

Bluswatersloten t.b.v. calamiteiten op de Betuweroute

Analyse van de onderhoudstoestand ten behoeve van de bluswaternorm..



T. Visschers

Afstudeeropdracht van Hall Larenstein
30-08-2012



Peilgebied 1

Bijlage 1

Overzicht bluswatergangen inclusief deelgebieden

Bijlage 2

Overzicht maaifrequentie bluswatergangen

Bijlage 3

Bodemkaart (grond soorten)

Bijlage 4

Bodemkaart (hoogte ligging)

Peilgebied 2

Bijlage 5

Overzicht bluswatergangen inclusief deelgebieden

Bijlage 6

Overzicht maaifrequentie bluswatergangen

Bijlage 7

Bodemkaart (grond soorten)

Bijlage 8

Bodemkaart (hoogte ligging)

Bijlage 9

Berekende waterpeilen

Bijlage 10

Profielgegevens

Bijlage 11

Foto impressie

Bijlage 12

Berekende debieten

Peilgebied 1

Bijlage 1

Overzicht bluswatergangen inclusief deelgebieden

Bijlage 2

Overzicht maaifrequentie bluswatergangen

Bijlage 3

Bodemkaart (grond soorten)

Bijlage 4

Bodemkaart (hoogte ligging)

Peilgebied 2

Bijlage 5

Overzicht bluswatergangen inclusief deelgebieden

Bijlage 6

Overzicht maaifrequentie bluswatergangen

Bijlage 7

Bodemkaart (grond soorten)

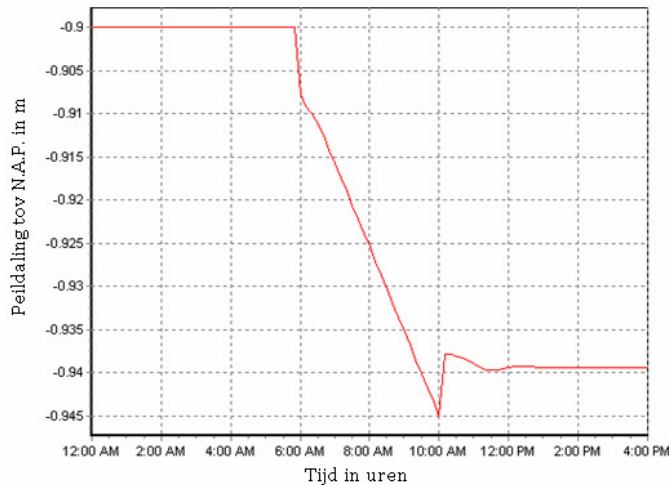
Bijlage 8

Bodemkaart (hoogte ligging)

Bijlage 9
Berekende waterpeilen

Resultaten zonder inlaat pg1

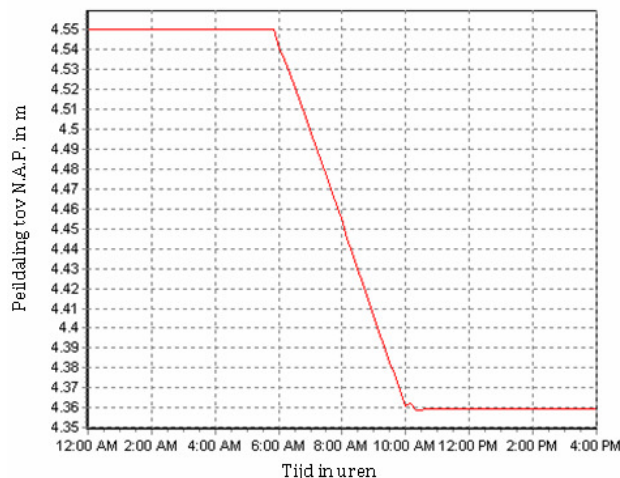
Het winterpeil van dit gebied staat vastgesteld op -0,9m NAP. Na de onttrekkingperiode van 4 uur is te zien dat het waterpeil 4,5 cm gedaald is. Na enkele minuten stijgt het waterpeil weer een halve centimeter. Een verklaring hiervoor kan zijn dat het water aanvankelijk niet snel genoeg door een duiker kan stromen.



Grafiek 5: weergave van de peildaling, bron: SOBEK WSRL

Resultaten zonder inlaat pg2

In dit peilgebied heeft de pomp duidelijk meer invloed op het waterpeil dan bij het andere peilgebied. De waterpeildaling is hier zelfs bijna 20cm (4,55 m+NAP tot 4,36 m +NAP). De reden hiervoor is dat het hier een korter watergang betreft, waardoor er dus ook minder buffer aanwezig is. De peildaling loopt, op een kleine storing op het einde van de onttrekking na, zeer gelijkmatig. Ook bij deze storing wordt verwacht dat dit komt door een duiker.



Grafiek 6: weergave van de peildaling, bron: SOBEK WSRL

Uit grafiek 5 en 6 is af te leiden dat de peildaling nogal verschilt per peilgebied (van 6 cm in peilgebied 1 tot bijna 20 cm in peilgebied 2). Bij deze controle berekening, die op dezelfde manier is uitgevoerd als het ingenieursbureau heeft gedaan ten tijde van het realisatieproces, is uitgegaan van een schoon profiel (zonder bagger).

Wanneer er slib vormt in de watergangen is er minder buffer aanwezig in de watergangen waardoor het peil meer zou dalen.

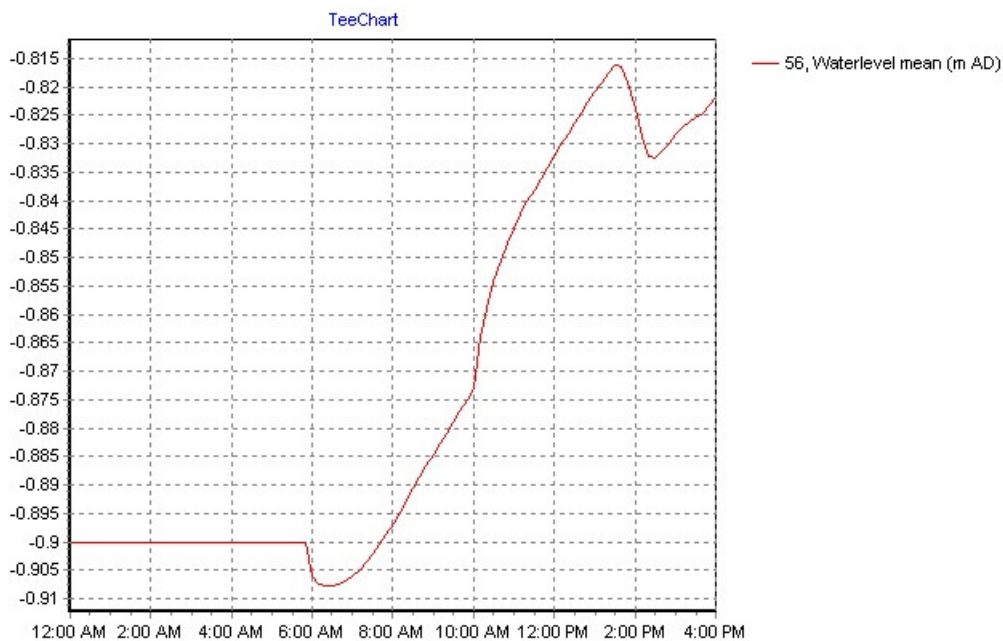
In Bijlage 10 is te zien dat de begin waterdiepte van beide peilgebieden in rust 80 cm is, dit is meer dan 70 cm waardoor er volgens Grontmij voldoende buffer aanwezig is. Zoals echter in paragraaf 3.1 gesteld is dient er tevens te allen tijde (tijdens en na de onttrekking) minimaal 35 cm waterdiepte aanwezig te zijn.

- In peilgebied 1 daalt het peil 4,5 cm; $80 - 4,5 \text{ cm} = 75,5 \text{ cm}$ waterdiepte.
- In peilgebied 2 daalt het peil 20 cm; $80 - 20 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$ waterdiepte.

Peilgebied 1. 0 cm Bagger

Bij de eerste onttrekking is er uitgegaan van de situatie zoals deze op de revisietekeningen staat weergegeven. Hierbij is er geen bagger aanwezig. In deze situatie is er gerekend met een wandruwheid voor de slootwanden tussen de 32 en $34 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$. Dit verschil is afhankelijk van de diepte van de sloot. De Chezy-waarde van de wandruwheid in de duikers is in deze situatie 55 of $57 \text{ m}^{1/2} \cdot \text{s}^{-1}$. Dit is de laagste waarde in de categorie "afgewerkt beton". Het verschil in waarde hangt af van de diameter van de duiker. Een hogere Chezy-waarde betekent een mindere wandruwheid. Logischerwijs heeft een grotere duiker (1000mm) een hogere Chezy-waarde dan de kleinere duiker (800mm). Pas wanneer er een watertekort dreigt te ontstaan wordt er gerekend met een verhoogde Manning- en Chezy-waarde.

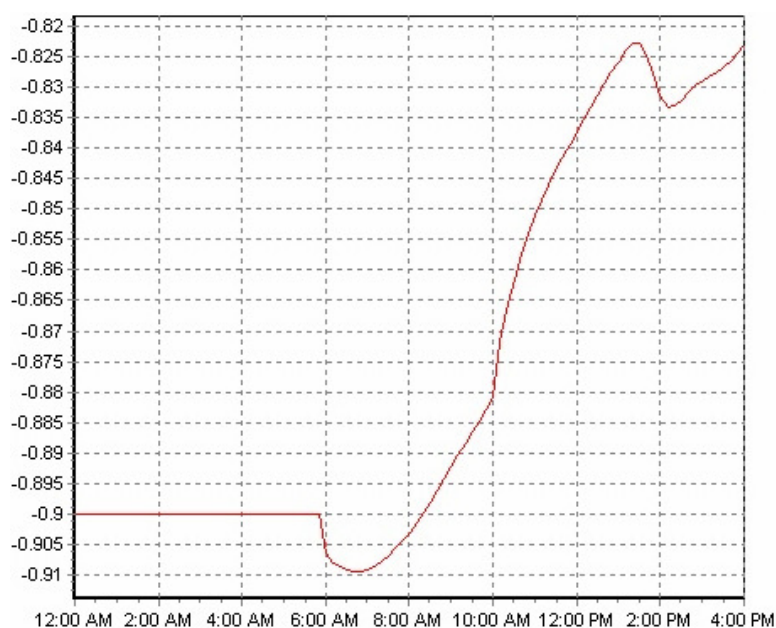
In onderstaande grafieken is het peilverloop weergegeven. De rode lijn geeft het peilverloop aan gedurende 16 uur. De eerste 6 uur is te zien dat het peil een stabiele waarde van 0,90 m –NAP heeft. Na 6.00 uur begint de onttrekking en is te zien dat vrijwel meteen het peil 5mm zakt, deze peildaling houdt ongeveer een half uur aan, waarna het water begint te stijgen. Om 10.00 is de onttrekking stop gezet en is waar te nemen dat het peil harder stijgt. Een verklaring voor deze stijging is het feit dat er aan het einde van het peilgebied een groot gemaal staat. Dit gemaal slaat automatisch aan en uit wanneer het peil van 0,80m –NAP bereikt wordt. In onderstaande grafieken wordt dit peil geen enkele keer bereikt waardoor het water vooral na de onttrekking telkens zichtbaar stijgt.



