

ATT TÄMJA NATUREN: DE NEDERLÄNDSKA VATTENSYSTEMENS UTVECKLING UNDER 1000

Arne Kaijser

1997-09-24

Publicerat i Blomkvist P. and Kaijser A. (ed.) 1998. *Den konstruerade världen. Tekniska system i historiskt perspektiv*. Symposium förlag, Stockholm, pp. 299-322.

Inledning

"Jag trivs bäst i öppna landskap, nära havet vill jag bo." Så lyder inledningsstrofen till vad som ibland kallas för Sveriges andra nationalsång. Denna strof skulle egentligen passa ännu bättre i en nederländsk nationalsång. Nederländernas historia under de gångna tusen åren har nämligen i hög grad präglats av ansträngningarna att skapa ett öppet, agrart landskap, och att skydda det mot det hotfulla omgivande havet. Resultatet har blivit ett mycket särpräglat landskap med snörräta diken och kanaler som tecknar ett finmaskigt rutmönster i ett nästan helt platt jordbrukslandskap - på nederländska heter landsbygd just het platte land. Det är ett landskap som avgränsas av höga skyddsvallar mot Nordsjön och mot de två stora floder som flyter genom landet.

Nederländarnas växande förmåga att kontrollera och styra vattenflöden har varit grundförutsättningen för den landskapsomvandling som har ägt rum. Denna process inleddes när nederländska bönder för tusen år sedan började gräva diken för att torrlägga våtmarker. Ett viktigt fortsatt steg var när vattenpumpande väderkvarnar började införas under 1400-talet och blev centrala komponenter i allt storskaligare system för vattenkontroll. Vattensystemen bestod dock inte bara av tekniska artefakter. Lika viktiga var de sociala organisationsformer som utvecklades för att bygga och underhålla alla de tekniska anläggningarna, och för att dagligen styra vattenflödena på önskat sätt. De nederländska vattensystemen bör alltså ses som sociotekniska system.

Huvudsyftet med denna uppsats är att beskriva och analysera hur invånarna i Nederländerna under en period av tusen år har blivit allt skickligare i att behärska vattenflöden, och hur de därigenom också i grunden omformat landskapet de lever i. Två aspekter av detta skeende kommer särskilt att belysas. Den första gäller det dynamiska samspel som ägt rum mellan människa och natur. De komponenter som människor byggt för att styra vatten har i många fall fått oväntade ekologiska konsekvenser, vilket tvingat människorna att utveckla kraftfullare medel för att styra vattenflöden, vilket gett nya oväntade konsekvenser, och så vidare. Den andra aspekten gäller förutsättningarna för innovationer och teknikspridning inom de nederländska vattensystemen. Jag vill försöka visa att Nederländerna kännetecknades av en

hög grad av "institutionell mångfald" inom ett relativt litet geografiskt område och att detta befrämjade utvecklingen av nya lösningar.

Uppsatsen har också ett mer generellt syfte, nämligen att belysa de ekologiska effekterna av stora tekniska system i allmänhet. De nederländska vattensystemen utvecklades efterhand till stora komplexa system av infrastrukturkaraktär, eller vad jag föredrar att kalla infrasystem.ⁱ Under de två senaste seklerna har utbyggnaden av infrasystem i form av bl.a. kanaler, järnvägar, gasverk, vatten- och avloppssystem, elsystem, vägar och flygsystem haft mycket omfattande ekologiska effekter. Infrasystemen har använts som redskap för att "tämja naturen", dels indirekt genom att infrasystemen gjort åtråvärda naturresurser åtkomliga för exploatering, dels direkt när t.ex. vattenflöden i naturen har omdirigerats för att generera elkraft, bevattna jordbruksmark eller distribuera dricksvatten. Att öka insikterna om hur utbyggnaden av stora tekniska system kan ge upphov till ekologiska effekter är en angelägen men hittills till stor del försummad forskningsuppgift.ⁱⁱ

De stora utdikningarna

För tusen år sedan bestod en stor del av det som idag utgör Nederländerna av vidsträckta och svårtillgängliga torvmossar och våtmarker. Merparten av befolkningen var bönder som bodde i små byar runt om dessa mossar, dels på sandmarker i öster, men fram för allt längs kusterna i norr och väster. Nära havet fanns bördiga jordar, som dock hotades av översvämningar vid vinterstormar. Invånarna hade anpassat sig genom att bygga bondgårdar och byar på konstgjorda kullar, som på nederländska heter terpen.ⁱⁱⁱ

Under 900-talet bidrog ett växande befolkningstryck till ett sökande efter nya försörjningsmöjligheter, och i några delar av landet utvecklade bönderna en framgångsrik teknik för att utdika torvmossarna och omvandla dem till åkermark. Först sänktes vattennivån genom grävandet av mängder av små diken och en del större avvattningskanaler som ledde till närmaste naturliga vattendrag. Den järnskodda spaden, som hade utvecklats under de närmast föregående århundradena, var en viktig förutsättning för allt detta grävande. Marken i de utdikade mossarna förbättrades genom tillförsel av gödsel och sand. På detta sätt lyckades bönderna förvandla tidigare närmast obrukbara mossar till bördiga jordbruksmarker.^{iv}

De första utdikningarna av torvmossar gjordes under 900-talet i de norra delarna av landet som kallades Friesland och som omfattade de nuvarande provinserna Friesland, Groningen och delar av Nordholland (se fig. 1). Här var befolkningstätheten relativt hög delvis som ett resultat av den aktiva handel som friserna bedrev över stora delar av Europa. Frisena värnade om sin självständighet och bekämpade aktivt alla försök till feodalt inflytande. Bönderna som började utdika torvmossar var fria män och hade förfoganderätten över den

nya åkermark de utvann, vilket var en förutsättning för att de skulle våga investera så mycket av tid och kraft. Utdikningarna gjorde det möjligt för en större andel av befolkningen att försörja sig som bönder, och ledde till uppkomsten av vad som brukar kallas de frisiska bonderepublikerna.

I de västra och centrala delarna av landet, i de nuvarande provinserna Sydholland och Utrecht, var feodalismen stark och bönderna var knutna till adelns och kyrkans gods. Greven av Holland och biskopen av Utrecht insåg att även de stora torvmossarna inom deras domäner skulle kunna uppodlas på samma sätt som i nordväst, men för att förmå sina underlydande bönder att börja utdika mossar var de tvungna att ge dem tydliga incitament. De lät dela in torvmossarna i långsmala, rektangulära stycken, vilka tilldelades hugade nyodlare på speciella villkor. Nyodlarna fick till skillnad från övriga bönder en fri ställning och full bestämmanderätt över sin mark, men var skyldiga att betala skatt till feodalherren och att tillsammans med sina grannar tillhandahålla soldater i orostider.

Under perioden från år 1000 till år 1300 e.kr. skedde omfattande utdikningar som omvandlade större delen av landets torvmossar till jordbruksmark. Denna omfattande landskapsomvandling brukar kallas "den stora utdikningen".

Fig 1. Till vänster en karta av Nederländerna vid mitten av 1200-talet med dess olika furstendömen och till höger en karta av Nederländerna idag med de 12 provinserna och provinshuvudstäderna.

