

De waterbeheersing van de Maas bij Maastricht

H.E.J. Berger

Rijkswaterstaat, Directie Limburg/TU Delft

M. Meulenberg, Rijkswaterstaat, Directie Limburg

Operationeel Beheerssysteem Julianakanaal

BIBLIOTHEEK
STARRINGGEROUW

In OTAR10/1995 hebben de auteurs inzicht gegeven in de automatisering van de stuw Borgharen.

Dit artikel beschrijft het Operationeel Beheerssysteem van het Julianakanaal. Doel van het systeem is om eventuele watertekorten van de Maas bij Maastricht zo veel mogelijk te voorkomen tegen zo gering mogelijke kosten. Daartoe worden maatregelen als het terugpompen van schutwater en het zo beperkt mogelijk schutten zo doelmatig mogelijk ingezet. Dit artikel beschrijft de strategie hoe gekozen wordt voor het nemen van welke maatregelen, en hoe deze strategie als automatische regeling is geïmplementeerd. Het artikel is het tweede in een serie van twee over de waterbeheersing van de Maas bij Maastricht door Rijkswaterstaat-Directie Limburg; in het eerste is de automatisering van de stuw Borgharen beschreven.

De Maas kent tussen Luik en Maastricht verschillende onttrekkingen, waardoor het debiet van de Grensmaas ca. 40 m³/s lager is dan dat van de Maas in Luik (tabel 1). In droge perioden kan het debiet in Luik tot lage waarden dalen waardoor aan de onttrekkingsvraag in Nederland niet meer kan worden voldaan. Met name op het Julianakanaal zijn maatregelen mogelijk om de waterafvoer te beperken. Op de beide sluiscomplexen van Born en Maasbracht zijn pompen geïnstalleerd om water omhoog te pompen, in Born 4 pompen en in Maasbracht 3 pompen. De capaciteit van elke pomp bedraagt 3 m³/s. De pompen worden elektrisch aangedreven. Daarnaast kan bij de sluisen van Maasbracht een deel van het benodigde schutwater uit de parallel gelegen sluis worden betrokken, in plaats vanuit het Julianakanaal. Dit levert een besparing in de benodigde hoeveelheid water voor het schutbedrijf. Het is dan echter wel noodzakelijk dat beide sluisen in tegenfase werken terwijl ook de vultijd van de sluiscolk iets toeneemt. Daardoor zal voor de scheepvaart extra wachttijd optreden.

Het nemen van de maatregelen kosten de maatschappij echter geld. Vandaar dat het nemen van de maatregelen zo spaarzaam mogelijk moet geschieden. De volgende maatregelen worden onderscheiden:

- Pompen. Hierbij worden op beide sluiscomplexen 3 pompen ingeschakeld. De besparing door pompen bedraagt 9 m³/s. De pompkosten zijn afhankelijk van het dag/nacht-tarief. Tevens wordt niet meer gespuid ten behoeve van de peilhandhaving op het stuwpannd Maasbracht.
- Hevelend schutten. Een deel van het benodigde schutwater bij de sluis van Maasbracht wordt betrokken uit de andere sluis, in plaats vanuit het Julianakanaal. De gemiddelde extra wacht-

tijd voor de scheepvaart wordt geschat op 15 minuten. Bij Born wordt water gespaard door niet meer te spuien en door het inzetten van een pomp met een capaciteit van 3 m³/s. Op etmaalbasis kan zo een besparing worden bereikt van 5 m³/s.

- Beperkt schutten. Deze maatregel kan worden gezien als een uitbreiding van het hevelend schutten. Er worden dezelfde ingrepen gedaan als bij hevelend schutten, maar bovendien wordt alleen met volle kolken geschut. Dit

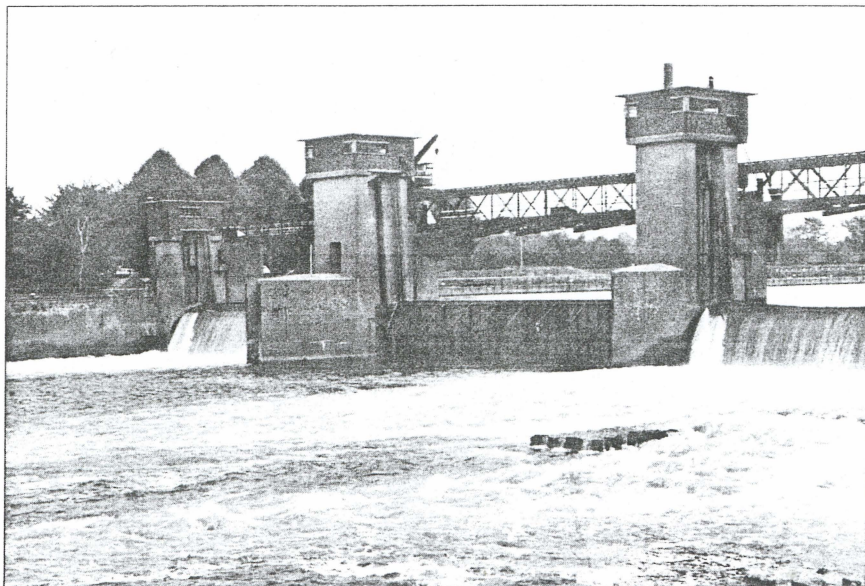
levert een extra besparing op van 3 m³/s op etmaalbasis. De gemiddelde wachttijd voor de scheepvaart neemt toe tot anderhalf uur.