Grafiek 1: peildaling bij 0cm bagger

10 cm Bagger

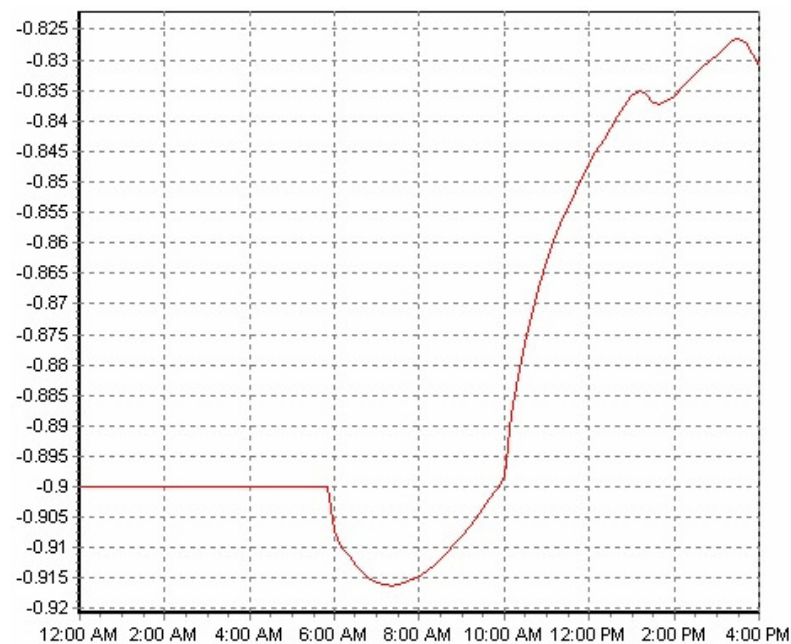
Wanneer er 10 cm bagger in de watergangen en de duiker is gemodelleerd, is er iets meer peildaling waar te nemen (0,91 m -NAP). Op te merken valt dat deze situatie geen enkel probleem met zich mee brengt.



Grafiek 2: peildaling bij 10cm bagger

20 cm Bagger

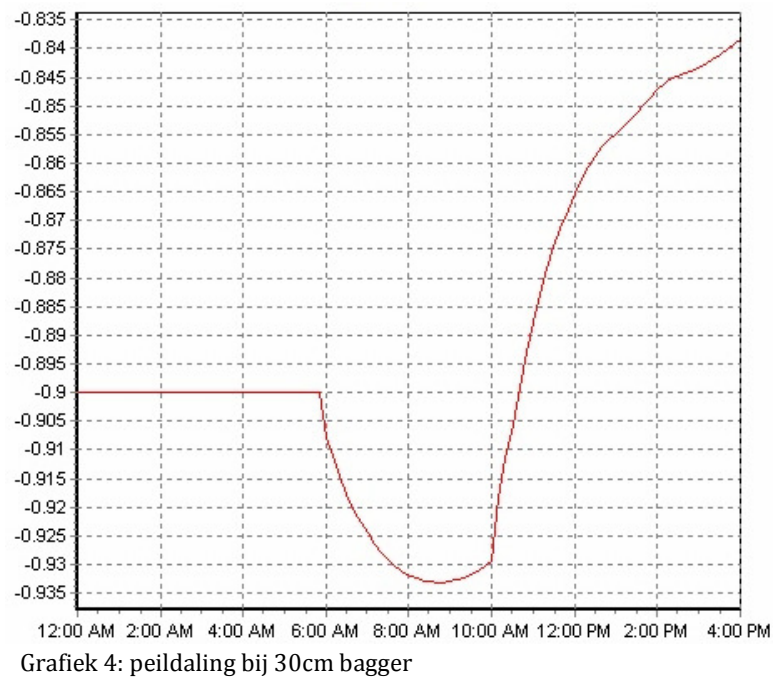
Wanneer er een sliplaag van 20 cm aanwezig is, daalt het peil in ongeveer een uur tijd 1,5 cm. Vervolgens volgt er een lichte stijging en ligt het waterpeil na 4 uur op precies dezelfde begin hoogte.



Grafiek 3: peildaling bij 20cm bagger

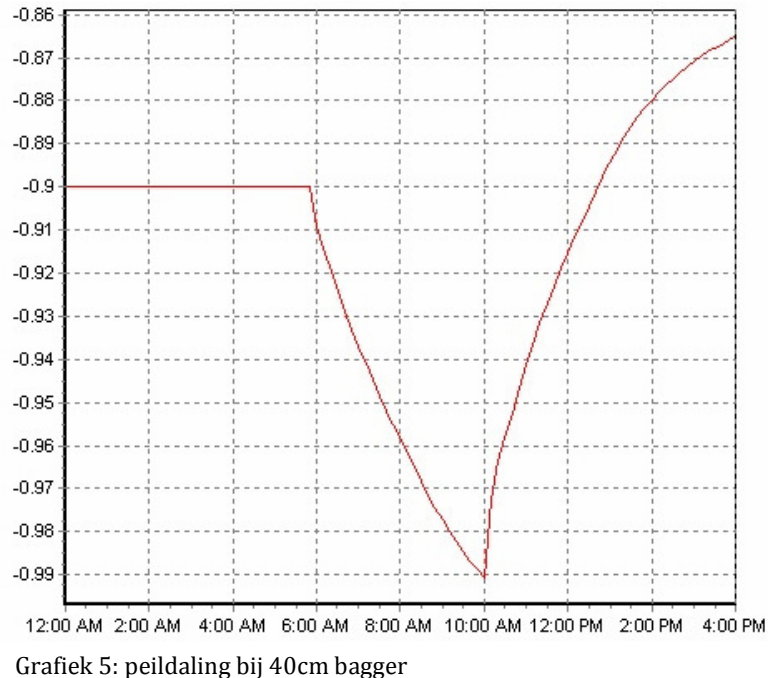
30 cm Bagger

Bij 30 cm bagger is waar te nemen dat het systeem al wat meer moeite krijgt met de hoeveelheid aanwezige bagger. Het peil daalt 3,5 cm en zet na 3,5 uur pas een lichte stijging in. Een daling van 3,5 cm is echter nog niet zorgwekkend.



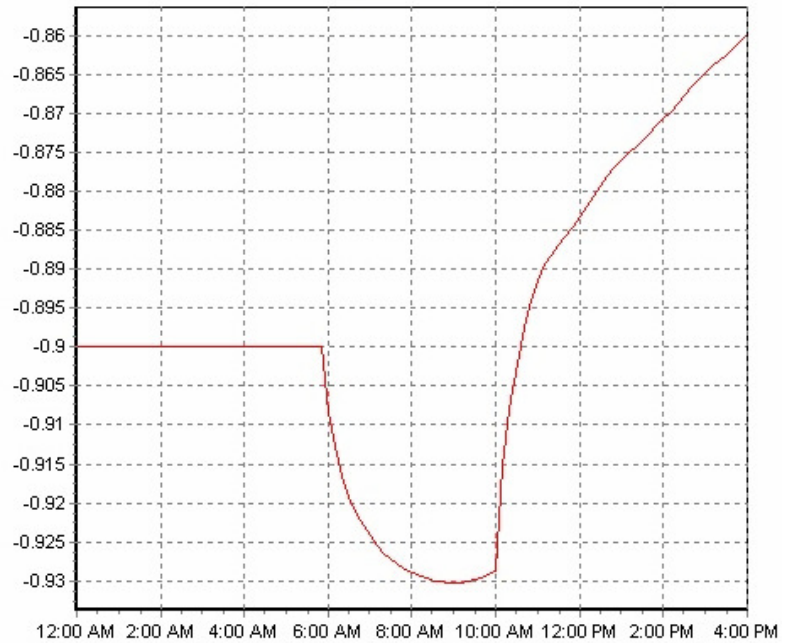
40 cm Bagger

Deze lineaire peildaling van 9 cm kan voor problemen zorgen in het systeem. De daling gaat in deze 4 uur erg hard. Wanneer de pomp aan het onttrekken is moet er te allen tijde minimaal 35 cm waterdiepte over blijven. In bovenstaande situatie is er bij een gemiddelde waterdiepte van 0,85m in de bluswatergangen nog maar 36 cm over ($0,85 - 40\text{cm} - 9\text{cm} = 0,36\text{m}$). De situatie voldoet nog net, echter is het verstandig om in te grijpen.



40cm bagger met duikers zonder bagger

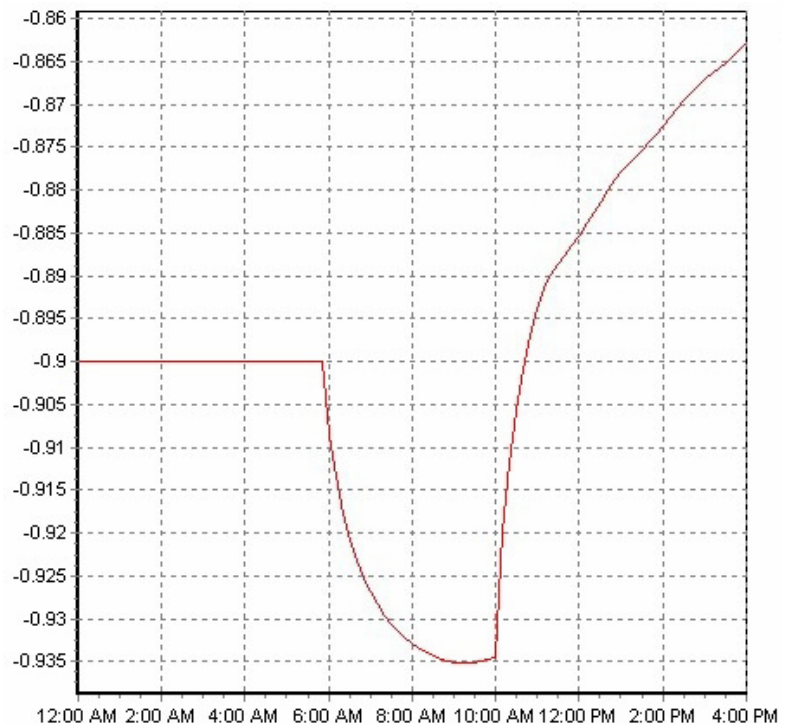
Wanneer de duikers in deze situatie geschoond zijn zorgt dit voor een zichtbaar betere doorstroming. Het peil zakt nog maar 3 cm.



Grafiek 6a: peildaling bij 40cm bagger

40cm bagger met duikers zonder bagger en met zeer hoge slootwandruwheid

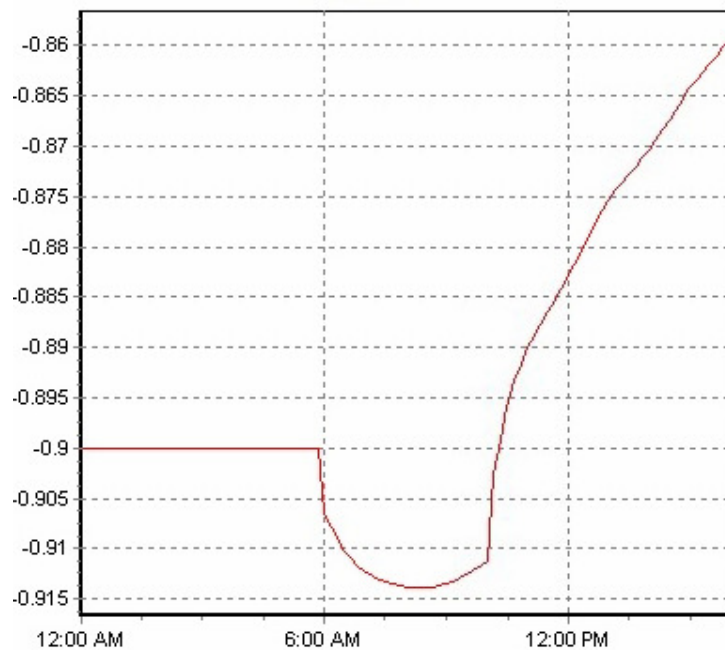
Dezelfde situatie als de vorige grafiek, echter met een zeer hoge wandruwheid. Het peil zakt hier 0,5 cm meer dan de situatie op grafiek 6a.



