

HERZIENING WATERSTRUCTUURPLAN KLAVER 2

Ontwerp en toetsing waterstructuur
Klavertje 4 ontwikkeling, Venlo

4 MEI 2017



Contactpersonen

JOOST VELTMAAT
Adviseur waterbeheer

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 1018
5200 BA
's-Hertogenbosch
Nederland

BAS AGERBEEK
Specialist waterbeheer

T +31611061723
M +31611061723
E bas.agerbeek@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

ARJON BUIJERT
Specialist waterbeheer

T +31627062451
M +31627062451
E arjon.buijert@arcadis.com

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 56825
1040 AV Amsterdam
Nederland

INHOUDSOPGAVE

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INLEIDING | 5 |
| 1.1 | Aanleiding | 5 |
| 1.2 | Proces | 5 |
| 2 | INVENTARISATIE HUIDIGE SITUATIE | 6 |
| 2.1 | Gebiedsbeschrijving | 6 |
| 2.2 | Grondwater | 7 |
| 2.3 | Bergingsvoorzieningen | 9 |
| 2.4 | Watersysteem | 9 |
| 2.5 | Afvalwater | 10 |
| 3 | UITGANGSPUNTEN | 11 |
| 3.1 | Uitgangspunten Trade Port Noord | 11 |
| 3.2 | Uitgangspunten voor Klaver 2 | 11 |
| 4 | BERGINGSOPGAVE EN BOUWPEILEN | 12 |
| 4.1 | Bergingsopgave Klaver 2 | 12 |
| 4.1.1 | Verhard oppervlak | 12 |
| 4.1.2 | Benodigde inhoud | 13 |
| 4.2 | Bouwpeilen | 13 |
| 5 | TOETS INRICHTINGSPLAN | 15 |
| 5.1 | Bergingsvoorzieningen | 15 |
| 5.1.1 | Geplande bergingsvoorzieningen | 16 |
| 5.1.2 | Conclusie | 17 |
| 5.2 | Waterstructuur | 17 |
| 5.2.1 | Waterstructuur op Klaver 2 | 17 |
| 5.2.2 | Regionale waterstructuur | 19 |
| 5.3 | Hydraulische toets waterstructuur | 19 |
| 5.3.1 | Toetsingscriteria | 19 |
| 5.3.2 | Watergangen, duikers en bergingsvoorzieningen op de Klaver | 20 |
| 5.3.3 | Aansluiting Klaver 2 op de Mierbeek | 20 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.3.4 | Functioneren Klaver 4 | 21 |
| 5.3.5 | Verkenning inrichting Mierbeekdal | 21 |
| 6 | CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN | 22 |
| 7 | BIJLAGEN | 23 |
| 7.1 | Bijlage 1 Ontwerptekening Ontwikkelbedrijf Greenport Venlo (9 maart 2017) | 23 |

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Het Klavertje 4 gebied wordt ontwikkeld door ontwikkelbedrijf Greenport Venlo. Het gebied wordt gefaseerd aangelegd in zogenaamde klavers waarbij per klaver een watersysteem wordt ontwikkeld dat is bedoeld voor het bergen en afvoeren van het afstromend hemelwater van die klaver. Elke klaver voldoet daarmee aan de voorgeschreven bergingsopgave.

Door de herontwikkeling van Klaver 2 verandert de inrichting op een aantal punten. Door deze veranderingen verdwijnt een deel van het aanwezige oppervlaktewater en de berging die daarin aanwezig is en neemt het verhard oppervlak toe. De nieuwe waterstructuur wordt getoetst aan de actuele ontwerpnormen en ontwerpuitgangspunten waarbij ook de interactie met Klaver 2, Klaver 4 en de Mierbeek is meegenomen.

1.2 Proces

In maart 2017 is het concept waterstructuurplan opgesteld door Arcadis. Deze is in concept voorgelegd aan de belanghebbende partijen waarna op de volgende data feedback is ontvangen:

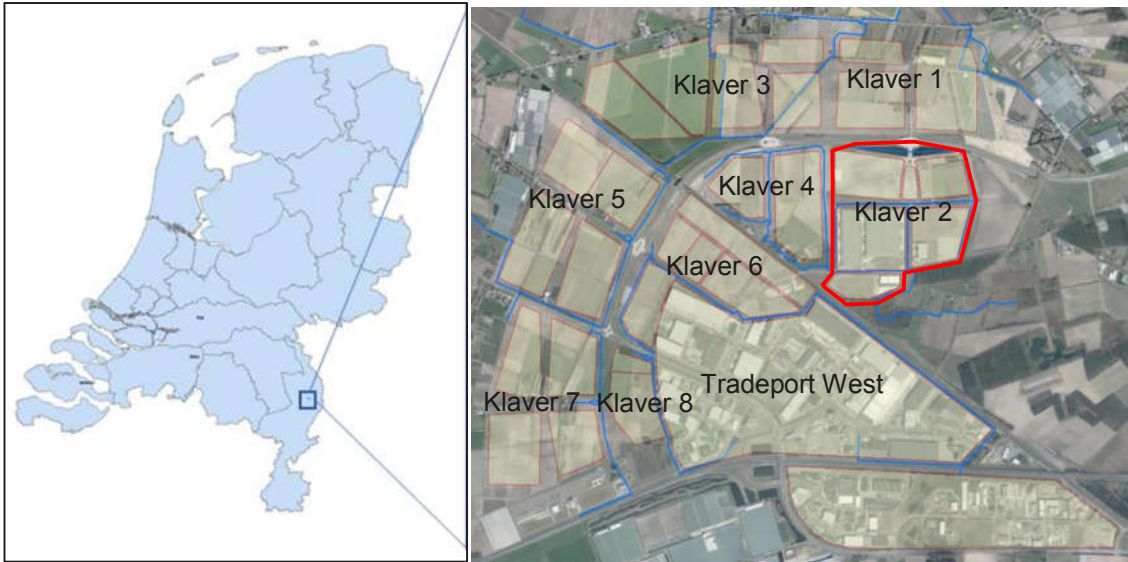
- 06-4-2017 Heijmans;
- 14-4-2017 Ontwikkelbedrijf Greenport Venlo;
- 19-4-2017 Gemeente Venlo.

De feedback is verwerkt in de definitieve rapportage.

2 INVENTARISATIE HUIDIGE SITUATIE

2.1 Gebiedsbeschrijving

Het TradePort gebied is gelegen ten westen van Venlo en is opgedeeld in Klavers. In Figuur 1 is de ligging van Klaver 2 aangegeven. In de huidige situatie is het zuidelijke deel van Klaver 2 deels bebouwd. Ten oosten van Klaver 2 is een aantal boerderijen gelegen en ten noorden en westen bevindt zich de Klaver 3 en 4. Het Mierbeekdal en TradePort West liggen ten zuiden van de Klaver.



