



Wateroverschot Kalmthoutseheide Noord (1 / 4)

Metingen winter 2012-2013





Wateroverschot Kalmthoutseheide Noord (1 / 4)

Metingen winter 2012–2013

Opdrachtgever: Evides NV

Datum: 5 mei 2014

Auteurs: Marco van Baar
Ruben Caljé

Bijdragen van: René Peeters (Natuurpunt)

Status: Definitief

© 2013 Artesia B.V.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

INHOUD

1	<i>Inleiding</i>	1
1.1	Aanleiding	1
1.2	Doelstellingen.....	2
2	<i>Gebiedsbeschrijving</i>	3
2.1	Onderzoeksgebied en globale gebiedsbeschrijving	3
2.1	Meetlocaties	5
3	<i>Meetresultaten en Uitgangspunten</i>	6
3.1	Debietmetingen.....	6
3.2	Debietbepaling	6
3.3	Afwateringseenheden.....	10
3.4	Neerslag en verdamping	12
3.4.1	Hoe nat was de winter 2012–2013.....	12
3.4.2	Representatieve periode wateroverschot	14
3.5	Aanleg duiker en stuwbeheer sluisje de Stapper.....	15
3.6	Afstroming vanaf Stappersven richting De Nol en Venloop	17
4	<i>Analyse</i>	19
4.1	Afvoer Venloop en Marktgraaf.....	19
4.2	Afvoer Kalmthoutse Heide Noord.....	21
4.3	Afvoer vanuit het landgoed Wildven	24
4.4	Afvoer langs noordzijde De Nol	26
4.5	Afvoer via westzijde De Nol	28
4.6	Beperkte waterbalans van De Nol.....	31
4.7	Samenvatting waterkwantiteit.....	32
4.8	Kwaliteit van het afstromende water	33
5	<i>Reeël wateroverschot 2012–2013</i>	36
5.1	Locatiekeuze inname wateroverschot	36
5.2	Schatting reel wateroverschot 2012–2013.....	37

5.1	Toekomstig wateroverschot.....	39
5.2	Effect aanvoer wateroverschot op peil Groote Meer	41
6	<i>Conclusies en Aanbevelingen</i>	43

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

Uit veldkennis bij diverse partijen binnen het samenwerkingsverband Grenspark is bekend dat in natte perioden aan de noordzijde van de Kalmthoutse Heide water afstroomt naar de Roosendaalsevaart en de Moervaart. Dit water heeft een onbezoedeld karakter tot het moment dat de afwatering van landbouw percelen zich voegt bij deze waterstromen.

De afstroming van water vanuit de Kalmthoutse Heide treedt vooral op zodra het grond- en oppervlaktewatersysteem is opgevuld en er geen verdere berging van water meer mogelijk is. Berging van water vindt plaats in de bodem, maar vooral ook in het beschikbare open water, waarbij het Stappersven het grootste bufferend/bergend volume heeft.

Het water dat niet kan worden vastgehouden binnen het systeem van de Kalmthoutse Heide gaat op dit moment “verloren” terwijl het een onbezoedelde waterkwaliteit heeft en de potentie om natuurdoelen elders in het Grenspark vast te houden of te realiseren.

De Groote Meer in het noord-westen van het Grenspark was in de afgelopen natte winters 2010, 2011 en 2012 één van de weinige deelgebieden waar nog ruimte was voor meer waterberging, het overgrote deel van het Grenspark was behoorlijk verzadigd zoals ook zichtbaar is in de luchtfoto's (zie Figuur 1 Figuur 2).



Figuur 1 28 januari 2011



Figuur 2 16 januari 2012

Binnen het samenwerkingsverband Grenspark De Zoom – Kalmthoutse Heide is men bereid na te denken over het mogelijk inzetten van het wateroverschot vanuit de Kalmthoutse Heide. Hierbij worden twee belangrijke randvoorwaarden gesteld:

- 1) Het water mag slechts een tweede bestemming krijgen vanaf het moment dat dit water het Grenspark verlaat.
- 2) Inzet van gebiedseigen water binnen de Kalmthoutse Heide gaat altijd voor en kan dus leiden tot een vermindering van de huidige waterhoeveelheid dat het Grenspark verlaat.

De afgelopen winter (2012–2013) is een uitgebreid monitoringsprogramma uitgevoerd om de afwatering in beeld te krijgen. Met behulp van debietmetingen in de waterlopen, gecombineerd met automatische peilregistraties van het peil in die waterlopen is een inschatting gemaakt van de hoeveelheid afstromend water. De eveneens uitgevoerde waterkwaliteitsmetingen geven daarbij aanvullende informatie over de inzet van dit water voor natuurdoelen.

In de winter van 2012–2013 zijn relatief veel ingrepen in het watersysteem uitgevoerd. Bij de interpretatie van de meetgegevens is hier rekening mee gehouden. Daarnaast zijn er inmiddels plannen voor een ander beheer van het Stappersven, anders dan het beheer in de afgelopen winter. Zo goed als mogelijk wordt in deze rapportage vooruitgekeken naar het effect van het nieuwe beheer van het Stappersven op het wateroverschot.

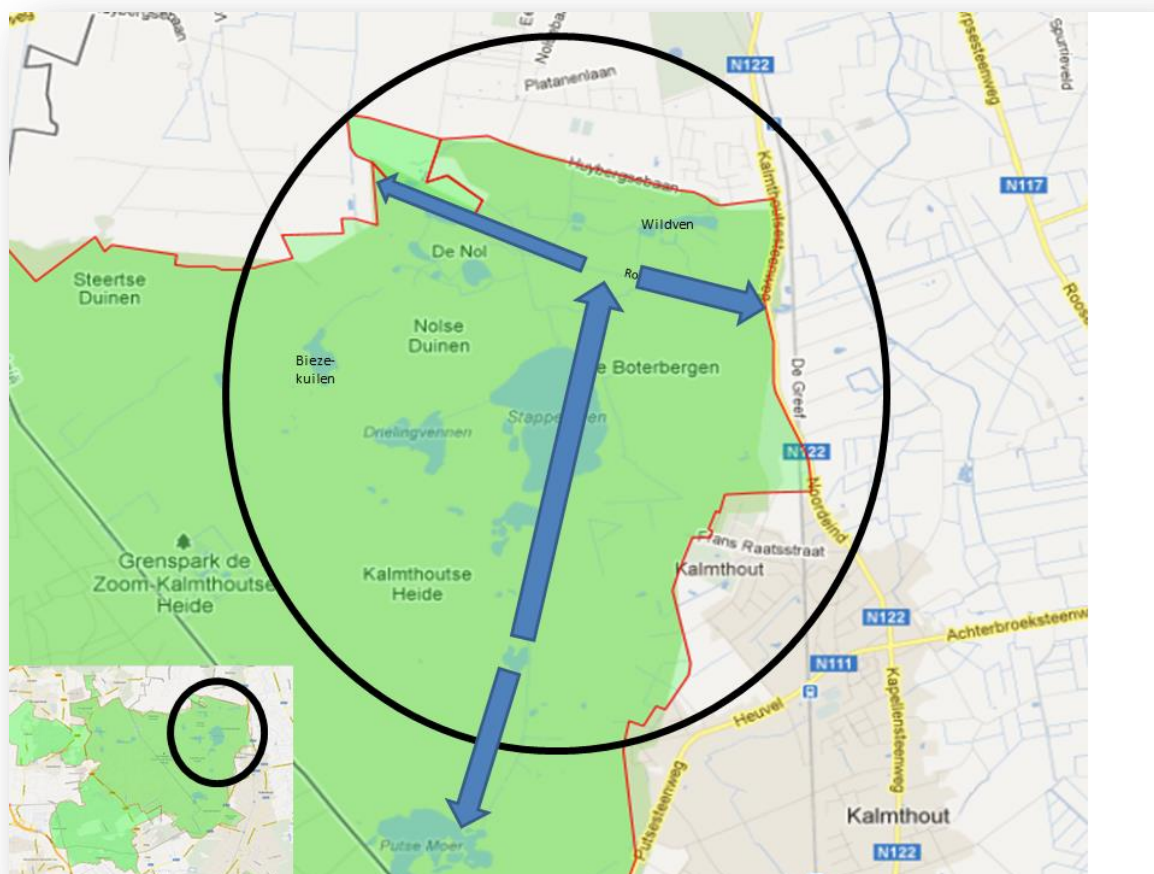
1.2 Doelstellingen

Vaststelling van het afstromende wateroverschot in de winter 2012–2013. Vergroten van het inzicht van het watersysteem van de Kalmthoutse Heide met het accent op het noordelijke deel waaronder het Stappersven en de Nol. Inzicht in de omvang van het wateroverschot is een belangrijke voorwaarde voor het kunnen beoordelen van de haalbaarheid van een tijdelijk watertransportsysteem naar De Groote Meer.

2 GEBIEDSBESCHRIJVING

2.1 Onderzoeksgebied en globale gebiedsbeschrijving

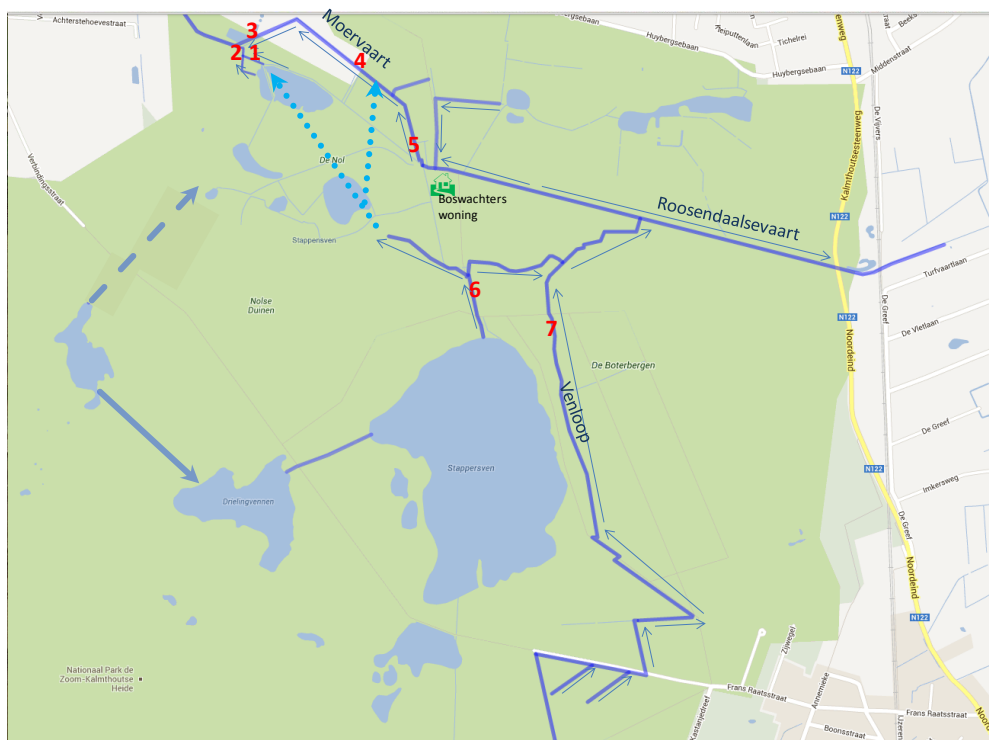
Het onderzoeksgebied bevindt zich in het noord-oosten van het Grenspark en spits t zich toe op de afstroming van het water vanaf het Stappersven, via en langs de Nol richting de Moervaart.



Figuur 3 Onderzoeksgebied, met hoofdrichtingen afstroming neerslagoverschot

Een groot deel van een neerslagoverschot van de Kalmthoutse Heide wordt in natte perioden naar het noorden afgevoerd. Uiteindelijk verlaat dit kwalitatief goede water het grenspark in het noordoosten via de Rozendaalsevaart en in het noord-westen richting de Moervaart. Binnen het grenspark vindt het wateroverschot zich via verschillende routes zijn weg. Tot vorig jaar was de stroming via de Venloop een belangrijke afvoerroute waarlangs zeer veel water het gebied verliet. Natuurpunt heeft de afvoer via deze Venloop sinds de winter van 2010/2011 sterk beperkt door het aanbrengen van dammen met behulp van zandzakken. De afwatering vindt door deze ingreep dan ook voornamelijk plaats via het sluisje aan de noordzijde van het Stappersven.

Het beheer van Natuurpunt wat er tot eind 2012 op gericht om zoveel mogelijk wateroverschot vast te houden in het Stappersven en dit te benutten voor het vanuit natuuroogpunt zeer waardevolle moerasgebied De Nol. Inmiddels is duidelijk geworden dat Natuurpunt een lager zomerpeil nastreeft voor het Stappersven, waardoor ook de “nalevering” aan De Nol naar verwachting minder lang kan worden voortgezet. In onderstaande Figuur 4 zijn schematisch de afstromingsrichtingen weergegeven.

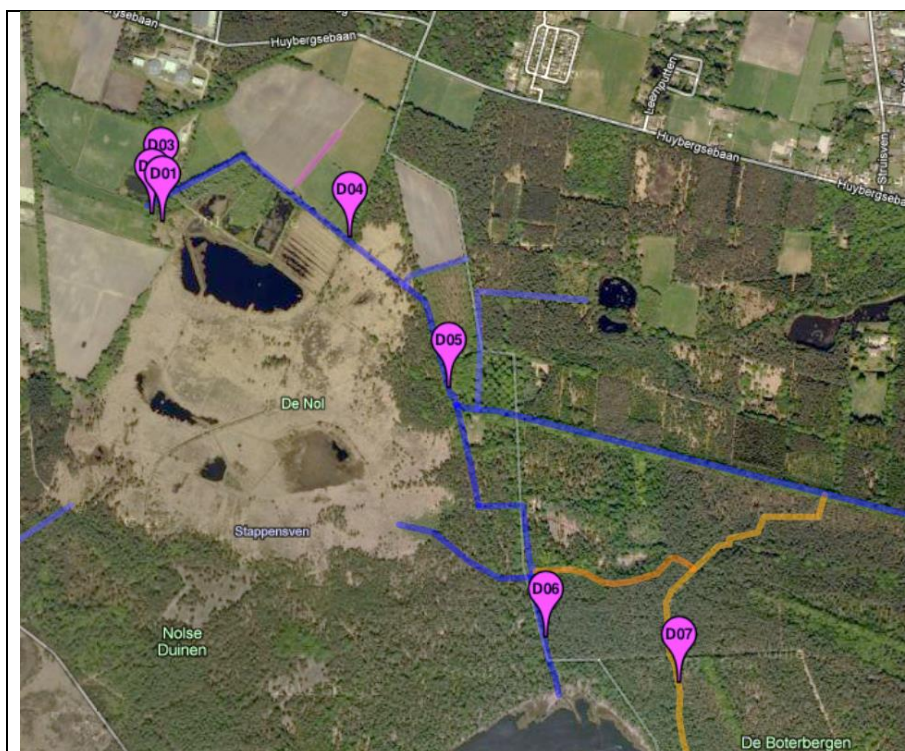


Figuur 4 Waterhuishoudkundige situatie winter 2012–2013, met in rood de meetpunten (KHN 1 t/m7)

2.1 Meetlocaties

In nevenstaande figuur zijn de locaties weergegeven waar het debiet het afgelopen winterseizoen is gemeten. Op deze locaties zijn in oktober 2012 tijdelijke peilbuizen geplaatst waarmee het oppervlaktewaterpeil op uurbasis wordt geregistreerd.

Verder zijn op deze locaties waterkwaliteitsmetingen uitgevoerd. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de gerealiseerde veldwaarnemingen. De in de tabel genoemde coderingen D komen overeen met de coderingen KHN. In de rapportage wordt voornamelijk de codering KHN gebruikt, afgeleid van de afkorting Kalmthoutse Heide Noord.



Figuur 5 Locaties voor debietmetingen en waterkwaliteitsmetingen. De codering D01 t/m D07 komt overeen met de codering KHN1 t/m KHN7

Tabel 1 Overzicht meetpunten debiet en kwaliteit

code	Code KHN	Code Pidpa	Omschrijving	Debiet	Peil	Kwaliteit
D01	KHN1	183	Nolsevaart, stroomopwaarts van sluisje	5x	1x per uur	3x
D02	KHN2		Gracht Smijers, direct stroomafwaarts instroom de Nol	5x	1x per uur	3x
D03	KHN3		Moervaart, 20 m stroomafwaarts stenen brug Pidpa	5x	1x per uur	3x
D04	KHN4		Moervaart verlengde Nolsebaan	5x	1x per uur	3x
D05	KHN5		Moervaart iets westelijk van boswachterswoning, handmatig	5x	1x per uur	3x
D06	KHN6		Stapper, ter hoogte dubbele grove Den	5x	1x per uur	3x
D07	KHN7		Venloop 20 m stroomopwaarts zandzakdam	5x	1x per uur	3x

3 MEETRESULTATEN EN UITGANGSPUNTEN

3.1 Debietmetingen

Per locatie zijn de volgende gegevens verzameld:

- 1) Handmeting: Debiet waterloop
- 2) Handmeting: Waterstand waterloop
- 3) Automatische registratie waterstand waterloop (frequentie 1x per uur)
- 4) Waterkwaliteit (4x afgelopen winterperiode)

Op basis van de gemeten debieten en de bijbehorende waterstanden is per meetpunt een Q-H relatie per meetpunt bepaald. Door de Q-H relatie te combineren met het automatisch geregistreerde waterpeil kan de variatie van het debiet in de tijd worden berekend. De waterkwaliteitsmetingen geven aanvullende informatie over de inzetbaarheid van het afstromende water voor natuurdoelen (zie paragraaf 4.7)

3.2 Debietbepaling

Toepassing van vaste (geijkte) opstellingen om het debiet te registreren hebben de voorkeur voor het meten van debieten, omdat dit de nauwkeurigheid van de meting ten goede komt. Toch is daarvoor niet gekozen, om de volgende redenen:

- 1) kostbaar,
- 2) de eigendomssituatie van de waterlopen laten dit niet overal toe (provinciale waterlopen, gevoelheden met aangrenzende terreineigenaren)
- 3) De onnauwkeurigheid in de vaststelling van de debieten wordt acceptabel geacht in relatie tot het doel van het onderzoek; een globale verkenning van het afstromende debiet



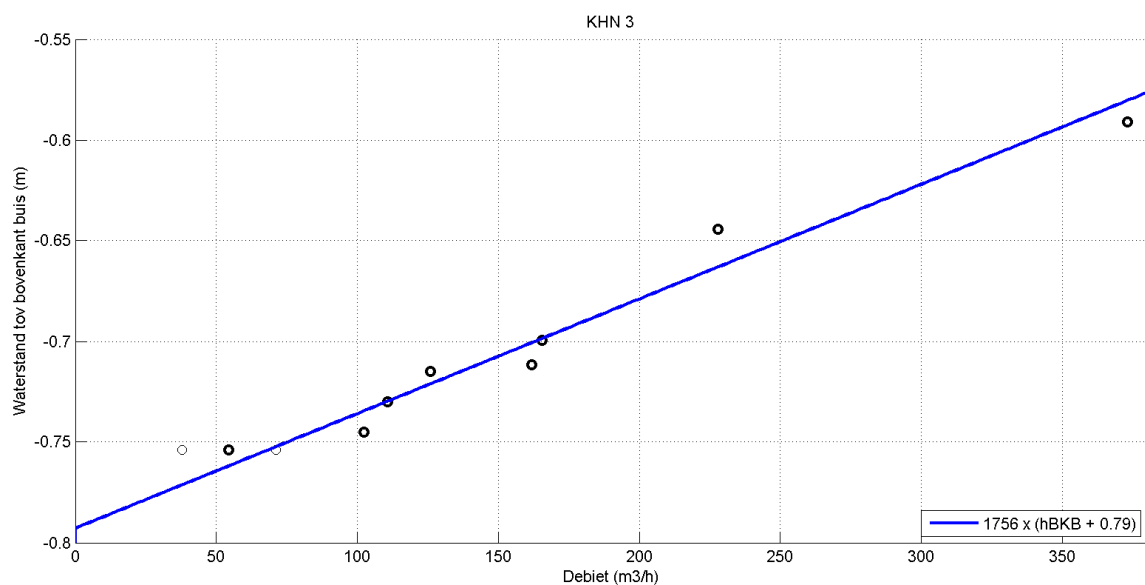
Figuur 6, Meetpunt KHN03

Afhankelijk van de eigenschappen van het meetpunt, als ook de situatie ter plaatse zijn verschillende methoden gebruik om het debiet te bepalen. Daar waar mogelijk is gebruik gemaakt van vaste objecten in de waterloop zoals bijvoorbeeld een duiker bij het

meetpunt KHN3 (zie Figuur 6). De methoden¹ van debietmeting die zijn toegepast zijn onder ander:

- Drijvermethode
- Ott-molen
- Tracerproef
- Kuipmethode

Tijdens de debietmeting in het veld wordt ook de waterstand van de waterloop opgenomen. Op deze momenten is er dus een relatie vastgelegd tussen het waterpeil en het debiet. Vanuit meerdere van deze veldwaarnemingen kan een relatie worden afgeleid tussen de waterhoogte in de waterloop en het langsstromende debiet. In onderstaande Figuur 7 is deze relatie weergegeven voor KHN3



Figuur 7 QH relatie voor meetpunt KHN3

Voor KHN3 mag een lineair verband worden verondersteld tussen het peil en het daarbij behorende debiet. De berekende QH relatie levert nu in principe voor ieder peil een bijbehorend debiet. Het automatisch geregistreerde waterpeil van de waterloop kan dan vervolgens worden omgerekend naar een debiet.