Een overzicht van de maatregelen is weer gegeven in tabel 2. Eenvoudigheidshalve is het scheepvaartaanbod geconcentreerd gedacht in de periode tussen 4 uur 's ochtends en 10 uur 's avonds. De getallen genoemd bij de besparingen en de kosten per effectief uur zijn daarom niet meer dan benaderingen.

Uit tabel 2 kan worden afgeleid dat de maximale besparing 17 m³/s gemiddeld over de dag bedraagt. Voor de berekening van de kosten van een maatregel is uitgegaan van de maatschappelijke kosten, dat wil zeggen dat de elektriciteitskosten en de kosten voor de scheepvaart gesommeerd zijn. Daarna is aan de hand van de kosten per bespaarde kubieke meter water bepaald welke prioriteitsvolgorde van toepassing zal zijn. Daarbij is aan hevelend schutten minder prioriteit toegekend dan aan overdag pompen, omdat dit beter overeenkomt met het in het

Tabel 1. Overzicht van de onttrekkingen

Waterloop	Onttrekking ten behoeve van	Gewenste afvoer (m ³ /s)
Albertkanaal	scheepvaart, drinkwater	10
Zuid-Willemsvaart	scheepvaart, landbouw, natuur	15
Julianakanaal	scheepvaart	15
Grensmaas	ecologie	10 (minimaal)
Totaal		50



Tabel 2. Overzicht van de te nemen maatregelen

Maatregel	Volgorde maatregelen bij stijgend watertekort	Beschrijving	Gemiddelde besparing over de dag als de maatregel maximaal lang wordt toegepast (m ³ /s)	Kosten per bespaarde m ³ (f/m ³)
's nachts pompen	1	via 3 pompen bij Born en 3 pompen bij Maasbracht water terugpompen. Capaciteit per pomp 3 m ³ /s. (periode waarin de maatregel kan worden toegepast: 23 h - 07 h)	3	0,006
hevelend schutten	2	hevelend schutten bij Maasbracht, niet spuien in combinatie met 1 pomp bij Born	5	0,009
overdag pompen	3	via 3 pompen bij Born en 3 pompen bij Maasbracht water terugpompen. Capaciteit per pomp 3 m ³ /s. (periode waarin de maatregel kan worden toegepast: 07 h - 23 h)	6	0,009
beperkt schutten	4	hevelend schutten, maar bovendien: alleen schutten met volle kolken.	8 (inclusief de 5 van het hevelend schutten)	0,025 (inclusief de kosten van hevelend schutten)

verleden gevoerde waterbesparingsbeleid.

Naast de maatregelen op het Julianakanaal zijn er ook waterbesparende maatregelen mogelijk voor de Zuid-Willemsvaart. Hierop wordt later nader teruggekomen.

De aanwezigheid van de buffervoorraad heeft prettige consequenties: als de afvoer vanuit België een tijdelijke val vertoont kan tijdelijk ingeteerd worden op de buffervoorraad, zonder dat een (kostbare) maatregel genomen hoeft te worden. Zo'n val kan bijvoorbeeld worden veroorzaakt door het beheer van de waterkrachtcentrale van Lixhe. Deze Belgische waterkrachtcentrale, die zich vlak bij de grens bevindt, bezit vier turbines met elk een capaciteit van ca. 80 m³/s. Deze turbines zijn niet regelbaar. Dat wil zeggen dat bij het aan- en uitschakelen van een turbine de waterdoorvoer plotseling met 80 m³/s wijzigt, waardoor ook de Maasafvoer met dat bedrag wijzigt. Het aan- en uitzetten van een turbine heeft daardoor grote consequenties voor de te nemen waterbesparende maatregelen in het OBS Julianakanaal.