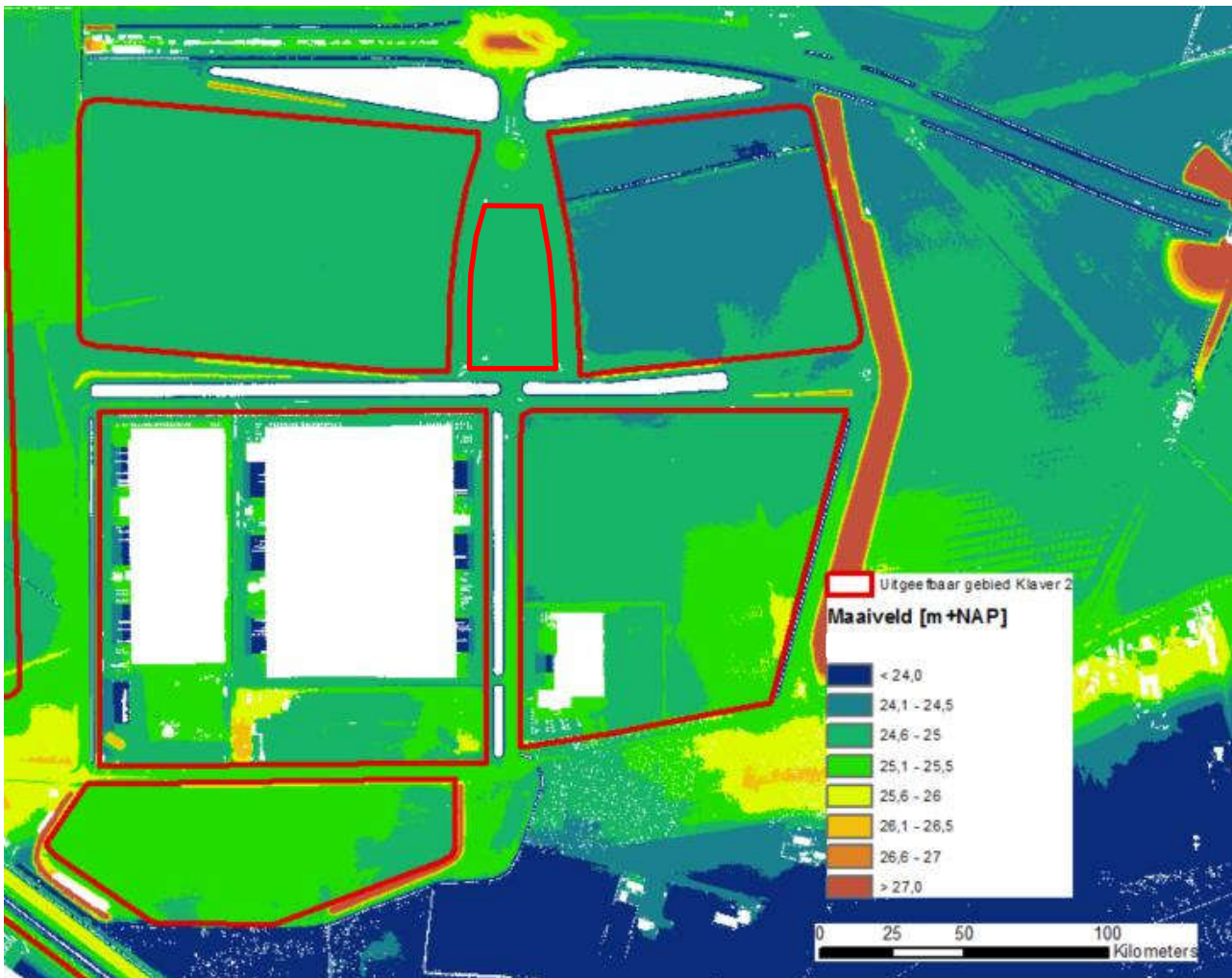
Figuur 1: Ligging van Klaver 2 binnen het Tradeport gebied.

Figuur 2 geeft de klaver in meer detail weer. Het zuidwestelijke klaverblad is al volledig ontwikkeld, evenals het grootste deel van de openbare verharding. De bergingsvoorzieningen van Klaver 2 ledigen op de Mierbeek, die zuidelijk van het gebied ontspringt en het water in oostelijke richting afvoert.



Figuur 2: Satellietfoto Klaver 2 (Google Earth, 2017).

Figuur 3 geeft de maaiveldhoogte binnen de Klaver weer. De hoogteverdeling binnen de Klaver is vrij homogeen omdat een deel van de vlakken reeds op bouwpeil is geprepareerd. De hoogste waarde is NAP+25,41 m in het zuidoosten, in het noordoosten bevindt zich de laagste waarde; NAP+24,09 m.



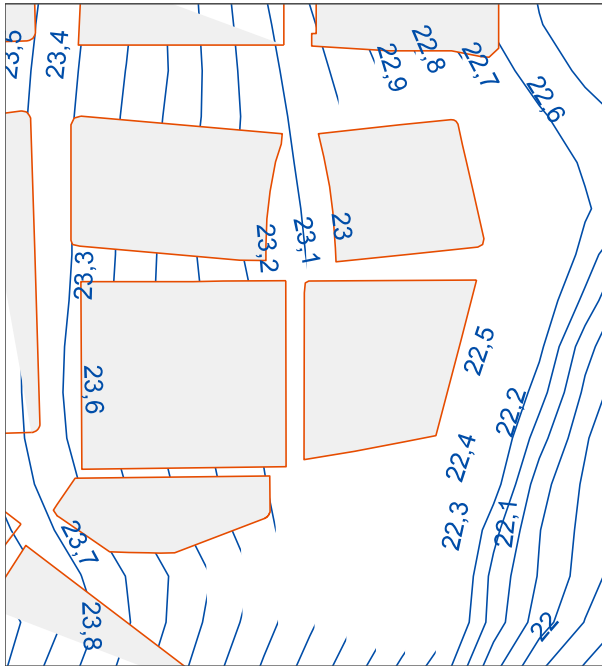
Figuur 3: Maaiveldhoogte Klaver 2 [m+NAP], AHN2 (2012).

2.2 Grondwater

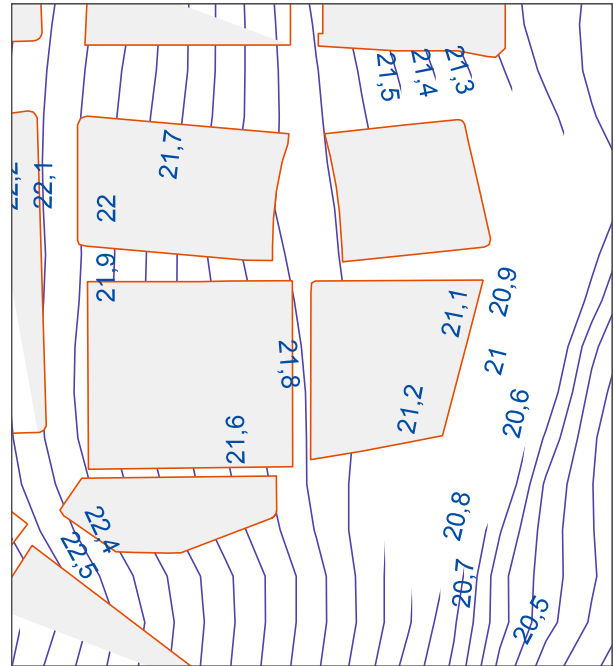
De isohypsen van het Klavertje 4 gebied zijn door Heijmans gemodelleerd op basis van de beschikbare data in TNO-Dinoloket. De resultaten van deze studie zijn in februari 2016 beschikbaar gesteld en vormen een weergave van de data in DINOluket (Figuur 4 en Figuur 5). Binnen Klaver 2 dalen de grondwaterstanden van west naar oost. Hierbij is het verschil tussen het westen en oosten van de Klaver ongeveer 0,8 meter. Bij de waterbergingsopgave is de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) van invloed op de inhoud van de geplande bergingsvoorzieningen, omdat de bergingsinhoud in deze voorzieningen alleen geteld mag worden als deze boven het GHG-niveau is gelegen. Om de afvoer van grondwater (en daarmee verdroging van het gebied) te voorkomen wordt de uitstroomvoorziening op het GHG-niveau geplaatst.

De isohypsen zijn vergeleken met de actuele grondwatermeetreeksen van het Dinoloket, 500 meter ten oosten van Klaver 2 is een peilbuis (B52G0232) uitgelezen. De GHG is op deze locatie berekend op basis van een 8-jarige tijdreeks en is vastgesteld op NAP+ 21,93 m. Deze waarde komt overeen met de GHG zoals aangegeven op de locatie van de isohypsen.

In januari 2017 is begonnen met het meten van grondwaterstanden binnen de Klavers. Op termijn zullen daarmee meetreeksen beschikbaar komen die meer inzicht geven in de grondwaterstanden binnen het gebied. Wij adviseren om de isohypsen, voorafgaand aan de uitvoering, met deze grondwaterstanden te valideren.