Grafiek 6b: peildaling bij 40cm bagger

40 cm bagger met bluswatergangen en duikers zonder bagger

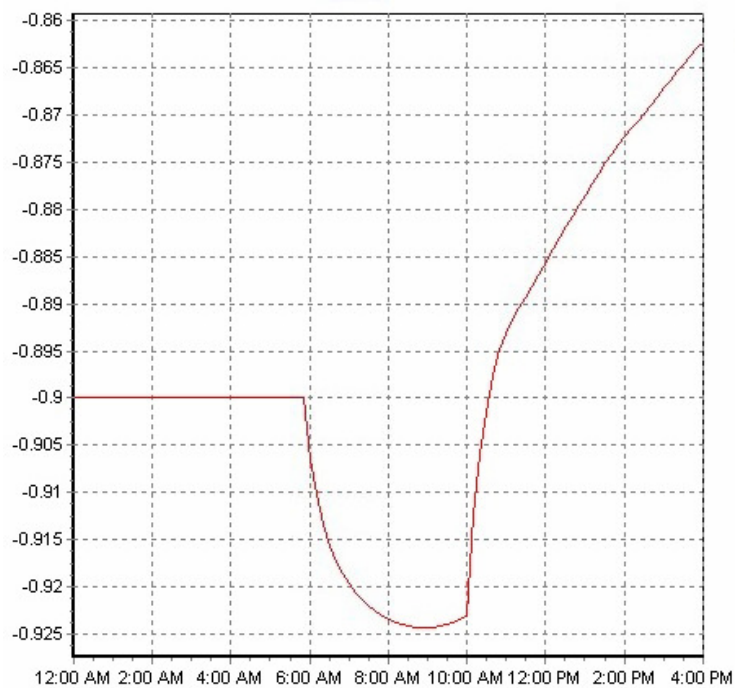
De combinatie van een schone duiker en een schone bluswatergang zorgt er voor dat er nog minder peildaling is. In dit geval is de daling nog maar 1,5 cm en voldoet de bluswatergang ruim aan de minimale waterdiepte van 35 cm.



Grafiek 7a: peildaling bij 40cm bagger

40 cm bagger met bluswatergangen en duikers zonder bagger en een zeer hoge slootwandruwheid

De combinatie van een schone duiker en een schone bluswatergang maar met een hoge wandweerstand zorgt er voor dat er iets meer peildaling is tov situatie van grafiek 7a. In dit geval is de daling 2,5 cm.



Grafiek 7b: peildaling bij 40cm bagger

50 cm bagger met hoge slootwandweerstand en een hoge weerstand in de met bagger gevulde duikers

Bij een hoeveelheid van 50 cm bagger is de norm niet meer te halen. Het peil zakt tot een diepte van 1,18 m -NAP en geeft een rare kronkel om 9.00 uur aan. Dit duidt erop dat het systeem problemen krijgt met de watertoevoer. Bij een dergelijke daling blijft er $0,85 - 0,50 = 0,35$ over in het systeem. Het peil zakt echter 28 cm, dat betekent dat de pomp te weinig waterdiepte heeft en problemen krijgt met de onttrekking.



Grafiek 8: peildaling bij 50cm bagger

50 cm bagger met een hoge slootwandruwheid en een lage wandweerstand in de met bagger gevulde duikers

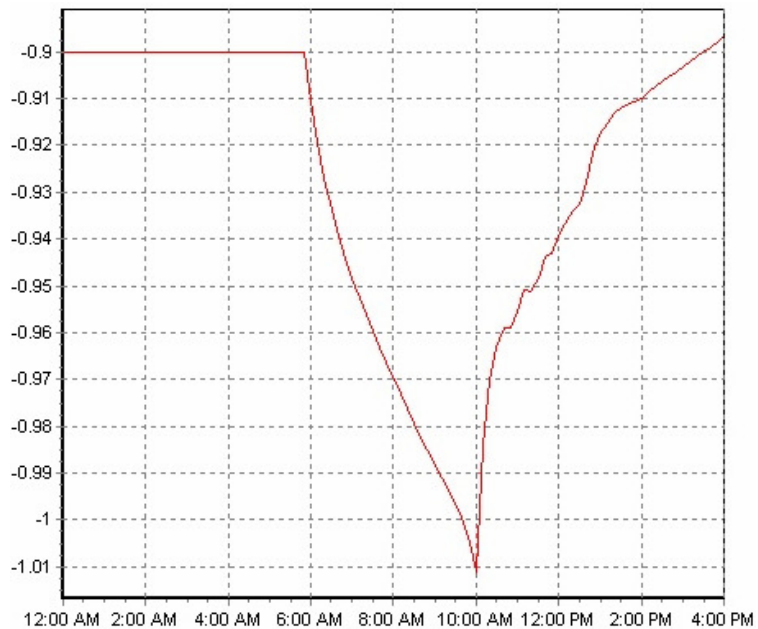
De onderstaande grafiek laat het verschil zien tussen de berekende Chezy-waarden van de duikers. In deze grafiek is er gerekend met een verminderde wandruwheid (Chezy is 63 of 61). De voorgaande berekeningen zijn allen gemaakt met een Chezy waarde van 55 of 57 (afhankelijk van de grootte van de duiker). Behalve dat er in de punt een iets ander patroon is waar te nemen worden dezelfde waterpeilen bereikt.



Grafiek 9: peildaling bij 50cm bagger

50 cm bagger met een hoge sloot wandruwheid en een schone duiker met hoge wandruwheid.

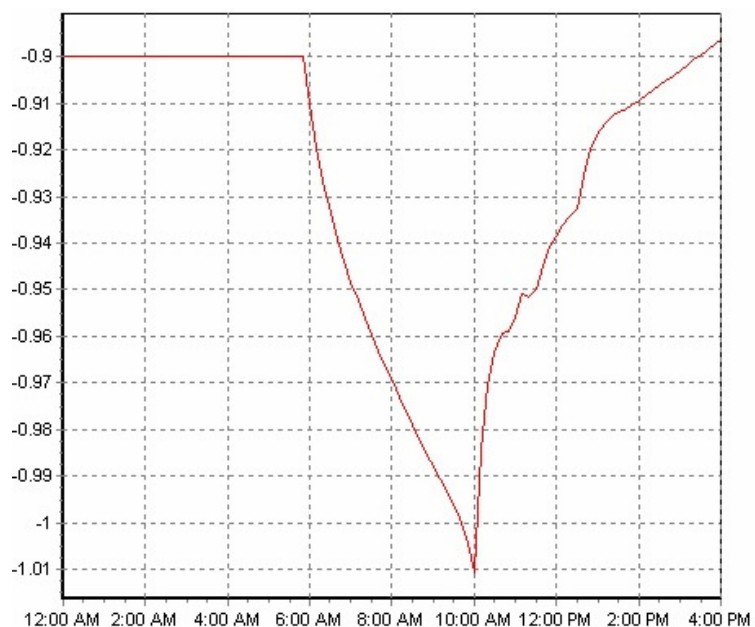
Het effect van een schone duiker is hieronder duidelijk te zien. Het verschil tussen vieze en schone duiker is bij 50 cm bagger zelfs 17 cm (zie grafiek 9 en 10). Er is echter nog steeds niet de vereiste 35cm aanwezig in de watergang, waardoor ook deze situatie afgekeurd wordt.



Grafiek 10: peildaling bij 50cm bagger

50 cm bagger met een hoge sloot wandruwheid in een schone duiker met lage wandruwheid.

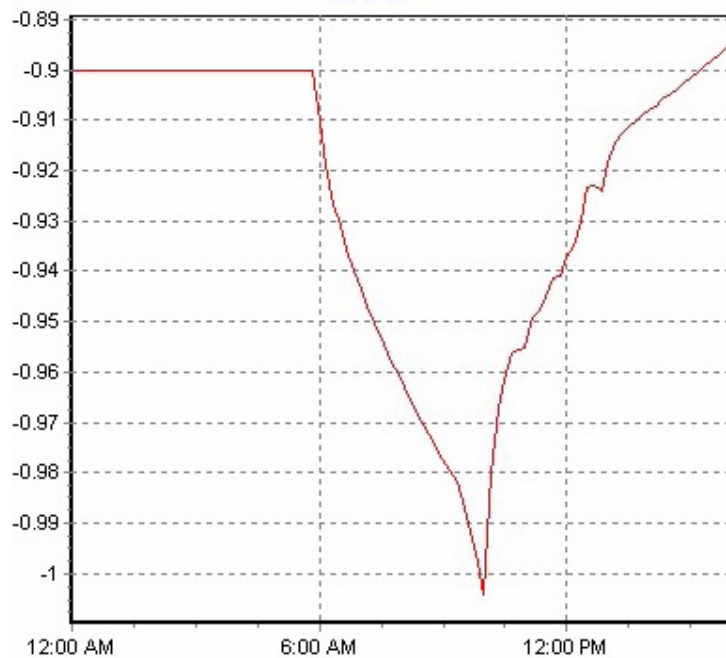
Wanneer het verschil in wandruwheid van de duiker wordt vergeleken bij een schone duiker is er eveneens weinig verschil waar te nemen (grafiek 10 en 11). Het waterpeil blijft hetzelfde als voorheen; er is na de onttrekking echter een iets andere kronkel waar te nemen.



Grafiek 11: peildaling bij 50cm bagger

50 cm bagger met een lage slootwandruwheid en een schone duiker

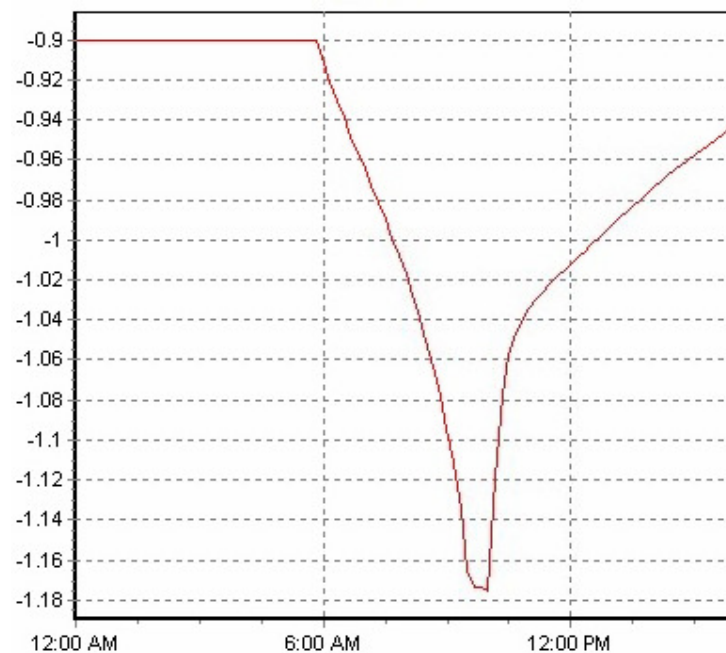
De peildaling is met een lage weerstand in de sloten t.o.v. van een hoge weerstand iets minder. Het verschil is echter nog geen 1 cm.



Grafiek 12: peildaling bij 50 cm bagger

50 cm bagger met een lage slootwandruwheid en een vieze duiker

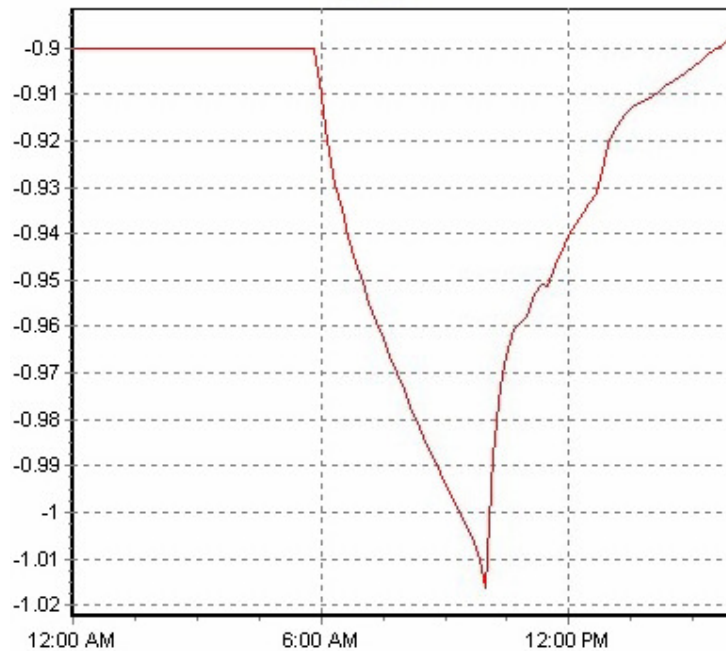
Deze grafiek geeft duidelijk weer wat het effect is van een vieze duiker. Vergelijkend met grafiek 12 is te concluderen dat nog meer onderhoud (maaieren) aan de watergangen niet nodig is.