Utdikningarnas konsekvenser

Utdikningen av torvmossar ledde till att markytan sjönk. De ursprungliga mossarna bestod av vattendränkt organiskt material. En sänkning av vattennivån gav luften tillträde och syretillförseln ledde till förmultning av detta material. Dessutom blev marken mer kompakt. Båda dessa processer bidrog till att markytan successivt sjönk med upp till 1 m varje århundrade. Ursprungligen låg torvmossarna bara någon eller några meter över havsnivån, och den sjunkande markytan gav upphov till två svåra problem.^v

Det första problemet handlade om säkerhet. När marknivån sjönk, ökade risken för översvämningar väsentligt. Före år 1000 inträffade bara någon enstaka större översvämning varje sekel, men efter att den stora utdikningen var fullbordad ökade gradvis antalet större översvämningar under varje sekel.^{vi} Nederländerna kom efterhand till insikt om att vallar kunde byggas och erbjuda ett visst skydd mot översvämningar. De första vallarna byggdes av enskilda byar. Under 1200-talet sammanfogades dessa till långa sammanhängande vallar längs kusterna och de stora floderna. De var av någon eller några meters höjd. Byggandet av dessa vallar krävde en kollektiv insats av många människor, men samordningen av arbetet

kunde åstadkommas relativt enkelt utifrån en geografisk närhetsprincip; byarna längs en flod eller en kust kom överens om att samarbeta, och varje by åtog sig ansvaret för det vallavschnitt som låg närmast den.^{vii}

Utbyggnaden av vallar kunde ske inom ramen för den existerande politiska strukturen, med byn och dess byråd som viktigaste institution. Inom byn fördelades ansvaret för underhållet av byns vallar mellan bönderna i proportion till storleken på deras gårdar. Byrådet organiserade en årlig kontroll av att varje bonde hade fullgjort sitt underhåll, och denna vallinspektion gjordes noggrant eftersom en vall är som en kedja - det är dess svagaste avsnitt som bestämmer motståndskraften. Tre gånger per år synade byrådet underhållsarbetena, och om det vid höstsyningen, inför de farliga vinterstormarna, fortfarande fanns brister, så tog syningsmännen in på närmaste härbärke och stannade där på den försumlige bondens bekostnad ända till dess underhållsarbetet var fullbordat. Det kunde bli en dryg nota för en fattig bonde.^{viii} Denna noggranna kontroll gav bönderna två typer av incitament för underhållsarbetet: dels att slippa kritik mot sitt eget underhåll och i värsta fall en dryg värdshusnota, dels vissheten om att alla andra bönder var tvungna att fullgöra sin andel, vilket bidrog till att göra den egna arbetsinsatsen meningsfull.

Trots dessa omfattande vallbyggen drabbades alltså Nederländerna vid upprepade tillfällen av svåra översvämningkatastrofer som dödade tusentals människor och djur. Den största kända översvämningen inträffade i november 1421, på den heliga Elisabets dag. Då översvämmades ett 500 kvadratkilometer stort markområde sydost om Rotterdam och ca 10 000 människor i 70 byar miste livet. Ett stort bördigt område förvandlades till en havsvik för all framtid, och under många decennier stack kyrkspirorna från de dränkta byarna upp ur havsvattnet som en påminnelse om katastrofen.^{ix}

Denna och andra översvämningar har varit traumatiska händelser i den nederländska historien som i hög grad kommit att prägla det sociala och kulturella livet.^x De är ett ofta återkommande motiv i den nederländska konsten och litteraturen. Historikern Simon Schama framhåller också betydelsen av de religiösa tolkningarna av katastroferna:

"Tidvattnets syndafloder under slutet av medeltiden intog samma plats i det kollektiva folkminnet i södra Holland och Zeeland som digerdödens hemsökelse i Flandern och Italien./.../ Olyckorna tycktes förebåda en syndig världs undergång./.../ Ur denna skräckinjagande vedergällning skulle en ny och renare värld återfödvas, och analogin med Noa anpassades för att stämma med nederländarnas bild av sig själva som ett folk välsignat med barnslig oskuld."^{xi}

Figur 2. Översvämningkatastrofer är ett återkommande motiv i nederländsk konst. "Batavia", träsnitt ur Sebastian Munsters Cosmographia Universalis (1552) återgiven i Simon Schama,

Mellan gud och mammon. Nederländerna under guldåldern, 1570-1670 (Stockholm, 1989), sidan 48.

Det andra problemet till följd av den sjunkande marknivån var att det blev allt svårare att föra bort vatten och undvika att åkrarna vattendränktes. Det blev nödvändigt att gräva fler och större avvattningskanaler (på nederländska, boezem kanaals) för att öka dräneringskapaciteten. Från en organisatorisk synvinkel påminde grävandet av avvattningskanaler om byggandet av vallar. Också arbetet med att gräva och underhålla kanaler kunde fördelas mellan byarna utifrån principen om geografisk närhet, och kunde därmed åstadkommas inom ramen för existerande politiska institutioner.

I en del områden nära kusten där den sjunkande marknivån närmade sig havsnivån uppstod ett speciellt problem vid flodmynningar. Vid högvatten skedde ett inflöde av saltvatten i floden, som allvarligt skadade åkermarken längs stränderna. Under 1100-talet utvecklades en teknik för att komma tillrätta med detta problem. Man byggde en fördämning tvärs över mynningen och tvärs genom dammen anlades ett rör med en rörlig lucka, som fungerade som en backventil. Dessa anläggningar kallades slussar, sluisen. Vid lågvatten öppnades luckan och flodvatten kunde rinna ut i havet, men vid högvatten stängdes luckan och förhindrade havsvatten att flyta in i floden.^{xii}

De första dammarna av detta slag byggdes förmodligen i utloppet av bäckar eller småfloder, men efterhand byggdes de också i större floder. Eftersom dammarna förhindrade fartyg att segla upp i floden, uppstod ett behov av omlastning, och det ledde i sin tur till uppkomsten av städer. Stadsnamn som Amsterdam (floden Amstel), Rotterdam, (floden Rotte), Edam och Volendam vittnar om detta.

Byggandet av fördämningar med slussar i flodmynningar ställde betydande krav på samordning. Här handlade det om att bygga och underhålla en stor och komplex anläggning på en plats som var till nytta för många byar. Det gick därför inte att fördela arbetet med att bygga och underhålla dessa anläggningar efter principen om geografisk närhet. Det gjorde det svårt att åstadkomma den nödvändiga samordningen inom ramen för de befintliga politiska institutionerna. Istället utvecklades en ny organisatorisk form för samarbete i form av regionala vattenstyrelser. Det innebar att speciella politiska organ inrättades som hade som sin uppgift att organisera vattenregleringen på regional nivå. Detta innebar en viktig institutionell innovation.^{xiii}

Regionala vattenstyrelser

De två första regionala vattenstyrelserna bildades i de västra delarna av landet under 1100-talet. I båda fallen var syftet med de nya organen att leda och samordna byggandet och

underhållet av dammanläggningar som berörde närmare 20 byar. Det är ingen tillfällighet att dessa första vattenstyrelser tillkom i de västra delarna av landet där feodalismen var stark. De bildades på direkt initiativ av biskopen av Utrecht respektive greven av Holland.^{xiv}