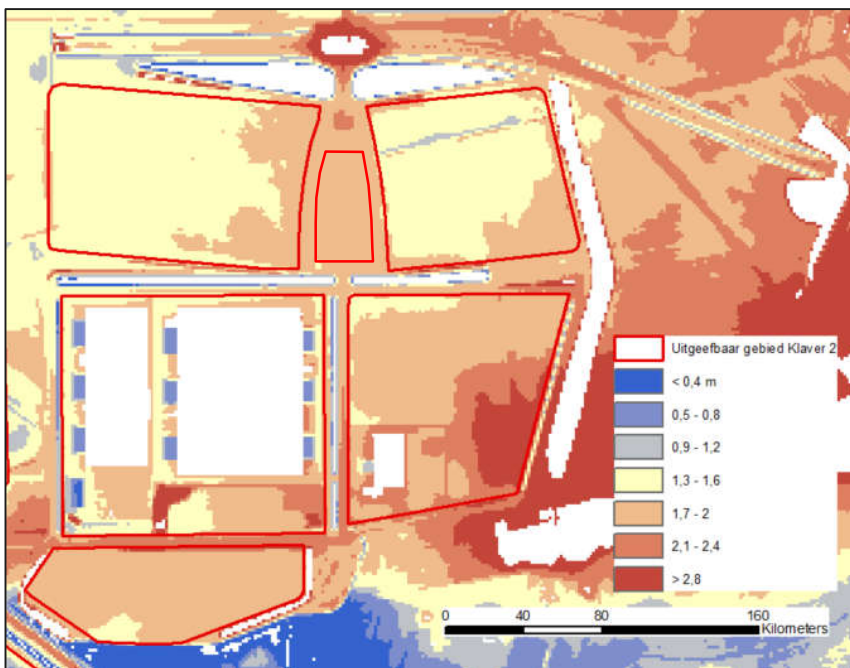


Figuur 4: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) van Klaver 2.



Figuur 5: Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) van Klaver 2.

Figuur 6 geeft de ontwatering (afstand tussen het huidige maaiveld en de huidige GHG) van Klaver 2 weer. In het westelijke deel is te zien dat deze afstand kleiner is dan in het oosten. Uit deze afbeelding wordt duidelijk dat de ontwatering overal in de Klaver overal minimaal 1,3 meter is.



Figuur 6: Ontwateringsdiepte Klaver 2, afstand tussen huidig maaiveld en de GHG.

2.3 Bergingsvoorzieningen

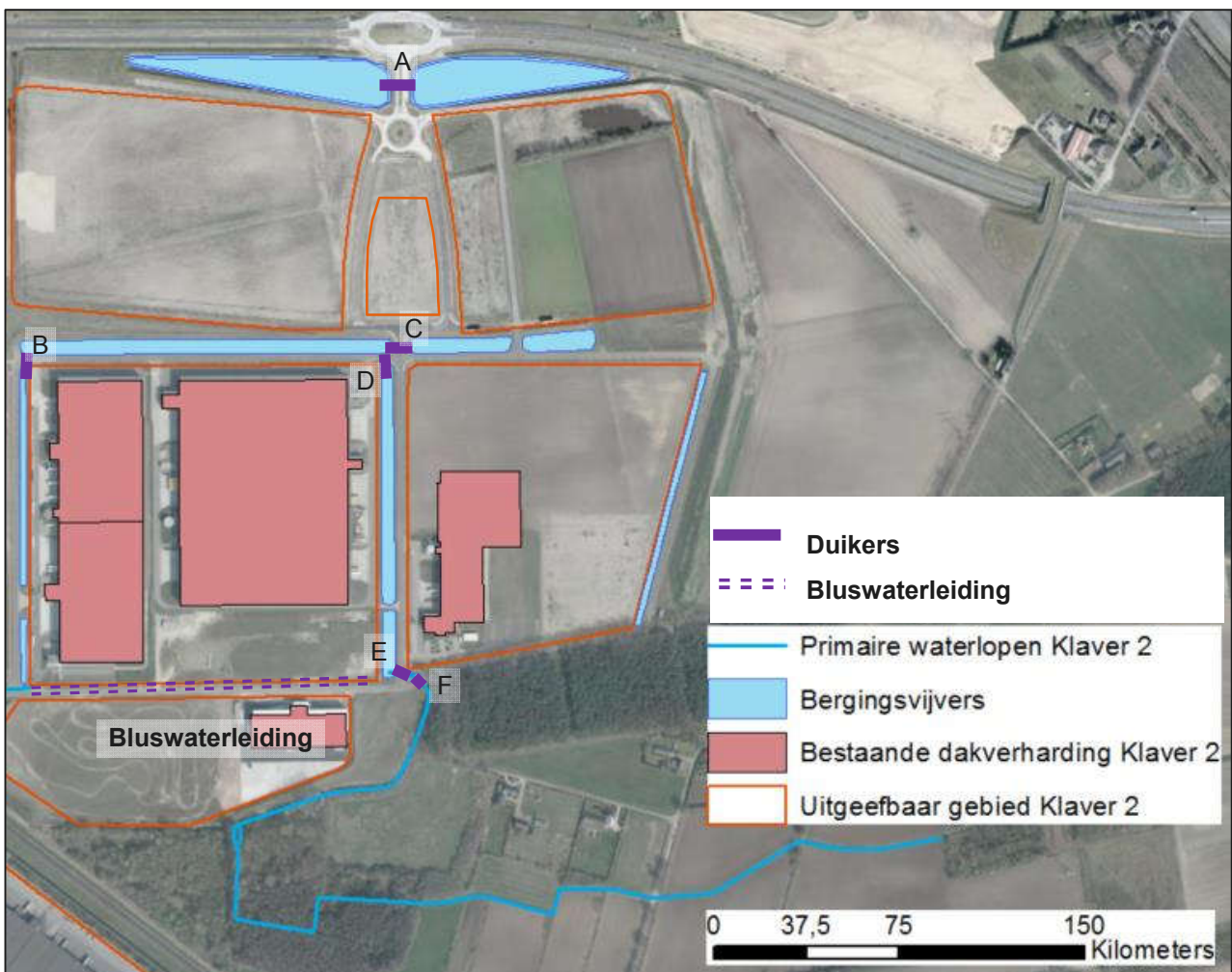
In de huidige situatie zijn negen bergingsvijvers aanwezig met een totaal insteekoppervlak van 4,48 ha. De twee noordelijke vijvers hebben de grootste bergingscapaciteit, met een insteekoppervlak van 1,49 ha.

Tabel 1: Berging en insteek- en bodemoppervlak van de huidige bergingsvijvers.

| | Bodem-oppervlak [ha] | Insteek-oppervlak [ha] | Omtrek insteek-oppervlak [m] | Talud | Berging T=10 [m ³] | Berging T=100 [m ³] |
|------------------|----------------------|------------------------|------------------------------|-------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Klaver 2 huidige | 2,78 | 4,18 | 5.015 | 1:2 – 1:2,2 | 32.054 | 62.803 |