Grafiek 13: peildaling bij 50 cm bagger

50 cm bagger met een extra hoge slootwandruwheid en een schone duiker

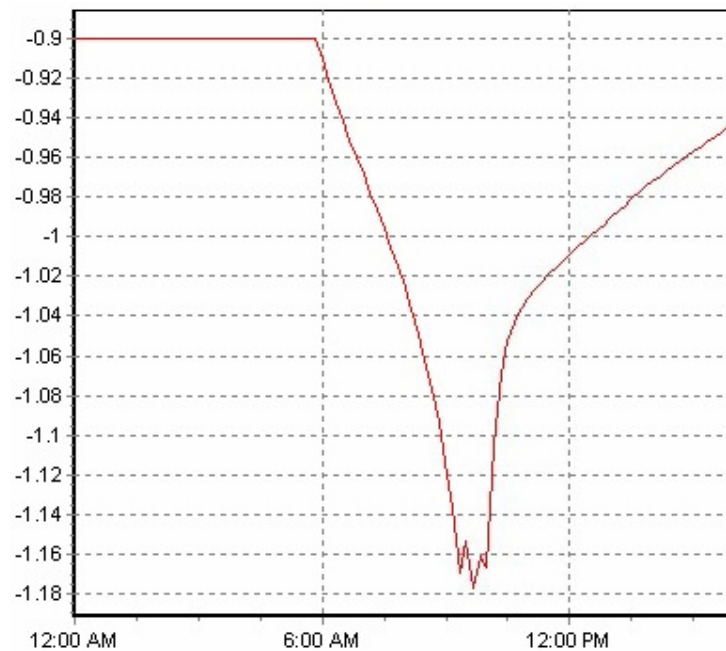
In deze situatie daalt het peil in vier uur tijd 12 cm.



Grafiek 14: peildaling bij 50 cm bagger

50 cm bagger met een extra hoge slootwandruwheid en een vieze duiker

In deze situatie daalt het peil tot 18 cm. Vergelijkend met grafiek 13 zijn er op het laagste punt wat oneffenheden op te merken.

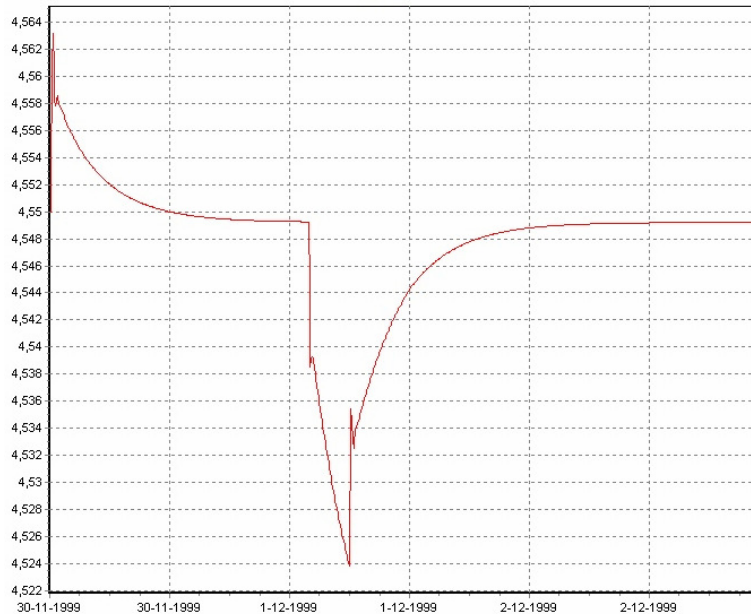


Grafiek 15: peildaling bij 50 cm bagger

Peilgebied 2. 0 cm Bagger

Voor peilgebied 2 is er van dezelfde voorwaarden uitgegaan als bij peilgebied 1. Het streefpeil ligt op 4,55m + NAP. Dit peil wordt vanaf ongeveer 1 december gehaald. In het begin is te zien dat het peil omhoog schiet en daarna weer snel naar beneden zakt. Dit betekent dat het model, door de toevoeging van meerdere stuwen, in het begin wat instabiel is waardoor ervoor gekozen is om met een langer tijdsbestek te rekenen. De onttrekking blijft echter de gehele 4 uur gelden.

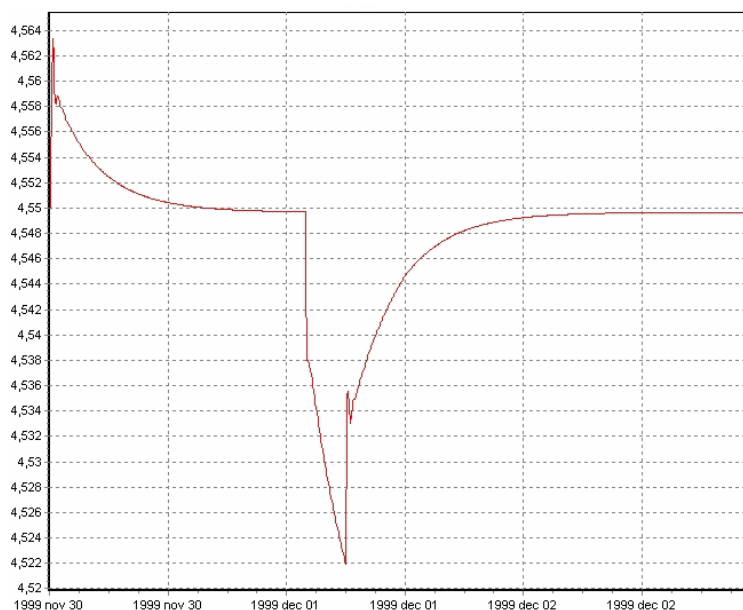
Wanneer het water wordt opgepompt zakt het peil vrijwel meteen 1 centimeter. De resterende tijd zakt het peil geleidelijk naar het diepste punt van 4,524 m +NAP. Duidelijk is te zien dat hierna de onttrekking stopt en het peil naar boven schiet. Na verloop van tijd stijgt het peil weer geleidelijk tot zijn streefwaarde. Hieruit kan geconcludeerd worden dat het waterpeil geen enkel probleem heeft met deze onttrekking.



Grafiek 16. peilverloop met een baggerlaag van 0cm in het systeem

10 cm Bagger

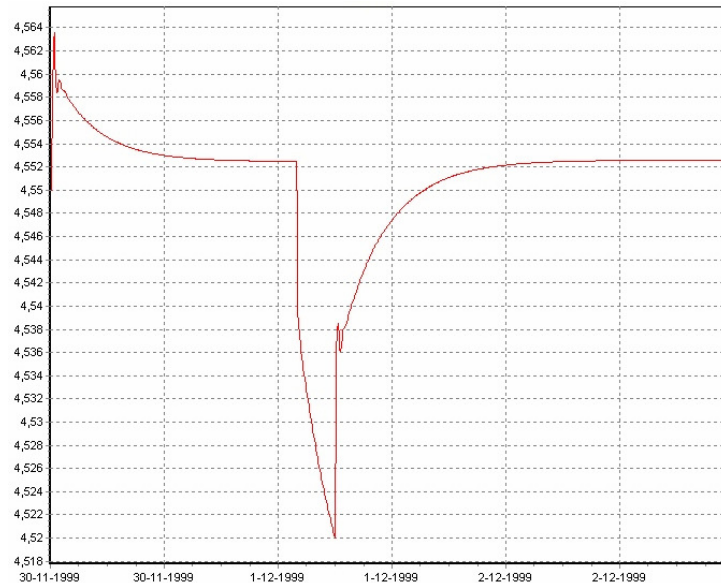
In de grafiek die hieronder staat weergegeven is gerekend met een baggerlaag van 10 cm. Deze baggerlaag is in elke sloot gemodelleerd en er is voor de duikers in het gebied besloten om ook hier dezelfde baggerlaag als in de watergangen toe te passen. Het is opmerkelijk om te zien dat de peildaling bijna precies hetzelfde is als in de voorgaande situatie. Het peil daalt echter 2 mm meer tot een uiteindelijke hoogte van 4,522m + NAP.



Grafiek 17. Peildaling bij een baggerlaag van 10 cm.

20 cm Bagger

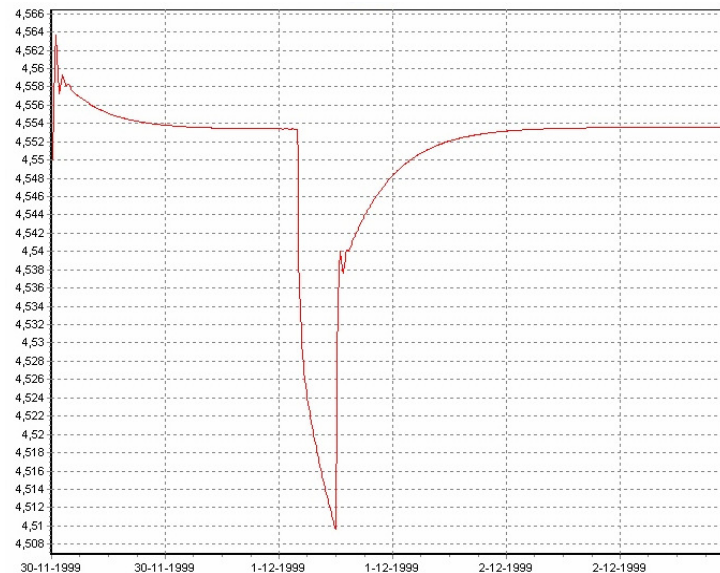
Bij een baggerlaag van 20 cm in het systeem zijn ook nog vrij weinig peilverschillen waar te nemen. Het peil daalt nu 2 mm extra. Bij een peildaling van 3cm in totaal kunnen de sloten nog steeds aan de norm blijven voldoen.



Grafiek 18. peildaling bij een baggerlaag van 20cm

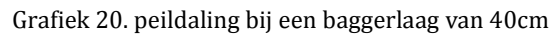
30 cm Bagger

Pas bij een baggerlaag van 30 cm in het systeem is een iets grotere peildaling waar te nemen. Het peil daalt 4 cm maar is daarom nog steeds niet alarmerend. In de grafiek is te zien dat het peil niet meer strak op de 4,55 m + NAP staat, maar enkele mm daar boven. Een verklaring hiervoor is dat er minder waterdiepte in het peilgebied aanwezig is. Doordat de onttrekking relatief dichtbij de inlaat zit en de uitlaten een eind verderop liggen, is in het begin van het peilgebied een iets hoger peil waar te nemen dan aan de andere kant van het peilgebied.

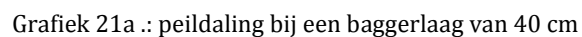


Grafiek 19. peildaling bij een baggerlaag van 30cm

Wanneer er 40 cm bagger aanwezig is, stijgt het peil 1,5 cm. De daling die vervolgens wordt ingezet stopt 8 cm lager op een NAP hoogte van 4,485 m +NAP. De werkelijke daling is echter maar 6,5 cm. De waterdiepte die bij een beginsituatie van 85 cm nog aanwezig is in de blussloten is $(85 - 40 - 6,5 =) 38,5$ cm. Hierdoor kan dus nog net aan de bluswaternorm worden voldaan.

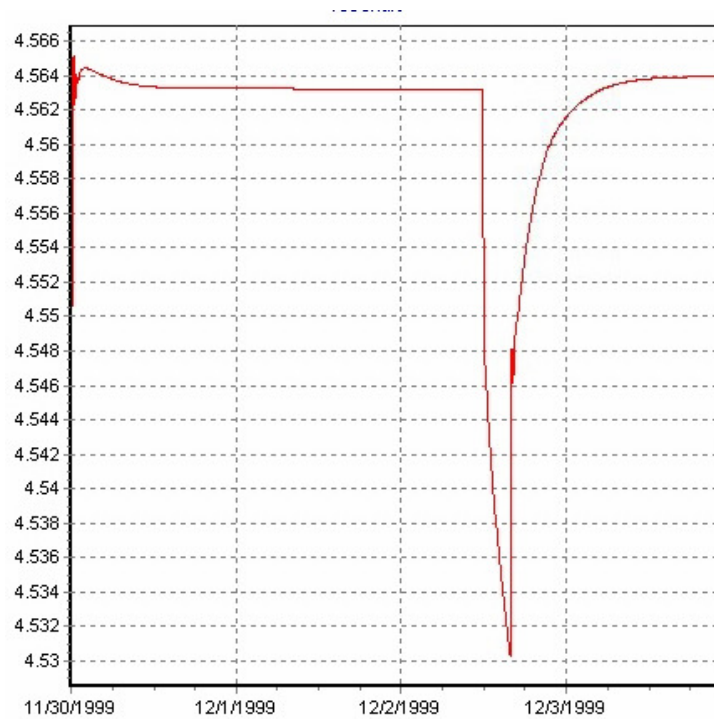


Wanneer de duikers worden geschoond scheelt dit aanzienlijk in de peildaling. Het peil zakt nog maar 2 cm gezien vanaf het streefpeil.