¹ In bijlage 1 worden deze methoden nader toegelicht



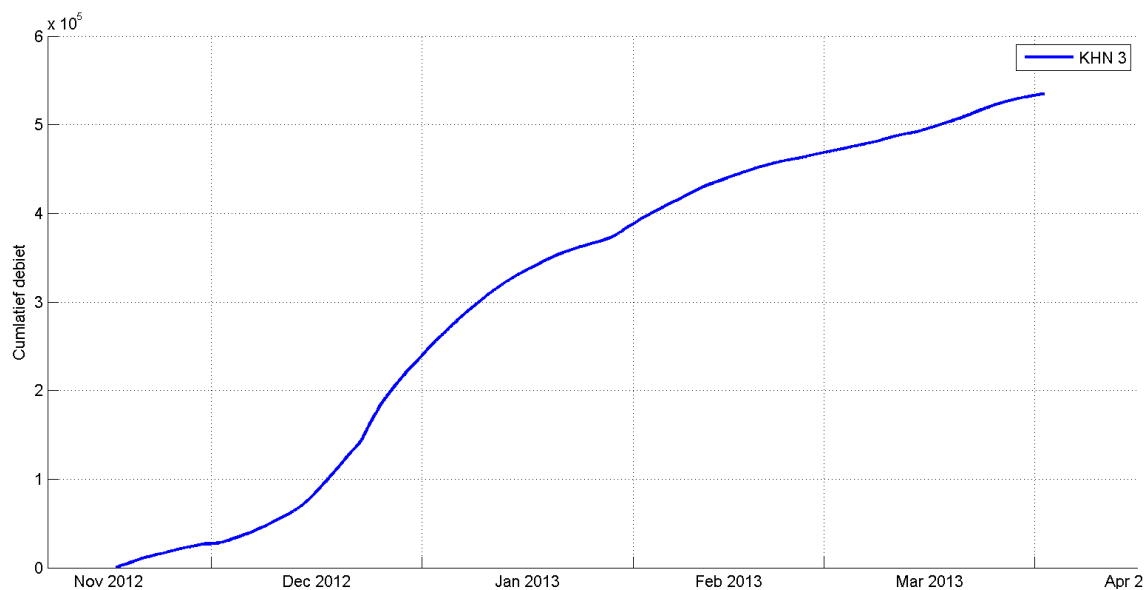
Figuur 8 Waterstand ter plaatse van KHN3

In Figuur 8 is de debietcurve van KHN3 gegeven. De veldmetingen van de debieten zijn ook in deze figuur weergegeven (rondjes).



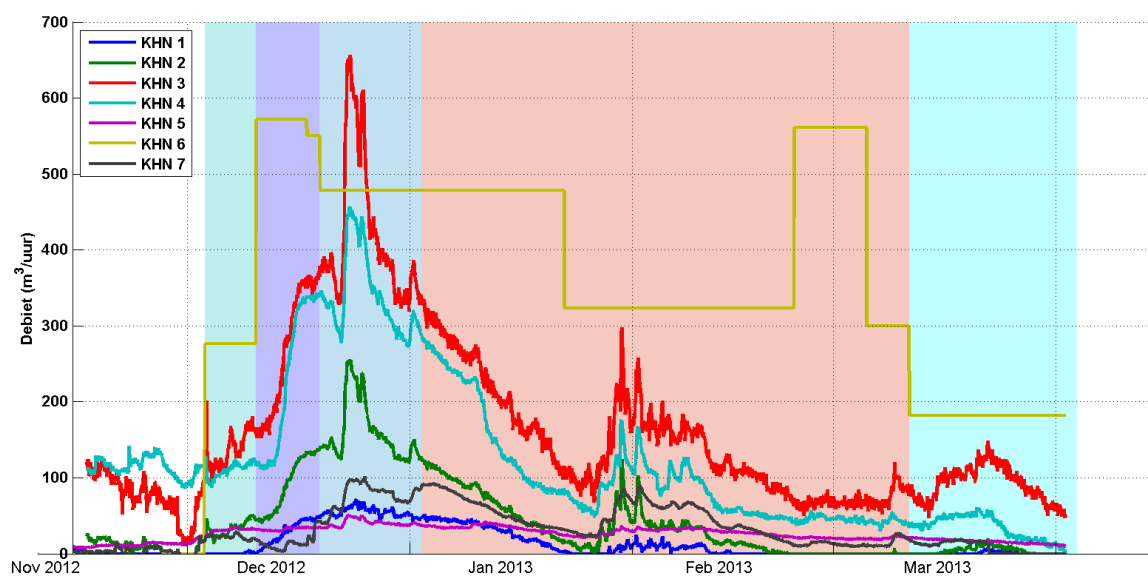
Figuur 9 Verloop van het langsgestromende debiet bij KHN03 in de tijd

Vervolgens kunnen ook eenvoudig de langsgestromende volumes worden berekend. In Figuur 10 is daarvan de figuur gegeven.

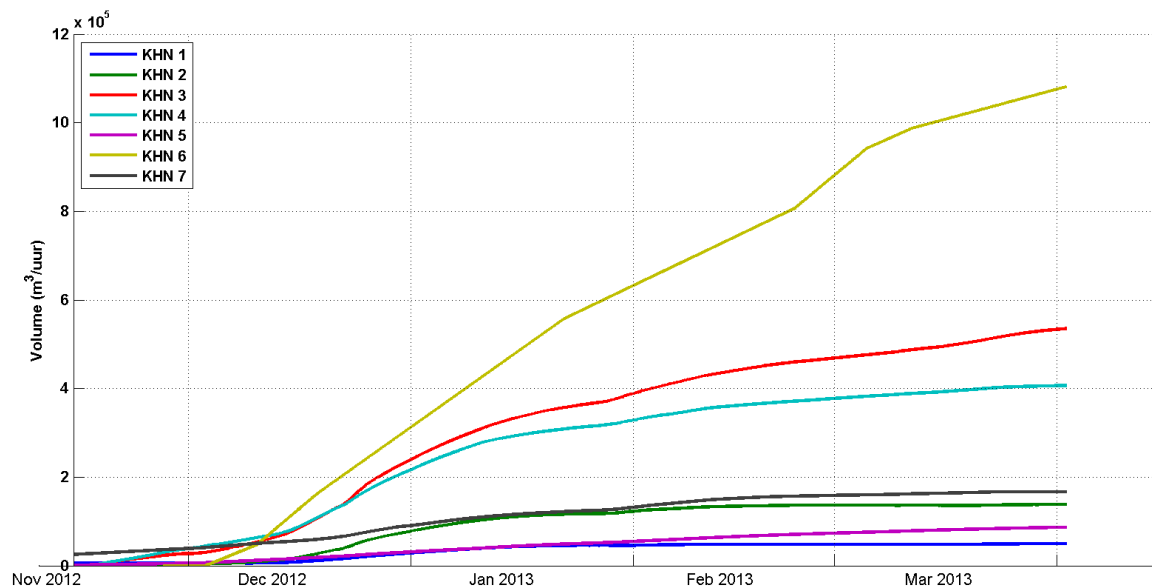


Figuur 10 Cumulatief debiet KHN3

Uit Figuur 10 kan eenvoudig worden afgelezen dat in de periode vanaf 17 november tot 1 april een volume van 530.000 m³ langs het meetpunt KHN3 is gestroomd. Gemiddeld bijna 4000 m³/dag, 163 m³/uur. In Figuur 11 en Figuur 12 zijn de waterhoeveelheden weergegeven voor de 7 meetpunten (KHN1 t/m KHN7) .



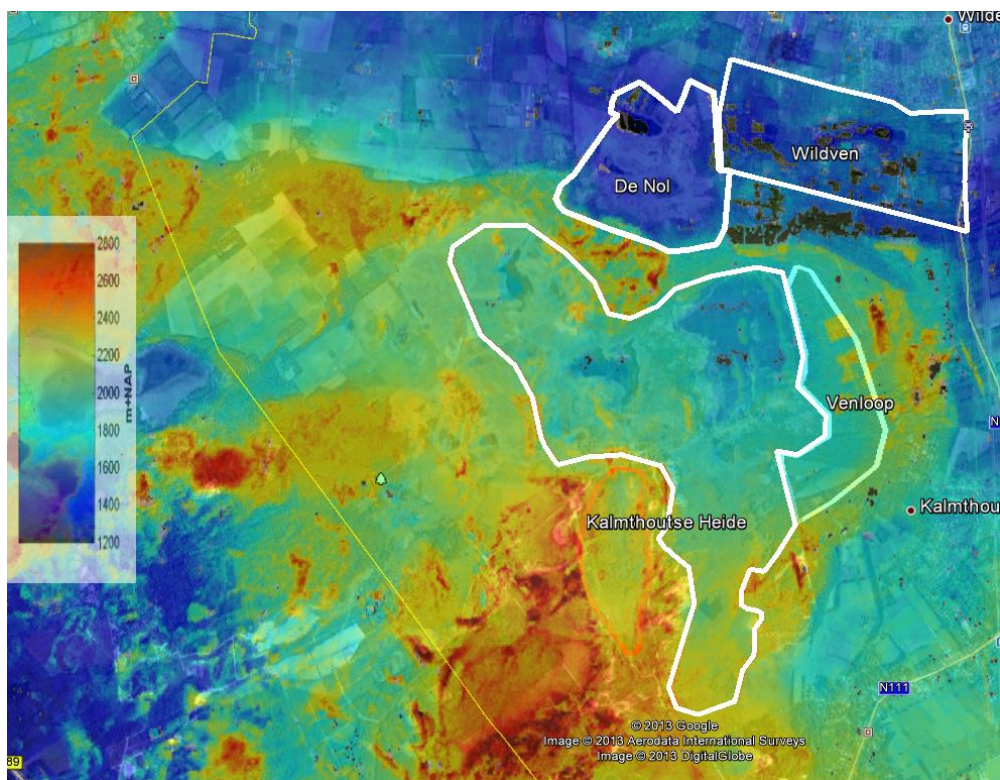
Figuur 11 Debietcurven van de 7 waarnemingspunten



Figuur 12 Gemeten cumulatieve hoeveelheden op de meetpunten KHN1 t/m 7

3.3 Afwateringseenheden

Bron voor de afgestroomde hoeveelheden water is vanzelfsprekend de neerslag. Op basis van het maaiveld zijn globaal 4 afwateringseenheden onderscheiden. De neerslag minus verdamping en minus de wegzijging en de berging in grond en oppervlaktewater vormen de potentieel beschikbare hoeveelheid water dat afstroomt. In Figuur 13 zijn de vier afwateringseenheden weergegeven: Kalmthoutse Heide, Venloop, Wildven en De Nol.



Figuur 13 Afwateringseenheden op basis maaiveldhoogte

De oppervlakten van de afwateringseenheden zijn conservatief ingeschat en omvatten hoofdzakelijk de lager gelegen delen. Van deze lage delen mag worden aangenomen dat deze gedurende een groot deel van het winterseizoen gekenmerkt zijn door hoge grondwaterstanden en water tot aan het maaiveld. Neerslag dat op deze gebieden valt zal dus potentieel kunnen afstromen, minus een eventuele wegzijging. Op de omliggende hoger gelegen delen zal veel vaker sprake zijn van infiltratie van de neerslag in de ondergrond. Dit ondiepe grondwater zal deels naar het diepe grondwater wegzakken en deels uittreden als ondiepe kwel. Wat de omvang is van de volumestroom wegzijging versus de uittreding als ondiepe kwel is onduidelijk. Op basis van grondwaterstandsverlopen, liefst hoog frequent, kan hiervan een schatting worden gemaakt, maar deze gegevens ontbreken.

3.4 Neerslag en verdamping

Voor de neerslag is gebruik gemaakt van de neerslaggegevens van het KNMI-station Hoogerheide. Hier wordt sinds 1951 de neerslag op dagbasis geregistreerd. De gegevens van het KNMI zijn vrij beschikbaar, dit in tegenstelling tot de gegevens van het KMI. Als daar aanleiding voor is dan kan in een later stadium ook de neerslag van Belgische stations worden betrokken in de analyse. Vooralsnog wordt aangenomen dat de neerslagwaarnemingen van het station Hoogerheide volstaan.

3.4.1 Hoe nat was de winter 2012-2013

Hoe natter een winterhalfjaar, hoe meer water er tot afstroming komt en visa versa. Het is dus verstandig om de neerslagsom van historische winterhalfjaren te vergelijken met de afgelopen winter om een beeld te krijgen van het neerslagkarakter van afgelopen winterseizoen.

Vergelijking met normaalwaarden:

In onderstaande tabel zijn de neerslagsommen per maand weergegeven voor het neerslagstation Hoogerheide. Tevens is van het station Gilze-Rijen de maandsom voor de verdamping gegeven, zodat ook een indruk kan worden gekregen van de netto aanvulling. December 2012 was extreem nat, vooral de neerslag op 23 december is hiervoor verantwoordelijk. Op 23 december 2012 viel op 1 dag 30 mm, bijna de helft van een normale maandsom. Januari en februari zijn vrij normaal wat betreft de neerslag. De maand maart was behoorlijk droog en door enkele warme weken was de verdamping relatief hoog.

Tabel 2 Neerslagmaandsommen en normaalwaarden

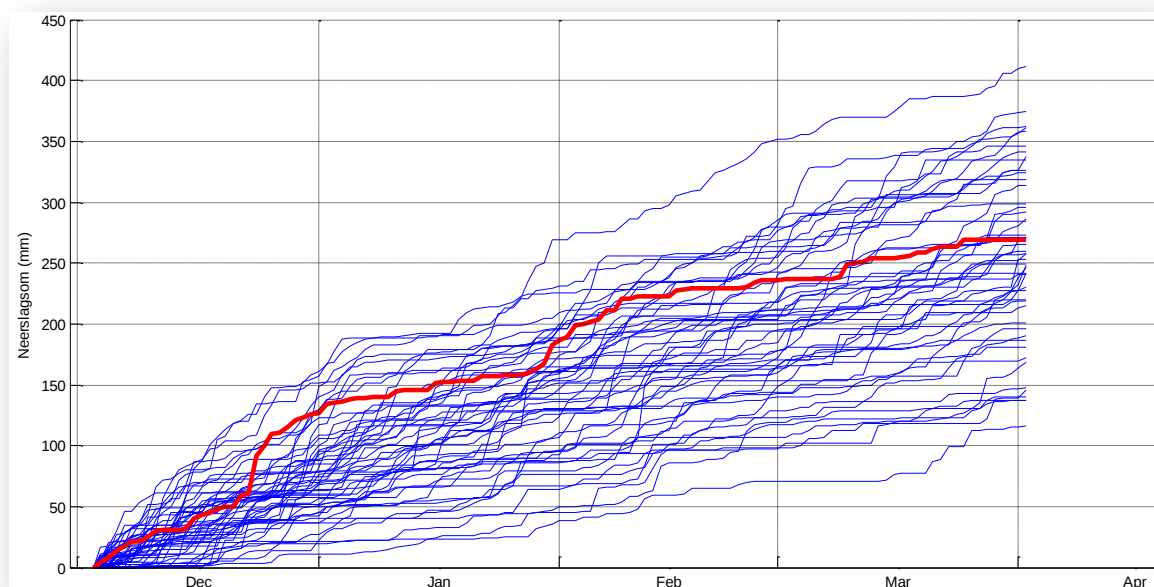
		Neerslag Hoogerheide		Verdampinggegevens Gilzerijen		Legenda	
		Maandsom	Normaalwaarde	maandsom	Netto Aanvulling		
2012	jan	71	67	10	61		
	feb	34	58	16	19		
	mrt	25	63	43	-18		
	apr	74	47	50	24		
	mei	84	60	92	-9		
	jun	138	74	82	56		
	jul	104	78	95	10		
	aug	81	74	97	-17		
	sep	66	77	61	5		
	okt	111	79	30	81		
	nov	40	83	12	28		
	dec	147	80	7	140		
2013	jan	60	67	9	51		
	feb	49	58	16	33		
	mrt	33	63	30	3		

Vergelijking op basis neerslagsommen

Hiertoe zijn de neerslagsommen vanaf 1963 in beschouwing genomen. De verdamping wordt hierbij verwaarloosd omdat de verdamping in de wintermaanden relatief beperkt is. De neerslagsom is voor drie verschillende perioden bepaald. In Tabel 3 zijn deze perioden weergegeven evenals het percentage van de jaren die natter, respectievelijk droger waren.

Tabel 3 Neerslagsommen

Periode	Neerslagsom 2012-2013 (mm)	Percentage jaren natter of even nat	Percentage jaren droger
oktober t/m maart	438	33%	67%
november t/m maart	323	59%	41%
december t/m maart	269	43%	57%



Figuur 14 Grafiek cumulatief neerslagoverschot december 2012 tot april 2013 en historische jaren (vanaf 1963)

Op basis van de neerslagsommen in relatie tot normaalwaarden en het cumulatief neerslagoverschot in relatie tot de historische cumulatieve neerslagoverschotten kan worden gesproken van een redelijk gemiddelde neerslagperiode in de maanden december tot april. Opvallend zijn twee natte perioden, op en na 23 december 2012 en eind januari/ begin februari 2013.