2.4 Watersysteem

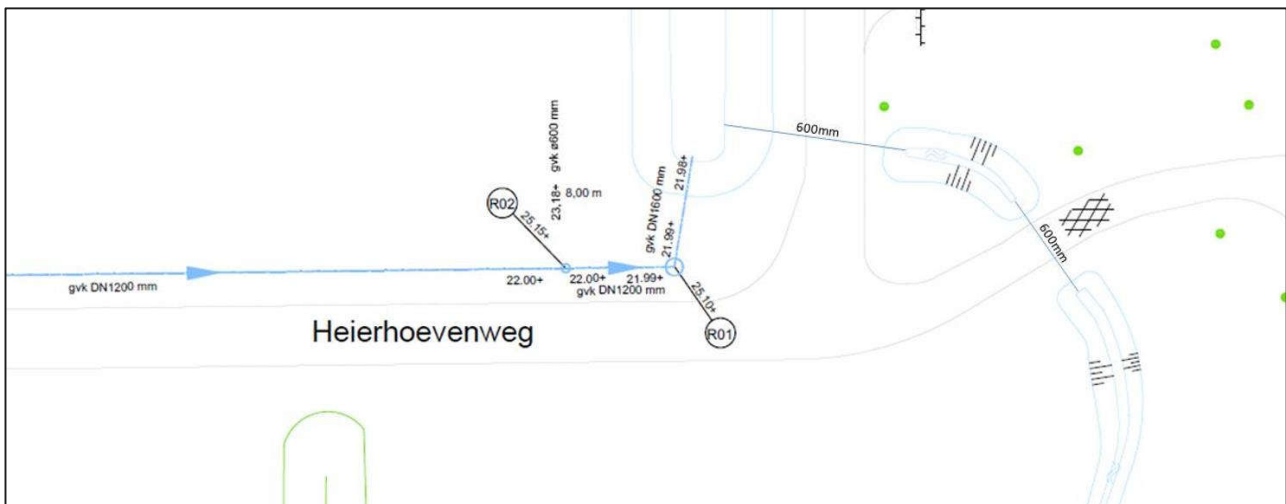
De twee noordelijke bergingsvoorzieningen zijn met elkaar verbonden via een duiker van 600 mm, deze zijn echter niet verbonden met de rest van het oppervlaktewatersysteem. De andere vijvers zijn wel met elkaar verbonden door middel van duikers (Figuur 7). In Tabel 2 zijn de diameters van de aanwezige duikers weergegeven. Zuidelijk van de Klaver loopt een blusleiding met een diameter van Ø1200 mm. Deze blusleiding wordt gevoed vanuit de vijvers in Klaver 2 die tot onder het grondwater zijn uitgegraven. Hierdoor staat hij altijd vol water en kan dit water bij calamiteiten gebruikt worden als bluswater. De leiding dient tevens als afvoerleiding van Klaver 4 naar de Mierbeek. Figuur 8 geeft de aansluiting van de bluswaterleiding weer op de waterstructuur van Klaver 2.



Figuur 7: Huidige situatie oppervlaktewater Klaver 2.

Tabel 2: Diameters duikers en bluswaterleiding in de huidige situatie.

| Duikers | Diameter [mm] | Lengte [m] |
|------------------|---------------|------------|
| A | 600 | 40 |
| B | 200 | 25 |
| C | 600 | 30 |
| D | 500 | 24 |
| E | 600 | 27 |
| F | 600 | 20 |
| Bluswaterleiding | 1200 | 490 |



Figuur 8: Huidige watersysteem bij de uitstroomopening van de bluswaterleiding.

2.5 Afvalwater

Het afvalwater van de Klavers wordt naar de RWZI Venlo getransporteerd. Een alternatieve oplossing is om het vuil water decentraal in het gebied te zuiveren. De mogelijkheden hiervoor zijn verder uitgewerkt in het Blauwplan dat voor dit gebied is opgesteld.

3 UITGANGSPUNTEN

3.1 Uitgangspunten Trade Port Noord

De huidige en toekomstige waterstructuur wordt getoetst met de actuele uitgangspunten. In het document Waterhuishoudingsplan Klavers 5 tot en met 8 van 28 mei 2014 (Arcadis, document nr.: 077444134:C.2) zijn de uitgangspunten voor het TPN gebied vastgelegd. Onderstaand zijn de relevante uitgangspunten weergegeven:

- In watervoerende watergangen wordt de waterstand bij de SOBEK-berekeningen gebaseerd op 30% maatgevende afvoer;
- Er wordt uitgegaan van een waterbergende schijf boven GHG tot insteekhoogte van de retentievoorzieningen;
- De volgende ontwerpbuïen ¹ zijn aangehouden:
 - T=10: 50,5 mm in 24 uur ²;
 - T=100: 84,0 mm in 48 uur.
- De gewenste drooglegging is:
 - T=10: 0,5 m;
 - T=100: 0,0 m (water stijgt tot insteekniveau).
- De afvoercapaciteit van de waterstructuur is getoetst op basis van drie verschillende gebeurtenissen, zoals deze door het waterschap zijn aangeleverd;
 - De initiële waterstand in het systeem is bepaald op basis een stationaire afvoer van 2 mm/d, wat ongeveer overeenkomt met de halve maatgevende afvoer. Onder deze omstandigheden blijven de waterstanden in het gebied laag;
 - De T=10 is getoetst met een bui van 50,5 mm in 24 uur. Tijdens de piek valt hierbij 21,5 mm in 30 minuten. Onder deze omstandigheden mogen de overstortconstructies niet in werking treden en dient de afvoer nog niet beperkt te worden door de benedenstroomse waterstand;
 - De T=100 is getoetst met een bui van 72,9 mm in 48 uur. Tijdens de piek valt hierbij 34,1 mm in 30 minuten. Onder deze omstandigheden verdrinken de overstortdrempels, maar mag het maaiveld niet inunderen.

3.2 Uitgangspunten voor Klaver 2

- Bij de inrichting van Klaver 2 wordt rekening gehouden met de opgave in het Mierbeekdal;
- De GHG binnen Klaver 2 is bepaald op NAP+ 23,00 m;
- De GLG binnen Klaver 2 is bepaald op NAP+ 21,70 m.

¹ Ontwerpbuïen van waterschap Limburg voor het berekenen van de waterbergingsopgave.

² Dit is de ontwerp bui die waterschap Limburg hanteert.

4 BERGINGSOPGAVE EN BOUWPEILEN

4.1 Bergingsopgave Klaver 2

Bij het dimensioneren van de bergingsvijvers wordt rekening gehouden met een neerslaggebeurtenis van 50 mm bij een T=10 neerslaggebeurtenis en 84 mm bij een T=100 gebeurtenis. Voor het bepalen van het bergingsvolume wordt ervan uitgegaan dat 1 mm wordt geborgen op het verharde oppervlak en dus niet tot afstroming komt. De opgave wordt bepaald ten opzichte van de toename van het verharde oppervlak.

Het toekomstig verhard oppervlak is afhankelijk van de inrichting op de kavel. Het water dat op de daken en terreinverharding valt stroomt af naar de bergingsvoorzieningen. Hierbij wordt op het uitgifbaar terrein (door de klant) voor de terreinverharding een bergings- en infiltratievoorziening gerealiseerd met bergingscapaciteit van 6 mm.

4.1.1 Verhard oppervlak

De bergingsopgave wordt bepaald door de hoeveelheid verharding die gerealiseerd wordt. Er is uitgegaan van een totaal verhard oppervlak van 95% van het uitgifbare terrein. Dakoppervlak is hierbij geschat op 70% en terreinverharding op 25%. De rode vlakken in figuur geven de bestaande dakverharding aan. Deze oppervlakten zijn meegewogen bij de bepaling van de bergingsopgave. De openbare verharding (wegen en fietspaden) heeft een oppervlak van 3,76 ha, ook deze vlakken worden meegenomen in de bergingsopgave.



Figuur 9: Verhard oppervlak Klaver 2.

In Tabel 3 geeft het uitgeefbaar terrein weer en de daarbinnen verwachte en gerealiseerde dak- en terreinverharding. Deze oppervlakken bevatten het totaal verhard oppervlak dus zowel gerealiseerd als nieuw te ontwikkelen. Bij de reeds ontwikkelde kavels is uitgegaan van de gerealiseerde oppervlakken voor de ontwikkelde kavels is een percentage aangenomen.

Tabel 3: *Uitgeefbaar terrein en verharde oppervlakken, bepaalt o.b.v. het inrichtingsplan van 9-3-2017.*

| | Terrein [ha] | Openbare verharding [ha] | Uitgeefbaar [ha] | Dakverharding [ha]* | Terrein verharding [ha]** |
|----------|--------------|--------------------------|------------------|---------------------|---------------------------|
| Klaver 2 | 87,50 | 3,77 | 57,67 | 40,37 | 14,42 |

* 70% van het uitgeefbaar oppervlak.

** 25 % van het uitgeefbaar oppervlak.

4.1.2 Benodigde inhoud

Bij het bepalen van de bergingsopgave worden twee factoren in mindering gebracht:

- 1 mm berging op het verhard oppervlak;
- Voor de terreinverharding wordt 6 mm op de bouwkavel geborgen.