Särskilt grevarna av Holland blev mer och mer engagerade i vattenregleringsfrågor till följd av ett antal förödande översvämningar under 1100- och 1200-talen. De initierade bildandet av ytterligare en handfull vattenstyrelser under 1200-talet, och dessa fick efterhand ett växande ansvarsområde, som omfattade inte bara byggande och underhåll av dammar och slussar utan även av viktigare vallar och större avvattningskanaler, de s.k. boezems. För att kunna fullgöra sina uppgifter fick vattenstyrelserna också växande befogenheter, som innefattade rätten att ta upp skatter och att utfärda förordningar. De fick även ansvaret för att övervaka att alla uppfyllde sina skyldigheter och kunde utdöma straff för förseelser.^{xv}

Vattenstyrelsernas växande makt innebar att tillsättningen av styrelsernas ledamöter blev allt mer betydelsefull. Ursprungligen var det de deltagande byarna som utsåg ledamöterna, men efterhand lade sig feodaltherrarna allt mer i tillsättningarna och placerade sina egna skyddslingar i styrelserna. Således inordnades vattenstyrelserna allt mer i den feodala strukturen; än idag kallas chefen för en vattenstyrelse dijkgraaf, vilket betyder vallgreve.

I Friesland fanns inga mäktiga feodaltherrar som kunde initiera vattenstyrelser. Istället var det några av de ledande klostren som under 1300-talet tog initiativ till att bilda regionala vattenstyrelser enligt förebild från de västra delarna. Dessa vattenstyrelser hade en mer demokratisk karaktär, med styrelsemedlemmar som utsågs direkt av de medverkande byarna och klostren, och de fick också mer begränsade befogenheter.^{xvi}

Det är intressant att notera innovations- och spridningsprocessernas geografiska mönster. När det gällde utdikningen av torvmossar, påbörjades den i de norra delarna av landet där fria bönder var säkra på att själva få njuta frukterna av sitt mödosamma arbete. Det var först sedan feodaltherrarna i väst infört speciella privilegier för nyodlare, som de kunde förmå sina underlydande att börja utdika torvmossar. När det gällde byggandet av omfattande vattenanläggningar av regional betydelse var det däremot feodaltherrarna i väst som gick i spetsen och först tog initiativ till bildandet av regionala vattenstyrelser. Efterhand bildades liknande styrelser även i nordöst, fast i modifierad form och med mindre maktbefogenheter.

De stora skillnaderna i politisk struktur mellan olika regioner i Nederländerna var således av stor betydelse för vattensystemens utveckling och medförde att det inte växte fram några standardiserade tekniska eller organisatoriska lösningar som tillämpades i hela landet. Varje region utvecklade istället sina egna lösningar, men följde ständigt utvecklingen i andra regioner för att vid behov kopiera intressanta nyheter. Denna institutionella mångfald har levt kvar i Nederländerna ända in i detta sekel, och har i hög grad bidragit till den

uppfinningsrikedom och dynamik som kännetecknat de nederländska vattensystemens utveckling.

Dessa förändringsprocesser skedde inte utan konflikter. Byggandet och underhållet av vallar, kanaler och slussar krävde stora och betungande arbetsinsatser, och en vanlig orsak till meningsskiljaktigheter gällde fördelningen av arbetet, dels mellan bönderna inom en by, och dels mellan olika byar. En annan vanlig orsak till oenighet var olika uppfattningar om kvaliteten på arbetenas utförande. Till en början var det de lokala byråden som hade till uppgift att lösa motsättningar av dessa slag, men när regionala vattenstyrelser etablerades, så övertog dessa gradvis ansvaret för att bilägga konflikter.^{xvii} Utformningen av effektivt fungerande institutioner för kontroll och konfliktlösning var den mest grundläggande förutsättningen för att de nederländska vattensystemen skulle fungera och fortleva.

Kortsiktig framgång och långsiktig kris

Under 1200- och 1300-talen bidrog bildandet av regionala vattenstyrelser till att nederländarna fick en ökande förmåga att hantera de två fundamentala problemen med en sjunkande marknivå - å ena sidan att med hjälp av allt högre och starkare vallar förebygga översvämningar och å andra sidan att med hjälp av allt fler kanaler, dammar och slussar öka avvattningskapaciteten. Det paradoxala är att ju mer framgångsrika de blev i att leda bort vatten och skapa gynnsamma odlingsbetingelser på kort sikt, desto snabbare sjönk marknivån i de forna torvmossarna och hotade förutsättningarna för jordbruk på lång sikt.

Under 1300-talet blev avvattningsproblemen akuta i en del regioner i grevskapet Holland där jordbruksmarken vattentäcktes flera månader under vinterhalvåret. Bönderna i dessa områden anpassade sig till dessa nya omständigheter genom att gradvis gå över från spannmålsodling till djurhållning. Betesmarker var nämligen mindre känsliga för tidvisa översvämningar än åkermark. I några regioner minskade spannmålsproduktionen med upp till 75 % under andra hälften av 1400-talet.^{xviii} En förutsättning för denna produktionsomläggning var att bönderna kunde börja sälja sina animalieprodukter - kött, mjölk, ost m.m. - och istället köpa spannmål. Här spelade alla de kanaler som grävts för avvattningsändamål en central roll. De underlättade för bönderna att transportera sina produkter med enkla prämar till en närliggande stad. I staden kunde de köpa spannmål som i växande omfattning började importeras från östersjöområdet.

Men inte heller omläggningen till djurhållning var en hållbar lösning på avvattningsproblemet när marknivån fortsatte att sjunka. Det illustreras av att antalet kor i en region i norra Holland, där marken blev särdeles vattensjuk, halverades mellan år 1475 och 1500.^{xix} Det fanns således ett mycket starkt behov av nya lösningar av avvattningsproblemet - i annat fall återstod bara att flytta från gård och grund. En radikalt ny utvecklingsväg föddes ur denna

kris, nämligen en strävan att försöka avvattna jordbruksmark genom att lyfta eller pumpa upp vatten till högre nivåer. Detta var en helt ny idé, som innebar att människan frigjorde sig ur de naturliga vattensystemens fjättrar.

Naturliga vattensystem består av kretslopp som drivs dels av solenergi och dels gravitation. De tidiga nederländska vattensystemen syftade till att "manipulera" gravitationen på olika sätt: genom att gräva fler och fler kanaler som gjorde det enklare för vattnet att rinna mot havet, genom att bygga dammar med slussar för att kunna utnyttja den extra lilla fallhöjden som ebb innebär, etc. Den nya idén var att istället "upphäva" gravitationen genom att lyfta vatten på mekanisk väg, vilket potentiellt skulle kunna ge människan en väsentligt ökad kontroll över vattenflödena.

Väderkvarens introduktion

De historiska källorna beträffande de första vattenpumpande anordningarna är få. Den första kända uppgiften om en vattenpumpande väderkvarn är från år 1408.^{xx} Den första uppgiften om en hästdriven vattenpump är från 1469. I skrifter tryckta under 1500- och 1600-talen finns illustrationer med såväl enkla handdrivna pumpar, som mer komplicerade pumpanläggningar drivna av hästar och vindkraft.^{xxi} Det går inte att med ledning av det bevarade källmaterialet fastställa i vilken ordning de olika typerna av pumpanordningar utvecklades. Det förefaller dock troligt att människor först byggde små, enkla handdrivna anordningar, och efterhand större och mer komplicerade anläggningar som kunde utnyttja hästkraft och vindkraft.

