

De droogmaking van het Haarlemmermeer

Terugblik en de latere ontwikkelingen in de Haarlemmermeerpolder

Tijdschrift voor
Waterstaatsgeschiedenis
31:2 (2022) 45-62

BART SCHULTZ

Dit jaar is het honderdzeventig jaar geleden dat het Haarlemmermeer werd drooggemaakt. Dit was een grensverleggend project in de Nederlandse inpolderingsgeschiedenis. Sinds het droogmaken speelt de droogmakerij een belangrijke rol in onze samenleving, met als waarschijnlijk het belangrijkste onderdeel de luchthaven Schiphol op circa 4 m -NAP (Normaal Amsterdams Peil). In dit artikel wordt ingegaan op het droogmaken van het Haarlemmermeer en de ontwikkelingen sindsdien met betrekking tot het waterbeheer en de bescherming tegen overstromingen van de Haarlemmermeerpolder.¹

De droogmaking van het Haarlemmermeer

Na een ruim tweehonderd jaar durende periode waarin verschillende plannen voor droogmaking van het Haarlemmermeer de revue hebben gepasseerd, is het Haarlemmermeer uiteindelijk op basis van een besluit van Koning Willem II d.d. 21 november 1840 met stoombemaling drooggemaakt.² Uitgangspunt hierbij was een rapport van Lipkens, Beijerinck en Simons dat op 2 december 1840 door de Minister van Binnenlandse Zaken aan de inmiddels ingestelde Commissie van Beheer en Toezicht over de droogmaking van het Haarlemmermeer is toegezonden.³

In 1844 was de polder van Nootdorp (1.138 ha) de eerste droogmakerij die volledig met een stoomgemaal is drooggemaakt.⁴ Hierna is de veel omvangrijker droogmaking van het Haarlemmermeer (18.100 ha) met drie stoomgemalen – Leeghwater, Lijnden en Cruquius – tot stand gebracht (zie afb. 1).⁵ Bij de keuze van de plaatsen voor de gemalen van de Haarlemmermeerpolder, gaven niet de belangen van die polder, maar die van Rijnland de doorslag.⁶

Tiemens en Van Andel, en Stroet beschrijven dat in 1839 werd begonnen met de werkzaamheden voor het graven van de Ringvaart en het maken van de Ringdijk rond het Haarlemmermeer.⁷ In 1845 waren deze werkzaamheden voltooid en kon met de daadwerkelijke droogmaking worden begonnen.

In 1844 publiceerden Simons en Greve een berekening voor het bepalen van het waterbeheer en de benodigde bemalingscapaciteit. Deze berekening was erop gebaseerd dat het grootste bekende neerslagoverschot in een maand, vermeerderd met de kwel ook in een maand moest kunnen worden uitgemalen. Op grond van de waarnemingen op huize Zwamburg gedurende de periode 1743-1841 bepaalden zij het grootste neerslagoverschot op 196 mm/maand. Vermeerderd met zeven mm/maand voor de kwel zou dus voor het drooghouden van de polder maximaal 203 mm/maand, ofwel 6,8 mm/dag gerekend over het oppervlak van de polder moeten worden uitgemalen. Voor het droogmaken van de polder vonden zij deze waarde te hoog en stelden zij een neerslagoverschot van 129 mm/maand als maatgevend. Dit was de waarde die in die periode slechts zes keer was overtroffen.

Vermeerderd met 7 mm/maand kwel kwamen zij tot een benodigde bemalingscapaciteit van 136 mm/maand, ofwel 4,5 mm/dag. Deze waarde hebben zij vermeerderd met tien

¹ De auteur is veel dank verschuldigd aan de KB•Nationale Bibliotheek, het Archief van het Hoogheemraadschap van Rijnland en de heer Kees Bus voor het beschikbaar stellen van een belangrijk deel van de gegevens die in dit artikel zijn opgenomen.

² Jhr. D.Th. Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking van het Haarlemmermeer. Eerste gedeelte* (Leiden 1843) 70 en 120.

³ HaNa 2.04.26.02 Ministerie van Binnenlandse Zaken, Kabinet, inv. nr. 256: G. Simons, M.G. Beijerinck & A. Lipkens, *Eindrapport aan de ministers van Binnenlandse Zaken en Financiën, d.d. 8 oktober 1840* (geschreven tekst); Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking. Eerste gedeelte*, 113. Zie ook het artikel van Marion van Leeuwen in dit tijdschrift.

⁴ E. Schultz, *Waterbeheersing van de Nederlandse droogmakerijen* (dissertatie TU Delft 1992) 19.

⁵ H. Dolman Jr., 'Wanneer is de Haarlemmermeer eigenlijk jarig?', *Meer-Historie* 40:2 (2012) 36; E.D. Tiemens, 'Leeghwater en de strijd tegen het water', *Meer-Historie* 26:4 (1998) 29-33.

⁶ J.G. Bijl, 'Polderproblemen in den loop van drie eeuwen', *De Ingenieur, B. Bouw- en waterbouwkunde* (1933) B. 103-B. 109.

⁷ E. Tiemens & J. van Andel, 'Wonen en werken aan de Ringdijk 1840-1852', *Meer-Historie* 24:2 (1996) 13-16; H. Stroet, 'De polderjongens', *Meer-Historie* 40:2 (2012) 19-21.



Afb. 1a-c De stoomgemalen
Leeghwater, Lijnden en
Cruquius waarmee het
Haarlemmermeer is droog-
gemaakt. Foto's Bart Schultz.

procent voor de grotere opvoerhoogte vanwege de afmaling bij de gemalen, zodat zij kwamen tot vijf mm/dag.⁸

In 1844 publiceerde Fijnje een vergelijking van verschillende opvoerwerktuigen en hoe deze voor het droogmaken van het Haarlemmermeer en het drooghouden van de Haarlemmermeerpolder zouden kunnen worden ingezet.⁹ Mede op basis hiervan waren de drie stoomgemalen voorzien van zuigpompen.¹⁰ Dit ondanks het feit dat zuigpompen en zuigperspompen in die tijd slechts op zeer beperkte schaal bij polderbemaling waren toegepast. Het gemaal Leeghwater was voorzien van vijf stoomketels en elf centraal aangedreven zuigpompen.¹¹ De gemalen Lijnden en Cruquius waren elk voorzien van zes stoomketels en acht centraal aangedreven zuigpompen. Het gemaal Leeghwater was op 6 november 1845 gereed, maar kon pas na het sluiten van de Ringdijk op 7 juni 1848 met de daadwerkelijke bemaling beginnen. Het gemaal Lijnden begon op 1 april 1849 en de Cruquius op 19 april 1849.¹²

Gevers van Endegeest geeft een berekening van de oorspronkelijke gezamenlijke capaciteit van de drie stoomgemalen. Deze berekening kwam uit op 42,3 miljoen m³/maand, wat over de oppervlakte van de Haarlemmermeerpolder neerkomt op 8 mm/dag. Deze capaciteit zou ook voor het drooghouden van de polder voldoende zijn.¹³

De droogmaking is van tijd tot tijd onderbroken door mankementen aan de gemalen of door overschrijding van het boezempeil, gemeten ter plaatse van gemaal Leeghwater. Zo zijn bijvoorbeeld op 13 september 1850 in gemaal Leeghwater twee balansen gebroken, wat tot de nodige vertraging heeft geleid.¹⁴ Op 1 juli 1852 was de Haarlemmermeerpolder droog.

Voor wat de waterstanden in de Boezem van Rijnland betrof, was er uit 1847 een overeenkomst met het Hoogheemraadschap van Rijnland dat bij een boezemstand van 0,11 m -NAP (0,20 el -AP) (Amsterdams Peil) in de winter en 0,26 m -NAP (0,35 el -AP) in de zomer water naar de Haarlemmermeerpolder moest kunnen terugstromen tot het peil in

⁸ G. Simons & A. Greve, *Verhandeling over de stoombemaling van polders en droogmakerijen* (Rotterdam 1844) 47-57.

⁹ H.E. Fijnje, *Over de midelen tot het opbrengen van water, die door stoomkracht worden bewogen en bij het droogmaken der Haarlemmermeer de voorkeur zouden verdienen*. *Natuurkundige verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem*, 2e verz., dl. 3, no. 1 (Haarlem 1844).

¹⁰ G. Simons, *Over de stoomtuigen voor de droogmaking van het Haarlemmer Meer* (Amsterdam 1848) 1.

¹¹ Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking*. *Eerste gedeelte*, 130-141.

¹² Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking*. *Tweede gedeelte* ('s Gravenhage & Amsterdam 1853) 47-65.

¹³ Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking*. *Tweede gedeelte*, 73.

¹⁴ Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking*. *Tweede gedeelte*, 77.

de Boezem van Rijnland was gezakt tot 0,21 m -NAP (0,30 el -AP) in de winter, of 0,36 m -NAP (0,45 el -AP) in de zomer. Deze overeenkomst leidde tot veel problemen. Uiteindelijk is de regel gehanteerd dat gedurende de droogmaking de bemaling zou worden gestopt als het peil in de Boezem van Rijnland boven 0,26 m -NAP (0,35 el -AP) kwam.¹⁵ In de overeenkomst met Rijnland was ook opgenomen dat '[z]oodra de polder droogge maakt is, wordt dezelve beschouwd als een polder benoorden den Rijn'. Op deze polders was geen maalpeil van toepassing. Toen in 1853 de nodige landen waren verkocht, is dan ook in natte perioden met de bemaling doorgedaan tot het peil in de Boezem van Rijnland op 0,185 m -NAP (0,275 el -AP) stond.¹⁶

De Haarlemmermeerpolder

De geschiedenis van de Haarlemmermeerpolder is door verschillende auteurs en bij verschillende gelegenheden beschreven. Genoemd kunnen worden: Sloet tot Olthuis, Amersfoort, Boekel, Eigenhuis, Ter Veen, Kouwe en Wissink, Schröder, Nieuwenburg, Gemeentearchief Haarlemmermeer, Jeurgens, Lücke, Tiemens e.a., Ummels-Hoekstra en Tiemens, en Van Velsen.¹⁷ Daarom zal in dit artikel slechts worden ingegaan op enkele specifieke aspecten in relatie tot het waterbeheer in de polder en het veiligheidsniveau van de Ringdijk.

Verantwoordelijkheid voor waterbeheer en bescherming tegen overstroming

Aanvankelijk lag de verantwoordelijkheid voor het waterbeheer en de bescherming tegen overstroming in de Haarlemmermeerpolder bij de Commissie van Beheer en Toezicht. Op 27 augustus 1855 werd het Waterschap De Haarlemmermeerpolder ingesteld. Op basis van de overeenkomst van 12 juni 1856 nam het Waterschap het beheer van de Commissie over.¹⁸ De Commissie is in 1858 opgeheven. De kosten van de droogmaking bedroegen 13.789.377 gulden. De gronden zijn geveild en brachten 8.030.081 gulden op. Na verrekening van enkele andere inkomsten bedroeg het verlies dat het Rijk bij de inpoldering heeft geleden 4.412.115 gulden.¹⁹

Op 1 januari 1979 is in het kader van een fusie van eenentwintig waterschappen, inclusief de Haarlemmermeerpolder, het Waterschap Groot-Haarlemmermeer opgericht. Hiertoe behoorde ook de Aalsmeerse polders en de noordelijke polders tot aan het Noordzeekanaal. De oppervlakte in beheer bij dit waterschap was 23.300 ha.²⁰ Per 1 januari 2005 zijn de waterschappen Groot-Haarlemmermeer, Wilck en Wiericke, de Oude Rijnstromen en het Hoogheemraadschap van Rijnland gefuseerd en opgegaan in het Hoogheemraadschap van Rijnland. Het waterbeheer en de bescherming tegen overstromingen in de Haarlemmermeerpolder is sindsdien de verantwoordelijkheid van het Hoogheemraadschap van Rijnland.