Verdamping

De verdamping is in de wintermaanden gering als gevolg van lage temperaturen, lage globale straling en een verminderde gewasverdamping. De afgelopen winterperiode (december t/m maart) is desondanks toch 61 mm verdamping opgetreden. Met name enkele warme en droge dagen in maart 2013 zorgen ervoor dat er een hoge verdamping is opgetreden.

Bij de inschatting van het neerslagoverschot per afwateringseenheid wordt in deze rapportage gerekend met het netto neerslag overschot (neerslag minus de referentiegewasverdamping). Door de verdamping te verdisconteren wordt het neerslagoverschot meer conservatief ingeschat.

3.4.2 *Representatieve periode wateroverschot*

De zomer van 2012 natter was dan normaal. Dit heeft tot gevolg gehad dat de grond en oppervlaktewaterstanden op een relatief hoog niveau zijn gebleven. Hierdoor was relatief weinig neerslag nodig in de herfstperiode om het grond en oppervlaktewatersysteem weer te verzadigen. Vanaf het moment dat grond en oppervlaktewater niveaus hoog zijn en er dus geen bergingsmogelijkheden meer is, zal het nog volgende neerslagoverschot vrijwel direct tot afstroming komen.

Op dit moment zijn er nauwelijks historische metingen beschikbaar waaruit kan worden vastgesteld wanneer het grond en oppervlaktewatersysteem van de Kalmthoutse Heide verzadigd raakt. De enige bron van informatie is het peil van het Stappersven zoals dat sinds 2005 door René Peeters van Natuurpunt is vastgelegd. In onderstaande Figuur 15 is dit peilverloop weergegeven. Wel dient te worden opgemerkt dat het peilverloop van het Stappersven sterk kan worden beïnvloed door de mate waarin water wordt afgelaten met behulp van het sluisje aan de noordzijde. Op basis van het peil van het Stappersven kan worden vastgesteld dat ergens tussen november en januari veelal het maximale peil wordt bereikt.

Op basis van het peilverloop van het Stappersven wordt aangenomen dat vanaf 1 december normaliter de afstroming van het wateroverschot aanvangt. Op basis van het peilverloop van het Stappersven wordt aangenomen dat de afstroming gemiddeld tot 1 april zal optreden. Dit levert dus totaal een periode op van 4 maanden waarbinnen het neerslagoverschot vrij komt.



Figuur 15 Peilverloop Stappersven in m+TAW

3.5 Aanleg duiker en stuwbeheer sluisje de Stapper

Binnen het watersysteem van de Kalmthoutse Heide Noord kan het Stappersven een groot volume oppervlaktewater bergen. De natte zomer van 2012 heeft er voor gezorgd dat het peil van de Stapper nagenoeg de hele zomer van 2012 hoog heeft gestaan. De watervoorraad uit het Stappersven is in 2012 benut om De Nol van extra water te voorzien. Met een geringe opening van het Sluisje (4 cm, vanaf 17 mei 2012) aan de noordzijde van de Stapper werd naar schatting 50 m³/uur afgelaten en naar de Nol geleid. Met deze extra aanvulling is het mogelijk gebleken om de Nol op een hoog peil te kunnen houden gedurende 2012. Deze toevoer naar De Nol hield ook de afvoer via de Moervaart (ter hoogte van Pidpa) in stand.

Het beheer van het sluisje aan de Noordzijde van de Stapper is een belangrijke factor in het waterbeheer van de afgelopen periode geweest. Tot december 2012 kon een beperkte hoeveelheid water richting de Nol worden geleid. Een grotere toevoer was niet mogelijk om de volgende redenen:

- de duiker onder de “Nolse baan” had een te kleine diameter;
- de duiker lag min of meer haaks op de afloop van de Stapper;
- er was slechts een lage drempel in de afloop van de Stapper aanwezig waarmee het water richting de duiker kon worden geleid. Bij een groter debiet stroomt al snel een aanzienlijk deel van het water over de drempel en niet in de richting van de Nol.

Om de belemmeringen in de doorvoer van water richting de Nol weg te nemen heeft Natuurpunt op 26 september bij de gemeente Kalmthout een verzoek ingediend voor het vervangen van de duiker. De gemeente Kalmthout heeft dit verzoek gehonoreerd en eind november 2012 is de duiker vervangen. Gedurende de werkzaamheden is het sluisje van de Stapper afgesloten geweest van 19 november tot 3 december. De waterloop vanaf de Stapper viel hierdoor vanzelfsprekend droog, waardoor het debietmeetpunt inclusief peilbuis en diver eenvoudig bereikbaar. Helaas is op 22 november vastgesteld dat het meetpunt KHN6 is vernield. Dit moet gebeurd zijn tussen woensdag 21 november en 16:30 en donderdag 22 november 09:00u. Op maandag 26 november is een versterkt meetpunt ter vervanging geplaatst.

Vanaf 3 december tot 22 maart is water afgelaten vanuit de Stapper. Gedurende deze periode zijn er variaties geweest in het afstromende debiet (sluisje meer en minder open) en de wijze waarop het water wegvloede. Eerst volledig via de Nol, vervolgens een periode volledig via de Venloop en daarna weer volledig via de Nol. Hieronder volgt een korte samenvatting van de belangrijkste gebeurtenissen..

3 december 2012

Op 3 december 2012 is voor het eerst weer water afgelaten uit de Stapper en door gelaten richting de Nol. Bij een sluisstand van 16 cm stroomde volgens de debietmeting van 6 december 276 m³/uur vanuit het Stappersven in de Nol.

10 december 2012

In verband met gewenst terreinbeheer aan de zuidwest zijde van de Stapper werd een lager peil van het Stappersven gewenst. Bij de sluisopening van 16 cm trad geen daling van het venpeil op (door aanvoer vanuit de Neerslag). Op 10 december is dan ook een poging gedaan om het sluisje verder open te zetten. Gedurende 20 minuten is bij benadering 1100 m³/uur afgestroomd. Dit leidde tot sterke erosie bij de nieuwe duiker, waarna de openingsstand van het sluisje is afgesteld op bij benadering 570 m³/uur. Het volledige debiet stroomt richting de Nol.

17 december 2012

Het waterpeil van de Stapper daalde nog steeds onvoldoende, waardoor een grotere afstroming gewenst bleef. Op 17 december zijn werken uitgevoerd in een poging de erosie rond de duiker beter te weerstaan. Vervolgens is de sluisopening op 21 cm gezet. Het volledige debiet stroomt richting de Nol.

19 december 2012

De afstroming bij een sluisopening van 21 cm geeft teveel erosie. René voert herstelwerkzaamheden uit en de sluisopening wordt teruggebracht naar 12 cm. Het volledige debiet stroomt richting de Nol.

2, 3 en 7 januari 2013

Op 23 en 24 december 2012 valt 30 mm neerslag. Dit geeft samen met de toevoer naar de Nol zeer hoge waterstanden in de Nol. Christoffel Bonte signaleert dat deze hoge standen een bedreiging kunnen vormen voor de fauna in de Nol, en dan met name voor de slangenpopulatie. In de eerste week van januari 2013 voeren René en Christoffel werken uit om de toevoer naar de Nol te verminderen en deze af te leiden naar de Venloop. Na uitvoering van deze werken stroomt het water volledig naar de Venloop en niet meer richting de Nol. De opening van het sluisje aan de stapper blijft 12 cm.

23 februari 2013

De peildaling van de stapper is nog steeds te gering voor het kunnen uitvoeren van de terreinwerkzaamheden. Bijkomende factor vormt de discussie over het gewenste peilregiem van de Stapper. Op basis van het Natuurbeleidsplan van Natuurpunt en in overleg met het Grenspark wordt besloten tot een lager gewenst zomerpeil van de Stapper. Met het op 23 februari verder openzetten van de het sluisje (opening op 20 cm) wordt deze afspraak ten uitvoer gebracht. Er stroomt bij benadering 561 m³ per uur uit de Stapper, nog steeds volledig richting de Venloop.

5 maart 2013

Het peil van de Stapper daalt te snel. Sinds 23 februari 27 cm. De sluisstand wordt verkleint naar 12 cm. Het afstromende water stroomt nog steeds volledig richting de Venloop.

11 maart 2013

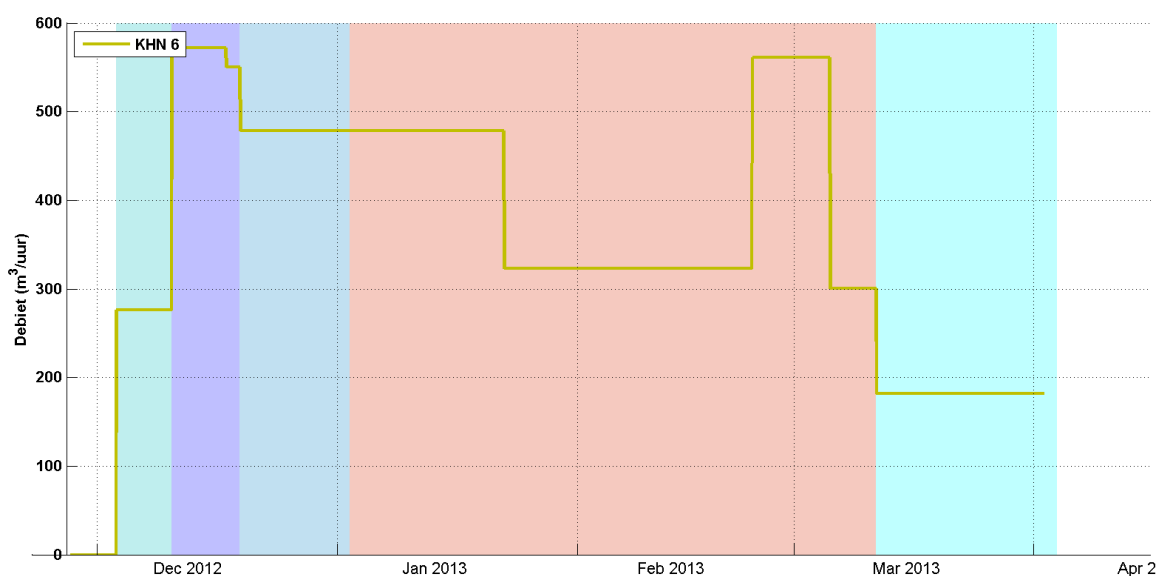
De afwatering richting de Nol wordt weer hersteld, en de afwatering richting de Venloop wordt afgesloten. De afvoer vanuit de Stapper wordt nog iets verminderd door de sluisstand op 10 cm te zetten.

22 maart 2013

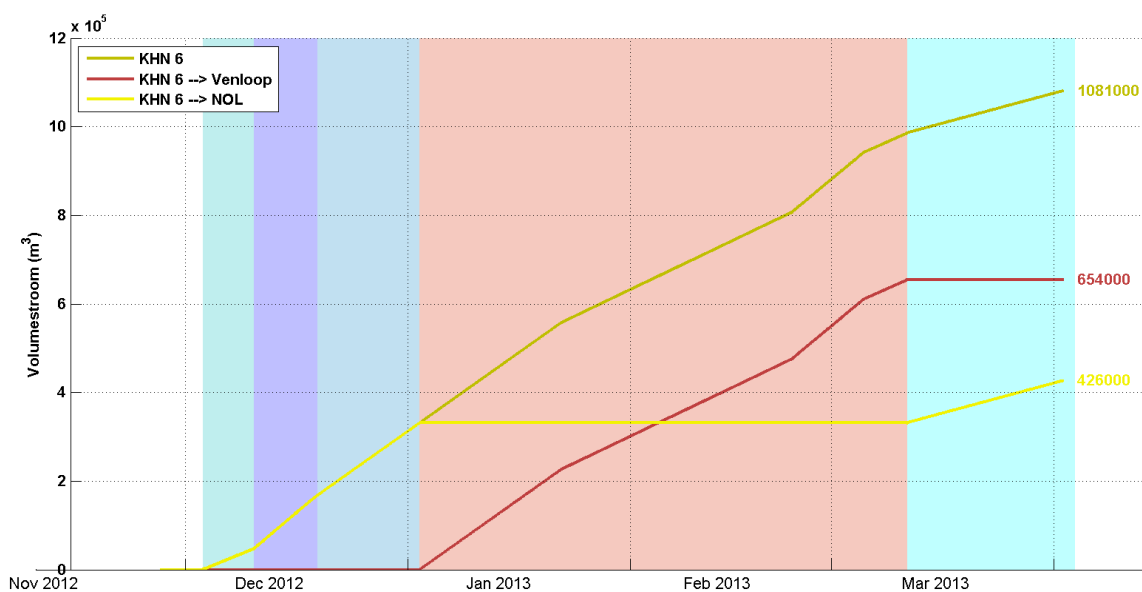
Het peil van de Stapper is inmiddels sterk gedaald. Een verdere aflat van water richting de Nol wordt niet meer wenselijk geacht in verband met het lage peil dat nu reeds bereikt is. Het sluisje vanaf de Stapper wordt om 13:00u afgesloten.

3.6 Afstroming vanaf Stappersven richting De Nol en Venloop

Zoals in de vorige paragraaf is beschreven is de afvoer vanaf het Stappersven deels naar de Nol gestuurd en deels afgestroomd via de Venloop richting de Roosendaalse vaart. In Figuur 16 is weergegeven wanneer de afstroom plaatsvond richting de Nol en wanneer richting de Venloop. In Figuur 17 is de totale volumestroom weergegeven. Beide grafieken starten op 3 december, het moment dat het sluisje van de Stapper weer wordt geopend. Van de voorliggende perioden zijn geen meetgegevens beschikbaar in verband met de vernieling van het meetpunt dat oorspronkelijk oktober 2012 is geplaatst, maar eind november is vernield.



Figuur 16 Debiet sluisje aan de Stapper, met in blauwtinten de perioden dat dit debiet naar de Nol stroomt, in rood de periode dat het water afstroomt naar de Venloop



Figuur 17 Cumulatief volume dat afstroomt door het sluisje aan de Stapper, onderscheiden naar Venloop en De Nol

Uit Figuur 17 is af te lezen dat in de periode van december 2012 tot april 2013 een totaal volume van 1,08 miljoen m³ water is afgestroomd vanuit de Stapper. Hiervan is 650.000 m³ afgestroomd naar de Venloop en 425.000 m³ naar De Nol. Deze afstroming is handmatig geregeld door tijdelijk het afstromende water vanuit het Stappersven om te leiden naar de Venloop. Hiervoor heeft Natuurpunt de oude verbinding vanaf de afloop van de Stapper naar de Venloop weer vrijgemaakt.



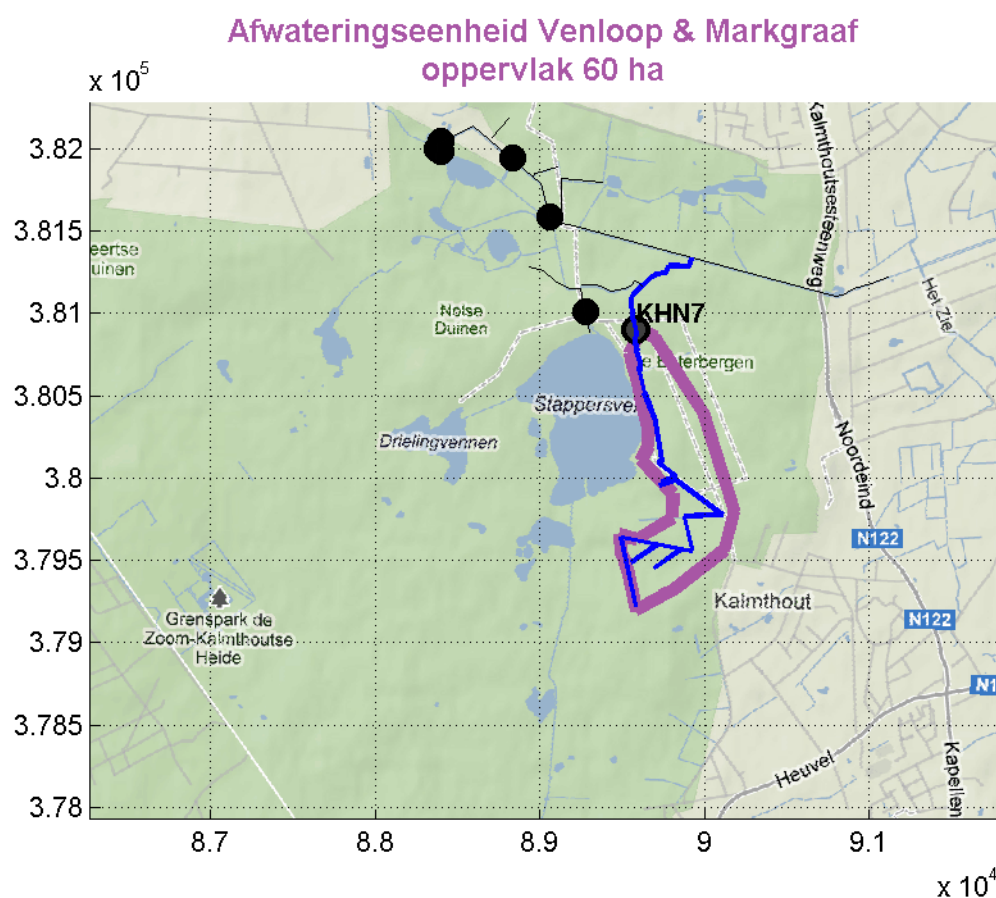
Figuur 18 Vrijmaken afloop van de Stapper naar de Venloop

4 ANALYSE

Voor de analyse van de waterbalansen binnen de Kalmthoutse Heide Noord wordt steeds de periode vanaf 3 december 2012 tot 4 april 2013 beschouwd. Voor de onderbouwing van deze periode wordt verwezen naar paragraaf 3.4.2. In deze periode wordt verondersteld dat het grondwatersysteem van de gebieden binnen de Kalmthoutse Heide nagenoeg verzadigd is en als gevolg daarvan het neerslagoverschot binnen de gedefinieerde vanggebieden ongeveer tot afstroming zal moeten komen.