40 cm Bagger met een schone duiker met een zeer hoge wandruwheid

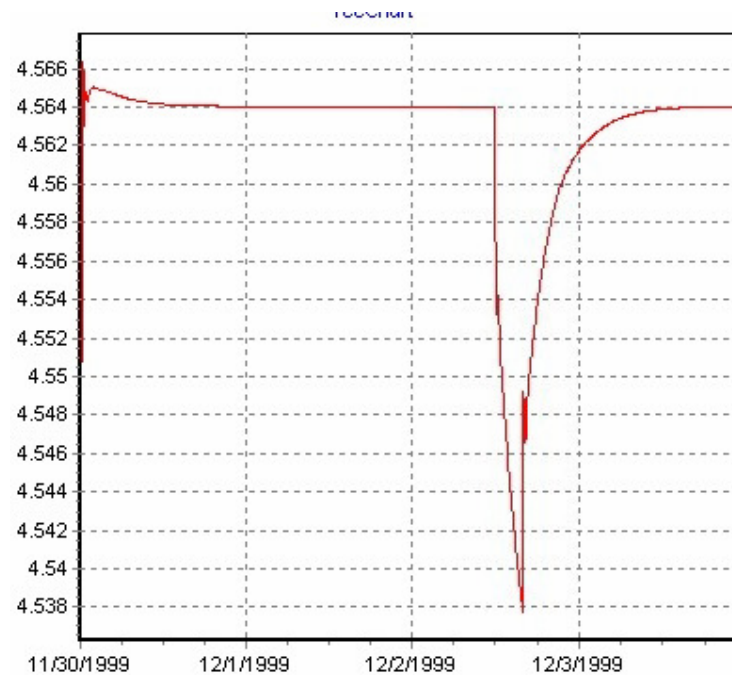
Op deze grafiek is te zien dat de daling met een zeer hoge wandweerstand 2 mm hoger is dan wanneer er een lagere wandweerstand wordt toegepast.



Grafiek 21b : peildaling bij een baggerlaag van 40 cm

40 cm bagger; met schone bluswatergang en schone duikers

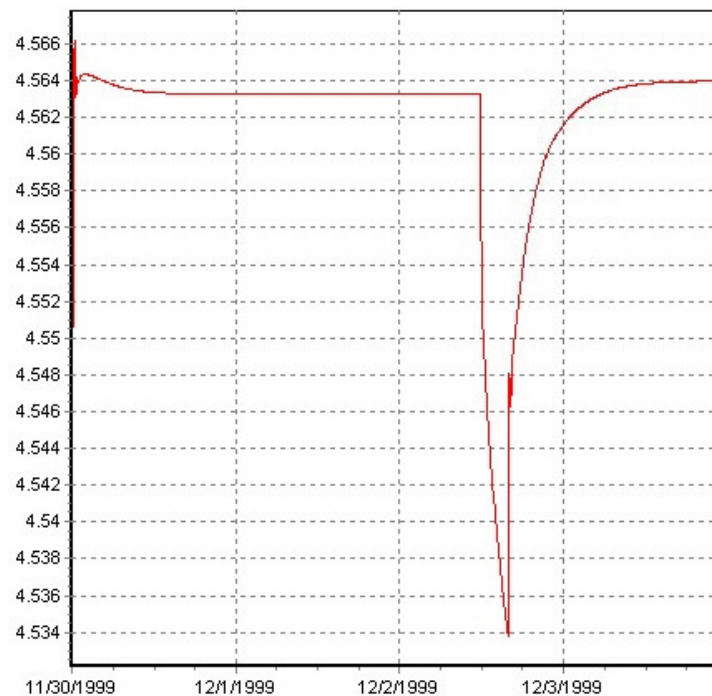
In deze situatie is een klein verschil te zien t.o.v. grafiek 21. Reden is dat er door de gebaggerde watergangen meer buffer aanwezig is.



Grafiek 22a.: peildaling bij een baggerlaag van 40 cm

40 cm bagger; met schone bluswatergang en schone duikers met zeer hoge wandruwheid

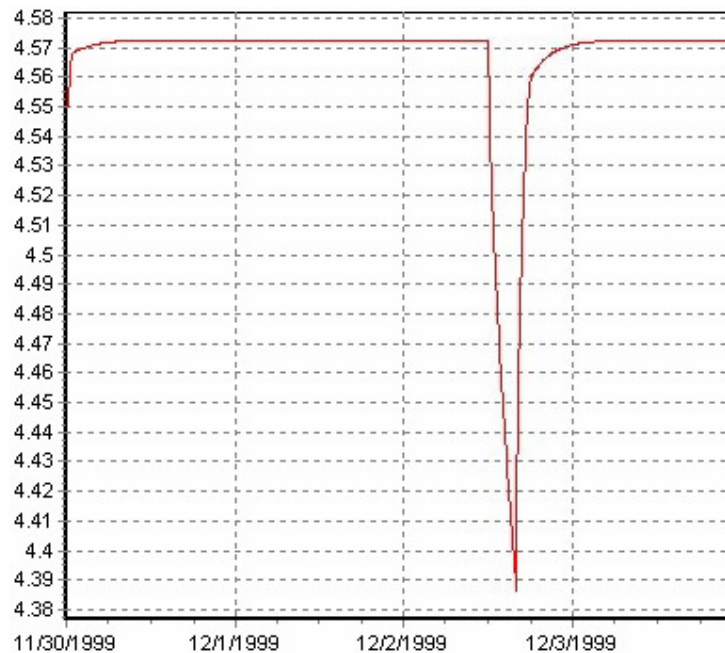
In deze situatie is een klein verschil te zien t.o.v. grafiek 22a. Reden is de toestroomsnelheid van het water iets minder wordt door de hogere wandruwheid..



Grafiek 22b.: peildaling bij een baggerlaag van 40 cm

50 cm Bagger; hoge slootwandweerstand en hoge wandweerstand in een vieze duiker.

Wanneer er 50 cm bagger in het peilgebied aanwezig is, daalt het peil zichtbaar verder dan in voorgaande situaties. Er wordt een peildaling behaald van ruim 16cm. Een mogelijke verklaring hiervoor is de vernauwde doorgang in de duikers. Bij een diameter van 800mm en een baggerlaag van 50cm blijft er zeer weinig ruimte over voor het doorstromend water. Een andere verklaring kan de baggerlaag zijn die aanwezig is in de B-watergangen. Deze B-



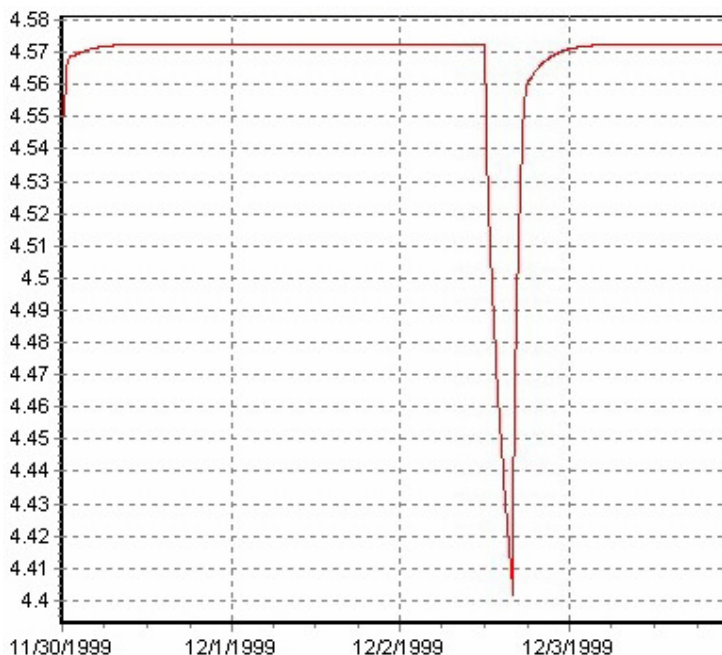
Grafiek 23. peildaling bij een baggerlaag van 50cm

op een waterdiepte van 50 cm.

In het model betekent dit dat er vanuit de B-watergangen geen water meer geleverd kan worden omdat deze in feite droog staan. In deze situatie is er 50 cm bagger + 16 cm peildaling is 19 cm waterdiepte over. Bij deze daling kan de brandweerpomp niet meer volledig onttrekken.

50 cm bagger; met een hoge sloot wandruwheid en lage wandweerstand in een vieze duiker.

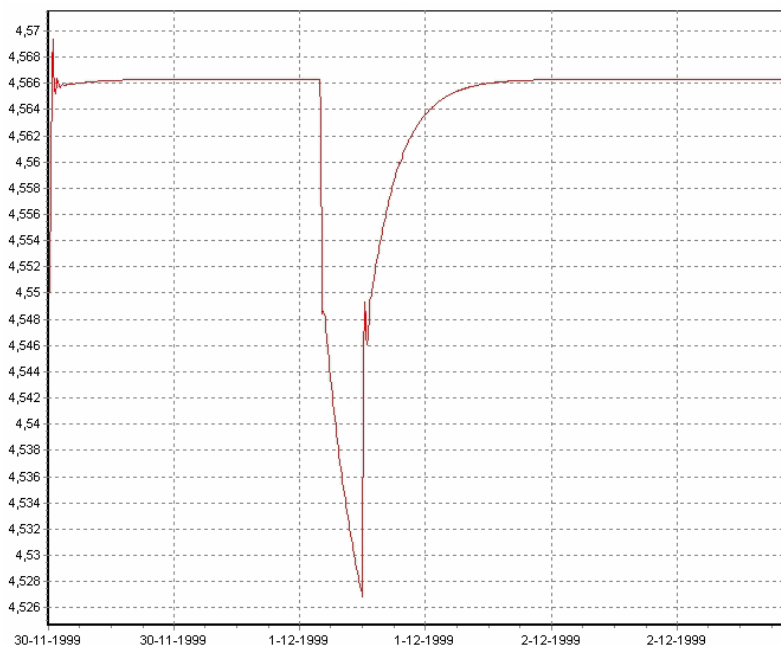
Nu er zich zichtbaar grote peilverschillen voordoen zijn er verschillende situaties doorberekend. In eerste instantie is het effect door gerekend van een verminderde wandruwheid. In bovenstaande situatie is er gerekend met een Chezy-waarde van 55 voor duikers van 800 mm en 57 voor duikers van 1000 mm. De situatie is vervolgens doorberekend met de opeenvolgende waardes 61 en 63. Er is een klein verschil waar te nemen van 1,5 cm. Een goed afgewerkte duiker zorgt in dit geval voor een betere doorstroming. Een verschil van 1,5 cm op een dergelijk grote daling is echter dermate klein dat zich nog steeds problemen voor doen.



Grafiek 24. Peildaling bij een baggerlaag van 50 cm

50 cm bagger; met een hoge sloot wandruwheid en een hoge wandweerstand in een schone duiker.

Een groot verschil is waar te nemen wanneer de de duiker wordt doorgespoten. In dit geval is er geen bagger meer aanwezig in de duikers. De wandruwheid van deze duiker is net zoals in de beginsituatie (zoals deze momenteel in de praktijk zijn) genomen. Bij een baggerdikte van 50 cm stijgt het waterpeil ruim 1,5 cm. Tijdens de onttrekking zakt dit peil maar 2 cm ten opzichte van het huidige streefpeil.



Grafiek 25. Peildaling bij een baggerlaag van 50 cm

50 cm bagger; met een hoge sloot wandruwheid en lage wandweerstand in een schone duiker.