Verkaveling en inrichting van de Haarlemmermeerpolder

Gevers van Endegeest beschreef dat de keuze van het zomerpeil bepalend is geweest voor het bepalen van de aanleg van de vaarten en de tochten, alsmede tot hoe diep de gemalen het water moesten kunnen uitmalen. Het gemaal Leeghwater kon het water tot 3,49 m -NAP (5,20 el -AP) uitmalen. Hij meldde ook dat bij het bepalen van het zomerpeil met de inklinking rekening is gehouden en dat deze op sommige plaatsen in de Zuidplaspolder één meter bedroeg. Hij stelde echter, dat de inklinking in de Haarlemmermeerpolder geringer zou zijn, omdat deze een kleibodem had en de Zuidplaspolder een veenbodem.

Op grond hiervan is voor de inklinking in de Haarlemmermeerpolder 0,35 m aangenomen. Voor de gemalen Lijnden en Cruquius werd voor de zekerheid een 0,16 m (0,25 el) dieper peil aangehouden dan voor gemaal Leeghwater, dus 3,65 m -NAP.²¹ Tenslotte gaf Gevers van Endegeest een gedetailleerd overzicht van de werkzaamheden die tijdens de verkaveling waren gerealiseerd, alsmede van de aanvullende werkzaamheden omdat door

¹⁵ Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking. Tweede gedeelte*, 35.

¹⁶ Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking. Tweede gedeelte*, 37-38.

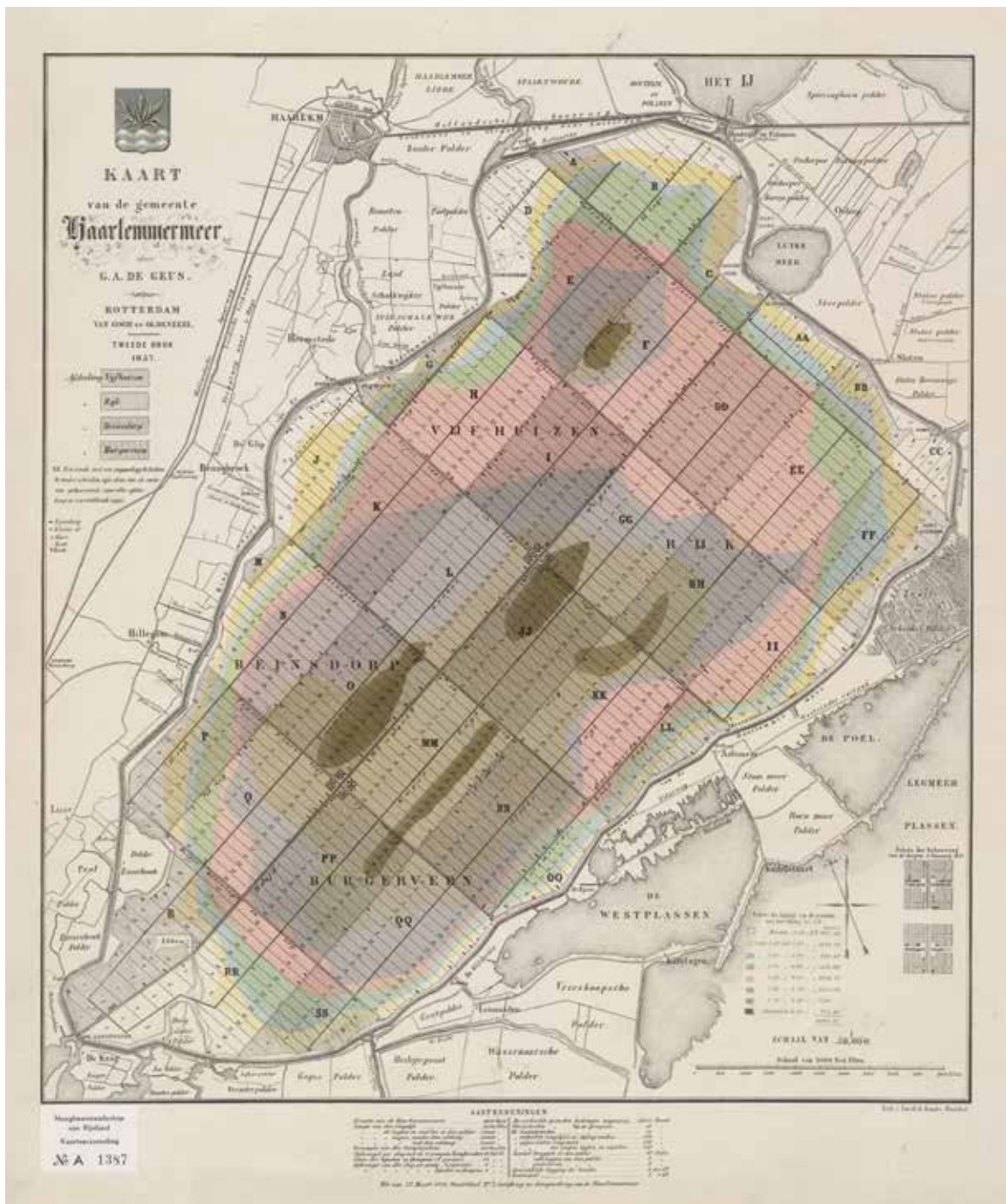
¹⁷ Zie de literatuurlijst in de appendix.

¹⁸ Jhr. D.Th. Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking van het Haarlemmermeer. Derde gedeelte* (Amsterdam 1861) 69-77; Van Velsen, *Belang*, 32.

¹⁹ Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking. Derde gedeelte*, 175-183.

²⁰ Van Velsen, *Belang*, 142.

²¹ Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking. Tweede gedeelte*, 119.



Afb. 2 Oorspronkelijke verkaveling en hoogteligging van de Haarlemmermeerpolder. Kaart door G.A. de Geus, Archief Hoogheemraadschap van Rijnland, A-1387.

de slappe grond de nodige herprofileringen van de waterlopen nodig waren, alsmede het weer gedeeltelijk uitbaggeren van reeds gegraven vaarten en tochten. In 1856 waren de werkzaamheden met betrekking tot de verkaveling gereed.²²

Wies beschreef dat tijdens de droogmaking reeds een begin was gemaakt met de verkaveling van de drooggevalen gronden.²³ Er werd een hoofdvaart met een zestal dwarsvaarten gegraven, alsmede een net van tochten en sloten. De verkaveling werd gekenmerkt door een stelsel van op twee kilometer onderlinge afstand noordoost – zuidwest lopende lengtewegen, om de drie kilometer gekruist door dwarswegen. Vaarten en tochten zijn overwegend langs de dwarswegen gegraven en op één kilometer afstand evenwijd-

²² Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking. Derde gedeelte*, 236.

²³ J. Wies, 'Over de Haarlemmermeer historie. Haarlemmermeer' (<http://haarlemmermeergeschiedenis.nl/page/191/haarlemmermeer.html>).

dig aan de lengtewegen. Jeurgens meldde dat in het oorspronkelijke plan werd uitgegaan van een kavelbreedte van vijftig meter. Uiteindelijk is, vooral uit bezuinigingsoverwegingen, gekozen voor een kavelbreedte van tweehonderd meter (zie afb. 2).²⁴ Op deze wijze ontstonden in feite overwegend tweehonderd meter brede en één kilometer lange kavels met een oppervlakte van twintig hectare, begrensd door een weg aan de voorzijde en een tocht aan de achterkant.

Slob beschrijft dat bij het droogmaken van het Haarlemmermeer ook enkele stukken oud land in de polder waren opgenomen.²⁵ De belangrijkste hiervan waren de schiereilanden Vijfhuizerhoek en Lisserbroek, het eiland Abbenes en de voormalige Huigsloterpolder. Deze landen – ruim 119 ha – zijn na de droogmaking alsnog verveend. Ter Veen geeft de verdeling van de hoogteligging in de Haarlemmermeerpolder in 1856 (zie Tabel I).

TABEL I. HOOGTELIKKING IN DE HAARLEMMERMEERPOLDER IN 1856²⁶

Oppervlakte in ha	Hoogteligging	
	in m -NAP	in m -AP
1933	Boven 3,41	Boven 3,50
1698	3,71-3,41	3,80-3,50
695	3,81-3,71	3,90-3,80
1421	3,91-3,81	4,00-3,90
3978	4,01-3,91	4,10-4,00
3113	4,11-4,01	4,20-4,10
3340	4,21-4,11	4,30-4,20
723	Lager dan 4,21	Lager dan 4,30

24 Jeurgens, *De Haarlemmermeer*, 123-124; H. van Velsen, 'Infrastructuur. Het resultaat van een zorgvuldige planning. Vormgeving, kavelgrootte en infrastructuur van de Haarlemmermeerpolder ten tijde van de droogmaking (1)', *Meer-Historie* 37:3 (2009) 21-24.
25 W. Slob, 'De Veenpolder Lisserbroek', *Meer-Historie* 10:2 (1982) 7-9; 3 (1983) 6-10.
26 Ter Veen, *De Haarlemmermeer als Kolonisatiegebied*, 7.
27 J.G. Bijl, 'De invloed van het kwelwater op de landbouwgewassen in den Haarlemmermeerpolder', *Landbouwkundig Tijdschrift* 36 (1924) 437-446.
28 Eigenhuis, *Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder*, 103.
29 Schröder (red.). *Van bruisend water tot ruisend graan*, 31.
30 Eigenhuis, *Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder*, 11-12.
31 Eigenhuis, *Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder*, 103-104.
32 J. Noordendorp, *De Haarlemmermeer-polder: bedenkingen tegen het rapport der commissie tot onderzoek naar de middelen ter verzekering eener behoorlijke waterontlasting van den Haarlemmermeerpolder, door een Niet-ingeland* (Amsterdam 1859).

Problemen in de Haarlemmermeerpolder

In de begintijd na de droogmaking zijn er nogal wat problemen geweest. Deze werden, onder andere, veroorzaakt doordat er te weinig kavelsloten waren gegraven, waardoor de bodemrijping traag verliep, en door de inklinking en zetting. Bijl schrijft hierover dat de aanleg van de sloten in 1854 gereed was.²⁷ Op dat moment waren de gronden in een moerasachtige staat. De bemalingscapaciteit leek onvoldoende om de lagere delen droog te houden. Eigenhuis wees in dit verband ook op de niveaunderschillen binnen de Haarlemmermeerpolder.²⁸ In de vergadering van de hoofdingelanden op 30 april 1856 deelde de dijkgraaf mee dat de waterberging in plaats van 1/14, zoals het plan was, nauwelijks 1/30 bedroeg.²⁹

Om verbetering in de situatie te krijgen is op 6 augustus 1856 de 'Verordening op het herschieten, opmaken of kroozen der weg- en kavelsloten', voorlopig voor een jaar vastgesteld. Op 17 juli 1857 werd deze Verordening gesplitst in: 'a. Verordening op het kroozen en zuiveren van alle vuilnis en waterplanten der lengtetochten en sloten, en b. Id. op het herschieten en opmaken der weg-, kavel- en veldweg sloten, en het daarstellen van duikers en nummerpalen'.³⁰ In deze verordening werd bepaald dat in iedere kavel van twintig hectare, meerdere of mindere oppervlakte naar evenredigheid, behalve de aanwezige kavelsloten eveneens in gemeenschap met het polderwater moesten worden gebracht en onderhouden: 'i) bij landerijen op 3,91 m -NAP (4 m -AP) en lager, drie sloten over de gehele lengte, en een dwarssloot over de gehele breedte, op het maaiveld 3 m breed, 1 m diep en in den bodem 1,50 m wijd; ii) bij landerijen hoger dan 3,91 tot 3,41 m -NAP (4 tot 3,50 m -AP), drie sloten over de gehele lengte, op het maaiveld 3 m breed, 1 m diep en in de bodem 1,50 m wijd'.³¹

Vijftien jaar na droogmaking waren de problemen met de waterbeheersing nog niet verholpen, zoals, onder andere, blijkt uit de klachten die zijn gemeld door Noordendorp.³² Dat er problemen waren kan ook worden geïllustreerd met het bekende gezegde, dat dateert uit de begintijd van de Haarlemmermeerpolder, en dat luidt: 'De eerste boer gaat dood, de tweede heeft nood en de derde heeft brood'.