4.1 Afvoer Venloop en Marktgraaf

In het verleden kon oppervlaktewater vanaf het centrale deel van de Kalmthoutse Heide en vanuit het Stappersven afwateren in oostelijke richting via de Venloop. Natuurpunt heeft in 2011 de grachten die hiervoor verantwoordelijk waren afgedamd. Op dit moment ontwaterd de Venloop dan ook enkel het bovenstrooms gelegen gebied “Marktgraaf” en de directe omgeving van de Venloop, waaronder het lager gelegen gebied dat op oude kaarten wordt aangeduid als de “Kleine Stapper”. In Figuur 19 is de afwateringseenheid weergegeven zoals bepaald voor deze studie (zie paragraaf 3.3)



Figuur 19 Afwateringseenheid Venloop & Marktgraaf

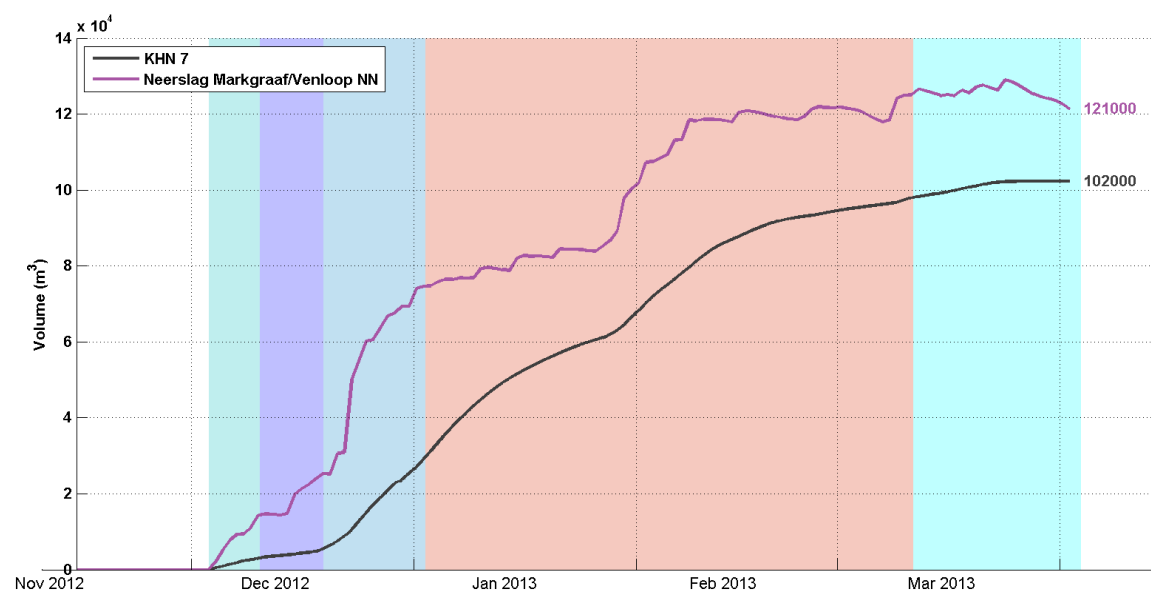
Op basis van de balansperiode van december 2012 tot april 2013 is vastgesteld dat de afvoer in deze periode ongeveer 105.000 m³ is geweest, vergelijkbaar met de effectieve neerslag (neerslag minus verdamping) van 121.000 m³ die in diezelfde periode binnen de gedefinieerde afwateringsenheid is gevallen. Het cumulatieve verloop van de afvoer van de venloop ter plaatse van meetpunt KHN7 laat een enigzins gedempte en vertraagde reactie zien ten opzichte van de effectieve neerslag.



Figuur 20 Zandzakdam 3 meter stroomafwaarts van KHN7 in de Venloop (22-maart-2013)



Figuur 21 KHN7, Venloop (22-maart-2013)



Figuur 22 Cumlatieve afvoer KHN7 in relatie tot de effectieve neerslag

De afwatering via de venloop is als wateroverschot waarschijnlijk niet inzetbaar voor de Groote Meer omdat dit water uitstroomt in de Roosendaalsevaart en van daar verder stroomt in oostelijke richting.



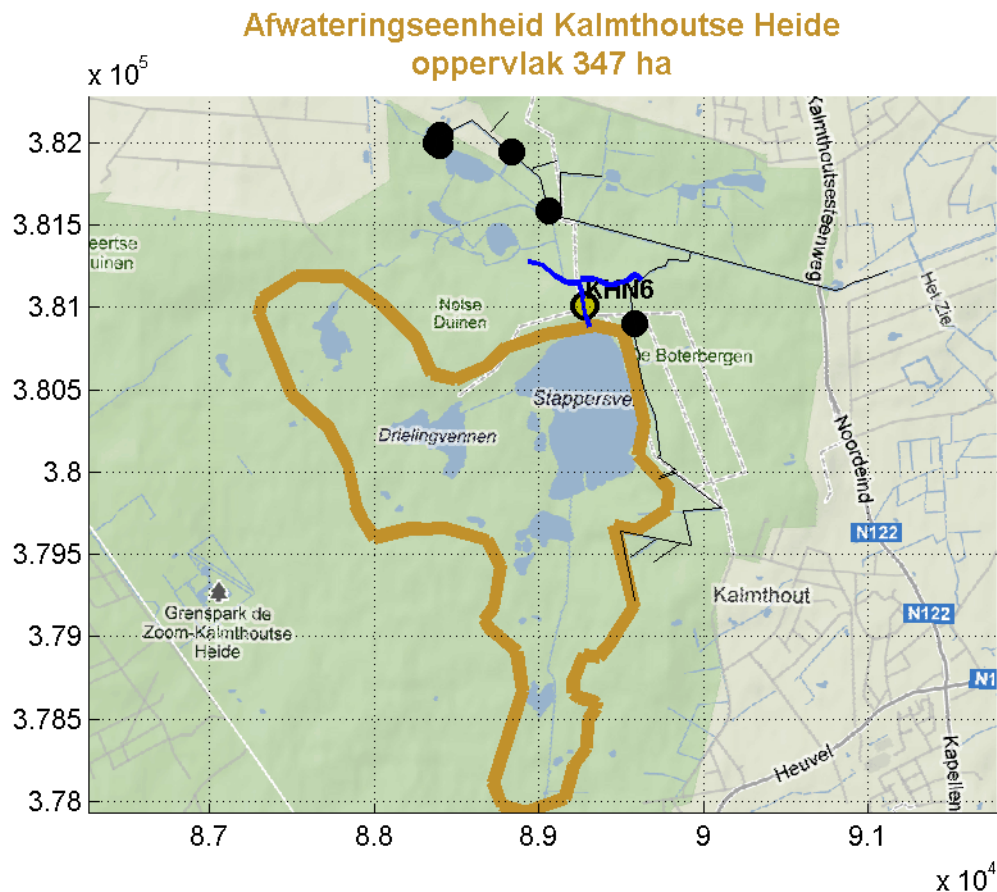
Figuur 23 Afvoer intensiteit ter plaatse van KHN 7 (m³/uur)

De afvoerintensiteit ter plaatse van KHN7 is over het algemeen vrij laag (20m³/uur) maar kan in perioden met veel neerslag oplopen tot 100 m³/uur².

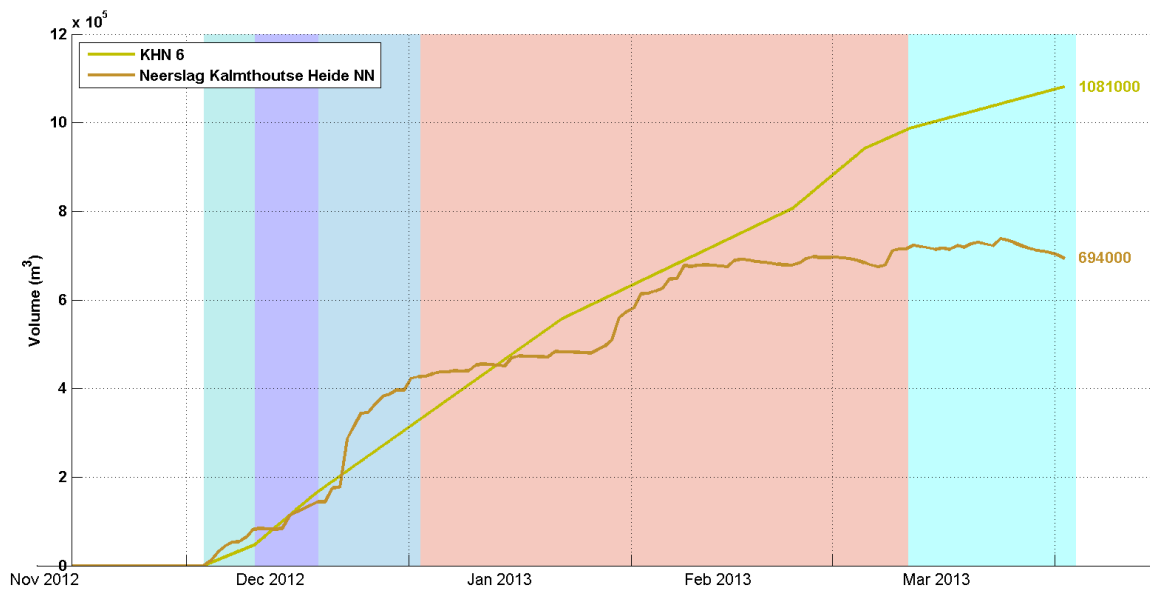
4.2 Afvoer Kalmthoutse Heide Noord

Het oppervlaktewater dat afstroomt vanuit het Stappersven via het sluisje aan de noordzijde van dit ven is afkomstig vanuit het bovenstrooms gelegen centrale deel van de Kalmthoutse Heide, Drielingsvennen en Biezenkuilen. De Biezenkuilen kan ook nog in geringe mate rechtstreeks afwateren richting de Nol met behulp van een stuwte met schotbalken en een duiker onder de verbindingsweg. Binnen deze studie is de afwatering die hier plaatsvindt niet meegenomen gezien de, in verhouding, geringe hoeveelheid die hiermee gemoeid is. Opgemerkt moet worden dat de omvang van het vanggebied zeer onzeker is en dat de precieze begrenzing hiervan lastig is vast te stellen. In Figuur 25 is de afwateringseenheid Kalmthoutse Heide weergegeven zoals bepaald voor deze studie (zie paragraaf 3.3)

² Deze berekende 100 m³/uur kent onzekerheid omdat er geen handmatige debietmetingen zijn uitgevoerd bij hoge afvoeren.



Figuur 24 Afwateringseenheid Kalmthoutse Heide & Stappersven



Figuur 25 Afwateringseenheid Kalmthoutse Heide

Op basis van de balansperiode van december 2012 tot april 2013 is vastgesteld dat de afvoer ter plaatse van het sluisje in deze periode ongeveer 1.080.000 m³ is geweest. De effectieve neerslag (neerslag minus verdamping) op de gedefinieerde afwateringseenheid van de Kalmthoutse Heide bedroeg bij benadering 694.000 m³. De afvoer vanuit het Stappersven overstijgt dus de effectieve aanvulling en is afkomstig uit een vermindering van het volume geborgen water in het Stappersven en het

grondwatersysteem rondom het Stappersven. Uit Figuur 25 kan bij benadering worden geschat dat 380.000 m³ van de gemeten afvoer afkomstig is vanuit de vermindering van de berging in het Stappersven. Deze verminderde berging komt tot uiting in het dalen van het venpeil.



Figuur 26 Uitstroom aan sluisje van het Stappersven (18-dec-2012)

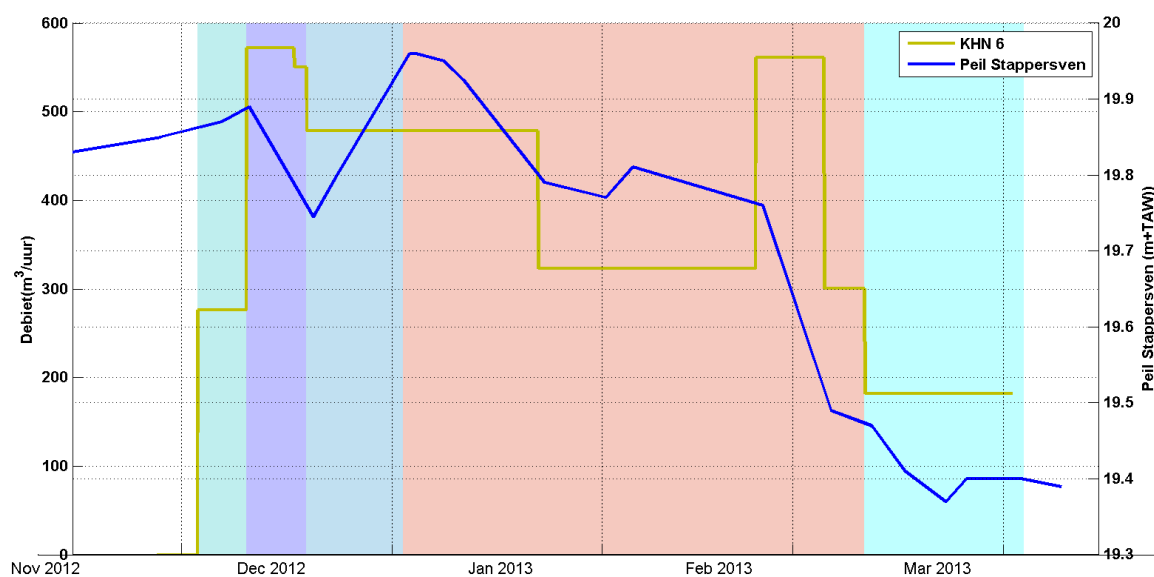


Figuur 27 KHN6, kijkrichting stroomafwaarts richting nieuwe Duiker naar De Nol (18-dec-2012)



Figuur 28 Uitstroom duiker naar De Nol (18-dec-2012)

De afname van het volume berging in het Stappersven is zichtbaar in het peilverloop van het Stappersven. In Figuur 29 is zichtbaar dat het peil van het Stappersven in totaal met 59 cm is afgenomen ten opzichte van de maximaal gemeten stand. Uitgaande van een gemiddelde oppervlakte van het Stappersven van 40 ha is een volume van 236.000 m³ weggestroomt uit het Stappersven. De resterende 150.000 m³ is bij benadering onttrokken aan het ondiepe grondwater in de omgeving van het Stappersven. Het lager ingestelde venpeil zal grondwaterstanden in de omgeving van het Stappersven hebben verlaagd. Gegevens (grondwaterstandsopnamen) waarmee een inschatting kan worden gemaakt van de wegzijgingscomponent op de Kalmthoutse Heide ontbreken.



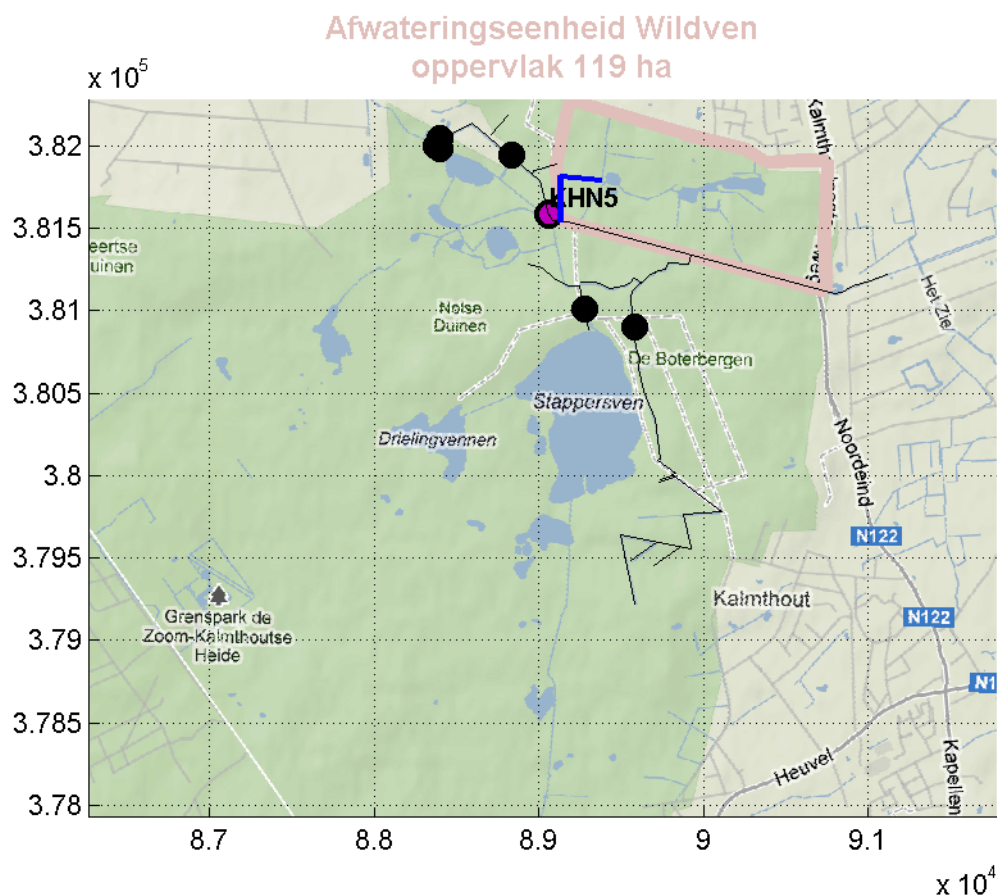
Figuur 29 Afvoer intensiteit sluisje Stapper en Peilverloop Stappersven gedurende balansperiode

De afvoerintensiteit ter plaatse van KHN6 is gedurende de balansperiode tot maximaal ongeveer 575 m³/uur begrenst. Het sluisje heeft dan ook bijna niet volledig open

gestaan, uitgezonderd gedurende 20 minuten op 10 december. Bij benadering is voor die korte periode een afvoer van 1000 m³/uur geschat.

4.3 Afvoer vanuit het landgoed Wildven

Het terrein is privé eigendom en over de afwateringsmiddelen binnen dit landgoed is nagenoeg niets bekend. Gedurende de gehele winterperiode is er een kleine basisafvoer aanwezig dat vanuit dit Landgoed via een duiker onder de Nolse Baan (nabij de Boswachterswoning naar de Moervaart stroomt. Het debiet dat wordt gemeten er hoogte van KHN4 is dan ook voornamelijk bepaald door de afvoer vanuit het Wildven en omgeving. In Figuur 30 is de afwateringseenheid (oppervlak 119 ha) weergegeven zoals bepaald voor deze studie (zie paragraaf 3.3).

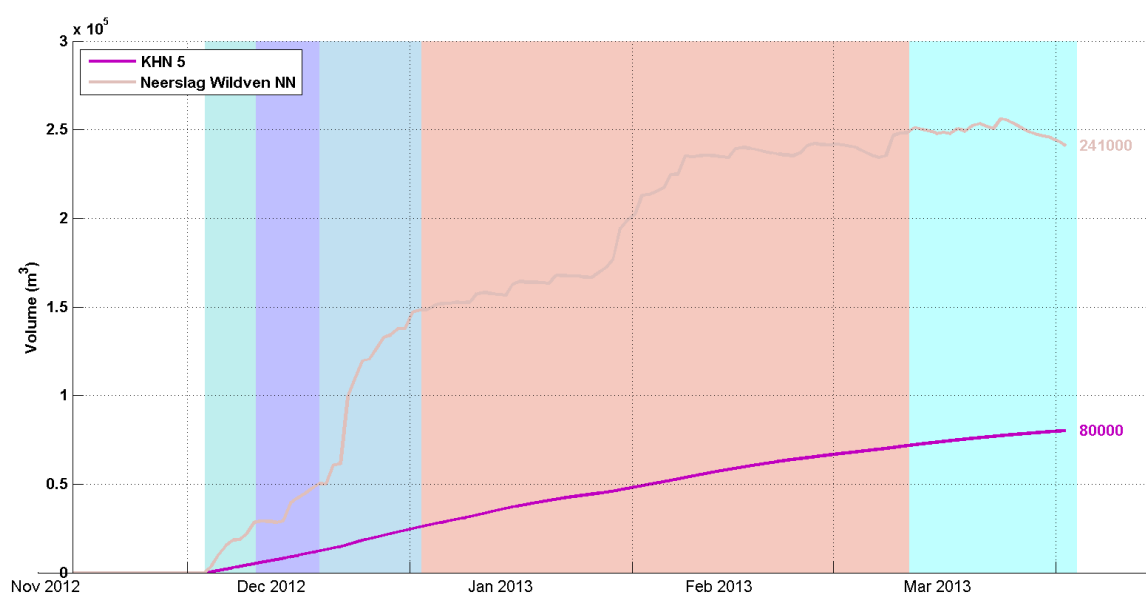


Figuur 30 Afwateringseenheid Wildven en omgeving

Op basis van de balansperiode van december 2012 tot april 2013 is vastgesteld dat de afvoer in deze periode ongeveer 80.000 m³ is geweest, vergelijkbaar met de effectieve neerslag (neerslag minus verdamping) van 241.000 m³ is slechts een derde deel hiervan afgestroomd richting de Moervaart. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat een belangrijk deel van het neerslagoverschot via een andere route afwatert. Waarschijnlijk zal een belangrijk deel van de afwatering meer oostelijk plaatsvinden en afstromen in de Roosendaalse Vaart. Inmiddels zijn er ook signalen van wateroverlast, dus berging op het domein zelf kan ook een rol spelen.