Na aftrek van deze factoren is in Tabel 4 de opgave weergegeven.

Tabel 4: *Totale bergingsopgave voor Klaver 2.*

| | Totaal verhard oppervlak [ha] | Opgave T10 [m ³] | Opgave T100 [m ³] |
|----------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Klaver 2 | 58,55 | 28.119 | 47.734 |

Bij het bepalen van de bergingsopgave is naast de verdamping en berging op de kavel rekening gehouden met een landelijke afvoer van 1 l/s/ha en een wegzijging van 0,225 m/d. Hierbij is aangenomen dat de T=10 gebeurtenis 24 uur duurt en de T=100 gebeurtenis 48 uur. De landelijke afvoer is bepaald over het bruto oppervlak en komt neer op 87,5 l/s. Voor de wegzijging is hierbij uitgegaan van het gemiddelde wateroppervlak dat nodig is tussen het leegloop- en overlooppeil.

Tabel 5 beschrijft voor de T=10 en T=100 gebeurtenissen in Klaver 2 de vertaling van de bruto opgave naar de netto opgave.

Tabel 5: *Bruto naar netto bergingsopgave voor Klaver 2.*

| | Herhalingstijd [jaren] | Peilstijging [m] | Afvoer [m ³] | Wegzijging [m ³] | Netto opgave [m ³] | Oppervlak* [ha] |
|----------|------------------------|------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Klaver 2 | 10 | 1,25 | 7.560 | 3.136 | 17.423 | 1,39 |
| Klaver 2 | 100 | 1,75 | 15.120 | 6.671 | 25.943 | 1,48 |

* Berekent gemiddelde oppervlak tussen het leeglooppeil en overlooppeil.

4.2 Bouwpeilen

Op basis van de grond- en oppervlaktewatersituatie en inrichting van de kavel is in het document aangegeven 'Watersysteem Tradeport Noord, Venlo fase 1 (kenmerk: 074381604:0.11) bepaald wat de bouw- en wegpeilen moeten zijn om voldoende waterveiligheid te bieden (Tabel 6). Deze peilen zijn in dit waterhuishoudkundigplan opgenomen.

Tabel 6: Maaiveldhoogte, weg- insteek- en bouwpeil en de minimale ontwatering.

| Maaiveld [m+NAP] * | Insteek waterberging [m+NAP] | Wegpeil [m+NAP] | Bouwpeil [m+NAP] | Minimale ontwatering t.o.v. bebouwing [m] |
|-----------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|---|
| 24,75 | 24,75 | 24,95 | 25,25 | 1,50 |

* Gemiddelde maaiveldhoogte o.b.v. AHN.

Het meest zuidelijke Klaverblad, aangegeven in Figuur 9, wordt in dit waterhuishoudkundigplan meegenomen in de analyse. Het maaiveld op deze locatie wijkt niet af van de rest van het gebied. Het bouwpeil kan om deze reden gebaseerd worden op de eerdere bouwpeilbepaling.

5 TOETS INRICHTINGSPLAN

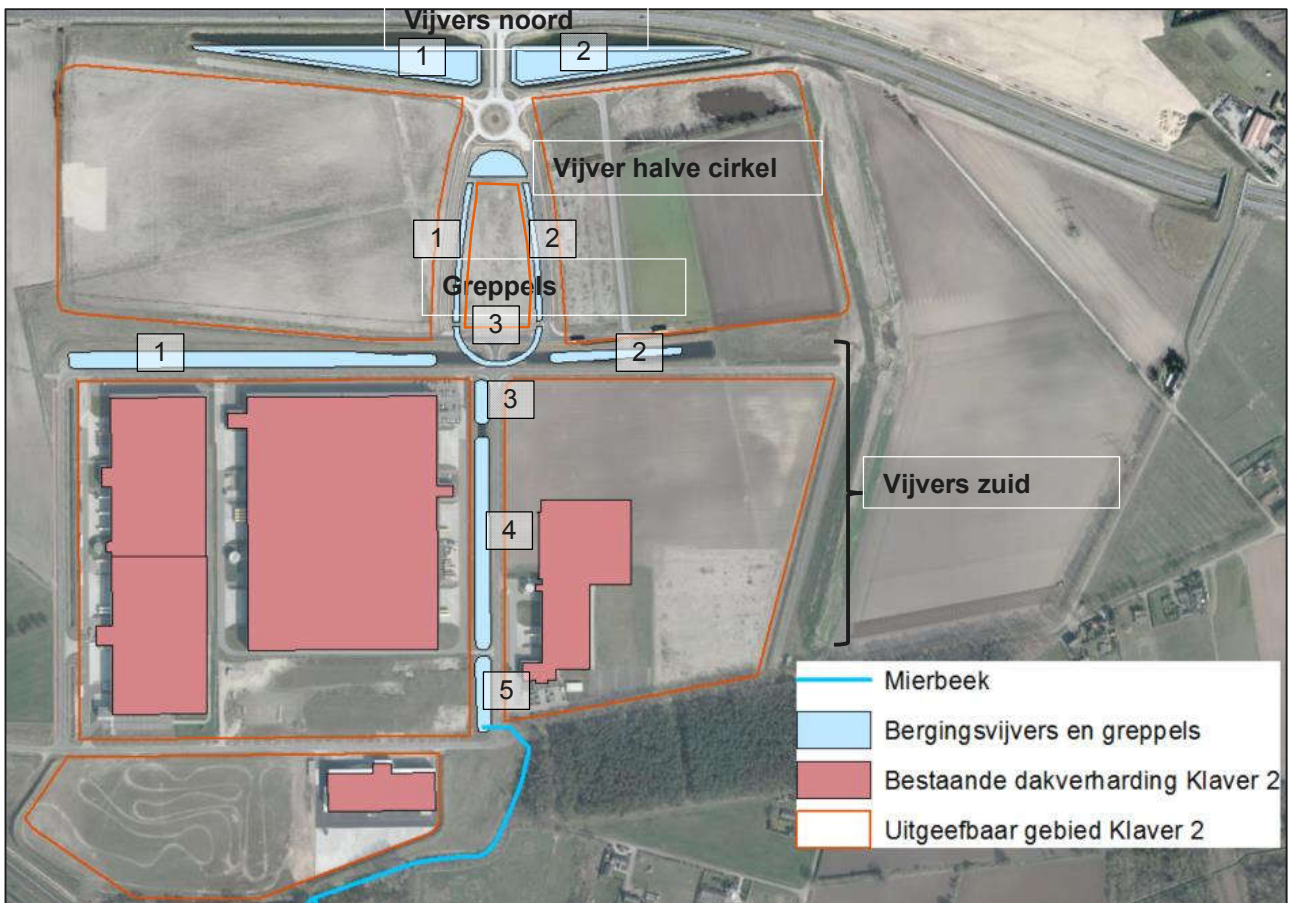
Naast de beschikbare berging is ook de hydraulische (afvoer)capaciteit getoetst. Doel is het toetsen van de voorgestelde profielen en kunstwerken zodat deze ook onder extreme omstandigheden voldoen en er geen onverwachte (negatieve) effecten optreden.

5.1 Bergingsvoorzieningen

Figuur 10 geeft de benodigde bergingsvoorzieningen weer, deze zijn voor een groot deel al gerealiseerd. Het plan is om de grote noordelijke vijvers te verkleinen van een insteekoppervlak van 2,4 ha naar 1,9 ha. De insteekhoogte van deze vijvers is NAP+24,75 m met een talud van 1:2. Op NAP+22,00 m is een onderwaterbanket gelegen. Het totale insteekoppervlak van de vijvers neemt af met 0,86 ha.

Tussen de bovenste twee Klaverbladen worden 3 greppels met een talud van 1:2 aangelegd en een breedte van 6,6 meter. Uitgaande van een V-vormig dwarsprofiel ligt het diepste punt van deze greppel op NAP+23,10 m, 1,65 meter onder het insteekniveau van NAP+24,75 m.