Naar aanleiding van de problemen met de bemaling is in 1857 een commissie onder voorzitterschap van Storm Buysing benoemd om 'Een speciaal onderzoek in te stellen, naar de middelen, die zouden zijn aan te wenden om aan alle landen des polders voortdurend een behoorlijke waterontlasting te verzekeren'.³³ Deze Commissie bracht op 8 oktober 1858 haar rapport uit waarin de problemen vooral werden toegeschreven aan het tekort aan waterberging in de polder. Ook gaf de Commissie aanbevelingen voor verbeteringen aan de gemalen. Daarop is de waterberging vergroot en zijn de gemalen verbeterd, wat omstreeks 1860 was voltooid.³⁴

Omdat de bodem van het Haarlemmermeer niet vlak was, ontstonden er problemen tussen de hooglanders en de laaglanders.³⁵ De laaglanders hadden problemen met wateroverlast en de hooglanders hadden last van watertekort tijdens droge perioden. In verband hiermee kregen zij op een aantal plaatsen de mogelijkheid om met hevels water vanuit de Ringvaart in te laten. Dit water kon echter ook leiden tot meer wateroverlast voor de laaglanders. Daarom kregen laaglanders met land beneden 4,21 m -NAP (4,30 m -AP) in 1869 de mogelijkheid voor onderbemaling, die kilbemaling werd genoemd.³⁶ Wel gold er een maalpeil van 4,61 m -NAP (4,70 m -AP), waarbij de onderbemalingen moesten stoppen. In hetzelfde jaar kregen eigenaren van landen die hoger lagen dan 3,71 m -NAP (3,80 m -AP) de mogelijkheid om water vanuit de hoofdwatgangen op te malen, mits zij in de betreffende sloten een houten stuw zoals voorgeschreven door het bestuur zouden plaatsen. Dat de problemen in zekere zin nog voortduurden kan worden afgeleid uit het feit dat in 1875 een Commissie werd ingesteld om de belangen met betrekking tot het waterbeheer van de laag- en hooggelegen gronden met elkaar te verenigen.³⁷

In 1877 kwam het maalpeil te vervallen, maar in 1894 werd het weer ingesteld. In 1896 kregen ook de landen met een gemiddelde hoogte toestemming om water vanuit de hoofdwatgangen op te malen.³⁸ In 1942 was voor 2.700 ha sprake van onderbemalingen. De capaciteit hiervan mocht niet groter zijn dan 1 m³/min per ha.³⁹

Met de acceptatie van de Derde nota Waterhuishouding in 1989 werden de waterschappen verplicht om waterbeheersplannen te maken. Voor Groot-Haarlemmermeer werd op 20 juni 1991 het eerste concept Waterbeheersplan door het college van Dijkgraaf en Hoogheemraden vastgesteld, waarna het in maart 1993 door Gedeputeerde Staten van Noord-Holland, behoudens een uitzondering betreffende de verwerking van verontreinigde baggerspecie, werd goedgekeurd. In november 2000 werd ingestemd met het aangepaste Waterbeheersingsplan.⁴⁰

Meteorologische en hydrologische waarnemingen

Na de droogmaking is veel onderzoek verricht. Voor wat het waterbeheer in de polder betreft was vooral meteorologisch, hydrologisch en bodemkundig onderzoek van belang. De hoeveelheid neerslag die in regenmeters wordt gemeten kan, afhankelijk van de opstelling, verschillen vertonen. Dit werd al onderkend door Brunings, die proeven heeft genomen om dit verschijnsel na te gaan. Soortgelijke proeven zijn gedaan door Wenkebach en Van Rees.⁴¹

In de Haarlemmermeerpolder zijn vanaf 1861 regen- en verdampingswaarnemingen gedaan.⁴² Labrijn heeft de neerslagreeksen van Huize Zwanenburg, die beschikbaar is over de periode 1735-1944, geanalyseerd en de neerslagwaarden op basis hiervan met elf procent verhoogd.⁴³ De op deze wijze bepaalde jaarcijfers zijn voor de periode 1735-1866 opgenomen in afbeelding 3. Voor het KNMI station Hoofddorp zijn neerslagwaarnemingen vanaf 1867 beschikbaar. De op basis van deze waarnemingen bepaalde jaarlijkse neerslag is eveneens in afbeelding 3 weergegeven. Hieruit kan een geleidelijke toename in de jaarlijkse neerslag worden afgeleid.

Simons en Greve zijn vermoedelijk de eersten geweest die meldden dat de evapotranspiratie van een polder afwijkt van de verdamping van open water. Zij stelden dat zowel

33 Eigenhuis, *Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder*, 54; Van Velsen, *Belang*, 66-67.

34 Bijl, 'De invloed van het kwelwater', 437-446.

35 Van Velsen, *Belang*, 67; Redactie, 'Strijd tussen hoog- en laaglanders', *Meer-Historie* 22:4 (1994) 26; W. Slob, 'Hoog- en laaglanders', *Meer-Historie* 23:4 (1995) 11.

36 Schröder (red.), *Van bruisend water tot ruisend graan*, 35; J.P. Amersfoort, *De kilbemaling van den Haarlemmermeer-polder: opstel over het verbeteren van de waterstanden in Haarlemmermeer, door droogmaling van het lage, en bevoeiing van het hoge land, in verband met eene verbeterde eind-opmaling van het boezemwater* (Amsterdam 1869), 4-24.

37 P. Wellhuner, 'Honderdvijftig grote en kleine gebeurtenissen. De geschiedenis van de Haarlemmermeer', *Meer-Historie* 30:1 (2002) 15-22.

38 Eigenhuis, *Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder*, 129-133.

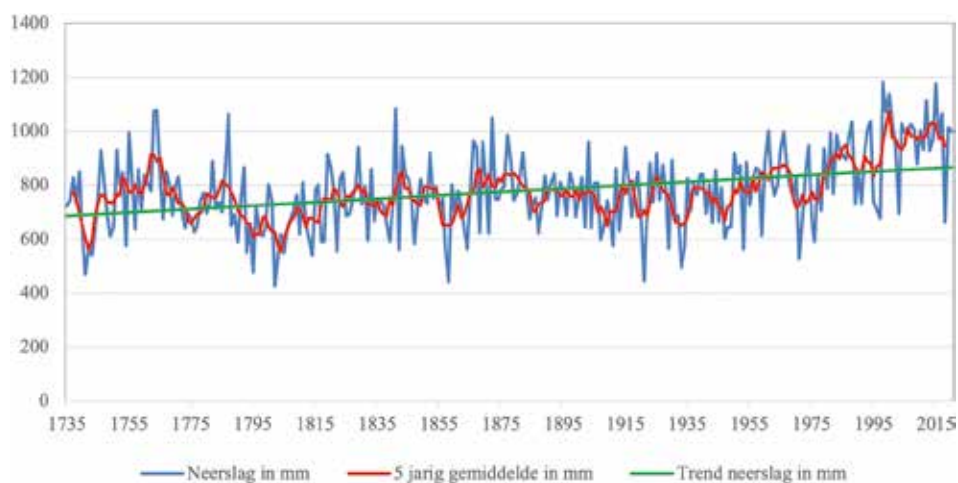
39 Van Velsen, *Belang*, 72.

40 Van Velsen, *Belang*, 183-184.

41 A. Labrijn, *Het klimaat van Nederland gedurende de laatste twee en een halve eeuw* ('s-Gravenhage 1945) 36.

42 A. Elink Sterk, 'Verhandeling over regen, verdamping en kwel in den Haarlemmermeerpolder', *Tijdschrift Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap* 63 (1897) 63-75.

43 Labrijn, *Het klimaat van Nederland*, 56-61.



Afb. 3 Verloop van de jaarlijkse neerslag in Zwanenburg (1735-1866) en Hoofddorp (1867-2020). Gegevens KNMI.

met de verdamping van water als van land moet worden gerekend en dat deze niet alleen aanzienlijk verschillen, maar dat dit verschil bovendien gedurende het jaar en afhankelijk van de aard van de bodem verandert.⁴⁴ Door Elink Sterk is op bovenstaande wijze aan het einde van de negentiende eeuw de evapotranspiratie voor de Haarlemmermeerpolder bepaald. Hij kwam daarbij op gemiddeld 481 mm/jaar.⁴⁵ Later is dit cijfer door verschillende auteurs aangepast. In dit verband is ook de vermelding van Bijl van belang dat de ontwatering van de kavels geleidelijk aan werd verbeterd, dat daarmee ook de verdamping afnam, maar dat de jaarlijks uit te malen hoeveelheid water daardoor toenam.⁴⁶ Door De Gruyter is een gedetailleerde waterbalansberekening voor de Haarlemmermeerpolder uitgevoerd die uitkwam op een evapotranspiratie van 498 mm/jaar.⁴⁷

In het kader van het waterbeheer van de Haarlemmermeer speelt ook de kwel een belangrijke rol. Een van de eerste berekeningen van de kwel is waarschijnlijk door Gevers van Endegeest gedaan in verband met de kwel gedurende de droogmaking van het Haarlemmermeer.⁴⁸ De gevonden waarde voor 1852 was 840 mm/jaar. Volgens dezelfde methode kwam Van Egmond voor 1856 tot een waarde van 656 mm/jaar en de Commissie Storm Buysing voor 1857 op 164 mm/jaar.⁴⁹ Conrad, Reuvens en Stieltjes kwamen op tenminste 135 mm/jaar en Gevers van Endegeest op 340 mm/jaar.⁵⁰ Ortt vond voor 1864 73 mm/jaar.⁵¹ Hij achtte deze waarde te laag en stelde de kwel op 135-163 mm/jaar. Van Diesen kwam voor 1885 tot 410 mm/jaar.⁵²

Deze ramingen waren gebaseerd op waterbalansberekeningen van de Haarlemmermeerpolder voor een zekere periode. Elink Sterk stelde dat de ramingen door Van Egmond en Van Diesen te hoog waren, omdat zij uitgingen van de verdamping van open water.⁵³ Hij heeft zelf een methode ontwikkeld voor het bepalen van de kwel in de Haarlemmermeerpolder, waarbij hij de waterbalans van de polder en van de Boezem van Rijnland in beschouwing nam en stelde dat voor een langjarige periode de gemiddelde veranderingen van gronden en boezemwater mogen worden verwaarloosd. Ook nam hij aan dat voor de Haarlemmermeerpolder en voor Rijnland het neerslagoverschot hetzelfde is. De kwel in mm/jaar is in Rijnland veel geringer dan de kwel in de Haarlemmermeerpolder. Op basis hiervan vond hij voor de kwel in de Haarlemmermeerpolder 150 mm/jaar.⁵⁴ Bijl stelde dat ook in deze berekeningen de kwel werd overschat, omdat van een te gunstig rendement van de gemalen was uitgegaan en hij meende dat het beter was om de kwel in een winterperiode zonder regenval en bemaling te bepalen uit de peilstijging in de waterlopen. Hij kwam op deze wijze tot een waarde van 90 mm/jaar.⁵⁵ Bruggeman gaf een overzicht van de tot dan toe bekende methoden voor het bepalen van de kwel en verdamping in de Haarlemmermeerpolder en Rijnland.⁵⁶ Hij constateerde daarbij dat sinds 1870, of eerder, de kwel in de Haarlemmermeerpolder aanzienlijk was toegenomen, en dat dit vermoedelijk werd veroorzaakt door de diepere ontwatering die in de polder werd toegepast. De Gruyter en Molt bepaalden in 1943

44 B. Schultz, *Waterbeheersing van de Nederlandse droogmakerijen* (Den Haag 1996) 27.

45 Elink Sterk, 'Verhandeling over regen', 63-75.

46 Bijl, 'De invloed van het kwelwater', 437-446.

47 P. de Gruyter, *Rijnlands boezem. Deel I. De waterhuishouding* (Leiden 1957), 315.

48 Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking. Tweede gedeelte*, 76-77; J.G. Bijl, 'Het kwelwater in den Haarlemmermeerpolder', *De Ingenieur* 40:7 (1925) 129-138.