Figuur 31 KHN5, nabij boswachterswoning, kijkrichting stroomopwaarts



Figuur 32 Cumulatieve afvoer KHN5 in relatie tot de effectieve neerslag

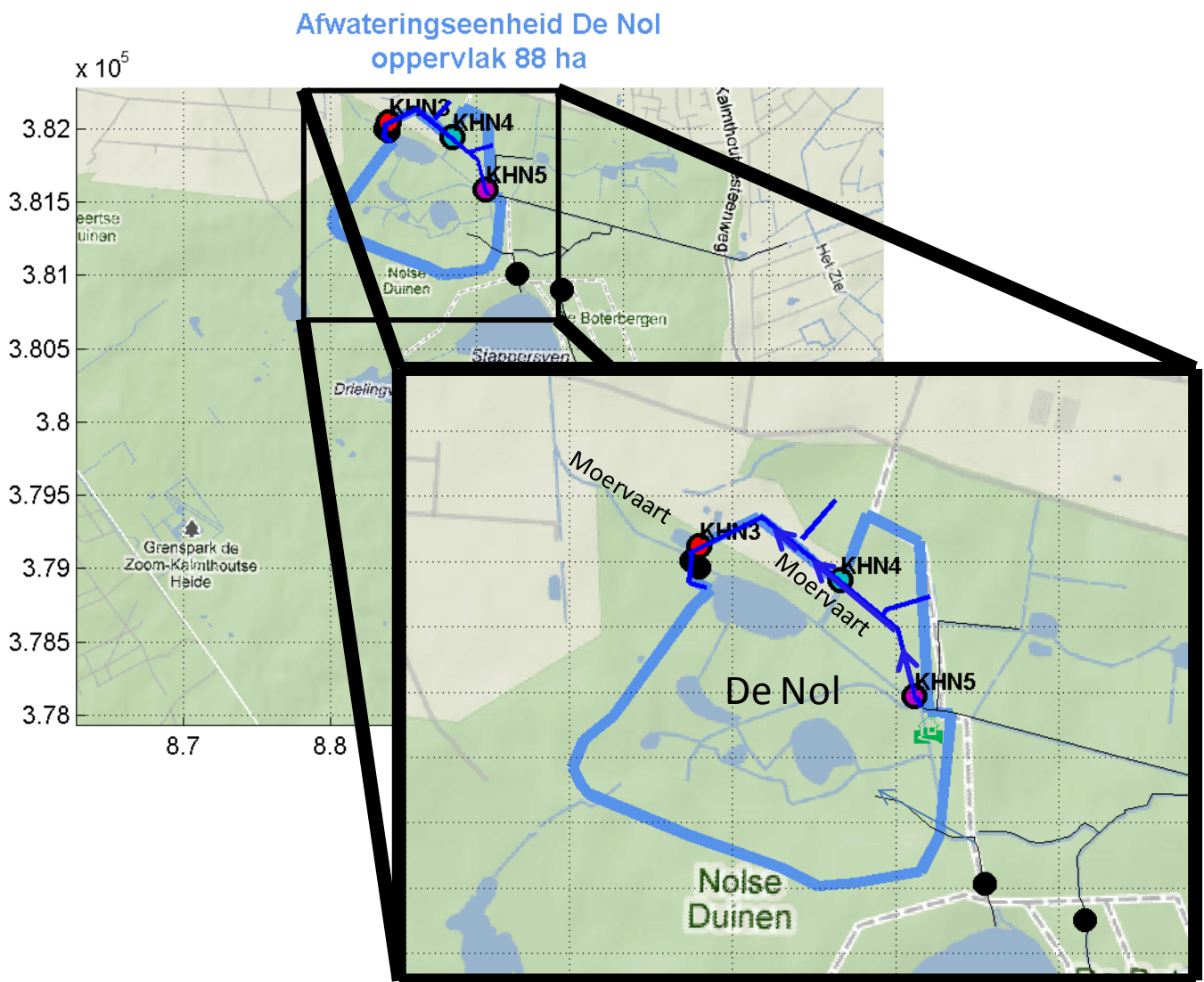


Figuur 33 Afvoer intensiteit ter plaatse van KHN 5 (ter hoogte Boswachterswoning)

De afvoerintensiteit ter plaatse van KHN5 is over het algemeen vrij laag, gemiddeld ongeveer 25 m³/uur, maar wel behoorlijk constant in de tijd. De redelijk constante afvoer bevestigt het beeld dat er ook via andere grachten water uit dit domein wordt afgevoerd, ook de piekneerslagen, –afvoeren, zullen waarschijnlijk via ander grachten plaatsvinden.

4.4 Afvoer langs noordzijde De Nol

Het wateroverschot vanuit de Nol komt uiteindelijk aan de noordzijde van de Nol terecht in de Moervaart en aan de westelijke zijde van De Nol in de “gracht Smeyers” die uiteindelijk ook uitstroomt in de Moervaart. Het wateroverschot van de Nol bestond de afgelopen winterperiode uit de neerslag en de toevoer vanuit het Stappersven. In Figuur 34 is de afwateringseenheid (oppervlak 88 ha) weergegeven zoals bepaald voor deze studie (zie paragraaf 3.3).



Figuur 34 Afwateringseenheid De Nol met afvoer langs noordzijde



**Figuur 35 KHN5,
Boswachterswoning, kijkrichting
stroomopwaarts**

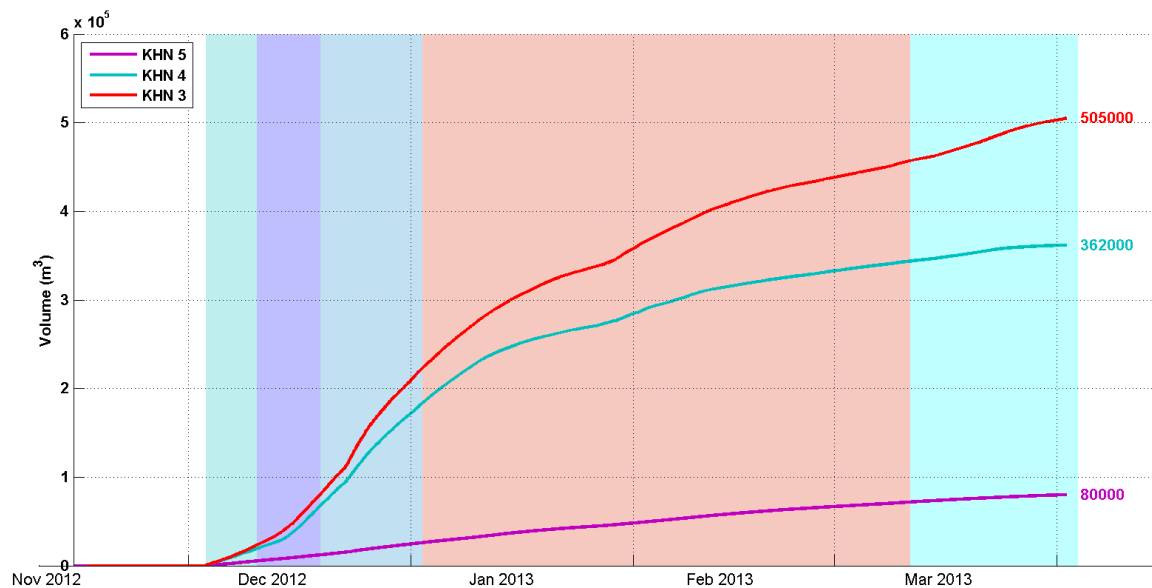


**Figuur 36 KHN4,
Verlengde van Nolsebaan,
Kijkrichting stroomafwaarts
(boven), stroomopwaarts (onder)**

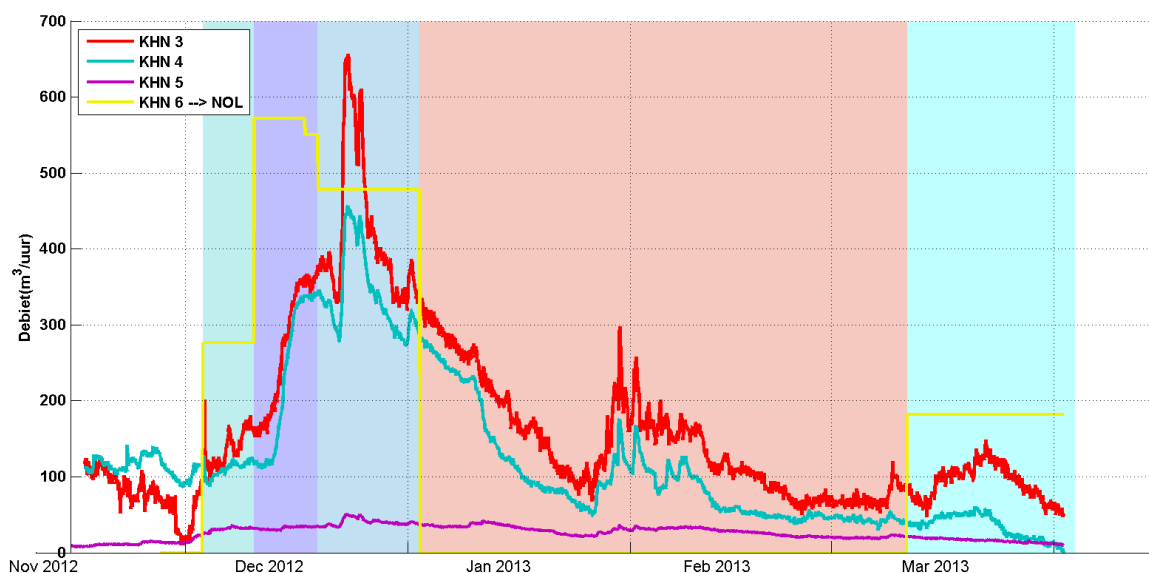


**Figuur 37 KHN3,
nabij de duiker op terrein Pidpa,
kijkrichting stroomopwaarts**

Uit de (Figuur 38) blijkt dat tussen de Boswachterswoning het meetpunt KHN4 (gelegen in het verlengde van de Nolsebaan) de afvoer van de Moerse vaart met 280.000 m³ toeneemt. Dit volume is voor een groot deel afkomstig vanuit het ten zuiden van de moervaart gelegen gebied (De Nol). Een belangrijk deel van de volumestroom die hier in de Moervaart stroomt heeft als bron de inlaat van het water vanuit het Stappersven in de periode van 3 december 2102 tot begin januari 2013. De overmaat van toevoer die in deze periode plaatsvindt is in Figuur 39 goed zichtbaar. De afvoer ter plaatse van KH4 neemt eerst langzaam toe tot ongeveer 10 december. In deze periode raakt de Nol meer en meer verzadigd. Vanaf 10 december wordt de afvoer van het Stappersven richting de Nol fors verhoogd. Deze toevoer van water zoekt haar weg door de Nol, en ondervindt daarbij de nodige weerstand. Het duurt dan ook enkele dagen voordat deze verhoogde toevoer de noordzijde van de Nol bereikt en afstroomt in de Moervaart. Het debiet ter plaatse van KHN4 en het stroomafwaarts daarvan gelegen meetpunt KHN3 neemt in de periode tot 19 december spectaculair toe en bereikt dan een nieuwe evenwichtssituatie. Vervolgens krijgen we de zware neerslag van 23 december welke tot een extreme piekafvoer leidt, met debieten van meer dan 400 m³/uur ter plaatse van KHN4.



Figuur 38 Ontwikkeling van het afstromende volume langs de noordzijde van de Nol



Figuur 39 Afvoerintensiteiten aan de noordzijde van de Nol in de Moervaart, inclusief de toevoer vanuit Stappersven.

Doordat de toevoer vanuit het Stappersven naar de Nol begin januari wordt stilgelegd, daalt de afvoerintensiteit. De Nol loopt als het ware leeg. De afvoerintensiteit neemt tot eind januari af naar 100 m³/uur en lijkt zich daar te stabiliseren. De daarop volgende neerslagperiode in februari 2012 zorgt voor een duidelijke toename van de afvoer met intensiteiten tot 200 m³/uur.

4.5 Afvoer via westzijde De Nol

Aan de westzijde van de Nol is een historische gracht aanwezig welke in het verleden een belangrijke afwaterende functie had voor de Nol. Begin jaren '70 is in deze afwateringsgracht een stuw geplaatst als maatregel om de verdroging van de Nol tegen te gaan als gevolg van het opstarten van de grondwaterwinning door de Pidpa. Deze locatie is in de volksmond bekend als "sluisje De Nol" (Figuur 40 en Figuur 41).



**Figuur 40 Sluisje De Nol (KHN1),
kijkrichting stroomafwaarts
(29-nov-2012)**



**Figuur 41 Sluisje De Nol (KHN1), kijkrichting
stroomopwaarts (18-dec-2012)**



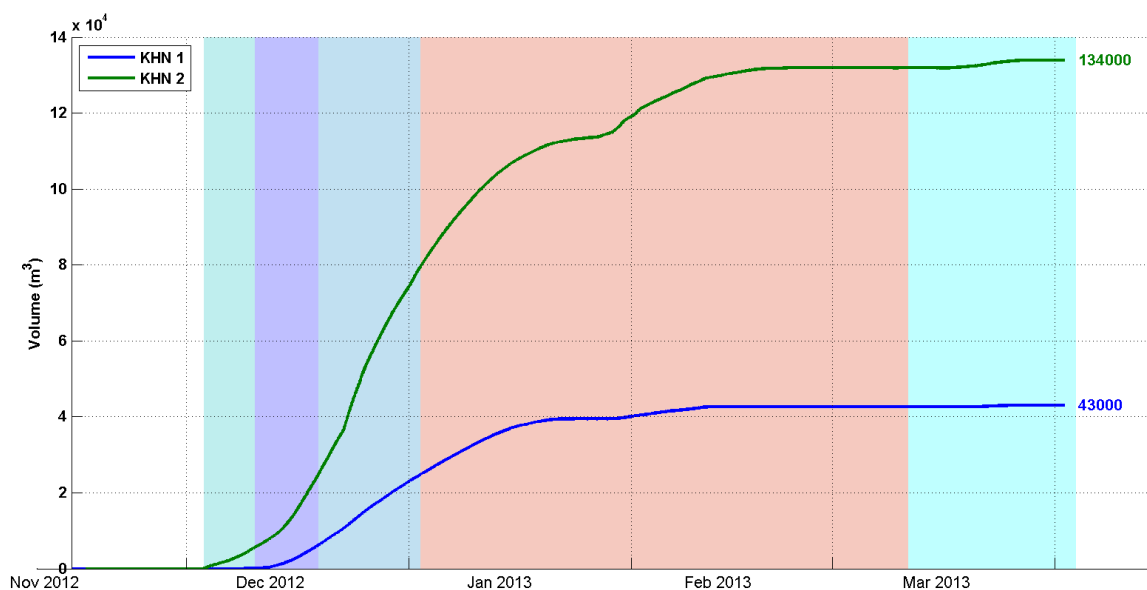
Figuur 42 Afwateringseenheid De Nol met afvoer aan westzijde

Met het meetpunt KHN1 is zo goed mogelijk gepoogd de afstroming van het sluisje de Nol te registreren. Dit bleek in de praktijk lastig omdat er bij hoge standen van de Nol afvoer optrad over het maaiveld en ook langs de sluisconstructie.

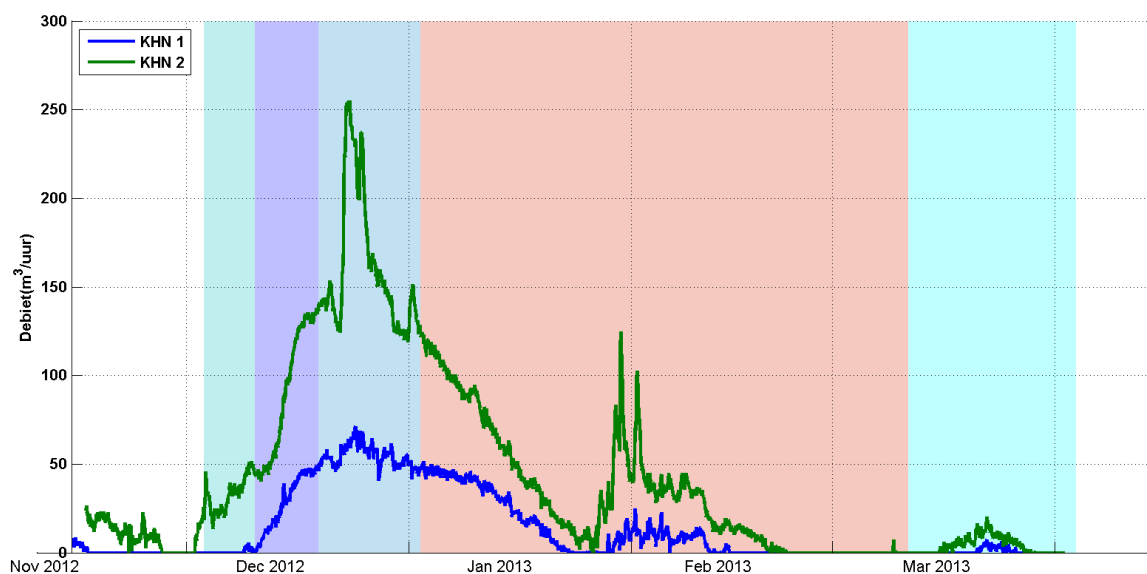


Met het meetpunt KHN2 (Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.) is de afvoer ingeschat zoals deze optreedt in de Sloot Smeyers. Deze gracht ontvangt water vanuit het Sluisje de Nol, drainagewater vanuit de Nol als ook drainagewater vanuit de landbouwpercelen ten westen van deze watergang. Het meten van debieten in deze watergang bleek ter plaatse van KHN2 erg lastig. Bij lage debieten was het doorstroomde profiel nog van een dusdanige omvang dat de stroomsnelheid erg laag was, terwijl bij hoge afvoeren er een duidelijke voorkeur van stroming waarneembaar was in een deel van het doorstroomde profiel. Bij de interpretatie van de in Figuur 44 en Figuur 45 weergegeven volumes en debieten moet met deze onzekerheid rekening worden gehouden.