De vijver, die als halve cirkel is vormgegeven, heeft geen talud en zal met betonelementen langs de rand worden versterkt. De westelijke en oostelijke vijvers, aangegeven in Figuur 7, worden gedempt.



Figuur 10: Geplande bergingsvoorzieningen Klaver 2 (o.b.v. ontwerptekening ontvangen op 9-3-2017).

5.1.1 Geplande bergingsvoorzieningen

Tabel 7 beschrijft het totale bodem- en insteekoppervlak in de huidige situatie en in de geplande situatie, zoals aangegeven in de ontwerptekening ontvangen op 9 maart 2017 (Bijlage 7.1).

Tabel 7: Bodem en insteekoppervlak huidig en geplande vijvers voor Klaver 2.

| | Bodem* [m+NAP] | Bodem [ha] | Insteek [m+NAP] | Insteek [ha] |
|-------------------|-------------------|---------------|--------------------|-----------------|
| Huidige situatie | 21,20 | 2,78** | 24,75 | 4,18** |
| Geplande situatie | 21,20 | 1,83 | 24,75 | 3,63 |
| Afname | | 0,95 | | 0,55 |

* 0,5 m onder GLG.

** Op basis van ingemeten waterpartijen (17-2-2017).

Het totale insteekoppervlak neemt in de plansituatie af met 0,55 ha. Dit leidt tot een afname in bergingscapaciteit van 62.803 m³ tot 49.706 m³ bij een T100 gebeurtenis, ofwel een afname van ruim 20%.

De bergingsvoorzieningen zijn in vier categorieën op te delen, deze staan aangegeven in Figuur 10. De categorieën wijken af in talud, bodemhoogte en de aanwezigheid van een onderwaterbanket.

Tabel 8: Bodem en insteekoppervlak bergingsvijvers, zie Figuur 10.

| | Bodem* [m+NAP] | Bodem [ha] | Insteek** [m+NAP] | Insteek [ha] | Talud |
|---------------------|-------------------|---------------|----------------------|-----------------|--------|
| Vijvers Noord*** | 21,20 | 0,98 | 24,75 | 1,65 | 1:2 |
| Vijver halve cirkel | 21,20 | 0,16 | 24,75 | 0,16 | n.v.t. |
| Greppels**** | 23,10 | 0,00 | 24,75 | 0,30 | 1:2 |
| Vijvers Zuid | 21,20 | 0,69 | 24,75 | 1,52 | 1:2 |
| Totaal | | 1,83 | | 3,63 | |

* GLG - 0.5 (Isohypsen).

** Waarde o.b.v. gemiddeld maaiveldhoogte op de klaver (AHN2).

*** Ook een "onderwaterbanket" aanwezig.

**** Bodemhoogte aangenomen o.b.v. ontwerptekening van 9-3-2017.

De doorlaathoogte en de overlaathoogte van de stuw die het water van Klaver 2 afvoert bij extreme regenval zijn beschreven in Tabel 9, alsmede de hoeveelheid berging die in Klaver 2 aanwezig is bij een T=10 en een T=100 gebeurtenis. De bodemhoogte van de greppels ligt boven de doorlaathoogte waardoor de bodem stuwend werkt en de noordelijke vijvers niet volledig leeg kunnen stromen. Wij adviseren om de bodem van deze greppels naar NAP+ 23,00 m te verlagen.

In de huidige situatie wordt het water alleen vastgehouden door de laatste duiker met een bob op NAP+ 22,60 m. In deze situatie is er geen overstortmogelijkheid. Voor het vertraagd afvoeren van water en lediging van de bergingsvoorzieningen adviseren wij daarom om het water in de bergingsvoorzieningen vast te houden door middel van een stuw met doorlaat. De geadviseerde doorlaathoogte is bepaald op NAP+ 23,00 m. De overlaathoogte is bepaald op 0,5 meter onder de insteek.

Tabel 9: Uit- en overlaathoogte van Klaver 2 en de totale bergingsopgave bij een T10 en T100 gebeurtenis.

| | Hoogte doorlaat * [m+NAP] | Hoogte overlaat** [m+NAP] | Berging T=10 [m ³] | Berging T=100 [m ³] |
|----------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Klaver 2 | 23,00 | 24,25 | 24.605 | 37.062 |

* Gebaseerd op GHG

** 0,5 m onder insteek

De geplande watervolumes uit het landschappelijk ontwerp zijn in Tabel 10 vergeleken met de bergingsopgave waarna is vastgesteld of in het huidige ontwerp voldoende ruimte voor water is gereserveerd om aan de eisen van het waterschap te voldoen.

Tabel 10: Toets geplande bergingsvolumes in Klaver 2.

| | Herhalingstijd [jaren] | Netto opgave [m ³] | Geplande berging [m ³] | Resterende opgave [m ³] | Percentage opgave [%] |
|----------|------------------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Klaver 2 | 10 | 17.423 | 24.605 | -7.182 | 141% |
| Klaver 2 | 100 | 23.259 | 37.062 | -11.119 | 143% |

Uit de bergingsanalyse blijkt dat in Klaver 2 ruim voldoende wateroppervlak aanwezig is. Hierbij is de berging bij een herhalingstijd van 10 jaar voldoende groot (141%) Ook voor een herhalingstijd van 100 jaar is voldoende berging beschikbaar (143%).

5.1.2 Conclusie

Uit de vergelijking tussen de netto bergingsopgave en de geplande berging die gerealiseerd wordt, is in de bergingsvijvers blijkt dat er voldoende water geborgen kan worden, zowel bij een T10 als een T100 herhalingstijd.