49 De Gruyter, *Rijnlands boezem*, I, 318.

50 Elink Sterk, 'Verhandeling over regen', 63-75.

51 J.R.T. Ortt, 'Iets over kwel en verdamping', *Verslagen en Mededelingen Afdeling Natuurkunde. 2^e reeks, dl XIII* (1878) 1-24.

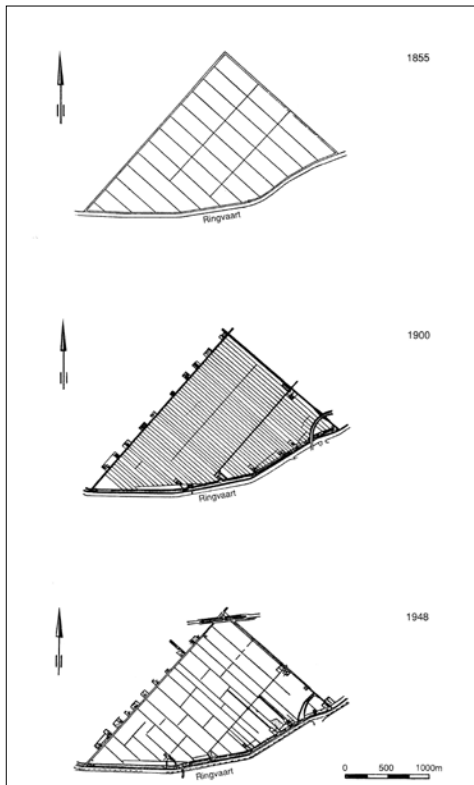
52 De Gruyter, *Rijnlands boezem*, I, 318.

53 Elink Sterk, 'Verhandeling over regen', 63-75.

54 Elink Sterk, 'Verhandeling over regen', 63-75.

55 Bijl, 'Het kwelwater in den Haarlemmermeerpolder', 129-138.

56 A.G. Bruggeman, 'Kwel en verdamping in de Haarlemmermeerpolder', *De Ingenieur*, B. Bouwen Waterbouwkunde 3, 64:13 (1952) B25-B29.



Afb. 4 Verkavelingstoestand in het zuidoostelijke gedeelte van de Haarlemmermeerpolder in 1855, 1900 en 1948. De Visser, 'De perceelsbreedte van de voornaamste droogmakerijen'.

de tweehonderdvijftig meter een sloot was, waardoor de kavels werden opgedeeld in vier percelen van vijf hectare.⁶¹ Op de lageregelegen gronden was er vaak ook nog een sloot in de lengterichting. Doordat het voor akkerbouw geleidelijk te nat werd, is plaatselijk overgeschakeld op grasland. Op basis van de verordening van 29 april 1857 moesten de boeren de kavel- en hun kant van de wegsloten op maaiveldhoogte op 3,50 m breedte, op de bodem op 1,50 m breedte en op een diepte van 1,25 m houden.⁶² De andere kant van de wegsloten werd onderhouden door het waterschap.

In de tweede helft van de negentiende eeuw is overgegaan tot de smallere verkaveling van vijftig meter (zie afb. 4).⁶³ In 1948 waren de greppels vervangen door ondergrondse drainage, waarna de kavelbreedte in de regel weer op tweehonderd meter is gebracht. Deze kavels zijn nu veelal in gebruik voor akkerbouw.

Van der Ham meldde dat in de Haarlemmermeerpolder Amersfoort, op zijn modelboerderij De Badhoeve, een van de eerste is geweest die buizendrainage heeft toegepast.⁶⁴ Krijn e.a. meldden dat waar perceelsloten werden gedempt, deze veelal zijn vervangen door een drainreeks. In veel gevallen werd midden tussen de gedempte perceelsloten eveneens een drainreeks gelegd. Hierdoor ontstond een drainage in de lengterichting, met een drainafstand van circa vijftientwintig meter. Bij het dempen van de dwarssloten kon de drainage worden aangesloten op een hoofddrain overdwars. Ook meldden zij dat de drainafstand eigenlijk twaalf tot vijftien meter zou moeten bedragen, maar dat dit vaak niet het geval was.⁶⁵ Hun rapport bevat een voorstel met de nodige aanpassingen, waaronder het stichten van een derde gemaal, om een verbetering in de waterhuishoudkundige situatie te verkrijgen. In relatie tot het werk van de Commissie zijn ook drie afzonderlijke rapporten uitgebracht, respectievelijk betreffende het verbeteren van de waterstaatkundige toestand, het stichten van een derde gemaal, en het verbeteren van de waterbeheersing.⁶⁶ Deze voorstellen zijn slechts gedeeltelijk overgenomen.

de kwel op circa 228 mm/jaar.⁵⁷ Tiemens kwam in 1999 op 0,8 mm/dag, wat neerkomt op 292 mm/jaar.⁵⁸

Zoals in het voorgaande is beschreven hield Gevers van Endegeest in verband met het waterbeheer voor de inklinking in de Haarlemmermeerpolder 0,35 m aan. Later heeft Bijl de bodemdaling in de periode 1866-1924 bepaald en vond daarbij waarden van nul tot zestig centimeter.⁵⁹ Hierbij dient te worden aangetekend dat in een droogmakerij de meeste bodemdaling in de beginperiode optreedt.⁶⁰ Voor de Haarlemmermeerpolder dus de periode 1852-1866. De totale bodemdaling is dus aanzienlijk groter geweest. De maaiveldligging in de Haarlemmermeerpolder bevindt zich nu overwegend tussen 4,0 en 5,0 m -NAP.

Voor zover kan worden nagegaan, zijn van oudsher in de meeste droogmakerijen greppels toegepast om de ontwatering te bewerkstelligen. Dit is waarschijnlijk zowel bij grasland als bij akkerbouw gebeurd. Zo werd in de Haarlemmermeerpolder het land aanvankelijk hoofdzakelijk voor akkerbouw gebruikt. Van Andel meldde dat er meestal in de breedte om

57 P. de Gruyter & E.L. Molt, Rijnlands boezem.

III. De hoedanigheid van het boezemwater (Leiden 1943) 154-158.

58 E.D. Tiemens, 'Monumenten in de Meer' Meer-Historie 27:4 (1999) 8-9.

59 Bijl, 'Het kwelwater in den Haarlemmermeerpolder', 129-138.

60 B. Schultz & B. Verhoeven, 'Drainage works in the Zuiderzee project', ICID Bulletin 36:2 (1987) 59-71.

61 J. van Andel, 'Iets over de polderverkaveling', Meer-Historie 13:4 (1985) 18-21.

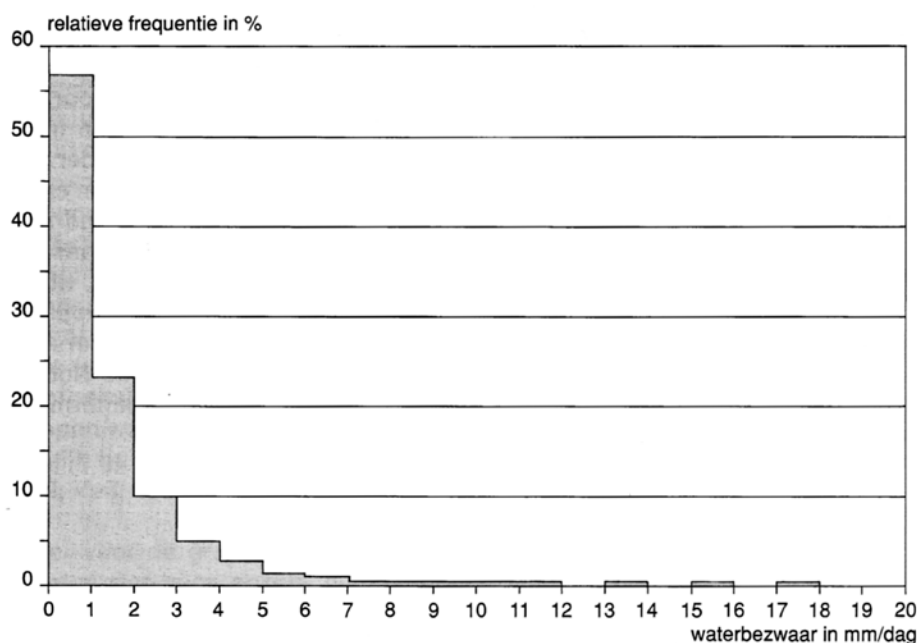
62 Eigenhuis, Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder, 11-12.

63 A. de Visser, 'De perceelsbreedte van de voornaamste droogmakerijen in de loop van hun bestaan', Boor en Spade 8 (1957) 112-125.

64 W. van der Ham, 'Van nat boerenland tot droog stedenland. De Hollandse waterbeheersing en de nationale staat, 1800-2000', in: E. Beukers (red.), Hollanders en het water. Twintig eeuwen strijd en profijt (Hilversum 2007) I, 99-168.

65 C. Krijn, F. Bontekoe & H. Hennink, Rapport inzake de waterbeheersing in de Haarlemmermeerpolder van de commissie, op initiatief van Hoofdingelanden, ingesteld door Dijkgraaf en Heemraden van de Haarlemmermeerpolder in juli 1958 (Haarlem 1963) 87.

66 Technisch Bureau van de Unie van Waterschapbonden, Rapport inzake de verbetering van de waterstaatkundige toestand van de Haarlemmermeerpolder (Haarlem 1962); Rapport inzake het stichten van een gemaal t.b.v. de Haarlemmermeerpolder (Haarlem 1964); en Rapport inzake de verbetering van de waterbeheersing in de Haarlemmermeerpolder (Haarlem 1964).



Afb. 5 Verdeling van het berekende dagelijkse waterbezwaar voor de Haarlemmermeerpolder over de periode 1896-1924. Uit: Ligtenberg, *Het te verwachten waterbezwaar*.