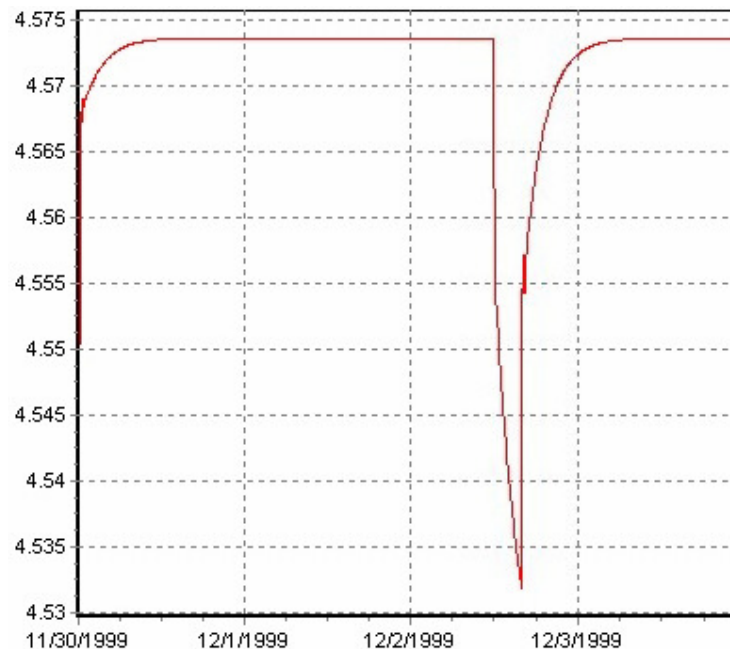
Wanneer dezelfde situatie wordt doorgerekend met de hoogste waarden voor een goed afgewerkte duiker zijn er geen verschillen tussen grafiek 23 en grafiek 24 meer waar te nemen. Het peil daalt 1 mm minder dan wanneer de duiker niet goed is afgewerkt.



Grafiek 26. Peildaling bij een baggerlaag van 50 cm.

50 cm bagger; met een laag sloot wandruwheid en hoge wandweerstand in een schone duiker

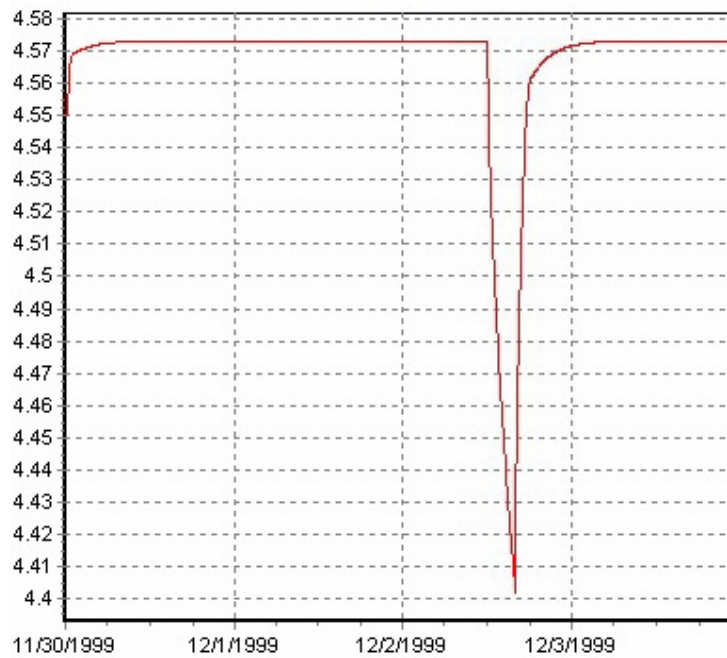
Er is in deze situatie een verschil waar te nemen van 0,5cm minder peildaling tov grafiek 26.



Grafiek 27. Peildaling bij een baggerlaag van 50 cm

50 cm bagger; met een lage sloot wandruwheid en hoge wandweerstand in een vieze duiker

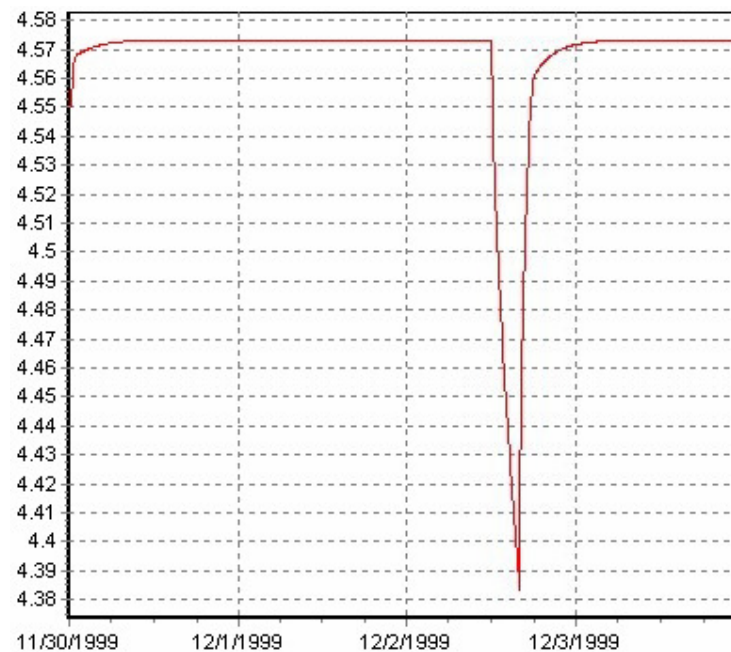
In deze situatie is een klein verschil te zien tov grafiek 21. Het betreft echter maar een klein verschil van 1 ruime centimeter.



Grafiek 28. Peildaling bij een baggerlaag van 50 cm

50 cm bagger met een extra lage sloot wandruwheid en hoge wandweerstand in een vieze duiker.

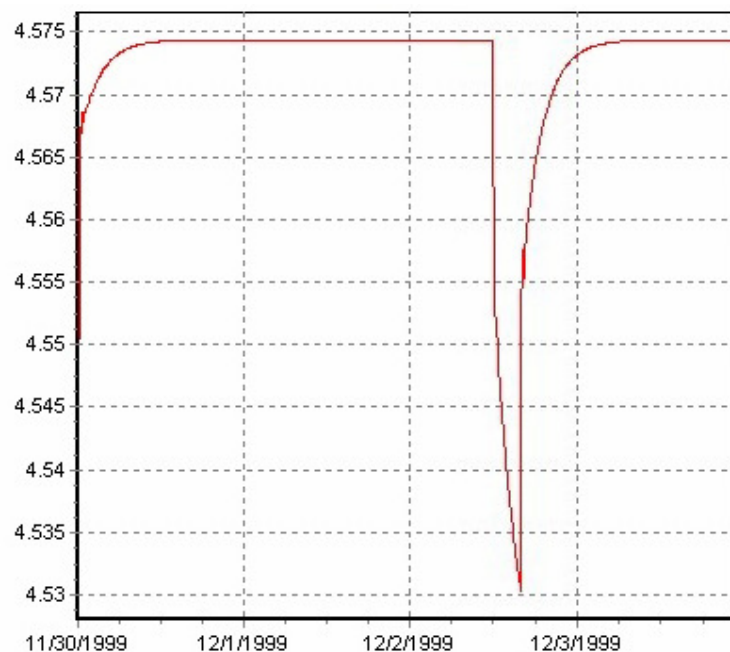
Het peil daalt 18 cm ten opzichte van het streefpeil



Grafiek 29. Peildaling bij een baggerlaag van 50 cm

50 cm bagger met een extra hoge sloot wandruwheid en hoge wandweerstand in een schone duiker.

Het peil daalt nog maar 2 cm. De extra hoge sloot wandruwheid heeft een zeer beperkte invloed op de peildaling.



Grafiek 30. Peildaling bij een baggerlaag van 50 cm

Bijlage 10

Profielgegevens

profiel 1	Hoogte	0,24	m
	Bodembreedte	1,2	m
	Wateroppervlak breedte	1,92	m
	Oppervlakte	0,37	m2
	Lengte	375	m
	Inhoud	140	m3

profiel 2	Hoogte	0,8	m
	Bodembreedte	1,78	m
	Wateroppervlak breedte	4,18	m
	Oppervlakte	2,38	m2
	Lengte	175	m
	Inhoud	417	m3

profiel 5	Hoogte	0,84	m
	Bodembreedte	1,81	m
	Wateroppervlak breedte	4,33	m
	Oppervlakte	2,58	m2
	Lengte	675	m
	Inhoud	1741	m3

profiel 6	Hoogte	0,58	m
	Bodembreedte	3,21	m
	Wateroppervlak breedte	4,95	m
	Oppervlakte	2,37	m2
	Lengte	2700	m
	Inhoud	6389	m3

profiel 7	Hoogte	0,8	m
	Bodembreedte	1,64	m
	Wateroppervlak breedte	4,04	m
	Oppervlakte	2,27	m2
	Lengte	675	m
	Inhoud	1534	m3

profiel 8	Hoogte	0,86	m
	Bodembreedte	2,21	m
	Wateroppervlak breedte	4,79	m
	Oppervlakte	3,01	m2
	Lengte	950	m
	Inhoud	2860	m3

profiel 9	Hoogte	0,75	m
	Bodembreedte	3,14	m
	Wateroppervlak breedte	5,39	m
	Oppervlakte	3,20	m2
	Lengte	500	m
	Inhoud	1599	m3

profiel 11	Hoogte	0,8	m
	Bodembreedte	2,04	m
	Wateroppervlak breedte	4,44	m
	Oppervlakte	2,59	m ²
	Lengte	2275	m
	Inhoud	5897	m ³

profiel 12	Hoogte	0,63	m
	Bodembreedte	1,41	m
	Wateroppervlak breedte	3,3	m
	Oppervlakte	1,48	m ²
	Lengte	200	m
	Inhoud	297	m ³

profiel 13	Hoogte	0,83	m
	Bodembreedte	1,67	m
	Wateroppervlak breedte	4,16	m
	Oppervlakte	2,42	m ²
	Lengte	150	m
	Inhoud	363	m ³

profiel 14	Hoogte	0,8	m
	Bodembreedte	1,8	m
	Wateroppervlak breedte	4,2	m
	Oppervlakte	2,40	m ²
	Lengte	50	m
	Inhoud	120	m ³

profiel 15	Hoogte	0,85	m
	Bodembreedte	1,31	m
	Wateroppervlak breedte	3,86	m
	Oppervlakte	2,20	m ²
	Lengte	150	m
	Inhoud	330	m ³

profiel 16	Hoogte	0,6	m
	Bodembreedte	1,45	m
	Wateroppervlak breedte	3,25	m
	Oppervlakte	1,41	m ²
	Lengte	175	m
	Inhoud	247	m ³

profiel 19	Hoogte	0,85	m
	Bodembreedte	1,15	m
	Wateroppervlak breedte	3,7	m
	Oppervlakte	2,06	m ²
	Lengte	675	m
	Inhoud	1391	m ³

* Profielen 3,4,10,17 en 18 zijn duikers en zijn niet mee genomen in de berekening.

Inhoud totaal:

23324 m³

Slootgegevens peilgebied 2

profiel 1	Hoogte	0,8	m
	Bodembreedte	0,98	m
	Wateroppervlak breedte	3,38	m
	Oppervlakte	1,744	m2
	Lengte	850	m
	Inhoud	1482,4	m3

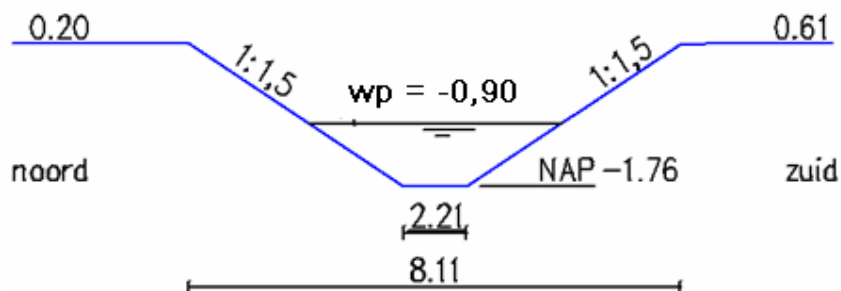
profiel 2	Hoogte	1,1	m
	Bodembreedte	3,45	m
	Wateroppervlak breedte	6,75	m
	Oppervlakte	5,61	m2
	Lengte	725	m
	Inhoud	4067,3	m3

Inhoud totaal	5550	m3
---------------	------	----

De gegevens van de profielen staan weergegeven zoals zij zijn ingemeten tijdens de revisie.