Den första kända vattenpumpande väderkvarnen byggdes nära staden Alkmaar. På 1410-talet byggdes ytterligare minst två vattenpumpande väderkvarnar, en nära staden Delft och en nära staden Leiden, i båda fallen av rika godsägare. Ytterligare en handfull sådana väderkvarnar vet man byggdes fram till mitten av 1400-talet. Det dröjde till slutet av 1400-talet innan den nya teknologin fick ett större genomslag, och man vet att minst 50 väderkvarnar byggdes under andra hälften av 1400-talet, huvudsakligen i den södra delen av Holland. Under 1500- och 1600-talen spreds väderkvarnar över hela landet och det uppstod efterhand betydande regionala variationer vad gällde kvarnarnas konstruktion.^{xxii}

Om nu avvattningsproblemet var så akut redan i början av 1400-talet, varför tog då spridningen av väderkvarnen så lång tid? För att försöka förklara denna tidsutdräkt skall jag börja med att diskutera i vilket avseende den vattenpumpande väderkvarnen var en innovation. Väderkvarnen i sig var inte någon nyhet i Nederländerna. I början av 1400-talet fanns redan ett betydande antal väderkvarnar för malning av säd, och dessa utgjorde en etablerad och väl beprövad teknik. Dessutom kan själva den vattenpumpande delen av de nya väderkvarnarna beskrivas som en omvänd vattendriven kvarn, och sådana var också

vanligt förekommande vid denna tid. Den vattenpumpande väderkvarnen kan alltså beskrivas som en ny kombination av existerande tekniker tillämpade för ett nytt ändamål.

Detta sätt att beskriva innovationen är dock allt för begränsad och allt för fokuserad på kvarnen i sig. Innovationsprocessen innefattade inte bara att konstruera en fungerande vattenpumpande väderkvarn, utan också att lära sig att utnyttja den på ett effektivt sätt, samt att finna lämpliga institutionella former för kvarnens finansiering, byggande och drift. Strävan att introducera den vattenpumpande väderkvarnen kom de facto att leda till ett helt nytt sätt att organisera och styra vattensystemen.

Poldern

För att en väderkvarn skulle ha en påtaglig effekt var det nödvändigt att avgränsa ett markområde med vallar och att låta kvarnen pumpa ut vatten från detta invallade område. Ett sådant invallat område heter på nederländska polder. Sådana polders hade i viss omfattning byggts redan tidigare, främst i områden intill de stora floderna, där vattennivån kunde styras genom att manipulera gravitationen med hjälp av dammluckor. Det var kombinationen av en vattenpumpande väderkvarn och en polder som blev grundbulten i den nya utformningen av vattensystemet. Genom att placera en kvarn intill en polder av lämplig storlek blev det möjligt att kontrollera vattennivån inom denna polder så att marken blev lämplig för odling.^{xxiii}

Det gällde också att finna lämpliga institutionella former för att introducera det nya systemet. Att bygga en väderkvarn med tillhörande polder var dyrt, och också kostnaderna för att driva och underhålla anläggningarna var betydande. Det är därför inte förvånande att de första väderkvarnarna byggdes av feodalherrar som ägde stora gods och hade betydande finansiella tillgångar.^{xxiv} För vanliga bönder var det dock helt orealistiskt att bygga en egen kvarn. Även för de regionala vattenstyrelserna var byggandet av väderkvarnar problematiskt, inte av finansiella skäl utan av politiska; en väderkvarn skulle endast vara till nytta för en liten del av invånarna inom regionen och hur skulle då byggandet kunna motiveras för alla de övriga?

I en del särskilt vattensjuka områden i provinsen Holland gick bönder samman och beslöt att gemensamt bygga vallar kring sina åkrar och att finansiera en väderkvarn. För detta ändamål bildade de en lokal vattenstyrelse, som på nederländska brukar heta en polder. Detta ord har således en dubbelbetydelse och kan syfta både på ett invallat markstycke och en organisatorisk enhet. Polderstyrelserna hade till uppgift att organisera byggandet, underhållet och driften av både kvarn och vallar samt att fördela kostnaderna för detta bland de medverkande bönderna på ett rimligt sätt (grundprincipen var att varje bonde bidrog i proportion till sitt markinnehav). Vanligen anställdes en kvarnskötare för den dagliga driften.

Polderstyrelserna valdes direkt av alla de medverkande bönderna, men eftersom rösträtten var graderad efter jordinnehav hade de rika bönderna störst inflytande.^{xxv}

Liksom i fallet med de regionala vattenstyrelsernas tillkomst bör framhållas att bildandet av polders var en konfliktfylld process. Det fanns många potentiella grunder till motsättningar. Ofta varierade marknivån med någon eller några meter mellan åkrarna inom en by eller inom en polder, och bönderna med lågt liggande åkrar hade mycket starkare behov av vattenpumpning än de övriga. Bönder med (relativt sett) högt liggande åkrar protesterade vid många tillfällen till högre instans mot att kostnaderna för en väderkvarn skulle fördelas mellan markägarna inom en polder utan hänsyn till varierande marknivåer.^{xxvi} Vidare var kostnaderna för vattenpumpning en betydligt mer betungande börda för småbönder än för storbönder. När en polder med väderkvarn byggdes så påverkade detta ofta vattennivåerna även för omkringliggande områden, och vid många tillfällen protesterade grannbyar mot byggandet av nya polders.^{xxvii}

En förklaring till varför den vattenpumpande väderkvarnens spridning tog så pass lång tid är således den omfattande och komplexa karaktären av denna innovations- och spridningsprocess. Den innefattade inte bara utvecklingen av väderkvarnen i sig, utan även byggandet av fysiska poldrar och bildandet av organisatoriska poldrar. Byggandet av en väderkvarn och polder påverkade i varje enskilt fall många människor både inom och utom poldern, och det bör rimligen ofta ha tagit lång tid innan en majoritet av bönderna ställde sig bakom genomförandet av ett sådant projekt.

En ny organisatorisk struktur

Syftet med att bygga väderkvarnar var primärt att kontrollera vattennivåerna inom ett lokalt område, en polder. Men den förbättrade styrningen av vattenflödena i lokala poldrar påverkade också de regionala vattensystemen. Det vatten som pumpades ut ur poldrarna tappades nämligen i de stora avvattningskanalerna, de s.k. boezemkanalerna, och driften av dessa var de regionala vattenstyrelsernas ansvar. När antalet poldrar med kvarnar ökade så ökade också vattenmängden i boezemkanalerna, och för att öka kontrollen över vattenflödena i boezemkanalerna byggdes ibland särskilda väderkvarnar vid kanalernas mynningar i större floder eller i havet (se fig. 3).