De eerste metingen betreffende het verloop van grondwaterstanden in de Haarlemmermeerpolder zijn vermoedelijk aan het begin van de twintigste eeuw verricht. Bijl gaf hiervan een verslag, waarbij hij ook inging op het verschil tussen het grondwaterstandsverloop en het verloop van het open waterpeil.⁶⁷ In verband met het bepalen van de optimale grondwaterstand had hij onderzocht wat het optimale polderpeil zou zijn. Hij kwam hierbij op een waarde van 1,20 tot 1,50 m onder het maaiveld.

Metingen betreffende het functioneren van het ontwateringssysteem zijn eigenlijk pas in de laatste decennia van de twintigste eeuw verricht. Over het functioneren van dit systeem is derhalve de minste feitelijke informatie beschikbaar. Wel is langs indirecte weg een aantal malen bepaald hoe de afvoer uit het ontwateringssysteem moet zijn geweest.

Zoals in het voorgaande is gemeld, is in 1844 door Simons en Greve een berekening ter bepaling van het waterbezwaar gegeven.⁶⁸ Ligtenberg heeft op basis van dagcijfers van de Haarlemmermeerpolder betreffende neerslag, uitgemaald water en open waterpeilen te Hoofddorp, over de periode 1896-1924 het dagelijkse waterbezwaar bepaald (zie afb. 5).⁶⁹ Hij vond hierbij aanzienlijke verschillen tussen de neerslag en het waterbezwaar. Hij schreef deze toe aan de grondbergings die zowel 's zomers als 's winters een belangrijke rol speelde en hij stelde dat niet zozeer de regenperiode, als wel de door de daaraan voorafgaande periode ontstane toestand van de grond de afvoer bepaalde. Het grootste waterbezwaar werd veroorzaakt door na lange vorstperioden plotseling invallende dooi. Hierbij kwam de gevallen neerslag die niet in de bevroren grond kon infiltreren langs de oppervlakte tot afstroming, alsmede het smeltwater van de in de vorstperiode gevallen sneeuw. Ligtenberg heeft ook het aantal dagen geanalyseerd dat het waterbezwaar van 8 mm/dag, waarop in die tijd de gemalen doorgaans werden ontworpen, heeft overtroffen.⁷⁰ Hierbij bleek, dat februari 1900 en januari 1918 wat het waterbezwaar betreft het ongunstigste waren. In beide perioden was sprake van plotseling invallende dooi.

Sinds het begin van de twintigste eeuw zijn voor het bepalen van het waterbezwaar onder maatgevende omstandigheden op uiteenlopende wijzen uit neerslag- en verdampingsgegevens maatgevende natte perioden geselecteerd. De Gruyter stelde dat Simons en Greve met de door hen bepaalde bemalingscapaciteit niet ver van de waarheid af waren en dat met een bemalingscapaciteit van 9,5 mm/dag de hoeveelheid water die per dag in de sloten

67 J.G. Bijl, *Het grondwater in Rijnland* (Rotterdam 1930).

68 Simons & Greve, *Verhandeling over de stoombemaling*.

69 J.E. Ligtenberg, *Het te verwachten waterbezwaar in den Wieringermeerpolder*. Nota nr. 43 ('s-Gravenhage 1925) 17.

70 Ligtenberg, *Het te verwachten waterbezwaar*, 20-23.

komt ook in dezelfde dag kan worden uitgemaal.⁷¹ Bijl beschreef een proef die in 1926 op twee naast elkaar gelegen kavels in de Haarlemmermeerpolder is verricht. De ene kavel was begreppeld, en de andere gedraineerd. Bij de proef werd betrekkelijk weinig effect van de drainage gevonden.⁷²

Voor de droogmaking van de Haarlemmermeerpolder werd onderkend dat door het toepassen van stoombemaling met een geringere oppervlakte aan open water kon worden volstaan dan bij windmolens gebruikelijk was. In de beginfase bedroeg de oppervlakte aan open water circa drie procent. De geringe oppervlakte aan open water heeft echter tot grote problemen geleid. Belangrijkste reden hiervoor was het uitgangspunt dat de boeren zelf aanvullende sloten zouden graven, maar dat dit aanvankelijk niet of onvoldoende gebeurde. Dit heeft in 1885 onder andere geleid tot een berekening van de benodigde oppervlakte aan open water door Van Diesen. Hij bepaalde de oppervlakte die op 4,61 m -NAP (4,70 m -AP), ofwel circa twintig centimeter beneden het laagste maaiveld beschikbaar behoorde te zijn, zodat het te bergen water het open waterpeil niet meer dan twintig centimeter zou doen stijgen. Hij koos hiervoor het neerslagoverschot ten opzichte van de verdamping van open water van 18,4 mm op 24 oktober 1852, toen er slechts twee gemalen in werking waren. Hij kwam tot een benodigde oppervlakte aan open water van 1.235 ha, ofwel zeven procent van de totale oppervlakte van de polder.⁷³ Deze waarde was, ook voor die tijd, aan de hoge kant. Dit kwam vooral doordat geen rekening was gehouden met de grondberging en er bovendien van werd uitgegaan dat één van de drie gemalen buiten gebruik zou zijn. Krijn e.a. geven in 1963 aanzienlijk geringere waarden voor de benodigde oppervlakte aan open water. Bij een peil van 5,60 m -NAP komen zij inclusief de kavel en perceelsloten op 295 ha (2,6%).⁷⁴ Dit is dus geringer dan de oorspronkelijke waarde van drie procent, maar nu wel met een betere ontwatering van de kavels.

Schröder meldde dat in 1856 het zomerpeil op 4,91 m -NAP (5,00 m -AP) werd gesteld, maar dat men dit peil tijdens de herfst- en wintermaanden niet kon handhaven.⁷⁵ Giebels meldde dat omstreeks 1860 voor de Haarlemmermeerpolder een vast peil van 4,61 m -NAP (4,70 m -AP) werd ingesteld.⁷⁶ Slob beschreef in relatie hiermee dat Amersfoordt meldde dat sinds het polderpeil op 4,61 m -NAP (4,70 m -AP) werd gehouden er geen enkele sloot of tocht meer water bevatte.⁷⁷ Op 6 december 1876 werd bepaald dat voor de periode van 1 september tot 1 maart het polderpeil 5,41 m -NAP (5,20 m -AP) zou zijn. Na een aantal tussentijdse wijzigingen werd op 18 februari 1885 bepaald dat van 15 oktober tot 1 april alle sloten in open verbinding met het polderwater moesten worden gehouden.⁷⁸

Stieltjes heeft voor een aantal perioden het waterbezwaar in de Haarlemmermeerpolder trachten af te leiden, en dit vergeleken met de uitgemaal hoeveelheden water en de fluctuaties van het open waterpeil.⁷⁹ Hij vond hierbij behoorlijke verschillen tussen de verschillende perioden. Ook constateerde hij dat in de door hem bestudeerde perioden de maximaal uitgemaal hoeveelheid water overeenkwam met 6,6 mm/dag. Van Velsen geeft een waterbalans van de Haarlemmermeerpolder (Tabel II).⁸⁰

TABEL II. JAARLIJKSE WATERBALANS VAN DE HAARLEMMERMEERPOLDER			
	Inkomend		Uitgaand
	Miljoen m ³		Miljoen m ³
Neerslag	190	Verdamping	108
Kwel	53	Uitgemalen	155
Waterinlaat bij Leeghwater	20		
Totaal	263		263

Op de eerste editie van de Waterstaatskaarten uit 1879 staat overwegend één polderpeil, wat in feite het zomerpeil was. Het varieerde tussen 4,11 en 3,91 m -NAP (4,20 en 4,00 m -AP).⁸¹ Door de invoering van de stoombemaling werd het mogelijk 's winters lagere peilen te handhaven. Bijl meldde dat omstreeks het midden van de negentiende eeuw een krachtige

71 De Gruyter, Rijnlands boezem, I, 142.

72 Bijl, 'Het kwelwater in den Haarlemmermeerpolder', 129-138.

73 Eigenhuis, Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder, 108-109.

74 Krijn e.a., Rapport inzake de waterbeheersing in de Haarlemmermeerpolder, 9.

75 Schröder (red.), Van bruisend water tot ruisend graan, 116.

76 L. Giebels, Hollands water. Het hoogheemraadschap van Rijnland na 1857 (Utrecht 2002) 113.

77 Slob, 'Hoog- en laaglanders', 11.

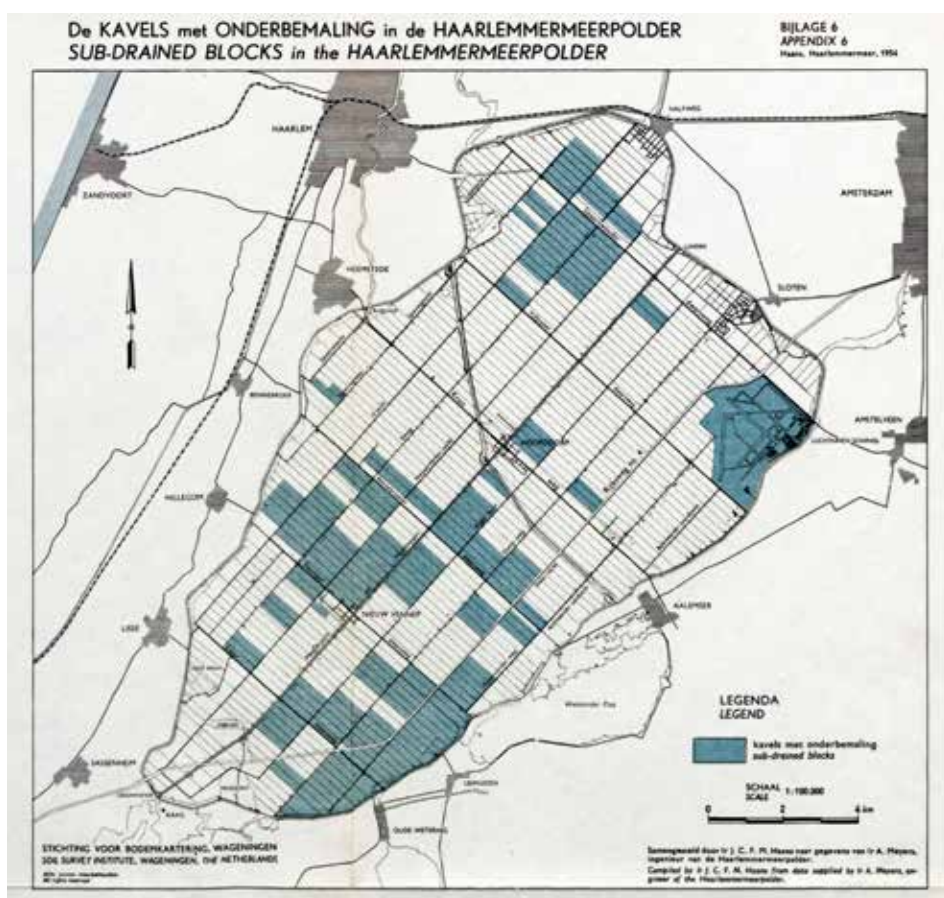
78 Eigenhuis, Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder, 111.

79 Schultz, Waterbeheersing van de Nederlandse droogmakerijen (1992) 178.

80 Van Velsen, Belang, 197.

81 www.rijkswaterstaat.nl/apps/geoservices/geodata/dmc/waterstaatskaart/geogegevens/raster/.