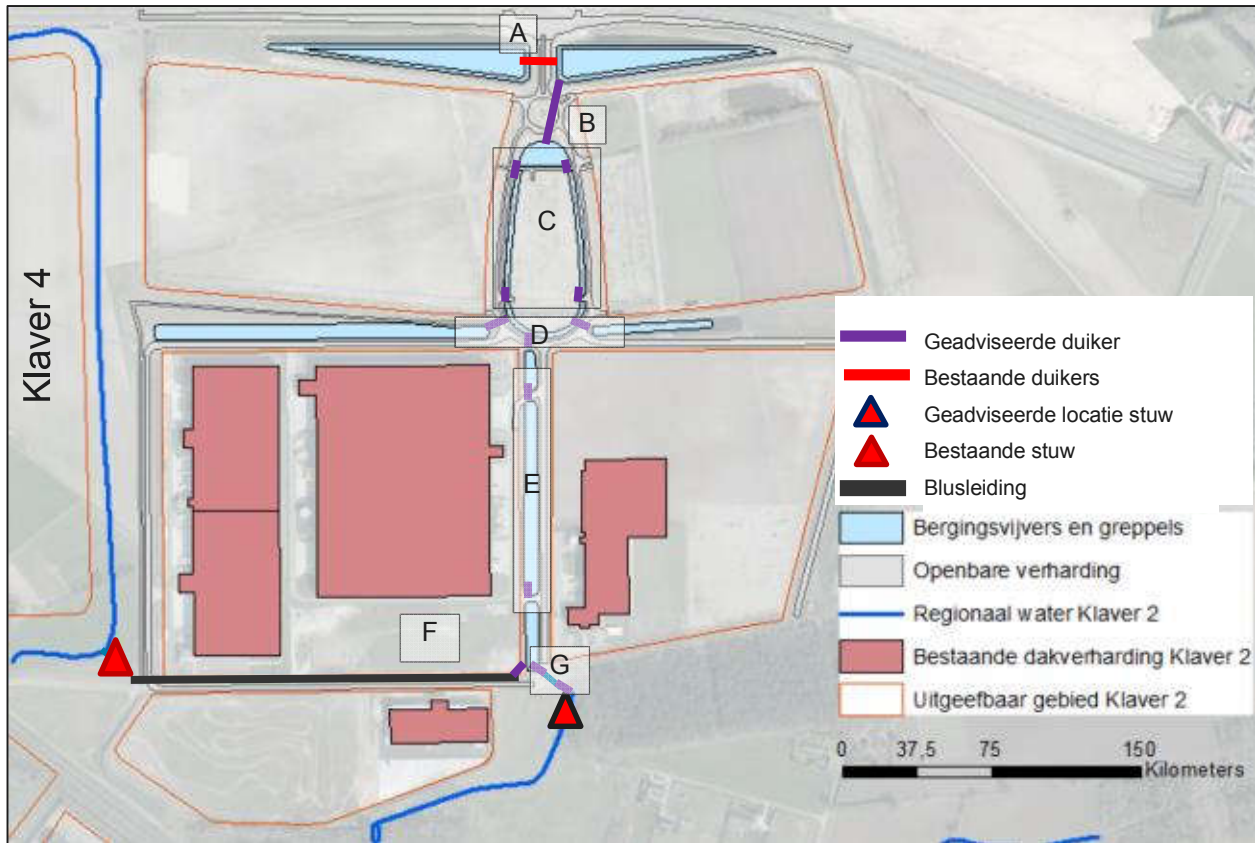
5.2 Waterstructuur

Naast de beschikbare berging is ook de hydraulische (afvoer)capaciteit van de profielen en kunstwerken getoetst. Deze zijn gedimensioneerd zodat er ook onder extreme omstandigheden geen onverwachte (negatieve) effecten, zoals opstuwing en inundatie, optreden. Daarnaast geven we inzicht in de interactie tussen de klavers en het regionale watersysteem.

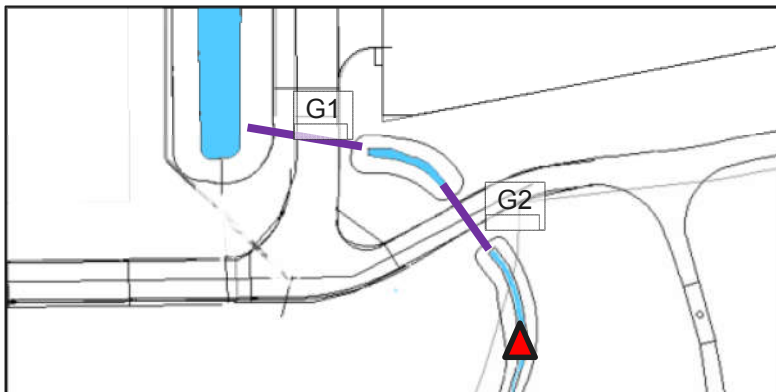
5.2.1 Waterstructuur op Klaver 2

Figuur 11 geeft de geadviseerde waterstructuur weer. Op veertien locaties zijn duikers nodig om de bergingsvijvers op elkaar aan te sluiten, waarvan de meest noordelijke (A) een bestaande duikers is en de twee meest zuidelijke duikers (G1 en G2). Uit de verschillende broninformatie wordt niet duidelijk of deze duikers ook zijn aangelegd. Dit moet in het veld worden gecontroleerd waarna deze, of gelijkwaardig, aangelegd moeten worden. Dit is noodzakelijk voor een robuust watersysteem dat overtollig water naar de Mierbeek kan afvoeren. Tabel 11 beschrijft de benodigde lengte en diameter van de duikers. De 84 meter lange duiker B sluit de noordelijke vijvers aan op de vijvers in het hart.

De westelijk gelegen Klaver 4 loopt leeg en stort bij extreme regenval over op Klaver 2 middels een stuw (westelijke rode driehoek) en de bestaande blusleiding (zwarte lijn). Zuidelijk van de Klaver is de locatie van de stuw in de Mierbeek indicatief aangegeven (zie ook Figuur 12).



Figuur 11: Geadviseerde waterstructuur Klaver 2.



Figuur 12: Zuidelijke overloop locatie Klaver 2, G1 en G2 zijn geadviseerde duikers, zoals aangegeven in Figuur 11.

Tabel 11: Duikerlengte en diameter.

| Duikers | Diameter Ø [mm] | Lengte [m] |
|---|-----------------|------------|
| A | 600 | 43 |
| B | 600 | 84 |
| C ₁ , C ₂ , C ₃ , C ₄ | 600 | 6 |
| D ₁ , D ₂ , D ₃ | 600 | 8 |
| E ₁ , E ₂ | 600 | 8 |
| F** | 1600 | 17 |
| G ₁ , G ₂ ** | 600 | 24, 13* |
| Blusleiding | 1200 | 490 |

* Volgorde van waarden is van links naar rechts in de tekening.

** Bestaande duikers.

5.2.2 Regionale waterstructuur

Klaver 2 lost zijn water vertraagd op de Mierbeek, die het water in oostelijke richting afvoert. Het Mierbeekdal wordt heringericht waardoor in de toekomstige situatie extra berging ontstaat.

5.3 Hydraulische toets waterstructuur

De leegloopvoorziening van Klaver 2 lost zijn water aan de zuidzijde op de Mierbeek. Voor het goed functioneren van het watersysteem op de Klaver is het van belang dat de waterstanden in de Mierbeek in de verschillende situaties geen knelpunten oplevert. In deze paragraaf is het watersysteem op de Klaver getoetst.

5.3.1 Toetsingscriteria

De toetsing is grotendeels gebaseerd op de toetsing die door waterschap Limburg wordt toegepast voor wateroverlastberekeningen. Voor het toetsen van de afvoercapaciteit wordt gewerkt met een piekbelasting op het moment dat het watersysteem al deels gevuld is door de initiële belasting. De toegepaste belasting voor de hydraulische toetsing is in de uitgangspunten omschreven.

Voor de eerdere toetsingen van Trade Port Noord is een basismodel ontwikkeld. Dit basismodel is gebaseerd op de drie deelmodellen van waterschap Limburg, waaraan de toekomstige waterstructuur van Trade Port Noord is toegevoegd. Om het watersysteem van Klaver 2 te toetsen is het geplande watersysteem van Klaver 2 toegevoegd aan dit model. Hierbij is uitgegaan van de toekomstige belasting van het watersysteem (voor zover deze nu bekend is) en de hierbij horende inrichting van het watersysteem. In de rapportage van de watersysteemanalyse TPN Klaver 4 (078874482-A) staat het basismodel in meer detail beschreven.

Nog niet gerealiseerde of geplande Klavers zijn schematisch in het model opgenomen. Aan het bestaande model zijn voor het huidige waterhuishoudkundigplan de volgende elementen toegevoegd:

- De geplande waterstructuur van Klaver 2;
- De geadviseerde duikers en het overloopkunstwerk.

Het model is getoetst op basis van drie verschillende gebeurtenissen zoals deze door het waterschap zijn aangeleverd. Omdat de geleverde buien slechts enkele uren duren is er geen rekening gehouden met de infiltratie (naar het grondwater) en verdamping vanuit de watergangen.

5.3.2 Watergangen, duikers en bergingsvoorzieningen op de Klaver

De waterstand in de vijvers en greppels binnen Klaver 2 mag bij de toetsbuien niet boven de insteek van NAP+ 24,75 m uitkomen. Om de dimensies van de greppels en duikers te bepalen is de waterstructuur met verschillende berekeningen getoetst. De resultaten zijn in Tabel 13 weergegeven.

Tabel 12: Berekende piekwaterstand per waterlichaam (Figuur 10).

| Vijver | 2 mm/d [m+NAP] | T=10 [m+NAP] | T=100 [m+NAP] |
|-------------------------------------|----------------|--------------|---------------|
| Vijvers Noord* ^{1,2} | 23,28 | 24,07 | 24,50 |
| Vijver halve cirkel | 23,28 | 24,06 | 24,50 |
| Greppels* ^{1,2,3} | 23,25 | 24,05 | 24,49 |
| Vijvers Zuid * ^{1,2,3,4,5} | 23,25 | 24,05 | 24,48 |
| Voor de stuw | 22,95 | 23,90 | 24,35 |
| Na de stuw (in de Mierbeek) | 22,95 | 23,10 | 23,20 |

* Getallen verwijzen naar Figuur 10.