Det blev efterhand uppenbart att det krävdes en samordning mellan de regionala vattenstyrelserna och de nya polderstyrelserna. Denna samordning fick skilda former i olika delar av landet; i de västra - feodala - delarna blev poldrarna helt underordnade de regionala styrelserna, medan de bibehöll en mer oberoende ställning i nordöst. Ett gemensamt drag i hela landet var dock att de regionala vattenstyrelserna fick ett överordnat ansvar för den dagliga driften. Om det t.ex. regnade mycket och huvudkanalerna fylldes kunde den regionala

vattenstyrelsen beordra alla poldrar att sluta pumpa. Det utvecklades ett sinnrikt system för att förmedla denna ordergivning. Den skedde med hjälp av flaggor eller lanternor som placerades högst upp i särskilda signalväderkvarnar, som syntes vida kring - en tidig variant av den optiska telegrafan!^{xxviii}

Introduktionen av väderkvarnen medförde således att människorna fick en väsentligt ökad förmåga att påverka och styra vattenflödenas rytm genom diken, kanaler och floder. Vattensystemen hade nu otvetydigt blivit människoskapade sociotekniska system med en betydande teknisk och organisatorisk komplexitet.^{xxix} En tudelad organisatorisk struktur utvecklades med lokala polderstyrelser, som ansvarade för kontrollen av vattennivåerna inom poldrarna, och med regionala vattenstyrelser, som hade ett övergripande ansvar för hela regionens vattenflöden, vilket de främst utövade genom att kontrollera vattennivåerna i boezemkanalerna. Detta nya s.k. polder-boezem system utvecklades under andra hälften av 1400-talet i södra Holland, och spreds sedan till övriga delar av landet.

Det fungerade effektivt och det har faktiskt bibehållits i sina huvuddrag ända fram till våra dagar. Huvudprincipen för ansvarsfördelningen mellan regionala och lokala organ var densamma över hela landet, men det fanns betydande variationer vad gällde de konkreta formerna.^{xxx}

Figur 3. En principskiss av ett polder-boezem system. De tunna svarta strecken markerar polderdiken, och de tjockare svarta strecken markerar vallarna runt en polder. Siffran inne i en polder anger vattennivån i förhållande till havsnivån. En kvadrat med ett kvarnhjul markerar en väderkvarn och de ljusgrå tjocka strecken markerar en boezemkanal, medan mörkgrå färg markerar floder och hav.^{xxxi}

Den akuta kris i vattenhanteringen som uppstod under 1300 och 1400-talen, löstes till stor del genom introduktionen av vattenpumpande väderkvarnar och poldrar. Återigen bidrog dock framgången i att hantera vattenproblemen på kort sikt till att förvärra problemen på lång sikt. På samma sätt som tidigare medförde lägre vattenstånd i de före detta torvmossarna att mer syre fick möjlighet att bidra till förmultning, och takten i marksänkningarna ökade. Detta ökade risken för översvämningar och antalet översvämningar per sekel nådde ett maximum under 1500-talet, för att sedan långsamt avta.^{xxxii} Även avvattningsproblemen blev prekära i en del poldrar när marknivån sjönk så pass mycket att nivåskillnaden upp till boezemkanalen blev för stor för en väderkvarn (lyftkapaciteteten var ca 1- 1,5 meter). Den nya tekniken tillhandahöll dock en lösning på detta problem, nämligen att bygga en ny väderkvarn intill men nedanför den gamla. I en del poldrar byggdes efterhand tre eller fyra väderkvarnar i en trappa, för att kompensera den sjunkande marknivån, se figur 4.^{xxxiii}

Figur 4. En principskiss av en kvarnrad ("molengang") som lyfter vatten ur en polder i flera steg.

Utvinning av nytt land

Den stora utdikningen under perioden 1000 till 1300 e.kr. innebar att stora torvområden omvandlades till jordbruksmark. Den kan beskrivas som en väldig mänsklig offensiv för att omforma naturen för sina syften. Den fortsatta utvecklingen av vattensystemen var i huvudsak av defensiv karaktär; syftet med olika anläggningar var främst att skydda människor och djur från katastrofala översvämningar och att skydda jordbruksmarken från att regelbundet täckas av vatten. Utvecklingen av polder-boezem systemet och inte minst insikten att pumpkapaciteten kunde ökas genom att bygga flera väderkvarnar i rad öppnade emellertid nya möjligheter för projekt av offensiv karaktär, med syfte att utvinna ny jordbruksmark ur sjöar.^{xxxiv}

Dessa sjösänkingsprojekt organiserades på ett helt annat sätt än tidigare, nämligen som kapitalistiska projekt med ett klart vinstsyfte. Ofta var det rika köpmän i städerna som tog initiativ till dessa projekt genom att bilda en form av aktiebolag. Bolagen köpte och vallade in det aktuella området och byggde sedan väderkvarnar för att pumpa ut sjövattnet. När brukbar åkermark hade åstadkommit, delades den in i rektangulära stycken och såldes eller arrenderades till markhungriga bönder.^{xxxv}

Dessa projekt måste ses mot bakgrund av de övergripande samhällsförändringar som ägde rum i Nederländerna vid denna tid. Under 1500-talet inleddes en lång period av ekonomisk tillväxt framförallt i provinserna Holland och Utrecht. Grunden för den ekonomiska blomstringen var ett dynamiskt samspel mellan stad och land. Bönderna inlemmades allt mer i en marknadsekonomi, och de för regelbundet med sina produkter till en närliggande stad. Detta ledde till en specialisering av jordbruket med inriktning på färskvaror som betingade höga priser i staden - förutom animalieprodukter även frukt och grönsaker. Den bördiga marken och den tilltagande specialiseringen medförde att dessa produkter producerades med mycket högre avkastning per arealenhet än någon annanstans i Europa. Även torvbrytning blev en viktig näring i många delar av landet i takt med en stigande efterfrågan på bränsle i städerna.^{xxxvi}

Ett bördigt omland med ypperliga transportvägar var en viktig förutsättning för den intensiva urbaniseringsprocess som började i Holland under 1500-talet. Snabbast av alla holländska städer växte Amsterdam, från ca 10 000 invånare år 1500 till ca 200 000 år 1650, men även Leiden, Haarlem, Rotterdam och Haag växte fort. Hela 60 % av Hollands invånare bodde i städer i början av 1600-talet!^{xxxvii} Amsterdam blev vid slutet av 1500-talet Europas kommersiella och kulturella centrum och behöll denna ställning i mer än hundra år - en period som brukar kallas Nederländernas gyllene århundrade. Stadens blomstring hängde samman med att den blev en central knutpunkt i tre överlappande transportnätverk: för det första ett

långväga nätverk över haven till Östersjön, Medelhavet och så småningom ända till borte Asien, för det andra ett medellångt nätverk in i Europa via de stora floderna och för det tredje det ovannämnda lokala nätverket av kanaler i det bördiga Holland.^{xxxviii}

Drivkraften för de offensiva sjösänkingsprojekten var således den snabbt stigande efterfrågan på jordbruksprodukter i städerna. Verksamheten fick en stor omfattning och under 1500- och 1600-talen omvandlades ca 100 000 hektar sjöareal till jordbruksareal, varav merparten i nuvarande Nordholland. Det faktum att projekten organiserades i en kapitalistisk form hänger inte bara samman med deras offensiva karaktär, utan också med att städernas köpmän fick ett växande inflytande i förhållande till de feodala godsägarna över vattensystemen, och köpmännen var vana att organisera stora projekt på detta sätt. När ett sjösänkingsprojekt var fullbordat inleddes den nya poldern i det ovan beskrivna polderboezemsystemet och underordnades den regionala vattenstyrelsen. Administrationen av vattensystemen förblev regionalt och lokalt baserade.