Figuur 43 KHN2, gracht Smeyers



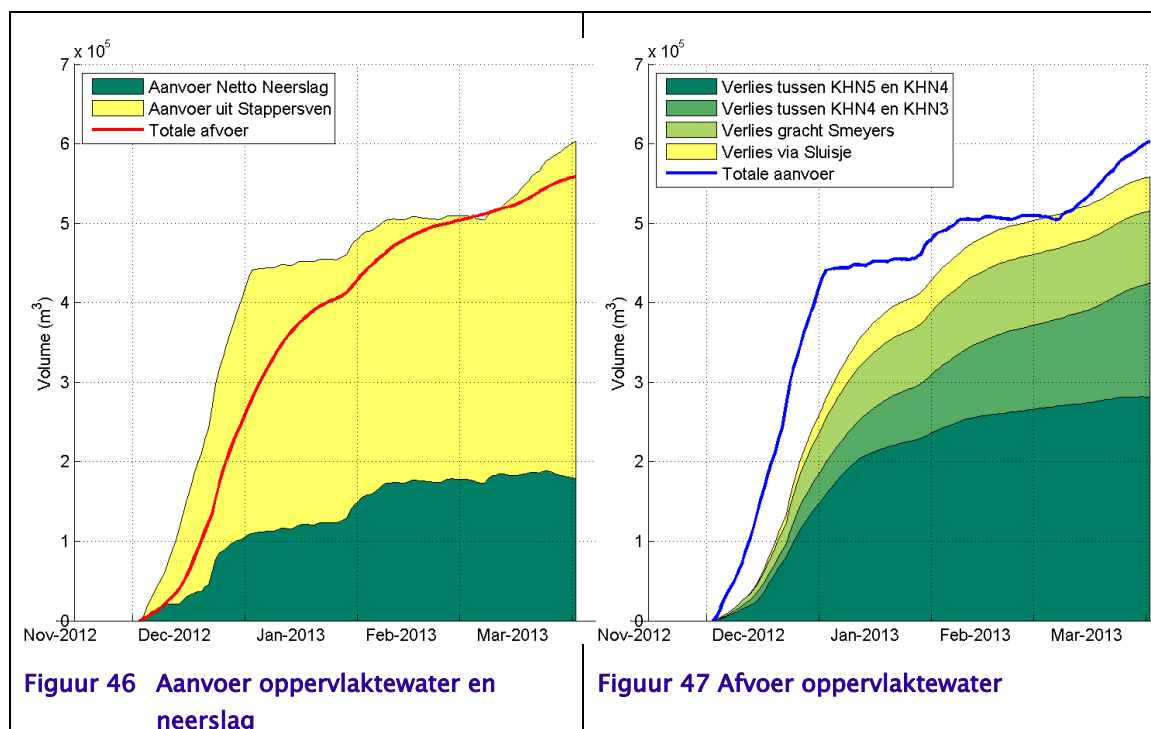
Figuur 44 Afgestroomd volume water aan de westzijde van de Nol



Figuur 45 Afvoerintensiteiten aan de westzijde van de Nol

4.6 Beperkte waterbalans van De Nol

De belangrijkste in- en uitstromende hoeveelheden zijn met behulp van de uitgevoerde metingen bepaald. In Figuur 46 en Figuur 47 zijn deze termen weergegeven. De instroom en uitstroom is wat orde grootte van dezelfde orde.



Het betreft hier geen volledige analyse van de waterbalans, belangrijke termen ontbreken, zoals de berging van water binnen de Nol en de wegzijging naar de diepe ondergrond. Het is dan ook niet verwonderlijk dat er verschillen zijn tussen de totale aanvoer en afvoer. Desondanks wordt de figuren duidelijk dat de aanvoer vanuit het Stappersven behoorlijk dominant is geweest gedurende de balansperiode. Deze aanvoer is over de periode van 3 december tot april 2013 ongeveer twee maal groter dan de netto aanvulling vanuit de neerslag. Zeker als in aanmerking wordt genomen dat deze aanvoer voor een belangrijk deel maar in één maand is gerealiseerd. Ongeveer de helft van deze aanvoer komt juist iets stroomopwaarts van meetpunt KHN4 tot afstroming in de Moervaart. Op 18 december is deze aanvoer gelokaliseerd (zie Figuur 48 en Figuur 49). Op deze locatie is een bres aanwezig in de “dijk” die vanaf de boswachterswoning evenwijdig loopt met de Moervaart en zich aan de zijde van de Nol bevindt. Deze “dijk” is een zandwal die mede is opgebouwd met de uitkomende grond van de gegraven Moervaart.



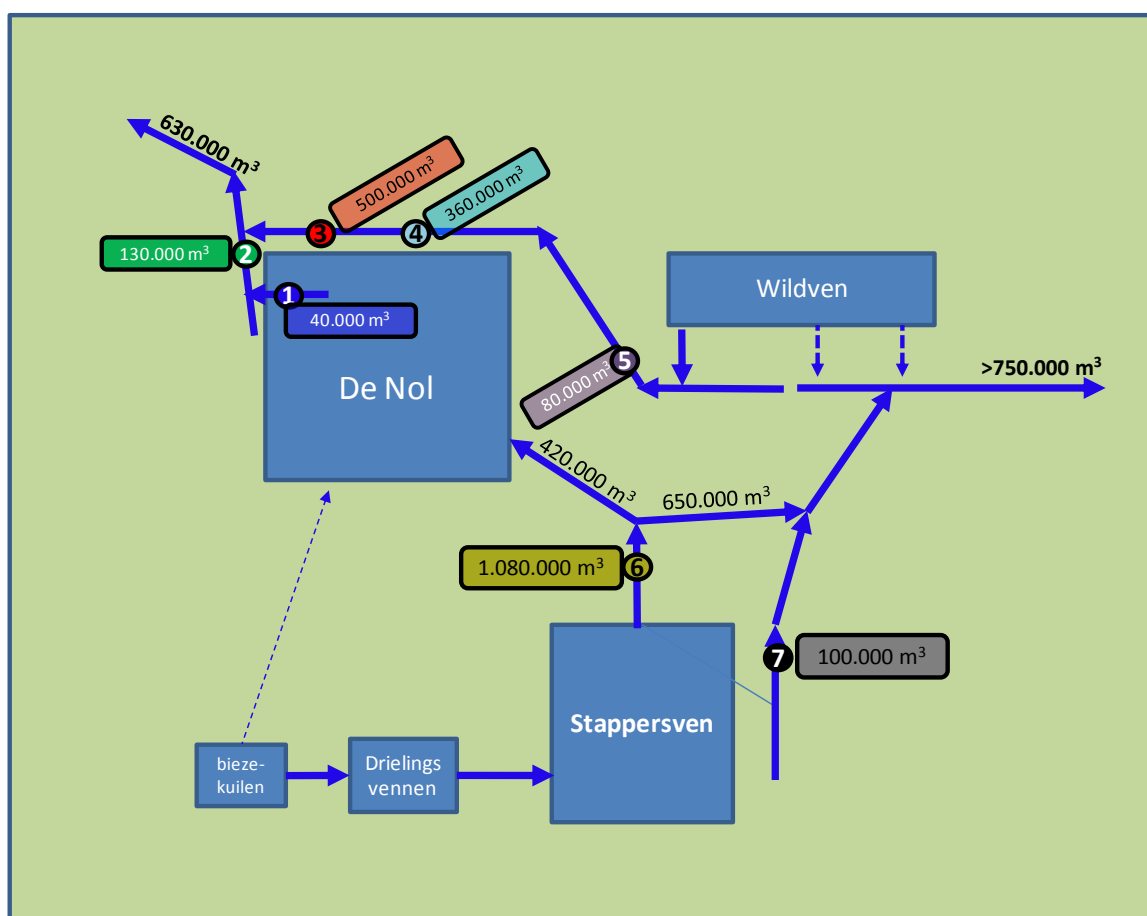
Figuur 48 Locatie van de bres in de zanddijk waardoor veel water uit de Nol stroomt



Figuur 49 Foto, van uitstromende water ter plaatse van de bres in de zanddijk (18-december 2012)

4.7 Samenvatting waterkwantiteit

In onderstaande Figuur 50 is het wateroverschot van de afgelopen winter (december 2012 tot april 2013) samengevat. Het totale wateroverschot bedroeg in deze periode 1,4 miljoen m³. Hiervan is 630.000 m³ afgevoerd via de Moervaart en ongeveer 750.000 m³ via de Roosendaalsevaart.



Figuur 50 Samenvatting wateroverschot

Het wateroverschot vanuit het Stappersven is ongeveer 1,1 miljoen m³ hiervan is 650.000 afgevoerd in oostelijke richting (Roosendaalsevaart) en 420.000 in westelijke richting (Nol/Moervaart).

4.8 Kwaliteit van het afstromende water

De waterkwaliteit van het afstromende water uit de Kalmthoutse Heide Noord is een tweede een zeer bepalende factor voor de inzet van het wateroverschot binnen het Grenspark en dan in het bijzonder De Groote Meer.

De waterkwaliteitseisen die worden gesteld aan de Natura2000 doelen van de Groote Meer zijn in onderstaande tabel weergegeven. Het Natura2000 doel van De Groote Meer is gericht op behoud en herstel van een zwak gebufferd ven, met mogelijk op (zeer lange termijn) een verder verbetering naar een zeer zwak gebufferd ven.

De kwaliteitseisen zijn in Figuur 51 vermeld, inclusief de beschrijving zoals weergegeven in de najaarsrapportage 2010, zoals opgesteld in het kader van het convenant Brabantse Wal.

De in Arts *et al.*, (2001) genoemde kwaliteitsparameters zijn zodanig de meest belangrijke voor toetsing van het effect van de maatregelen uit het convenant. Deze parameters en de bijbehorende doelstellingen zijn benoemd in Tabel 3.2. De overige voor de Groote Meer geldende normen en doelstellingen voor oppervlaktewaterkwaliteit zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 3.2
Doelstellingen fysisch-chemische waterkwaliteit Groote Meer waaraan in het convenant wordt gerefereerd. De doelstellingen gelden voor zomergemiddelde waarden (april t/m september).

Parameter	Periode tot 2010: zwak gebufferd ven of GEP	Waarde/range	Herkomst	Ambitie langere termijn: zeer zwak gebufferd ven	Waarde/range	Herkomst
Zuurgraad (pH)	4,0-7,5 (GEP)		SGBP 2009	5,0-6,5		Arts <i>et al.</i> , 2001
Alkaliniteit (Meq/l)	0,1-0,5		Monitoringsplan*	0,1-0,3		Arts <i>et al.</i> , 2001
Totaal fosfor (mg P/l)	≤0,1 (GEP)		SGBP 2009			
Ortho-fosfaat (mg P/l)				< 0,015		Arts <i>et al.</i> , 2001
Totaal stikstof (mg N/l)	≤2,0 (GEP)		SGBP 2009			
Nitraat-N (mg N/l)				< 0,15		Arts <i>et al.</i> , 2001
Sulfaat (mg/l)	< 30		Monitoringsplan*	< 15		Arts <i>et al.</i> , 2001

* In het monitoringsplan zijn de doelstellingen voor een zwak gebufferd ven, zoals benoemd in Arts *et al.* (2001), in overleg met een afvaardiging uit de werkgroep monitoring (o.a. Waterschap Brabantse Delta) enigszins aangepast. Deze aangepaste doelstellingen worden tot 2015 gehanteerd. Arts *et al.* (2001) stellen voor alkaliniteit een doelstelling van 0,3-1,0 meq/l voor, waarbij zij voor geëutrofiëerde vennen aanbevelen de doelstelling te verlagen tot 0,1-0,3 meq/l. Voor sulfaat wordt een doelstelling van < 15 mg/l aanbevolen.

Figuur 51 Waterkwaliteit doelstellingen Groote Meer

Tabel 4 Waterkwaliteit Westzijde De Nol

		Code:	PHUY90KHN1				PHUY90KHN2			
			Opp.water sluisje De Nol				Opp.water sloot Smeyers-De Nol			
		Jaar:	2012	2013			2012	2013		
		dag:	6-12	11-1	2-4	8-5	6-12	11-1	2-4	8-5
		Norm								
Zuurgraad	pH	4,0 - 7,5	4,8	4,41	4,44	4,61	5,8	4,65	5,66	5,98
Sulfaat	mg/l SO ₄	<30	4	3	4	<1	29	4	13	8
Totaal fosfaat	mg/l P	< 0,1	0,019	0,036	0,036	0,033	0,046	0,038	0,034	0,071
Totaal N	mg/l N	<2	#N/A	0,9	1,3	1,4	23,3	1,8	5,1	2,9
Alkaniteit	Meq/l	0,1-0,5	0,08	<0,08	<0,08	<0,08	0,70	<0,08	0,30	0,56

Aan de westzijde van de Nol heeft het uitstromende water vanuit het sluisje de Nol een prima waterkwaliteit, waarbij alleen de alkaniteit mogelijk iets te laag is. Bij meetpunt KHN2 is duidelijk de invloed vanuit de landbouwpercelen zichtbaar. Hier worden overschrijdingen gemeten stikstof en alkaniteit. De goede kwaliteit in januari en februari 2013 houdt verband met het overschot aan aangevoerd water vanuit het Stappersven richting de Nol.

Tabel 5 Waterkwaliteit noordzijde De Nol

		Code:	PHUY90KHN3				PHUY90KHN4				PHUY90KHN5			
			Opp.water Moervaart ter hoogte Pidpa				Opp.water Moervaart ter hoogte Nolse Baan				Opp.water Moervaart ter hoogte Boswachterswoning			
		Jaar:	2012	2013			2012	2013			2012	2013		
		dag:	6-12	11-1	2-4	8-5	6-12	11-1	2-4	8-5	6-12	11-1	2-4	8-5
		Norm												
Zuurgraad	pH	4,0 - 7,5	5,7	5,06	5,71	6,33	4,9	4,39	4,52	4,51	4,4	4,42	4,52	4,63
Sulfaat	mg/l SO ₄	<30	6	5	6	1	1	4	9	11	1	8	10	11
Totaal fosfaat	mg/l P	< 0,1	0,057	0,045	0,023	0,060	0,079	0,049	0,052	0,079	0,036	0,062	0,035	0,049
Totaal N	mg/l N	<2	#N/A	1,0	0,9	2,4	#N/A	1,1	1,1	1,5	#N/A	1,2	1,2	1,4
Alkaniteit	Meq/l	0,1-0,5	0,19	0,10	0,17	0,97	0,10	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08

Aan de noordzijde van de Nol is over het algemeen sprake van een uitstekende waterkwaliteit. Ter hoogte van KHN3 wordt in mei een overschrijding van de norm voor alkaniteit gemeten en ook valt op dat de pH over het algemeen aan de hoge kant is. Ook hier geldt dat deze effecten op de waterkwaliteit hun oorsprong vinden in het aandeel water dat afkomstig is vanuit aangrenzende landbouwpercelen.

Ter hoogte van KHN4 wordt een zeer goede waterkwaliteit gemeten, waarbij alleen de lage waarden voor alkaniteit aandacht vraagt gezien de lage waarden hiervoor.

Tabel 6 Waterkwaliteit afloop Stapper en Venloop

		Code:	PHUY90KHN6				PHUY90KHN7			
			Opp.water Afloop Stapper				Opp.water Venloop ter hoogte Kromme Dreef			
		Jaar:	2012	2013			2012	2013		
		dag:	6-12	11-1	2-4	8-5	6-12	11-1	2-4	8-5
		Norm								
Zuurgraad	pH	4,0 - 7,5	4,5	4,45	4,78	4,86	4,4	4,24	4,32	4,27
Sulfaat	mg/l SO ₄	<30	8	5	3	<1	10	<1	10	7
Totaal fosfaat	mg/l P	< 0,1	0,094	0,071	0,431	0,286	0,076	0,073	0,039	0,134
Totaal N	mg/l N	<2	#N/A	0,9	3,0	4,3	#N/A	1,1	1,1	2,5
Alkaniteit	Meq/l	0,1-0,5	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08	<0,08

De waterkwaliteit van de afloop van de Stapper is zeer goed van kwaliteit, uitgezonderd de metingen vanaf 2 april 2013. Hierbij moet worden opgemerkt dat reeds vanaf 22 maart 2013 geen water meer vanuit het Stappersven werd afgelaten. De monsternamen heeft daarom plaatsgevonden juist stroomopwaarts van het sluisje van het Stappersven. Door de lage stand van het Stappersven is tijdens monsternamen waargenomen dat de waterbodem met slib en bladeren droog is gevallen. Als gevolg hiervan ligt het voor de hand dat mineralisatie optreedt.

De afloop van de Venloop laat eveneens een goede waterkwaliteit zien. Ook hier neemt de concentraties fosfaat en stikstof toe zodra de Venloop en het bovenstroomse deel begint droog te vallen.

Conclusie

Op basis van de waterkwaliteitsgegevens mag worden geconcludeerd dat de waterkwaliteit over het algemeen zeer goed voldoet op die locaties waar de invloed van landbouw minimaal is (KHN1, KHN6, KHN5 en KHN4). Aandachtspunten vormen de alkaniteit die over het algemeen laag is als ook de toename van fosfaat en stikstof zodra er droogval van waterlopen en venbodems (Stappersven & Venloop) optreedt.

5 REEËL WATEROVERSCHOT 2012–2013

5.1 Locatiekeuze inname wateroverschot

In beginsel komen de locaties KHN1 t/m KHN4 in aanmerking als mogelijke locatie voor het innemen van wateroverschot. Deze locaties bevinden zich aan het einde van het watersysteem van het noordelijke deel van het Grenspark, een belangrijk uitgangspunt en voorwaarde. Water dat op deze punten afstroomt verlaat definitief het grenspark en zal zich vrij snel vermengen met landbouwwater.

Bepalend voor de locatiekeuze van een eventueel waterinname punt spelen meerdere aspecten een rol. In deze rapportage beperken we ons tot de volgende:

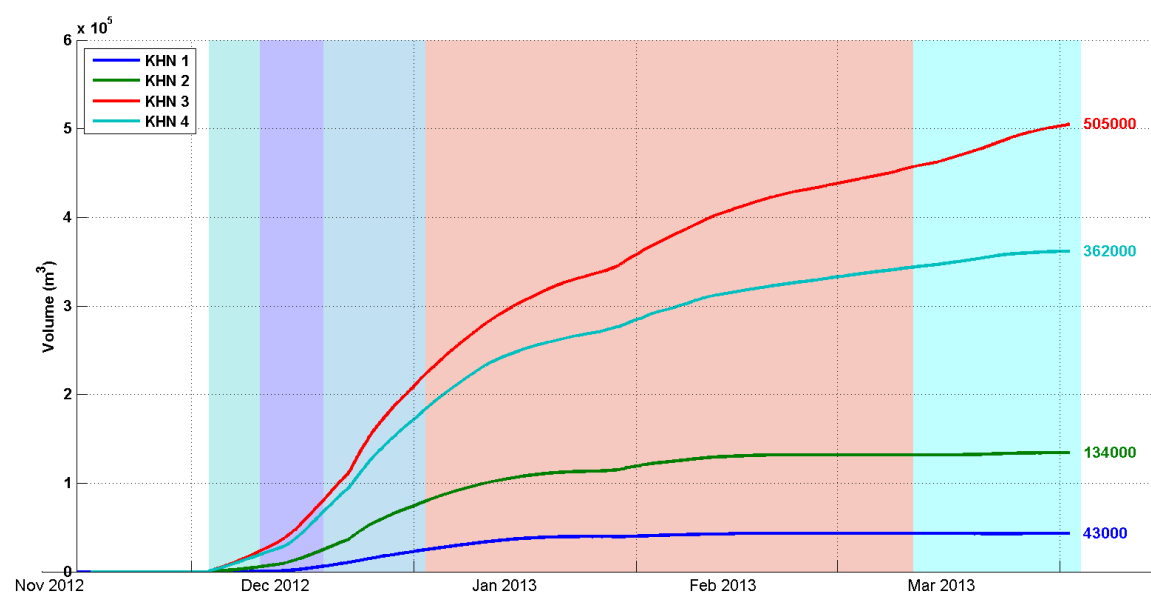
- Waterkwaliteit
- Waterhoeveelheid

Waterkwaliteit

Op basis van de waterkwaliteitsmetingen kan worden geconcludeerd dat inname ter hoogte van KHN2 (sloot Smeyers) niet geschikt is. Ter hoogte van KHN3 (duiker Pidpa) kan mogelijk wel een groot deel van het winterseizoen water worden ingenomen, maar de invloed van landbouwwater uit aangrenzende landbouwpercelen vormt hier een risico, waardoor deze innamelocatie minder geschikt wordt geacht.

