Waterschap Rijn en IJssel. De gronddruk in het gebieden rondom Lichtenvoorde is groot, vanuit de agrarische sector is daarom de nadrukkelijke wens uitgesproken om het grondgebruik voor de retentiegebieden te beperken. Bij het ontwerp is hier rekening mee gehouden door uiteindelijk minder hectare in te zetten voor de retentie dan in eerste instantie gepland. Om toch de benodigde m³ water te kunnen bergen is de afgraving van de retentiegebieden over het algemeen zodanig dat de deze te nat zijn voor agrarisch medegebruik. Ook voor extensieve begrazing of voor grasland lijken de gebieden nu te nat. De praktijk zal moeten uitwijzen of er mogelijkheden zijn voor agrarisch medegebruik. In het beheer en onderhoudsplan wordt hier voorsnog niet van uit gegaan. Bij de eerste werksessies over de inrichting van de retentiegebieden is gesproken over agrarisch medegebruik van de retentiegebieden.

6.4 Landschap en natuur

De retentiegebieden worden ingepast (zie hoofdstuk 5 Inrichtingsplan) binnen het landschappelijk en historisch karakter van het gebied. Daar waar mogelijk worden landschapselementen versterkt of gerestaureerd. Op een aantal plaatsen is het onvermijdelijk om bomen of beplanting te verwijderen voor de aanleg van watergangen, retentie of stuwen. Deze beplanting wordt binnen dit project gecompenseerd. Per saldo levert dit een plus in de bestaande beplanting. De versterking van singels en aanleg van nieuwe beplanting geeft meerwaarde aan het leefgebied van kleine zoogdieren en vogels.

De ontwikkeling van een plas draszone en vergroting van het oppervlakte open water levert een nieuw biotoop op voor amfibieën en reptielen en vergroot het leefgebied voor water- en weidevogels.

6.5 Recreatie

De retentiegebieden zijn alle drie recreatief ontsloten door de openstelling van de aanwezige beheer- en onderhoudspaden. Bij de Nieuwendijk wordt een verbinding gemaakt voor wandelaars vanaf de fietsbrug over de N18 tot aan de Lievelderweg.

7 Monitoring

De maatregelen in dit inrichtingsplan hebben effect op het risico op wateroverlast. Daarnaast kunnen de maatregelen effect hebben op de grondwaterstand. Om te volgen of het gewenste effect bereikt wordt (het verminderen van wateroverlast) én om te volgen of er onvoorziene effecten optreden (ongewenste effecten van de grondwaterstandsdeling) is een monitoringsplan opgesteld.

Naast het monitoren van de effecten van het inrichtingsplan, vinden er ook metingen aan het watersysteem plaats om de sturing van de kunstwerken en de inzet van de bergingsgebieden te kunnen sturen en te optimaliseren (sturing).

Operationele meetdoelen (sturing)

Een aantal meetlocaties wordt ingericht om de sturing van het waterbeheer te sturen. Zo is eerder aangegeven dat het moment van inzetten van de bergingsvijver bepalend is voor de effectiviteit van de bergingsvijver. Immers, te vroeg inzetten van deze berging kan ertoe leiden tot de bergingscapaciteit volledig is benut op het moment dat de echte piek passeert. Om de bergingsgebieden op het juiste moment in te kunnen zetten, worden de volgende meetlocaties ingericht:

Naam meetlocatie	Parameter	Meetfrequentie	Meetdoel
Stuw Vragenderpoort	Oppervlaktewater	Telemetrie (continu)	Meting ten behoeve van de inzet van bergingsgebied Vragenderpoort.
Stuw Weijenborgerbeek 3	Oppervlaktewater en debiet	Telemetrie (continu)	Meting wanneer inzet bergingsgebied Weijenborgerdijk wordt ingezet.
Berging Weijenborgerdijk	Oppervlaktewaterpeil	Telemetrie (continu)	Meting wanneer inzet bergingsgebied Weijenborgerdijk wordt gestopt.
Visserijbeek	Oppervlaktewaterpeil	Telemetrie (continu)	Meting wanneer omleiding Visserijbeek wordt ingezet.

Monitoring (evaluatie)