Nationella vattenprojekt

Nederländerna var under en stor del av 1500-talet en del av det Habsburgska kejsardömet, men år 1568 inleddes ett uppror mot det spanska inflytandet och några år senare utropade de nederländska provinserna en republik av federal karaktär. Upproret mot spanjorerna pågick med växlande intensitet i hela åttio år ända fram till år 1648. År 1573 använde de nederländska trupperna för första gången vattensystemen som ett militärt medel. Slussportar öppnades så att spanska trupper som belägrade staden Leiden hamnade i meterdjupt vatten och tvingades retirera. "Den dränkta jordens taktik" har allt sedan dess och ända fram till 1960-talet varit en hörnsten i Nederländernas militära planering. Den har vid en rad tillfällen varit av avgörande betydelse vid bekämpning av fientliga trupper.^{xxxix}

Under 1600-talet blev den nederländska republiken en ledande militärmakt i Europa med en mycket välorganiserad armé och därtill en av dåtidens största örlogsflottor. Men under 1700-talet försvagades landets militära styrka i förhållande till England och Frankrike. Under merparten av detta sekel kunde landet dock motstå främmande invasioner, delvis tack vare den dränkta jordens taktik. Denna taktik hade dock en allvarlig svaghet, som skickligt utnyttjades av en av Napoleons generaler. I december 1794 rådde en sträng kyla och de stora floderna och kanalerna i Nederländerna blev alla isbelagda. Den franske generalen utnyttjade tillfället, tågade in i landet och intog staden Utrecht, varpå Nederländerna kapitulerade.^{xl} I närmare tjugo år var sedan Nederländerna en fransk lydstat.

Den franska ockupationen fick bestående konsekvenser för landets politiska struktur. Den tidigare tämligen svaga, federala statsbildningen ersattes med en monarki och en starkt centralmakt. Detta fick även genomslag inom vattensystemet. År 1798 bildades ett statligt

verk för vattenfrågor som sedan år 1810 kallas Rijkswaterstaat. Detta organ fick ansvaret för vattenregleringsfrågor av nationell karaktär. Under 1800-talet fick Rijkswaterstaat i första hand ägna sig åt stora kanalbyggen och åt s.k. "förbättringar" av de stora floderna, i syfte att underlätta flodtrafiken och minska risken för översvämningar.^{xli}

Vid seklets mitt engagerades Rijkswaterstaat i landets dittills största torrlägningsprojekt i centrala Holland. Bakgrunden var att den stora Haarlemmersjön belägen mellan Amsterdam och Leiden visade sig vara ett hot mot dessa städer. Under hösten 1836 medförde först en stark sydväststorm att sjöns vatten nådde ända fram till Amsterdams utkanter, och under en nordöststorm en månad senare nådde sjön fram till Leidens gator. Två år senare beslöt det nederländska parlamentet att den 18 000 ha stora sjön skulle torrläggas, och det var Rijkswaterstaat som fick ansvaret för genomförandet av projektet.^{xlii}

Väderkvarens sorti

Rijkswaterstaat fick således ansvaret för stora vattenprojekt av nationell karaktär, men driften och underhållet av de "ordinarie" vattensystemen låg kvar på regionala vattenstyrelser och polderstyrelser. En viktig fråga som dessa styrelser brottades med var valet av energikälla för pumparbetet.

Under 1700-talet hade ångtekniken utvecklats i England och nederländska vatteningenjörer ställde sig tidigt frågan om ångmaskiner vore bättre än väderkvarnar för vattenpumpning. Den största potentiella fördelen med ångmaskiner i förhållande till väderkvarnar var att de gav en bättre kontroll över vattenflödena. En väderkvarn kunde givetvis enbart pumpa när det blåste och detta väderberoende gav upphov till en fundamental osäkerhet. Det var inte ovanligt med intensivt regnande i kombination med stiltje, vilket kunde leda till att jordbruksmarken blev helt vattendränkt. Om så skedde vid kritiska tidpunkter såsom skörde- eller såningstider kunde det få allvarliga konsekvenser för bönderna. År 1776 byggdes den första ångmaskinen i landet i Rotterdam just för att pumpa vatten inom stadens kanalsystem.^{xliii} Det dröjde dock mer än ett halvsekel innan denna anläggning fick några efterföljare inom de nederländska vattensystemen. Vad var orsakerna till detta?

En orsak kan sökas i den tekniska kultur som utvecklats i Nederländerna. Under flera sekel hade nederländerna utvecklat en för den tiden mycket avancerad teknisk kompetens vad gäller träkonstruktioner och utnyttjande av vindenergi. Norr om Amsterdam låg ett stort industriområde med skeppsvarv och förädlingsindustrier som drevs av hundratals stora väderkvarnar, och även i många andra städer fanns förutom sädeskvarnar ett antal "industrikvarnar". På landsbygden fanns många tusen väderkvarnar för vattenpumpning och sädesmalning. Det fanns således en stor kader av ingenjörer, snickare och kvarnskötare som behärskade denna teknik närmast till fulländning. Någon motsvarande teknikkultur fanns inte

alls vad gäller järn- och kolbaserad teknik. Nederländerna hade inga egna järnmalmsfyndigheter och ingen stenkolsbrytning av nämnvärd omfattning.

En annan orsak finns att söka i de befintliga vattensystemens dimensionering. Storleken på de befintliga poldrarna var anpassade till pumpförmågan hos en eller några väderkvarnar. De dåtida ångmaskinerna hade en effekt som var många gånger större än en väderkvarns, och de var således alldeles för stora för de befintliga poldrarna (men inte för Rotterdams kanalsystem). Ur denna synvinkel är det betecknande att ångmaskinernas genombrott för vattenpumpning kom i samband med Haarlemmermeer-projektet under 1840-talet, eftersom poldrarnas storlek i detta fall inte var givna utan kunde anpassas till ångmaskinernas kapacitet. Efter ingående utredningar kom de ansvariga ingenjörerna fram till att det i detta fall skulle bli billigare att utnyttja tre stora ångmaskiner än 114 väderkvarnar.^{xliv}

Ångmaskinerna vid Haarlemmerpoldern kom att fungera väl och gav ångtekniken ett gott rykte. Därtill kom att ångmaskiner av mindre storlek började bli tillgängliga på marknaden från 1850-talets mitt, och dessa var lättare att anpassa till existerande poldrar. Under andra hälften av 1800-talet beslöt därför många polderstyrelser att ersätta sina väderkvarnar, medan andra fortsatte att använda väderkvarnar. Vid sekelskiftet svarade ångkraft för 60 % och vindkraft för 40 % av det totala pumparbetet. Dessa skilda strategier berodde till stor del på variationer mellan olika poldrar vad gäller topografiska förhållanden, inriktningen av jordbruksproduktionen, maktfördelningen mellan små- och storbönder, etc.^{xlv}

Strax efter sekelskiftet introducerades elmotorer och dieselmotorer för drift av vattenpumpar. I synnerhet elmotorer fick en snabb spridning och infördes i stor utsträckning för mindre pumpanläggningar i poldrarna. Dessa motorer var förhållandevis billiga i inköp och krävde mycket mindre arbetsinsatser för drift och underhåll än väderkvarnar och ångmaskiner. Dessutom kunde de pumpa vid tidpunkter då det fanns ledig kapacitet i elsystemet, vilket bidrog till lägre eltaxor än för andra elförbrukare. Elmotorer hade dock en nackdel, nämligen att samtliga pumpar i ett område slutade pumpa vid ett större elavbrott. Därför infördes dieselmotorer, som också var billigare i drift än ångmaskiner, för driften av stora pumpar i boezemkanalerna med höga krav på driftsäkerhet.^{xlvi}

Konsekvensen av dessa nyanskaffningar blev att merparten av de många tusen stora, ståtliga väderkvarnarna från medeltiden revs under första hälften av detta sekel. Några hundra kvarnar har dock bevarats som minnesmärken över en svunnen epok.