Afb. 6 Onderbemalingen in de Haarlemmermeerpolder in 1955. Uit: J.C.F.M. Haans, *De bodemgesteldheid van de Haarlemmermeer* (dissertatie Wageningen 1995), Bijlage 6.



vraag naar een laag winterpeil naar voren kwam.⁸² Zo schreef hij, dat in de winter 1860-1861 de gemiddelde winterwaterstand bij de laagste landen 0,30 m beneden maaiveld was, terwijl in de winter van 1925-1926 de waterstand hier één meter beneden maaiveld was. Beekman meldde in dit verband dat in verzoeken van de ingelanden van de Haarlemmermeerpolder van 1872 ook om lagere waterpeilen in de winter werd gevraagd.⁸³ Meer in het algemeen gaf Beekman aan dat in polders met een bodem van klei of zand die als bouwland gebruikt werden een peil werd gehandhaafd van tachtig centimeter tot één meter beneden maaiveld. Overeenkomstige waarden zijn enige tijd later ook gegeven door Ligtenberg.⁸⁴

Van Dam beschrijft dat op 18 februari 1818 voor het beheer van de grote rivieren bij Koninklijk Besluit het Amsterdams peil (AP) is ingevoerd.⁸⁵ In de loop van de negentiende eeuw verspreidde het zich verder over Nederland, waarop in 1891 de naam Normaal Amsterdams Peil (NAP) werd ingevoerd. Voor Rijnland lag dit negen centimeter lager dan het AP.⁸⁶ Ligtenberg meldde kort daarna, dat het polderpeil op 5,55 m -NAP werd gehandhaafd en dat peilstijgingen boven 5,30 m -NAP slechts sporadisch voorkwamen.⁸⁷

In de Haarlemmermeerpolder is van 1913 tot 1952 in oktober en november het waterpeil met zestig tot tachtig centimeter verhoogd – het zogenaamde Bietenpeil – zodat de schepen de suikerbieten konden vervoeren.⁸⁸ Sindsdien werd de waterstand omstreeks eind september op winterpeil gebracht.

In 1919 was een peil bij Hoofddorp van 5,75 m -NAP haalbaar. In 1924 zijn de zuigbuizen van gemaal Lijnden verlengd waardoor een peil tot 6,10 m -NAP haalbaar werd.⁸⁹ In 1925 was het zomerpeil 5,30 m -NAP en het winterpeil 5,60 m -NAP, en in 1950 respectievelijk 5,70 m -NAP en 6,20 m -NAP. Rond Schiphol had toen 555 ha een onderbemaling op 6,10 tot 6,50 m -NAP. Omdat tot aan de jaren zeventig van de twintigste eeuw over het hele gebied hetzelfde peil werd gehandhaafd, heeft dit door verschil in hoogteligging geleid tot onderbemalingen (zie afb. 6).⁹⁰

82 Bijl, 'Polderproblemen in den loop van drie eeuwen', Bro3-Bro9.

83 Schultz, *Waterbeheersing van de Nederlandse droogmakerijen* (1992) 150.

84 Ligtenberg, *Het te verwachten waterbezwaar*, 109.

85 R.J.E.M. van Dam, *Van Amsterdams peil naar Europees referentievlak. De geschiedenis van het NAP tot 2018* (Hilversum 2018) 7.

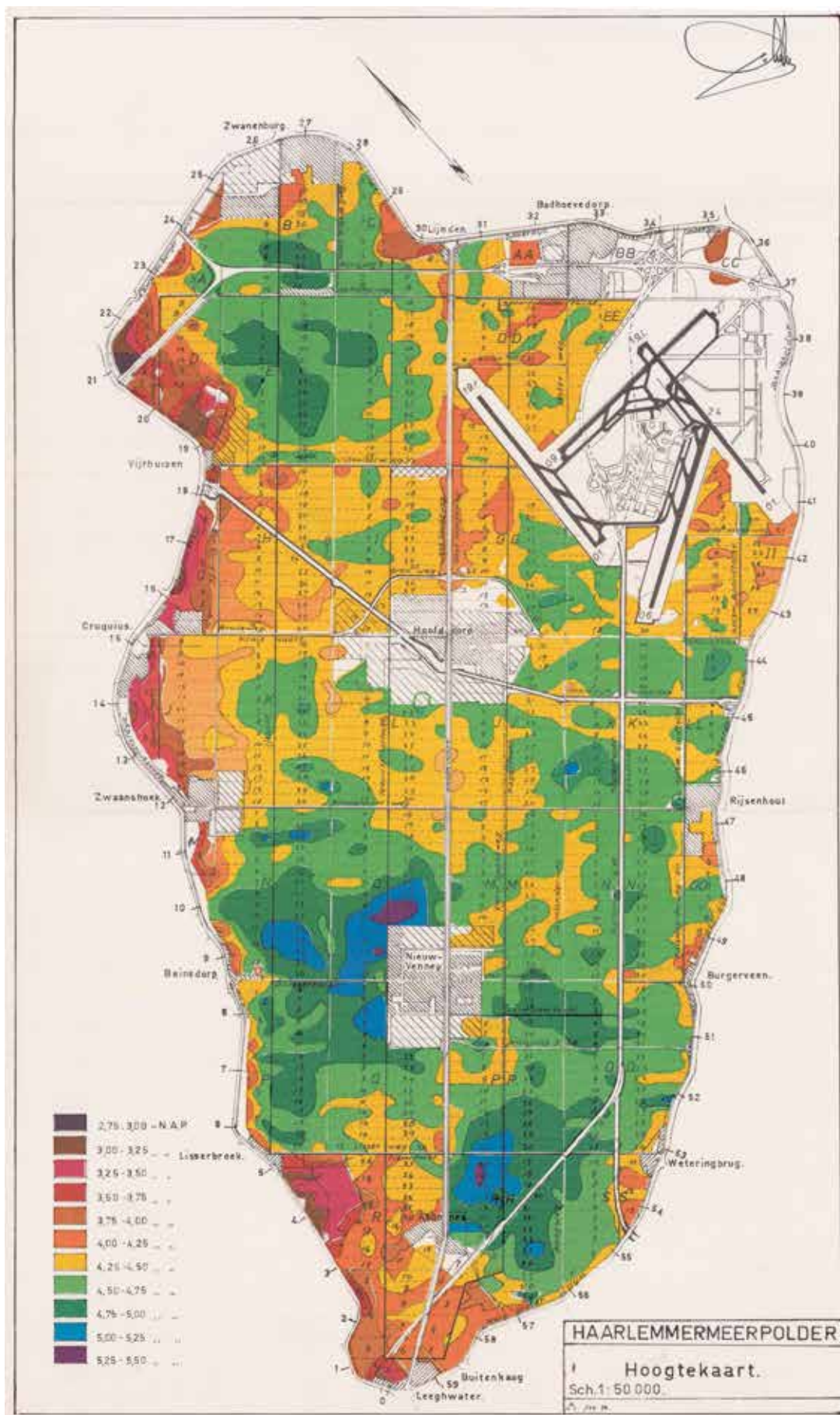
86 Giebels, *Hollands water*, 178-180.

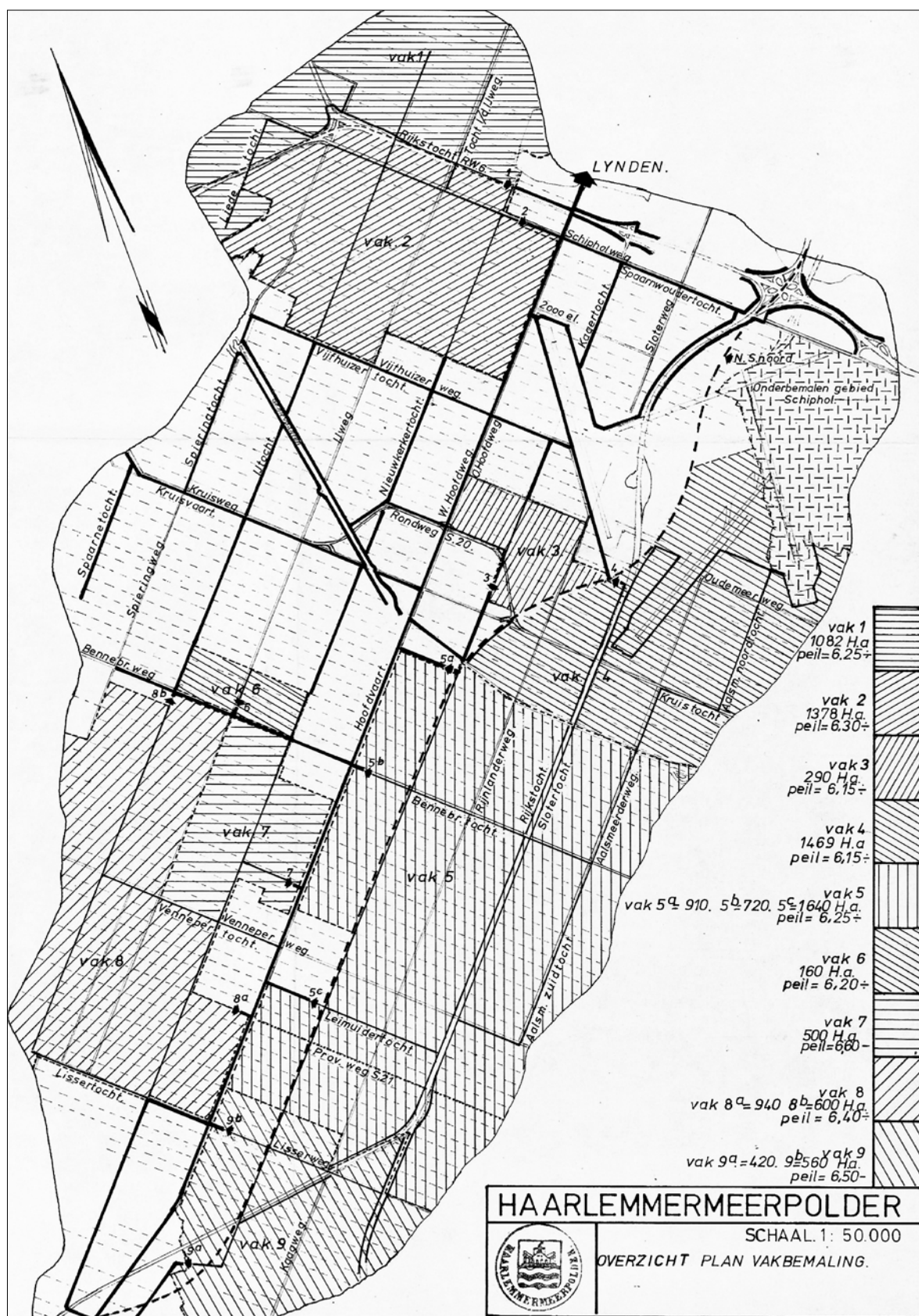
87 Ligtenberg, *Het te verwachten waterbezwaar*, 4.

88 Van Andel, 'Iets over de polderverkaveling', 18-21.

89 Van Velsen, *Belang*, 69.

90 E.D. Tiemens, 'Schouwen is noodzakelijk', *Meer-Historie* 25:3 (1997) 37-39.





Afb. 7 Links, Hoogtekaart van de Haarlemmermeerpolder omstreeks 1976.

Afb. 8 Het Vakbemalingsplan 1976. Uit: Waterschap Haarlemmermeerpolder, Verbetering van de waterhuishouding.