De minimum waterstand in het stuwpand Borgharen is NAP + 43.90 m in verband met de benodigde kielspeling van de schepen; NAP + 44.15 m is de boven-

grens in verband met het onderlopen van sluisbedieningswerken. Als de bovengrens dreigt te worden overschreden wordt het overtollige water via de stuw van Borgharen afgevoerd, dit water draagt dus niet meer bij aan de vorming van de buffervoorraad.

In het algemeen kan gesteld worden dat de aanwezigheid van de buffer een belangrijke beperking in de te maken kosten met zich meebrengt.

Indien men van tevoren het afvoerloop in de tijd precies zou kennen kan men de totale kosten van de te nemen maatregelen minimaliseren. Vlak voor het begin van de laagwaterperiode zal men dan de maximale bufferinhoud hebben (de waterstand is dan 44.15 m), en aan het eind van de laagwaterperiode de minimale inhoud (waterstand 43.90 m). Het verloop van de afvoer die het stuwpand instroomt is in de praktijk echter slecht te voorspellen. Met name de waterkrachtcentrale van Lixhe veroorzaakt grote verstoringen in het natuurlijke afvoerloop. Het is daarom niet mogelijk om precies van dag tot dag de beste strategie van de te nemen maatregelen te bepalen. Getracht is daarom een algemene strategie te vinden waarin tegen zo gering mogelijke kosten de kans op overschrijding van het minimum zeer klein blijft.

Principes

Het onderzoek naar de optimale schutstrategie is in eerste instantie uitgevoerd met een model van de waterbalans. Uit het onderzoek volgde dat strategieën wellicht het best kunnen worden bepaald met gebruikmaking van de waterstand in het stuwpand. Ten behoeve van het theoretische onderzoek zijn verschillende strategieën voorgesteld. In elke strategie zijn bepaalde start- en stopwaarden vastgesteld voor de waterbesparende maatregelen. Dat betekent dat als de waterstand bij Borgharen een bepaalde ondergrens overschrijdt een maatregel zal worden genomen (gestart). Als daarna de waterstand bij Borgharen een bepaalde bovengrens overschrijdt zal de maatregel worden beëindigd (gestopt). Het verschil tussen boven- en ondergrens bedraagt enkele centimeters, dit is gedaan om veelvuldig aan- en uitzetten te voorkomen.

Door middel van een simulatieonderzoek met een hydrodynamisch afvoermodel is de effectiviteit van verschillende strategieën bepaald. Daarbij zijn gemeten afvoeren van 75 dagen in het najaar van 1991 gebruikt. Uit het simulatieonderzoek bleek dat het wenselijk is een zeer hoge waterstand na te streven (bv. NAP + 44.10 m), teneinde een kleine onder-

schrijdingskans van de ondergrens van NAP + 43.90 m te verkrijgen. Dit betekent echter niet dat ook bij hoge waterstanden nog maatregelen genomen moeten worden. Zou namelijk bij een hoge waterstand nog een afvoergolf optreden, dan zou – wegens overschrijding van het maximum peil – het kostbare opgepompte water niet vastgehouden kunnen worden en via de Grensmaas verdwijnen. Dat wil zeggen dat wel een hoge waterstand wordt nagestreefd, maar dat boven een bepaalde waterstand geen kostbare maatregelen genomen moeten worden om deze waterstand te bereiken.

Daarnaast bleek het wenselijk te zijn om een groot verschil aan te houden tussen de startwaarden van beperkt schutten en de overige maatregelen, dit in verband met de hoge kosten van beperkt schutten.

Onderzocht werd tevens of het zinvol zou zijn om de start- en stopwaarden afhankelijk te maken van de gemiddelde dagafvoer en de waterstand aan het begin van de dag. Dit bleek in het algemeen geen verbetering van de resultaten te geven.

De uiteindelijk gekozen strategie is weer gegeven in tabel 3.

De kosten behorend bij deze strategie zijn bepaald met een simulatieberekening voor de periode van 18 augustus tot en met 31 oktober 1993. Deze zijn weer gegeven in tabel 4. Tevens zijn in de tabel de gemeten pompkosten aangegeven (voor de werkelijke kosten voor de scheepvaart waren geen gegevens aanwezig). Opgemerkt wordt dat in 1991 in