Op basis van deze rekenresultaten zijn de volgende conclusies getrokken:

- Binnen de waterstructuur op de Klaver is het maximale peilverschil (opstuwing) 15 cm;
- Twee duikers die in de huidige situatie al aangelegd zijn (duiker G in Figuur 11) zorgen bij een T100 gebeurtenis voor het grootste deel van deze opstuwing, namelijk 13 cm;
- Het maximale waterpeil binnen de Klaver komt voor bij een T100 gebeurtenis en is NAP+24,50 m, ofwel 0,25 meter onder insteekhoogte;
- Deze opstuwing heeft niet tot gevolg dat het waterpeil in de vijvers boven het maaiveld uitkomt;
- Tussen de bergingsvijvers is het maximale peilverschil 2 cm.

De waterstructuur op de Klaver voldoet aan de gestelde eisen en blijft bij de getoetste omstandigheden goed functioneren.

5.3.3 Aansluiting Klaver 2 op de Mierbeek

Achter de stuw wordt door middel van een watergang of ondiepe greppel op de Mierbeek geloosd. Hierbij moet de bodemhoogte van deze watergang/ greppel onder de NAP+ 23,00 m liggen om de landelijke afvoer niet te beperken. Tabel 13 laat de hoogste waterstand zien voor de verschillende gebeurtenissen voor en achter de stuw tussen Klaver 2 en de Mierbeek.

Bij de toetsing van de stationaire afvoer (2 mm/d) wordt op het lozingspunt van Klaver 2 een waterstand van NAP+ 22,96 m berekend in de Mierbeek. Met een doorlaathoogte op NAP+ 23,00 m kan Klaver 2 daarmee zonder problemen lozen en de bergingsvoorzieningen kunnen helemaal leeglopen als de Mierbeek na een neerslaggebeurtenis naar zijn normaalpeil uitzakt.

Bij een T10 gebeurtenis stijgt de waterstand in de Mierbeek naar NAP+ 23,06 m. De waterstand ligt hiermee ruim onder de berekende waterstand op de Klaver (NAP+ 23,98 m), waardoor het watersysteem van de Klaver nog kan lozen. Bij een T100 gebeurtenis stijgt de waterstand in de Mierbeek tot NAP+ 23,20 m met een waterstand op de Klaver van NAP+ 23,20 m. Door het maaiveld dat ruim levert dit geen problemen op.

Tabel 13: Berekende waterstanden in Klaver 2 en in de Mierbeek.

| Locatie | 2 mm/d [m+NAP] | T=10 [m+NAP] | T=100 [m+NAP] |
|----------|----------------|--------------|---------------|
| Klaver 2 | 23,21 | 23,98 | 24,33 |
| Mierbeek | 22,96 | 23,10 | 23,20 |

Door het veranderende klimaat is de verwachting dat extreme neerslag steeds vaker voorkomt. Het huidige ontwerp is robuust en heeft hierdoor voldoende ruimte om ook in de toekomst goed te blijven functioneren.

5.3.4 Functioneren Klaver 4

Klaver 4 loost via een bluswaterleiding op Klaver 2. De invloed van de herziening van de waterstructuur van Klaver 2 op het functioneren van dit watersysteem is doorgerekend. De resultaten laten zien dat bij de verschillende doorgerekende simulaties het waterpeil in Klaver 2 lager is dan in Klaver 4. Dit betekent dat de herontwikkeling in Klaver 2 de afvoer van Klaver 4 niet beperkt.

Tabel 14: Berekende waterstanden in Klaver 2 en in Klaver 4.

| Locatie | 2 mm/d [m+NAP] | T=10 [m+NAP] | T=100 [m+NAP] |
|----------|----------------|--------------|---------------|
| Klaver 4 | 24,50 | 24,90 | 25,20 |
| Klaver 2 | 23,25 | 24,05 | 24,47 |

5.3.5 Verkenning inrichting Mierbeekdal

Bij de herinrichting van het Mierbeekdal is de wens geuit om water verspreidt over een lange periode te lozen waardoor de Mierbeekdal meer dagen per jaar watervoerend is. De inrichting van Klaver 2 heeft direct invloed op de watertoevoer van de Mierbeek. De volgende maatregelen kunnen overwogen worden om de Mierbeek verder te voeden:

- Water langer vasthouden in Klaver 2 door de afvoer verder af te verminderen. Hierdoor lopen de vijvers minder snel leeg en wordt er over een langere periode geloosd via de doorlaat. Gezien de overcapaciteit in de bergingsvijvers is dit mogelijk;
- Infiltratie zorgt voor aanvulling van het grondwater en grotere grondwaterstroom naar het oppervlaktewater en daarmee ook de Mierbeek. Hoe meer water geïnfiltreerd des te groter de toekomstige toestroming.

Wij adviseren om zoveel mogelijk infiltratie in Klaver 2 te realiseren. Om dit te bereiken wordt geadviseerd om in de stuw een doorlaat van 20 cm aan te leggen. Dit zorgt voor een vertraagde afvoer van Klaver 2 richting de Mierbeekdal, waardoor er meer water infiltreert binnen Klaver 2.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Op basis van de toetsing van de inhoud en afvoercapaciteit van het watersysteem hebben wij de volgende conclusies en aanbevelingen opgesteld:

- In het voorgaande Waterstructuurplan (C01013.000055) is de doorlaathoogte 0,75 m boven de GHG geplaatst (NAP+23,75). In dit plan is de doorlaat en stuwhoogte herzien door uitgangspunten voor Trade Port Noord, zoals beschreven in hoofdstuk 3.1 toe te passen;
- De doorlaat/ leegloophoogte van Klaver 2 is NAP+23,00 m (GHG). De GHG is gebaseerd op de isohypsen;
- De isohypsen zijn voor Klaver 2 gevalideerd met een nabijgelegen grondwaterput (Dinoloket);
- Een direct gevolg van het verlagen van de doorlaathoogte is dat er bij hoge grondwaterstanden minder water infiltreert binnen Klaver 2 en er meer water wordt afgevoerd naar het Mierbeekdal;
- Om water vast te houden, te infiltreren en vertraagd af te voeren adviseren wij om in de stuw een doorlaat van Ø200 mm aan te leggen;
- De relatief kleine doorlaat heeft als nadeel dat deze gevoelig is voor verstopping. Het is daarom van belang om de doorlaat regelmatig te onderhouden;
- De verlaging van de doorlaathoogte naar de hoogte van de GHG heeft als voordeel dat er vaker water wordt afgevoerd naar het Mierbeekdal, wat ten goede komt aan de watervoerendheid;
- Er is ruim voldoende berging aanwezig in de bergingsvijvers. Bij een T10 en T100 gebeurtenis is de beschikbare berging respectievelijk 141% en 143% van de bergingsopgave;
- De maximale opstuwning in de duikers is 3 cm. De geadviseerde duikers, die de bergingsvijvers met elkaar verbinden voldoen hiermee;
- Om de noordelijke bergingsvijvers volledig leeg te laten stromen moet de bodem van de aanwezige en te graven greppels op maximaal NAP+ 23,00 m worden aangelegd of tot die diepte worden uitgediept;
- De twee meest zuidelijke duikers op de Klaver zorgen bij een T100 gebeurtenis voor 13 cm opstuwning. Deze opstuwning heeft niet tot gevolg dat het waterpeil binnen de Klaver tot boven insteekhoogte komt;
- Het waterpeil in Klaver 4 is zowel bij de T10 als de T100 simulatie hoger dan het waterpeil in Klaver 2. Dit betekent dat de herinrichting van Klaver 2 geen belemmering vormt voor de afvoer van water van Klaver 4.

7 BIJLAGEN

7.1 Bijlage 1 Ontwerptekening Ontwikkelbedrijf Greenport Venlo (9 maart 2017)



Arcadis Nederland B.V.

Postbus 1018
5200 BA 's-Hertogenbosch
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: C01031.000363.1300/GF

Onze referentie: 079220342 A