Waterkwantiteit

Op basis van het tweede criterium, waterkwantiteit, valt het meetpunt KHN1 eigenlijk af. De afvoer via het Sluisje aan de Nolse vaart is ongeveer 10% van de afvoer via de Moervaart aan de noordzijde. In Figuur 52 is dit geïllustreerd.



Figuur 52 Verhoudingen afvoeren wateroverschot aan De Nol

De meest voor de hand liggende innamelocatie van het wateroverschot van de Kalmthoutse Heide Noord is daarmee gelegen nabij het meetpunt KHN4.

5.2 Schatting reëel wateroverschot 2012–2013

De hoeveelheid afstromend water vanuit de Nol is in de afgelopen winterperiode, zoals reeds eerder aangegeven, zeer bepaald door de grote toevoer vanuit het Stappersven. De in paragraaf 4.4 en 4.5 vastgestelde afvoeren in de omgeving van De Nol zijn dan ook niet representatief voor mogelijk toekomstige winterseizoenen.

Gedurende de winterperiode 2012–2013 is voor Natuurpunt duidelijk geworden dat een volledige afvoer van het wateroverschot vanuit het Stappersven door de Nol niet wenselijk is. De standen in de Nol gaan als gevolg van deze toevoer zover omhoog dat dit een bedreiging vormt voor fauna binnen de Nol, en de adderpopulatie in het bijzonder. Voor de bepaling van een representatief wateroverschot rond de Nol, horende bij het neerslagkarakter van afgelopen winter moet dan ook worden gecorrigeerd voor de overmatige toevoer vanuit het Stappersven.

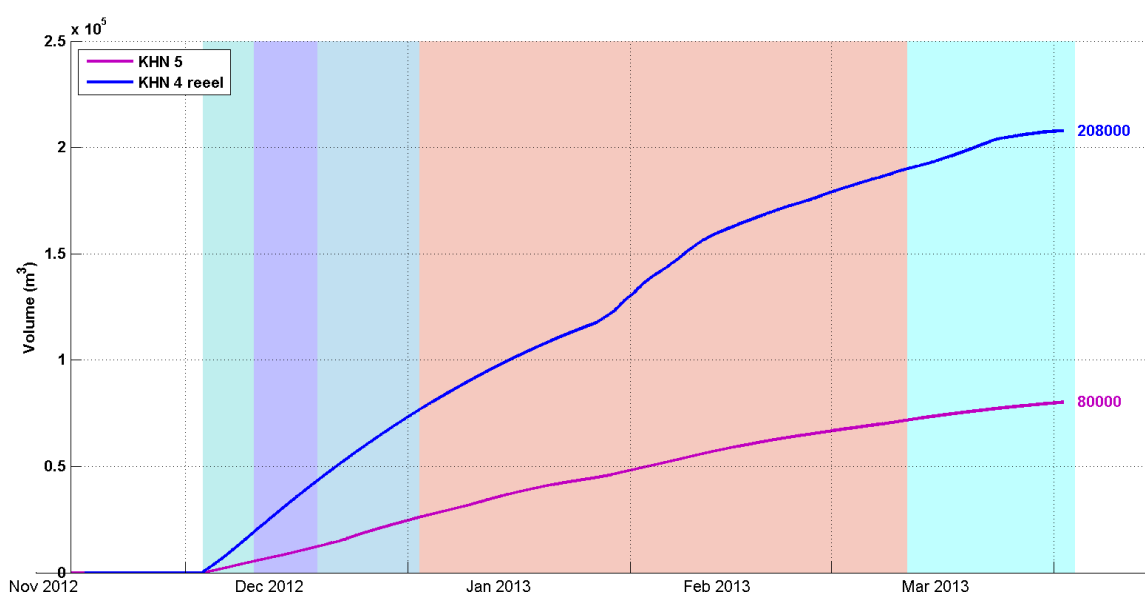
Het vaststellen van deze correctie is niet eenvoudig omdat over de stromingspatronen en de waterberging binnen de Nol niets bekend is. Als gevolg hiervan is gekozen voor een zeer pragmatische benadering waarbij het afstromende debiet ter hoogte van KHN4 in de periode 13–Dec–2012 t/m 26–Jan–2013 gewoonweg lineair is geïnterpoleerd. Over deze periode stroomt dan nog maar slechts 90 m³ per uur af ter plaatse van KHN4. Deze aanname is vrij arbitrair omdat het debiet sterk afhankelijk is van de wijze waarop de toevoer vanuit het Stappersven richting De Nol in de toekomst wordt vormgegeven. Als deze toevoer bijvoorbeeld volledig wegvalt dan zal de basisafvoer naar verwachting richting 40m³/uur gaan. Afhankelijk van de neerslag kan dit dan periodiek oplopen naar meer dan 100m³/uur (zie periode eind januari t/m begin maart 2013).

Bij de inschatting van het wateroverschot wordt aangenomen dat Natuurpunt water vanuit het Stappersven blijft inzetten voor het zo lang mogelijk op peil houden van De Nol. Het is belangrijk vast te stellen dat dit uitgangspunt moet worden geborgd alvorens men kan overgaan tot het daadwerkelijk realiseren van een inlaatwerk en transportleiding.



Figuur 53 Inschatting reële afstroming winterhalfjaar 2012–2013 ter hoogte van KHN4, zonder overmatige waterinlaat vanuit het Stappersven

De reële inschatting van het volume ter hoogte van KHN4 komt met de voorgenoemde uitgangspunten uit op ongeveer 208.000 m³ voor het afgelopen winterseizoen, waarvan we mogen aannemen dat dit een redelijk gemiddelde wintersituatie betrof. In Figuur 54 is weergegeven hoe het volume wateroverschot zich ontwikkelt in de tijd. Ter vergelijking is ook het aandeel weergegeven dat afkomstig is vanuit de afwaterings-eenheid “Wildven” (KHN5). In deze figuur is duidelijk zichtbaar dat de neerslagperiode van begin februari sterk bijdraagt aan het beschikbare wateroverschot ter hoogte van KHN4. De maximale geregistreeerde piekafvoer is 180 m³/uur. Afhankelijk van de capaciteit van een eventueel te installeren pomp en de dimensionering van het transport systeem kan deze piekafvoer wel of niet worden verwerkt. Bij een theoretische pompcapaciteit van 150 m³/uur had in dit voorbeeld 3.200 m³ van de 208.000 m³ niet kunnen worden ingenomen



Figuur 54 Inschatting volume wateroverschot ter hoogte KHN4, in relatie tot afstroming vanaf KHN5

Uit Figuur 54 blijkt dat 80.000 m³ van het wateroverschot afkomstig is vanuit het landgoed “Wildven”. Over de waterhuishouding binnen dit privé domein is weinig bekend, maar binnen dit domein bevinden zich enkele graslandpercelen. Bemesting op deze percelen kan mogelijk in de toekomst een risico vormen voor de waterkwaliteit.

Afgelopen april zijn er klachten bij de provincie en de gemeenten Kalmthout en Essen binnen gekomen die verband houden met een slechte afwatering vanuit het domein “Wildven”. Een deels verstopte duiker ter hoogte van de boswachterswoning en verlanding van de grachten (Moervaart en westelijke deel Roosendaalsevaart) zijn hier mogelijk oorzaak van. Ook de waargenomen, min of meer constante afvoer is een aanwijzing voor “verstopping” in bovenstrooms gelegen grachten. provincie, gemeenten en Natuurpunt zijn voornemens om deze afwatering te verbeteren. Dit zal waarschijnlijk de afstromende hoeveelheid water vergroten. Effecten op waterkwaliteit zijn niet direct te verwachten, maar ook niet op voorhand uit te sluiten.

5.1 Toekomstig wateroverschot

De afgelopen winter van 2012–2013 is duidelijk geworden dat er op dit moment een min of meer ad-hoc waterbeheer wordt toegepast door Natuurpunt. Afhankelijk van geplande werkzaamheden aan heidevelden aan het Stappersven, gewenste zomerpeil van de Stapper, waterstand van de Nol, neerslagpatroon, aanleg van een nieuwe duiker en erosie aan de waterloop/duiker is verscheidende malen het waterbeheer handmatig bijgesteld. Zowel in de mate waarin het debiet vanuit het Stappersven is afgelaten als de afstromingsrichting (richting Nol of richting Venloop).

Het afgelopen jaar is duidelijk geworden dat het zeer wenselijk is dat dit waterbeheer beter wordt gepland/vastgelegd. Binnen Natuurpunt en het Grenspark ontbreken op dit moment de financiën. Natuurpunt heeft stappen gezet om subsidies te verwerven waarmee vaste stuwen en knijpstuwen kunnen worden geplaatst. Hierdoor komen de afstromingshoeveelheden en richtingen vast komen te liggen en ontstaat een meer “natuurlijke” situatie doordat handmatige (ad-hoc) bijstelling van het waterbeheer niet meer nodig is.

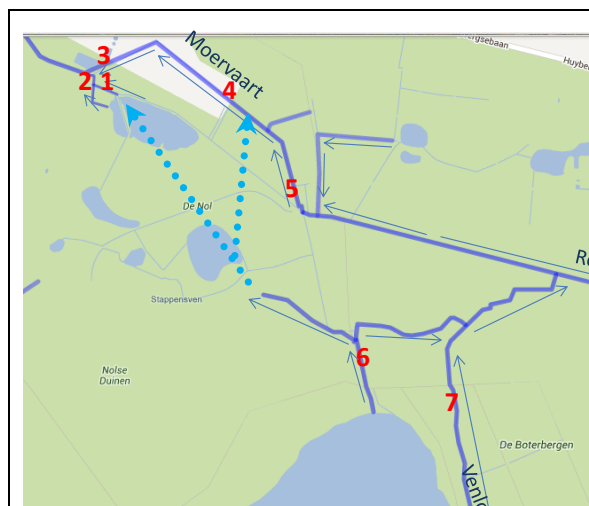
Extra aandacht is nodig voor de vormgeving / uitvoering van het stuwbeheer van het sluisje aan het Stappersven. Op basis van het beheerplan van Natuurpunt wil men hier streven naar een grotere fluctuatie van het peil van het Stappersven (lagere peilen in de zomer). Om te voorkomen dat het peilverloop een te sterk artificieel karakter krijgt is het belangrijk om nader onderzoek te doen naar de mogelijkheden om deze fluctuatie een meer natuurlijk verloop te laten krijgen, bijvoorbeeld met behulp van een knijpstuw met een overstorthoogte op het maximaal gewenste winterpeil.

De volgende effecten van het peilbeheer van het Stappersven op het wateroverschot van de Kalmthoutse Heide worden onderscheiden:

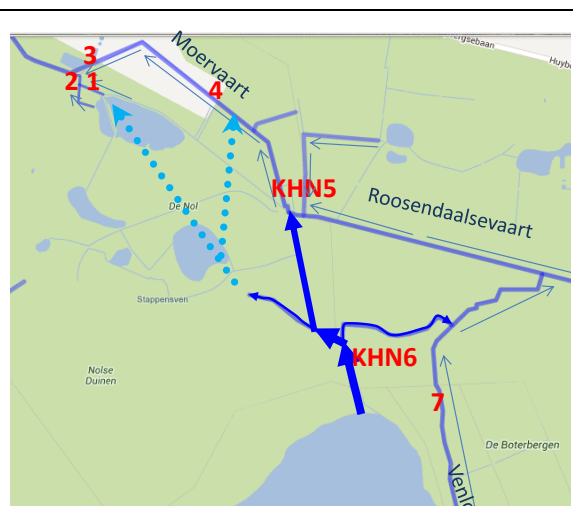
- 1) Het in de zomer dieper laten wegzakken van het peil van het Stappersven kan een negatieve invloed hebben op het vrijkomende wateroverschot in het winterseizoen. Het systeem moet zich namelijk eerst weer opvullen.

- 2) Zonder opschoning van de droogvallende oeverzone van het Stappersven kan sterke mineralisatie optreden in deze oeverzone. Dit heeft mogelijk ook effect op de waterkwaliteit van het afstromende water vanuit het Stappersven. Het is belangrijk om zicht te krijgen op dit mogelijke waterkwaliteitsaspect omdat dit de beschikbaarheid van wateroverschot kan beperken. Ook moet worden voorkomen dat via deze weg ongewenste voedingsstoffen in de Nol worden gebracht.

In de winter 2012 – 2013 is relatief veel water “verloren” gegaan doordat dit via de Venloop naar de Roosendaalsevaart is afgevoerd. Het verdient de aanbeveling om te onderzoeken of het mogelijk is om deze afvoer te verleggen richting de Moervaart (langs de Boswachterswoning). In het terrein zijn oude grachten aanwezig waarlangs deze afstroming plaats kan vinden. Natuurpunt heeft de oude gracht inmiddels in het terrein herontdekt. In Figuur 55 en Figuur 56 zijn de huidige en potentiële nieuwe afvoersituatie weergegeven waarbij een gelimiteerde hoeveelheid wateroverschot kan worden afgevoerd richting de Moervaart, langs de boswachterswoning (nabij KHN5).



Figuur 55 Huidige afvoersituatie



Figuur 56 Potentiële afvoersituatie

Door overloophoogten en knijpstuwen op de juiste wijze toe te passen kan een “zelfsturende” afstroming van het wateroverschot worden gerealiseerd. De grootte van de doorstroomopening van een knijpstuw bepaald het debiet. Wordt er meer water aangevoerd dan de knijpstuw kan verwerken, dan stijgt het peil. Een overloop treedt dan vanzelf in werking.

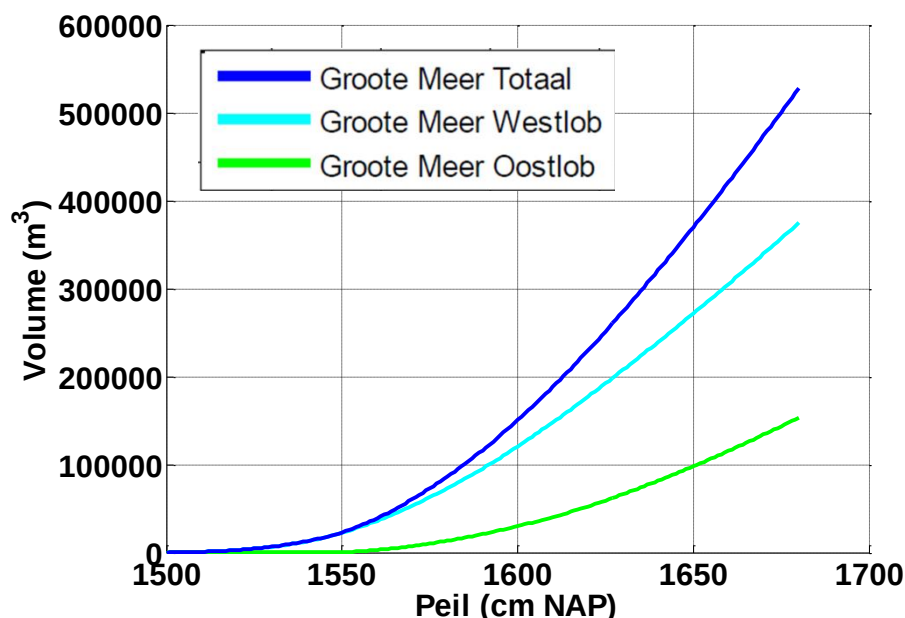
Bijkomend voordeel van het opnieuw in gebruik nemen van de oude afvoergracht langs de boswachterswoning is de grotere zekerheid die wordt verkregen over de omvang van het beschikbare wateroverschot voor een herbestemming van dit goede water elders in het Grenspark, De Groote Meer.

5.2 Effect aanvoer wateroverschot op peil Groote Meer

Met behulp van de in paragraaf 5.2 bepaalde reële inschatting van het wateroverschot, globaal een orde grootte in de potentiële bijdrage aan het peil en de watervoerendheid van De Groote Meer.

Zeer bepalend voor het “extra” effect van de toevoer is de uitgangssituatie van De Groote Meer. Deze uitgangssituatie is voor de toekomst nog niet vastgelegd, maar op basis van het deskundigenoverleg op 4 maart in De Vroente moet er ook rekening mee worden gehouden dat het wateroverschot wordt ingezet als (tijdelijke) vervanging van de toestroom vanuit de Steertse Heide. Daarnaast wordt daarbij de komende jaren de focus gelegd op het Voormeer (westlob). De toevoer richting het Voormeer vanuit het Westen is in omvang nog onbekend. Samen met de neerslag op de Groote Meer en een eventuele suppletie vanuit het wateroverschot van de Kalmthoutse Heide noord bepalen deze drie aanvoertermen in deze mogelijke toekomstige situatie het peilregiem.

Om een zo goed mogelijke indruk te krijgen van het effect van vervanging van de instroom vanuit de Steertse Heide door het wateroverschot vanuit de Kalmthoutse Heide noord is het een optie om voor het afgelopen winterhalfjaar de waterbalans van de Groote uit te werken. In een dergelijke uitwerking zal dan ook ook het effect tot uiting komen dat een wateroverschot vanuit de Kalmthoutseheide met een leiding een beperking heeft in piekcapaciteit, en dus nooit in staat zal zijn om de hoge piekafvoeren zoals bijvoorbeeld van afgelopen 23 december 2012 te verwerken. Van de Groote Meer is bekend dat deze neerslagpieken vanuit Steertse Heide juist een snelle stijging bewerkstelligen van het peil van de Groote Meer.



Figuur 57 Relatie peil-volume Groote Meer

Op basis van het bepaalde neerslagoverschot van 200.000 m³ van het afgelopen winterseizoen kan in ieder geval worden geconcludeerd dat deze waterhoeveelheid van een substantiële orde is. In onderstaande Figuur 57 is de relatie tussen het venpeil en het volume weergegeven. Uit deze figuur is bijvoorbeeld af te leiden dat in het Voormeer

(westlob) een met een volume van ongeveer 110.000 m³ een peil van 16,00 m+NAP kan worden gerealiseerd. Het oppervlak van De Groote Meer is bij 16 meter ongeveer 36ha. De wegzijging vanuit het Voormeer is vastgesteld op 3 tot 4 mm/dag. Om deze wegzijging bij het genoemde oppervlak te compenseren is 1080 m³/dag nodig. Met het resterende volume van 90.000 m³ kan De Groote Meer 90 dagen op dit peil worden gehouden.