ren is er geen bezwaar om een waterstand van bv. 44.00 gedurende langere tijd te handhaven, immers zelfs bij een val in de afvoer zal er voldoende water beschikbaar zijn om aan alle behoeften te voldoen. Onderzoek heeft uitgewezen dat als bij Maastricht-St.Pieter de gemiddelde dagafvoer 65 m³/s of kleiner is geweest er de volgende dag een significante kans bestaat op een situatie waarbij het nemen van maatregelen zinvol zou zijn geweest. Derhalve zal het OBS-Julianakanaal actief zijn als de gemiddelde dagafvoer de afgelopen dag kleiner of gelijk aan 65 m³/s is geweest. Dit betekent gelijktijdig dat de stuwregeling van Borgharen iets aangepast zal zijn (zie aldaar). Bovendien zullen maatregelen pas genomen worden als de momentane afvoer bij St.Pieter kleiner is dan 56 m³/s en die bij Borgharen-Dorp kleiner dan 13 m³/s, om het risico met betrekking tot het onnodig nemen van maatregelen te verkleinen. Door de koppeling met de stuwregeling Borgharen hangen de beide goed met elkaar samen.

Inlaatdebiet van de Zuid-Willemsvaart

Tussen de beheerders is afgesproken dat bij lage afvoeren de doorvoer via de Zuid-Willemsvaart wordt verkleind. Gegevens hierover zijn te vinden in tabel 5. Deze afvoerregeling is opgenomen in het Operationeel Beheerssysteem Julianakanaal.

Uitvoeringstechnische aspecten

Het Operationeel Beheerssysteem Julianakanaal is op hetzelfde systeem geïnstalleerd als het automatisch regelsys-

teem voor de stuw Borgharen. Metingen kunnen zo voor beide systemen in één keer worden verzameld. Bij het uitvallen van metingen wordt van dezelfde reservestations gebruik gemaakt. Hierdoor wordt de samenhang binnen de waterstands- en afvoerbeheersing bij Borgharen vergroot.

Het systeem is geïnstalleerd bij de sluisen van Bosscherveld. In geval van het nemen van een maatregel wordt het sluispersoneel van Born en Maasbracht per telefoon geïnformeerd.

Net als bij de automatisering van de stuw Borgharen is veel aandacht besteed aan de grafische presentatie, de data-opslag en de mogelijkheid om de grootte van bepaalde parameters te wijzigen.

Resultaten

Het systeem is gedurende de zomer van 1994 voor het eerst in gebruik geweest. Deze zomer heeft, ondanks het fraaie weer, nauwelijks lage Maasafvoeren opgeleverd. Het systeem heeft wel gefunctioneerd, maar behoefde slechts af en toe in actie te komen. Een voorbeeld van de werking is gegeven in figuur 1. Als op 24 augustus 1994 de aanvoer bij St. Pieter wegvalt, door het sluiten van een turbine van de waterkrachtcentrale van Lixhe, zakt de waterstand op het stuwpand Borgharen snel. Dientengevolge worden de maatregelen pompen en hevelend schutten genomen. Dit blijkt niet voldoende om de val te stoppen, daarom wordt na enige tijd ook de maatregel beperkt schutten van kracht. Dit blijkt te leiden tot een stijging van de waterstand, waardoor het beperkt schutten even later weer beëindigd kan worden. Twee afvoergolfsjes op 25 augustus brengen tijdelijk enige verlichting. De waterstand zakt op 26 augustus niet meer zo ver weg dat beperkt schutten nodig is. Als op 27 augustus de waterkrachtcentrale van Lixhe vaker water gaat geven kan snel gestopt worden met de waterbesparende maatregelen.

Tijdens de zomer van 1994 bleek dat de communicatie tussen het systeem in Bosscherveld en het sluispersoneel in Born en Maasbracht heel duidelijk en volstrekt ondubbelzinnig dient te geschieden. Het systeem is daartoe aangepast.

Tabel 3. Strategie voor het OBS-Julianakanaal

Maatregel	Start-waarde (NAP + m)	Stop-waarde (NAP + m)
's nachts pompen	44,02	44,05
hevelend schutten	44,00	44,03
overdag pompen	43,98	44,01
beperkt schutten	43,93	43,96

Tabel 4. Kosten (kf) voor de periode 18 augustus t/m 31 oktober 1991

	pompen	scheepvaart	totaal
simulatieberekening	259	167	426
gemeten	305	—	—

werkelijkheid eerst hevelend werd geschut, en pas daarna werd gepompt. Bij de simulatieberekening is uiteraard de prioriteitsvolgorde van tabel 2 in acht genomen. Het verschil in pompkosten zou daarom bij een gelijklopende prioriteitsvolgorde nog aanzienlijk groter zijn geweest.