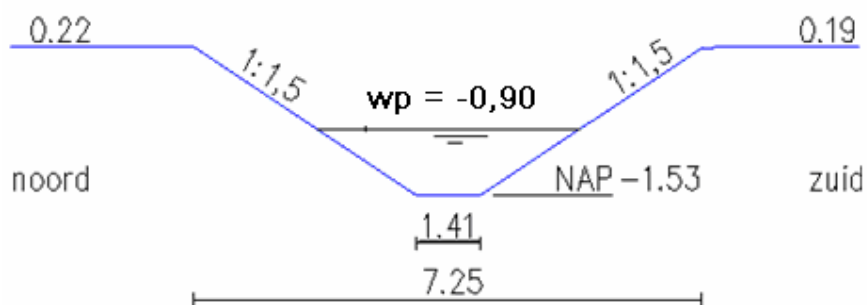
De lengte is gemeten met een marge van 25 meter. De totale lengte en inhoud van de watergangen is hierdoor een benadering, maar geven wel een duidelijk beeld van de geschatte hoeveelheid m3's water dat aanwezig is.

Er is een duidelijk verschil te zien in de hoeveelheid buffer die peilgebied 1 bergt en de buffer van peilgebied 2; 23324m3 – 5550 m3 .



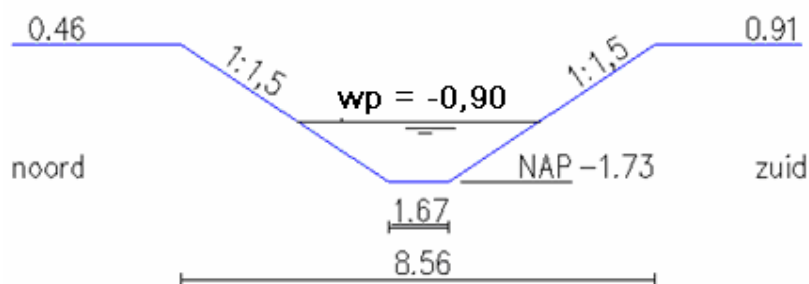
Inzet brandweer peilgebied 1, profielnr. 8

Waterdiepte: winterpeil: $-0,90\text{m NAP} - \text{bodemhoogte: } -1,76\text{ NAP} = 0,86\text{m}$



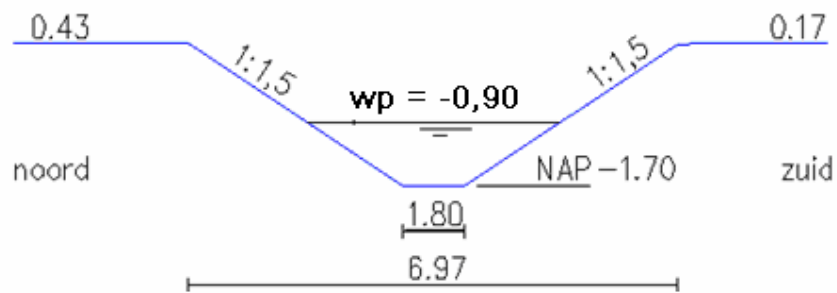
Inzet brandweer peilgebied 1, profielnr. 12

Waterdiepte: winterpeil: $-0,90\text{m NAP} - \text{bodemhoogte: } -1,53\text{ NAP} = 0,63\text{m}$



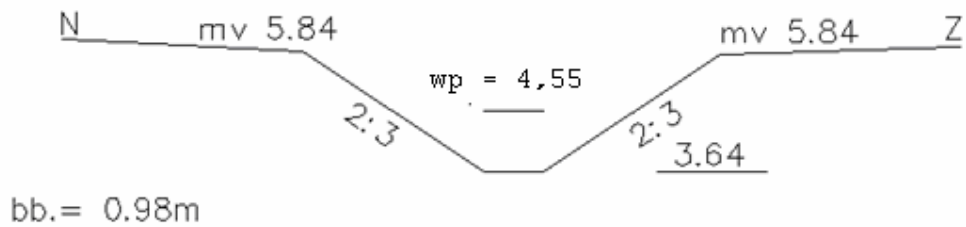
Inzet brandweer peilgebied 1, profielnr. 13

Waterdiepte: winterpeil: $-0,90\text{m NAP} - \text{bodemhoogte: } -1,73\text{ NAP} = 0,83\text{m}$



Inzet brandweer peilgebied 1, profielnr. 14

Waterdiepte: winterpeil: -0,90m NAP – bodemhoogte: -1,70 NAP = 0,80m



Inzet brandweer peilgebied 2, profielnr. 1

Met de formule: $(\text{bodem Breedte} + \text{boven Breedte}) \cdot \text{hoogte} / 2$ is berekend dat het bovenstaande profiel een waterdiepte van 0,80 m heeft.

Bijlage 11
Foto impressie

Peilgebied 1

Ligging van een bluswatergang tussen de Betuweroute en de A 15. In de verte is een inrit te zien waar de brandweer bij calamiteiten zich tussen het tracé en de watergang kan opstellen.



Op deze afbeelding is de ligging van de bluswatergang te zien (foto is aan de andere zijde van het viaduct gefotografeerd).

Bovenste foto geeft een duiker weer die het water van de aanvoerwatergang onder het spoor door naar de bluswatergangen leidt. De onderste foto laat de aanvoerwatergang zien.



Peilgebied 2

Ligging van de bluswatersloot lang het trace



Ligging van de duiker die moet zorgen voor de toevoer naar de bluswatergangen. Duiker heeft een diameter van 1000 mm. De aangrenzende watergang is een aanvoersloot.

Bijlage 12

Berekende debieten

Peilgebied 1

Het gemaal (ten noord-westen van het peilgebied) staat ingesteld op het geldende winterpeil (0,9m - NAP). Wanneer het winterpeil stijgt, slaat het gemaal automatisch aan en pompt net zolang tot dat het water weer het juiste peil bereikt heeft.

Om te voorkomen dat bij minimale golfslag het gemaal aan en uit slaat, zit er een marge tussen het gehandhaafde winterpeil en het peil wanneer het gemaal aan moet slaan. Om deze reden is het gemaal ingesteld op een peil van 0,8 m - NAP.

In dit peilgebied zorgen de omliggende stuwen voor een kleine extra inlaat. Omdat deze inlaat afhankelijk is van het peil in het aangrenzende peilgebied en ervan uit wordt gegaan dat dit peil gehandhaafd blijft, zorgen deze stuwen voor een constante inlaat. Door de inlaatcapaciteit te berekenen kan aan het SOBEK model een debiet toegevoegd worden. De hoeveelheid water die uitgelaten wordt is echter niet alleen afhankelijk van de stuwaftmetingen maar ook van het huidige waterpeil. Een hoger peil betekent namelijk een grotere uitlaat. Voor de stuwen die water uit het gebied laten stromen worden daarom de in de stuwaftmetingen gevoerd, waardoor het debiet automatisch mee verandert met het fluctuerende waterpeil.

In dit peilgebied is er echter alleen sprake van stuwen die inlaten.

Voor deze stuwen zijn daarom hieronder de benodigde debietsberekeningen gemaakt.

De eerste stuw ligt het meest noordelijk in het peilgebied (het zalmkleurige gebied). Het gaat hier om een handmatige klepstuw die zorgt voor het inlaten van het water. (zie afbeelding) De breedte van de stuw is gemeten op 1,40m.

Het waterpeil van het water vóór de stuw is gemeten op -0,60+NAP.

De drempelstuwhoogte is gemeten op een hoogte van -0,65 -NAP

Voor deze stuw geldt de formule: $Q = C_{vl} * b * H^{(3/2)}$

Met:

C_{vl} : afvoercoëfficiënt volkomen overlaat (1,7-2,0);

b : breedte van de overlaat;

H : totale energiehogte bovenstrooms, gemeten ten opzichte van de kruinhoogte van de overlaat.

Voor de afvoercoëfficiënt wordt over het algemeen een waarde van circa 1,7 genomen.

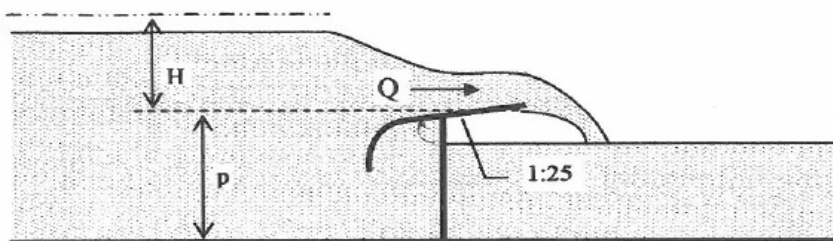
Deze waarde is echter ook afhankelijk van de lengte van de overlaat. Om aan de veilige kant te blijven wordt er in deze berekening gebruik gemaakt van de minimale waarde 1,7 en niet die van 2,0.

$$H = (-0,65 - -0,60) = 0,05\text{m}$$

$$b = 1,40\text{m}$$

$$C_{vl} = 1,7$$

$$Q = 1,7 * 1,40 * 0,05^{(3/2)} = 0,026 \text{ m}^3/\text{s}$$



stromingsbeeld van een klepstuw

De tweede stuw ligt ten noordoosten van het gebied en is ook een hangmatige klepstuw die zorgt voor het inlaten van water. Op het moment van waarnemen stroomde er geen water over de drempel waardoor er 0 m³/s werd ingelaten.

Stuw Leuven ligt aan de oostkant van het peilgebied en zorgt voor de grootste inlaat. Omdat de benedenstroomse waterhoogte h_3 niet te veel stijgt ($h_3 < 2/3 H$) is de overlaat volkomen en kan er gebruik worden gemaakt van onderstaande formule. Is dit niet het geval dan moet er gebruik worden gemaakt van de formule die geldt voor een onvolkomen overlaat. Bij een volkomen overlaat treedt op de kruin een grenstoestand op, en gaat het water over van stromen naar schieten. Bij een onvolkomen overlaat treedt deze overgang niet meer op.

Bovenstrooms van de overlaat is er een lage stroomsnelheid, in dit geval geldt dat bij een lage stroomsnelheid (v_1) de totale energiehogte $H \approx h_1$ wordt. (zie afbeelding)

Het waterpeil van het water vóór de stuw is gemeten op 0,45 -NAP.

Het waterpeil na de stuw geeft een hoogte van 0,79 -NAP weer.

De stuwhoogte is gemeten op een hoogte van 0,66 -NAP

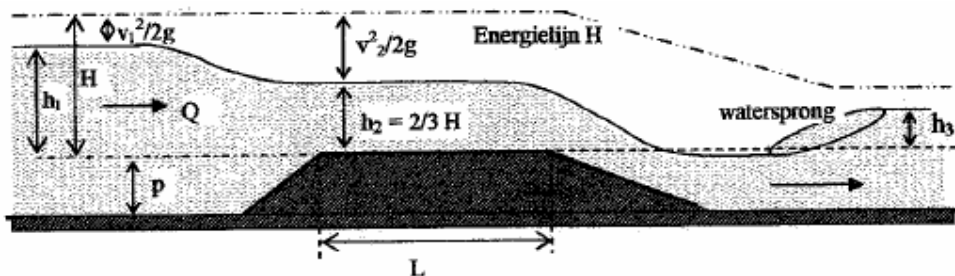
$$H = (-0,45 - -0,66) = 0,21\text{m}$$

$$B = 4,75\text{m}$$

$$C_{vl} = 1,7$$

Ook bij deze stuw is, om dezelfde reden als de voorgaande berekening, voor de afvoercoëfficiënt de waarde van 1,7 genomen. Wanneer de formule ingevuld wordt: $Q = C_{vl} * b * H^{(3/2)}$

Levert dit een debiet op van $1,7 * 4,75 * 0,21^{(3/2)} = 0,78\text{m}^3/\text{s}$



stromingsbeeld van een volkomen overlaat

De laatste stuw van het peilgebied ligt ten zuiden van het peilgebied. Deze handmatige klepstuw is wederom een inlaat.