Uit voorgaande eenvoudige rekensom kan worden opgemaakt dat 200.000 m³ wateroverschot, zoals bepaald voor afgelopen winter, weliswaar substantieel is, maar dat dit geldt voor een redelijk gemiddeld winterhalfjaar (zie paragraaf 3.4.2). Op basis van de historie mag worden verwacht dat voor drogere jaren het volume veel minder substantieel is. Dit afgezet tegen de forse investeringskosten die nodig zijn om infrastructuur te bouwen voor het transport van het wateroverschot, maakt dat er zo veel mogelijk zekerheid gewenst is over het volume beschikbaar wateroverschot.

6 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

De periode waarover het wateroverschot in deze studie is bepaald (december 2012 tot maart 2013) had een gemiddeld cumulatief neerslagoverschot in vergelijking met de jaren vanaf 1962.

Op basis van het functioneren van het watersysteem in de winter van 2012–2013 kan het volgende worden geconcludeerd:

- 1) Het totale wateroverschot Kalmthoutse Heide noord heeft een omvang in de orde van 1,4 miljoen m³ in het winterhalfjaar van 2012–2013. Het overschot werd voor ca. 60 % afgevoerd naar de noordoostelijk gelegen Roosendaalsevaart en voor ca. 40 % naar de noordwestelijk gelegen Moervaart.
- 2) Het te benutten volume vrijkomend wateroverschot is zeer afhankelijk van de inrichting en het beheer van de waterhuishoudkundige situatie van het Stappersven en de afstromingsverdeling vanaf het Stappersven. De verdeling van de afstroming kan door het aanbrengen van technische werken (knijpstuwen en overloophoogten) worden ingericht naar de gewenste afvoersituatie.
- 3) De hoeveelheid en de verdeling van de hoeveelheid neerslagoverschot in de winter van 2012–2013 werd voor een belangrijk deel beïnvloed door het bij aanvang van de winter zeer hoge peil van het Stappersven en de nog niet op orde zijnde waterverdeelwerken.
- 4) Een volledige afvoer van het Stappersven via de Nol levert te hoge waterstanden op voor de fauna in De Nol. Hiermee rekening houdend is een reëel wateroverschot afgeleid dat bij de huidige waterhuishoudkundige situatie, in een gemiddelde winter, ongeveer 200.000 m³ kwalitatief geschikt water beschikbaar komt aan de noordwestzijde van het Grenspark. Dit wateroverschot verlaat hier het Grenspark en kan dus in principe worden ingenomen en getransporteerd om nog een extra functie binnen het grenspark (De Groote Meer) te kunnen vervullen.
- 5) Het Stappersven fungeert als spil in het watersysteem van de Kalmthoutse Heide noord. De afwatering verloopt daardoor hoofdzakelijk via het noordelijke sluisje. Daarnaast heeft het Stappersven de mogelijkheid om water te bergen.
- 6) De zijdelingse (oostwaartse) afstroming (dus anders dan via het sluisje aan de noordzijde) vanuit het Stappersven richting de Venloop is zeer sterk beperkt. Dit kan worden afgeleid uit de gemeten beperkte afvoer van de Venloop.
- 7) Het beheer van het noordelijke sluisje van het Stappersven bepaald zeer sterk het peilverloop van het Stappersven, en vanzelfsprekend het afstromende debiet. Het is nog onduidelijk hoe het beheer van het sluisje aan de Stapper in de toekomst wordt vormgegeven. Dit in combinatie met het toekomstig neerslagpatroon geeft onzekerheid over de toekomstige volumes en piekafvoeren vanaf het Stappersven.
- 8) De waterkwaliteit van het wateroverschot in de winterperiode vormt op basis van de uitgevoerde waterkwaliteitsmetingen geen belemmering voor het inzetten van dit water voor De Groote Meer, maar de lage alkaliteit is een aandachtspunt.

- 9) De waterkwaliteit van het Stappersven voldoet vanaf 2 april 2013 niet meer aan de normen voor stikstof en fosfaat zoals gewenst voor De Groote Meer. Waarschijnlijk is het zeer lage peil van het Stappersven hiervan mede de oorzaak in de vorm van optredende mineralisatie op de droogvallende oevers.

Inname van het (reële) wateroverschot nabij het meetpunt KHN4 aan de Moervaart ligt het meest voor de hand. Deze hoeveelheid wordt hier bij de huidige omstandigheden ingeschat op ca. 200.000 m³ per jaar. Op dit punt is de meeste zekerheid over een goede constante waterkwaliteit en een redelijk volume. Inname ter hoogte van het iets meer stroomafwaarts gelegen meetpunt KHN3 (Pidpa) levert ongeveer 100.000 m³ meer, maar ook risico's ten aanzien van de waterkwaliteit.

Op dit moment zijn er nog diverse onzekerheden over de toekomstige beschikbare waterhoeveelheid en piekafvoer ter plaatse van KHN4. Het lijkt verstandig om eerst verder te onderzoeken hoe deze onzekerheden zijn weg te nemen. Het vergroten van de afstroming vanaf het Stappersven langs de oostzijde van de Nol (langs de boswachterswoning via een voormalige gracht) richting Moervaart is een kansrijke optie die nader onderzoek verdient. Afgaand op de meetresultaten van het afgelopen winterseizoen en de kennis over het watersysteem kan in potentie enkele honderdduizenden kubieke meters per jaar vanuit het Stappersven via deze route worden geleid. De afwateringsroute langs de Boswachterswoning is op dit moment nog onvoldoende uitgewerkt. Het beter in beeld krijgen van deze kansrijke route vraagt aanvullend (terrein)onderzoek.

Aanbevelingen:

Stappersven en omgeving:

- a) Onderzoeken en vaststellen peilregiem Stappersven in relatie tot consequent peilbeheer Stappersven, met behulp van knijpsstuw.
- b) Effect droogvallen oevers Stappersven op waterkwaliteit Stappersven onderzoeken.
- c) Venpeil van het Stappersven hoogfrequent meten.

Afloop stapper richting Nol en Moervaart

- d) Onderzoeken en vaststellen gewenst aanvoerdebiet richting de Nol, installeren knijpstuw richting De Nol met dit gewenste debiet richting de Nol.
- e) Onderzoeken en vaststellen maximaal mogelijke afvoer via oude gracht oostelijk van de Nol naar de Moervaart.
- f) Onderzoeken en vaststellen op basis van uitkomst "e" bij welke afvoerdebiet de noodoverlaat richting de venloop in werking treedt en hiervoor een overloopconstructie bouwen juist bovenstrooms van de nieuwe duiker onder de Nolse baan.

Effect extra aanvoer op Groote Meer (Waterhoeveelheden & Waterkwaliteitsaspecten)

- g) Effect aanvoer water met lage alkaniteit op waterkwaliteit Groote Meer en mogelijkheden onderzoeken om zo nodig de alkaniteit iets te verhogen.
- h) Onderzoeken naar netto effect wateraanvoer van het Wateroverschot vanuit de Kalmthoutse Heide noord op het peilregiem van de Groote Meer.

Algemeen:

De mate waarin het water vanuit de Nol afstroomt langs KHN4 heeft een relatie met de overloophoogte ter plaatse van het Sluisje De Nol als ook de maaiveldhoogte nabij dit sluisje De Nol. Het is belangrijk deze overstorthoogten goed fysiek vast te leggen en te fixeren.

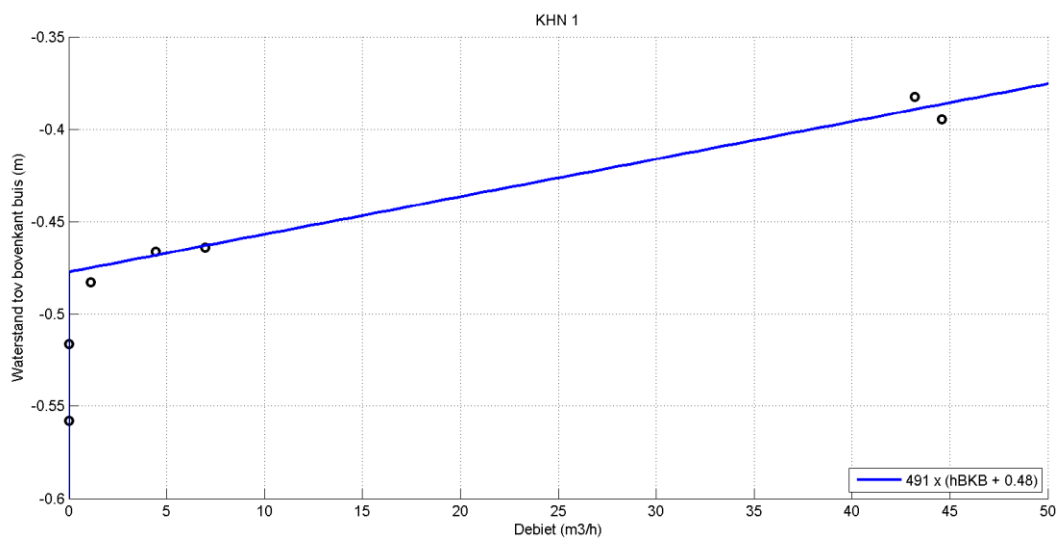
LITERATUUR

2009 STOWA; rapport 2009-4 1 ; *Handboek debietmeten in open waterlopen*

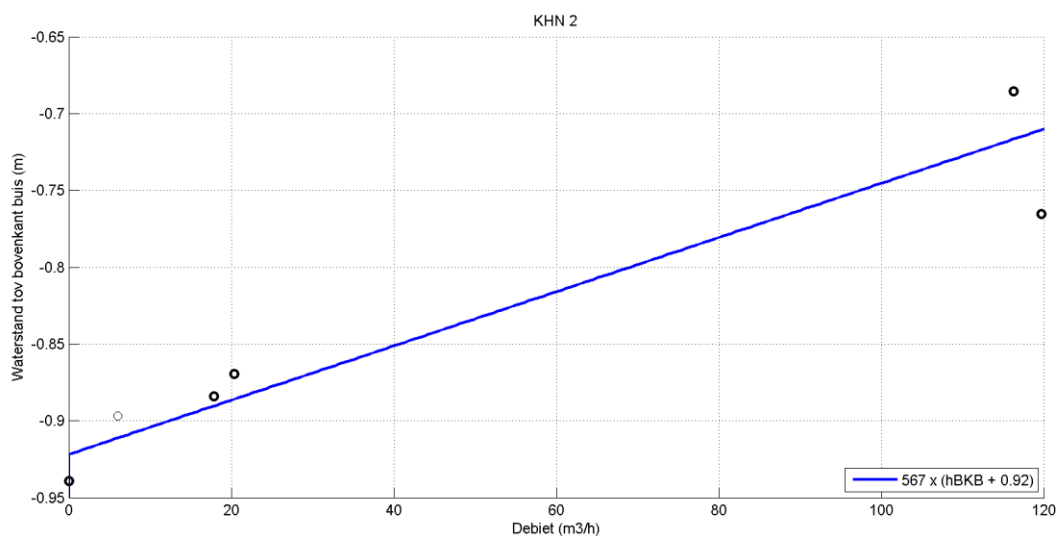
2012 Artesia; Baar, M; Vliet F; *De waterbalans van De Groote Meer, winter 2011-2012*

2010 Natuurpunt; Lambeets K; Versweyveld S; *Aanvraag tot erkenning van het natuurreserveaat Stappersven. (Kalmthout, Essen) Erkenningdossier*

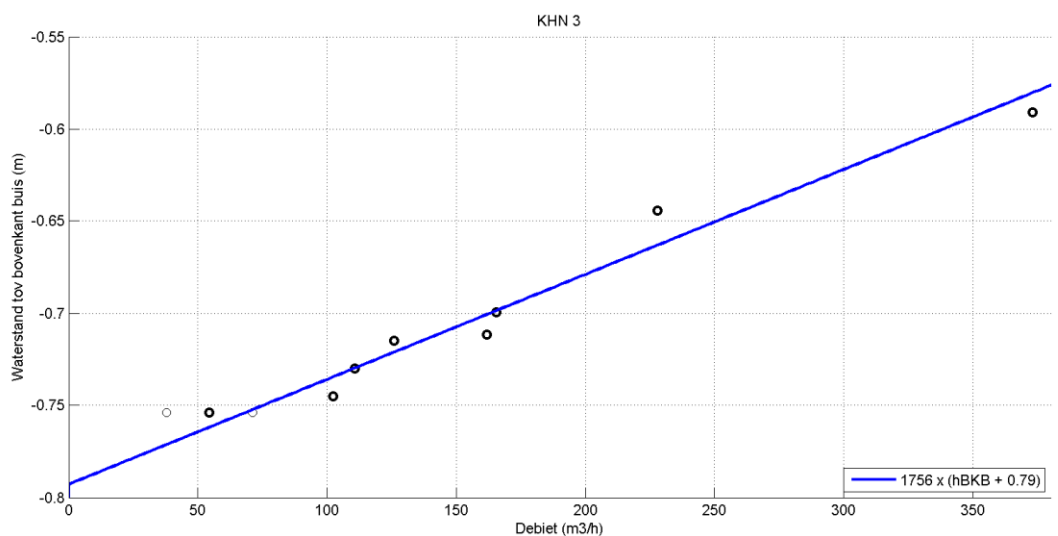
BIJLAGE 1 Q-H RELATIES



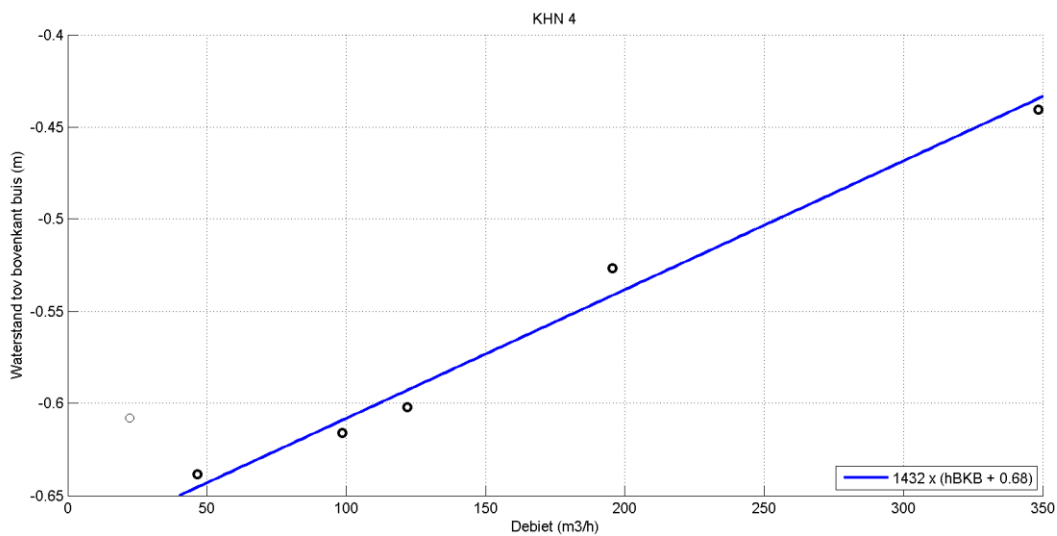
Figuur 58 Debiet – peilrelatie KHN1



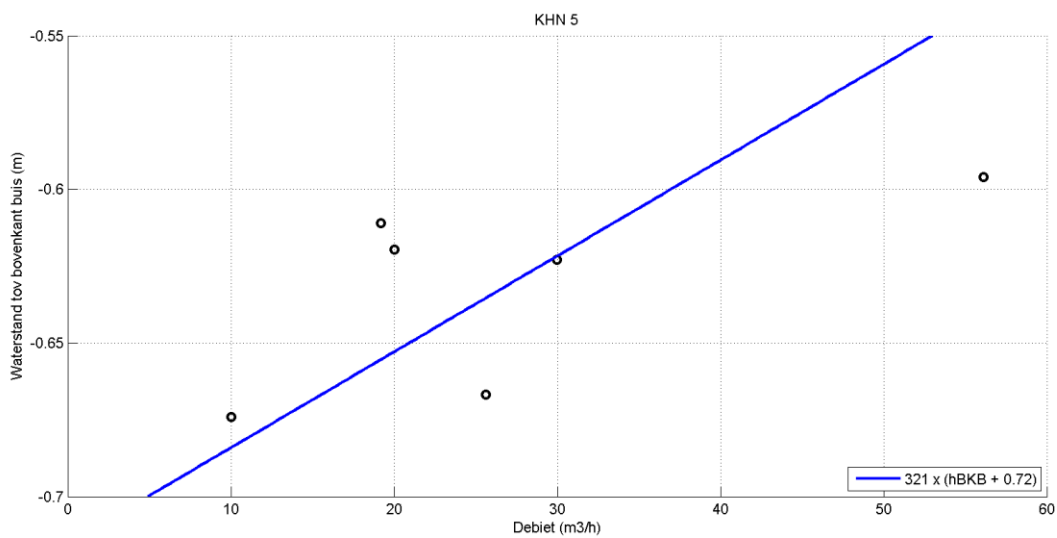
Figuur 59 Debiet – peilrelatie KHN2



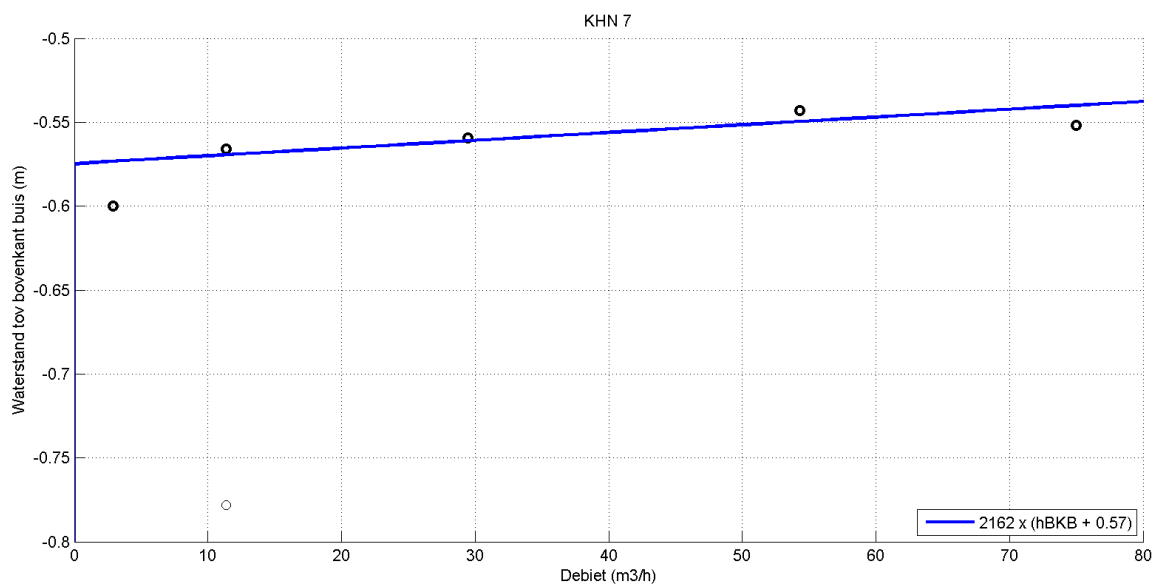
Figuur 60 Debiet – peilrelatie KHN3



Figuur 61 Debiet – peilrelatie KHN4



Figuur 62 Debiet – peilrelatie KHN5



Figuur 63 Debiet – peilrelatie KHN7