Het OBS-Julianakanaal zal alleen functioneren bij lage afvoeren. Bij grotere afvoe-

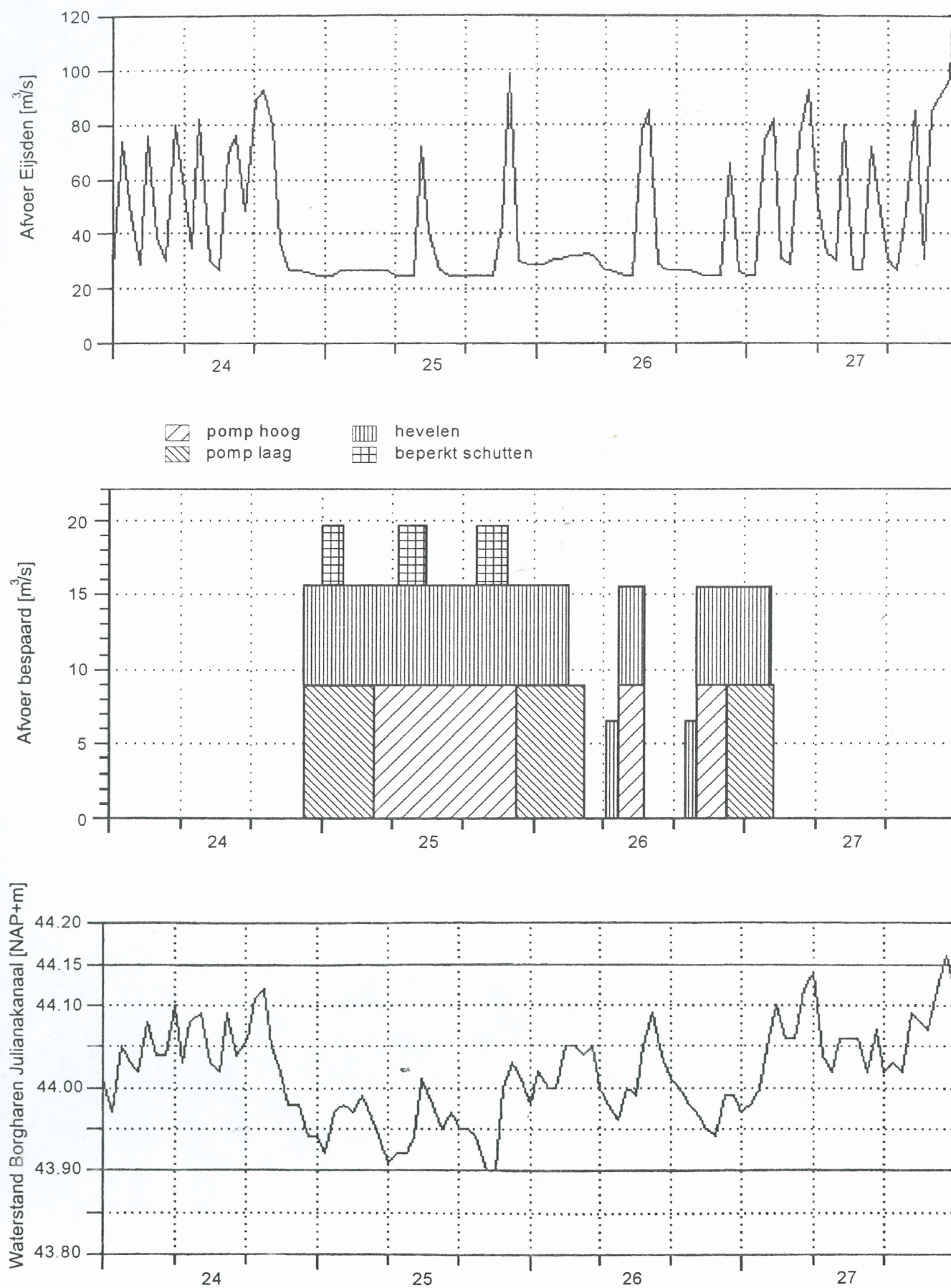
Tabel 5. Beperking van de afvoer via de Zuid-Willemsvaart

Gemiddelde afvoer te St. Pieter gedurende de afgelopen 24 uur (m ³ /s)	Afvoer via de Zuid-Willemsvaart (m ³ /s)
afvoer > 55	15
30 < afvoer ≤ 55	13
25 < afvoer ≤ 30	12
afvoer < 25	10

In het algemeen kan gesteld worden dat de eerste ervaringen met het systeem overeen komen met de verwachtingen. Er

bestaat een goede afstemming met de regeling van de stuw Borgharen. Verwacht mag worden dat de regeling in de

komende jaren zal gaan bijdragen tot een kostenverlaging van de scheepvaart en de overheid (pompkosten). ○



Figuur 1. Voorbeeld van de werking van het Operationeel Beheerssysteem Julianakanaal, augustus 1994