De storskaliga vattenprojektens århundrade

Under 1900-talet har de nederländska vattensystemen genomgått genomgripande förändringar på många olika plan. Störst uppmärksamhet har ägnats två mycket storskaliga

projekt, som båda ansetts vara av nationell betydelse ur säkerhetssynpunkt. I båda projekten har följaktligen Rijkswaterstaat haft en ledande roll.

År 1916 inträffade en stor översvämning av områdena kring Zuiderzee, en stor havsvik nordost om Amsterdam. Följden blev att parlamentet fattade ett beslut om att genomföra det s.k. Zuiderzeeprojektet. Planen var att omvandla havsviken till en sötvattendamm och att skapa nya polderar inom denna. Utöver säkerhetsaspekterna var möjligheterna att få ny jordbruksmark ett viktigt argument, som hade särskild slagkraft under första världskriget då matbristen tidvis var stor. Zuiderzeeprojektet genomfördes till stor del enligt de ursprungliga planerna. Under 1920-talet byggdes först en lång vall tvärs över havsviken, och därefter torrlades med ca tio års mellanrum tre stora polderar om sammanlagt 170.000 ha, som i huvudsak används som åkermark.^{xlvii}

År 1953 inträffade en ny översvämning, den i särklass största översvämningen i Nederländerna i modern tid. En hård och långvarig vinterstorm medförde att vattenståndet i havsvikarna och flodmynningarna i provinsen Zeeland i den sydvästra delen av Nederländerna steg till 4 meter över medelvattenståndet. Det ledde till att skyddsvallarna gav vika på många platser och därmed var katastrofen ett faktum. Mer än 1800 människor omkom och de materiella skadorna blev enorma. För att förebygga en liknande katastrof beslöt parlamentet fem år senare uppdraga åt Rijkswaterstaat att genomföra det s.k. Deltaprojektet, som tog närmare 30 år att fullborda. Detta projekt har inneburit att hela provinsen Zeeland i sydvästra Nederländerna nu skyddas av 6 meter höga vallar och slussar, och att många av de tidigare havsvikarna har förvandlats till sötvattendammar.^{xlviii}

1953 års översvämningkatastrof kom också att påverka de nederländska vattensystemens institutionella utformning. Utredningar som tillsattes efteråt kom fram till att den långtgående decentraliseringen av vattensystemens underhåll och drift var en bidragande faktor till katastrofens stora omfattning. De små polderstyrelserna ansågs inte ha tillräcklig kompetens för sin uppgift. Därför utarbetades en ny vattenlagstiftning som tvingade fram koncentration, och som en följd har det totala antalet vattenstyrelser minskat från ca 2500 år 1950 till knappt 100 idag. Det innebär att alla lokala polderstyrelser har inlemmats i regionala vattenstyrelser och att även en del av de mindre regionala vattenstyrelserna har slagits samman. Men än idag har de regionala vattenstyrelserna, som i många fall har funnits i mer än 700 år, huvudansvaret för driften och underhållet av landets vattensystem.^{xlix}

Även om väderkvarnarna har gjort sin definitiva sorti ur vattensystemen, så lever de ändå kvar i det nederländska landskapet. Jag tänker då inte på de väderkvarnar som finns bevarade som kulturminnesmärken, utan på de försvunna kvarnarnas bestående avtryck i landskapets fysiska struktur. I en uppsats om tillkomsten av polderar i Delftområdet finns detaljerade kartor som visar framväxten av polderar och väderkvarnar mellan 1450 och 1550.¹

Jag har jämfört dessa kartor med en aktuell vattenkarta och funnit att nästan alla de poldervallar, kanaler, diken och väderkvarnar som tillkom under dessa hundra år finns kvar än idag. Själva kvarnarna har ersatts med elmotorer, men placeringen är densamma. Komponenterna förgår men systemet består.

Epilog: Att tämja naturen?

De nederländska bönder som började utdika torvmossar för att försöka åstadkomma åkermark för ungefär 1000 år sedan, satte igång en händelsekedja med oanade konsekvenser. Finns det lärdomar av denna historia som är tillämpliga i andra sammanhang där människor försöker omforma naturen för sina egna syften? Jag tror att det finns en hel del att lära, men slutsatserna är inte givna; det går att tolka historien på olika sätt.

För egen del vill jag lyfta fram två tolkningar. Den ena utgår från själva processen, från nederländarnas enastående förmåga att gång på gång utveckla nya tekniker och nya organisationsformer för att hantera de problem som den sjunkande marknivån medfört. Den ger gott hopp inför framtiden: När människor ställs inför stora utmaningar kan de i gynnsamma fall utveckla en väldig förmåga att finna lösningar och utvägar. Utifrån denna tolkning bör historien om hur nederländarna gradvis ökade sin kontroll över vattensystemen kunna ge värdefulla insikter om hur människors kreativitet kan mobiliseras och kanaliseras för att finna lösningar på de väldiga miljöproblem som vi står inför idag. Jag tror att den institutionella mångfald som funnits i Nederländerna haft en avgörande betydelse i sammanhanget och att en sådan mångfald bör stimuleras i liknande situationer.

Den andra tolkningen utgår från ett av resultaten av den långa händelsekedjan, nämligen att över hälften av det nuvarande Nederländerna står under ett ständigt hot om förödande översvämningar. Under oöverskådlig framtid måste därför de mäktiga skyddsvallarna mot havet och de stora floderna hållas i bästa skick samtidigt som stora vattenkvantiteter måste pumpas ut i havet dag efter dag, år efter år. Denna tolkning ger farhågor för framtiden: När människor försöker att tämja naturen så är deras förmåga att förutse de långsiktiga konsekvenserna av sitt handlande mycket begränsade. Naturen visar sig ofta mer bångstyrig än någon förutsett. Utifrån denna tolkning bör historien om de nederländska vattensystemen leda till en besinning om naturens komplexitet och en stor ödmjukhet och försiktighet i samband med framtida storskaliga tekniska projekt.

Litteratur

Uppsatsen bygger främst på böcker och artiklar på nederländska. Men det finns även några engelskspråkiga böcker som behandlar de nederländska vattensystemens historia.

Den bästa engelskspråkiga framställningen är boken:

Van de Ven, G.P. (red.), Man-made lowlands. History of water management and land reclamation in the Netherlands (Utrecht; 1993).