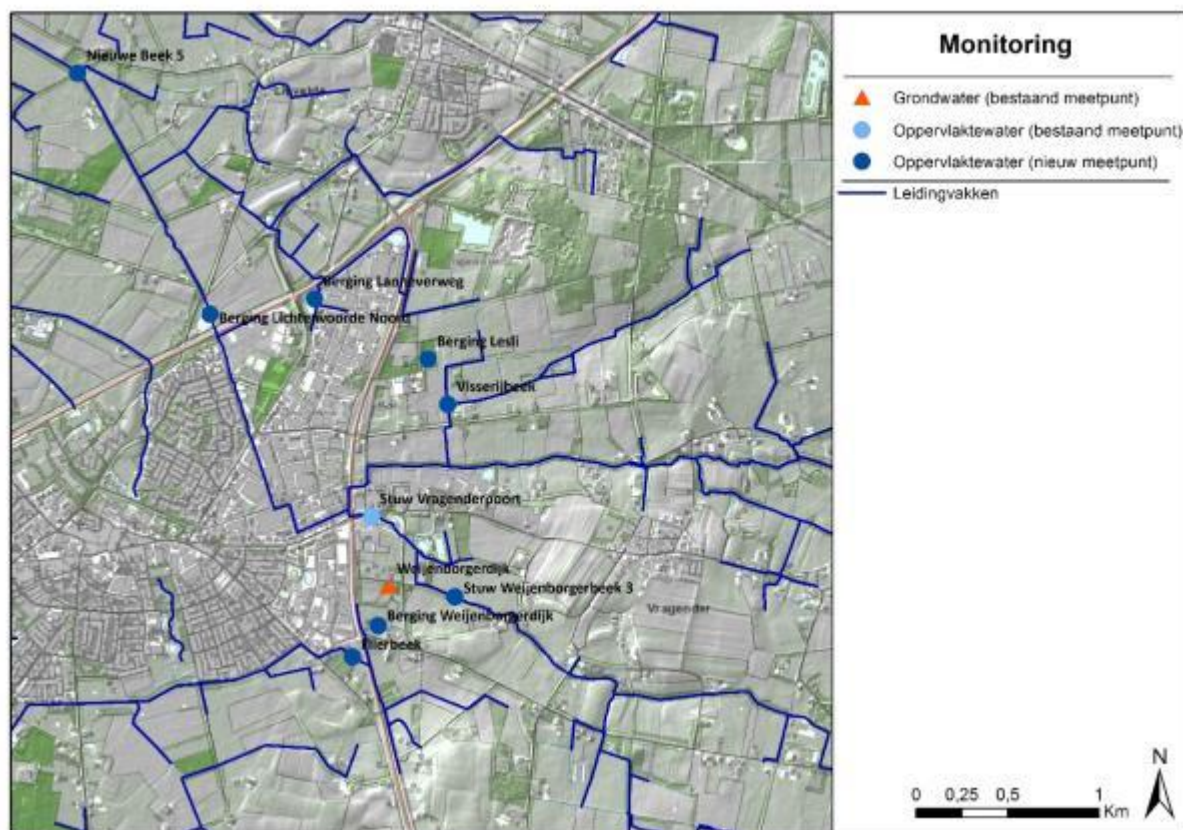
Om de effecten van het inrichtingsplan wordt een monitoringsplan opgesteld. Daarbij richt het monitoringsplan zich vooral op de uitgangspunten, zoals deze bij de totstandkoming van dit inrichtingsplan zijn gedefinieerd:

- Zorgen de maatregelen er inderdaad voor dat er minder water door Lichtenvoorde stroomt?
- Vindt er inderdaad geen afwenteling plaats naar benedenstrooms gelegen gebieden?
- Vinden er inderdaad geen ongewenste effecten plaats als gevolg van een daling van de grondwaterstand bij de aangelegde retentievijvers?

De geformuleerde meetdoelen en bijbehorende meetlocaties zijn weergegeven in onderstaande tabel:

Naam meetlocatie	Parameter	Meetfrequentie	Meetdoel
------------------	-----------	----------------	----------

Weijenborgerdijk	Grondwaterstand	Datalogger (continu)	Meting van effecten op de grondwaterstand als gevolg van de aanleg van retentie Weijenborgerdijk.
Berging Lanneverweg	Oppervlaktewaterpeil	Telemetrie (continu)	Monitoring hoe berging Lanneverweg wordt ingezet.
Berging Visserijdijk	Oppervlaktewaterpeil	Telemetrie (continu)	Monitoring hoe vaak berging Lanneverweg wordt ingezet.
Berging Lichtenvoorde Noord	Oppervlaktewaterpeil	Telemetrie (continu)	Monitoring hoe vaak berging Lichtenvoorde Noord wordt ingezet.
Stuw Vragenderpoort	Debiet	Telemetrie (continu)	Meting of voldaan wordt aan maximum toelaatbaar debiet door Lichtenvoorde.
Nieuwe Beek 5	Debiet	Datalogger (continu)	Meting of er geen afwenteling naar benedenstrooms plaatsvindt.
Flierbeek	Oppervlaktewaterpeil	Datalogger (continu)	Meting of er geen afwenteling naar benedenstrooms plaatsvindt.



Figuur 27: Meetlocaties monitoringsplan.

Literatuurlijst

- Hydrologische rapportage Lichtenvoorde d.d. 8 dec. 2012.
- Bestuurlijke memo wateroverlast Lichtenvoorde d.d. 21 dec 2012.
- Samenwerkingsovereenkomst I Brongebied Baakse Beek – Omgeving Lichtenvoorde d.d. 19 juni 2013.
- Samenwerkingsovereenkomst II Brongebied Baakse Beek – Omgeving Lichtenvoorde d.d. 12 december 2015.
- Modelberekeningen op basis van dynamische situatie.
- Bestemmingsplan Buitengebied (beleidsstandpunt functies zoeken plaatsen zoeken functies), Oost Gelre 2012
- Kernkwaliteiten Gelders nationaal landschap uitwerking Omgevingsvisie, Provincie Gelderland 2013
- Landschapsontwikkelingsplan, Oost Gelre 2007
- Arcadis, *Optimalisatie riolering bedrijventerrein De Kamp te Lichtenvoorde - actuele situatie 2015*, 2015