In 1977 is op basis van het vakbemaalingsplan 1976 de kilbemaaling vervangen door vakbemaaling.⁹¹ Hierbij werd onder andere op basis van de toenmalige hoogtekaart van de polder een indeling gemaakt in negen vakken met een gezamenlijke oppervlakte van 11.000 ha (zie afb. 8). De hoogte van het maaiveld varieerde toen van 3,00 tot 5,25 m -NAP. Elk vak kreeg een eigen gemaal met een maximale capaciteit van 10 m³/min per honderd hectare.⁹² Door het grote aantal stuwen en dammen waren er op zeker moment 42 peilgebieden. De winterpeilen liepen daarna uiteen van 6,00 tot 6,60 m -NAP en de zomerpeilen van 5,85 tot 6,25 m -NAP.

Ummels-Hoekstra en Tiemens meldde dat omstreeks 2000 het zomerpeil 5,70 m -NAP bedroeg en het winterpeil 6,00 m -NAP. Bij dit winterpeil varieerde de drooglegging in de akkerbouwgebieden globaal tussen 1,25 en 2,00 m.⁹³ Het huidige peil dat in de hoofdwatergangen wordt gehandhaafd bedraagt 5,87 m -NAP voor het zomerpeil en 6,02 m -NAP voor het winterpeil.

Eigenhuis meldde dat aan het begin van de twintigste eeuw in droge perioden bij een waterstand van 4,71 tot 4,81 m -NAP (4,80 – 4,90 m -AP) bij gemaal Leeghwater op de Hoofdvaart en de daarmee in verbinding staande watergangen water werd ingelaten tot een peil van 4,66 m -NAP (4,75 m -AP). Deze inlaat had een capaciteit van ongeveer 160 m³/min. Deze waterstand was echter nog te laag voor gronden die hoger dan 4,01 m -NAP (4,10 m -AP) lagen. De eigenaren van deze gronden kregen daarom toestemming om door middel van zo'n 60 hevels over de Ringdijk water vanuit de Ringvaart in te laten. Later is ook in gemaal Bolstra een voorziening aangebracht voor het inlaten van water. De laatste jaren wordt meer water ingelaten voor doorspoeling.

Ontwikkelingen in de bemaaling

De ontwikkelingen in de bemaaling van de Haarlemmermeerpolder zijn onder andere beschreven door Groffen, Van Rijn en Polderman en door Van Velsen.⁹⁴ De oorspronkelijke bemaalingscapaciteit zou voor gemaal Leeghwater 195 m³/min zijn geweest en voor de gemalen Cruquius en Lijnden 239 m³/min. In een van de vergaderingen van de Hoofdingelanden in 1859 werd echter gemeld dat dit in de praktijk lager was, dan de opgegeven waarden.⁹⁵

Aanvankelijk kwamen vrij langdurige peilstijgingen voor die vooral werden veroorzaakt doordat het tot 1912 twee dagen duurde voordat de stoomgemalen op volle capaciteit werkten.⁹⁶ Naar aanleiding van de problemen met wateroverlast is door Elink Sterk een advies over de benodigde bemaalingscapaciteit uitgebracht. Hij bepaalde op grond van tien jaar waarnemingen (1864-1873) bij de gemalen Lijnden en Leeghwater en te Hoofddorp de ongunstigste twaalfdaagse perioden voor het neerslagoverschot en koos daaruit de periode (20-31 oktober 1870) waarin de neerslag 91 mm bedroeg. Hij stelde, dat deze neerslag aan het einde van de periode moest zijn uitgemalen.⁹⁷ Dit betekende een bemaalingscapaciteit van 8 mm/dag.

Door de jaren heen zijn in de gemalen regelmatig verbeteringen aangebracht. Zo zijn in 1860 bij gemaal Cruquius twee stoomketels bijgeplaatst en in 1888 de acht stoomketels vervangen door zes nieuwe stoomketels.⁹⁸ In 1862 zijn in gemaal Lijnden vier stoomketels bijgeplaatst.⁹⁹ In 1893 werd als eerste gemaal Lijnden verbouwd, waarbij de originele machine is vervangen door twee stoommachines met centrifugaalpomp.¹⁰⁰ In 1911 werden de stoommachines vervangen door dieselmotoren. In 1912 is de stoommachine van gemaal Leeghwater vervangen door twee dieselmotoren met centrifugaalpomp. In 1919 is een van de stoommachines van gemaal Lijnden vervangen door een elektromotor. De totale capaciteit bij een opvoerhoogte van 5,5 m werd toen 540 m³/min.¹⁰¹ In 1932 is in gemaal Leeghwater een dieselmotor met een centrifugaalpomp bijgeplaatst waardoor de totale capaciteit bij een opvoerhoogte van 5,5 m 480 m³/min werd.¹⁰² Het gemaal Cruquius kon daardoor buiten werking worden gesteld, wat op 10 juni 1933 is gebeurd. Erdin geeft

⁹¹ Van Velsen, Belang, 83-85; Waterschap Haarlemmermeerpolder, Verbetering van de waterhuishouding in de Haarlemmermeerpolder door invoering van gedifferentieerde peilen, 1976 (Archief Hoogheemraadschap van Rijnland. Rubriek 117).

⁹² Van Velsen, Belang, 85.

⁹³ Ummels-Hoekstra & Tiemens, Droogmaken – droog houden, 16.

⁹⁴ J.W.P. Groffen, 'De geschiedenis van de Haarlemmermeerbemaaling', Land en Water (1967); D. van Rijn & R. Polderman, Het water de baas. Geschiedenis van de mechanische bemaaling in Nederland (Hilversum 2010); Van Velsen, Belang.

⁹⁵ Waterschap De Haarlemmermeerpolder, Verslagen van het verhandelde in de zittingen van Hoofd-Ingelanden van den Haarlemmermeerpolder 1859 (Haarlem 1860).

⁹⁶ Ligtenberg, Het te verwachten waterbezwaar, 18.

⁹⁷ A. Elink Sterk, Advies d.d. 13 november 1874.

⁹⁸ Gevers van Endegeest, Over de droogmaking. Tweede gedeelte, 205; Eigenhuis, Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder, 89.

⁹⁹ Eigenhuis, Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder, 76.

¹⁰⁰ Van Velsen, Belang, 67-68.

¹⁰¹ Van Velsen, Belang, 69.

¹⁰² Van Velsen, Belang, 69-70.

103 V. Erdin, 'De eerste steen boven', in: V. Erdin, Corpus Cruquius. 160 jaar stoomgemaal de Cruquius (Zutphen 2007) 9-19.

104 Krijn, e.a., Rapport inzake de waterbeheersing in de Haarlemmermeerpolder, 6.

105 Van Velsen, Belang, 86.

106 Van Velsen, Belang, 86.

107 Waterschap Groot-Haarlemmermeer. Waterhuishouding Haarlemmermeerpolder. Visie op de bemalingscapaciteit (Hoofddorp 2002) 12.

108 Van Rijn & Polderman, Het water de baas, 292-293.

109 Hoogheemraadschap van Rijnland, www.rijnland.net.

een gedetailleerde beschrijving van de beschikbare informatie over dit gemaal.¹⁰³ In 1942 is in gemaal Leeghwater een dieselmotor vervangen door een elektromotor en is het gemaal geëlektrificeerd. In 1954 is de stoommachine in gemaal Lijnden vervangen door een dieselmotor. Het gemaal had sindsdien een capaciteit van 325 m³/min voor de elektrisch aangedreven pomp en 375 m³/min voor de door diesel aangedreven pomp.¹⁰⁴ In 1956 is een van de dieselmotoren in gemaal Leeghwater buiten gebruik gesteld. De dieselmotoren in gemaal Lijnden zijn in 1968 vervangen door andere dieselmotoren. De in 1941 geplaatste elektromotor in gemaal Leeghwater is in 1970 vervangen door een dieselmotor. In 1973 is de andere dieselmotor vervangen door een nieuwe dieselmotor. In 1974 zijn in gemaal Lijnden enkele verbeteringen aangebracht. De totale capaciteit bij 5,5 m opvoerhoogte werd toen 820 m³/min.¹⁰⁵

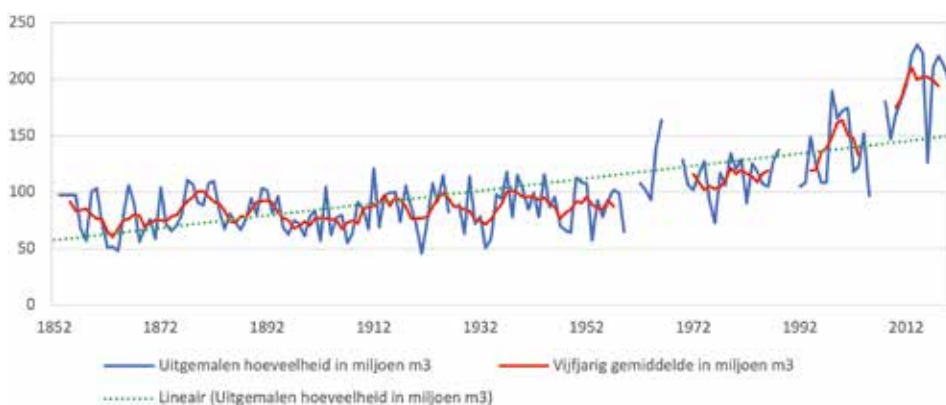
De Haarlemmermeerpolder werd sindsdien vooral door gemaal Lijnden bemalen. Het gemaal Leeghwater werd alleen in zeer natte perioden ingezet. In 1982 is gestart met de automatisering van de gemalen. In 1987 was de automatisering van de elektrische bemaling van gemaal Lijnden voltooid, is een van de dieselmotoren in gemaal Leeghwater vervangen door een elektromotor en werd de bedrijfsvoering geautomatiseerd.¹⁰⁶ Omstreeks 2000 bedroeg de totale bemalingscapaciteit van de gemalen in de Haarlemmermeerpolder 2.100 m³/min, of 16,7 mm/dag. In 2002 publiceerde het Waterschap Groot-Haarlemmermeer een rapport met een visie op de bemalingscapaciteit en een voorstel om de gemalen Lijnden en Leeghwater te revitaliseren en de bemalingscapaciteit met 256 m³/min uit te breiden.¹⁰⁷

De luchthaven Schiphol (2.700 ha) was aanvankelijk onderdeel van een aantal vakbemalingen, maar kreeg in 1975 een afzonderlijke bemaling door twee elektrische vijzelgemalen – NS-Noord en NS-Zuid – met een capaciteit van 4*45 en 3*45 m³/min. De totale capaciteit van 315 m³/min betekende 16,8 mm/dag. Deze gemalen loosden het water op het hoofdsysteem van de polder. In 1992 kwam het elektrische gemaal Bolstra gereed, dat direct uitmaalt naar de Ringvaart (afb. 9). Dit gemaal heeft twee centrifugaalpompen en had oorspronkelijk een capaciteit van 2*50 m³/min, wat inmiddels is vergroot tot 2*60 m³/min. In 2001 kwam het gemaal Rijk gereed. Dit gemaal verving het gemaal NS-Zuid en loost het uitgemalen water op het open water in de polder. Het heeft drie elektrisch aangedreven schroefpompen met een capaciteit van 3*45 m³/min. De totale bemalingscapaciteit voor het gebied van Schiphol kwam hiermee op 435 m³/min, ofwel 23,2 mm/dag.¹⁰⁸ Daarbij zijn er sindsdien vijftien vakbemalingseenheden.¹⁰⁹

In december 2002 kwam het elektrische gemaal, Koning Willem I met een capaciteit van 400 m³/min en een reserve capaciteit van 200 m³/min gereed (Afb. 9). Het gemaal heeft drie verticale onderwater waaier pompen. Het overtollige water van de Haarlemmermeerpolder wordt sindsdien door vier gemalen uitgemalen.