En annan innehållsrik bok är: Lambert, A.M., The making of the Dutch landscape. An historical geography of the Netherlands (London; 1985).

Det finns även en svenskspråkig bok som innehåller ett kapitel om vattensystem, nämligen: Schama, Simon, Mellan gud och mammon. Nederländerna under guldåldern, 1570-1670 (Stockholm, 1989).

En bra beskrivning av hur de nederländska vattensystemen fungerar idag ges i Water in the Netherlands, TNO, Haag 1986.

En beskrivning av hur den svenska vattenkraftutbyggnaden genomfördes i början av detta sekel och vad den fick för ekologiska konsekvenser ges i Eva Jakobsson, Industrialisering av älvar. Studier kring svensk vattenkraftutbyggnad 1900-1918, Göteborg 1996. I den ges också en översikt av internationell litteratur som behandlar storskaliga vattenprojekt.

Noter

Många kolleger och studenter har gett värdefulla synpunkter på tidigare versioner av denna uppsats. Jag vill särskilt tacka Pär Blomkvist, Rebecca Herzig, Eva Jakobsson, Svante Lindqvist och Ulrika Sax. Arbetet har utförts först inom projektet "Infrasystemens dynamik" finansierat av FRN och sedan inom projektet "Vägar till uthållig utveckling" finansierat av MISTRA, FRN m.fl.

ⁱ. Se Arne Kaijser, I fädrens spår. Den svenska infrastrukturens historiska utveckling och framtida utmaningar, Stockholm 1994, kap. 1.

ⁱⁱ. Jfr. Jane Summertons uppsats i denna bok.

ⁱⁱⁱ. Redogörelsen i detta avsnitt bygger på G.P. van de Ven (red), Man-made low lands. History of water management and land reclamation in the Netherlands, Utrecht 1993, kap. 2; Taeke Stol, Wassend water, dalend land. Geschiedenis van Nederland en het water, Utrecht 1993, kap. 1 och 2.

^{iv}. van de Ven, s 45.

^v. van de Ven, s 48, Stol, s 29.

^{vi}. En mycket omfattande kartläggning av översvämningar ges i M.K.E Gottschalk, Stormvloeden en rivieroverstromingen in Nederland, I-III (Assen, 1971, 1975, 1977).

^{vii}. B. Dolfing, "Vroegste ontwikkeling in het Waterschap", i J.C.N. Raadschelders & T.A.J. Toonen (red) Waterschappen in Nederland. Een bestuurskundige verkenning van de institutionele ontwikkeling, Hilversum 1993, s 62ff; B. de Goede et al (red), Het waterschap, recht en werking (Deventer, 1982), s 13.

^{viii}. Dolfing, s 63f.

^{ix}. H.F.Mulder jr., "Een en ander over vroegere stormvloeden", i Polytechnisch tijdschrift, 14 augusti 1954, s 538-546.

^x. Simon Schama, Mellan gud och mammon. Nederländerna under guldåldern, 1570-1670 (Stockholm, 1989), kap. 1.

^{xi}. Ibid., s 49.

^{xii}. van de Ven, 61f.; Stol, 45f.

^{xiii}. de Goede, s 13f.

^{xiv}. van de Ven, s 69.

^{xv}. Dolfing, s 66ff.

^{xvi}. Ibid.

^{xvii}. Ibid.

^{xviii}. C.M. Lesger, Hoorn als stedelijk knooppunt, Hilversum 1990, s 69.

xix. Ibid., s 71.

xx. Detta år fick den regionala vattenstyrelsen i Delfland en uppmaning av greven av Holland att skicka en delegation för att studera en vattenpumpande väderkvarn som nyligen hade byggts nära staden Alkmaar. A. Bicker Caarten, Middeleuwse watermolens in Hollands polderland, 1407/08 - rondom 1500, Wormerveer 1990, s. 24ff.

xxi. Ibid.

xxii. Ibid., s 211ff.

xxiii. Stol, 51.

xxiv. Caarten, s 45 ff.

xxv. de Goede, s 21 ff.

xxvi. I t.ex. regionen kring Delft förekom flera konflikter mellan bönder med högt och lågt belägna åkrar ("hooglanders" och "laaglanders") vid 1500-talets mitt. C. Postma, Het hoogheemraadschap van Delfland in de middeleeuwen 1289-1589, Hilversum 1989, s 373ff.

xxvii. Ibid.

xxviii. van de Ven, s 106f.

xxix. Historikern Eva Jakobsson har i en studie av svensk vattenkraftutbyggnad definierat vattendrag i vilka vattenflödenas rytm kontrolleras av människor som "tekniska system" (till skillnad från "naturliga system"). Med denna definition blev de nederländska vattensystemen definitivt tekniska system i och med byggandet av vattenpumpande väderkvarnar. Eva Jakobsson, Industrialisering av älvar. Studier kring svensk vattenkraftutbyggnad 1900-1918, Göteborg 1996, s 20ff.

xxx. van de Ven, s 106f; de Goede, s 22f.

xxxi. Figuren är hämtad ur Taeke Stol, Wassend water, dalend land. Geschiedenis van Nederland en het water, Utrecht 1993, s 53.

xxxii. Gottschalk 1977.

xxxiii. van de Ven, s 146.

xxxiv. Begreppen "offensiv" och "defensiv" används i Stol, kap. 5.

xxxv. Ibid.

xxxvi. Jan de Vries, The Dutch Rural Economy in the Golden Age, 1500-1700, New Haven 1974, kap 4; Jan de Vries och Ad van der Woude, Nederland 1500-1815. De eerste ronde van moderne economische groei, Amsterdam 1995, kap. 11.

xxxvii. de Vries, kap. 3.

xxxviii. Fernand Braudel, The Perspective of the World, Vol. III. Civilization & Capitalism 15th-18th Century (1979), eng. övers., Berkeley 1992, kap. 3.

xxxix. van de Ven, s 139ff; Stol, kap. 9.

-
- xl. Stol, 115.
- xli. van de Ven, s 161 ff.
- xlii. *Ibid.*, s 188ff.
- xliii. H.W.Lintsen, "Van windbemaling naar stoombemaling; innoveren in Nederland in de negentiende eeuw", i Jaarboek van de Geschiedenis van Bedrijf en Techniek (Vol 2) 1985, s 48-63.
- xliv. *Ibid.*
- xlv. *Ibid.*
- xlvi. van de Ven, 198ff.
- xlvii. van de Ven, kap. 9; Stol, kap. 11.
- xlviii. van de Ven, kap 9; Stol, kap. 12; se även Wiebe Bijker, Dutch, Dikes and Democracy. An argument against democratic, authoritarian, and neutral technologies, Technology Assessment Texts no 11, Danmarks Tekniske Högskole, Lyngby 1993.
- xlix. j. Ijff, "Omwentelingen in het waterschapsbestel 1968-1939", i J.C.N. Raadschelders & T.A.J. Toonen (red) Waterschappen in Nederland. Een bestuurskundige verkenning van de institutionele ontwikkeling, Hilversum 1993, 13ff.
- ¹ M.C. van Leeuwen-Canneman, "Poldervorming in oostelijk Delfland aan het einde van de middeleeuwen" i Hollandse Studiën 12, Dordrecht 1982, s 75-111.