Het waterpeil van het water vóór de stuw is gemeten op 0,70 -NAP.

De stuwhoogte is gemeten op een hoogte van 0,75 -NAP

Stuwbreedte = 1,50 meter.

$$H = (-0,70 - -0,75) = 0,05\text{m}$$

$$b = 1,50\text{m}$$

$$C_{vl} = 1,7$$

$$Q = C_{vl} * b * H^{(3/2)}$$

$$= 1,7 * 1,50 * 0,05^{(3/2)} = 0,029 \text{ m}^3/\text{s}$$

Peilgebied 2

Net zoals peilgebied 1 heeft ook peilgebied 2 een gemaal. Het gemaal ligt in de staart van het blauwe gebied en moet er zorg voor dragen dat het hogere naastliggende peilgebied voldoende watertoevoer krijgt. Het gemaal slaat automatisch aan wanneer het peil van het naastgelegen gebied te laag wordt. De pomp met een maximale capaciteit van 0,34 m³/s slaat telkens aan wanneer het peil te laag wordt en slaat weer uit wanneer het streefpeil bereikt is. In de grafiek die het verloop van de pomp weergeeft is te zien dat het gemaal ongeveer 50% van de tijd aan staat. Dit betekent dat er 0,17 m³/s uit het gebied wordt onttrokken

De eerste handmatige stuw ten noordwesten van het peilgebied betreft een scherpe overlaat (zie afbeelding). Deze stuw staat in verbinding met de A-watergang die doorloopt noordelijke richting waarvoor de formule: $Q = C_{v,s} * b * H^{3/2}$ geldt.

Met

$C_{v,s}$: de afvoercoëfficiënt: $(1,78 + 0,24 h_1 / p)$

b: breedte van de overlaat

H: totale energiehoogte bovenstrooms

h_1 waterhoogte bovenstrooms t.o.v. de kruinhoogte

P: de hoogte tussen bodemhoogte en drempelhoogte

Het waterpeil van het water vóór de stuw is gemeten op 4,55 +NAP.

De stuwhoogte is gemeten op een hoogte van 4,52 +NAP

Bodemhoogte ligt op een hoogte van 3,30 +NAP

Stuwbreedte 1,90 meter

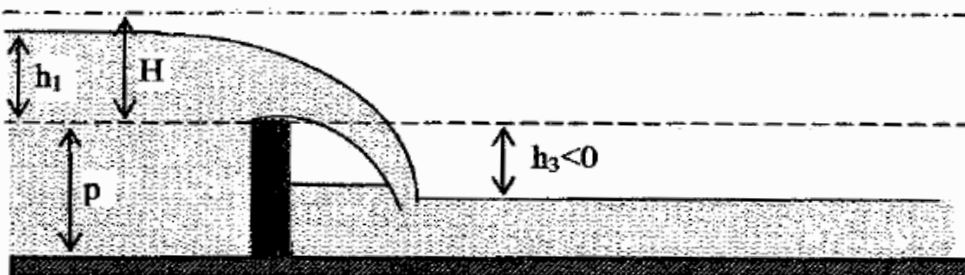
De toestroomsnelheden (bovenstrooms) zijn bij alle stuwen laag, waardoor H bij benadering h_1 is. Bij onderstaande berekeningen wordt daarom de energiehoogte verwaarloosd.

$$H = (4,55 - 4,52) = 0,03 \text{ m}$$

$$P = (4,55 - 3,30) = 1,25 \text{ m}$$

$$C_{v,s} = 1,78 + 0,24 * 0,03 / 1,25 = 1,79$$

$$Q = 1,79 * 1,90 * 0,03^{3/2} = 0,018 \text{ m}^3/\text{s}$$



stromingsbeeld van een scherpe overlaat

De stuw die enkele meters verderop ligt is een onvolkomen overlaat. Deze stuw zorgt voor de toevoer van het water naar het peilgebied ten westen van het gekozen peilgebied.

Het verschil met een volkomen overlaat is dat de grenstoestand en de overgang van stromen naar schieten niet meer optreedt (zie afbeelding).

$$Q = C_{ol} * b * h_3 \sqrt{2g * (H - h_3)}$$

Voor h_3 wordt de waterhoogte benedenstrooms gemeten en over het algemeen geldt dat $C_{vl} = 1,7 C_{ol}$ (dat betekent $C_{ol} \approx 1,0$).

Het waterpeil van het water vóór de stuw is gemeten op 4,55 +NAP.

De stuwhoogte is gemeten op een hoogte van 4,25 +NAP

Het waterpeil ná de stuw is gemeten op 4,40 +NAP

Stuwbreedte 1,90 meter

$$b = 1,9 \text{ m}$$

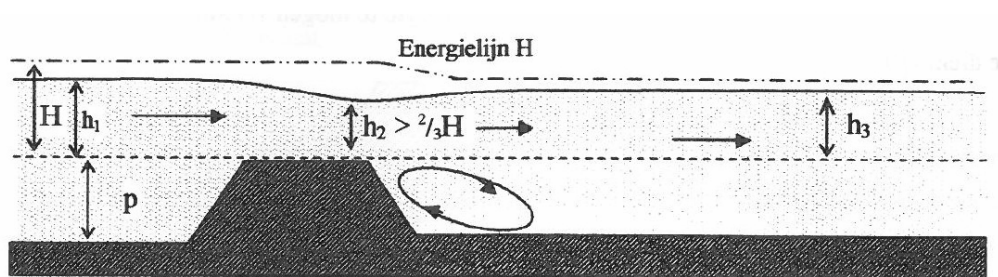
$$C_{ol} = 1,0$$

$$H = (4,55 - 4,25) = 0,30 \text{ m}$$

$$h_3 = (4,40 - 4,25) = 0,15 \text{ m}$$

Deze waarden invullen in de geldende formule voor een onvolkomen overlaat levert het volgende op:

$$Q = 1,0 * 1,9 * 0,15 \sqrt{(2 * 9,81 * 0,3 - 0,15)} = 0,48 \text{ m}^3/\text{s}$$



stromingsbeeld onvolkomen overlaat

De derde stuw is een kleine handmatige stuw met een scherpe overlaat. Deze stuw ligt in het noorden van het zalmkleurige gebied en zorgt ervoor dat het water afgevoerd wordt.

Het waterpeil van het water vóór de stuw is gemeten op 4,55 +NAP.

De stuwhoogte is gemeten op een hoogte van 4,51 +NAP.

De bodemhoogte ligt op een hoogte van 3,45 m +NAP

Stuwbreedte 1,0 meter

$$b = 1,0 \text{ m}$$

$$P = (4,55 - 3,45) = 1,10 \text{ m}$$

$$H = (4,55 - 4,51) = 0,04 \text{ m}$$

$$C_{v,s} = 1,78 + 0,24 * 0,04 / 1,10 = 1,79$$

Met de formule $Q = C_{vl} * b * H^{(3/2)}$ kan tenslotte het geldende debiet berekend worden.

$$Q = 1,79 * 1,0 * 0,04^{(3/2)} = 0,014 \text{ m}^3/\text{s}$$

De meest zuidwestelijk gelegen stuw is een geautomatiseerde stuw. Deze volkomen overlaat heeft een drempelhoogte van 4,75m +NAP. Het waterpeil voor de stuw is vastgesteld op een hoogte van 4,85m + NAP.

$$H = (4,85 - 4,75) = 0,10\text{m}$$

$$b = 1,90\text{ m}$$

$$C_{vl} = 1,7$$

In vullen in de formule levert een inlaat van: $Q = 1,7 * 1,9 * ^{(3/2)} = 0,1\text{ m}^3/\text{s}$

De automatisch bestuurbare stuw die zorgt voor de meeste inlaat ligt in het meest oostelijk puntje van het groene gebied. Het waterpeil van het water vóór de stuw is gemeten op 4,70 +NAP. Het winterpeil in dit gebied wordt gehandhaafd op 4,80 + NAP, maar omdat er een grote stuw enkele tientallen meters naast deze stuw ligt, zorgt dit voor een plaatselijke peildaling.

Het waterpeil na de stuw geeft een waarde van 4,55 +NAP weer.

De stuwhoogte is gemeten op een hoogte van 4,40 +NAP en de breedte geeft een lengte van 2,10 meter weer.

$$H = (4,70 - 4,40) 0,30\text{m}$$

$$b = 2,10\text{m}$$

$$C_{vl} = 1,7$$

Wanneer de formule ingevuld wordt: $Q = C_{vl} * b * H^{(3/2)}$

Levert dit een debiet op van 0,58 m³/s

De debieten die gelden bij een standaardsituatie kunnen vervolgens bij elkaar opgeteld worden.

Aantal m³ dat per seconden het gebied ingelaten wordt is : 0,58 + 0,1 = 0,68.

Het aantal m³ dat per seconden uitgelaten wordt is: 0,48 + 0,018 + 0,014 + 0,17 = 0,68

De situatie dient in normale situatie in balans te zijn, in dit geval is hier sprake van.
(cultuurtechnisch vademecum 2000)

Bijlage 13

Toetsing resultaten

Het froudegetal is berekend met de formule:

$$Fr = v / (g * y)^{0,5}$$

Met:

V: gemiddelde stroomsnelheid van het water

Y: de hydraulische diepte van de watergang $y = A_{nat} / B$ -bovenbreedte (=3,1 in dit geval)

g: versnelling van de zwaartekracht

De gemiddelde snelheid is niet bekend dus die moet als eerst berekend worden.

Hiervoor kan de formule van K Manning gebruikt worden:

$$Q = K_m * A * R^{0,67} * S^{0,5}$$

Met:

R: hydraulische straal

A: nat oppervlak

O: natte omtrek

Om A en R te berekenen is een standaard profiel nodig. Daarom wordt er uitgegaan van een sloot met een bodembreedte van 1,0 meter, een taludfactor van 1:1,5 en de vereiste waterdiepte van 0,7 meter.

$$A = 1,09 \text{ m}^2$$

$$O = 3,52 \text{ m}$$

$$Y = 0,35 \text{ m}^3$$

$$R = A/O = 1,09 / 3,52 = 0,31$$

De blusnorm is 0,1 m³/s gedurende 4 uur. Totaal wordt er dus 1440 m³ water onttrokken.

Met de formule $Q = V * A$ kan de gemiddelde snelheid berekend worden.

$$0,1 = V * 1,09 = 0,09 \text{ m/s}$$

Wanneer er voor K Manning een aanname wordt gedaan van 30 kan de formule ingevuld worden.

$$0,09 = 30 * 0,31^{0,67} * S^{0,5}$$

$$S = (0,09 / 30 * 0,31^{0,67})^2 = 0,000042 \text{ m/m}$$

Aan dit verhang is in feite al af te leiden dat het water erg weinig verhang heeft en waarschijnlijk niet zal gaan schieten.

Dit kan verder onderbouwd worden door het Froudegetal te berekenen.

$$Fr = v / (g * y)^{0,5} \text{ Hiervoor geldt:}$$

Stromend water: Froudegetal < 1,0

Schietend water: Froudegetal > 1,0

$$Fr = 0,09 / (9,81 * 0,35)^{0,5} = 0,049$$

Onttrekking bij een baggerlaag van 40 cm

Wanneer er wederom wordt uitgegaan van het standaard profiel met bodembreedte van 1 meter en een taludfactor van 1:1,5 volgen de onderstaande waardes.

Wanneer er uit wordt gegaan van een gemiddelde waterdiepte van 0,85 cm in de bluswatergangen is er bij een baggerdikte van 40 cm en een peildaling van 9 cm (Bijlage 9 grafiek 5) een waterdiepte 36 cm over

A-nat (bij een waterdiepte van 36 cm) = 0,99m²

Bovenbreedte tijdens de onttrekking (-9cm peildaling) is 3,28

$Y = 0,99 / 3,28 = 0,30$

$$Fr = v / (g * y)^{0,5}$$

$$Fr = 0,28 / (9,81 * 0,30)^{0,5} = 0,16$$

0,16 = < 1,0 dus stroomt het water en zal het niet gaan schieten.