Afb. 9 Twee recente gemalen die het overtollige water vanuit de Haarlemmermeerpolder op de Ringvaart uitslaan. Het gemaal Koning Willem I (links) is tegenwoordig het hoofdgemaal en het gemaal Bolstra (rechts) bemaalt speciaal het gebied van Schiphol. Foto's Bart Schultz.



Afb. 10 Jaarlijks uitgemaalende hoeveelheid water uit de Haarlemmermeerpolder. Bepaald op basis van gegevens uit het Archief Hoogheemraadschap van Rijnland.

Naast gemaal Lijnden is een nieuw gemaal gebouwd dat op 19 oktober 2005 in gebruik is genomen. Dit gemaal heeft twee pompen met een capaciteit van elk 525 m³/min en een extra pomp van 225 m³/min. Hierdoor kwam de totale bemalingscapaciteit van de Haarlemmermeerpolder op 20,5 mm/dag. De ontwikkeling in de jaarlijks uitgemaalende hoeveelheid water is zo goed als mogelijk bepaald en weergegeven in afbeelding 10.

De veiligheid van de Ringdijk

De Ringdijk rond de Haarlemmermeerpolder is zodanig aangelegd dat na zetting de kruinhoogte 0,69 m +NAP (0,78 m +AP) zou bedragen. Gevers van Endegeest meldde hierover dat dit in die tijd de gebruikelijke hoogte was voor dijken rond droogmakerijen.¹¹⁰ Hij meldde ook dat de Ringdijk na 1853 niet meer op profiel hoefde te worden gebracht. Wel ontstonden door zetting oneffenheden, maar de kruinhoogte bleef voldoende.

Eigenhuis (1907) meldde dat de ringdijk op 0,59 m +NAP (0,50 m +AP) werd gehouden. Wel kwamen er op verschillende plaatsen lagere stukken in voor, vooral bij wegruisingen. In 1903 is besloten dat een minimumhoogte van 0,11 m -NAP (0,20 m -AP) zou worden aangehouden. Momenteel heeft de Ringdijk rond de Haarlemmermeerpolder een veiligheidsniveau met een kans op falen van 1/1000 per jaar.¹¹¹ De kruinhoogte is op 0,00 m +NAP, wat dus lager is dan de oorspronkelijke kruinhoogte.¹¹²

Ontwikkelingen in de Boezem van Rijnland

Giebels meldde tijdens de droogmaking van het Haarlemmermeer het peil in de Boezem van Rijnland overwegend fluctueerde tussen 0,61 en 0,26 m -NAP (0,70 en 0,35 m -AP).¹¹³ Over deze fluctuaties waren in die tijd veel klachten. Daarom is sinds 1863 van december tot januari gekozen voor een aanslagpeil van 0,28 m -NAP (0,37 m -AP) en in het voorjaar van 0,33 m -NAP (0,42 m -AP). In de zomermaanden begon men bij een peil bij het station Oudewetering van 0,48 m -NAP (0,57 m -AP) bij Gouda water in te laten.¹¹⁴ Bijl meldde in dit verband dat men 's zomers streefde naar een boezemstand tussen 0,57 en 0,62 m -NAP en 's winters tussen 0,62 en 0,67 m -NAP.¹¹⁵ In 1940 werd een streefpeil van 0,60 m -NAP gehanteerd met aan weerszijde een marge van tien tot vijftien centimeter.¹¹⁶ Momenteel is het boezempeil in Rijnland zomers 0,61 m -NAP en 's winters 0,64 m -NAP. De actuele waterpeilen wijken hier slechts enkele centimeters vanaf.

In verband met de droogmaking van het Haarlemmermeer is ook de bemaling van de Boezem van Rijnland verbeterd. Zo kwamen er naast de uitwateringsluizen stoomgema-

¹¹⁰ Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking. Eerste gedeelte*, 100.

¹¹¹ Interprovinciaal Overleg, *Veiligheidsnorm en overschrijdingsfrequentie conform IPO richtlijn*. Bijlage 2. Kaart nr. 4A: Hoogheemraadschap van Rijnland (2005).

¹¹² Legger van Rijnland <https://rijnland.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=354c405809234724b839558ed8bc1age>.

¹¹³ Giebels, *Hollands water*, 113.

¹¹⁴ Giebels, *Hollands water*, 113.

¹¹⁵ Bijl, *Het grondwater in Rijnland*, 32.

¹¹⁶ De Gruyter, *Rijnlands boezem*, I, 118; Giebels, *Hollands water*, 234.

len bij Spaarndam (1846), Halfweg (1851-1853) en Gouda (1857).¹¹⁷ Elk gemaal had één stoommachine. Het gemaal bij Spaarndam had twee keer vijf schepraderen, de gemalen bij Halfweg en Gouda twee keer drie schepraderen. Tevens werd de grote binnensluis en het kanaal naar de uitwateringsluizen bij Katwijk verbreed.¹¹⁸

Ook in de gemalen van de Boezem van Rijnland zijn door de jaren heen regelmatig verbeteringen aangebracht. Door de aanleg van het Noordzeekanaal, dat in 1872 een vast peil van 0,41 m -NAP (0,50 m -AP) kreeg, en van de IJpolders veranderde de lozingsmogelijkheden bij Spaarndam en Halfweg. In verband hiermee is in 1881 ook bij Katwijk een stoomgemaal gebouwd met twee stoommachines die elk drie schepraderen aandreven. Toen in 1936 bij Gouda het stoomgemaal is vervangen door een diesलगemaal met drie dieselmotoren die elk een centrifugaalpomp aandrijven, werd mede door de verbeteringen in de andere boezemgemalen de capaciteit van de boezembemaling bijna drie keer zoveel als in 1870.¹¹⁹

Recent is behoefte ontstaan aan meer waterberging voor de Boezem van Rijnland tijdens piekperioden. Een van deze bergingen wordt gerealiseerd aan de zuidwestkant van de Haarlemmermeerpolder. De berging wordt 67 ha groot en zal naar verwachting medio 2023 gereed zijn. Hierin kan tijdens natte perioden tot een miljoen kubieke meter water worden geborgen. Dat kan dan in een later stadium worden afgelaten op het hoofdsysteem van de Haarlemmermeerpolder en worden teruggepompt naar de Boezem. Er wordt van uitgegaan dat deze berging met een kans van 1/15 per jaar zal moeten worden ingezet.¹²⁰

Enkele slotopmerkingen

De Haarlemmermeerpolder bestaat nu honderdzeventig jaar en is door de jaren heen veranderd van een landbouwpolder in een steeds meer verstedelijkte polder, waarbij de luchthaven Schiphol een belangrijke plaats inneemt. Het waterbeheersingssysteem en de bescherming tegen overstromingen zijn, vaak na langdurige discussies, steeds aangepast aan het gewenste niveau. Het aantal inwoners is inmiddels gegroeid tot bijna 160.000. De totale WOZ-waarde van de bebouwing in de polder bedroeg aan het begin van 2020 ruim 34,4 miljard euro.

Terugkijkend op de ontwikkelingen sinds de droogmaking wil ik graag terugkomen op een van de stellingen bij mijn proefschrift *Waterbeheersing van de Nederlandse droogmakerijen* uit 1992. De essentie van de stelling is dat hoewel de overheid bij de aanleg van de Haarlemmermeerpolder op de aanlegkosten van 13.789.377 gulden een verlies van 4.412.115 gulden heeft geleden het voor de overheid toch een zeer rendabel project is geweest. Het bovengenoemde aantal inwoners en de totale WOZ-waarde geven aan dat deze stelling alleen maar verder is bevestigd.

Voorals sinds de Tweede Wereldoorlog zijn door stedenbouw, tuinbouw, industrie, recreatieve voorzieningen en de luchthaven Schiphol aanzienlijke wijzigingen in het grondgebruik opgetreden. De Haarlemmermeerpolder heeft dus op grote schaal ruimte geboden aan nieuwe ontwikkelingen. Klimaatverandering zal een zekere invloed hebben. Degelijke zorg voor het waterbeheer en de veiligheid tegen overstroming zal onverminderd van groot belang zijn. Een vraag is hoe lang onze verstedelijkte samenleving deze zorg naar behoren kan blijven leveren.

Appendix: De geschiedenis van de Haarlemmermeerpolder (chronologisch):

Sloet tot Olthuis, B.W.A.E., 'Beknopt overzicht van de droogmaking van het Haarlemmermeer', Tijdschrift voor Staathuishoudkunde en Statistiek 12 (1855) 448-453.

Amersfoort, J.P., *Het Haarlemmermeer. Oorsprong. Geschiedenis. Droogmaking. Wegen en vaarten. Wijze van bestuur van het waterschap. Cultuur van den grond.* Haarlem 1857).

Boekel, P., *Geschiedenis van het Haarlemmermeer in schetsen en tafelen.* Amsterdam 1868.

117 De Gruyter, Rijnlands boezem, I, 124; L. Giebels, 'Rijnland en de aanleg van het Noordzeekanaal: afscheid van de natuurlijke lozing', in: L. Giebels (red.) *Zeven eeuwen Rijnlandse uitwatering in Spaarndam en Halfweg. Van beveiliging naar beheersing* (Leiden 1994) 119-143.

118 M. van Tielhof & R.J.E.M. van Dam, *Waterstaat in stedenland. Het Hoogheemraadschap van Rijnland voor 1857* (Utrecht 2006) 288-289; Gevers van Endegeest, *Over de droogmaking. Tweede gedeelte*, 10-13.

119 De Gruyter, Rijnlands boezem, I, 118-120.

120 Hoogheemraadschap van Rijnland, *Piekberging Haarlemmermeer*: www.rijnland.net/wat-doet-rijnland/in-uw-buurt/piekberging-haarlemmermeer/.

- Eigenhuis, J., *Geschiedenis van den Haarlemmermeerpolder naar officiële gegevens bewerkt*. Haarlem 1907.
- Veen, H.N. ter, *De Haarlemmermeer als Kolonisatiegebied. Proeve ener Sociaal-Geographische Monographie*. Groningen 1925.
- Kouwe, P.J.W., & G.A. Wissink, *De Haarlemmermeer. Plattelandsproblemen in de Randstad Holland*. Assen 1955.
- Schröder (red.), P.H., *Van bruisend water tot ruisend graan. Honderd jaar Haarlemmermeer 1855-1955*. Haarlem 1955.
- Nieuwenburg, J., *Van Haarlemmermeer tot Haarlemmermeerpolder. Graan voor vis – Goud uit schuim*. 2e druk, Baarn 1961.
- Gemeentearchief Haarlemmermeer, *Uit water gewonnen: geschiedenis van de Haarlemmermeer in kort bestek*. 2e herziene druk, Hoofddorp 1986.
- Jeurgens, C., *De Haarlemmermeer. Een studie in planning en beleid 1836-1858*, Proefschrift, NEHA Series III. Dissertatie Amsterdam 1991.
- Lücke, C., *Haarlemmermeer 1852-2002. 150 jaar wonen en werken*. Alkmaar 2002.
- Tiemens, E., e.a., *Haarlemmermeer 150 jaar droog. Hoofddorp 2002*.
- Ummels-Hoekstra, K., & E.D. Tiemens, *Droogmaken – droog houden: Haarlemmermeerpolder 1852-2002*. Hoofddorp 2002.
- Velsen, H. van, *Belang betaling zeggenschap. 150 jaar waterschapbestuur en Haarlemmermeerpolder*. Hoofddorp 2015.